

BAUGRUNDERKUNDUNG GUTACHTEN

BAUVORHABEN: Wiederaufbau Lotto Eisarena Königssee

AUFTRAGGEBER: Landkreis Berchtesgadener Land
Salzburger Straße 64
83435 Bad Reichenhall

GENERLPLANER: Planungsgemeinschaft
Deyle – iC – Aquasoli;
Planungsbüro Deyle GmbH
Krötenweg 13
70499 Stuttgart

TRAGWERKSPLANER: BUNG Planen und Beraten GmbH
Geisenhausener Str. 11 a
81379 München

DATUM: 28.08.2023

PROJEKT-NR.: B225583

TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau
Sachverständige
§ 18 BBodSchG, SG 2
Private Sachverständige
in der Wasserwirtschaft

POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg

NIEDERLASSUNGSLEITUNG

Dipl.-Ing. Thomas Langer

TELEFON / FAX

08071-92278-0 / -22

INTERNET / E-MAIL

www.crystal-geotechnik.de
wbg@crystal-geotechnik.de

BANKVERBINDUNG

Kreis- und Stadtparkasse Wasserburg
IBAN: DE40 7115 2680 0000 0012 48
BIC: BYLADEM1WSB

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr.-Ing. Gerhard Gold
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

HAUPTSITZ UTTING AM AMMERSEE
Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee
Telefon / Fax: 08806-95894-0 / -44
E-Mail: utting@crystal-geotechnik.de



Dipl.-Ing. Thomas Langer
(Niederlassungsleiter)



M.Sc. Benjamin Bichler

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	5
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	5
1.2	Arbeitsunterlagen	6
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	8
2.1	Feldarbeiten.....	8
2.1.1	Bohr- und Rammsondierungen	8
2.1.2	Errichtung von Rammfilterpegeln.....	10
2.1.3	Tastbohrungen	12
2.1.4	Seismische Untersuchungen	14
2.1.5	Allgemeine Hinweise zur Einmessung der ausgeführten Aufschlüsse	15
2.2	Bodenmechanische Laborversuche – Körnung der erkundeten Böden.....	16
2.3	Chemische Laborversuche	17
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	18
3.1	Geologisch-morphologischer Überblick.....	18
3.2	Erkundete Untergrundsituation und Homogenbereiche.....	19
3.3	Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenschichten / Homogenbereiche.....	23
3.4	Erkundete Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	25
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	27
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	27
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	28
4.3	Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	29
4.4	Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung	31
4.5	Bemessungswerte für Kleinverpresspfähle / verpresste Mikropfähle	33
4.6	Charakteristische Bemessungswerte für Pfähle	34
4.7	Horizontale Bettung für Bohrpfähle	35
5	HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.....	37
5.1	Erdbau.....	37
5.1.1	Allgemeines	37
5.1.2	Baugruben und mögliche Böschungsneigungen, Baugrubenverbau	38
5.1.3	Wiederverwendbarkeit Aushubmaterial	39
5.2	Wasserhaltung.....	40

5.3 Hydrogeologische Auswirkungen der Geschiebedosiersperre	43
5.4 Auftriebssicherheit und Bauwerkstroekenhaltung	44
5.5 Gründungsempfehlung	45
5.5.1 Bobstartgebäude	45
5.5.2 Stützenreihe neue Rodelbahn im Bobparkgebäude	46
5.5.3 Absperrbauwerke Wildbachverbauung	49
5.6 Verankerung von Steinschlagschutzzäunen	49
5.7 Verfahrensbeschreibungen	50
5.7.1 Bodenaustausch	50
5.7.2 Gründung auf Mikropfählen und Selbstbohrinjektionspfählen	51
5.7.3 Bohrpfahlgründung	52
5.7.4 Mikropfahlgründung	53
5.8 Bestandssicherung Bobstartgebäude	54
5.9 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone	55
5.10 Umwelttechnische Bewertung bestehende Schwarzdecken	57
5.11 Zusatzuntersuchungen	57
6 SCHLUSSBEMERKUNG	59

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. (1.1) Arbeitsunterlagen	7
Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Bohrsondierungen (BS)	9
Tab. (2.2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen (DPH)	10
Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten der errichteten Rammfilterpegel	11
Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten der ausgeführten Tastbohrungen	13
Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten der refraktionsseismischen Profile	15
Tab. (2.6) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden	16
Tab. (2.7) Übersicht Kernbohrungen Schwarzdecke und chemische Laborversuche	17
Tab. (3.1) Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenmaterialien	23
Tab. (4.1) Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	27
Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter	28
Tab. (4.3) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente in Murschutt mit Nachverdichtung (BS-P)	29
Tab. (4.4) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente in Blockschutt mit Nachverdichtung (BS-P)	29
Tab. (4.5) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente im Festgestein, (BS-P)	30
Tab. (4.6) Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung auf Bodenaustausch bis zum Blockschutt	31
Tab. (4.7) Charakteristische Mantelreibung von Mikropfählen $d < 0,3$ m	33
Tab. (4.8) Charakteristische Bemessungswerte für Großbohrpfähle $D > 30$ cm	34
Tab. (4.5) horizontaler Bettungsmodul $D = 90$ cm	35
Tab. (5.1) Chemische Untersuchungsergebnisse des Fahrbahnbelages (PAK)	57

ANLAGENVERZEICHNIS

- | | | |
|-----|--|--------------|
| (1) | Lagepläne | |
| | (1.1) Übersichtslageplan | M 1 : 25.000 |
| | (1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführung | M 1 : 250 |
| (2) | Geologische Schnitte | |
| | (2.1) Geologischer Schnitt A-A' – Längsschnitt Wildbach | M 1 : 100/50 |
| | (2.2) Geologischer Schnitt B-B' – Kunsteisbahn Kurve neu | M 1 : 100/50 |
| | (2.3) Geologischer Schnitt C-C' – Bobpark quer - Verladebrücke | M 1 : 100/50 |
| | (2.4) Geologischer Schnitt D-D' – Bobpark längs | M 1 : 200/50 |
| | (2.5) Geologischer Schnitt E-E' – Bobpark quer (Ost) | M 1 : 100/50 |
| | (2.6) Geologischer Schnitt Geländeschnitt 5 | M 1 : 250 |
| | (2.7) Geologischer Schnitt Geländeschnitt 7 | M 1 : 250 |
| | (2.8) Geologischer Schnitt Geländeschnitt 8 | M 1 : 250 |
| | (2.9) Geologischer Schnitt Geländeschnitt 10 | M 1 : 250 |
| (3) | Profile der Bohr- und Rammsondierungen | |
| | (3.1) Bohrsondierungen (BS) | M 1 : 50 |
| | (3.2) Schwere Rammsondierungen | M 1 : 50 |
| (4) | Profile der Tastbohrungen (TB) | M 1 : 50 |
| (5) | Fotodokumentation Tastbohrungen | |
| (6) | Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche | |
| (7) | Prüfberichte chemisches Labor | |
| | (7.1) Materialuntersuchung bestehende Schwarzdecken (PAK) | |
| | (7.2) Wasseranalytik Betonaggressivität | |
| (8) | Übersichtstabelle Homogenbereiche | |
| (9) | Ergebnisberichte seismische Untersuchungen | |
| | (9.1) Messbericht Refraktionsseismik (Geo4 GmbH) | |
| | (9.2) Messbericht Scherwellengeschwindigkeit (Geo4 GmbH) | |

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Der Landkreis Berchtesgadener Land plant den Wiederaufbau der Lotto Bayern Eisarena Königssee in Schönau am Königssee, welche durch ein Murgangereignis im Jahr 2021 teilweise zerstört wurde. In der Nacht vom 17.07.2021 zum 18.07.2021 wurde die kombinierte Kunsteisbahn für Bob und Rodel am Königssee durch ein größeres Murgangereignis des Klingerbaches im Zusammenhang mit intensiven Regenfällen in Teilbereichen zertört. Betroffen war vor allem der Bobstartbereich sowie Teil der bestehenden Kunsteisbahn im Bereich des Bobstarts sowie zwischen dem Bobstart und dem weiter oberhalb gelegenen Rodelstart. In der Kreistagssitzung vom 22.10.2021 wurde beschlossen, dass für den Wiederaufbau der Kunsteisbahn eine Planung einschließlich Objektschutz gegen Georisiken in Auftrag gegeben werden soll.

Die Lotto Bayern Eisarena liegt am nordwestlichen Ende des Königssees und südwestlich des Ortsbereiches von Schönau am Königssee. Der Rodelstartbereich befindet sich im engen Taleinschnitt des Klingerbaches, südliche des Grünsteines, auf rd. 725 m NN. Von dort aus erstrecken sich die bestehenden Gebäude und Anlagen entlang des Klingerbaches und im unteren Teil auf dem von Letzterem geschütteten Schwemmkegel bis zum Zielbereich auf rd. 610 m NN, unweit des Königsseeufers. Die Lage des Untersuchungsgebietes kann dem Übersichtlageplan der Anlage (1.1) entnommen werden.

Unser Institut, die Crystal Geotechnik GmbH, wurde durch den Landkreis Berchtesgadener Land mit der geotechnischen Begutachtung der Untergrundverhältnisse betraut. Wesentliche Fragestellungen betreffen hier vor allem die Gründung neu geplanter Gebäude und Anlagenteile, die zum Teil im bzw. über dem Bestand errichtet werden sollen. Zudem ergaben sich im Lauf der Bearbeitung zusätzliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Objektplanung Murschutz / Wildbachverbau.

Zur Untergrunderkundung wurden im ersten Schritt insgesamt 8 Kleinbohrungen / Bohrsondierungen sowie 12 schwere Rammsondierungen ausgeführt. Aufgrund der Untergrundverhältnisse mussten einige der Bohr- und Rammsondierungen jedoch vor Erreichen der geplanten Endteufe abgebrochen werden.

Im Zuge der Bearbeitung ergab sich, dass möglichst detaillierte Aussagen zur Felsoberfläche, nicht nur im Bereich geplanter Gebäude sondern vor allem auch im Bereich der geplanten Wildbachverbauungen (Absperrbauwerke, Rückhalteraum, etc.) erforderlich werden, wobei diese Fragestellung mit den ausgeschriebenen Aufschlussverfahren aufgrund der schweren Rammbarkeit der steinig-blockigen Murschuttmassen und Hangschuttablagerungen nicht ausreichend bearbeitet werden konnte.

Deshalb wurden in einem zweiten Schritt mittels Schreitbagger mit Bohranbauflafette und Ischebeck-TITAN-Mikropfählen insgesamt 29 Tastbohrungen ausgeführt, um die Felsoberfläche indirekt zu erkunden. Dieses Verfahren wurde gewählt, weil es bei der gegebenen schweren Zugänglichkeit des Geländes bei möglichst großer Aufschlussdichte als am besten geeignet zur Klärung der Aufgabenstellung war. Die Tastbohrungen zur Erkundung der Felsoberfläche wurden in Kombination mit einer geophysikalischen Untersuchung in Form von refraktionsseismischen Messungen durchgeführt, um möglichst gute Informationen über den Verlauf der Felsoberfläche im Untersuchungsbereich zu erhalten.

In vorliegendem Gutachten wird die angetroffene Baugrundsituation, inkl. der nach der vorläufigen Gutachtenversion vom 14.07.2023 noch ausgeführten seismischen Untersuchungen, beschrieben und es werden Homogenbereiche definiert und beschrieben. Darauf aufbauend erfolgt die Klassifizierung der erkundeten Bodenmaterialien unter Angabe charakteristischer Bodenparameter. Es werden Gründungsempfehlungen für neu zu errichtende Bauwerke / Anlagen ausgesprochen. In diesem Zusammenhang wurden Tragfähigkeits- bzw. Bemessungswerte für den Tragwerksplaner erarbeitet. Abschließend werden Empfehlungen hinsichtlich der weiteren Planung und Bauausführung (Erdbau, Erstellung der Baugruben, Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterialien, etc.) abgegeben.

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes werden zur Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4023 verwendet. Die Klassifizierung der Böden erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-2 durch Verwendung der Bodengruppen nach DIN 18196.

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die in nachfolgender Tabelle (1.1) genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zur Verfügung

Tab. (1.1) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG / VERMESSUNG	
Übersichtslageplan Bob- und Rodelbahn, Maßstab 1:1.000 / 1:500	Planungsgemeinschaft Deyle – iC – Aquasoli u.a. / Stand August 2022
Planungsunterlagen Bestand und frühere Umbaumaßnahmen mit Grundrissen und Schnitten	Planungsbüro Deyle, diverse Bearbeiter / 1968 – 2011
Lagepläne Vorentwurfsplanung, inkl. Lagepläne Objektschutzmaßnahmen	Planungsgemeinschaft Deyle – iC – Aquasoli u.a. / Stand November 2022
Planungsunterlagen Vorentwurfsplanung, Grundrisse und Schnitte	Planungsgemeinschaft Deyle – iC – Aquasoli / Stand Oktober 2022
Planungsunterlagen Bob- und Rodelstart, Grundrisse und Schnitte, M. 1 : 100	Planungsbüro Deyle GmbH, Stuttgart / Stand Januar 2023
Vorentwurfsplanung Objektschutz Wildbach, Lageplan, Längsschnitt und Querschnitt A-A'	Ingenieurbüro Aquasoli, Siegsdorf / Stand März 2023
Tragwerksbericht LP02, Vorplanung	BUNG GmbH, München / 10.03.2023
Geländeschnitte, Lageplan und Geländemodell als Grundlage der Murschutzplanung	Ingenieurbüro Aquasoli, Siegsdorf / Stand 03.07.2023
GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCHICHTUNG	
Geologische Übersichtskarte von Deutschland, Blatt CC 8742, Bad Reichenhall / M 1:200.000	herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover / 1988
Digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt 8343 Berchtesgaden West und Blatt 8443 Königssee / M 1 : 25.000	herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (Umweltatlas)
Baugrundgutachten zu „Umbau-, Modernisierungs- und Erweiterungsmaßnahmen für die kombinierte Kunsteisbahn für Bob und Rodel am Königssee“	Dipl.-Ing. Bernd Gebauer Ingenieur GmbH / 24.09.2009
Sondierarbeiten	Crystal Geotechnik GmbH / 15.-25.05.2023 und 19.06.2023
Tastbohrungen	Seiser Spezialtiefbau / Crystal Geotechnik GmbH / 20.-21.06.2023
bodenmechanische Laborversuche	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / Juli 2023
Chemische Laborversuche (Wasser)	Agrolab, Bruckberg, Juli 2023
Refraktionsseismische Untersuchungen in Form von vier Profilen	Geo4 GmbH, Oberbrunn / Stand 28.07.2023
Geophysikalische Bestimmung der Scherwellengeschwindigkeit v_s und Berechnung des Elastizitätsmodul E_{dyn} und des Schermodul G_{dyn}	Geo4 GmbH, Oberbrunn / Stand 07.08.2023

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

2.1.1 Bohr- und Rammsondierungen

Zur geotechnischen Erkundung der Untergrund- und Grundwassersituation sollten gemäß Ausschreibung im Bereich der Bestandsgebäude sowie dem Bereich der geplanten Baumaßnahmen Kleinbohrungen / Bohrsondierungen und schwere Rammsondierungen ausgeführt werden. Die Bohr- und Rammsondierungen wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes in der Zeit vom 15.05.2023 bis 25.05.2023 sowie im Bereich des Bobparkgebäudes am 19.06.2023 ausgeführt.

Aufgrund der Geländeverhältnisse, der erschwerten Zugänglichkeit im Bereich der teilzerstörten Bestandsanlagen, vor allem aber aufgrund der schwer bis nicht rammbaren grobkörnigen Böden, konnten die Bohr- und Rammsondierungen nicht in dem gemäß Ausschreibung ursprünglich angedachten Umfang ausgeführt werden.

Insgesamt wurden vorliegend 8 Bohrsondierungen bis max. 6 m unter GOK niedergebracht, wobei die meisten davon aufgrund von Rammhindernissen vor Erreichen der geplanten Endtiefe abgebrochen werden mussten. Zudem wurden 12 schwere Rammsondierungen mit einer max. Aufschlusstiefe von 11,1 m ausgeführt. Auch hier mussten jedoch einige der Sondierungen wegen Rammhindernissen vorzeitig abgebrochen werden.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass es aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der Untergrundsituation zu einem erheblichen Mehraufwand und erhöhtem Verschleiß an Maschinen und Material gekommen ist. So kam es mehrfach zu Gerätedefekten und Gestängebrüchen des Rammgestänges. Von Letzterem mussten an manchen Punkten auch Teile im Untergrund verbleiben, beispielsweise bei der DPH8. Die Sondierungen im hinteren, südöstlichen, Teil des bestehenden Bobparkgebäudes konnten im ersten Anlauf nicht ausgeführt werden, da ungewöhnlich große Aufbaustärken der Bodenplatte inkl. zusätzlicher Dämmschichten festgestellt wurden, die mit üblichen Kernbohrgeräten nicht mehr zu durchörtern waren. Neben einem erheblichen Verschleiß für das ursprünglich eingesetzte Gerät hatte dies zur Folge, dass erst ein Spezialunternehmen beauftragt werden musste, das derartig Kernbohrungen bei größeren Aufbaustärken bzw. mit längeren Bohrkronen übernehmen

konnte. Die BS 8 sowie DPH 11 und DPH 12 konnten deshalb erst am 19.06. 2023 ausgeführt werden.

Weiter wurde für die Sondierungen im Bereich Bobstart und unter der bestehenden Verladebrücke ein Bagger zum Einheben des Sondiergerätes angefordert, sowie mit diesem eine Kiesanschüttung als provisorische Überfahrt über die Bobbahn eingebaut. Erst dadurch wurde zu den genannten Bereichen überhaupt eine Zugänglichkeit für das Sondiergerät hergestellt.

Die Lage der Untergrundaufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage (1.2) entnommen werden. Die Profile der Untergrundaufschlüsse mit Details zur Bodenansprache und Probenahme sind diesem Bericht in den Anlagen (3.1) und (3.2) beigelegt und wurden in die geologischen Schnitte der Anlage (2) eingearbeitet.

In der nachfolgenden Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteufte Kleinbohrungen / Bohrsondierungen (BS) zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Bohrsondierungen (BS)

Auf- schluss	Ansatz- höhe	Auf- schluss- tiefe	Unterkante Auffüllungen		Oberkante Blockschutt		Grundwasserspiegel zum Erkundungs- zeitpunkt	
	m NHN	m	m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m NHN
Bohrsondierungen (BS)								
BS 1	702,35	3,78 ¹⁾	2,80	699,55	3,70	698,65	n.e.	n.e.
BS 2A ²⁾	704,16	0,43 ¹⁾	n.e.	n.e.	(0,43?)		n.e.	n.e.
BS2B ²⁾	704,21	0,43 ¹⁾	n.e.	n.e.	(0,43?)		n.e.	n.e.
BS 3	718,14	3,63 ¹⁾	1,60	716,54	3,60	714,54	n.e.	n.e.
BS 4	719,94	6,00	1,20	718,74	5,00	714,94	5,47	714,47
BS 5	712,19	6,00	1,40	710,79	4,60	707,59	4,44	707,75
BS 6	714,45	4,70	1,90	712,55	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
BS 7	703,09	6,00	1,20	701,89	2,60	700,49	n.e.	n.e.
BS 8	707,15	6,00	5,40 ³⁾	701,75	5,40	701,75	n.e.	n.e.

¹⁾...Abbruch wegen Rammhindernis

²⁾...zweimaliger Ansatz knapp nebeneinander, jedoch beide erfolglos; evtl. größere Einbauten in 0,43 m unter GOK

³⁾...bis 3,2 m unter Ansatzpunkt Hohlraum

n.e. = nicht erkundet

Der nachfolgenden Tabelle (2.2) sind die kennzeichnenden Daten zu den ausgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) zu entnehmen.

Tab. (2.2) Kennzeichnende Daten der schweren Rammsondierungen (DPH)

Aufschluss	Ansatzhöhe	Aufschlusstiefe	Gering tragfähiger Bereich (Schlagzahlen < 10) ¹⁾	Oberkante Bockschutt / Blöcke ²⁾	
	m NHN	m	von – bis m u. GOK	m u. GOK	m NHN
Schwere Rammsondierungen (DPH)					
DPH 1	699,65	5,10	0,0 – 0,2 / 0,7 – 1,0	3,60	696,05
DPH 2	702,19	2,90	0,0 – 0,3 / 0,8 – 2,1	2,80	699,39
DPH 3	703,73	1,10	0,0 – 0,9	n.e.	n.e.
DPH 4	716,99	4,10	0,9 – 3,4	4,00	712,99
DPH 5	722,35	4,00	0,8 – 2,2	3,90	718,45
DPH 6	711,98	8,70	0,0 – 0,5 / 1,1 – 3,0 / 3,6 – 4,5	4,50	707,48
DPH 7	714,25	8,90	0,0 – 2,8	8,30	705,95
DPH 8	703,08	10,00 (11,1) ⁴⁾	0,0 – 1,2 / 3,1 – 3,4	1,60	701,48
DPH 9	703,09	6,90	0,0 – 1,5 / 2,3 – 2,7	3,50	699,59
DPH 10	703,10	1,90	0,0 – 1,5	1,80	701,30
DPH 11	707,21	7,20	0,0 – 5,2 ³⁾ / 5,4 – 7,0	7,00	700,21
DPH 12	707,11	7,30	0,0 – 3,3 ³⁾ / 3,0 – 5,7	5,80	701,31

¹⁾...locker gelagerte Auffüllungen oder locker gelagerte Murschuttalagerungen mit eher geringem Steinanteil

²⁾...Homogenbereich X1; Unterscheidung zum Festgestein (HB X2) anhand DPH nicht eindeutig möglich

³⁾...bis ca. 3,2 m (3,3 m): Hohlraum

⁴⁾...Nippelbruch des Bohrgestänges in 10 m unter GOK; Schlagzahlen unterhalb vermutlich verfälscht!

n.e. = nicht erkundet

2.1.2 Errichtung von Rammfilterpegeln

Zur Überwachung des Grund- / Schichtwasserspiegels wurden gemäß dem bauseitigen Erkundungskonzept (Ausschreibungs-LV) die BS4 und BS5 zu Rammfilterpegeln mit 2 Zoll und 1,25 Zoll Durchmesser ausgebaut.

Der Ausbau der beiden Rammfilterpegel ist, gemeinsam mit dem Bohrprofil der betroffenen Bohrsondierungen BS4 und BS5, in der Anlage (3.1) dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle (2.3) sind die kennzeichnenden Daten der errichteten Rammfilterpegel zusammengestellt.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten der errichteten Rammfilterpegel

Aufschluss	Ansatzhöhe (GOK)	Höhe Pegeloberkante (POK)	Ausbau-durch-messer	Aus-bau-tiefe	Filterstrecke	Eingemessener Wasserspiegel			
	m NHN	m NHN	Zoll	m	m (von – bis)	m u. POK (2023)			
						16.05.	19.06.	21.06.	12.07.
BS 4	719,94	720,77	2	6,17	5,17 – 6,17	6,30	6,39	6,92	6,44
BS 5	712,19	713,34	1,25	5,85	3,85 – 5,85	5,59	5,91	5,90	6,27
BS 7	703,09	-- 1)	(2)	(6,00)	-- 1)	-- 1)	-- 1)	-- 1)	-- 1)

¹⁾...Abbruch beim zweiten erfolglosen Ausbaugesuch; Ausbau konnte nicht fertiggestellt werden, Gestänge verblieb im Untergrund

Weitere Rammfilterpegel waren gemäß Ausschreibung vorgesehen, konnten aber bedingt durch die schwere Rammpbarkeit des Mur- und Blockschuttes vorliegend nicht bzw. nicht ausreichend tief (bis zur Tiefenlage des Grundwasserspiegels) eingebracht werden. So wurde der Versuch, die Bohrsondierung BS7 ebenfalls zu einem Rammfilterpegel auszubauen, nach dem zweiten Ansetzversuch abgebrochen. Beim ersten Versuch wurde bis 5,8 m unter GOK kein Wasser angetroffen, ein tieferes Einrammen war nicht möglich. Beim Ziehen des Pegelrohrs wurde ein irreparabler Schaden an der Filterspitze festgestellt. Beim zweiten Versuch konnte das Pegelrohr bis 6,0 m eingebracht werden, allerdings immer noch ohne Grundwasserkontakt. Beim Versuch, das Gestänge zu ziehen, wurde in 1,0 m unter GOK ein Bruch des Pegelrohrs festgestellt, sodass Filterspitze, Filterverlängerung und 3 m Vollrohr im Untergrund verbleiben mussten.

Aus dem Rammfilterpegel BS5 / RP wurde am 20.06.2023 mittels Probenschöpfer eine Wasserprobe entnommen, um das Wasser hinsichtlich Betonaggressivität zu untersuchen. Aus der BS4 war im genannten Zeitraum keine Wasserprobenahme möglich. Als Vergleichsprobe wurde deshalb, und aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit eines direkten Zusammenhanges zwischen dem Klingerbach und dem mit BS4 und BS5 angetroffenen Grundwasser, auch eine Wasserprobe des Klingerbaches im chem.-analyt. Labor AGROLAB hinsichtlich Betonaggressivität untersucht. Die Ergebnisse werden 3.4 des vorliegenden Berichtes behandelt, die Protokolle des chemischen Labors sind diesem Bericht als Anlage (7) beigelegt.

2.1.3 Tastbohrungen

Wie bereits eingangs erwähnt, ergab sich im Zuge der Projektbearbeitung, dass die Bohr- und Rammsondierungen zum einen bei den gegebenen Untergrundverhältnissen nur bedingt für Aussagen zur Lage der Felsoberfläche herangezogen werden können und dass zum anderen aufgrund der schlechten Zugänglichkeit des Geländes nur in Teilbereichen Bohr- und Rammsondierungen überhaupt ausführbar sind. Letzterer Punkt trifft hier zu, obwohl für Teilbereiche der hier ausgeführten Bohrsondierungen schon Einhebearbeiten mittels Bagger erforderlich wurden und auch eine provisorische Überfahrt in Form einer Kiesanschüttung errichtet wurde.

Zudem sollten neben den eigentlichen Bebauungsbereichen der bestehenden bzw. neu geplanten Anlagen und Gebäude auch die von der Objektschutzplanung Wildbach betroffenen Geländebereiche noch genauer untersucht werden, wobei vor allem die Lage der Felsoberfläche als entscheidende Aussage festzustellen war.

Aus den genannten Gründen wurden hier weniger Bohr- und Rammsondierungen ausgeführt, als im Rahmen der Ausschreibung angedacht war. Stattdessen wurden nach Abstimmung mit dem Auftraggeber Tastbohrungen mit Schreitbaggerunterstützung zur indirekten Erkundung der Felsoberfläche ausgeführt.

Am 20.06. und 21.06.2023 wurden insgesamt 29 Tastbohrungen zur indirekten Erkundung der Felsoberfläche niedergebracht. Die Tastbohrungen wurden durch die Fa. Seiser Spezialtiefbau mittels Schreitbagger mit Bohranlauflafette und Ischebeck TITAN Mikropfählen mit Hartmetallbohrkrone ausgeführt. Verfahrensbedingt waren je nach Bohrfortschritt Bohrtiefen von 7 m bis max. 10 m möglich. Größere Bohrtiefen wären nur mit Verbleib des Bohrgestänges (Mikropfähle Ischebeck TITAN) im Untergrund möglich gewesen, da vor allem der Blockschutt und Murschutt in den Bohrkanal einfiel und dadurch das Bohrgestänge und die Bohrkrone beim Ziehen des Gestänges erheblich verklemmten.

Die Arbeiten wurden durch unser Büro gesteuert und begleitet. Die Bohransatzpunkte wurden vor Ort anhand den Geländegegebenheiten (und der Spartenlage) festgelegt und nach Lage und Höhe eingemessen. Der Bohrfortschritt wurde aufgezeichnet; für die Schrägbohrungen wurde zudem die Neigung und Richtung des Bohrgestänges eingemessen und dokumentiert.

Die Lage der Tastbohrungen kann dem Lageplan der Anlage (1.2) entnommen werden. Die Aufzeichnungen zum Bohrfortschritt inkl. der daraus abgeleiteten Untergrundschichten sind in den Profilen der Tastbohrungen in der Anlage (4) dargestellt. Die Angaben zu Richtung und Neigung sind dabei in der Form „355/73“ angegeben, was einer Richtung der Bohrung von 355° (= grob nach Norden) bei einer Neigung von 73° Grad zur Horizontalen entspricht.

Die Profile der Tastbohrungen wurden auch in die Geologischen Schnitte der Anlage (2) eingearbeitet. Zudem wurden die Arbeiten im Rahmen der Tastbohrungen auch in Form einer Fotodokumentation (Anlage (5)) dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle (2.4) sind die kennzeichnenden Daten der ausgeführten Tastbohrungen zusammengestellt.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten der ausgeführten Tastbohrungen

Aufschluss	Ansatzhöhe	Aufschluss-tiefe	Neigung	Richtung	Blockschutt	abgeleitete OK Festgestein
	m NHN	m	°	°	m (unter ASP) ¹⁾	m (unter ASP) ¹⁾
TB 1	711,73	6,80	Vertikal	--	5,00 – 6,80	n.e.
TB 2	711,60	7,00	Vertikal	--	4,20 – 5,00	n.e.
TB 3	711,93	10,00	Vertikal	--	4,00 – 4,40	8,50
TB 4	722,82	10,00	73	355	8,50 – 10,00	n.e.
TB 5	717,49	7,00	Vertikal	--	3,50 – 7,00	n.e.
TB 6	717,45	5,65	Vertikal	--	3,00 – 4,00	5,60
TB 7	717,70	2,60	57	160	n.e.	2,50
TB 8	714,66	7,05	Vertikal	--	6,40 – 6,60	n.e.
TB 9	718,19	3,00	55	189	n.e.	2,90
TB 10	718,02	7,05	75	234	3,50 – 4,50; 6,60 – 7,05	n.e.
TB 11	716,50	7,05	Vertikal	--	3,40 – 3,90	n.e.
TB 12	716,50	7,05	45	190	0,80 – 3,50	n.e.
TB 13	716,51	3,20	52	192	n.e.	2,80
TB 14	711,63	1,80	Vertikal	--	n.e.	1,70
TB 15	712,57	5,50	74	212	0,30 – 3,80	5,40
TB 16	713,6	2,20	35	154	n.e.	1,20
TB 17	712,33	7,00	80	265	n.e.	n.e.
TB 18	713,4	7,00	48	192	3,80 – 5,50	n.e.
TB 19	714,57	7,05	38	196	2,20 – 4,00	n.e.
TB 20	706,0	9,85	Vertikal	--	3,10 – 6,50	n.e.

¹⁾...ca. Bohrmeter unter Ansatzpunkt; bei schrägen Bohrungen = schräge Länge (≠ Tiefe unter Ansatzpunkt!)

Fortsetzung Tab. (2.4)

Aufschluss	Ansatzhöhe m NHN	Aufschluss-tiefe m	Neigung °	Richtung °	Blockschutt m (unter ASP) ¹⁾	abgeleitete OK Festgestein m (unter ASP) ¹⁾
TB 21	706,2	2,55	48	190	0,0 – 1,20; 2,50 – 2,55	n.e.
TB 22	705,0	9,80	75	294	0,0 – 0,80	n.e.
TB 23	706,12	6,90	Vertikal	--	3,90 – 4,20; 6,60 – 6,80	6,80 ²⁾
TB 24	709,74	6,90	Vertikal	--	3,40 – 4,10	n.e.
TB 25	712,10	6,90	83	160	3,50 – 4,40	n.e.
TB 26	715,10	6,90	87	60	3,10 – 3,90	n.e.
TB 27	718,13	6,90	Vertikal	--	n.e.	n.e.
TB 28	716,18	6,90	38	345	0,0 – 0,70; 5,90 – 6,20	n.e. ³⁾
TB 29	716,8	6,90	45	331	0,0 – 3,30	n.e. ³⁾

¹⁾...ca. Bohrmeter unter Ansatzpunkt; bei schrägen Bohrungen = schräge Länge (≠ Tiefe unter Ansatzpunkt!)

²⁾...evtl. auch nur größerer Block

³⁾...in diesem Bereich ist es vom Gelände her nicht auszuschließen, dass im unteren Teil der Tastbohrung schon Ramsau-dolomit ansteht, der stark verwittert ist und dann anhand des Bohrfortschrittes nicht eindeutig erkennbar ist

n.e. = nicht erkundet

2.1.4 Seismische Untersuchungen

Um möglichst detaillierte Aussagen zur Lage der Felsoberfläche sowie Informationen zur Schwerwellengeschwindigkeit im Untergrund im Hinblick auf die Erdbebenbewertung für den zukünftigen Startturm zu erhalten, wurden zusätzlich zu den Tastbohrungen auch noch seismische Untersuchungen ausgeführt.

Zum einen wurden am 20.07.2023 refraktionsseismische Messungen in Form der vier Profile Rod1 – Rod4 durchgeführt, auf den zugehörigen Messbericht der Fa. Geo4, Oberbrunn, in der Anlage (9.1) wird hier für Details verwiesen.

Zudem wurden Messungen zur Schwerwellengeschwindigkeit, ebenfalls in Form von seismischen Untersuchungen ausgeführt. Da die Messungen aufgrund des störenden Einflusses vorhandener Bauwerke im ersten Durchgang nicht erfolgreich waren bzw. nicht aussagekräftig ausgewertet werden konnten, mussten die Messungen entlang eines vom Bestandsgebäudes abgerückten Profiles am 03.08.2023 wiederholt werden. Wie auch dem Bericht der Fa. Geo4 in der Anlage (9.2) zu entnehmen ist, sind die Ergebnisse aufgrund der ungünstigen Gelände- und Bebauungssituation dennoch mit Vorsicht zu betrachten. Das Messergebnis ist mit hoher Wahrscheinlichkeit geprägt durch anthropogen eingebaute Steinschichtungen und Blockwerk, das sich aber in seiner Zusammensetzung nicht wesentlich von natürlich

abgelagertem Blockschutt und blockhaltigem Murschutt unterscheiden sollte. Auf die Ergebnisse der Schwerwellenmessungen wird im Abschnitt 5.9 des vorliegenden Berichtes im Rahmen der Erdbebenbewertung noch genauer eingegangen.

Die Ergebnisse zur Oberkante der Felsoberfläche sowie die Hinweise zum erwarteten Verwitterungsgrad des Festgesteines wurden in die Bodenbeschreibung im Abschnitt 3 des vorliegenden Berichtes eingearbeitet und sind in den geologischen Schnitten der Anlage (2) dargestellt. Die wesentlichen Informationen zu den vier ausgeführten refraktionsseismischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle (2.5) zusammengestellt.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten der refraktionsseismischen Profile

Profil	Profil- länge	Abgeleitet Lage der Felsoberfläche	P-Wellen- geschwindigkeit Festgestein	abgeleiteter Zustand Festgestein
	m	m u. GOK°	m/s	
Rod 1	2,55	ca. 5-7	2.300 – 2.400	leicht verwittert
Rod 2	9,80	ca. 6-8	3.300 – 3.600	relativ kompakt
Rod 3	6,90	4-6 (westlicher Teil) ²⁾ / ca. 7-8 (östl. Teil)	1.200 – 1.300	stark verwittert / gestört
Rod 4	73	ca. 7-0 ¹⁾	1.600 – 2.100	leicht bis mittel verwittert / gestört

¹⁾...bei Profilende (Profilmeter 73) Felswand an der Oberfläche anstehend

²⁾...vermutlich verfälscht durch Fundamente im Untergrund

2.1.5 Allgemeine Hinweise zur Einmessung der ausgeführten Aufschlüsse

Die Untergrundaufschlusspunkte wurden vor Ort nach Lage und Höhe mittels GNSS-Rover eingemessen, wo dies mit ausreichender Genauigkeit möglich war. Die Einmessung erfolgte im Koordinatensystem UTM33 unter Verwendung des NHN-Höhensystems (DHHN 2016). Die erreichte Genauigkeit liegt in den Bereichen ohne Satellitenabschattung hinsichtlich der Lage bei 1 – 2 cm und hinsichtlich der Höheneinmessung bei 1 bis 3 cm.

Am vorliegenden Standort war jedoch zum Teil eine erhebliche Satellitenabschattung durch Gebäude, Bäume oder die umliegenden Felswände gegeben. Im Bereich der Bestandsbebauung erfolgte die Einmessung der Aufschlusspunkte nach Höhe daher mittels terrestrischen Nivellements mit Bezug auf einen vorher festgelegten GPS-Fixpunkt sowie nach Lage mittels Maßbands und mit Bezug auf markante Gebäudeelemente.

In Teilbereichen, vor allem für die Tastbohrungen, konnte aufgrund der Geländegegebenheiten und der teils eingeschränkten Möglichkeiten eines Nivellements (Hindernisse in der Sichtlinie etc.) und vor allem auch der Ungenauigkeit einer händischen Lageeinmessung,

vorliegend nur auf eine GNSS-Einmessung mit erhöhtem Messfehler zurückgegriffen werden. Vor allem für die Tastbohrungen im Süd- und Südostbereich, am Hangfuß bzw. unterhalb des Bobparkgebäudes gelegen, beträgt die Lagegenauigkeit deshalb zum Teil nur etwa 5 – 20 cm bei einer Genauigkeit der Höheneinmessung (durch die Hanglänge bedingt) im Bereich von rd. 0,3 – 0,5 m. Die stellenweise geringere Genauigkeit der Einmessung ist in der gegenständlichen Planungsphase und vor allem, da es sich bei den Tastbohrungen ohnehin um ein indirektes Erkundungsverfahren ohne Kerngewinn handelt, aus unserer Sicht hinnehmbar und schränkt die Verwertbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse nicht ein.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche – Körnung der erkundeten Böden

An insgesamt sechs Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die ausgewerteten Sieblinien können der Anlage (6) dieses Berichtes entnommen werden. Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Böden sind in nachfolgender Tabelle (2.6) zusammengestellt.

Tab. (2.6) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden

Aufschluss/Probe (Entnahmetiefe)	Körnungsfraction			Ungleich- förmigkeit	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
	Ton + Schluff ¹⁾ %	Sand %	Kies %	---	
AUFFÜLLUNGEN / ANSCHÜTTUNG (Homogenbereich B1b)					
BS8/2 (4,20 – 5,00 m)	12,1	22,8	65,1	--	G,s,u'
MURSCHUTT (Homogenbereich B2)					
BS4/7 (4,00 – 5,00 m)	5,8	22,9	71,3	35,1	G,s,u'
BS7/3 (1,90 – 2,60 m)	8,6	22,1	69,3	92,4	G,s,u'
BLOCKSCHUTT (Homogenbereich X1)					
BS1/8 (3,30 – 3,80 m)	9,7	25,0	65,3	93,8	G,s,u'
BS5/10 (5,30 – 6,00 m)	9,0	16,1	74,9	105,2	G,s,u'
BS8/4 (5,40 – 5,90 m)	10,2	21,8	68,0	--	G,s,u'

¹⁾ Ton- und Schluffanteil (<0,063 mm) zusammengekommen

Anmerkung:

Vorliegend weisen praktisch alle Proben der Murschuttablagerungen einen geringen Schluffanteil auf. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass bedingt durch den geringen Bohrdurchmesser der Bohrsondierungen sowie die begrenzte Probenmenge der Grobkornanteil vorliegend deutlich unterschätzt und damit der Feinkornanteil für den Kornanteil < 63 mm

überschätzt wird. Das heißt, dass bei Betrachtung der gesamten Kornfraktion der Feinkornanteil vieler Proben vermutlich unter 5 % liegt, sodass diese Proben somit eigentlich zumindest zu einem beträchtlichen Teil nicht mehr als „schwach schluffig“ anzusprechend wären und damit auch in die Bodengruppe GW (und nicht GU) fallen.

Da für alle untersuchten Böden nur die Matrix (ohne Grobkornanteil) untersucht werden konnte, sind die Mur- und Blockschuttablagerungen sowie die Auffüllungen anhand ihrer Körnungslinien kaum zu unterscheiden.

2.3 Chemische Laborversuche

Aus der Schwarzdecke der Bestandsstraßen wurden vor Beginn der jeweiligen Sondierung mittels Kernbohrung Materialproben entnommen und im Hinblick auf den Bestandteil pechhaltiger Bindemittel im Sinne einer Stichprobenuntersuchung an zwei Proben im chemisch-analytischen Labor AGROLAB auf den kennzeichnenden Summenparameter PAK untersucht. Die untersuchten Proben aus der Schwarzdecke sind in der nachfolgenden Tabelle (2.7) zusammengestellt.

Tab. (2.7) Übersicht Kernbohrungen Schwarzdecke und chemische Laborversuche

Bereich	Gesamtstärke	Laborprobe	chemische Analytik
Schwarzdecke DPH 1	0,20 m	DPH1/KP2 (0,12 – 0,20 m)	PAK (EPA) + Phenolindex
Schwarzdecke DPH 2	0,21 m	--	--
Schwarzdecke DPH 4	0,19 m	--	--
Schwarzdecke BS 1	0,16 m	--	--
Schwarzdecke BS 3	0,19 m	--	--
Schwarzdecke BS 4	0,17 m	BS4/KP1 (0,00 – 0,06 m)	PAK (EPA) + Phenolindex

Die Prüfberichte des chemischen Labors sind diesem Bericht in der Anlage (7.1) beigelegt und werden im Abschnitt 5.6 diskutiert und bewertet.

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologisch-morphologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt am südöstlichen Fuß des Grünsteines in der Gemeinde Schönau am Königssee und auf rd. 700 m bis 720 m NHN.

Gemäß den vorliegenden geologischen Kartengrundlagen wird das Einzugsgebiet der hier behandelten Murgangprozesse aus triassischen Gesteinseinheiten aufgebaut, vor allem aus dem sog. Ramsaudolomit und Dachsteinkalk.

Wie dem nachfolgenden Auszug aus der geologischen Karte entnommen werden kann, ist die nördliche (linke) Flanke des Klingerbachtals, in dem die Eisarena angelegt wurde, aus Ramsaudolomit aufgebaut, die südliche (rechte) Talflanke aus Dachsteinkalk. Unterhalb der Felswände ist im Bereich der Talflanken Hang- und Blockschutt kartiert; im Talgrund, ab knapp oberhalb des Rodelstarts sind Murablagerungen eingetragen.

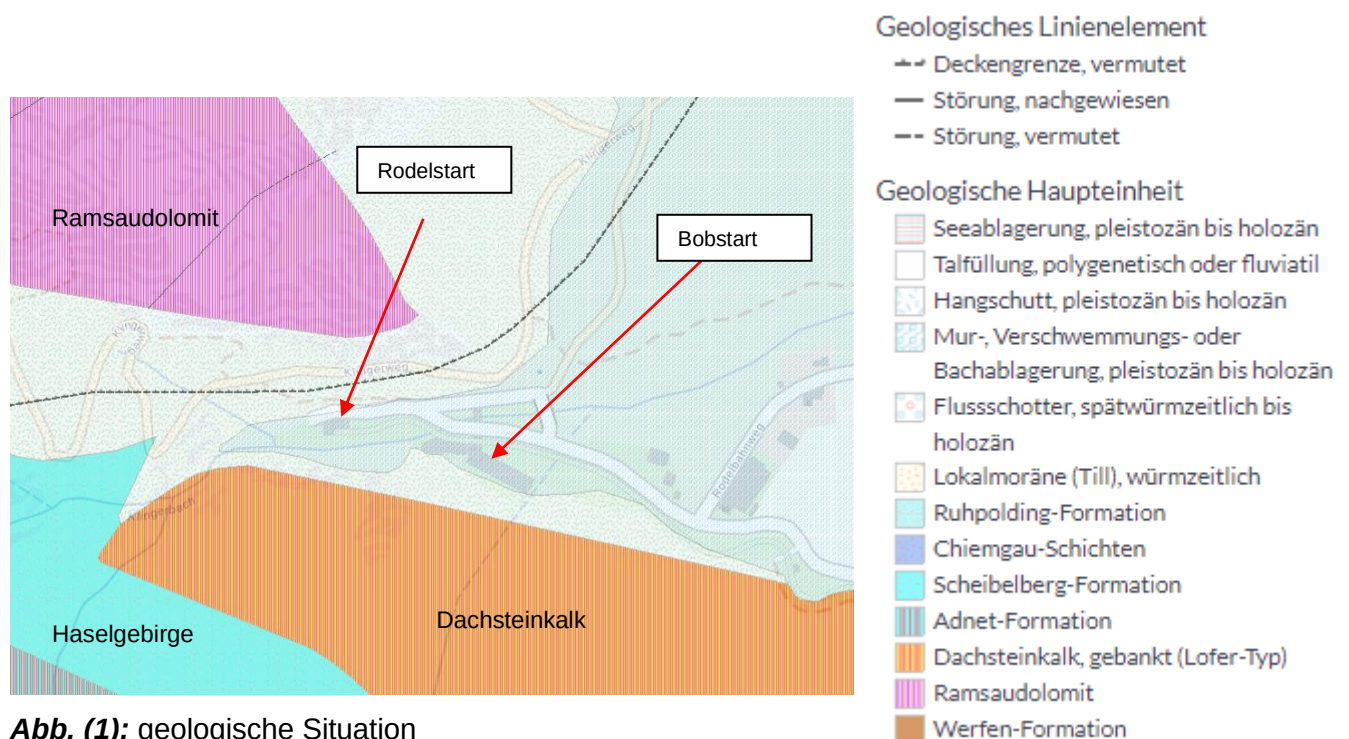


Abb. (1): geologische Situation

Der Ramsaudolomit, welcher nördlich und westlich des Untersuchungsbereiches ansteht, ist aufgrund seines meist engständigen Trennflächengefüges anfällig für kleinbrüchige Verwitterung und nicht umsonst im Bereich der Berchtesgadener Alpen als einer der wesentlichen

Schuttbildner bekannt. Im Bereich der Felsaufschlüsse nördlich des Untersuchungsgebietes scheint er deutlich massiger und weniger verwittert zu sein, als sonst häufig zu beobachten ist.

Der südlich des Klingerbaches anstehende Dachsteinkalk ist kompakt bis dickbankig ausgebildet. Sichtbare Felsoberflächen fallen steil ein und zeigen am Rand des Klingerbaches Erosionsformen, die auf frühere Beanspruchungen durch Materialtransport und Wasserführung hinweisen. Der Dachsteinkalk zerfällt aufgrund seiner Struktur und der meist dickbankigen Ausbildung in deutlich größere Blöcke als der Ramsaudolomit. Wie im Bachbett des Klingerbaches sehr schön zu erkennen ist, sind bereichsweise auch Felssturzböcke mit den Abmessungen eines PKW's bis hin fast zu Einfamilienhausgröße vorhanden.

Der Taleinschnitt des Klingerbaches ist im Bereich einer Störungszone (vermutete Deckengrenze) angelegt, sodass von einer entsprechenden tektonischen Beanspruchung der Festgesteine auszugehen ist.

3.2 Erkundete Untergrundsituation und Homogenbereiche

Im Nahbereich der Bestandsbebauung sowie im Gründungsbereich unterhalb von bestehenden Gebäuden sowie im Bereich des frostsicheren Straßenaufbaues wurden Auffüllungen in unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit erkundet. Die Auffüllungen werden vorliegend in **Auffüllungen – Bruchschotter (Homogenbereich B1a)** und **Auffüllungen – Bodengemische (Homogenbereich B1b)** unterteilt.

Bei den **Bruchschottern (HB B1a)** handelt es sich um sandige bis stark sandige und meist schwach schluffige Schotter. Abschnittsweise wurden auch schwach schluffige bis schluffige und / oder schwach steinige bis steinige Bereiche erkundet. Die Schichtstärke der Bruchschotter wurde im Bereich der Bestandsstraßen (BS1, BS3, BS4) mit 1,20 – 1,60 m bzw. im Bereich der BS1 mit bis zu 2,80 m erkundet. Bei BS1 wurden abschnittsweise innerhalb der aufgefüllten Bruchschotter wenige Schwarzdeckenreste angetroffen.

Bei den **Bodengemischen (HB B1b)** wurden schwach bis stark schluffige, sandige Kiese erkundet, die ebenfalls abschnittsweise schwach steinig bis steinig sind. Diese wurden bisher mit BS5 und BS6 mit einer Schichtstärken von 0,6 m bis 1,4 m erkundet. Im Bereich der genannten Sondierungen wurde zum Teil auch ein geringer Humusgehalt festgestellt.

Mit den Sondierungen BS2, BS7 und BS8 wurden im Bereich der Bestandsgebäude aufgefüllte Bodengemische mit 0,4 m bis 2,2 m Schichtstärke erkundet. Mit BS8 wurden zum Teil Fremdanteile in Form von Ziegelresten festgestellt.

Als oberste natürliche Bodenschicht, bedingt durch das Murgangereignis zum Teil auch bestehende Einbauten überlagernd, wurden im Bereich des Klingerbaches sowie der daran anschließenden Bereiche **Murschuttablagerungen (Homogenbereich B2)** erkundet. Bei den erkundeten Murschuttablagerungen handelt es sich um Schotter aus den lokalen Karbonatgesteinen (v.a. Ramsa dolomit), deren Matrix als sandiger und meist schwach schluffiger Kies anzusprechen ist. Der Steinanteil ist recht variabel und wird in den Profilen der Kleinbohrungen nicht ausreichend abgebildet. Aufgrund der begrenzten Probenmenge wird damit in den Korngrößenverteilungen jedoch der Grobkornanteil (Grobkies- und Stein- / Blockbereich) deutlich unterschätzt und damit der Feinkornanteil überschätzt.

Bislang wurden die Murschuttablagerungen zumeist mit rd. 2 m bis 7 m Stärke, bereichsweise auch mit Stärken von bis zu knapp 10 m, erkundet. Die größte Schichtstärke ist im Taleinschnitt bzw. im Nahbereich des derzeitigen Bachbettes des Klingerbaches, gegeben. Die Schichtstärke variiert jedoch ziemlich stark, bedingt zum einen durch die Geländegegebenheiten und auch durch die gegebene Verzahnung mit dem Blockschutt.

Aufgrund der Beobachtungen des oberflächlich anstehenden Materials sowie von Erfahrungen aus der näheren Umgebung wird der Anteil an Steinen (bis 20 cm Kantenlänge) für den Murschutt des Homogenbereiches B2 im Mittel auf 15 – 25 % abgeschätzt. Der Blockanteil bis zu einer Kantenlänge von rd. 50 cm wird auf max. 5-10 % eingeschätzt. Lokal sind Anhäufungen größerer Blockanteile bis zu 40% zu erwarten. Abschnittsweise sind ablagebedingt aber auch höhere Anteile an Grobeinlagerungen möglich, wobei damit der Übergang zu den hier als Blockschutt bezeichneten Böden markiert wird.

Unter der Bezeichnung **Blockschutt (Homogenbereich X1)** werden hier alle Bereiche des Murschutts mit hohem Stein- und Blockanteil sowie Hang- und Blockschuttmassen der Talflanken zusammengefasst. Der Homogenbereich X1 wurde vorliegend meist in den tieferen Abschnitten der Tastbohrungen erkundet, liegt nach den bisherigen Ergebnissen allerdings in Verzahnung mit dem Homogenbereich B2 vor. Auch ein fließender Übergang zu stark zerlegten / verwitterten Felsbereichen ist möglich und derzeit anhand der indirekten Erkundung mittels Tastbohrungen nicht überall eindeutig auszuschließen.

Der Homogenbereich X1 wurde vorliegend meist ab etwa 3,5 – 4,0 m unter GOK, in Einzelfällen bereits ab 1,2 m unter GOK angetroffen. Bereiche, in denen Blockschutt oberflächennah angetroffen wurde, betreffen vor allem die Talränder. Der Blockschutt wurde derzeit in Form von Zwischenlagen innerhalb der Murschuttablagerungen von wenigen 10er Zentimetern Stärke bis hin zu einer abgeleiteten Schichtstärke von rd. 3-4 m angetroffen.

Hinsichtlich der Korngrößenzusammensetzung handelt es sich bei der Matrix dieses Homogenbereiches X1 ebenfalls um sandige und teils schwach schluffig Kiese mit gebrochenen Kornformen. Neben der Matrix ist mit einem erheblichen Anteil an Grobeinlagerungen in Form von Steinen und Blöcken zu rechnen.

Der Steinanteil (bis 20 cm Kantenlänge) des Homogenbereiches X1 wird derzeit auf 20 – 60 % abgeschätzt. Der Blockanteil bis zu einer Kantenlänge von rd. 0,8 m wird insgesamt auf ca. 15-30 % eingeschätzt. Lokal sind Anhäufungen größerer Blockanteile bis zu 60% möglich. Zudem sind bereichsweise auch größere Blöcke aus Felssturzereignissen möglich, wie am Südrand des Klingerbaches sehr schön zu erkennen ist. Bei größeren Blöcken ist der Übergang zum Festgestein des Homogenbereiches X2 im Hinblick auf die Erschwernisse bei Aushubarbeiten eher fließend. Auch zwischen blockreichen Abschnitten und stark verwittertem Festgestein werden die Übergänge im Hinblick auf die Lösefestigkeit eher fließend sein.

Als unterste Bodenschicht ist vorliegend mit **Festgestein des Homogenbereiches X2** zu rechnen. Bisher wurde das Festgestein – abgesehen von natürlichen Felsaufschlüssen im Bereich der Talflanken – mit keinem Aufschluss direkt erbohrt. Vielmehr erfolgte die Ableitung der Felsoberfläche vorliegend indirekt anhand der Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen und vor allem anhand der Aufzeichnungen zum Bohrfortschritt der Tastbohrungen sowie den Ergebnissen der refraktionsseismischen Untersuchungen.

Derzeit ist davon auszugehen, dass es sich im Bereich des derzeitigen Bachbettes des Klingerbaches und südlich davon beim Festgestein um massigen Dachsteinkalk handelt, der überwiegend als kompakter bis klüftiger Fels mit hoher Härte und damit Abrasivität und meist eher geringem Verwitterungsgrad vorliegen wird. Im Bereich der nördlichen Talflanke wird der Fels voraussichtlich als deutlich stärker verwitterter, kleinbrüchig zerfallender, Ramsaudolomit angetroffen. Aufgrund der etwa mit der Talachse verlaufenden Störung (Deckengrenze) ist von einer tektonischen Beanspruchung der Gesteine im Untergrund mit entsprechend erhöhtem Zerlegungs- / Entfestigungsgrad zu rechnen, was vor allem für die Gesteine

an der nördlichen Talflanke zu erwarten ist. Anhand der P-Wellengeschwindigkeiten aus den refraktionsseismischen Untersuchungen lässt sich jedoch für das Festgestein im Bereich der Profile Rod1 und Rod2, beide ca. in Talachse und knapp nördlich bzw. knapp südlich des derzeitigen Bachverlaufes gelegen, ein eher geringer Verwitterungsgrad ableiten.

Wie den geologischen Schnitten zu entnehmen ist, wurde die Felsoberfläche mit den Tastbohrungen etwa 8,5 m unterhalb der derzeitigen Sohle des Klingerbaches abgeleitet. Nach Süden, hin zu den Oberflächenaufschlüssen, steigt die Felsoberfläche zum Teil relativ steil an und wurde demnach mit den Tastbohrungen im rechten Talrandbereich bereits in geringer Tiefe angetroffen. Nördlich des derzeitigen Bachverlaufes wurde das Festgestein nur indirekt mit der Seismik festgestellt und wird dort etwa 6-8 m unter Gelände erwartet.

Mit den Tastbohrungen südöstlich des Bobstartgebäudes wurde bis knapp 10 m unter GOK die Felsoberfläche anhand der Aufzeichnungen zum Bohrfortschritt augenscheinlich nicht erreicht. Auch aus den noch vorliegenden Aufzeichnungen von den Ankerbohrungen bei Errichtung des Steinschlagschutzzaunes geht hervor, dass keine als Fels interpretierten Untergrundbereiche angetroffen wurden. Die Ergebnisse des refraktionsseismischen Profils Rod4 geben Hinweise darauf, dass sich die Felsoberfläche hier schon in rd. 6-7 m unter GOK befindet. Anhand der hier relativ geringen P-Wellengeschwindigkeiten von 1.600 m/s bis 2.100 m/s ist aber davon auszugehen, dass das Festgestein in diesem Bereich zumindest mäßig verwittert und/ oder deutlich gestört ist und damit anhand des Bohrfortschrittes nicht vom Murschutt oder Blockschutt zu unterscheiden war.

Nördlich des bestehenden Bobparkgebäudes ist die Situation hinsichtlich der Felsoberfläche etwas unklar, da die Messungen durch die vorhandenen Gebäude bzw. deren Fundamente beeinträchtigt wurden. Anhand der Ergebnisse im östlichen Abschnitt des Profils Rod3 ist davon auszugehen, dass die (stark verwitterte bis zerlegte) Festgesteinsoberfläche etwa 7-8 m unter GOK (GOK = ca. OK Sprintstrecke) zu erwarten ist.

Hinsichtlich der Verbreitung der einzelnen Schichten wird auch auf die geologischen Schnitte der Anlage (2) und die Bohrprofile der Anlagen (3) und (4) verwiesen. Die qualitativen Eigenschaften der erkundeten Bodenarten bzw. Homogenbereiche werden im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

3.3 Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenschichten / Homogenbereiche

Tab. (3.1) Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenmaterialien

Kennzeichnende Parameter	AUFFÜLLUNGEN		MURSCHUTT
	Bruchschotter	Bodengemische	± sandige Kiese mit Beimengungen
Homogenbereich	B1a	B1b	B2
Ansprache	A (G,s-s*,u') A (G,s,u'-u,(x'-x),(h'))	A (G,s,u'-u*, (x'-x))	G,s,x'-x,u'(u) G,s,u'-u*,(x'-x),(h')
Charakteristik	grobkörnig	grobkörnig bis gemischt- körnig	grobkörnig bis ge- mischtkörnig
Zustand	mitteldicht-dicht	locker/ mitteldicht	locker - mitteldicht
Tragfähigkeit	hoch	Mittel	Mittel – hoch
Standfestigkeit	gering-mittel	Gering	Gering
Kompressibilität	gering	mittel	Mittel – gering
Wasserempfindlich- keit	gering	hoch	Gering – hoch
Frostempfindlichkeit	nicht-gering	nicht-stark	nicht-stark
Fließempfindlichkeit	F1-F2	F1-F3	F1-F3
Durchlässigkeit (k _r)	mittel	mittel -hoch	mittel -hoch
Erdbaulicher Betrieb	Eher leicht lösbar durch Grobeinlage- rungen erschwert Steinanteil vorhanden	Eher leicht, erschwert durch Grobeinlagerungen und Verzahnung mit bindi- geren Bereichen	durch Grobeinlagerun- gen stark erschwert
qualifizierter Erdbau	gut, ggf. Aussortieren von Grobeinlagerungen, je nach Einsatzzweck (z.B. Hinterfüllung an Abdichtungen)	erschwert, Zwischenlagen verschlech- tern erdbauliche Eigen- schaften; Aussortieren Grobeinlagerungen	erschwert, Zwischenlagen ver- schlechtern erdbauliche Eigenschaften; Aussortieren Grobeinla- gerungen
Eignung für:			
• Gründung	nicht relevant	eingeschränkt	Gut – bedingt
• Gründung Kanalbau	gut - bedingt	gut - bedingt	Bedingt
• Straßenunterbau ¹⁾	gut	gut - bedingt	gut
• Versickerung	bedingt (Fremdstoffe, Schicht- stärke)	bedingt (Fremdstoffe, Feinkornan- teil Schichtstärke)	gut
• Bohrbarkeit	mittelschwer	Mittelschwer, erschwert durch Grobeinlagerungen	schwer und erschwert durch Grob- einlagerungen
• Rammbarkeit	mittelschwer	mittelschwer - schwer	sehr schwer - nicht

¹⁾... unterhalb des Planums

Fortsetzung Tab. (3.1)

Kennzeichnende Parameter	BLOCKSCHUTT Matrix mit Blöcken, Schutteinschlüssen und Findlingen, zerlegtes Felsgestein, stark zerleg- tes Felsgestein	FESTGESTEIN entfestigt / verwittert / gestört	angewittert / frisch
Homogenbereich	X1	X2	X2
Ansprache	G,s,u'-u,x'-x* X,y,g'-g,s'-s G,s,x'-x,u'-u, Y, x'-x*	Z	Z
Charakteristik	grobkörnig	Karbonatgestein	Karbonatgestein
Zustand	mitteldicht (dicht)	mürb bis mäßig hart klüftig	hart klüftig bis kompakt
Tragfähigkeit	hoch	Hoch	Hoch – sehr hoch
Standfestigkeit	gering	Hoch	Hoch
Kompressibilität	gering	Gering	Sehr Gering
Wasserempfindlichkeit	gering	Mittel – gering	Nicht
Frostempfindlichkeit	nicht-gering	Stark veränderlich	veränderlich
Fließempfindlichkeit	F1-F2	Gering	nicht
Durchlässigkeit (k _r)	hoch	Mittel – hoch	Gering – hoch
Erdbaulicher Betrieb	durch Grobeinlagerun- gen stark erschwert, Sprengbetrieb bei gro- ßen Blöcken, Meißelarbeiten bei Grobeinlagerungen	Stark erschwert: Felszähne, Felslöffel, Fräsen; leistungsfähige Großge- räte	Stark erschwert: Sprengbetrieb, Felszähne, Felslöffel, Fräsen; leistungsfähige Großgeräte
qualifizierter Erdbau	sehr erschwert sortieren und brechen, je nach Einsatzzweck	Abhängig vom Abbau- verfahren	Abhängig vom Abbau- verfahren zerkleinern und brechen Steinarbeiten
Eignung für:			
• Gründung	gut	Gut	Sehr Gut
• Gründung Kanalbau	Eingeschränkt	Bedingt	Bedingt
• Straßenunterbau ¹⁾	Bedingt	Gut	Gut
• Versickerung	Gut - bedingt	Nicht	Nicht
• Bohrbarkeit	Stark erschwert bis nicht Hindernisbeseitigung, Felsbohrschnecke, Fels- schuh für Verrohrung usw.	erschwert Spezialwerkzeuge Felsbohrschnecke Felsschuh für Verroh- rung usw.	Stark erschwert bis nicht Spezialwerkzeuge Felsbohrschnecke Felsschuh für Verroh- rung usw.
• Rammbarkeit	nicht	nicht	nicht

¹⁾... unterhalb des Planums

3.4 Erkundete Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Bisher konnte nur in den zu Rammfilterpegeln ausgebauten Bohrsondierungen BS4 und BS5 Wasserspiegel konkret eingemessen werden. Die eingemessenen Wasserspiegel sind der Tabelle 2.2 des vorliegenden Berichtes zu entnehmen.

Die bisher eingemessenen Wasserspiegel liegen bei BS4 auf 714,47 m NHN bis 713,85 m NHN und damit rund 2,5 m bis 3,5 m tiefer als der (zumindest zum Zeitpunkt der Tastbohrungen sehr niedrige) Wasserspiegel des Klingerbaches. Bei BS5 wurde der Wasserspiegel bislang auf 707,75 m NHN bis 707,07 m NHN eingemessen, was einer Tiefe von ca. 1,1 – 1,8 m unter der derzeitigen Gerinnesohle des Klingerbaches entspricht.

Das deutet auf eine Exfiltration des Klingerbaches in seinen Grundwasserbegleitstrom hin, welchen der Klingerbach zweifelsohne haben wird. Im Rahmen der bisherigen ersten drei Messungen wurden kontinuierlich sinkende Wasserspiegel in den Rammfilterpegeln aufgezeichnet, die vermutlich mit der trockenen Witterung und sinkenden Bach- bzw. Grundwasserspiegeln zusammenhängen. Mit der Messung am 12.07.2023 stieg der Wasserspiegel bei BS 4 bereits wieder an, wogegen er bei BS 5 weiter gefallen war. Am 12.07.2023 war auch ein stärkerer Bachwasserabfluss zu verzeichnen, als bei den Messungen im Juni. Im Mai war der Bachwasserabfluss stärker als zu den Messzeitpunkten im Juni und Juli.

Für die vorliegenden Baumaßnahmen, v.a. im Bereich der Wildbachverbauung, wird der Klingerbach sowie auch dessen Grundwasserbegleitstrom mit Sicherheit maßgeblich werden, wobei die Grundwasserstände eng an die Niederschlagssituation und damit auch an den Bachwasserspiegel gekoppelt sein werden. Durch die Eingriffstiefe von mehreren Metern unterhalb der derzeitigen Sohle des Klingerbaches werden damit, in Abhängigkeit von der Niederschlagssituation und dem Bachwasserspiegel des Klingerbaches Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Maßnahmen zur Umverlegung des Klingerbaches erforderlich werden.

Es ist davon auszugehen, dass der Wasserspiegel des Klingerbaches im Zusammenhang mit Starkregenereignissen sehr schnell ansteigen kann und in der Folge auch ein Anstieg der Grundwasserstände bzw. des Grundwasserbegleitstromes zu erwarten ist. Das wird für die Bauzeit entsprechend zu berücksichtigen sein. Nach Starkregenereignissen ist mit den dann sinkenden Bachwasserspiegeln voraussichtlich auch ein schneller Rückgang der Grundwasserspiegel zu erwarten.

Bis zum Baubeginn empfehlen wir, die Wasserstände in den beiden Rammfilterpegeln BS4 und BS5, idealerweise zusammen mit dem Wasserstand des Klingerbaches, in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren und mit der Niederschlagssituation in Bezug zu setzen. Erst dadurch können realistische Bemessungswasserspiegel für die Bauzeit und den Endzustand festgelegt werden. Im Hinblick auf die Berücksichtigung von Extremereignissen muss derzeit von einem Wasserspiegel bis zur Geländeoberkante an der oberen Böschungsschulter des Klingerbachgerinnes + 1 m ausgegangen werden.

Es wurde eine Wasserprobe aus dem Klingerbach und eine Wasserprobe aus der BS5 hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Wässer sind als **nicht angreifend** einzustufen.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des Bauvorhabens relevanten Bodenarten wurden in den vorherigen Abschnitten beschrieben. Es erfolgte eine Zuordnung zu Homogenbereichen nach VOB/C 2019. Bezugnehmend auf die obigen Informationen werden die Klassifizierungen der Materialien entsprechend der DIN EN ISO 14688-2 nach grundbaulichen Gesichtspunkten und entsprechend der älteren DIN 18300:2015-08 nach erdbautechnischen Gesichtspunkten sowie gemäß der älteren DIN 18301:2015-08 nach bohrtechnischen Gesichtspunkten in nachfolgender Tabelle (4.1) zusammengestellt.

Tab. (4.1) Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Schicht / Material	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN EN ISO 14688-2	Bodenklasse DIN 18300: 2015-08	Bodenklasse DIN 18301
OBERBODEN (Homogenbereich O1)				
- Mutterboden mit Grobanteilen	Mu(G,s-s*,u'-u*,x',x,y'-y, h-h*)	OH (GU/GU*)	1/5-7 ¹⁾	BO1 BS1-4
AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereiche B1a&b)				
- Bruchschotter (B1a)	A(G,s-s*,u') A(G,s,u'-u,(x'-x),(h'))	[GW]/[GI]/[GU] [GU]/[GU*]	3/5 ¹⁾	BN1 BS1 BN1-2 BS1-3
- Bodengemische (B1b)	A(G,s,u'-u*,(x'-x))	[GW]/[GI]/ [GU]/[GU*]	3/4/5-6 ¹⁾	BN1-2 BS1-4
- Grobeinlagerungen	X,Y		6 ¹⁾	BS1-4
MURSCHUTT (Homogenbereich B2)				
- +- sandige Kiese	G,s,x'-x,u'(u)	GW/GI/GU	3/5 ¹⁾	BN1 BS1/3
- Kiese m: Beimengungen	G,s,u'-u*,(x'-x),(h')	GU/GU*	3/4/5 ¹⁾	BN1-2 BS1/3
- Grobeinlagerungen	X,Y		(6) ¹⁾	BS2/4
BLOCKSCHUTT (Homogenbereich X1)				
- Matrix mit Blöcken, stark zerlegtes Felsgestein	G,s,u'-u,x'-x* X,y,g'-g,s'-s	GW/GI/GU --	(3) 5-7 ¹⁾	BN1-2 BS 2-4
- Schutteinschaltungen	G,s,x'-x,u'-u, x'-x*	GW/GI/GU --	3/5 ¹⁾	BN1-2 BS 1/3
- Großblöcke	Y	--	7 ¹⁾	bis zu mehrere m³ Volumen
FESTGESTEIN (Homogenbereich X2)				
- entfestigt/verwittert/gestört	Z	KA A10-A60	6-7 ¹⁾	FV1 FD1-3
- angewittert / frisch	Z	KA A30-A61	7 ¹⁾	FV2-FV6 FD2-3

¹⁾... Bodenklasse 5 bei mehr als 30% Steine, Durchmesser > 63 mm
 Bodenklasse 5 bei bis 30% Steinanteil von > 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt
 Bodenklasse 6 bei mehr als 30% Steinanteil von > 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt
 Bodenklasse 7 bei starker Verfestigung & Blöcken von > 0,1 m³ Rauminhalt

Hinsichtlich der Bandbreite bodenmechanischer Kenngrößen zur Beschreibung der Homogenbereiche wird auf die Tabellen der Anlage (8) verwiesen.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden im Folgenden die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Bezugnahme auf uns vorliegende Sonderversuche an vergleichbaren Materialien, abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird wiederum auf die geologischen Schnitte der Anlage (2) verwiesen.

Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	ϕ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereiche B1a&b)							
- Bruchschotter (B1a)	mitteldicht- dicht	21-22	12-14	35-37,5	0	>150	$10^{-3} - 10^{-4}$
- Bodengemische (B1b)	locker/ mitteldicht	20-21	11	30-37,5	0-2	30-80	$10^{-3} - 10^{-5}$
MURSCHUTT (Homogenbereiche B2)							
- +- sandige Kiese	(locker) mitteldicht	20-21	11-12	32,5-37,5	0-2 ¹⁾	50-150	$10^{-3} - 10^{-4}$
- Kiese mit Beimen- gungen	locker - mitteldicht	20-21	11	30-32,5	0	30-80	$10^{-3} - 10^{-5}$
BLOCKSCHUTT (Homogenbereiche X1)							
- Matrix mit Blöcken	mitteldicht (dicht)	21-23	12-14	37,5-43	0-5 ¹⁾	80 - >200	$10^{-1} - 10^{-4}$
- Schutt- einschaltungen	(locker) - mitteldicht	20-21	11-12	32,5-37,5	0-2 ¹⁾	50-150	$10^{-3} - 10^{-4}$
FESTGESTEIN (Homogenbereiche X2)							
- entfestigt / verwittert	mürb bis mäßig hart klüftig	24-26	14-16	45	>50 ²⁾	>> 250	trennflächen- abhängig ($10^{-5} - 10^{-7}$)
- angewittert / frisch	hart klüftig bis kompakt	26-28	16-18	45	>100 ²⁾	>> 500	trennflächen- abhängig ($10^{-1} - 10^{-8}$)

¹⁾...bei ausgeprägt plastischen Tonen im Bereich Parkplatz und Freifläche nördlich des Bauhofes erkundet

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in obiger Tabelle angegebenen Werte nicht;

4.3 Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes

Für eine Fundamentgründung im Bereich des vorgesehenen Bauvorhabens wird nachfolgend der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes für eine Gründung im Murschutt und Blockschutt für die Bemessungssituation BS-P angegeben. Die aufnehmbaren Sohldrücke wurden auf Grundlage von Grundbruch- und Setzungsberechnungen für mittig belastete Streifenfundamente bestimmt. Ein Einfluss aus dem Grundwasserspiegel wurde dabei bis GOK berücksichtigt. Die angegebenen Tabellenwerte gelten für mittige, lotrechte Lasteintragung. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte gemäß den Maßgaben der DIN 1054 abzumindern oder sind die aufnehmbaren Sohldrücke mit Grundbruch- und Setzungsberechnungen nachzuweisen.

Die Aushubsohle ist vor Einbau eines etwaigen Bodenaustausches oder einer ggf. erforderlichen Pufferschicht nachzuverdichten.

Tab. (4.3) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente in Murschutt mit Nachverdichtung (BS-P)

Einbindetiefe m	Bemessungswert Sohldruckwiderstand [kN/m ²] für b bzw. b'				
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	3,0 m
0,5	240	340	440	550	700
≥ 1,0	350	450	550	650	700

Tab. (4.4) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente in Blockschutt mit Nachverdichtung (BS-P)

Einbindetiefe m	Bemessungswert Sohldruckwiderstand [kN/m ²] für b bzw. b'				
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	3,0 m
0,5	430	500	570	700	850
≥ 1,0	550	620	690	820	850

Werden anstelle der Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 aufnehmbare Sohldrücke σ_{zul} gewünscht, können hierfür die oben genannten Tabellenwerte mit dem Faktor ($\gamma_{R,v} / 2,0$) – d.h. beispielsweise für die Bemessungssituation BS-P durch den Faktor 1,42 – dividiert werden.

Unter den angegebenen Sohldrücken ist in Murschutt mit Setzungen in einer Größenordnung zwischen 1 cm und 2 cm zu rechnen. Im Blockschutt mit Setzungen in einer Größenordnung

von bis zu 2 cm Die Setzungen steigen mit zunehmender Fundamentgröße und zunehmendem Sohldruck an.

Grobeinlagerungen und Findlinge bzw. Felssturzblöcke im Einflussbereich der Fundamente stellen im Vergleich zur Bodenmatrix einen weniger kompressiblen Untergrund dar, so dass es auch kleinräumig zu Differenzverformungen kommen kann. Differenzsetzungen von bis zu 1,5 cm sind zu erwarten; bei ungünstigen Bedingungen sind Differenzsetzungen bis zu 2 cm möglich.

Eine Erhöhung der Bemessungswerte für gedrungene Fundamente wird wegen der größeren Empfindlichkeit gegenüber ungleichmäßigen Lagerungsverhältnissen nicht empfohlen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes für das Festgestein in Abhängigkeit vom Verwitterungszustand zusammengestellt.

Tab. (4.5) Bemessungswert Sohldruckwiderstand für Streifenfundamente im Festgestein, (BS-P)

Zustand Festgestein	Bemessungswert Sohldruckwiderstand [kN/m ²]	
	geschlossene Klüfte	offene Klüfte
entfestigt / verwittert	1.700	800
angewittert / frisch	14.000	7.000

Bei ungünstiger Stellung der Trennflächen werden ggf. felsmechanische Betrachtungen erforderlich. Werden die Tabellenwerte für angewitterten / frischen Fels über 25% ausgenutzt, so sind genauere Untersuchungen erforderlich.

Um die Bemessungswerte für Gründungen im Fels ausnutzen zu können, muss der gesamte Fundamentkörper flächig im Festgestein gegründet werden. Ggf. ist dazu Beton zum Höhenausgleich einzubauen.

Im aktuellen Planungsstadium empfehlen wir, die Bemessungswerte für Gründungselemente im Fels auf maximal 1 MN/m² zu begrenzen.

4.4 Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung

Zur statischen Dimensionierung von plattenartig gegründeten Bauwerken wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann.

Die Lasten aus Platten, Wänden und Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund auf variable Breite in den Boden eingetragen. Aufgrund des Zusammenwirkens zwischen Bodenplatte und Untergrund hängt der tatsächlich wirksame Bettungsmodul von der jeweiligen Breite der Lasteintragung, der Lastgröße und der Steifigkeit des Fundamentkörpers ab.

Um eine realistische Dimensionierung der Gründungsplatte zu gewährleisten, ist es deshalb sinnvoll im Bereich von Punkt-/Streifen- und Flächenlasten unterschiedliche Bettungsmodule anzusetzen. Für die Gründung in den nachverdichteten und ggf. mit Bodenaustausch vergleichmäßigten Böden des Blockschutt im Bereich des Bobstarts können nach Nachverdichtung der Baugrubensohle die nachfolgend genannten Bettungsmodule zu Grunde gelegt werden.

Tab. (4.6) Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung auf Bodenaustausch bis zum Blockschutt

Bereich / Art der Belastung	charakteristischer Bettungsmodul $k_{s, k}$ MN/m ³
Flächenlast	
$a/b \leq 3$; σ ca. 400 – 600 kN/m ²	20-25
Streifen- bzw. Punktlast	
$b \leq 0,5$ m; σ ca. 600 - 800 kN/m ²	25-30

Von Seiten des Tragwerksplaners werden gedrungene Fundamente mit größerer Seitenlänge (z.B. 3 m) als elastisch gebettete Kleinplatten aufgefasst. Ob es sich um eine elastische Platte oder eine starre Fundamentplatte handelt, hängt maßgeblich von der Konstruktionsart und Steifigkeit des Fundamentkörpers ab, untergeordnet von der Bodenreaktion.

Entgegen der üblichen Herangehensweise wurden daher für kleine Platten mit 3 m Kantenlänge Bettungsmodule abgeschätzt.

Da die Einflusstiefe bei kleineren Lastflächen geringer ist und entsprechend bei gleichem Sohldruck geringere Setzungen im gleichen Untergrund entstehen, ergeben sich auch höhere Bettungsmodule.

Für die Gründung in den nachverdichteten und ggf. mit Bodenaustausch vergleichmäßigten Böden des **Blockschutt** im Bereich des Bobstarts können nach Nachverdichtung der Baugrubensohle für charakteristische Sohldrücke von 500-600 kN/m² und einer Breite von 3 m, bei einem Seitenverhältnis von $a/b = 1$ ein Bettungsmodul von **$k_s = 40-45 \text{ MN/m}^3$** möglich.

Selbst für einen Bodenaustausch im **Murschutt** kann bei Berücksichtigung der entsprechenden aufnehmbaren Sohldrücke der Tabelle (4.3) ein Bettungsmodul von **$k_s = 30 \text{ MN/m}^3$** angesetzt werden.

Auch hier handelt es sich um erste Bemessungsansätze, die ggf. nach Beurteilung der Sohldrücke und Interaktion Bauwerk-Baugrund angepasst werden können.

Erste Abstimmungen zum 10.08.2023 haben ergeben, dass für den Startturm in den Randstreifen mit höheren Sohldrücken und geringeren Sohldrücken im Zentrum ein Bettungsmodul von **$k_s = 40 \text{ MN/m}^3$** für die Randbereiche ansetzbar ist.

4.5 Bemessungswerte für Kleinverpresspfähle / verpresste Mikropfähle

Zur statischen Dimensionierung von Pfählen mit kleinem Durchmesser (verpresste Mikropfähle) wird auf Grundlage der Erkundungsergebnisse die charakteristische Mantelreibung $q_{s\ 1,k}$ gemäß DIN 1054 in nachfolgender Tabelle (4.7) für die einzelnen Bodenschichten festgelegt. Exemplarisch ist für einen Mikropfahl mit einem Durchmesser von 15 cm der charakteristische Pfahlwiderstand $R_{1,k}$ je Laufmeter Pfahl in den einzelnen Bodenschichten angegeben.

Selbstbohrinjektionspfähle, wie z.B. ISCHEBECK Titan, sind bemessungstechnisch als Rohrverpresspfähle nach EA-P zu bewerten. Für eine Bemessung mit den nachfolgenden Tabellenwerten dürfen die Angaben zur Mantelreibung um 20% erhöht werden. Bei der Dimensionierung von Rohrverpresspfählen nach dem System ISCHEBECK Titan gilt als Verpresskörperdurchmesser $D = d + 20\text{ mm}$ (d = Durchmesser der Bohrkrone).

Tab. (4.7) Charakteristische Mantelreibung von Mikropfählen $d < 0,3\text{ m}$

Schicht / Material	charakteristische Mantelreibung	charakteristischer Pfahlwiderstand je lfm Pfahl ($\varnothing 15\text{ cm}$)
	$q_{s\ 1,k}$ [kN/m ²]	$R_{1,k}$ [kN/m]
AUFFÜLLUNGEN (HB B1)	100	47
MURSCHUTT (HB B2)	150	70
BLOCKSCHUTT (HB X1)	300	140
FESTGESTEIN (HB X2)	600 – 1.000	280 - 450

4.6 Charakteristische Bemessungswerte für Pfähle

In nachfolgender Tabelle (4.8) werden die charakteristischen Bemessungswerte für Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von $D > 30$ cm für die relevanten Untergrundschichten zusammengestellt. Die Bemessungswerte wurden unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse und der vorliegenden Laboruntersuchungen unter Verwendung der DIN 1054 und den Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EAB) erarbeitet. Die Werte gelten für verrohrt hergestellte Bohrpfähle unter statischer Belastung.

Tab. (4.8) Charakteristische Bemessungswerte für Großbohrpfähle $D > 30$ cm

Schicht/ Material	charakteristische Mantelreibung $q_{s1,k}$ [kN/m ²]	charakteristischer Spitzenwiderstand $q_{b1,k}$ [MN/m ²] bei s/D von		
		0,02	0,03	0,1
AUFFÜLLUNGEN				
- Bruchschotter und	80	0	0	0
- Bodengemische				
MURSCHUTT				
- sandige Kiese, teils mit Beimengungen	120	1,2	1,6	3,5
BLOCKSCHUTT				
- Matrix mit Blöcken und Schutteinschlüssen	200	2,3	3,0	5,0
FESTGESTEIN				
- entfestigt bis verwittert;	500-600		5,0-7,0 ¹⁾	
FESTGESTEIN				
- angewittert bis frisch	800-1000		$\geq 10,0$ ¹⁾	

¹⁾...Spitzenwiderstand im Fels weitgehend unabhängig von Pfahlsetzung; auf Nachweis im GZ2 darf verzichtet werden; Der Ansatz von Mantelreibung aus den oberflächennahen Schichten einschließlich des Murschutt ist für Tragfähigkeitsnachweise nicht gerechtfertigt.

Bei der Anwendung der Tabellenwerte ist darauf zu achten, dass bei Gründung der Pfähle in den Schichten des Blockschuttes und darüber eine Pfahlgruppenwirkung maßgebend werden kann und das Setzungsverhalten der Pfahlgruppe zu untersuchen ist.

Die Tabellenwerte sind bei engstehenden Pfählen mit Achsabständen von $a < 3 \times D$ (D = Pfahlfußdurchmesser) abzumindern.

Die Mindestlänge der Pfähle beträgt 5 m nach gültiger Normung. Die Mindesteinbindetiefe in die tragfähigen Lockergesteine (ab UK Auffüllungen) beträgt 2,5 m. Die Mindesteinbindetiefe in den angewitterten bis frischen Fels ist mit 0,5 m anzugeben.

Da zum Zustand des Festgesteins noch keine Erkenntnisse vorliegen, empfehlen wir eine Einbindetiefe von 3,0 m ab abgeleiteter Felsoberkante anzusetzen.

4.7 Horizontale Bettung für Bohrpfähle

Die horizontalen Kräfte aus der horizontalen Pfahlbettung dürfen den passiven Erddruckwiderstand nicht überschreiten. Wir empfehlen, die horizontale Bettung auf 50% des charakteristischen Erddruckwiderstandes zu begrenzen.

Der allgemeingültige Zusammenhang zwischen Pfahlbettung und Bohrpfahldurchmesser für Schaftdurchmesser von $D > 0,3$ m kann auch vorliegend verwendet werden:

$$k_{s,h} = E_s / D \quad ((D: \text{Pfahldurchmesser}))$$

Die nachfolgenden Tabellen können die ansetzbaren Steifemodule und Bettungsmodule in den unterschiedlichen Schichten für einen Bohrpfahldurchmesser von $D = 0,9$ m entnommen werden. Die Prüfung hinsichtlich Einhaltung des zulässigen passiven Erddruckes ist noch vorzunehmen.

Der Bettungsmodul ist von 0 m Tiefe mit $k_{s,h} = 0$ MN/m³ bis 3 m Tiefe linear steigend anzusetzen. Der nachfolgenden Tabelle können die Maximalwerte der jeweiligen Schicht entnommen werden:

Tab. (4.5) horizontaler Bettungsmodul $D = 90$ cm

Schicht/ Material	mittlerer Steifemodule [MN/m²]	Horizontale Bettung $k_{s,h}$ [MN/m³]
AUFFÜLLUNGEN		
- Bruchschotter und	40	45
- Bodengemische		
MURSCHUTT		
- sandige Kiese, teils mit Beimengungen	60	65
BLOCKSCHUTT		
- Matrix mit Blöcken und Schutteinschaltungen	120	130

Im Festgestein ist der Pfahl als quasi starr eingebunden zu betrachten. Der Ansatz eines horizontalen Bettungsmodulmoduls ist dann auf einen fiktiven hohen Wert zu setzen, soweit dies programmtechnisch erforderlich wird.

5 HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Erdbau

5.1.1 Allgemeines

Bezüglich der beim Aushub anfallenden Bodenklassen und Homogenbereiche wird auf die Abschnitte 3.2 – 3.3 und 4.1 des vorliegenden Berichtes verwiesen.

In den oberflächennahen Bereichen (meist wenige Meter) fallen bei Baumaßnahmen im untersuchten Bereich Murschuttablagerungen des Homogenbereiches B2 mit überwiegend grobkörniger Zusammensetzung und voraussichtlich sehr variablem Steinanteil an. Diese sind an sich in der Regel für leistungsfähige Hydraulikbagger leicht lösbar und fallen in die Bodenklasse 3 nach DIN 18 300:2012-09. Grobeinlagerungen sind vorhanden, sodass entsprechend Erschwernisse maßgebend werden (Bodenklassen 5 sowie untergeordnet auch Bodenklasse 6 nach DIN 18300).

Im Bereich der Bestandsbebauung ist mit Auffüllungen der Homogenbereiche B1a und B1b zu rechnen. Diese fallen zum überwiegenden Anteil in die Bodenklasse 3 (leicht lösbar), Grobeinlagerungen sind jedoch möglich und bei anthropogenen Auffüllungen nicht gänzlich auszuschließen. Je nach Anteil und Größe der Grobeinlagerungen können dann auch höhere Bodenklassen maßgebend werden.

In den tieferen Aushubbereichen, was hier vor allem für den Maßnahmenbereich Murschutz / Objektschutz Wildbach zutrifft, sowie zudem im Bereich der Talflanken fallen bei Aushubarbeiten Hang- und Blockschuttmassen sowie teilweise auch blockhaltige Murschuttablagerungen an, die allesamt dem Homogenbereich X1 zuzurechnen sind.

Derartige Blockschuttablagerungen befinden sich auch unmittelbar südlich des Bobstarkgebäudes und wurden mit einem sehr hohen Block- und Steinanteil hier abgelagert.

Wie auch der Tabelle (4.1) entnommen werden kann, ist für diesen Homogenbereich höchstens in Teilbereichen mit leichter Lösbarkeit zu rechnen. Zum überwiegenden Anteil werden die Böden des Homogenbereiches X1 der Bodenklasse 5-6 sowie bei größeren Anteilen der Grobeinlagerungen bzw. größeren Abmessungen von Blöcken auch der Bodenklasse 7 nach DIN 18 300:2012-09 zuzuordnen sein. Grobeinlagerungen sind von Stein- bis Blockgröße, bereichsweise auch in Form von Großblöcken (Felssturzböcken) zu erwarten, was zu ent-

sprechenden Erschwernissen bei Erdarbeiten führen wird. Meißelarbeiten und bereichsweise auch Sprengung von Großblöcken werden voraussichtlich erforderlich. Für weitere Hinweise ist auch die Tabelle (3.1) zu beachten.

Als tiefste Untergrundsicht ist der Fels zu erwarten, der von verwittertem / entfestigtem Zustand (Ramsaudolomit, störungsnähere Bereiche, etc.) bis hin zu kompaktem, hartem Kalkstein (Dachsteinkalk, sh. Felsaufschlüsse am Fuß der südlichen Talflanke) vorliegen kann. Je nach Verwitterungs- / Störungsgrad sowie Trennflächengefüge werden hier die Bodenklassen 6 und 7 nach DIN 18 300:2012-09 maßgebend (siehe Tab. (4.1)). Leistungsfähige Großgeräte mit Felslöffeln / Felsreißzähnen bis hin zu Fräsen und Sprengbetrieb sind für Aushubarbeiten im Felsbereich zu erwarten. Hier wird auch nochmals auf die bereits o.g. Tabelle (3.1) verwiesen.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wird ein Felsaushub nur für den Objektschutz Wildbach im Rahmen der Errichtung des vorgesehenen Auffangbeckens sowie der Gründung der Absperrbauwerke erforderlich werden.

5.1.2 Baugruben und mögliche Böschungsneigungen, Baugrubenverbau

Bei der Herstellung von Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten. Abweichend von den darin enthaltenen Angaben zur Böschungsneigung für nicht-bindige Böden können bauzeitliche Böschungen aufgrund der hohen Scherfestigkeit des Materials bei dichter Lagerung auch mit mehr als 45° standsicher sein. Wir empfehlen jedoch beim derzeitigen Kenntnisstand, die Neigung bauzeitlicher Böschungen im Zuge der Planung soweit möglich auf 45° zu begrenzen. In Teilbereichen können je nach genauem Zustand der Böden im Zuge der Aushubarbeiten ggf. auch steilere Böschungen mit bis zu 55° realisierbar sein. Werden die Böschungsneigungen entsprechend versteilt, so wird eine Oberflächensicherung mit Spritzbeton, insbesondere bei größeren Steinen und Blöcken in der Baugrubenwand zur Sicherung vor abrutschenden Grobeinlagerungen erforderlich. Einzelbetrachtungen werden hierfür erforderlich.

Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m oder Situierung von Lasten im Böschungsbereich, sowie bei Geländeneigungen von > 1:10 oberhalb der Baugrubenböschung, sind nach DIN 4124 rechnerische Standsicherheitsnachweise erforderlich.

Baugruben mit einer Tiefe von bis zu 1,25 m unter GOK können kurzzeitig mit nahezu senkrechten Wänden hergestellt werden. Das sollte in den Murschottern bei $\geq$ mitteldichter Lagerung umsetzbar sein. Durch Grobeinlagerung ist die Maßhaltigkeit von Baugruben verschlechtert. Mehraushub wird dann erforderlich. Bauzeitliche Böschungen mit einer Neigung von größer 45° sind auf Erosion und Veränderungen durch Witterungseinflüsse regelmäßig zu kontrollieren. Ggf. sind Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Wir empfehlen bei den vorliegenden Böden, Baugruben geböscht herzustellen, sofern dies die Platzverhältnisse zulassen. Falls die Platzverhältnisse eingeschränkt sind und Baugrubenverbauten erforderlich werden, so wird aufgrund der schweren bis nicht gegebenen Rammbarkeit der Böden nur eine Spritzbetonvernagelung mit Mikropfählen als Nägel möglich sein. Spritzbetonvernagelungen können voraussichtlich mit Böschungsneigungen zwischen 70° und 80° hergestellt werden. Die Spritzbetonvernagelung ist statisch zu dimensionieren und im Detail zu planen.

Im Wassereinflussbereich wird die genannte Baugrubensicherung mittels Spritzbetonvernagelung nicht mehr umsetzbar sein. Für tiefere Baugrubensicherungen, die in den Grund- / Bachwassereinflussbereich eintauchen, bleibt praktisch nur der Einbau einer Bohrpfehlwand als Baugrubenverbau. Dieser setzt allerdings voraus, dass das Gelände im Bereich des erforderlichen Verbaus mit einem entsprechendem Bohrgerät befahrbar ist. Sobald weitere Planungsdetails vorliegen, werden Einzelfallbetrachtungen empfohlen.

Müssen Verbauelemente aus hydraulischen Gründen bauzeitlich gering wasserdurchlässig sein und nach der Bauzeit wieder rückgebaut werden, so sind Spundwände, mehrfach rückverankert möglich, wenn ein vollständiger Austausch durch Großbohrungen vorlaufend erfolgt (Beseitigung Rammhindernisse).

5.1.3 Wiederverwendbarkeit Aushubmaterial

Anfallende Aushubmassen der Homogenbereiche B2, X1 und X2 sind für eine Wiederverwendung im qualifizierten Erbau prinzipiell gut geeignet, wobei je nach Anteil an Grobeinlagerungen bzw. Zustand des Felsausbruchmaterials (abhängig vom Abbauverfahren!) Zusatzmaßnahmen zur Aufbereitung des Materials erforderlich werden. Grobeinlagerungen sind je nach Einsatzzweck und Anforderung an die Körnung des Materials auszusortieren oder vor dem Wiedereinbau z.B. mittels mobiler Brecheranlage auf den benötigten Korngrößenbereich zu verkleinern. Das zulässige Größtkorn ist beim qualifizierten Einbau abhängig von der Art des Verdichtungsgerätes und der zulässigen Schüttlagenstärke. Steine und Blö-

cke mit Kantenlängen von >200 mm führen im Regelfall zu Schwierigkeiten bei der Verdichtung, zu Hohllagen und unzureichenden Verdichtungsergebnissen. Schüttlagenstärke von >40 cm sind erfahrungsgemäß nicht ausreichend verdichtbar.

Die vorhandene Matrix der Homogenbereiche B2 und X1 ist – abgesehen von den Grobeinlagerungen – als sehr gut verdichtbar einzustufen.

Für die erkundeten Auffüllungen können neben Grobeinlagerungen auch Fremdanteile den Wiedereinbau erschweren. Grobanteile sind je nach Einsatzzweck auszusortieren. Bereichsweise wurden in den Auffüllungen Asphaltbruchstücke und Ziegelreste festgestellt. Wir empfehlen daher, Aushub aus dem Bereich der Auffüllungen beim Vorhandensein von organoleptischen Auffälligkeiten (Fremdanteile, Farbe, Geruch, etc.) zu separieren und für eine Beprobung in Form von Haufwerken zwischenzulagern. Der Wiedereinbau bzw. eine etwaig erforderlich werdende Entsorgung sind erst nach erfolgter Haufwerksbeprobung und Deklarationsanalytik möglich.

5.2 Wasserhaltung

Wie bereits im Kapitel 3.4 des vorliegenden Berichtes angesprochen wurde, sind die erforderlich werdenden Wasserhaltungsmaßnahmen vor allem vom vorherrschenden Bachwasserspiegel des Klingerbaches abhängig. Dieser kann bedingt durch Starkregen auch schnellen Veränderungen unterliegen.

Wir empfehlen, die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen im Zuge der weiteren Planung in Abhängigkeit von der Lage der betroffenen Baubereiche und bei Vorliegen weiterer Planungsdetails noch genauer zu definieren. Selbstredend können hier aufgrund der Verschiedenheit der Eingriffsbereiche innerhalb des untersuchten Projektgebietes zum derzeitigen Bearbeitungsstand keine allumfassenden Aussagen zur Wasserhaltung getroffen werden. Während z.B. im Bereich der Bestandsbebauung am Hangfuß (Bobparkgebäude) vor allem Schichtwasser anfallen wird, das stark abhängig von der Niederschlagssituation sowie dem Vorhandensein von geringer durchlässigen (stauenden) Schichten ist, stellt die Maßnahme der Objektschutzplanung „Wildbach“ einen wesentlichen Eingriff in den Klingerbach sowie dessen Grundwasserbegleitstrom dar. Demzufolge werden hier voraussichtlich auch andere Maßnahmen im Zusammenhang mit der Grundwasserhaltung (und die bauzeitliche Bachumverlegung) erforderlich werden.

Für die Maßnahme im Objektschutzbereich Wildbach liegen die bislang in BS4 festgestellten Grundwasserspiegel im Bereich des obersten geplanten Querbauwerkes etwa 0,3 – 1,0 m über der Aushubsohle (siehe Schnitt 5; UK Aushubsohle Einlaufbauwerk auf ca. 713,55 m NHN). Im Bereich des Absperrbauwerkes (Schnitt 10) liegen die bislang in der BS5 aufgezeichneten Grundwasserspiegel etwa 1,2 – 1,5 m über der geplanten Beckensohle und dementsprechend rd. 5,2 m bis 5,5 m über der Gründungssohle der Bodenplatte (UK Bpl. Geschiebedosiersperre lt. Planung auf 702,2 m NHN).

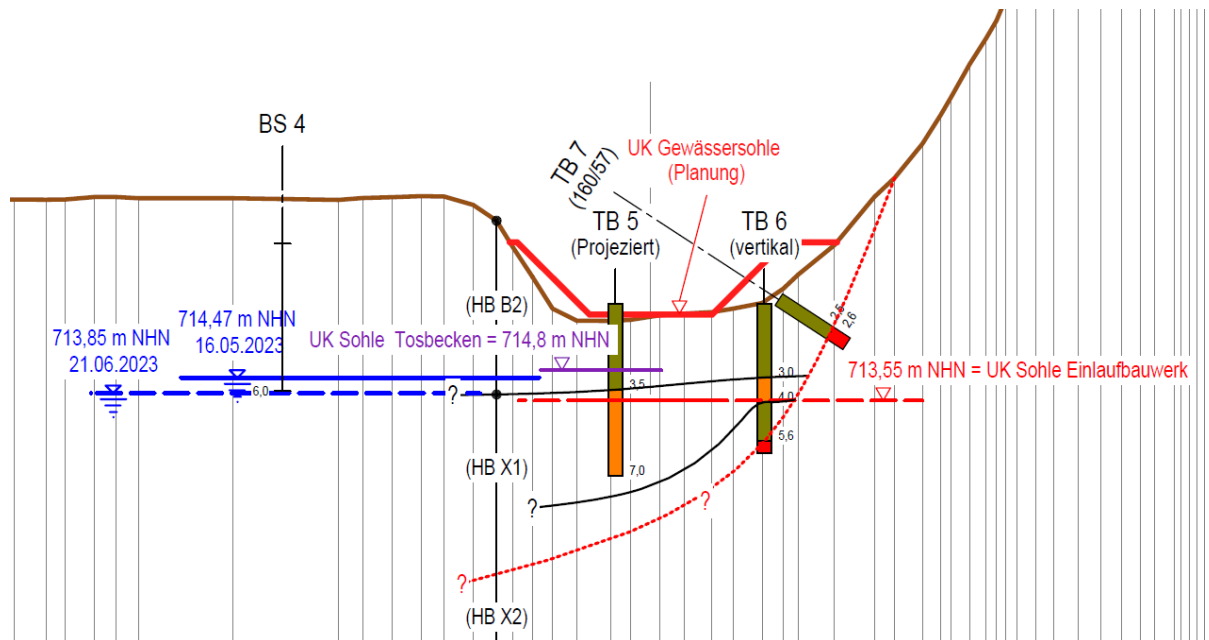


Abb. (1): Schnitt 5: Absperrbauwerk

Schnitt 10 (M 1 : 250)

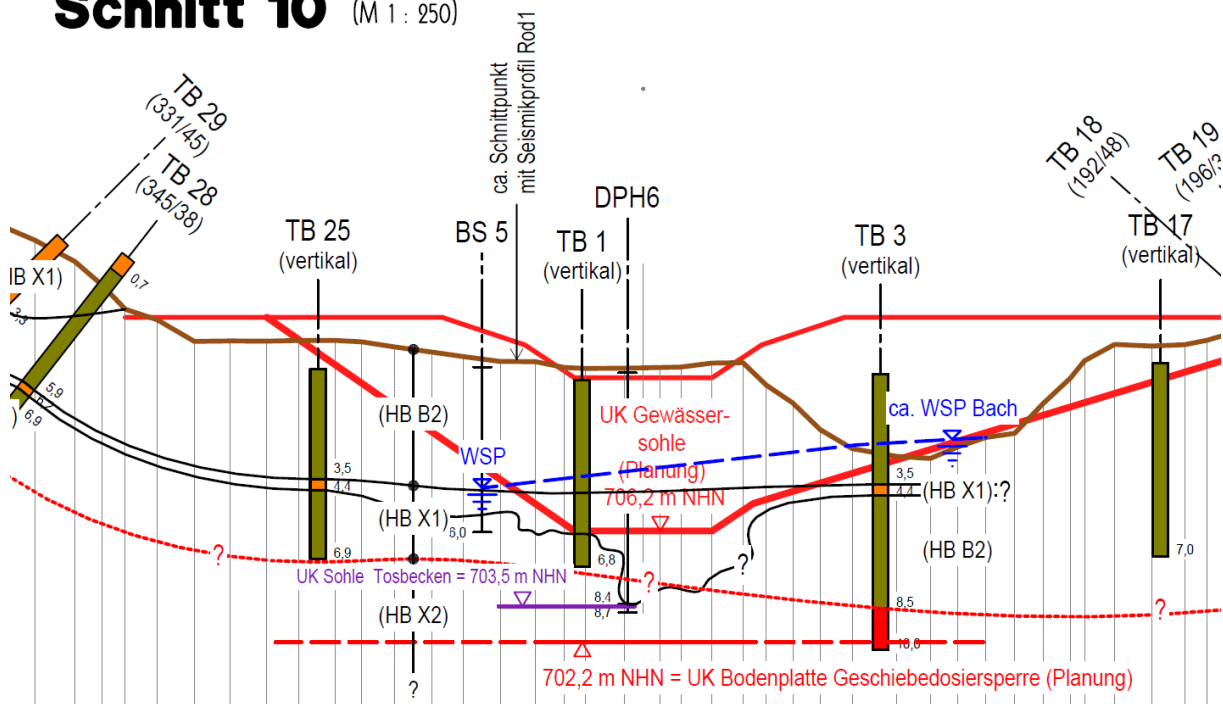


Abb. (2): Schnitt 10: Geschiebedosiersperre

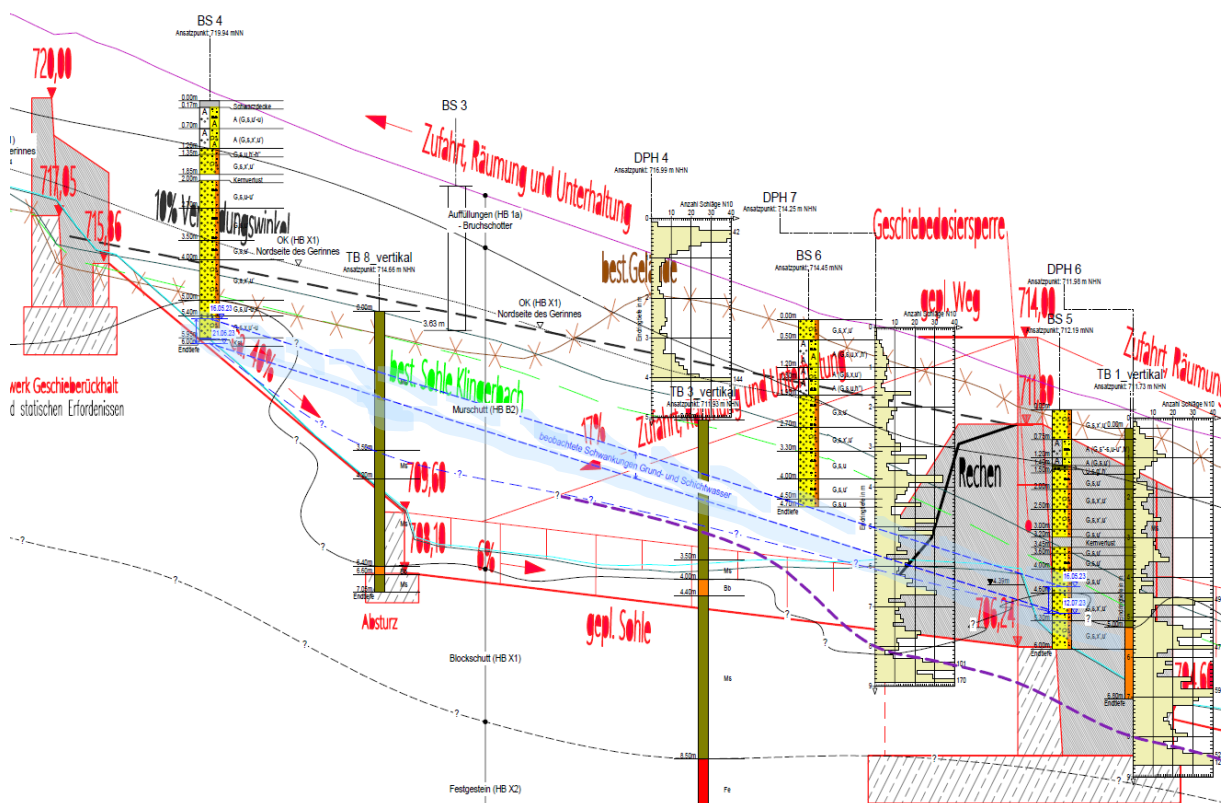


Abb. (3): Schnitt A-A': Längsschnitt mit erkundeten Grundwasserspiegeln

Für das geplante Rückhaltebecken und vor allem die Geschiebedosiersperre werden somit voraussichtlich umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, deren Umfang stark von der Niederschlagssituation abhängen wird. Da auch in Trockenwetterphasen zumindest ein gewisser Niedrigwasserabfluss auf der Felsoberfläche vorhanden sein wird, ist selbst bei den niedrigsten Grundwasserständen noch mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen.

Allgemein ist festzuhalten, dass bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen nur eine offene Wasserhaltung zielführend ist, die z.B. über tiefer geführte Schachtbrunnen erfolgen kann. Brunnenbohrungen können nur als Großbohrungen mit Durchmessern von $>1,5$ m unter Verwendung von Greifern und Fallmeißel ausgeführt werden und enden dann auf der Felsoberfläche bzw. knapp darüber, da mit Greifern die Entnahme von Restmaterial auf der Felsoberfläche nur schwer möglich ist.

Aufgrund der überwiegend hohen bis sehr hohen Untergrunddurchlässigkeit sind die Mur- und Blockschuttablagerungen im Allgemeinen gut für Wasserhaltungszwecke geeignet.

Um Restwasser auf der Felsoberfläche zu fassen, ist die Baugrube so zu vergrößern, dass Fangedämme errichtet werden können, hinter denen das anströmende Grundwasser auf der Felsoberfläche gefasst werden kann, oder es sind entsprechende Fassungsgräben im Fels herzustellen.

Derzeit ist die Angabe der anfallenden Wassermengen aufgrund des frühen Planungsstadiums noch sehr schwierig. Gemäß der bisherigen Daten liegt das Gefälle des Grundwasserbegleitstroms in einer Größenordnung von ca. 16 %. Unter Annahme einer maßgeblichen mittleren Durchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-3}$ m/s und Annahme einer wirksamen Breite von ca. 40 m bei einer Anströmhöhe von 6 m strömen der Geschiebedosiersperre Wassermengen zwischen 50 und 200 l/s zu.

5.3 Hydrogeologische Auswirkungen der Geschiebedosiersperre

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die Geschiebedosiersperre zumindest im westlichen Teil der Bodenplattenaufstandsfläche auf deren gesamter Breite in das Festgestein einbindet und damit den Begleitstrom in seinem nutzbaren Abflussbereich einschränkt. Dadurch kommt es zu einem Aufstau des Begleitstromes und entsprechenden hydrogeologischen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse.

Die genauen Auswirkungen sind derzeit, aufgrund des frühen Planungsstadiums, noch nicht genau quantifizierbar. Dennoch ist absehbar, dass Einrichtungen zu schaffen sind, um die hydrogeologischen Auswirkungen zu begrenzen.

Üblicherweise wird hierzu auf Düker zurückgegriffen, die Bereiche mit höherer Durchlässigkeit darstellen, die technisch hergestellt werden, um den Grundwasseraufstau zu begrenzen. Vorliegend ist zu empfehlen, dass ein derartiger Düker mit einem Bauwerk ausgestattet wird, das eine Steuerung der abgeführten Wassermengen zulässt. Ein kombinierter Düker aus Sickerpackung und Dränageleitungen könnte das aufgestaute Wasser im Bereich des Rückhalterumes fassen und nach Durchfließen des Steuerbauwerkes ist das Wasser entsprechend wieder über Sickerpackung und Dränageleitungen zu verteilen. Im Bereich des Steuerbauwerkes muss die Sickerpackung unterbrochen sein.

Ferner ist der Wasserspiegel oberstromig und unterstromig der Geschiebedosiersperre zu überwachen, sodass eine entsprechende Steuerung der Wassermengen im Düker zielgerichtet erfolgen kann.

Genauere Planungen sind hierzu erforderlich.

5.4 Auftriebssicherheit und Bauwerkstrockenhaltung

Wie auch im Abschnitt 3.4 schon angesprochen, ist der Grundwasserstand für Gründungs- und Abdichtungszwecke im Hinblick auf die Berücksichtigung von Extremereignissen auf Geländeoberkante (Geländeoberkante an der oberen Böschungsschulter des Klingerbachgerinnes + 1,5 m; mit Sicherheitszuschlag) anzusetzen.

Ein niedrigerer Bemessungswasserstand kann sich für die maßgebenden Bemessungsereignisse aus der Wildbachverbauung ergeben und ist dann gegebenenfalls anzupassen.

Für das Bobstartgebäude, das auf der Südseite eingeschüttet wird, sind Schichtwasserzutritte hinsichtlich Bauwerkstrockenhaltung maßgeblich. Hier wird der Einbau einer wartbaren, revisionsfähigen Bauwerksdränage nach DIN 4095 empfohlen, die auch im Hochwasserfall dazu in der Lage sein muss, dass Dränagewasser sicher und drucklos abzuführen.

Für die Abdichtung der Neubauten am Bobstartgebäude empfehlen wir eine Ausführung in WU-Betonbauweise.

In diesem Fall reicht für eine Abdichtung nach DIN 18533 der Ansatz der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E aus. Zur Festlegung der Abdichtungsbauart nach DIN 18533 sind noch die Rissüberbrückungsklasse und die Raumnutzungsklasse festzulegen.

5.5 Gründungsempfehlung

5.5.1 Bobstartgebäude

Zum derzeitigen Stand empfehlen wir für die Gründung des neuen, mehrgeschossigen Startgebäudes wegen der hohen Lasten und hohen Anforderungen an die Differenzsetzungen zum Gebäudebestand eine Gründung über einen Bodenaustausch bis zum Blockschutt.

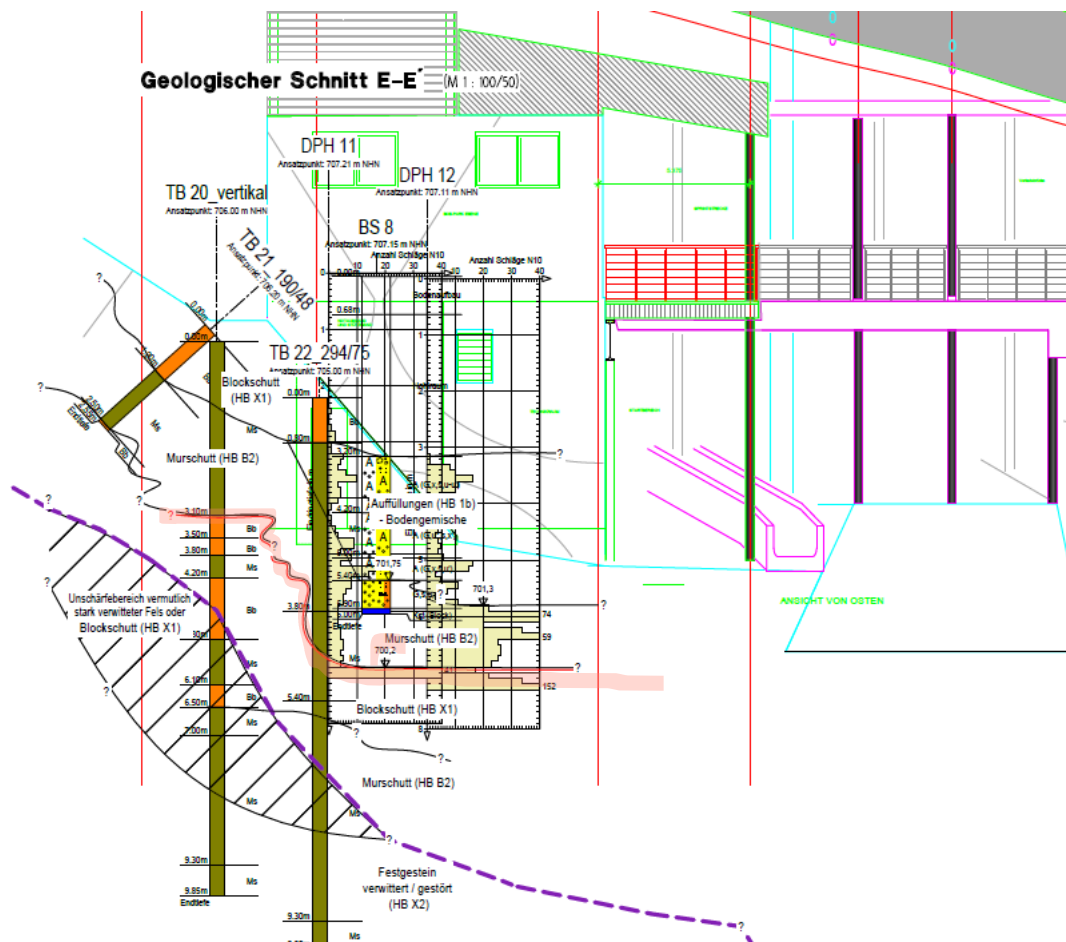


Abb. (4): Schnitt E-E': Querschnitt Ostseite des Bobpark

Die Oberkante des Blockschuttes wird nach dem Stand der Erkundungen im östlichen Teil des Gebäudes auf rund 700,2 m NHN erwartet und steigt nach Westen hin auf ca. 701,3 m NHN an. Dies entspricht in etwa 1,4 – 2,5 m unter der Oberkante der im Schnitt E-E' dargestellten Bodenplatte im Bereich des Technikraumes

Zur Ausführung des Bodenaustausches ist eine entsprechend tiefe Baugrube erforderlich und das Bestandsgebäude ist zu sichern, wofür derzeit eine indirekte Unterfangung als Na-

gelwand empfohlen wird. Auch für die Baugrubenherstellung wird eine Vernagelung empfohlen.

Als alternative Gründung sehen wir eine Mikropfahlgründung mittels GEWI-Pfählen als möglich an. Zur Abtragung von Horizontallasten werden Schrägpfähle empfohlen, die auf Druck und Zug belastet werden. Grundsätzlich erscheint es möglich, auf Höhe der untersten Geschossdecke einen Balken zu integrieren, der Horizontallasten über Mikropfähle oder Anker in den angrenzenden Baugrund einleitet. Dadurch können sowohl Pfahllasten, als auch Momenteneinwirkungen besser aufgenommen werden, als mit Schrägpfählen in der Ebene der Bodenplatte.

Die maximale Ausnutzung von Mikropfählen kann erreicht werden, wenn diese in den Fels einbinden. Dann können die Mikropfähle bis zur inneren Tragfähigkeit belastet werden.

Auch eine Gründung über verrohrte Bohrpfähle wurde im Rahmen von Abstimmungsgespräche mit dem Tragwerksplaner diskutiert. Bei der Ausführung von Bohrpfählen ist zu beachten, dass das Bohrpfahlgerät einen sehr großen Arbeitsraum benötigt, um die Bohrpfähle herzustellen. Entsprechende Bewegungsfreiheit ist erforderlich und für Kelly-Bohrgeräte ist ein Abstand zu aufgehenden Bebauungen erforderlich. Auch ist die Andienung des Bereiches für eine Bohrpfahlgründung zu lösen, da nach derzeitigem Kenntnisstand die vorhandenen Bobbahnen nicht befahren werden können und Bohrpfahlgeräte nur sehr geringe Steigungen bewältigen können.

5.5.2 Stützenreihe neue Rodelbahn im Bobparkgebäude

Derzeit wird für die geplanten Stützen der neuen Rodelbahn ein Bodenaustausch bis in den Murschutt bzw. bis auf den Blockschutt empfohlen, wobei diese Bauweise eher für Stützen im Bereich des derzeit gepflasterten Gebäudebereichs anwendbar ist.

Für die übrigen Stützen innerhalb des Bobparkgebäudes wird eine Mikropfahlgründung empfohlen, wobei zu erwägen ist, ob die mikropfahlgegründeten Tragplatten der Stützen kraftschlüssig mit der bestehenden Platte verbunden werden können, was hinsichtlich der geringen Differenzverformungen durchaus als möglich angesehen wird, besonders wenn die Mikropfähle im Fels gründen.

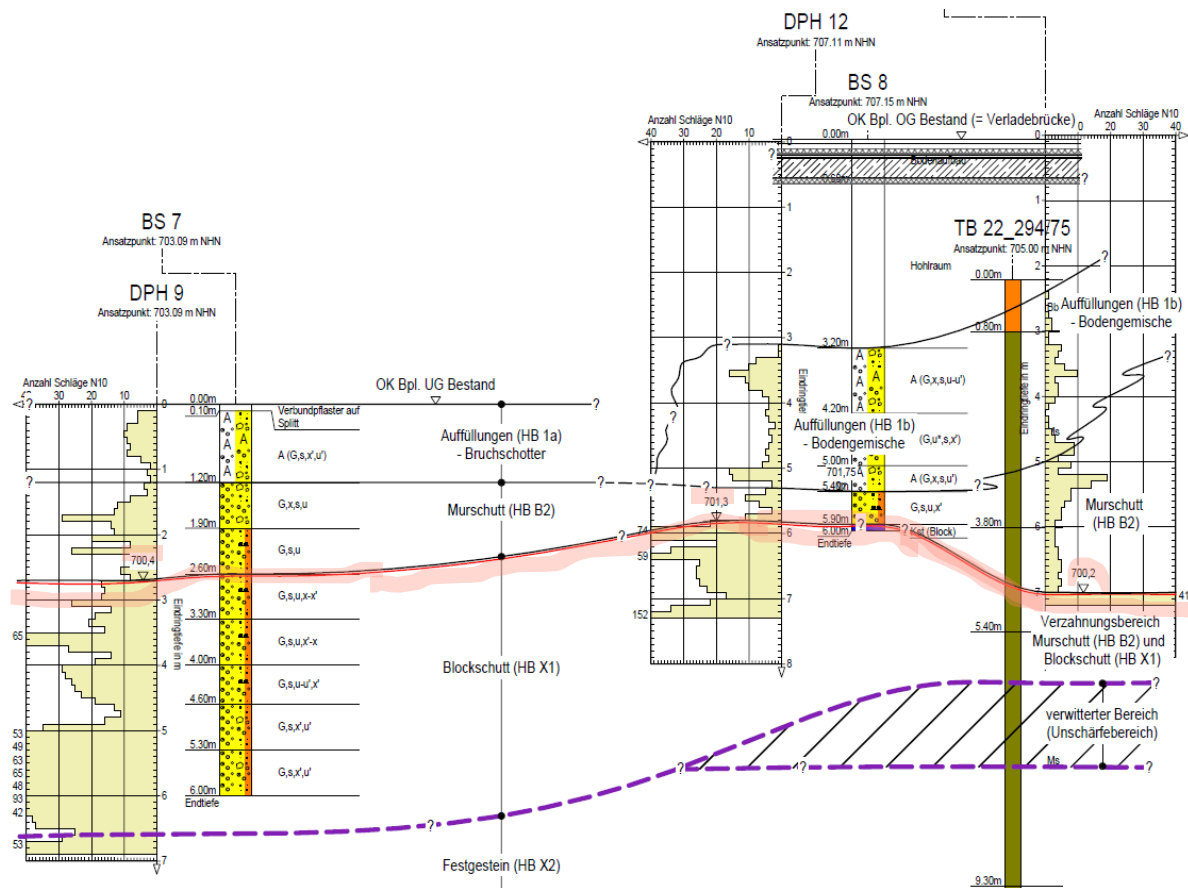


Abb. (5): Schnitt D-D': Längsschnitt Südseite des Bobpark

Für den Bodenaustausch ergeben sich dementsprechend nur vergleichsweise geringe Bodenaustauschmächtigkeiten, da die Fundamente selbst eine gewisse Konstruktionshöhe (im Regelfall 0,5 - 1,5 m Höhe, je nach Bauart, aufweisen. Dadurch ergeben sich Bodenaustauschmächtigkeiten zwischen einigen Dezimetern bis zu 0,5 – 1,5 m Stärke, je nach Fundamenthöhe.

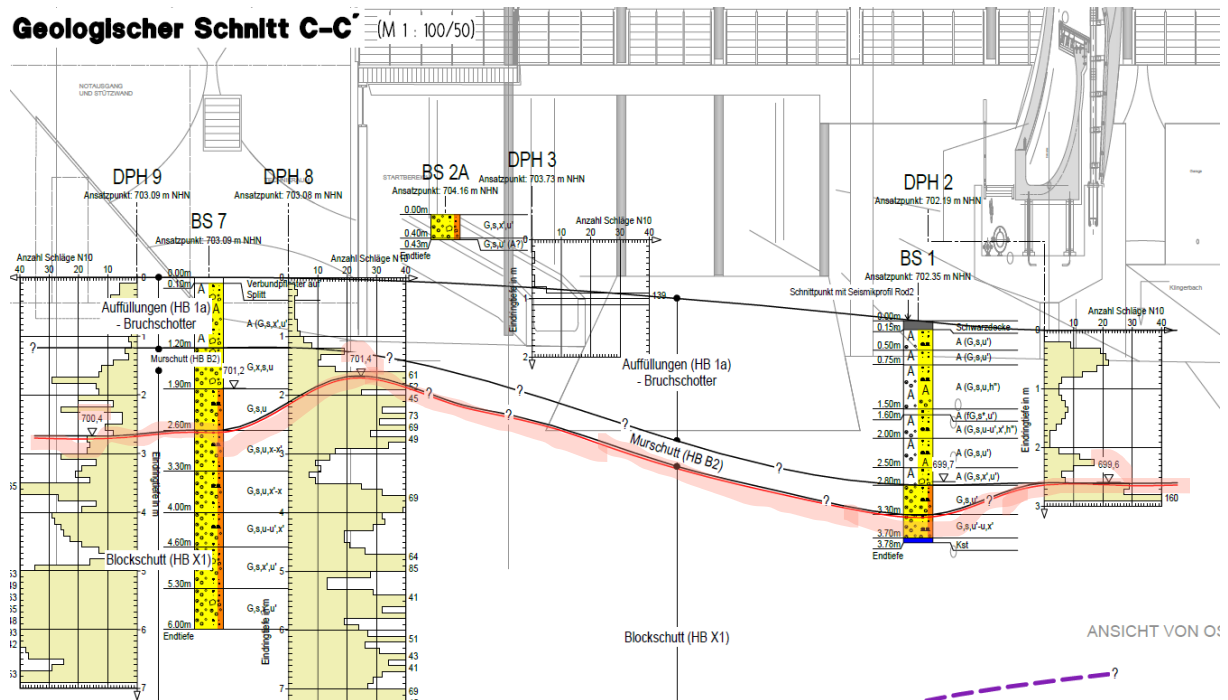


Abb. (6): Schnitt C-C': Querschnitt Westseite des Bobpark, Bahnbereich und Straßenbereich

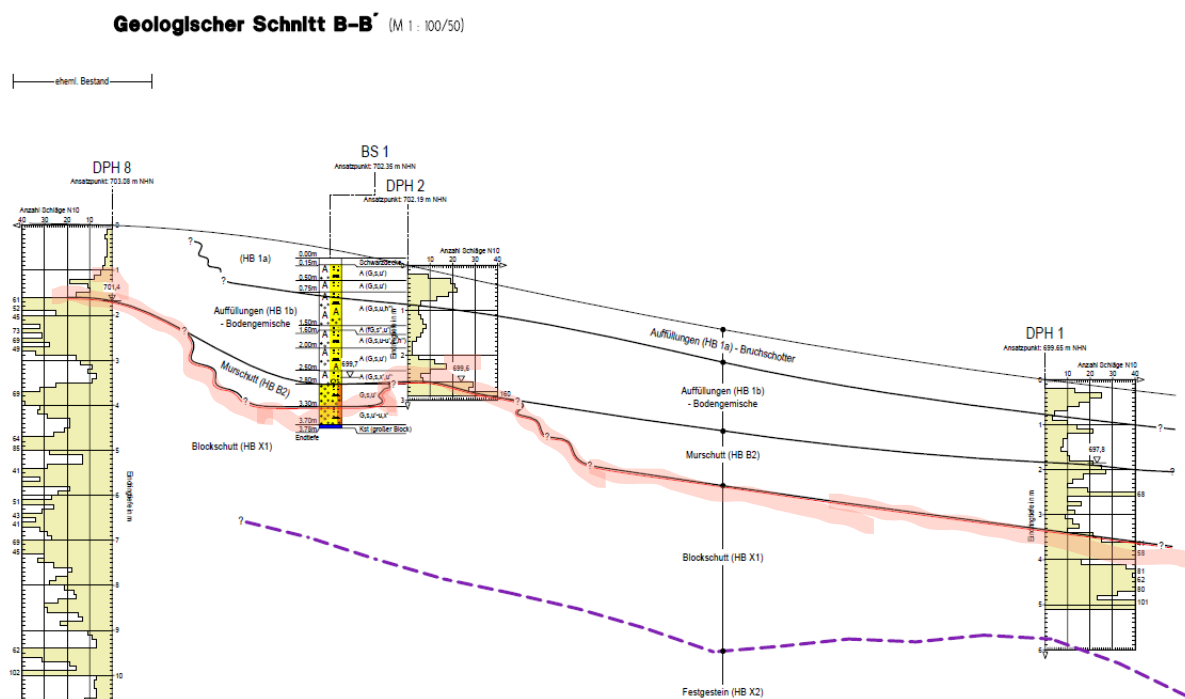


Abb. (7): Schnitt B-B': Längsschnitt Straßenbereich, parallel zum Klingerbach

Für die Fundamente der Rodelbahn und der neuen Sprintstrecke außerhalb des bestehenden Bobparkgebäudes empfehlen wir eine Gründung über einen Bodenaustausch. Auch hier dürften sich, je nach Fundamenthöhe, Bodenaustauscharbeiten von wenigen Dezimetern bis

zu ca. 1,8 m Stärke ergeben, da in diesen Bereichen eine frostsichere Gründungstiefe mit mindestens 1,2 m erforderlich wird.

Fundamente, aus denen eine horizontale Last auf den Steinsatz der Klingerbachgrabenwand entstehen, können nicht über einen Bodenaustausch gegründet werden, ohne dass die Standsicherheit der Klingerbachböschung nachgewiesen wird. Für diese Fundamente empfehlen wir eine Gründung über Mikropfähle oder eine Absenkung der Fundamentunterkante bis ein Lastausbreitungswinkel von $\leq 30^\circ$ zur Bachsohle erreicht ist.

5.5.3 Absperrbauwerke Wildbachverbauung

Der Großteil des Absperrbauwerkes der Wildbachverbauung des Klingerbaches gründet im Murschutt bzw. im Blockschutt. Für die Bauwerke weisen beide Untergrundschichten ausreichende Tragfähigkeit auf. Die Baugrubensohle ist jeweils auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Auf die Problematik der schlechten Maßhaltigkeit aufgrund von Grobeinlagerungen wird hingewiesen. Zur Vergleichmäßigung wird der Einbau eines Bodenaustausches aus gebrochenem Schottermaterial mit Stärken zwischen 20 cm und 40 cm empfohlen.

Die Bodenplatte der Geschiebedosiersperre wird teilweise im Festgestein, teilweise in den darüber liegenden Schuttablagerungen gründen. Aus geotechnischer Sicht ist wegen der vergleichsweise hohen Steifigkeit der tieferen Schuttablagerungen eine Mischgründung im Festgestein und Lockergestein möglich, wenn im Lockergestein die oben genannten Empfehlungen berücksichtigt werden. Ferner ist in diesen Situationen der angesetzte Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes auf die Lockergesteinswerte der Tabellen (4.3) bzw. (4.4) zu begrenzen.

5.6 Verankerung von Steinschlagschutzzäunen

zur Gründung von Steinschlagschutzzäunen und deren Abspannungen wird die Ausführung von Mikropfählen empfohlen. Für die Mikropfähle können sowohl verrohrte Bohrungen, als auch Rohrverpresspfähle eingesetzt werden. Für Seilanker sind verrohrte Bohrungen erforderlich. Wir empfehlen, die Mikropfähle nachverpressbar auszuführen.

Hinsichtlich der erforderlichen Verpressmengen ergeben sich aus der Dokumentation des bereits hergestellten Steinschlagschutzzaunes südlich des Bobstartgebäudes Verpressmen-

gen zwischen 12 kg Zement pro Laufmeter und 35 kg Zement pro Laufmeter. Gemäß der Dokumentation wurden damals Bohrdurchmesser von 75 mm ausgeführt. Für Bohrdurchmesser von 90 mm ergeben sich durch Hochrechnung Verpressmengen von 20-50 kg Zement pro Laufmeter. Diese Werte liegen im Bereich des Erwartungshorizontes anhand unserer Erfahrungswerte für Blockschutt und Murschutt.

Im Festgestein hängt der Suspensionsverbrauch vorrangig von der Durchlässigkeit des Gesteins, der Klüftung, deren Öffnungsweite und der Kluftverfüllung ab. Im Bereich von offenen Klüften und Spalten können extrem große Suspensionsmengen eingebracht werden. Im Dachsteinkalk sind derartige Klüfte und Spalten möglich und in der südlich liegenden Felswand auch erkennbar. Derartige Bereiche können durch die Verwendung von verrohrten Bohrungen und den Einbau eines Verpressstrumpfes mit Mörtelverfüllung besser gehandhabt werden, als mit Rohrverpresspfählen.

Für einen Bohrdurchmesser von 90 mm im wenig geklüfteten, kompakten Festgestein liegen die voraussichtlichen Suspensionsverbrauchsmengen in einer Größenordnung von 15-20 kg Zement pro Laufmeter. Ab einem Zementverbrauch von 40-50 kg Zement pro Laufmeter ist davon auszugehen, dass größere Klüfte angetroffen wurden, die sich nicht verfüllen lassen.

5.7 Verfahrensbeschreibungen

5.7.1 Bodenaustausch

Für Flachgründungen wird unterhalb der Gründungselemente abschnittsweise ein Bodenaustausch zur Tragfähigkeitserhöhung und ggf. auch zur Homogenisierung der Aufstandsfläche erforderlich.

Aushubsohlen sind vor dem Einbau von Bodenaustauschmaterial nachzuverdichten. Etwaig vorhandene geringer tragfähige Böden sind ggf. auszukoffern. Zudem sollten etwaig vorhandene Großblöcke entfernt / zerkleinert werden, um die Aufstandsfläche zu homogenisieren und damit Punktlasten bzw. differenzielle Setzungen aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeit des Untergrundes zu vermeiden.

Als Bodenaustauschmaterial kann das anfallende Material der Homogenbereiche B2, X1, X2 sowie untergeordnet auch B1 verwendet werden, wobei ggf. eine Aufbereitung (Aussortieren von Grobeinlagerungen, Brechen, etc.) erforderlich wird. Es sind Körnungslinien anzustre-

ben, die den Bodengruppen GW/GI/GU nach DIN 18196 entsprechen und ein max. Grobkorn von 15 cm aufweisen. Wir empfehlen, Liefermaterial auf vollständig gebrochenes Material aus karbonatischem Festgestein zu begrenzen.

Bodenaustauschmaterial ist lagenweise (Schüttlagenstärke max. 30 cm) einzubauen und mit geeignetem Gerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Wir empfehlen, die erreichte Verdichtung mittels statischer und bei Bedarf mittels dynamischer Plattendruckversuche zu überprüfen.

Über die Art und Zusammensetzung des Bodenaustauschmaterials kann die Steifigkeit des Bodenaustausches gesteuert werden.

Vollständig gebrochenes Schottermaterial hat einen höheren Steifemodul als Kiesmaterial. Durch Zugabe von geringen Mengen an hydraulischen Bindemitteln (ca. 3 % Tragschichtbinde-der) kann die Steifigkeit deutlich erhöht werden, sodass aus dem Bodenaustausch kaum nennenswerte Setzungen entstehen und dadurch günstigere Bettungsmodule angesetzt werden können. Genauere Betrachtungen werden gegebenenfalls erforderlich und zumindest für den Bodenaustausch im Bereich des Startturmes als zielführend angesehen.

Zur Dimensionierung von Gründungselementen auf Bodenaustausch wird auf die Tabellen (4.3), (4.4) und (4.5), sowie die Ausführungen des Kapitels 4.3 verwiesen.

5.7.2 Gründung auf Mikropfählen und Selbstbohrinjektionspfählen

Als mögliche Gründungsvariante wurden Mikropfähle und Selbstbohrinjektionspfähle (Rohrverpresspfähle) zur Lasttieferführung in das anstehende Festgestein genannt.

Diese Pfähle unterscheiden sich in der Herstellung dadurch, dass die Mikropfähle mittels verrohrter Bohrung hergestellt werden und dann ein GEWI-Tragglied eingebaut wird. Die Bohrung wird mit Ziehen der Verrohrung verpresst. Es entsteht ein Verbundpfahl, der durch Einbau von Verpressschläuchen nachverpresst wird. Der Vorteil von GEWI Pfählen besteht darin, dass mit den verrohrten Bohrungen, die beispielsweise im Doppelkopf-Bohrverfahren oder im Lufthebeverfahren ausgeführt werden können, auch Blöcke und Findlinge besser durchörtert werden können und ein Pfahl mit einem definierteren Durchmesser entsteht.

Bei der Herstellung von Rohrverpresspfählen ist der Hohlstab dieses Verbundpfahles mit einer Bohr- und Injektionskrone ausgestattet, über die Zementsuspension als Stütz- und

Spülmedium eingebracht wird. Der Rippenhohlstab wird eingebohrt und das Bohrloch ist durch Pendeln zu fegen. Nach Erreichen der Endtiefe des Pfahles wird das Bohrloch mit Zementsuspension, von der Injektionskrone aus, soweit aufgefüllt, dass die Suspension am Bohrlochmund austritt. Während der Bohrarbeiten fällt Spülsuspension mit Bohrgut an, die aufzunehmen ist. Nach dem Erhärten der Zementsuspension ist ein tragfähiger Verbundpfahl entstanden. Bei Rohrverpresspfählen ist in den vorliegenden Untergrundverhältnissen eine vergleichsweise kleine Hartmetall- oder Felsbohrkrone erforderlich, um Blöcke und Findlinge zu durchbohren. Dadurch ist der rechnerische Pfahldurchmesser deutlich begrenzt. Die Nachverpressmöglichkeiten sind bei Rohrverpresspfählen begrenzt bzw. nur über den Spitzenbereich möglich.

Zur Ausführung der Pfähle werden im Regelfall Anbaubohrgeräte, Lafettenbohrgeräte oder Ankerbohrgeräte als Bohrgeräte eingesetzt, die ein Arbeitsplanum mit ca. 40-50 cm Stärke aus gut verdichtbarem Kiesmaterial der Bodengruppen GW/GI oder aus RC-Material benötigen. Vorliegend erscheint ein derartiges Arbeitsplanum nur teilweise erforderlich zu werden.

5.7.3 Bohrpfahlgründung

Bohrpfähle sind vollständig verrohrt herzustellen. Die Mindestlänge von Bohrpfählen liegt nach gültiger Normung bei 5 m. Bei der Herstellung von Bohrpfählen ist mit erheblichen Erschwernissen durch Grobeinlagerungen zu rechnen, weshalb geeignete Bohrwerkzeuge und geeignete Rohrschuhe mit Meißelbesatz erforderlich werden. Des Weiteren sind die Bohrpfahldurchmesser so zu wählen, dass Hindernisse, die trotz Felsbohrschnecken nicht zerkleinert werden können, im Notfall durch Befahrung mittels Mannkorb händisch abgebaut werden können.

Die Bohrwerkzeuge und die Ziehgeschwindigkeit sind auf die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse abzustimmen. Da es sich bei den erkundeten Wasserspiegeln um Schichtwasser und Grundwasser in einem hochdurchlässigen Aquifer handelt, wird eine Wasserauflast weder erforderlich noch zielführend sein.

Die Bohrpfähle sind nach DIN EN 1536 und DIN SPEC 18140 auszuführen. Das Verhältnis zwischen Durchmesser und Breite ist mit $\geq 5,0$ zu berücksichtigen.

Für die Ausführung der Bohrpfähle wird ein Arbeitsplanum erforderlich, das an das hangende Gelände anzupassen ist. Die Stärke des Arbeitsplanums wird mit 60 cm aus einem gut ver-

dichtbarem Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil $< 0,063$ mm von maximal 10 % empfohlen.

5.7.4 Mikropfahlgründung

Als Verfahren des Spezialtiefbaus stehen zur Nachgründung von Gebäuden und Bauwerksteilen Pfähle mit geringem Durchmesser (< 30 cm) zur Verfügung. Bei dieser Gründungsvariante werden die Bauwerkslasten von den Fundamenten auf Mikropfähle umgelagert, die diese Lasten dann in tiefere, besser tragfähige Böden (vorliegend Blockschutt und / oder Fels) abtragen. Zur Abtragung von Horizontallasten sind die Pfähle geneigt herzustellen. Es werden mindestens drei Mikropfähle erforderlich.

Die Verfahrensweise bei der Herstellung einer Mikropfahlgründung kann wie nachfolgend beschrieben werden:

Bei einer Mikropfahlgründung werden an das Bestandsfundament Konsolen aus Stahlbeton oder Steckträger aus Stahl, die seitlich oder unter dem Fundament eingebaut werden, erstellt. Alternativ dazu und insbesondere bei schlechter Bausubstanz können die Fundamente vorab mit Stahlbetonträgern unterfangen werden. Die Bohrungen werden dann durch diese Gründungselemente bis in den tragfähigen Untergrund geführt. Die Teufe dieser Bohrungen richtet sich nach der erforderlichen Mikropfahllänge. In die Bohrungen werden, vereinfacht dargestellt, durchgehende Gewindestäbe (Tragglieder) mit Durchmessern zwischen 20 mm und 50 mm je nach abzutragender Pfahllast eingebaut. Bei Bedarf (begrenzte lichte Höhe für das Bohrgerät) werden die Tragglieder aus Einzelteilen hergestellt. Nach Einbau der Tragglieder wird das Bohrloch verfüllt und anschließend verpresst. Die Mikropfähle werden mit den Fundamenten/Konsolen kraftschlüssig verbunden und tragen die Bauwerkslasten dann in die gut tragfähigen Böden über Mantelreibung nach einer gewissen Restverformung (≤ 1 cm) ab.

Bei der Herstellung der Mikropfähle ist darauf zu achten, dass die Böden, insbesondere bei feinsandiger/schluffiger Ausprägung nicht nachteilig verändert werden. Das Bohrverfahren ist entsprechend zu wählen.

Gemäß DIN 1054 sind an mindestens zwei Mikropfählen Probelastungen zu empfehlen.

Die Planung und Ausschreibung einer Mikropfahlgründung erfordert besondere Kenntnisse für Arbeiten im Spezialtiefbau.

5.8 Bestandssicherung Bobstartgebäude

Zur Ausführung des Bodenaustausches für den Startturm ist eine entsprechend tiefe Baugrube erforderlich. Zu deren Ausführung ist das Bestandsgebäude gemäß Din 4123 zu sichern.

Auch zur Herstellung der Geschiebedosiersperre bzw. des Rückhalteraumes kann eine Bestandssicherung erforderlich werden. Um diese Situation genauer beurteilen zu können, sind genauere Planunterlagen mit entsprechenden Schnitten erforderlich.

Zur Sicherung des Bestandes wird oberhalb des Grundwasserspiegels eine indirekte Unterfangung als Nagelwand empfohlen.

Alternativ, bei geringen Ausschachtungstiefen, bis ca. 2 m kann auch eine klassische, abschnittsweise Unterfangung nach DIN 4123 ausgeführt werden, wenn gewisse, begrenzte Nachsetzungen des Bestandes in Kauf genommen werden. Hier stellen Blöcke und Steine Erschwernisse bezüglich der Maßhaltigkeit der Aushubbreiten dar, die auf 1,25 m begrenzt werden sollten. Bei klassischen Unterfangungen empfehlen wir dennoch eine Spritzbetonanlage vorzuhalten, um ggf. schnelle Sicherungsmaßnahmen ausführen zu können.

Eine Unterfangung mittels Düsenstrahlverfahren wird wegen der Grobeinlagerungen nur mit einem erheblich dichteren Düsraster, als üblich, realisierbar sein, da die Grobeinlagerungen DÜsschatten bilden und die Ausbildung des statisch erforderlichen Unterfangungskörpers erschweren.

Auch ist für die Ausführung des Düsenstrahlverfahrens ein Spezialgerät mit Mischanlage und Hochdruckpumpe erforderlich, das einen entsprechend großen Arbeitsraum benötigt.

Zudem kann es zu einem deutlichen Verlust an DÜssuspension kommen, wenn hoch durchlässige Blocklagen angefahren werden.

Für das Absperrbauwerk kann bei Bedarf und bei Lage unter dem Grundwasserspiegel eine verformungsarme, überschnittene Bohrpfahlwand mit Rückverankerung zur Verringerung der Einbindetiefe als indirekte Bestandssicherung ausgeführt werden. Hierfür werden ein entsprechend großer Arbeitsraum und eine entsprechend tragfähige Baustellenzufahrt erforderlich.

Werden größere Verformungen für das vorhandene Restgebäude toleriert, so kann auch eine rückverankerte Spundwand mit vorlaufenden Austauschbohrungen durch ein Großbohr-

gerät ausgeführt werden. Hier ist bei Einbringen und Ziehen der Spundwand mit Setzungen durch Materialumlagerungen unter dem Gebäudebestand zu rechnen, die eine Größenordnung von mehreren cm erreichen können.

5.9 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone

Das Projekt wird derzeit in den Grenzbereich der geotechnischen Kategorie GK 2 zu GK 3 mit Tendenz zu GK 2 nach DIN 1054 eingestuft.

Im Rahmen der weiteren Planungen ist die geotechnische Kategorie neu zu bewerten und nach Vorliegen des Bauwerksentwurfes ist ein geotechnischer Entwurfsbericht zu erarbeiten.

Das Untersuchungsgebiet ist der Erdbebenzone 0 nach DIN EN 1998-1/NA 2011-01 zugeordnet.

Da die deutschen Erdbebengebiete im Anwendungsbereich der DIN EN 1998-1/NA 2021-07 als Gebiete geringer Seismizität eingestuft werden, darf für übliche Hochbauten der Bedeutungskategorie I bis III mit nicht mehr als sechs Geschossen und einer maximalen Gebäudehöhe von 20 m (Oberkante der Decke des obersten Vollgeschosses entsprechend Tabelle NA.4, Fußnote a) über der im Mittel gemessenen Geländehöhe die in Anhang NA.D beschriebene vereinfachte Vorgehensweise angewendet werden.

Wir empfehlen, die Baugrundklasse C mit der geologischen Untergrundklasse R zu berücksichtigen. Die Untergrundklasse nach DIN EN 1998 ist für dieses Gebiet eindeutig definiert. Hinsichtlich der Baugrundklasse kann es aufgrund des hohen Anteils an Grobeinlagerungen und der teils hohen Lagerungsdichte möglich sein, die günstigere Baugrundklasse B in Ansatz zu bringen. Nach den bisherigen seismischen Untersuchungen zu den Scherwellengeschwindigkeiten (sh. Anlage 9.2) sind für die „oberste Schicht“, entsprechend der Lockergesteinsauflage in Form von Mur- und Hangschutt mit unterschiedlichem Blockanteil P-Wellengeschwindigkeiten von 350 m/s und S-Wellengeschwindigkeiten von 255 m/s ermittelt worden.

Da für die günstigere Baugrundklasse B Scherwellengeschwindigkeiten von 350 -800 m/s erforderlich wären, bleibt die bisherige Einstufung in die Baugrundklasse C für die Lockergesteinsauflage bestehen. Dieser Ansatz liegt auf der sicheren Seite und berücksichtigt auch den Umstand, dass die Auswertung der Scherwellengeschwindigkeiten aufgrund der stören-

den Einflüsse aus bestehenden Gebäuden und sonstigen Einbauten vorliegend mit deutlichen Unsicherheiten behaftet ist.

Für die Referenzwiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre liegt gemäß DIN EN 1998-1/NA:2021-07, die bauaufsichtlich noch nicht eingeführt ist, die spektrale Antwortbeschleunigung bei $S_{a,P,R} \leq 1,3 \text{ m/s}^2$.

Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung ergibt sich damit zu $a_{gR} \leq 0,52 \text{ m/s}^2$ mit dem Zusammenhang $a_{gR} = S_{a,P,R}/2,5$

Bei Interpolation ergeben sich die jeweiligen Werte nach Recherche in digitalen Diensten zu:

$$S_{a,P,R} = 1,28 \text{ m/s}^2 \text{ und}$$

$$a_{gR} = 0,51 \text{ m/s}^2$$

Der Bodenparameter S kann der nachfolgenden Tabelle anhand der Kombination aus Baugrundklasse und Untergrundklasse entnommen werden (hier: C-R).

Tabelle NA.2 — Bodenparameter S zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums

Spektralbeschleunigung $S_{a,P,R}$ m/s^2	Bodenparameter S^a Untergrundverhältnis					
	A-R	B-R	C-R	B-T	C-T	C-S
$S_{a,P,R} \leq 1,0$	1,00	1,25	1,50	1,05	1,45	1,30
$1,0 < S_{a,P,R} \leq 2,0$	1,00	1,20	1,30	1,00	1,25	1,15
$S_{a,P,R} > 2,0$	1,00	1,20	1,15	1,00	1,10	0,95

^a Für das Untergrundverhältnis B-S darf der Bodenparameter S wie bei C-S angenommen werden.

Anpassungen können sich aus zusätzlichen Untersuchungen hinsichtlich der Baugrundklasse ergeben.

5.10 Umwelttechnische Bewertung bestehende Schwarzdecken

In der nachfolgenden Tabelle (5.1) sind die chemischen Analysenergebnisse der untersuchten Proben aus der bestehenden Fahrbahndecke hinsichtlich pechhaltiger Bindemittel (PAK-Analytik nach EPA) zusammengestellt. Die vollständigen Prüfberichte sind der Anlage (7.1) zu entnehmen.

Tab. (5.1) Chemische Untersuchungsergebnisse des Fahrbahnbelages (PAK)

Probenbezeichnung	Schichtstärke [cm]	Organoleptische Auffälligkeit	Feststoff PAK Gehalt [mg/kg]	Zuordnung nach LfW – Merkblatt 3.4/1
DPH1/KP2 (0,12 – 0,20 m)	8	geruchlos	1,5	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
BS4/KP1 (0,00 – 0,06 m)	6	geruchlos	0,26	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen

Nach dem Ergebnis der Analysen ist der Fahrbahnbelag der untersuchten Asphaltbereiche als Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen zu klassifizieren. Dieses Material kann ohne Auflagen zwischengelagert werden. Auch für den (gebundenen und ungebundenen) Wiedereinbau ergeben sich keine Einschränkungen. Als hochwertigste Form der Verwertung ist die Wiederverwendung in Asphaltmischwerken zu benennen, die vorliegend empfohlen wird.

5.11 Zusatzuntersuchungen

Im Zuge der weiteren Planungsschritte kann es erforderlich werden, neue oder detailliertere geotechnische Fragestellungen zu beantworten. Ggf. werden hierzu noch weitere Untersuchungen erforderlich, die derzeit noch nicht benannt werden können.

Zur Gründung der Bahnstützen im Bestandsgebäude wurde am 10.08.2023 mit dem Tragwerksplaner über eine Gründung ca. 80 cm unter Bestandsbodenplatte, nach Nachverdichtung der Aushubsohle diskutiert, wobei überlegt wurde, einen nachträglichen Spaltverguss zwischen Fundament und Bodenplatte herzustellen, um günstigere Differenzsetzungen zu realisieren (Mobilisierung von Setzungen vor Verguss).

Da mit den Aufschlüssen im gepflasterten Bereich des Bobstarts bis in Tiefen von 1,2 m unter Ansatzhöhe bis 1,5 m unter Ansatzhöhe teils nur geringe Schlagzahlen von 2-3 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe erreicht wurden, empfehlen wir für die o.g. Gründungsvariante noch

zusätzliche Rammsondierungen an den tatsächlichen Stützenstandorten. Dadurch können die tatsächliche Untergrundtragfähigkeit bzw. entstandene Auflockerungen unter dem Bestandsgebäude in Folge des Murereignisses und abschließend die erforderliche Aushub- bzw. Nachverdichtungstiefe für o.g. Bauweise bewertet werden

Diese Untersuchungen sind nicht Teil des vorliegenden Baugrundgutachtens, sondern stellen eine separate Begutachtung als Einzelbetrachtung und planungsbegleitende Untersuchung dar.

6 SCHLUSSBEMERKUNG

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten im Zusammenhang mit den geplanten Baumaßnahmen zur Wiedererrichtung der Lotto Eisarena Königssee in der Gemeinde Schönau am Königssee dokumentiert und bewertet.

Die erkundeten Untergrundverhältnisse wurden beschrieben, es wurden Homogenbereiche festgelegt und die Bodenmaterialien klassifiziert. Es wurden Bemessungswerte zur Dimensionierung von Gründungselementen sowie ein Gründungsvorschlag für die einzelnen Maßnahmenbereiche erarbeitet. Zudem erfolgten Hinweise zur Bauausführung aus geotechnischer Sicht.

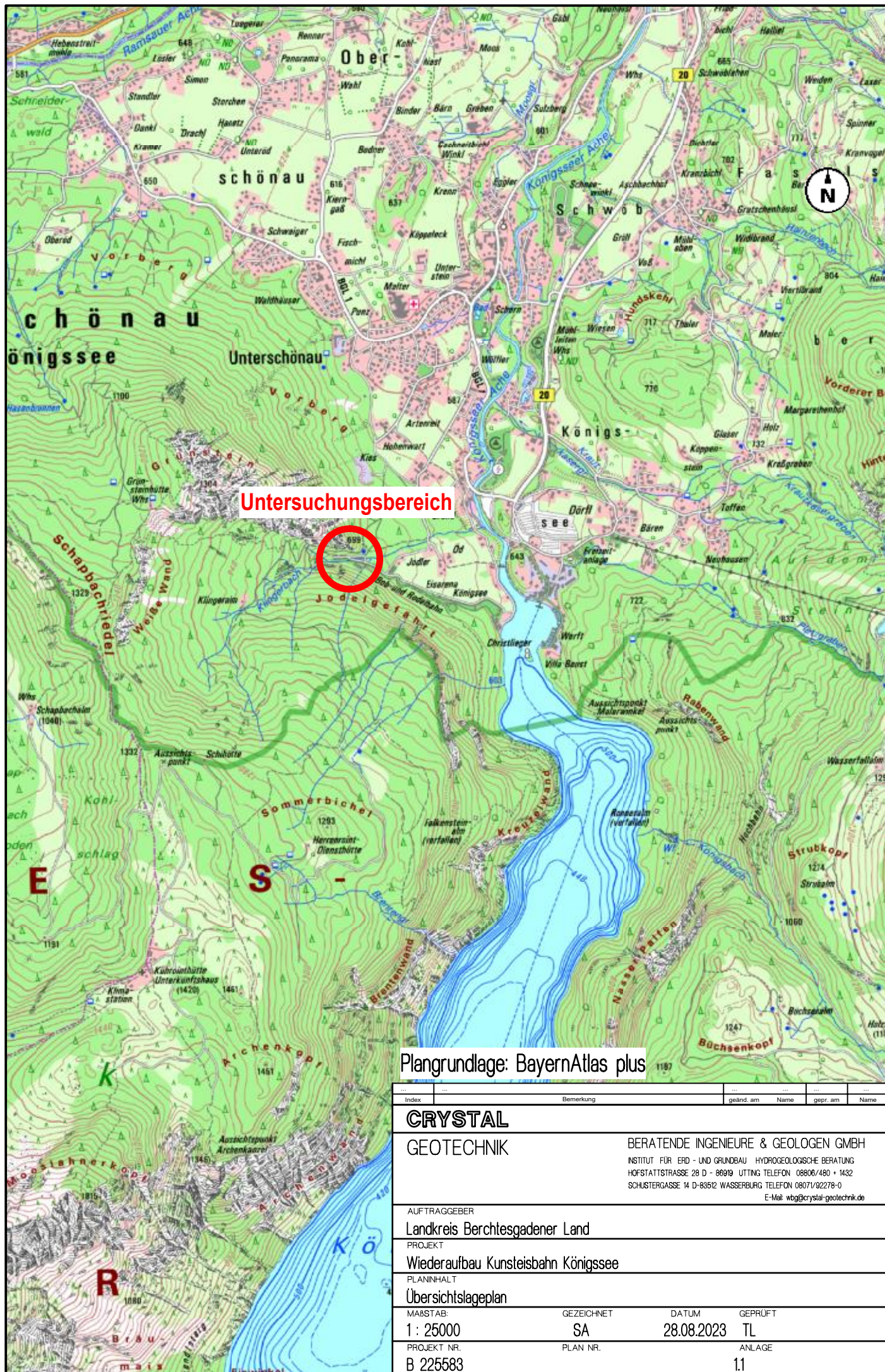
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrunds an den Baugrundsachverständigen herantreten. Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sind bodenmechanische Detailfragen oder generelle Planungsänderungen mit dem Bearbeiter dieses Berichtes zu koordinieren.

Sollten im Rahmen der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse festgestellt werden, ist ebenfalls Kontakt mit dem Baugrundsachverständigen aufzunehmen.

Für weitere Beratungsleistungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)

LAGEPLÄNE (1.1 – 1.2)



Untersuchungsbereich

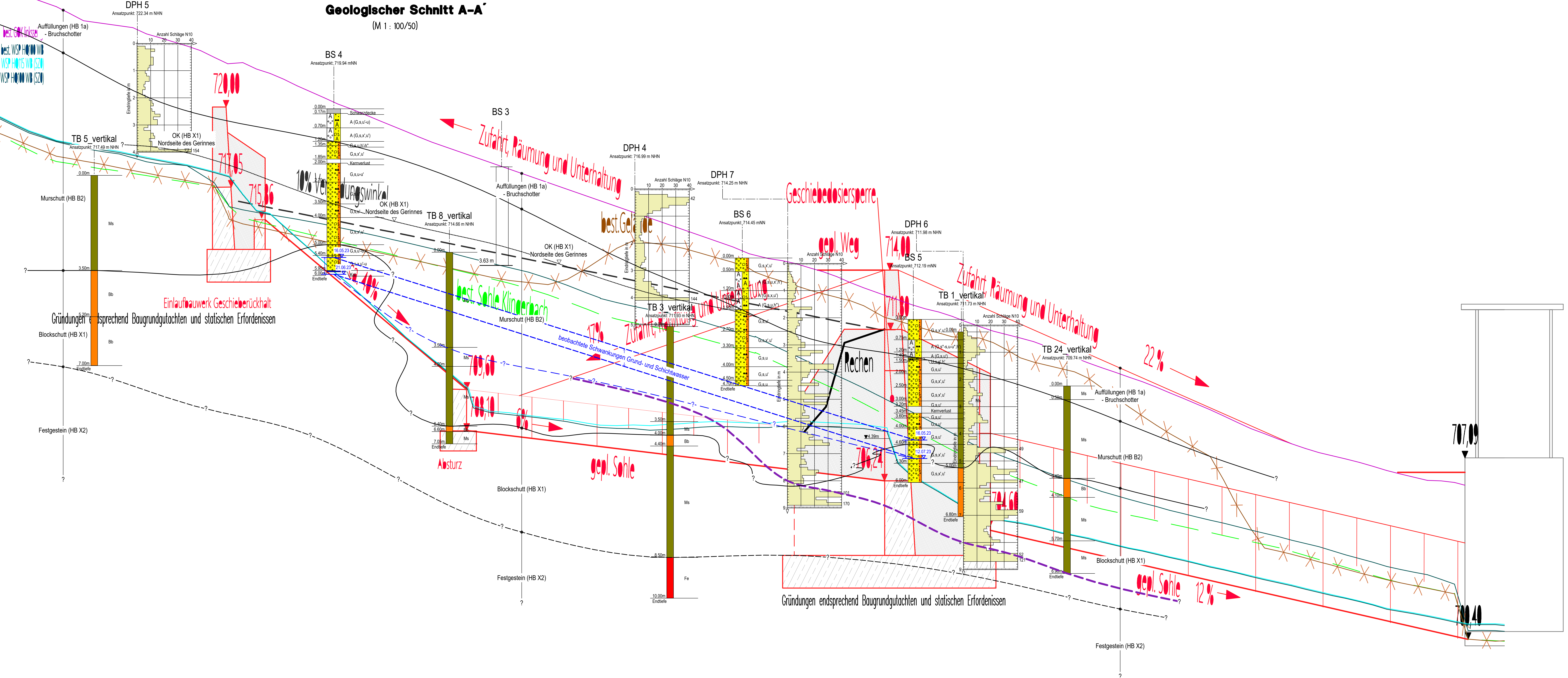
Plangrundlage: BayernAtlas plus

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH			
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgadener Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Übersichtslageplan					
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
1 : 25000	SA	28.08.2023	TL		
PROJEKT NR.	PLAN NR.			ANLAGE	
B 225583				1.1	

Anlage (2)

GEOLOGISCHE SCHNITTE (2.1 – 2.9)

Geologischer Schnitt A-A' (M 1 : 100/50)



Legende Homogenbereiche (HB)

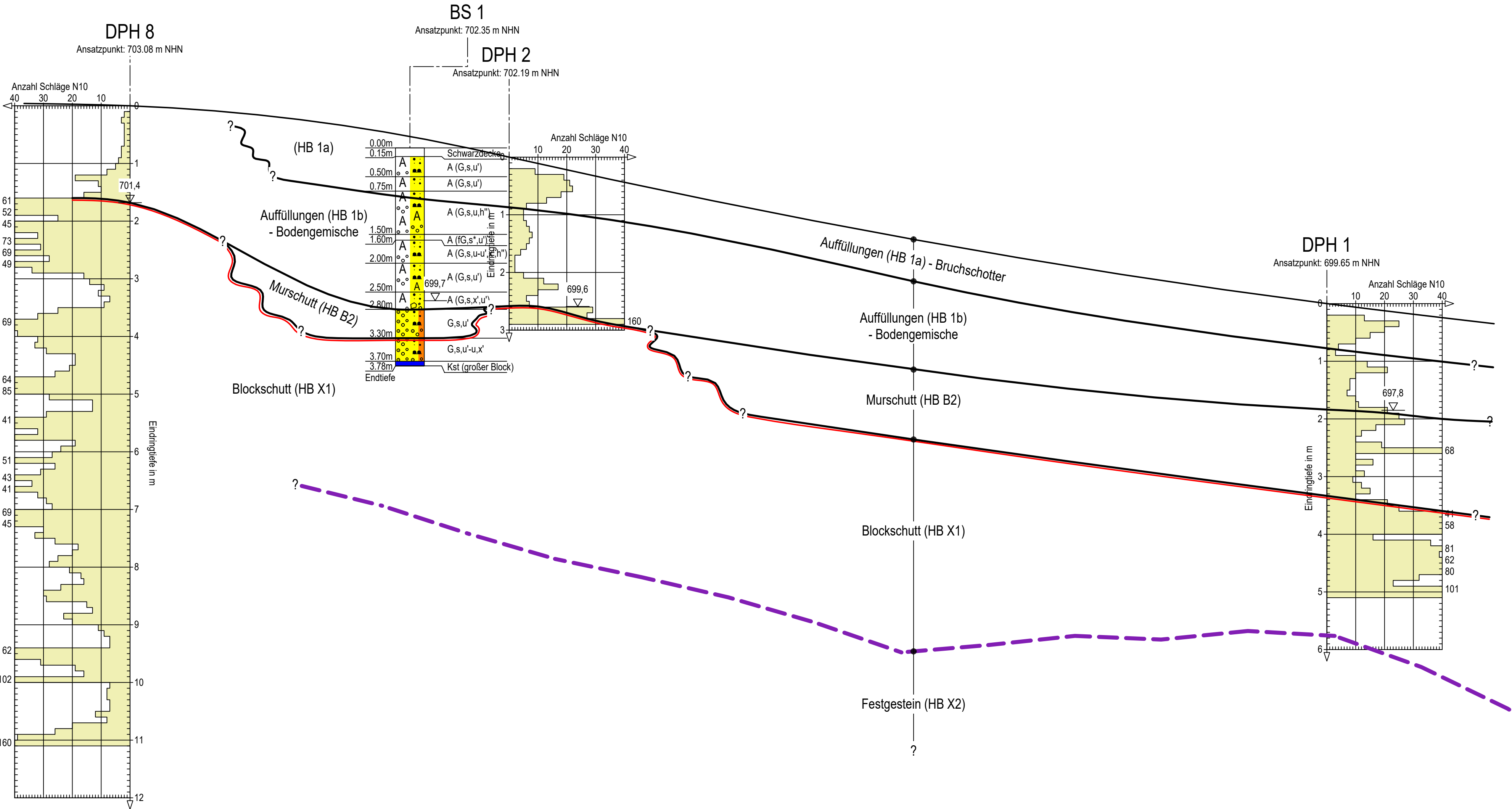
- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
- HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
- HB B2 - Murschutt
- HB X1 - Blockschutt
- HB X2 - Festgestein

aus Refraktionsseismik abgeleitete Felsoberfläche an der Nordseite des Gerinnes

Index	Bemerkung	geändert am	Name	geprüft am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK					
BERATUNDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH					
INSTITUT FÜR EPO- UND GRUNDBAU · HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG					
KOFSTATSTRASSE 28 D - 86039 UTTING TELEFON 089/480-1432					
SCHNITTSTRASSE 14 D-85632 WASSERSBURG TELEFON 089/706770-0					
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgaderer Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt A-A'					
MAßSTAB		GEZEICHNET		DATUM	
M 1 : 100/50		SA		28.08.2023	
PROJEKT NR.		PLAN NR.		ANLAGE	
B 225583				2.1	

Geologischer Schnitt B-B' (M 1 : 100/50)

eheml. Bestand



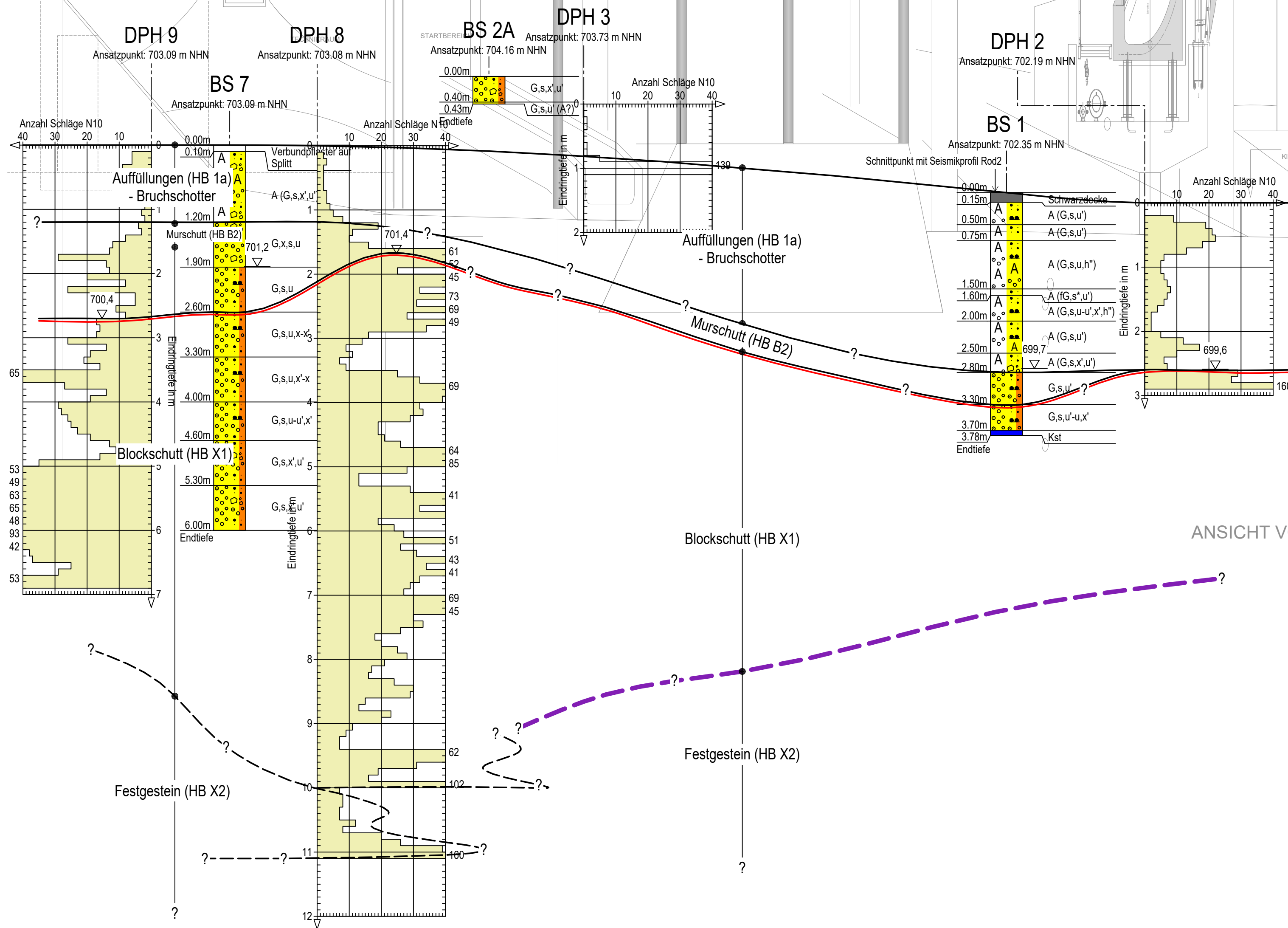
Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
- HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
- HB B2 - Murschutt
- HB X1 - Blockschutt
- HB X2 - Festgestein

- aus Refraktionsseismik abgeleitete Felsoberfläche
- OK besser tragfähiger Horizont (Blockschutt HB X1)

...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU · HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D · 88919 UTTING TELEFON 08906/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgadener Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt B-B'					
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 100/50	SA	28.08.2023	TL		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B 225583		2.2			

Geologischer Schnitt C-C' (M 1 : 100/50)

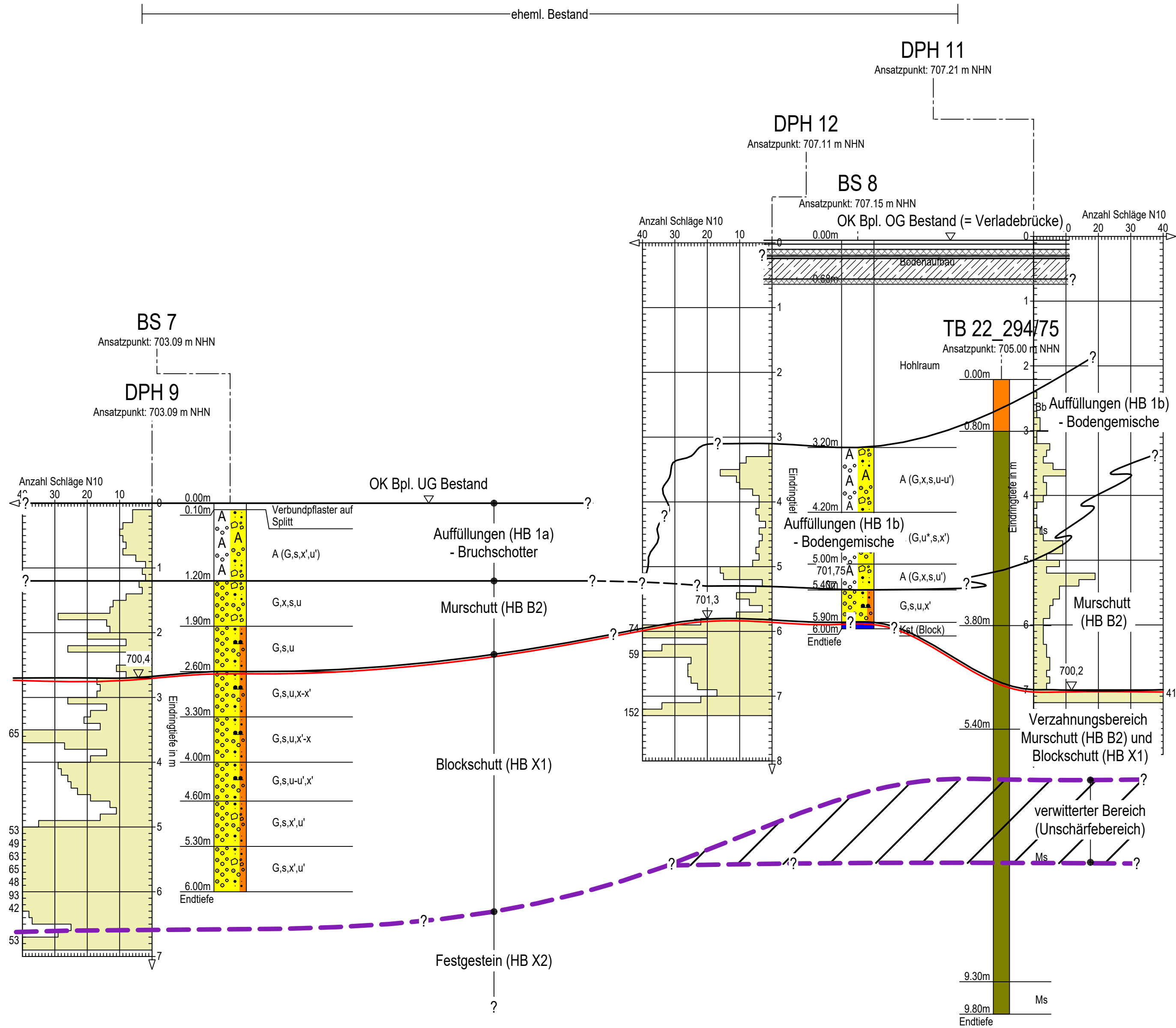


Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
 - HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
 - HB B2 - Murschutt
 - HB X1 - Blockschutt
 - HB X2 - Festgestein
- aus Refraktionsseismik abgeleitete Felsoberfläche
- OK besser tragfähiger Horizont (Blockschutt HB X1)

...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK					
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU · HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08906/490 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83612 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgadener Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt C-C'					
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 100/50	SA	28.08.2023	TL		
PROJEKT NR.	PLAN NR.			ANLAGE	
B 225583				2.3	

Geologischer Schnitt D-D' (M 1 : 200/50)



Legende Homogenbereiche (HB)

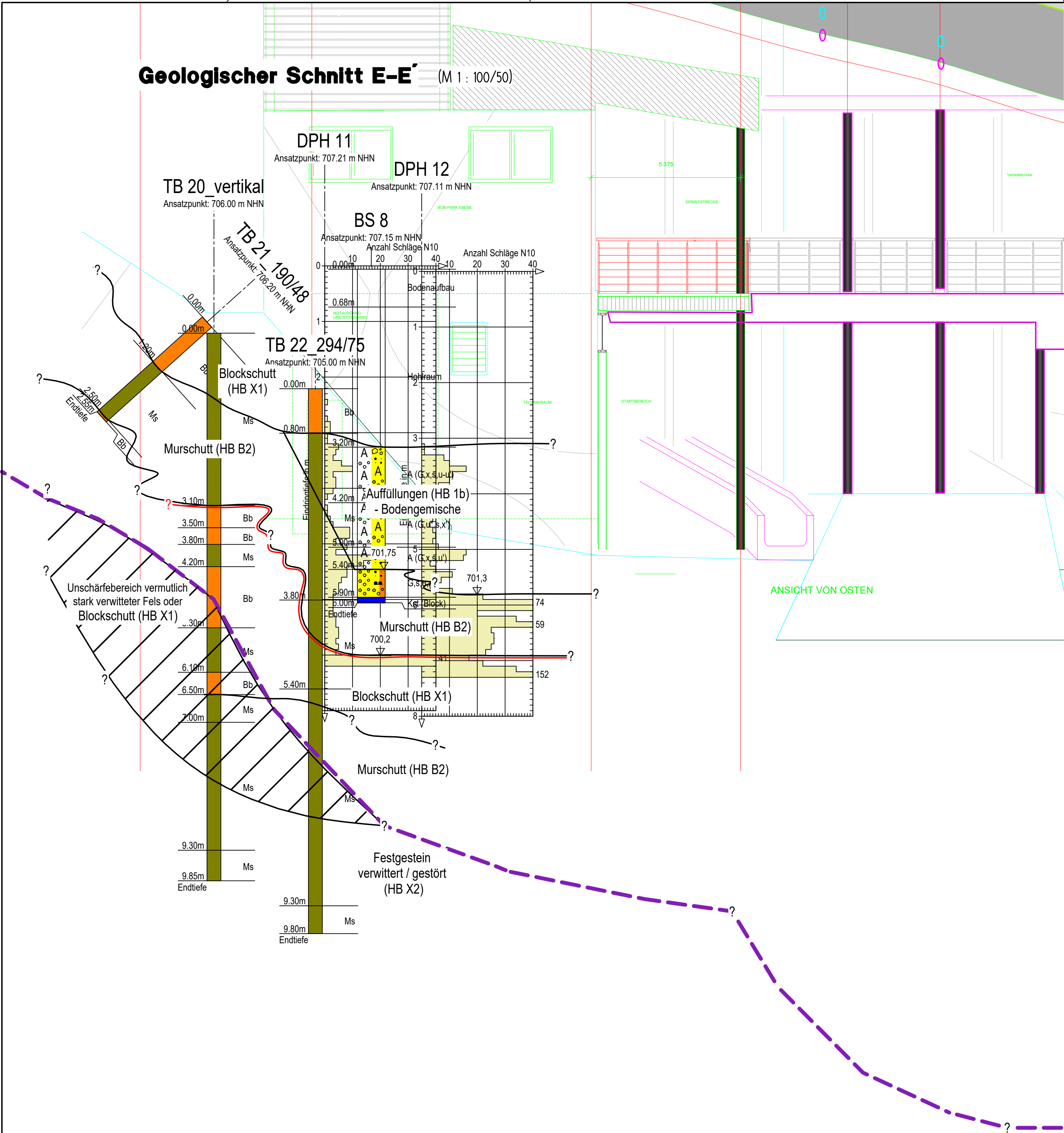
- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
- HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
- HB B2 - Murschutt
- HB X1 - Blockschutt
- HB X2 - Festgestein

- aus Refraktionsseismik abgeleitete Felsoberfläche
- OK besser tragfähiger Horizont (Blockschutt HB X1)

OK Bpl. OG Bestand (= Verladebrücke)		Bodenaufbau:
6 cm	Pflaster	
4-8 cm	Split	
10 cm	Dämmng (Styropor, hellrosa / blau)	
1cm	Bitumen	
4-10 cm	Gußasphalt	
31-32 cm	Beton, bewehrt	
8 cm	Dämmung (Styropor, weiß)	

...	...	...	...	...	
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK					
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH					
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG					
HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432					
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0					
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgadener Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt D-D'					
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM		GEPRÜFT	
M 1 : 200/50	SA	28.08.2023		TL	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B 225583		2.4			

Geologischer Schnitt E-E' (M 1 : 100/50)

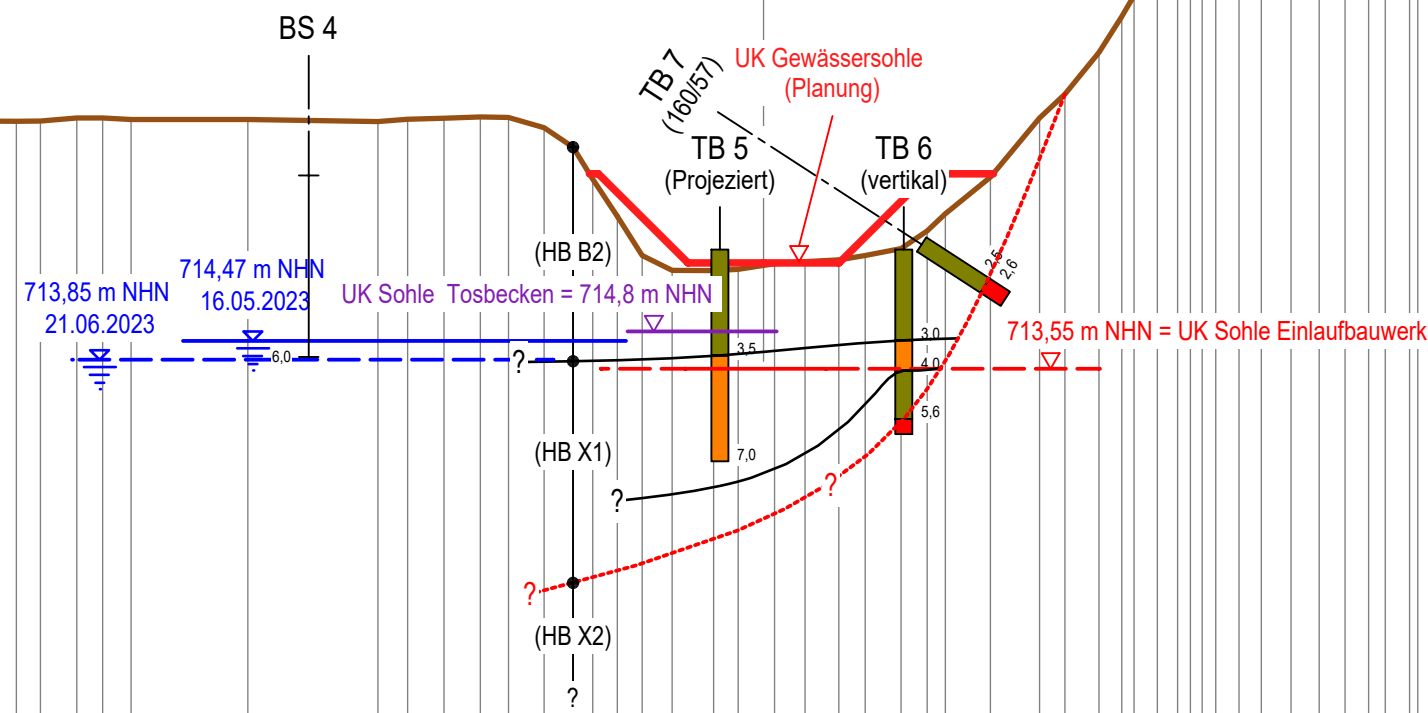


Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
 - HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
 - HB B2 - Murschutt
 - HB X1 - Blockschutt
 - HB X2 - Festgestein
- aus Refraktionsseismik abgeleitete Felsoberfläche
- OK besser tragfähiger Horizont (Blockschutt HB X1)

Index	...	...	...	...	...
Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK					
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH					
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG					
HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432					
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0					
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Landkreis Berchtesgadener Land					
PROJEKT					
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt E-E', Bobstartgebäude (Südosten)					
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 100/50	SA	28.08.2023	TL		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B 225583		2.5			

Schnitt 5 (M 1 : 250)



QUERSCHNITT Nr. : 5
SO : 717,05
STATION : 0+038,00
VORH.ENTF. : 7,75
FOLG.ENTF. : 8,28

MASSTAB 1:200

māNHN = 695,50

best. Gelände	Stationierung	gepl. Gelände	Stationierung
-50,00	-7936		
-49,25	-7945		
-48,62	-7978		
-47,50	-796,00		
-46,13	-795,00		
-45,16	-795,10		
-44,16	-794,39		
-43,40	-793,81		
-42,62	-793,35		
-41,52	-792,76		
-40,64	-792,85		
-39,67	-791,50		
-38,50	-790,89		
-37,89	-790,41		
-37,20	-729,49		
-36,21	-729,85		
-35,09	-728,81		
-34,25	-728,63		
-33,21	-728,97		
-32,66	-727,48		
-31,42	-726,13		
-30,88	-725,45		
-29,59	-724,30		
-28,85	-723,37		
-27,86	-722,92		
-26,83	-721,74		
-26,01	-721,74		
-24,70	-721,74		
-23,91	-721,74		
-22,70	-721,84		
-21,85	-721,85		
-20,91	-721,79		
-17,05	-721,80		
-12,75	-721,73		
-11,77	-721,80		
-10,56	-721,83		
-9,36	-721,87		
-8,43	-721,86		
-7,25	-721,52		
-6,30	-720,88		
-5,64	-719,82		
-4,83	-718,59		
-4,02	-717,29		
-3,02	-716,00		
-1,65	-716,00		
-0,84	-716,84		
0,00	-716,97		
0,37	-717,03		
1,37	-717,10		
2,49	-717,15		
3,37	-717,30		
4,55	-717,53		
5,41	-718,11		
6,81	-718,67		
7,51	-719,89		
9,13	-721,84		
9,97	-722,63		
11,09	-724,01		
12,35	-725,20		
13,70	-726,37		
15,02	-727,26		
16,30	-728,30		
17,51	-729,02		
18,51	-729,85		
19,95	-730,68		
21,93	-731,89		
23,96	-732,46		
25,32	-733,18		
26,84	-734,97		
27,57	-736,38		
28,55	-737,18		
29,25	-738,00		
30,38	-739,53		
31,63	-740,63		
32,95	-741,87		
34,37	-743,07		

Legende:

-  leicht - mittelschwer bohrbar (Murschutt, ± steinig)
 -  mittelschwer - schwer bohrbar (Blockschutt, größere Blöcke)
 -  sehr schwer - sehr sehr schwer bohrbar (vermutlich anstehender Fels)
- TB 7
(160/57) Tastbohrung, schräg; Richtung = 160°, Neigung = 57°
-  abgeleitete Felsoberfläche

Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
HB B2 - Murschutt
HB X1 - Blockschutt
HB X2 - Festgestein

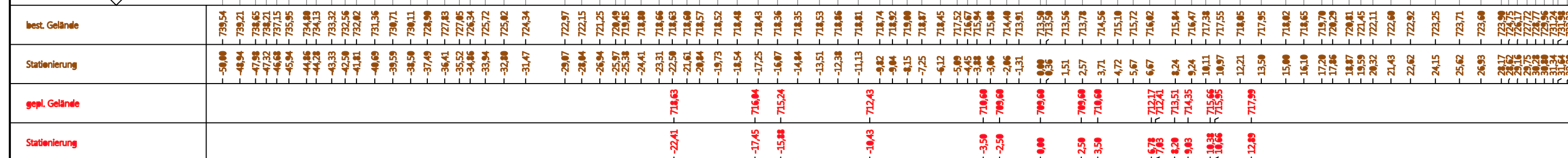
...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL GEOTECHNIK BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER				
Landkreis Berchtesgadener Land				
PROJEKT				
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee				
PLANINHALT				
Schnitt 5				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 250	SA	28.08.2023	TL	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B 225583		2.6		

(M 1 : 250)



MASSTAB 1:200

m0NHN = 682,00



Legende:

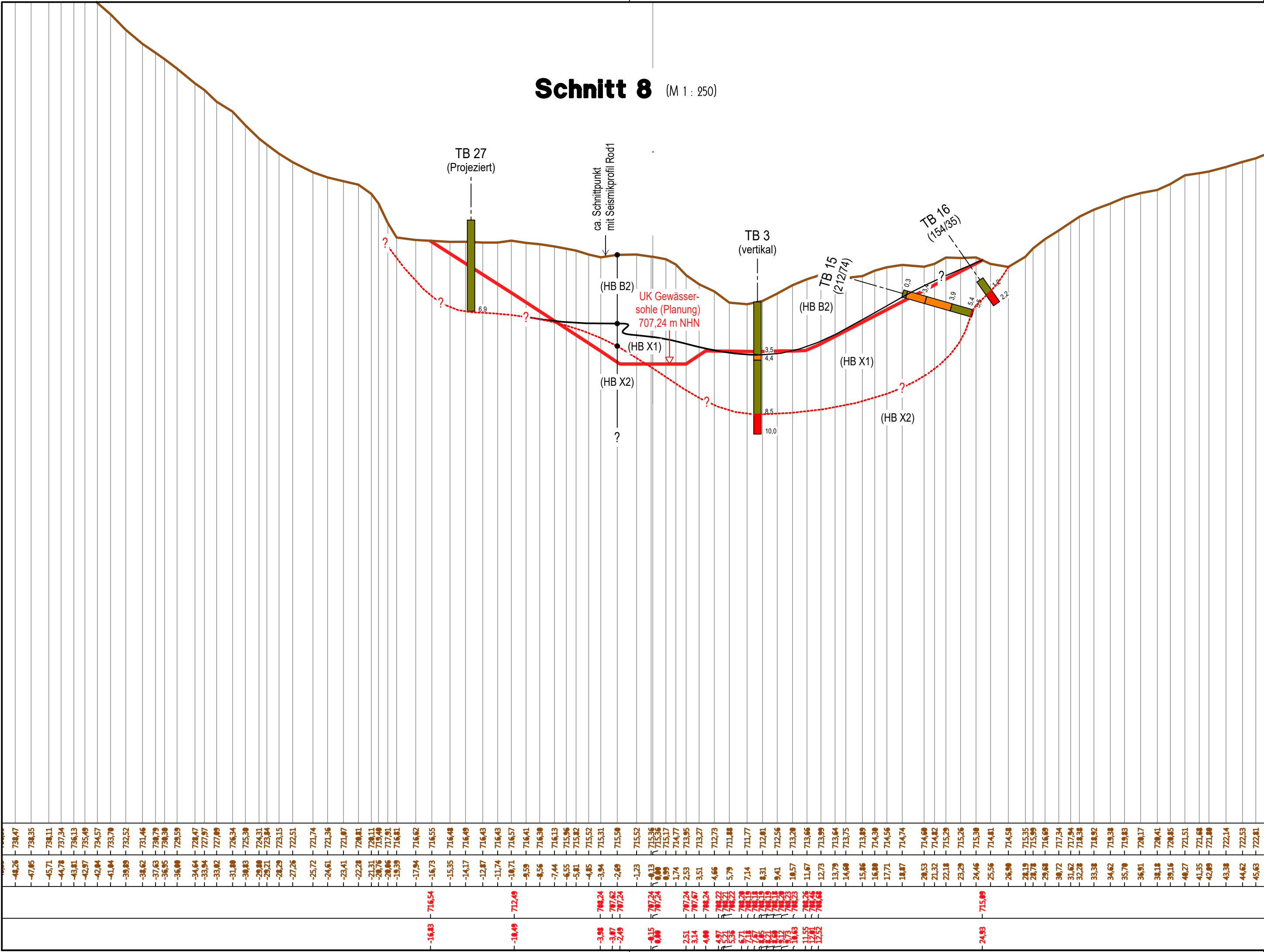
- | | |
|---|---|
|  | leicht - mittelschwer bohrbar (Murschutt, ± steinig) |
|  | mittelschwer - schwer bohrbar (Blockschutt, größere Blöcke) |
|  | sehr schwer - sehr sehr schwer bohrbar (vermutlich anstehender Fels) |
| TB 7
(60/57) | Tastbohrung, schräg; Richtung = 160°, Neigung = 57° |
|  | abgeleitete Felsoberfläche (mit Berücksichtigung der seismischen Messungen) |

Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
HB B2 - Murschutt
HB X1 - Blockschutt
HB X2 - Festgestein

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL GEOTECHNIK BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER				
Landkreis Berchtesgadener Land				
PROJEKT				
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee				
PLANINHALT				
Schnitt 7				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 250	SA	28.08.2023	TL	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B 225583		2.7		

Schnitt 8 (M 1 : 250)



Legende:

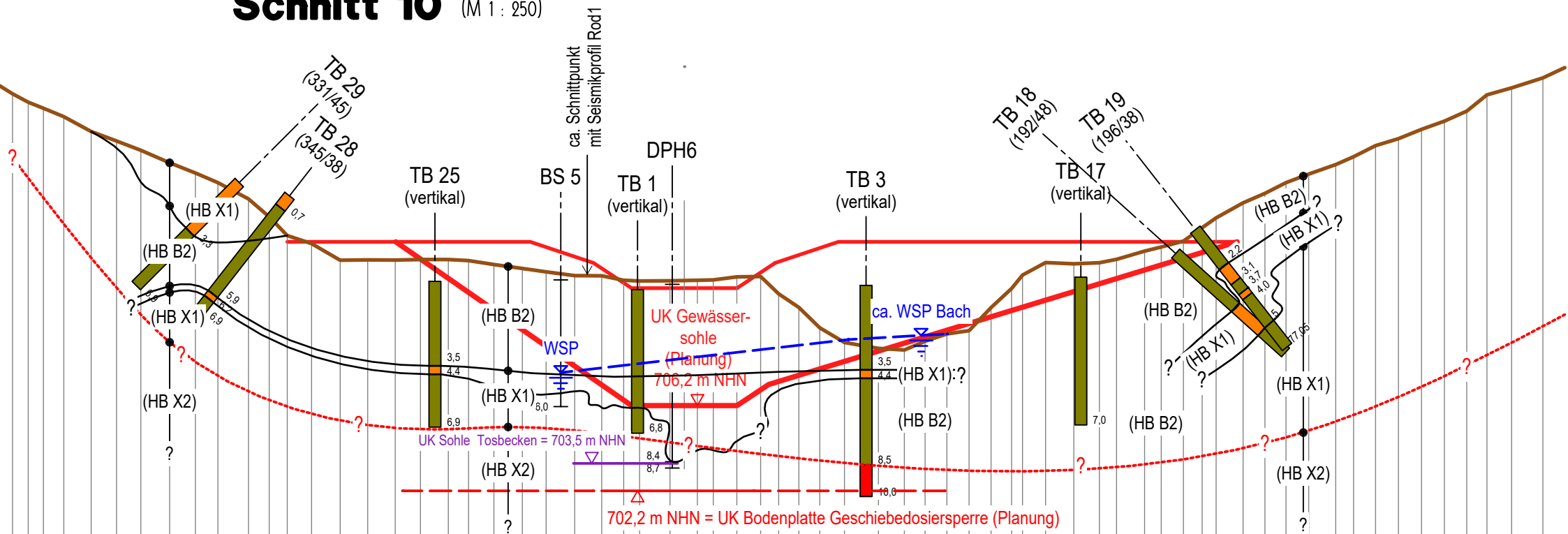
- leicht - mittelschwer bohrbar (Murschutt, ± steinig)
- mittelschwer - schwer bohrbar (Blockschutt, größere Blöcke)
- sehr schwer - sehr sehr schwer bohrbar (vermutlich anstehender Fels)
- TB 7 (160/57) Tastbohrung, schräg; Richtung =160°, Neigung = 57°
- abgeleitete Felsoberfläche (mit Berücksichtigung der seismischen Messungen)

Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
- HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
- HB B2 - Murschutt
- HB X1 - Blockschutt
- HB X2 - Festgestein

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL				
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER				
Landkreis Berchtesgadener Land				
PROJEKT				
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee				
PLANINHALT				
Schnitt 8				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 250	SA	28.08.2023	TL	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B 225583		2.8		

Schnitt 10 (M 1 : 250)



Legende:

- leicht - mittelschwer bohrbar (Murschutt, ± steinig)
- mittelschwer - schwer bohrbar (Blockschutt, größere Blöcke)
- sehr schwer - sehr sehr schwer bohrbar (vermutlich anstehender Fels)
- TB 7 (160/57) Tastbohrung, schräg; Richtung =160°, Neigung = 57°
- abgeleitete Felsoberfläche (mit Berücksichtigung der seismischen Messungen)
- Grund- /Schichtwasserspiegel (zum Erkundungszeitpunkt)

Legende Homogenbereiche (HB)

- HB B1a - Auffüllungen - Bruchschotter
- HB B1b - Auffüllungen - Bodengemische
- HB B2 - Murschutt
- HB X1 - Blockschutt
- HB X2 - Festgestein

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung		geänd. am	Name
CRYSTAL				
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER				
Landkreis Berchtesgadener Land				
PROJEKT				
Wiederaufbau Kunsteisbahn Königssee				
PLANINHALT				
Schnitt 10				
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
M 1 : 250		SA	28.08.2023	TL
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE	
B 225583			2.9	

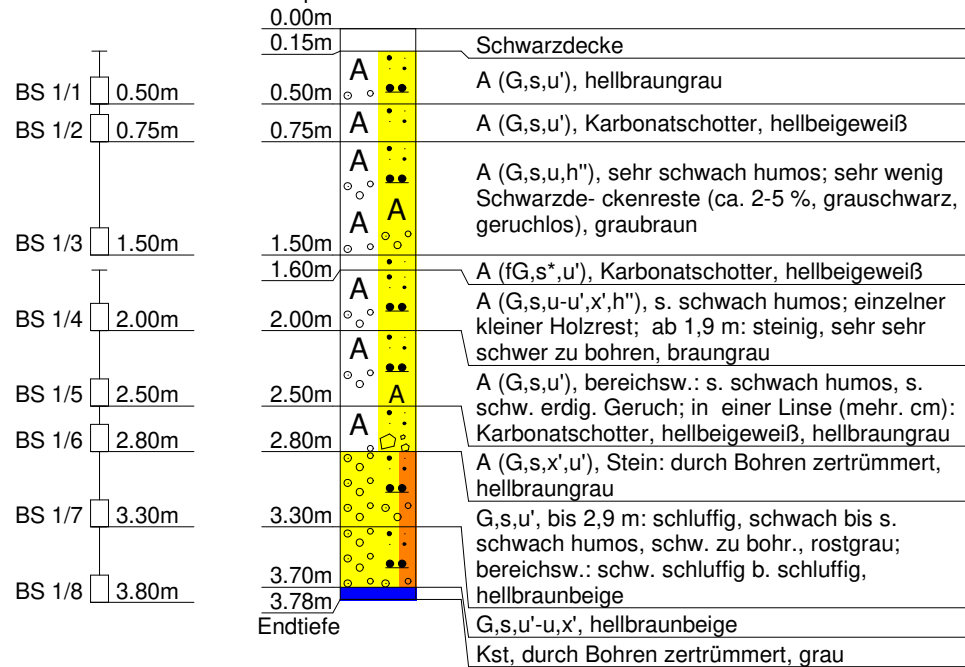
Anlage (3)

PROFILE DER BOHR- UND RAMMSONDIERUNGEN (3.1 – 3.2)

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 22.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.1

BS 1

Ansatzpunkt: 702.35 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 25.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.2

BS 2A

Ansatzpunkt: 704.16 m NHN

BS 2/1  0.43m

0.00m

0.40m

0.43m

Endtiefe



G,s,x',u', bis 0,1 m: schwach sandig, hellgrau

G,s,u' (A?), hellbraungrau

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 25.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.3

BS 2B

Ansatzpunkt: 704.21 m NHN

0.00m



G,s,x',u', bis 0,1 m: schwach sandig, hellgrau

0.40m

0.43m/

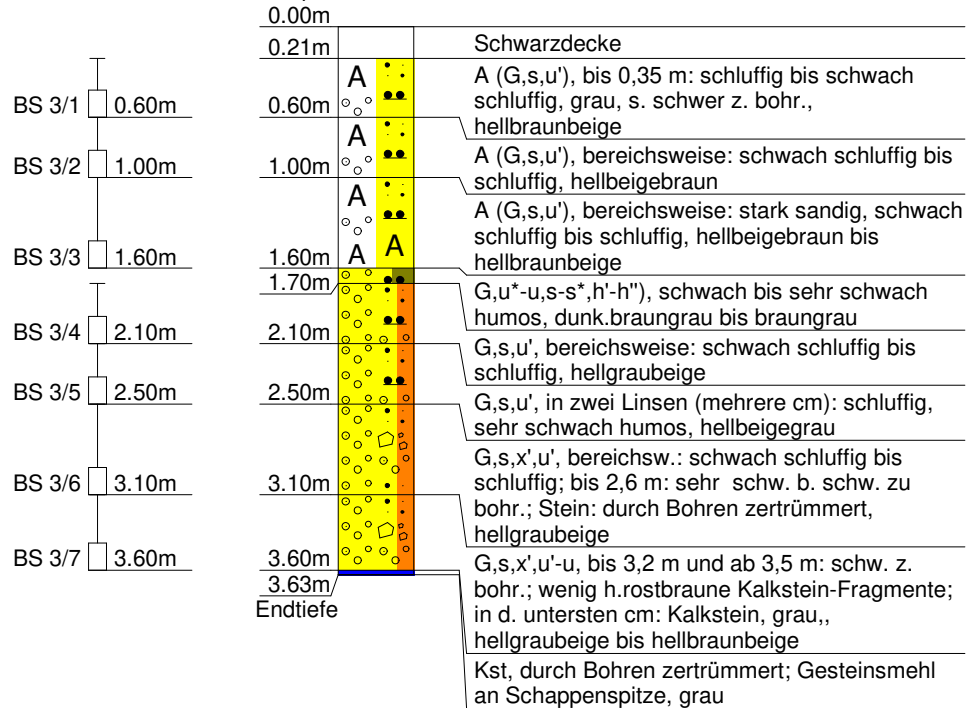
Endtiefe

G,s,u' (A?), hellbraungrau

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 22.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.4

BS 3

Ansatzpunkt: 718.14 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 16.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50 / 1: 10	Anlage : 3.1.5

BS 4

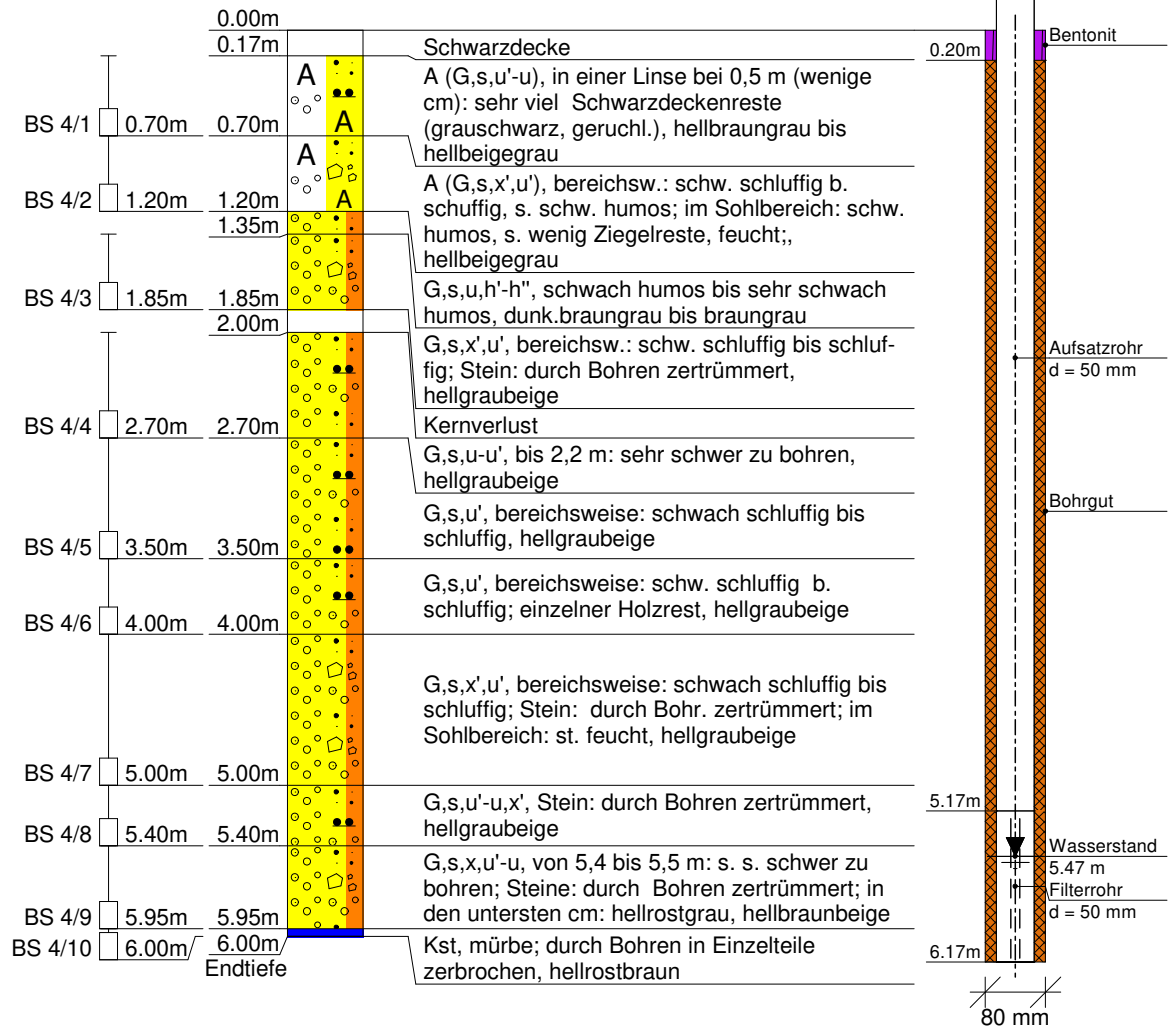
Ansatzpunkt: 719.94 m NHN

Pegelausbau

Rammpegel RP/BS 4
(Stahlrammpegel 2 Zoll)

POK = 720,77 m NHN

+0.83m Aufsatzkappe
+0.83 m



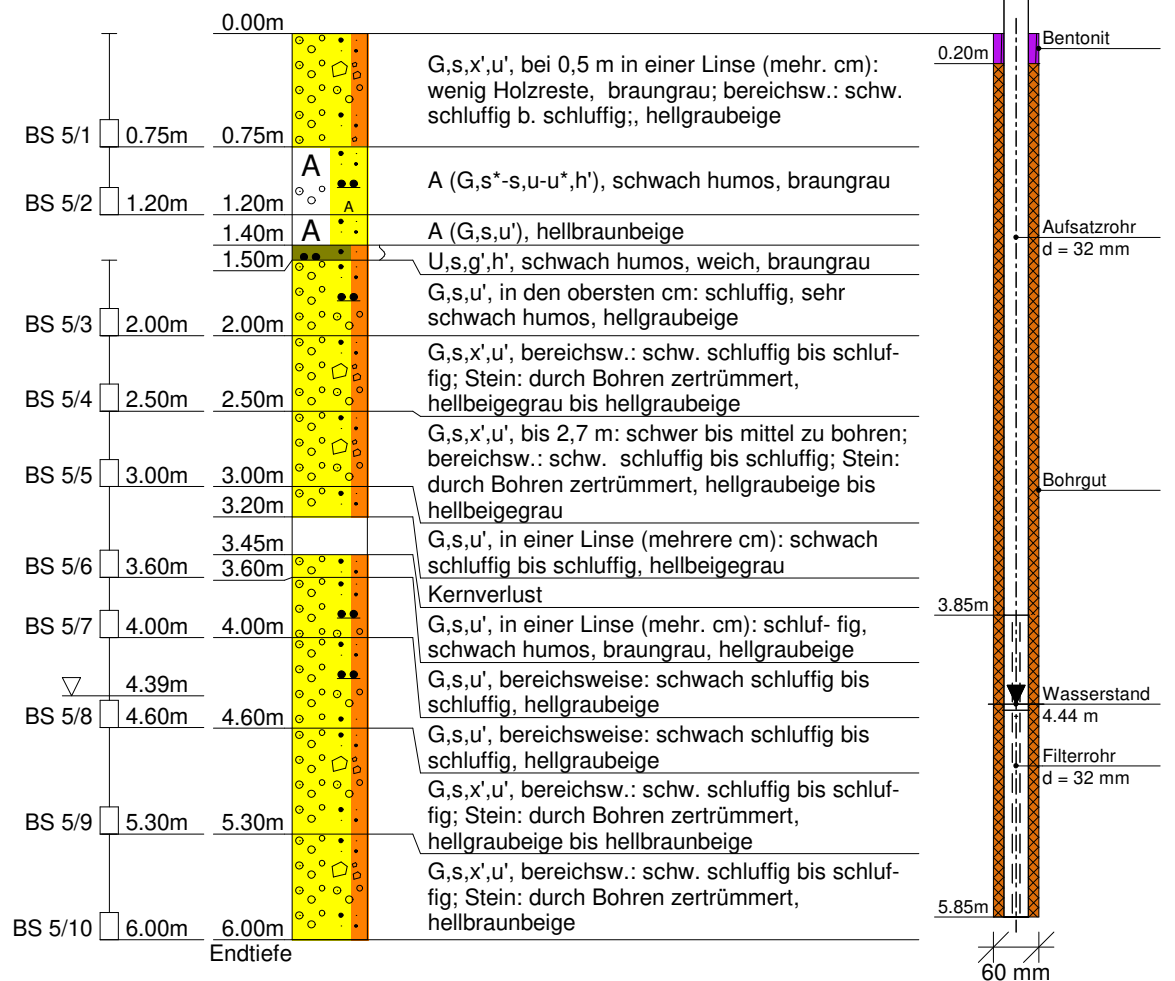
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50 / 1: 10	Anlage : 3.1.6

BS 5

Ansatzpunkt: 712.19 m NHN

Pegelausbau

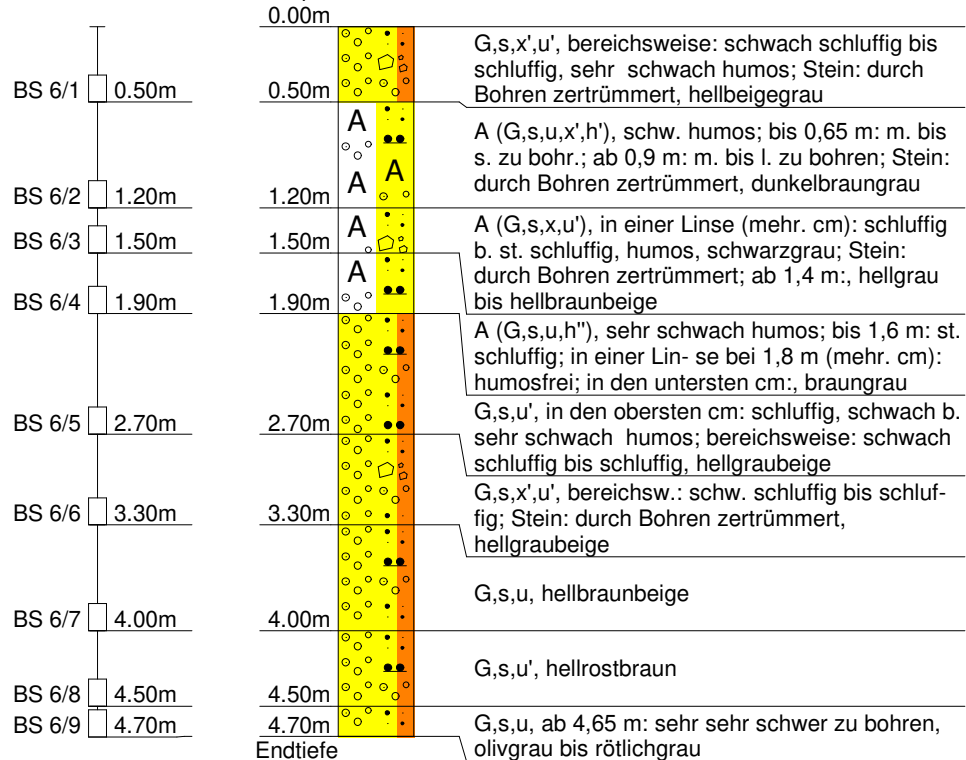
Rammpegel RP/BS 5
(Stahlrammpegel 1,25 Zoll)
POK = 713,34 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 19.05.2023
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.1.7

BS 6

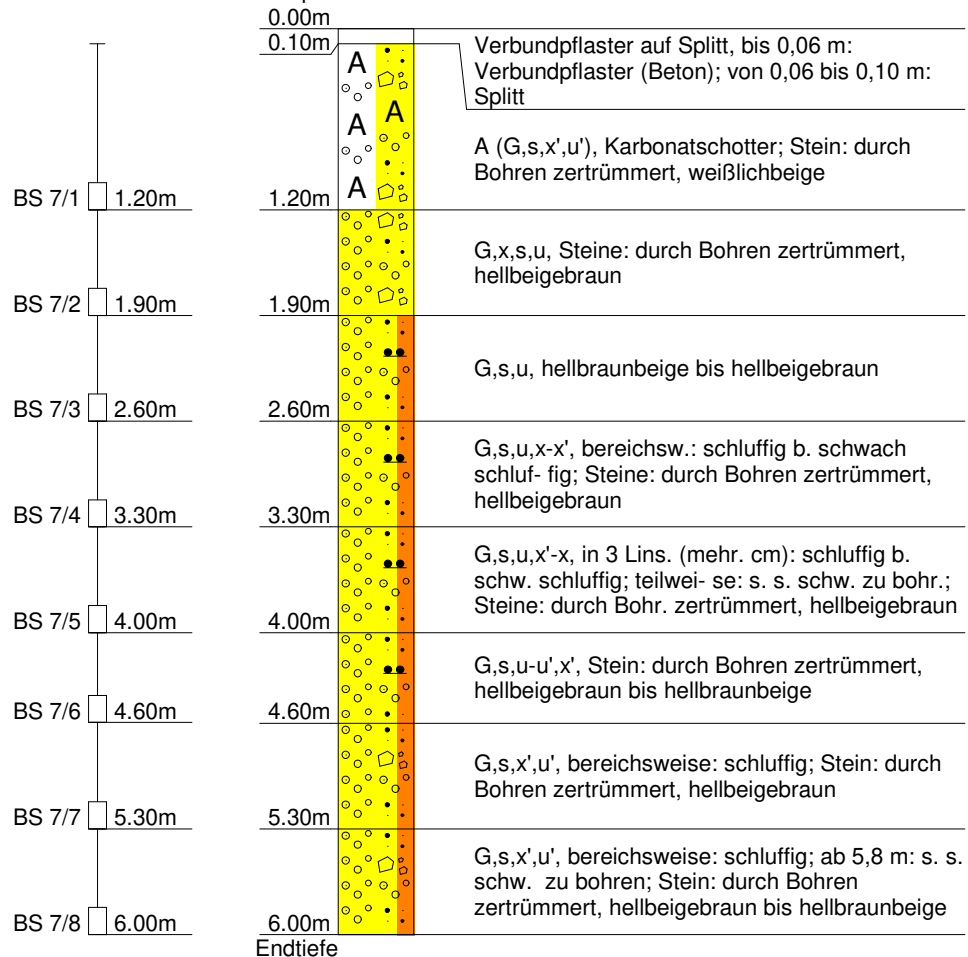
Ansatzpunkt: 714.45 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 23.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.8

BS 7

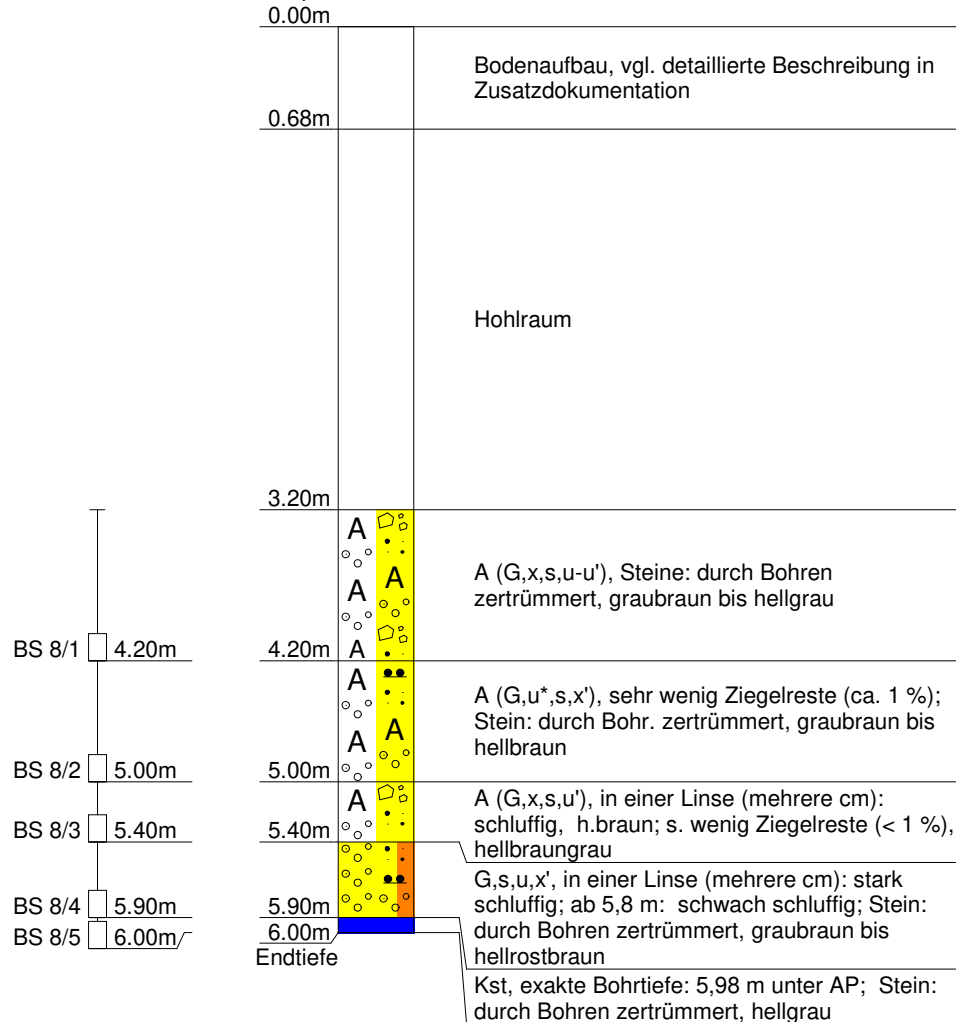
Ansatzpunkt: 703.09 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 19.06.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.9

BS 8

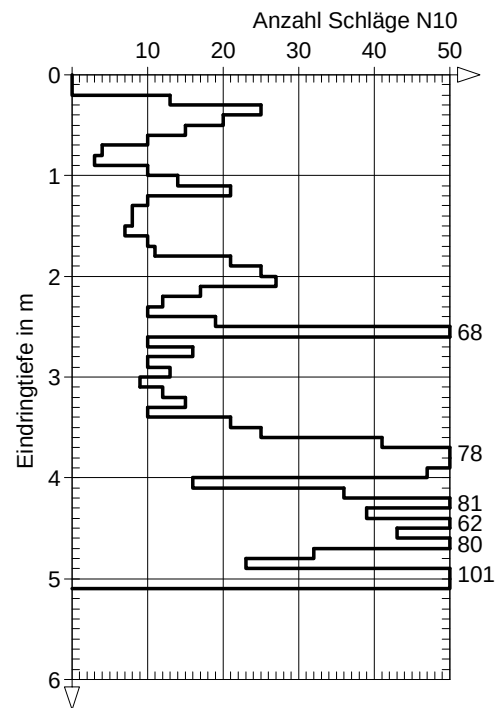
Ansatzpunkt: 707.15 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 15.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.1

DPH 1

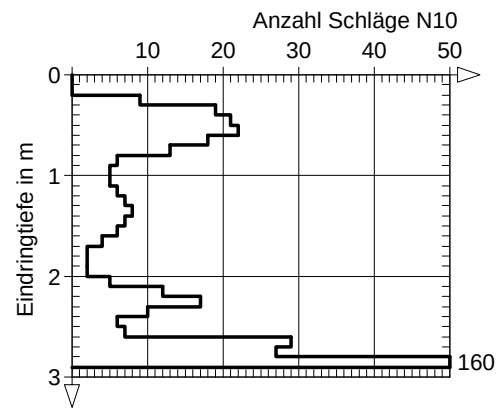
Ansatzpunkt: 699.65 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 15.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.2

DPH 2

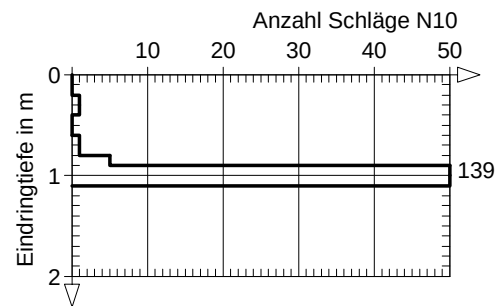
Ansatzpunkt: 702.19 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 25.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.3

DPH 3

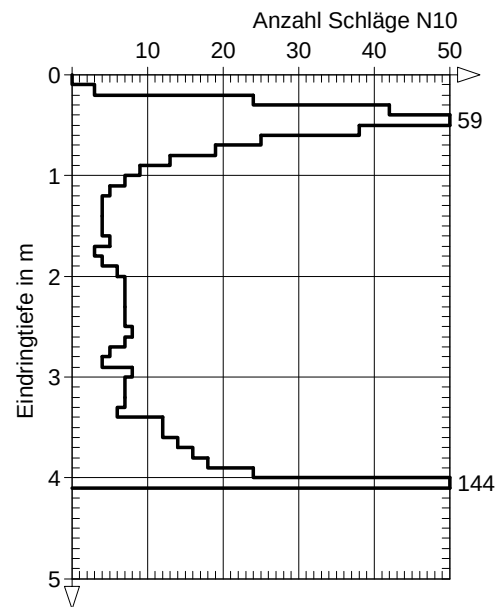
Ansatzpunkt: 703.73 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 15.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.4

DPH 4

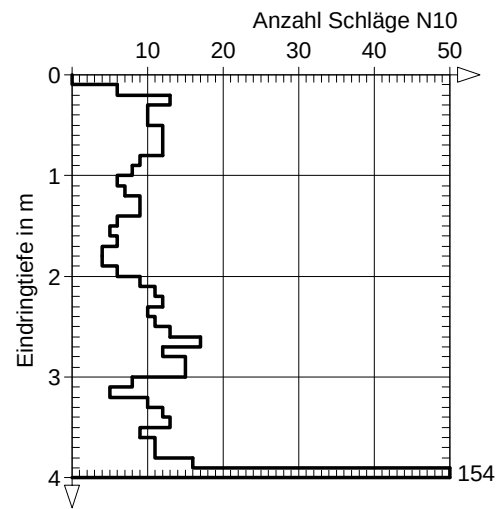
Ansatzpunkt: 716.99 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 15.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.5

DPH 5

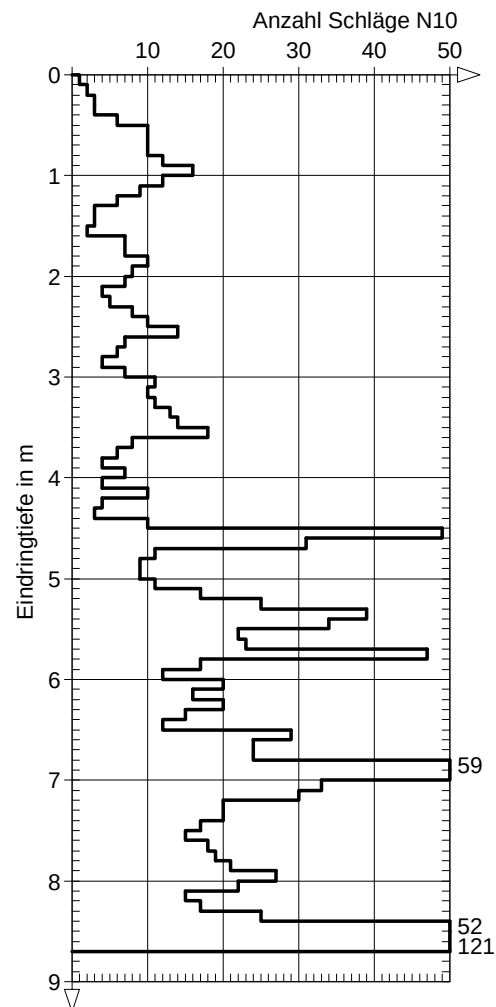
Ansatzpunkt: 722.35 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.6

DPH 6

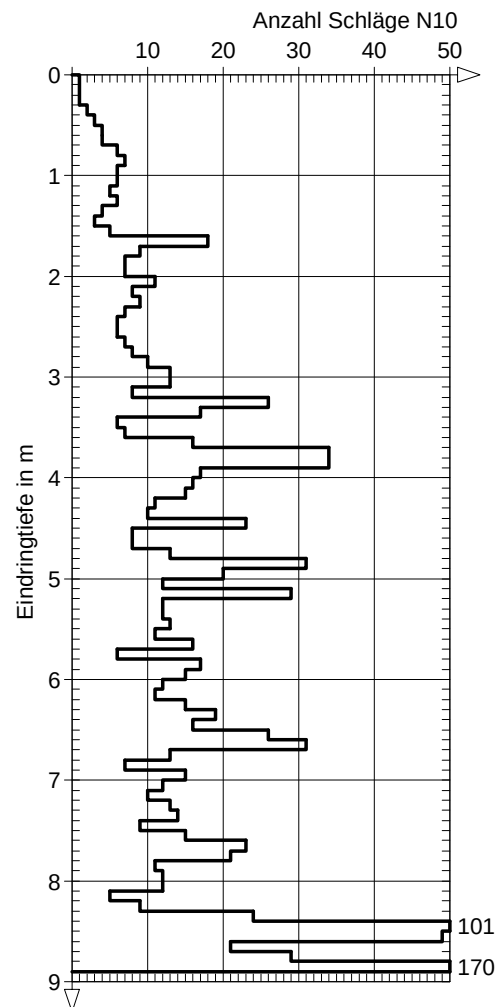
Ansatzpunkt: 711.98 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 19.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.7

DPH 7

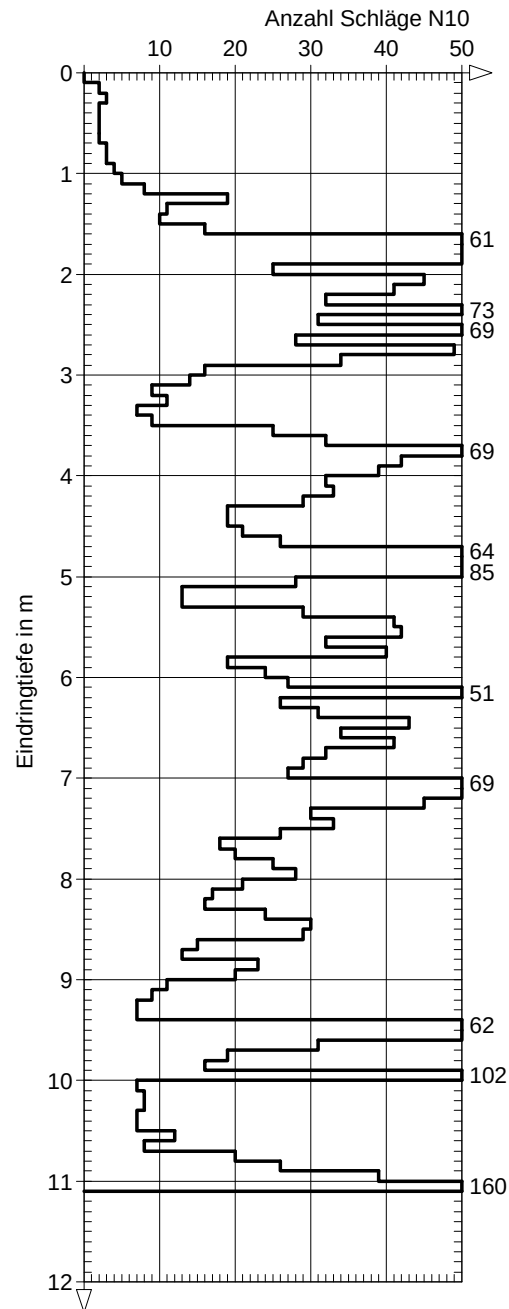
Ansatzpunkt: 714.25 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 22.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.8

DPH 8

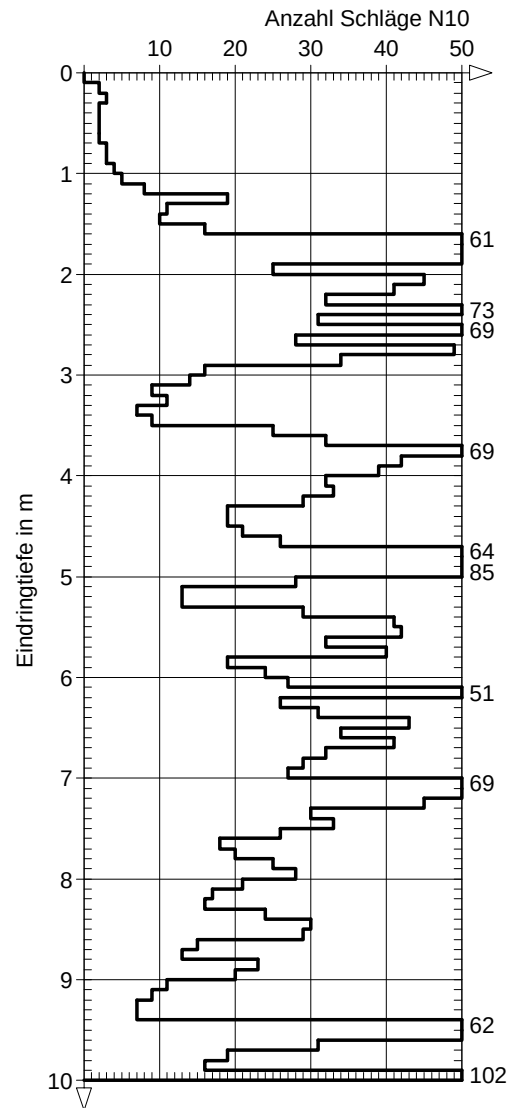
Ansatzpunkt:GOK



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 22.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.9

DPH 8_Abä.

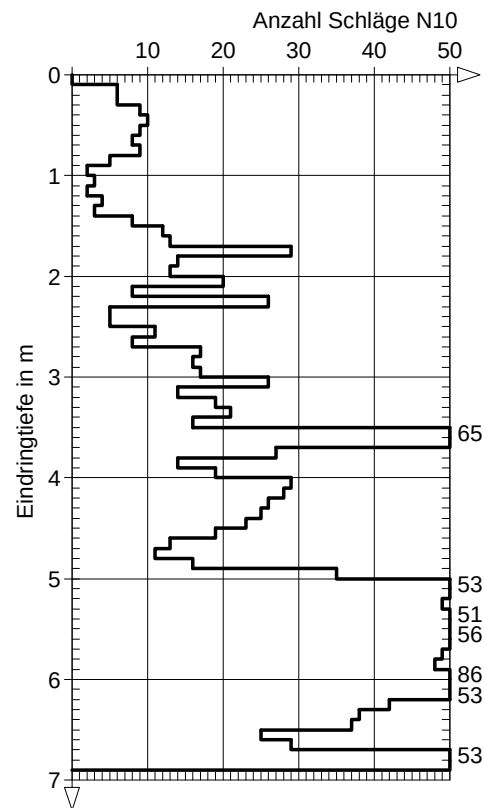
Ansatzpunkt: 703.08 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 25.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.10

DPH 9

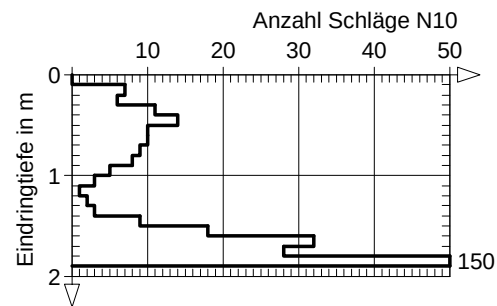
Ansatzpunkt: 703.09 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 25.05.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.11

DPH 10

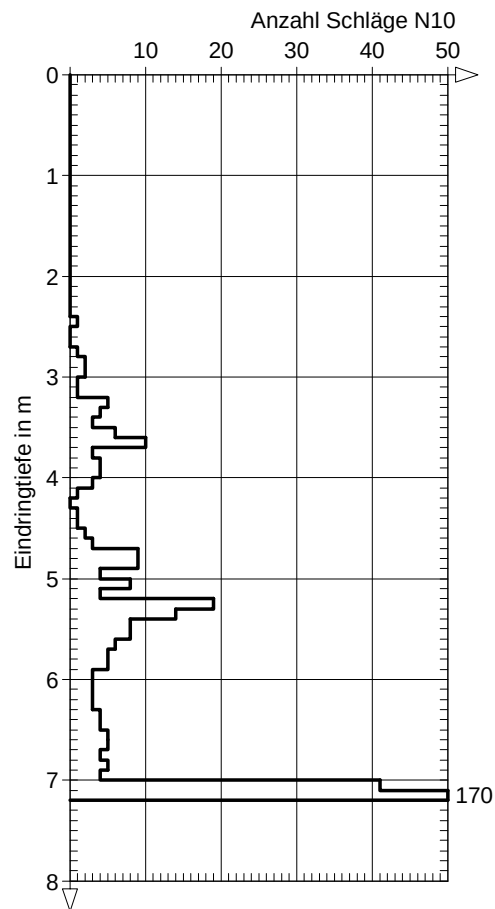
Ansatzpunkt: 703.10 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 19.06.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.12

DPH 11

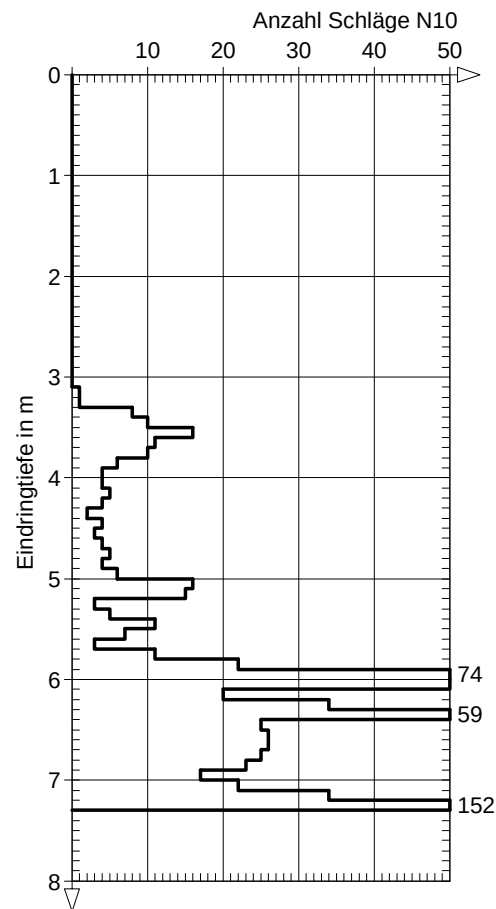
Ansatzpunkt: 707.21 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Eisarena Königsee	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 225583	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 19.06.2023	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 75	Anlage : 3.2.13

DPH 12

Ansatzpunkt: 707.11 m NHN



Anlage (4)

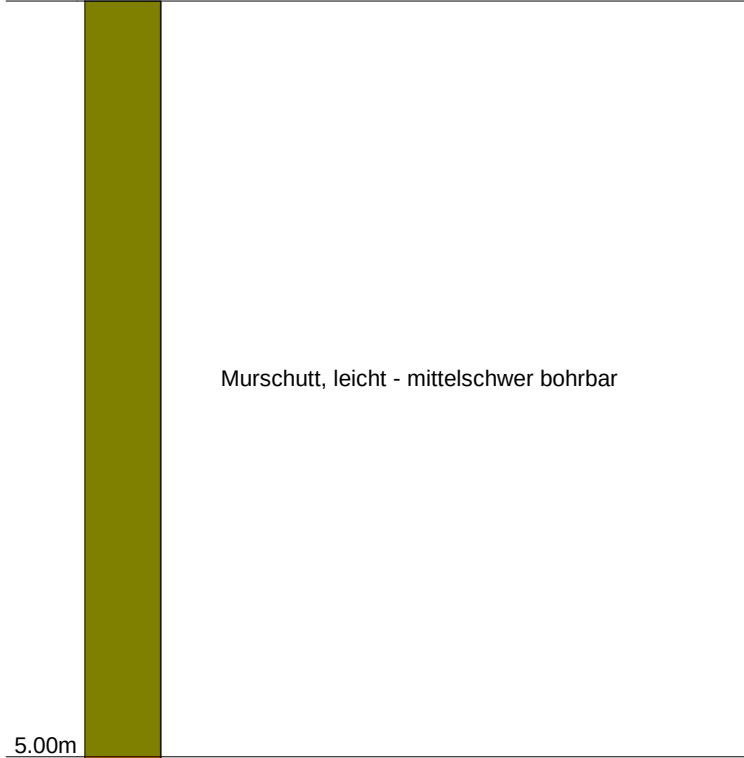
PROFILE DER TASTBOHRUNGEN (TB)

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.1

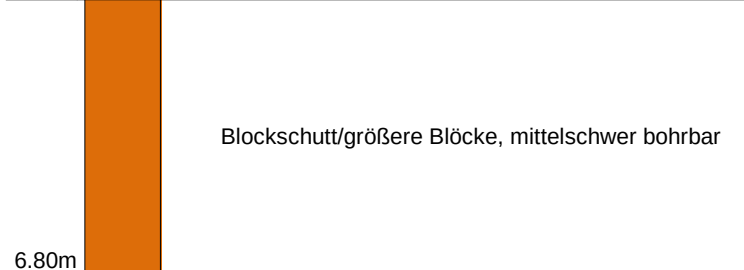
TB 1_vertikal

Ansatzpunkt: 711.73 m NHN

0.00m



5.00m



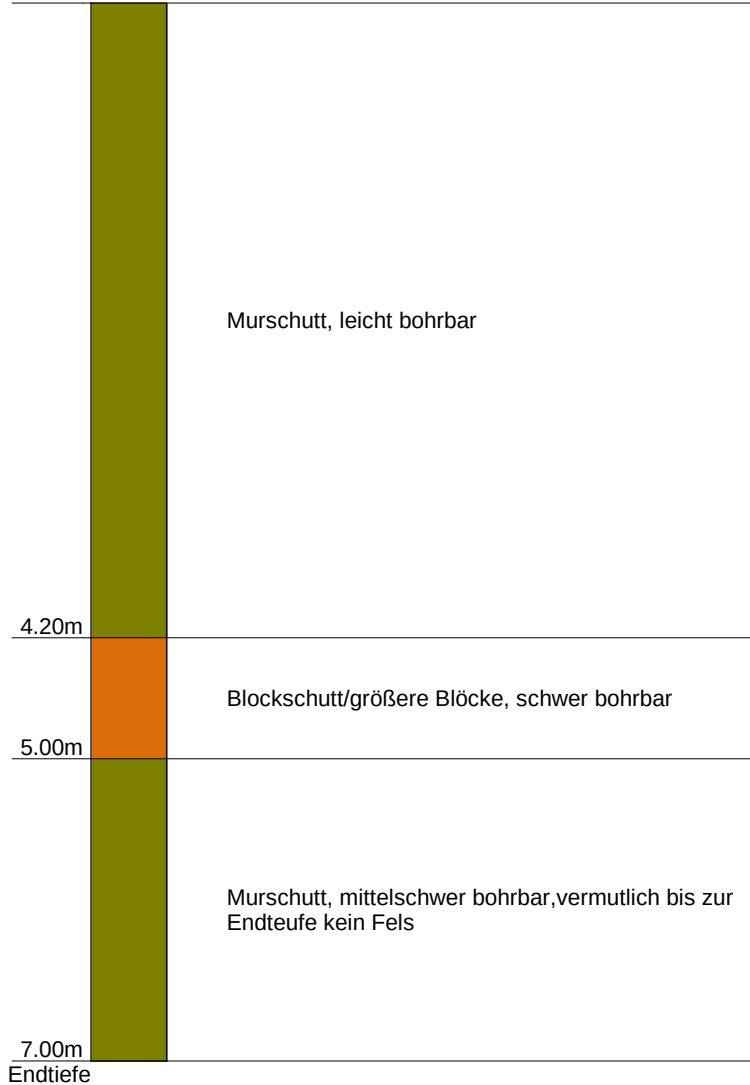
6.80m

Endtiefe

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.2

TB 2_vertikal

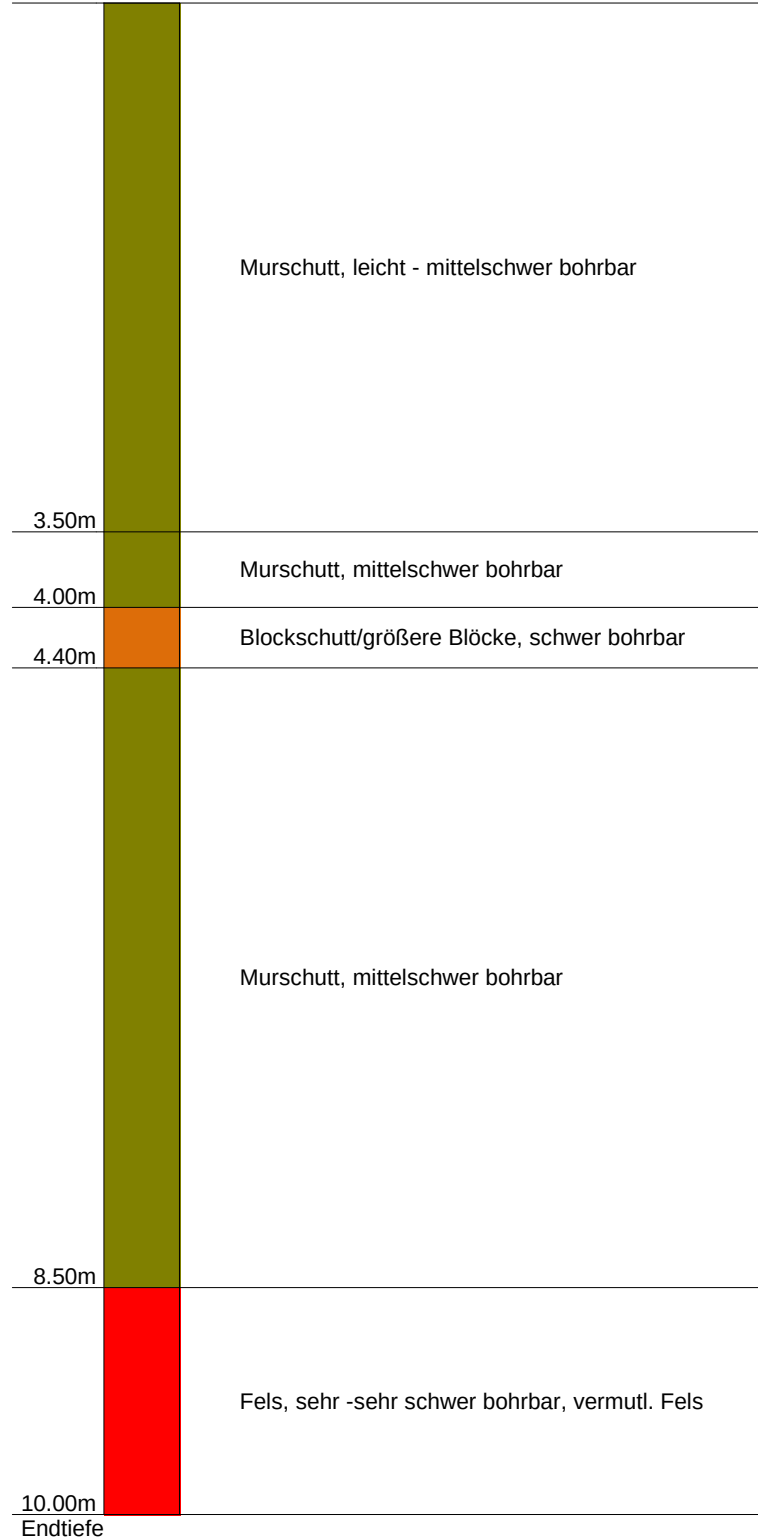
Ansatzpunkt: 711.60 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.3

TB 3_vertikal

Ansatzpunkt: 711.93 m NHN
0.00m

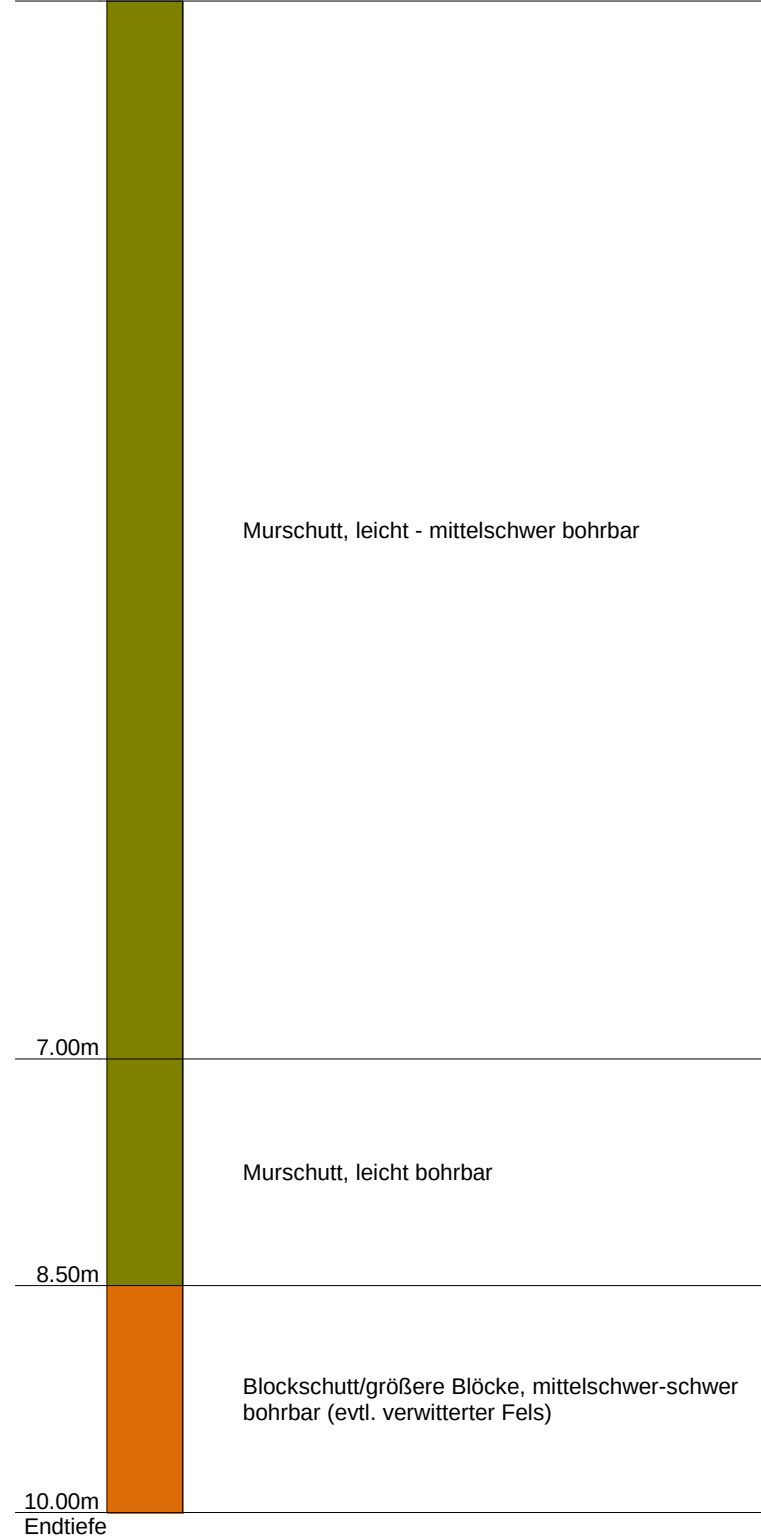


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.4

TB 4_355/73

Ansatzpunkt: 722.82 m NHN

0.00m

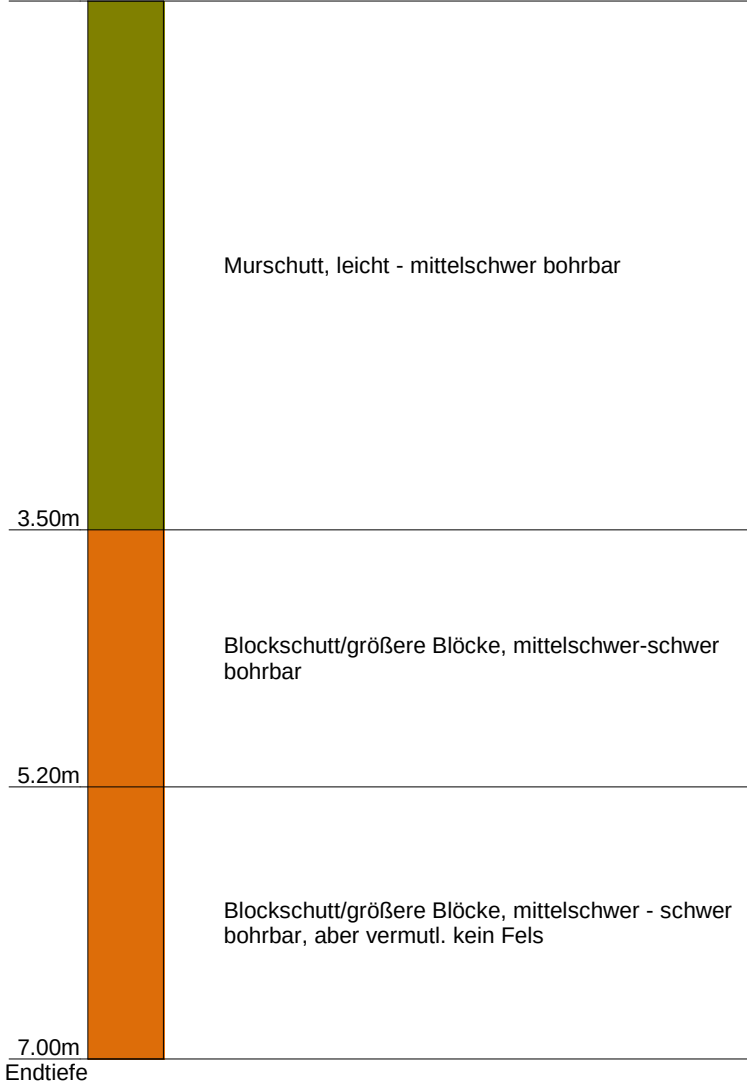


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.5

TB 5_vertikal

Ansatzpunkt: 717.49 m NHN

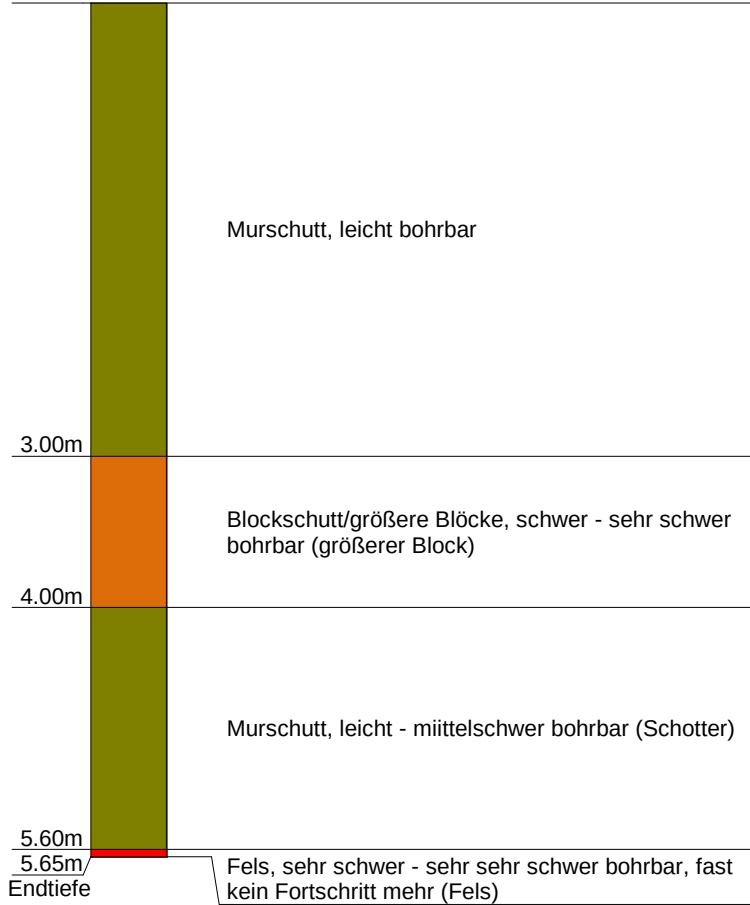
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.6

TB 6_vertikal

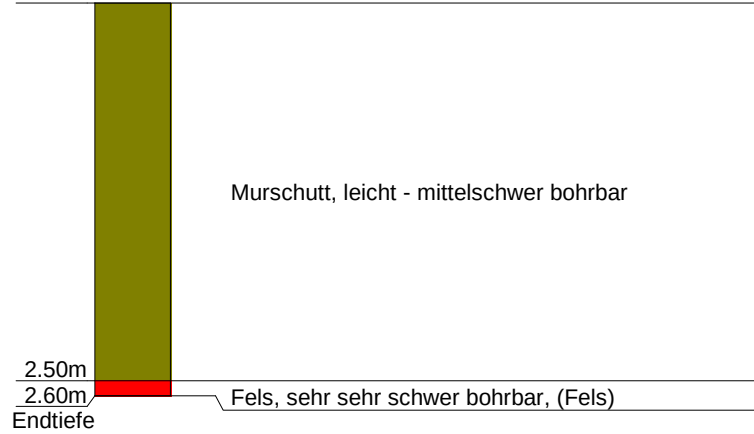
Ansatzpunkt: 717.45 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab :	1: 50	Anlage : 4.7

TB 7_160/57

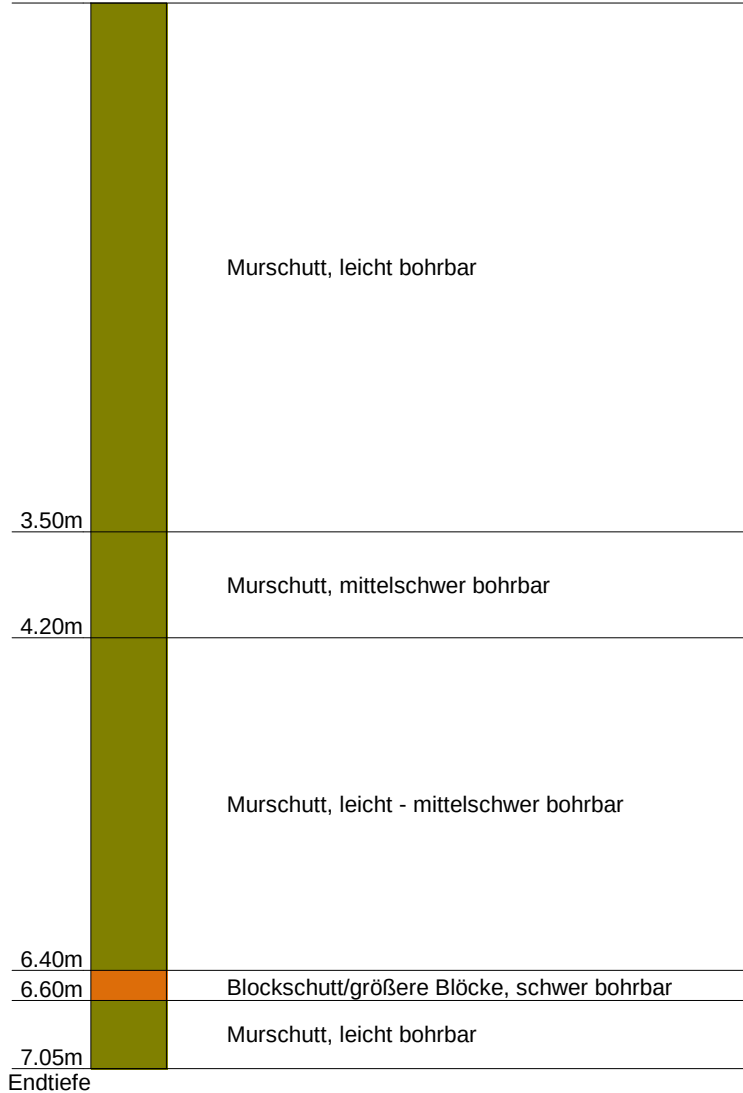
Ansatzpunkt: 717.70 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab :	1: 50	Anlage : 4.8

TB 8_vertikal

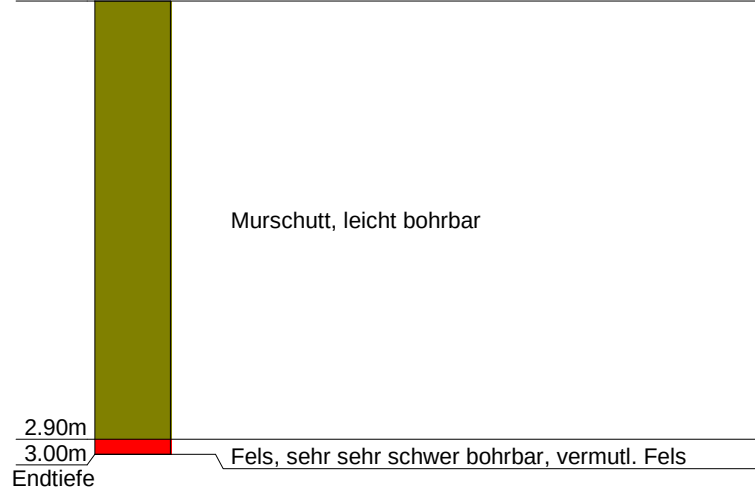
Ansatzpunkt: 714.66 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.9

TB 9_189/55

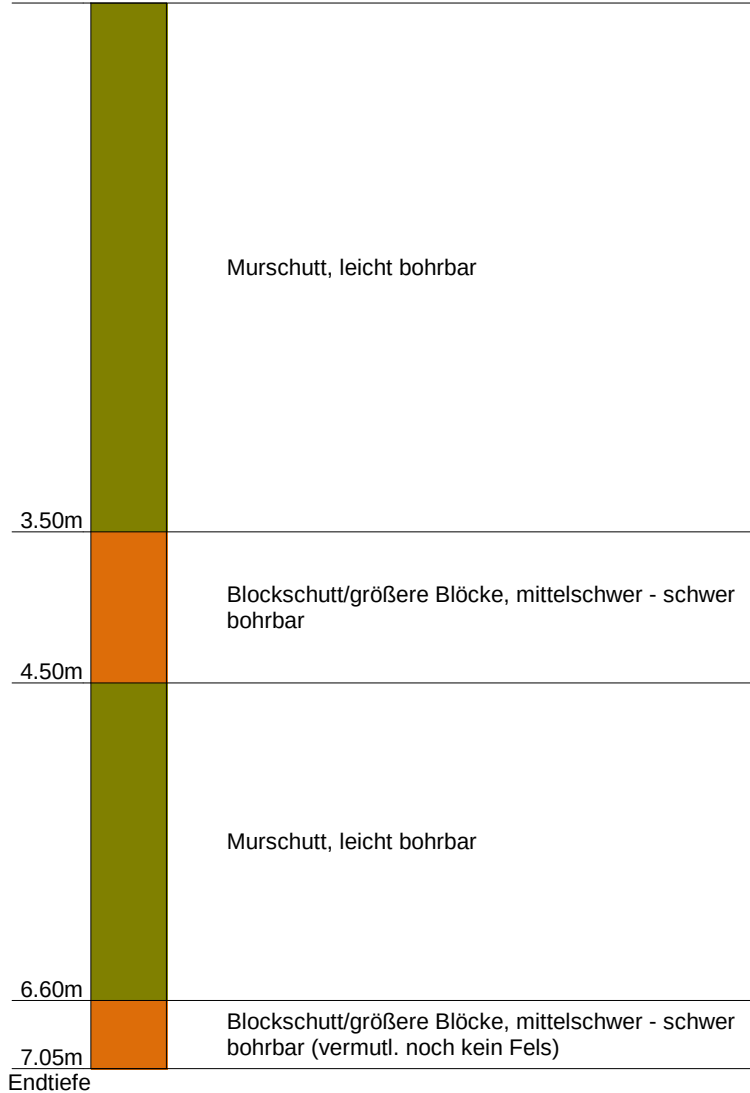
Ansatzpunkt: 718.19 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.10

TB 10_234/75

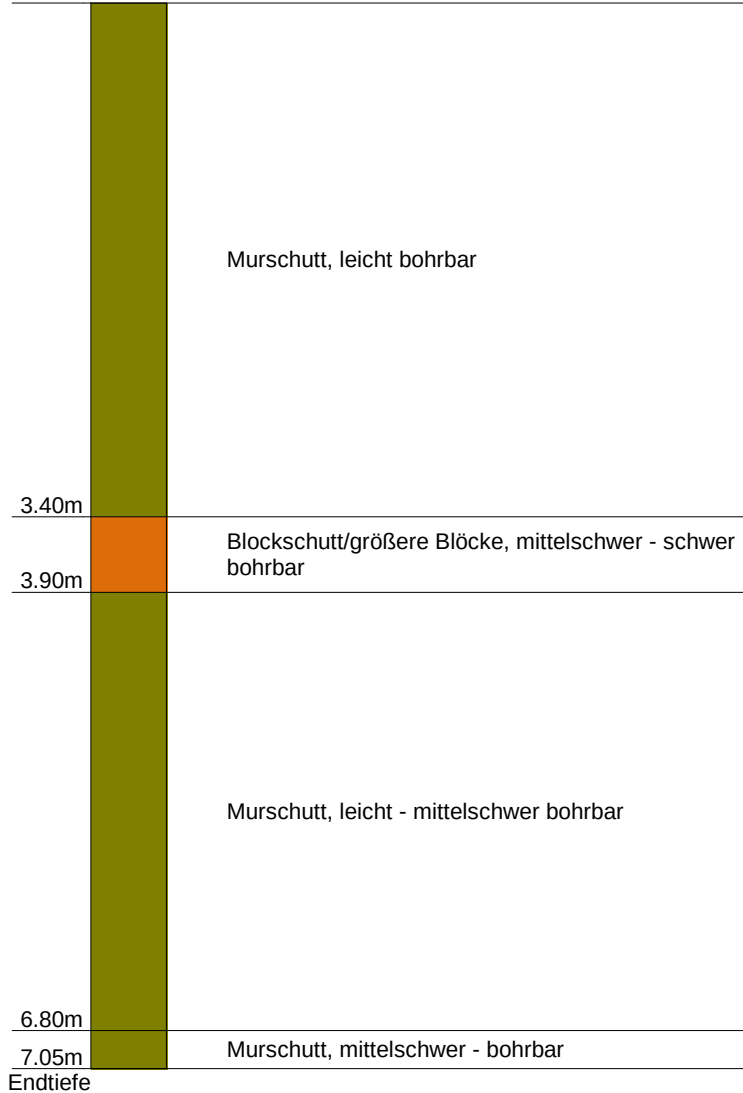
Ansatzpunkt: 718.02 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.11

TB 11_vertikal

Ansatzpunkt: 716.50 m NHN
0.00m

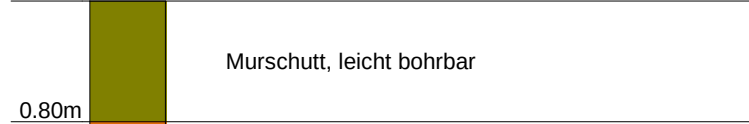


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50		Anlage : 4.12

TB 12_190/45

Ansatzpunkt: 716.50 m NHN

0.00m



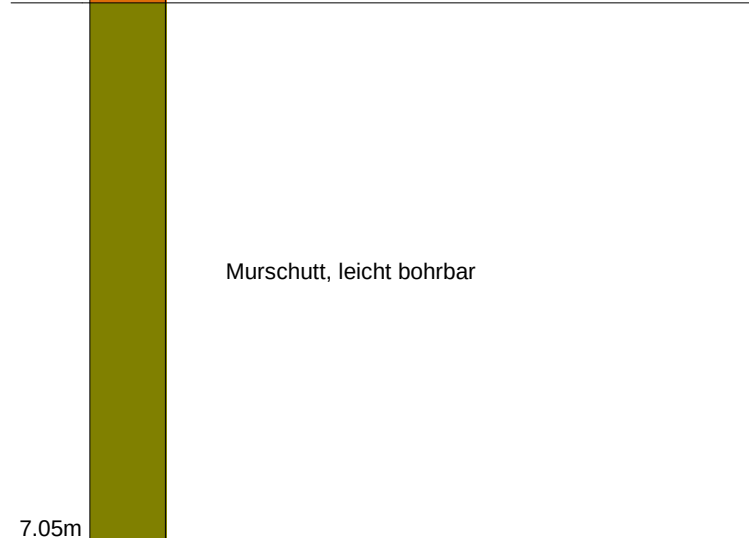
0.80m



1.70m



3.50m



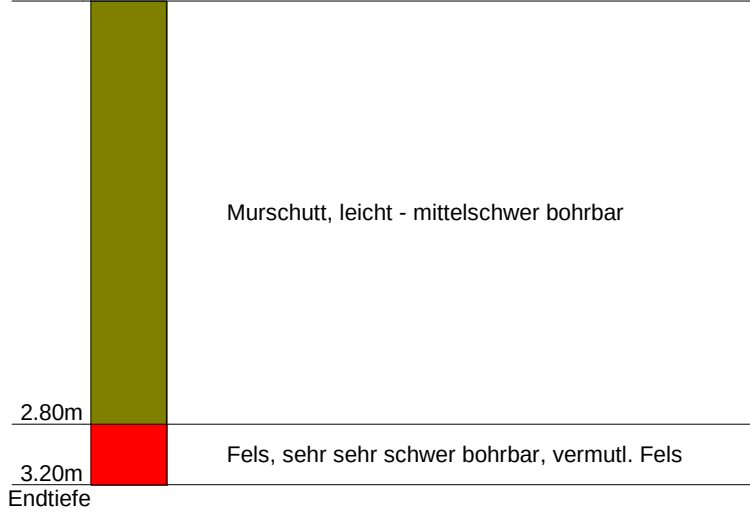
7.05m

Endtiefe

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.13

TB 13_192/52

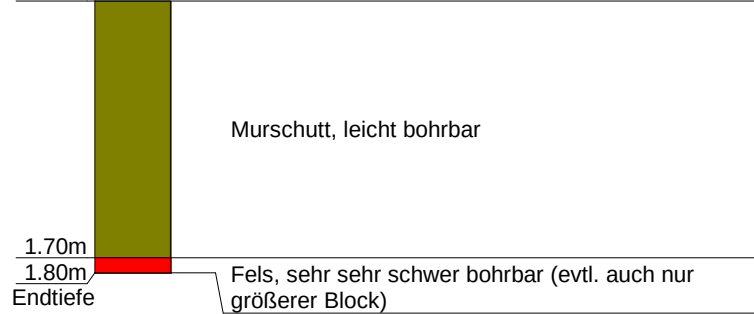
Ansatzpunkt: 716.51 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50		Anlage : 4.14

TB 14_vertikal

Ansatzpunkt: 711.63 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.15

TB 15_212/74

Ansatzpunkt: 712.57 m NHN

0.00m

0.30m

Murschutt, leicht bohrbar

1.80m

Blockschutt/größere Blöcke, sehr sehr schwer bohrbar

3.80m

Blockschutt/größere Blöcke, schwer bohrbar

5.40m

5.50m

Endtiefe

Fels, sehr sehr schwer bohrbar

Murschutt, leicht bohrbar

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab :	1: 50	Anlage : 4.16

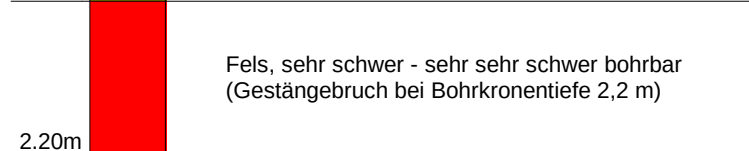
TB 16_154/35

Ansatzpunkt: 713.60 m NHN

0.00m



1.20m



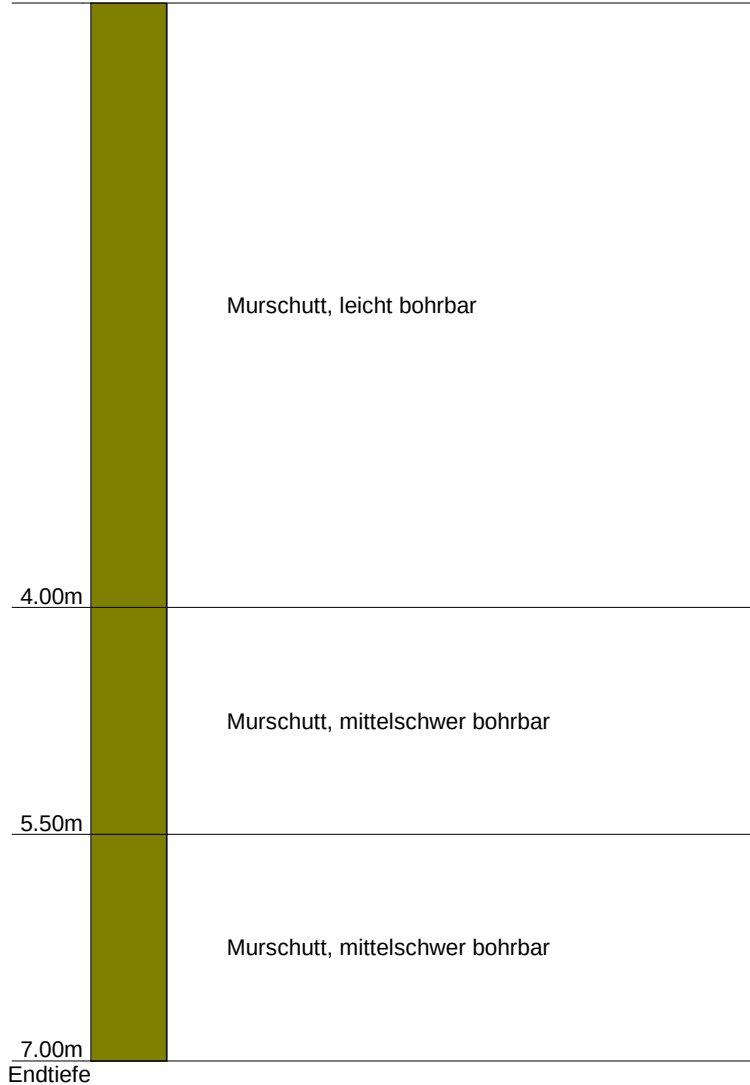
2.20m

Endtiefe

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.17

TB 17_265/80

Ansatzpunkt: 712.33 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.18

TB 18_192/48

Ansatzpunkt: 713.40 m NHN

0.00m

Murschutt, leicht - mittelschwer bohrbar

2.00m

Murschutt, mittelschwer bohrbar

2.60m

Murschutt, leicht bohrbar

3.80m

Blockschutt/größere Blöcke, mittelschwer - schwer bohrbar

5.50m

Murschutt, leicht - mittelschwer bohrbar (bis hierher vermutl. kein Fels)

7.00m

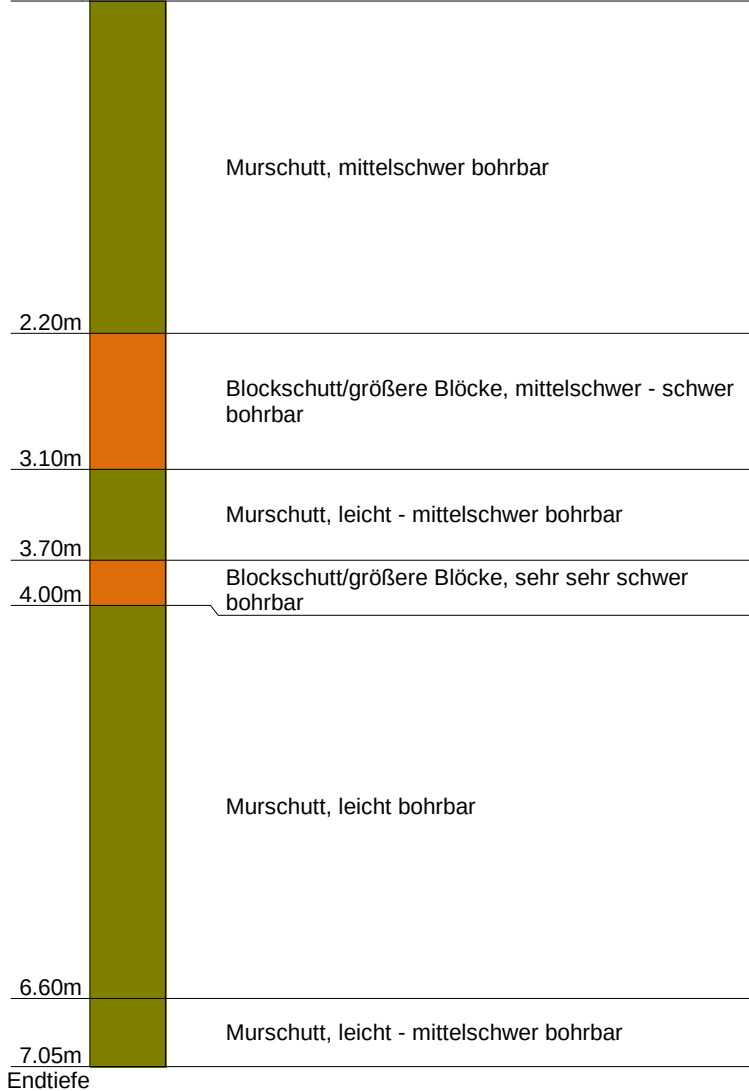
Endtiefe

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.19

TB 19_196/38

Ansatzpunkt: 714.57 m NHN

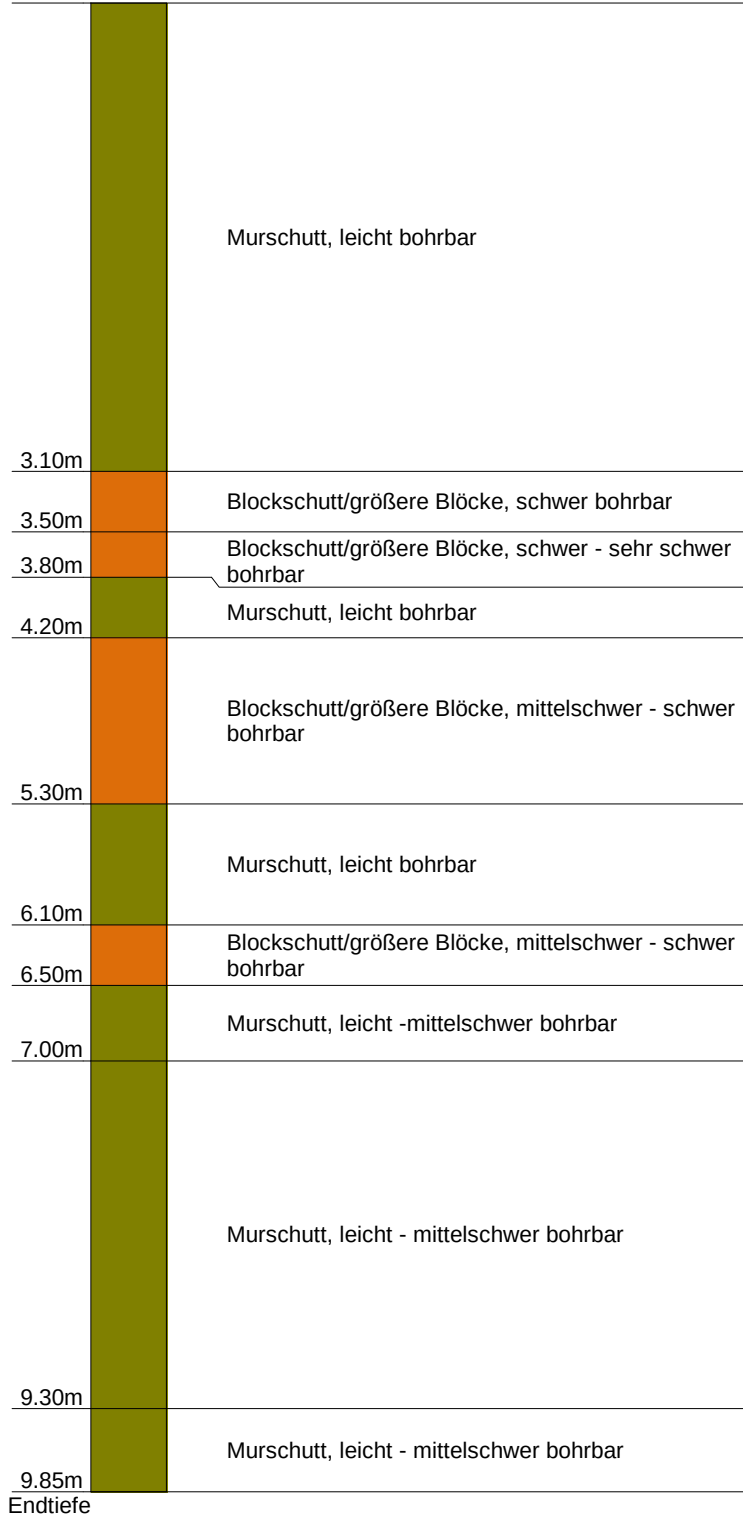
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.20

TB 20_vertikal

Ansatzpunkt: 706.00 m NHN
0.00m

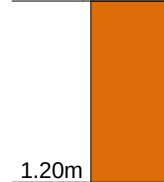


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.21

TB 21_190/48

Ansatzpunkt: 706.20 m NHN

0.00m



1.20m

Blockschutt/größere Blöcke , mittelschwer - schwer bohrbar

Murschutt, leicht bohrbar

2.50m

2.55m

Endtiefe

Blockschutt/größere Blöcke, sehr sehr schwer bohrbar, vermutl. größerer Block, Gerätebedingter Abbruch

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.22

TB 22_294/75

Ansatzpunkt: 705.00 m NHN

0.00m

0.80m

3.80m

5.40m

9.30m

9.80m

Endtiefe

Blockschutt/größere Blöcke , sehr sehr schwer
bohrbar

Murschutt, leicht bohrbar

Murschutt, leicht -mittelschwer bohrbar

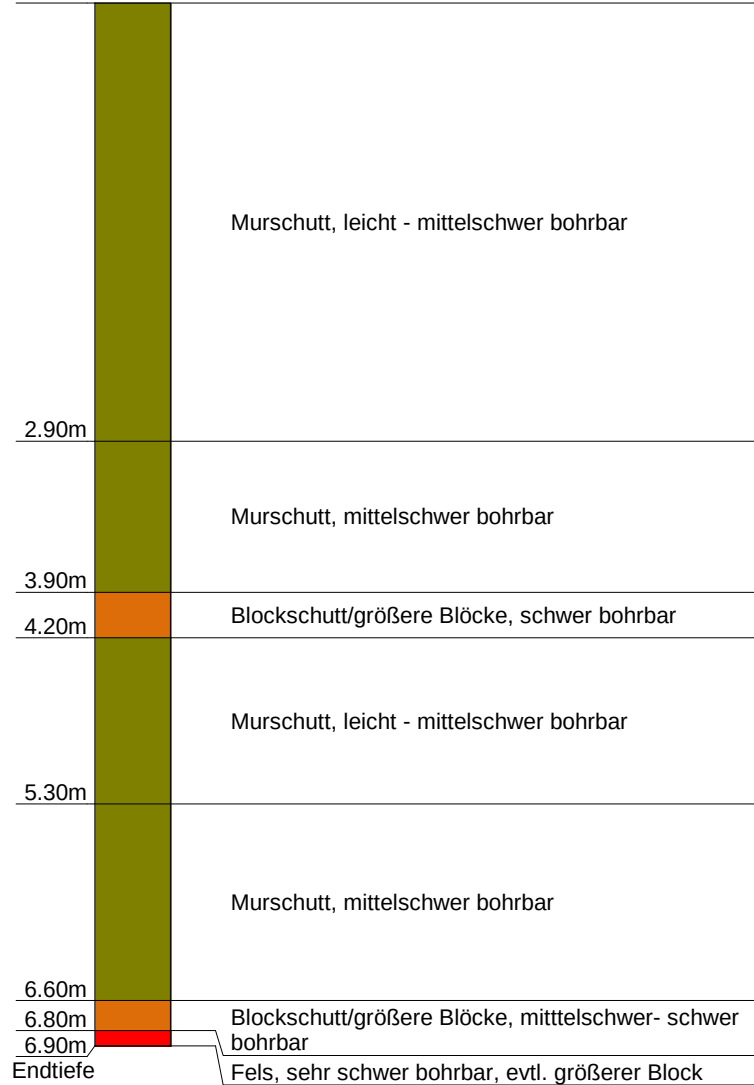
Murschutt, mittelschwer bohrbar, teils leicht bohrbar

Murschutt, mittelschwer bohrbar

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50		Anlage : 4.23

TB 23_vertikal

Ansatzpunkt: 706.12 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab :	1: 50	Anlage : 4.24

TB 24_vertikal

Ansatzpunkt: 709.74 m NHN

0.00m

0.50m

Murschutt, mittelschwer bohrbar

3.40m

4.10m

Blockschutt/größere Blöcke, mittelschwer - schwer bohrbar

5.70m

Murschutt, leicht bohrbar

6.90m

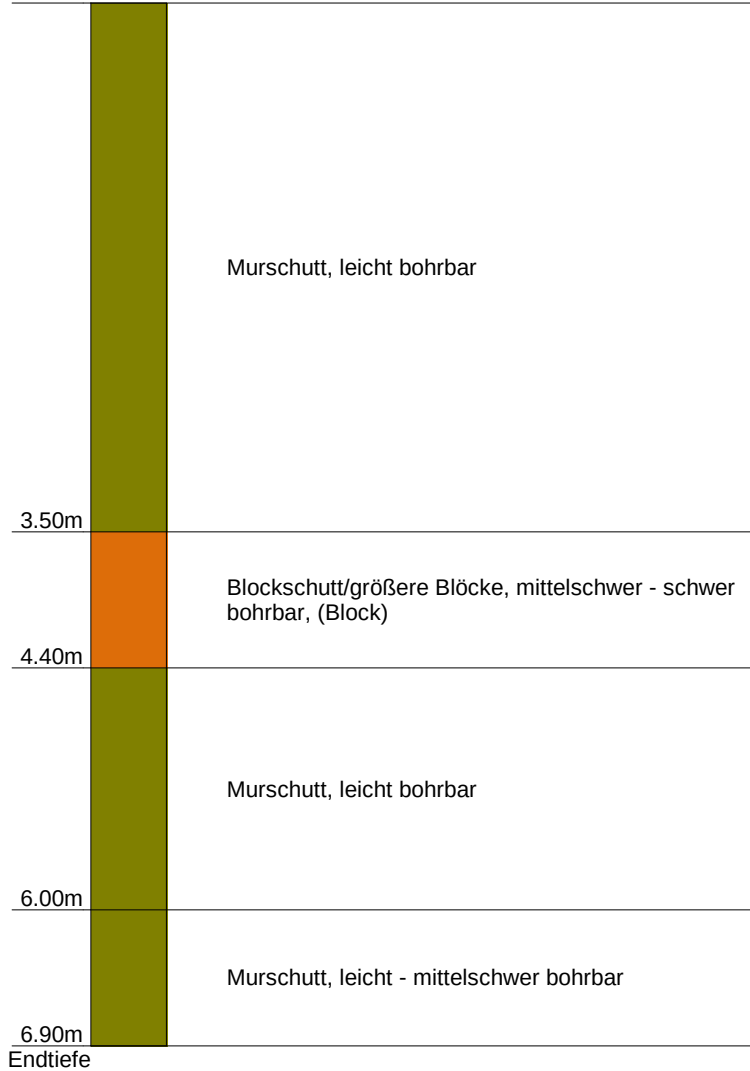
Endtiefe

Murschutt, leicht - mittelschwer bohrbar

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.25

TB 25_160/83

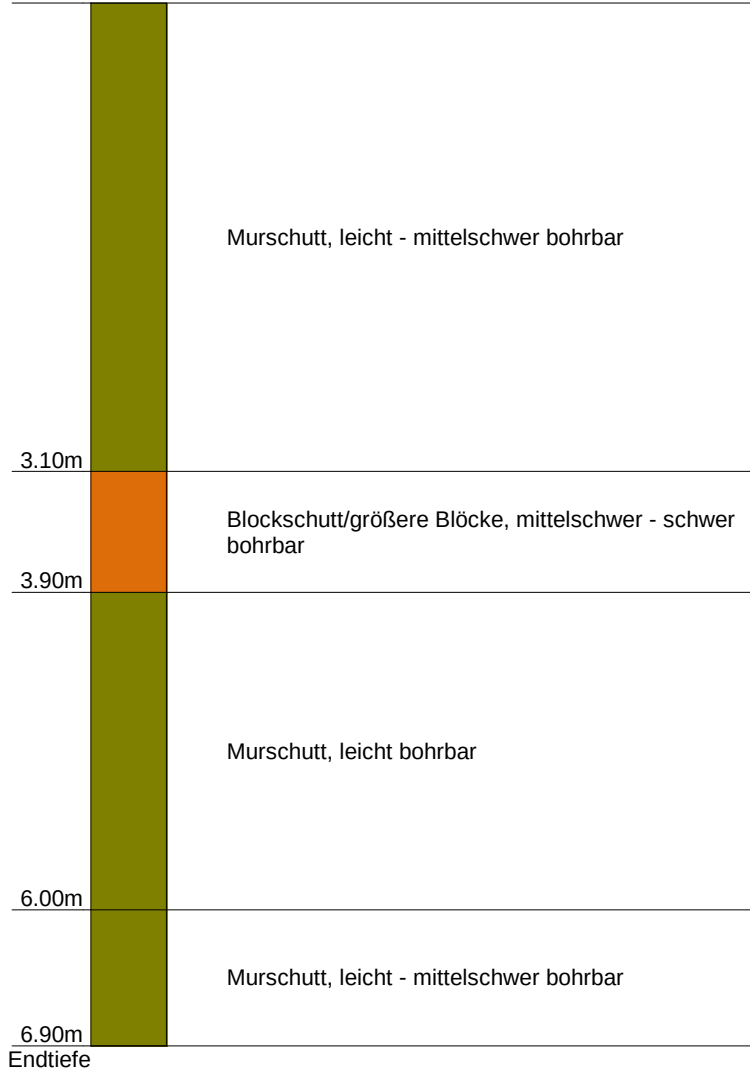
Ansatzpunkt: 712.10 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.26

TB 26_60/87

Ansatzpunkt: 715.10 m NHN
0.00m

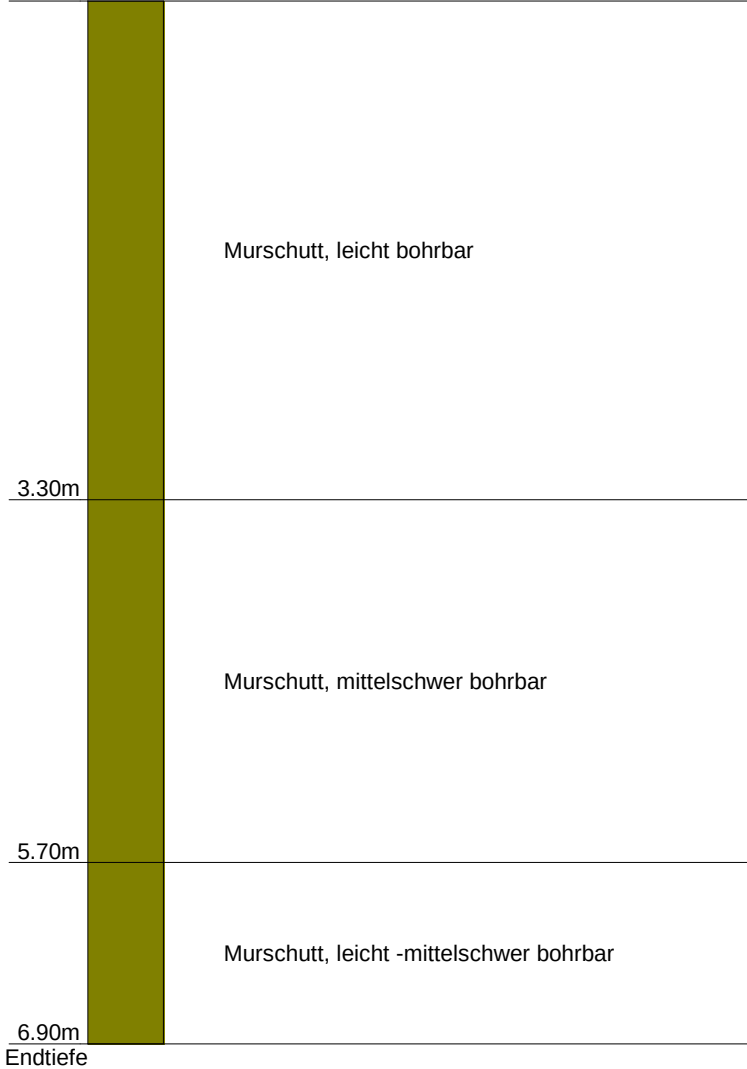


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab :	1: 50	Anlage : 4.27

TB 27_vertikal

Ansatzpunkt: 718.13 m NHN

0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.28

TB 28_345/38

Ansatzpunkt: 716.18 m NHN

0.00m



0.70m

Blockschutt/größere Blöcke, mittelschwer - schwer bohrbar

Murschutt, leicht - mittelschwer bohrbar

5.90m

6.20m

Blockschutt/größere Blöcke, mittelschwer - schwer bohrbar

6.90m

Endtiefe

Murschutt, leicht bohrbar

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Eisarena Königssee		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225583		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum :		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage :	4.29

TB 29_331/45

Ansatzpunkt: 716.80 m NHN

0.00m

Blockschutt/größere Blöcke, mittelschwer-schwer
bohrbar

1.30m

Blockschutt/größere Blöcke, schwer - sehr schwer
bohrbar (evtl. größerer Block)

3.30m

Murschutt, leicht - mittelschwer bohrbar

6.90m

Endtiefe

Anlage (5)

FOTODOKUMENTATION TASTBOHRUNGEN

TASTBOHRUNGEN



Abb. (1): **TB 1**; zwischen zerstörter Rodelbahn und Klingerbach (20.06.2023)



Abb. (2): **TB 2**; Derzeitige Sohle Klingerbach (20.06.2023)



Abb. (3): TB 3; Sohle Klingerbach, ca. 1,5 m neben TB 2 (20.06.2023)



Abb. (4): TB 4; oberhalb linker Böschung beim Rodelstart, schräg (20.06.2023)



Abb. (5): **TB 5**; Sohle Klingerbach, etwas unterhalb Rodelstart (20.06.2023)



Abb. (6): **TB 6**; Hangfuß rechte (südliche) Talflanke (20.06.2023)



Abb. (7): **SCH 7**; unweit TB6, jedoch schräg; man beachte die Felsaufschlüsse im linken Bildbereich (20.06.2023)



Abb. (8): **TB 8**; rechts des bestehenden Bachbettes (20.06.2023)



Abb. (9): **TB 9**; Schuttbereich rechts vom Klingerbach (20.06.2023)



Abb. (10): **TB 11**; südlich vom Klingerbach (20.06.2023)



Abb. (11): **TB 12**; Hangfuß südliche Talflanke, schräg (20.06.2023)



Abb. (12): **TB 14**; Einmündung Seitenbach in Klingerbach (20.06.2023)



Abb. (13): **TB 16**; südlicher Hangfuß, Bereich Zulauf Seitenbach (20.06.2023)



Abb. (14): **TB 17**; Stufen oberhalb Bestandsbebauung, südlich Klingerbach (21.06.2023)

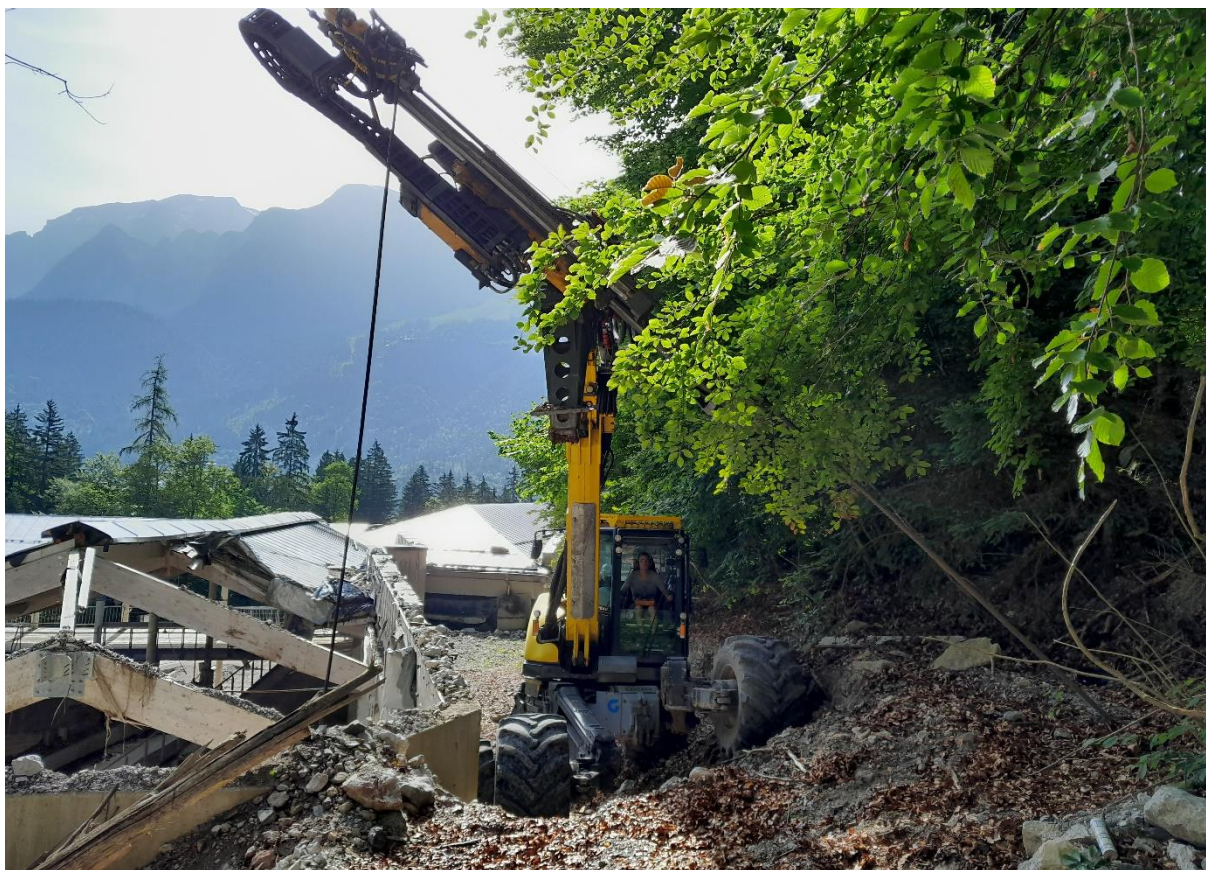


Abb. (15): **TB 18**; oberhalb TB 17, schräg (21.06.2023)



Abb. (16): **TB 20**; Südostecke Bobstartgebäude (21.06.2023)



Abb. (17): TB 21; Südostecke Bobstartgebäude (21.06.2023)



Abb. (18): TB 22; Südostecke Bobstartgebäude (21.06.2023)



Abb. (19): **TB 23**; nördliche Talseite, oberhalb Verladebrücke (21.06.2023)



Abb. (20): **TB 24**; nördliche Talseite, bei zerstörtem Bereich Rodelbahn (21.06.2023)



Abb. (21): **TB 25**; neben bestehender Rodelbahn, Straßenrand (21.06.2023)

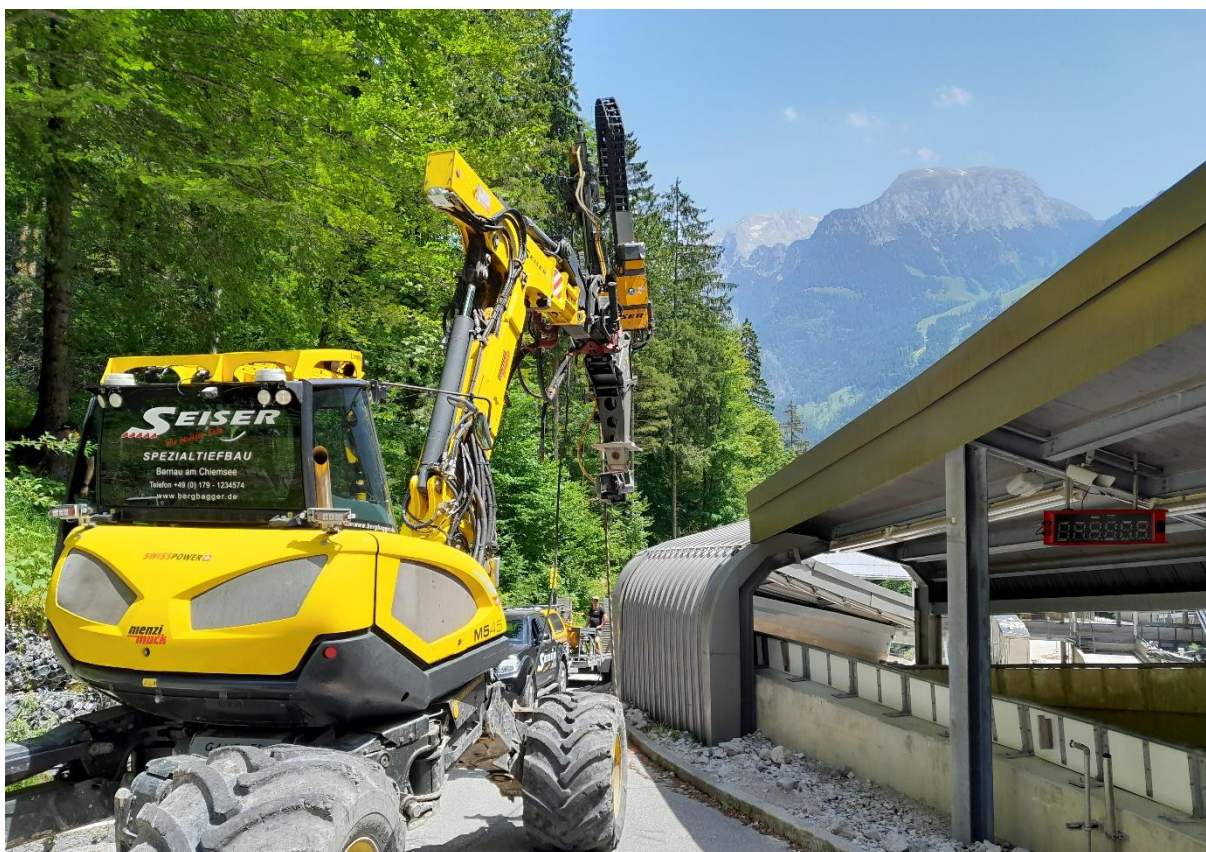


Abb. (22): **TB 26**; neben bestehender Rodelbahn, Straßenrand (21.06.2023)



Abb. (23): **TB 28**; linke (nördliche) Talflanke, oberhalb Fußweg, ca. Schnitt 10 (21.06.2023)

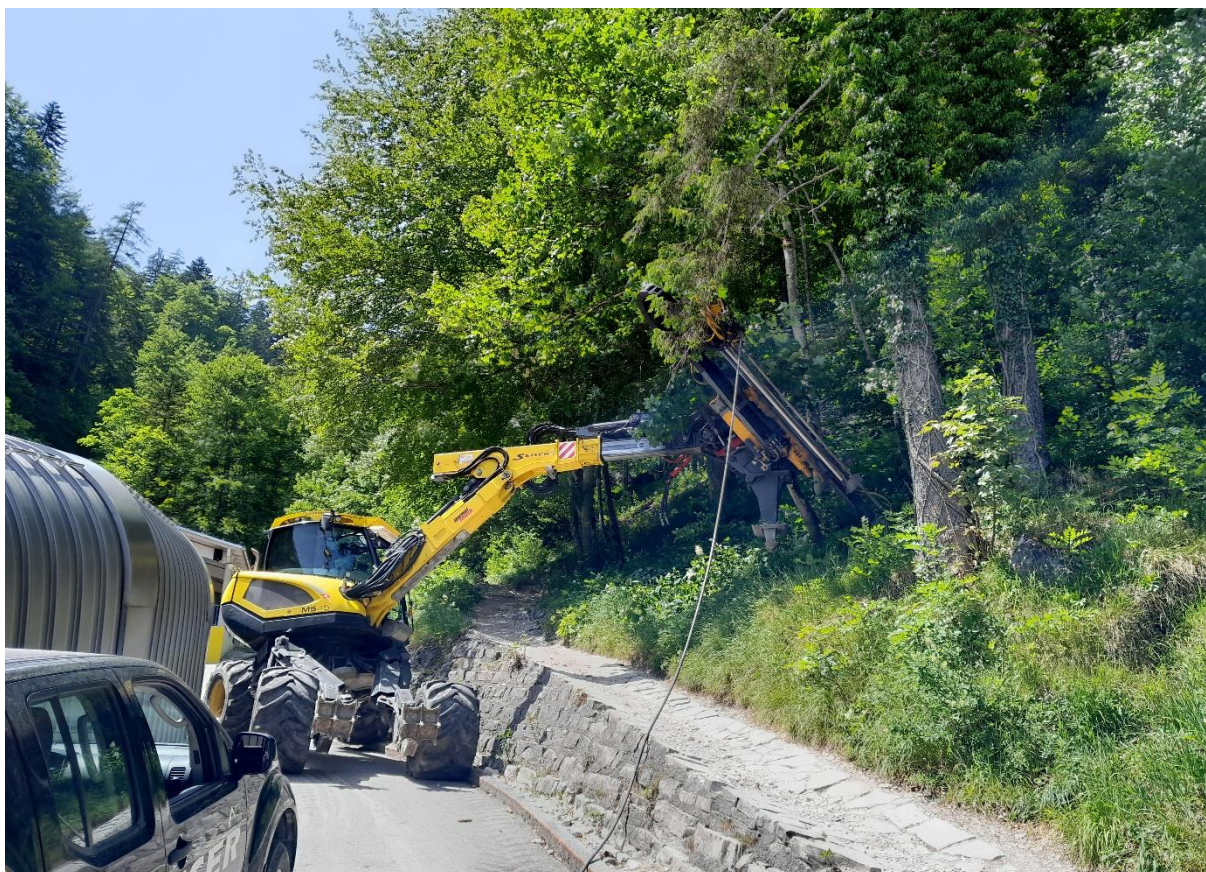
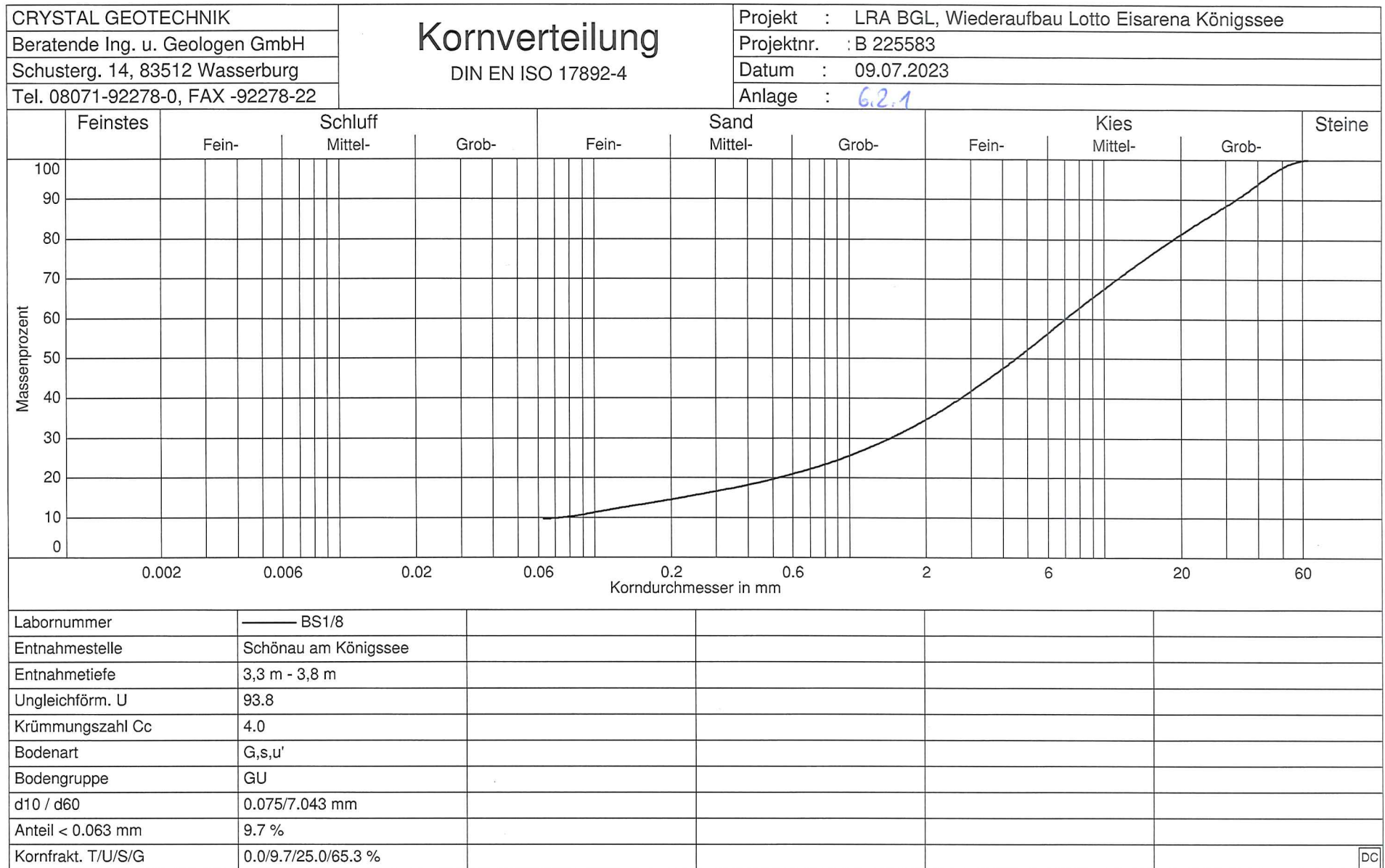


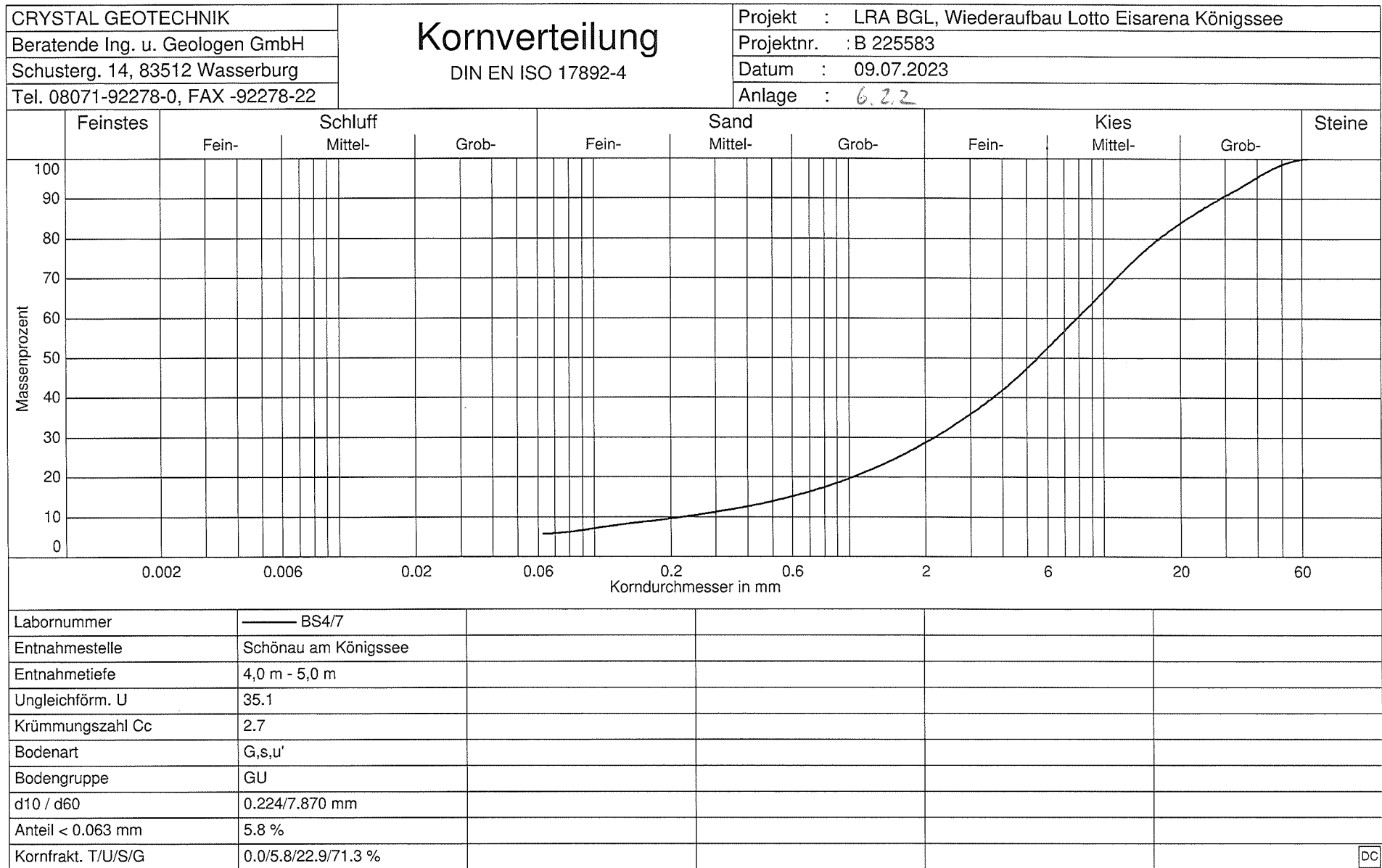
Abb. (24): **TB 29**, ca. 1,5 m oberhalb TB 28 im Hang (21.06.2023)

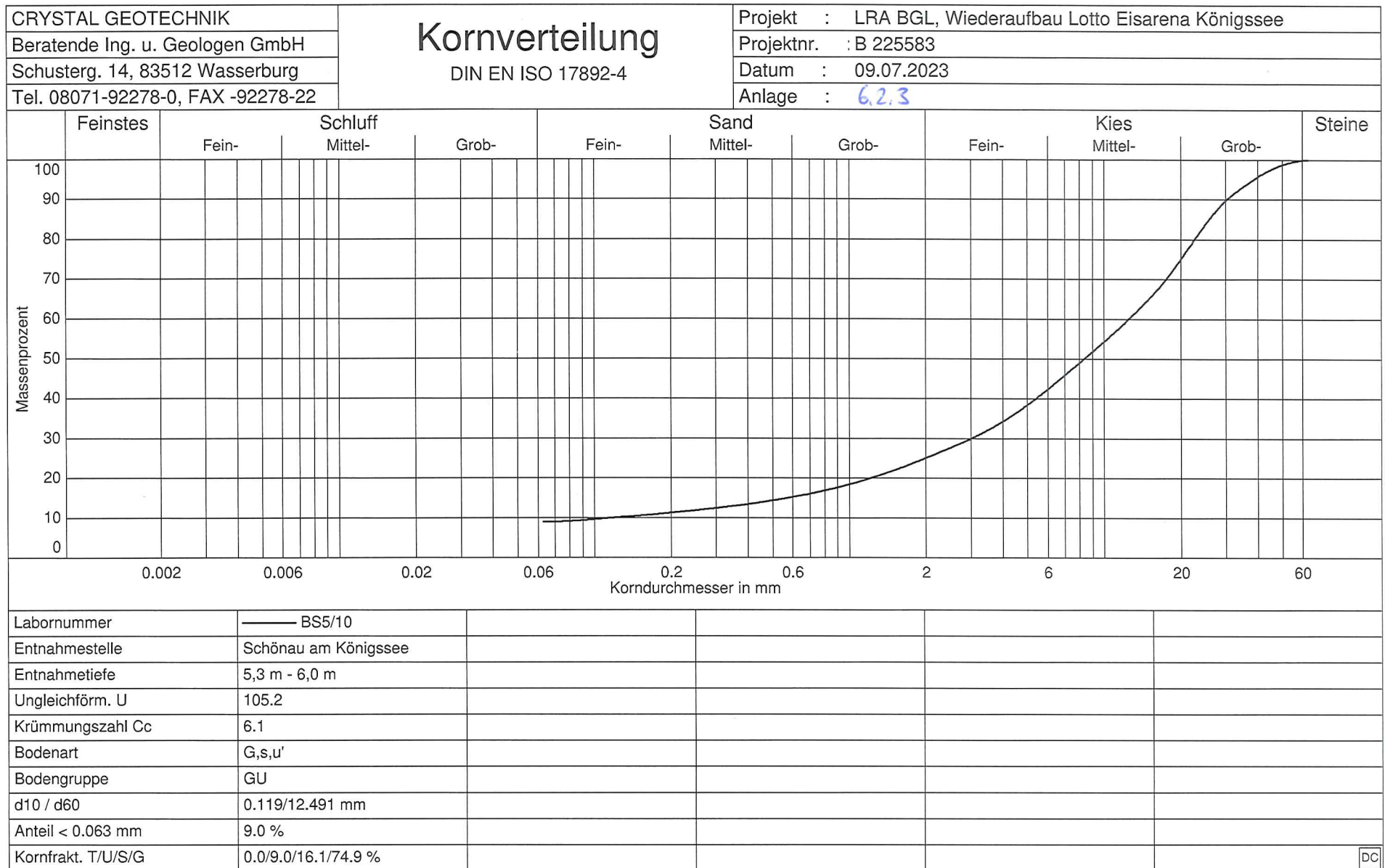
Anlage (6)

PROTOKOLLE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

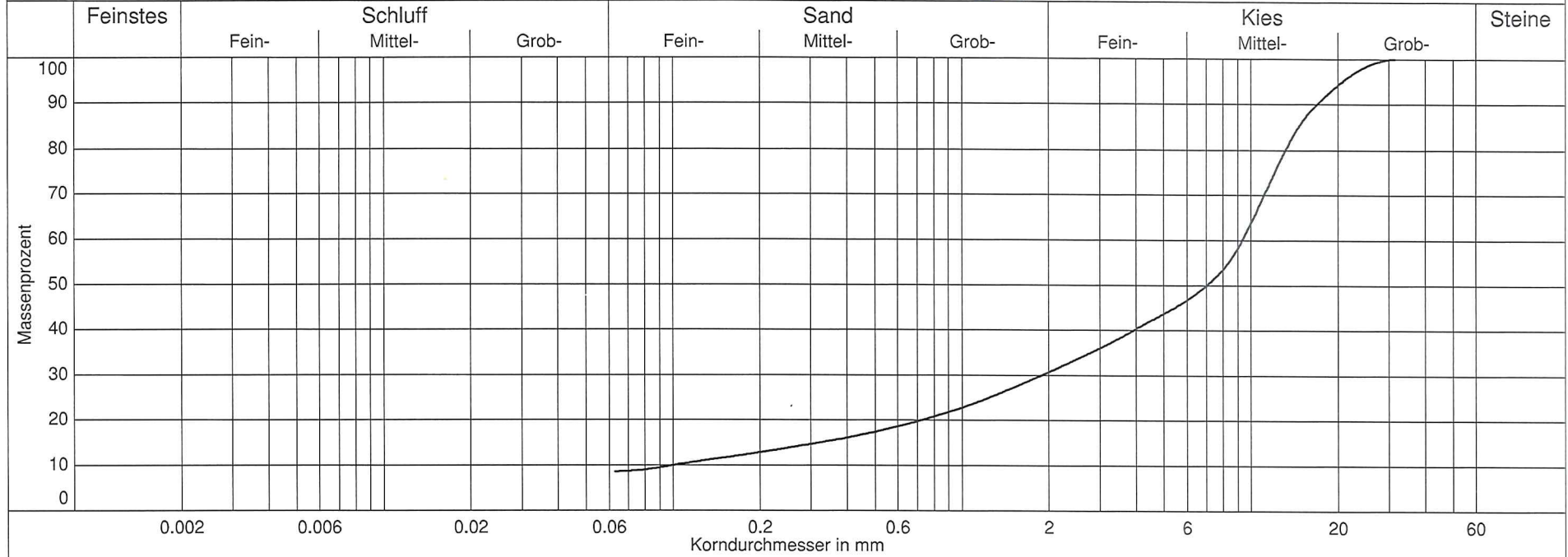
		Projektzusammenstellung																-KP-Projektzusammenstellung					
																		Revision A - Stand 2019-12					
		Seite		Anlage 6.1																			
Projekt: LRA BGL, Wiederaufbau Lotto Eisarena Königssee												Auftraggeber:											
Projekt-Nr.: B 235184			Probenehmer: US			Probenahme: 16.05./23.05.2023					Probeneingang: 23.05.2023					Bearbeite BI/LP							
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Dichte		Proctor- versuch	Verdichtungsgrad	Glühverlust	kf-Wert	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch	Kalkgehalt CaCO ₃ / CaMg(CO ₃)
					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	Feuchtdichte ρ	Trockendichte ρ _d	Proctordichte ρ _{pr} / opt. Wasserg. w _{pr}						
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[t/m³]	[t/m³]/[%]	%	[%]	[m/s]	[kPa]	[kPa]	[%]	
BS1/8 3,30 m 3,80 m		Kies sandig schwach schluffig gelbliches grau	G,s,u' GU			9,7	25,0	65,3															
BS4/7 4,00 m 5,00 m		Kies sandig schwach schluffig graubeige	G,s,u' GU			5,8	22,9	71,3															
BS5/10 5,30 m 6,00 m		Kies sandig schwach schluffig gelbliches grau	G,s,u' GU			9,0	16,1	74,9															
BS7/3 1,90 m 2,60 m		Kies sandig schwach schluffig graubeige	G,s,u' GU			8,6	22,1	69,3															
BS8/2 4,20 m 5,00 m		Kies sandig schwach schluffig beigegrau	G,s,u' GU			12,1	22,8	65,1															
BS8/4 5,40 m 5,90 m		Kies sandig schwach schluffig beigegrau	G,s,u' GU			10,2	21,8	68,0															





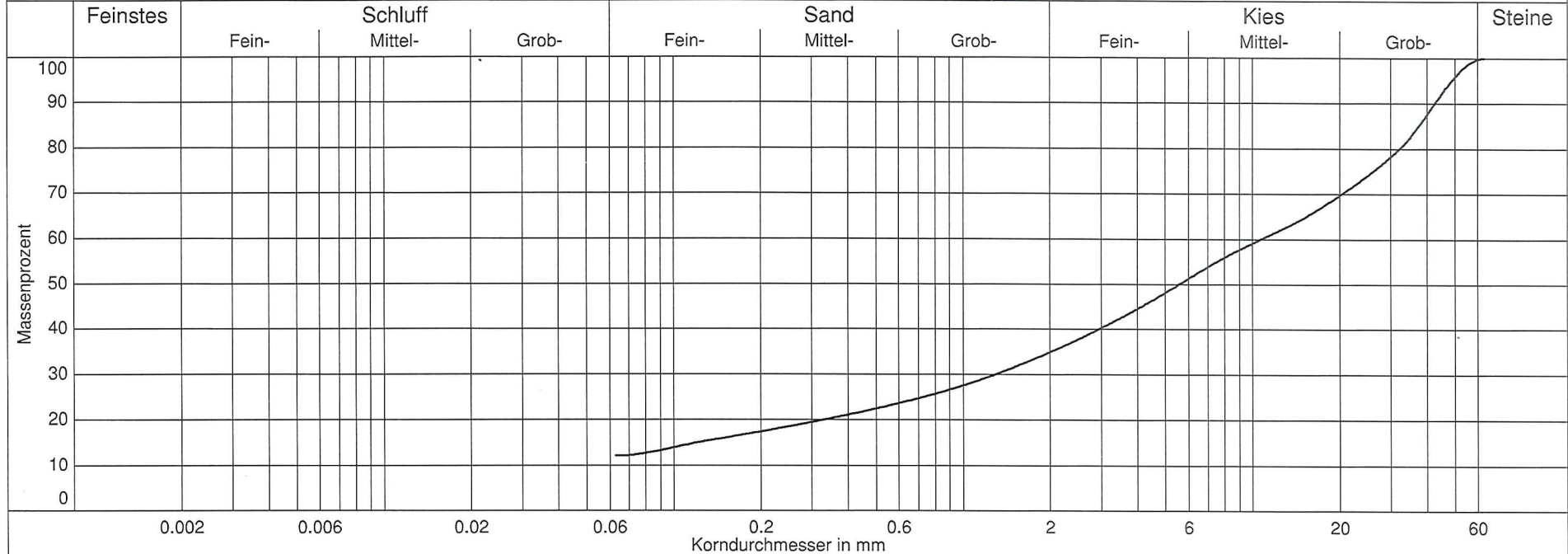


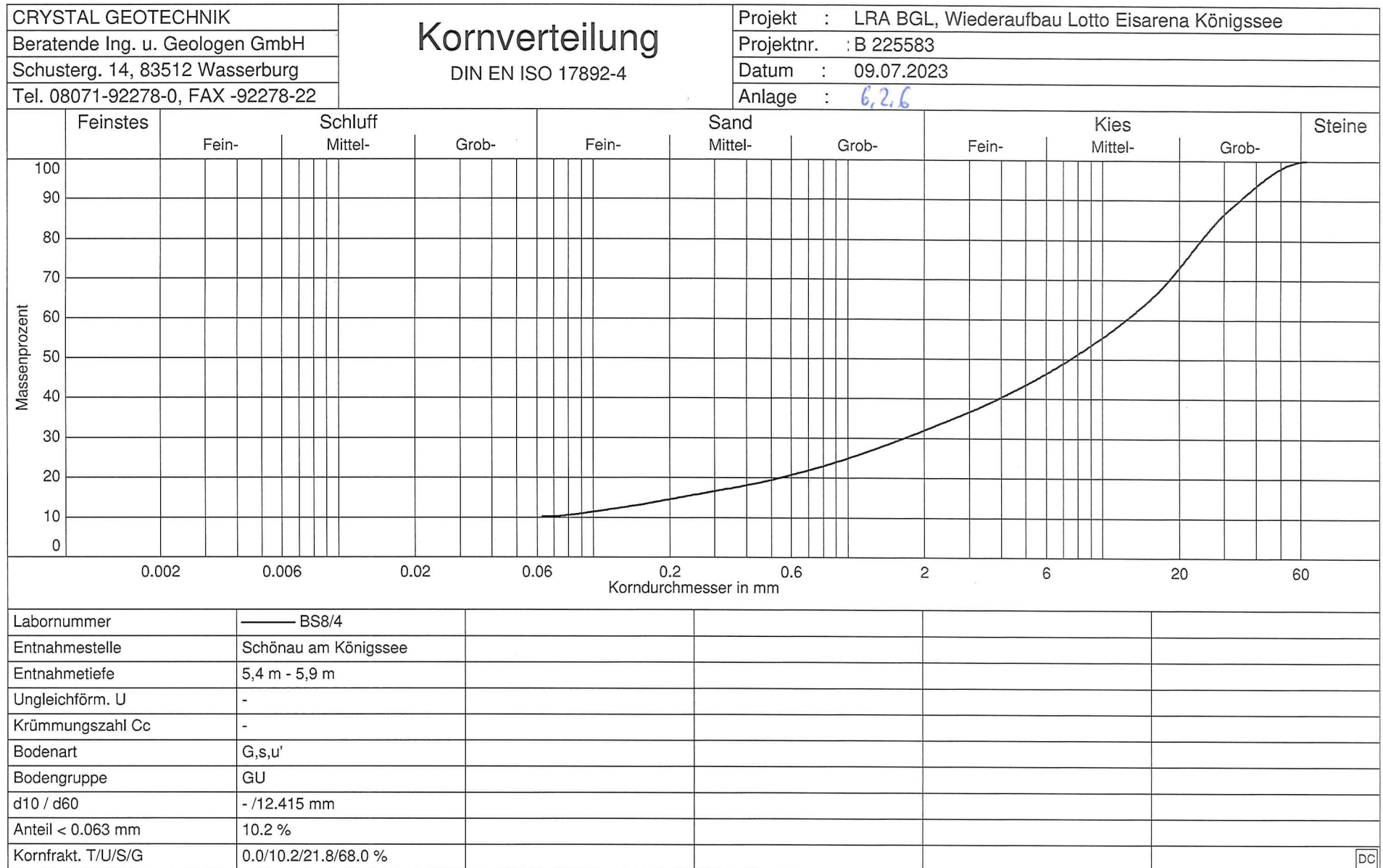
CRYSTAL GEOTECHNIK	Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Lotto Eisarena Königssee
Beratende Ing. u. Geologen GmbH		Projektnr. : B 225583
Schusterg. 14, 83512 Wasserburg		Datum : 09.07.2023
Tel. 08071-92278-0, FAX -92278-22		Anlage : 6.2.4



Labornummer	BS7/3			
Entnahmestelle	Schönau am Königssee			
Entnahmetiefe	1,9 m - 2,6 m			
Ungleichförm. U	92.4			
Krümmungszahl Cc	3.8			
Bodenart	G,s,u'			
Bodengruppe	GU			
d10 / d60	0.101/9.330 mm			
Anteil < 0.063 mm	8.6 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/8.6/22.1/69.3 %			

CRYSTAL GEOTECHNIK	Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	Projekt : LRA BGL, Wiederaufbau Lotto Eisarena Königssee
Beratende Ing. u. Geologen GmbH		Projektnr. : B 225583
Schusterg. 14, 83512 Wasserburg		Datum : 09.07.2023
Tel. 08071-92278-0, FAX -92278-22		Anlage : 6.2.5





Anlage (7)

PRÜFBERICHTE CHEMISCHES LABOR (7.1 – 7.2)

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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 31.05.2023
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probennehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3419069 B225583 / LRA BGL, Eisarena Königsee
836606 Mineralisch/Anorganisches Material
25.05.2023
15.05.2023
Auftraggeber
DPH / KP2 0,12 - 0,20 m

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Backenbrecher		°			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	98,5	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,22	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		0,09	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		0,31	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		0,25	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,07	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		0,14	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,12	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,07	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,11	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,09	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		1,5 ^{x)}		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung					DIN 38414-4 : 1984-10
Temperatur Eluat	°C		21,3	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			9,8	0	DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		56	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Phenolindex	mg/l		<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

Datum 31.05.2023
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3419069 B225583 / LRA BGL, Eisarena Königsee**
Analysennr. **836606 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **DPH / KP2 0,12 - 0,20 m**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 25.05.2023

Ende der Prüfungen: 30.05.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

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



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 31.05.2023
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probennehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3419069 B225583 / LRA BGL, Eisarena Königsee
836608 Mineralisch/Anorganisches Material
25.05.2023
15.05.2023
Auftraggeber
BS 04 / KP1 0,00 - 0,06 m

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Backenbrecher		°			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	97,9	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,08	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		0,07	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,06	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		0,26 ^{x)}		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung					DIN 38414-4 : 1984-10
Temperatur Eluat	°C		21,5	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			9,9	0	DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		55	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Phenolindex	mg/l		<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Datum 31.05.2023
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3419069 B225583 / LRA BGL, Eisarena Königsee**
Analysennr. **836608 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **BS 04 / KP1 0,00 - 0,06 m**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 25.05.2023

Ende der Prüfungen: 30.05.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.



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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 06.07.2023
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3379370 B225583 Eisarena Königssee**
Analysennr. **874987 Wasser**
Probeneingang **23.06.2023**
Probenahme **12.02.2023**
Probenehmer **Auftraggeber (Brikle)**
Kunden-Probenbezeichnung **WP Klingelbach**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Vor-Ort-Untersuchungen

Wetter am Entnahmetag (vor Ort)	*)		Sonnig 30				Kundeninformation
Wetter/Lufttemperatur (vor Ort)	*)		Sonnig 30				Kundeninformation
Färbung (vor Ort)	*)		schwach gelb				Kundeninformation
Trübung (vor Ort)	*)		schwach getrübt				Kundeninformation
Geruch (vor Ort)	*)		ohne				Kundeninformation
Wassertemperatur (vor Ort)	*) °C		14,1	0,1			Kundeninformation

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)			farblos				DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Geruch (Labor)			ohne				DEV B 1/2 : 1971

Physikalisch-chemische Parameter

Trübung (Labor)	*)		klar				visuell
pH-Wert (Labor)			8,4	0			DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm		585	10			Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm		653	10			DIN EN 27888 : 1993-11

Summarische Parameter

Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l		2,9	0,1			DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l		2,57	0,1			DIN 38409-7-1: 2004-03
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l		4,6	0,5			DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO4-Index (als O2)	mg/l		1,2	0,13			DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Kationen

Ammonium (NH4)	mg/l		0,04	0,03			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
----------------	------	--	-------------	------	--	--	---------------------------

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l		3	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO3)	mg/l		11	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l		170	2			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l		<0,05	0,05			DIN 38405-27 : 1992-07

Anorganische Bestandteile

Calcium (Ca)	mg/l		110	1			DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l		19	1			DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Berechnete Werte

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*)" gekennzeichnet.



Datum 06.07.2023

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3379370 B225583 Eisarena Königssee

Analysennr.

874987 Wasser

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Carbonathärte	°dH	8,12			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	81,2			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	12	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	116	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	19,7	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	198			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	1		DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,53	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *)		nicht angreifend			DIN 4030-1 : 2008-06

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Beginn der Prüfungen: 23.06.2023

Ende der Prüfungen: 06.07.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500

serviceteam2.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INNDatum 06.07.2023
Kundennr. 5000000873**PRÜFBERICHT**

Auftrag **3379370 B225583 Eisarena Königssee**
 Analysennr. **874988 Wasser**
 Probeneingang **23.06.2023**
 Probenahme **20.06.2023 09:30 - 20.06.2023 09:45**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **B5/WP1**

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
---------	----------	-----------	-----------	---------

Vor-Ort-Untersuchungen

Wetter am Entnahmetag (vor Ort)	*)		Sonnig 25			Kundeninformation
Wetter/Lufttemperatur (vor Ort)	*)		Sonnig 25			Kundeninformation
Färbung (vor Ort)	*)		schwach braun			Kundeninformation
Trübung (vor Ort)	*)		stark getrübt			Kundeninformation
Geruch (vor Ort)	*)		ohne			Kundeninformation
Wassertemperatur (vor Ort)	*) °C		9,50	0,1		Kundeninformation

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		farblos			DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Geruch (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971

Physikalisch-chemische Parameter

Trübung (Labor)	*)		klar			visuell
pH-Wert (Labor)			7,8	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm		580	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm		647	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Summarische Parameter

Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l		3,1	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l		2,92	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ -Verbrauch)	mg/l		11	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO ₄ -Index (als O ₂)	mg/l		2,8	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Kationen

Ammonium (NH ₄)	mg/l		0,41	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
-----------------------------	------	--	-------------	------	--	---------------------------

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l		16	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO ₃)	mg/l		4	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l		180	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l		<0,05	0,05		DIN 38405-27 : 1992-07

Anorganische Bestandteile

Calcium (Ca)	mg/l		150	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l		55	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Berechnete Werte

Seite 1 von 2



Datum 06.07.2023

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3379370 B225583 Eisarena Königssee

Analysennr.

874988 Wasser

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Carbonathärte	°dH	8,68			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	86,8			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	25	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	249	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	33,6	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	336			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	1		DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	6,00	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *)		nicht angreifend			DIN 4030-1 : 2008-06

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

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Beginn der Prüfungen: 23.06.2023

Ende der Prüfungen: 06.07.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500

serviceteam2.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Anlage (8)

ÜBERSICHTSTABELLE HOMOGENBEREICHE

Zusammenstellung und Beschreibung der Homogenbereiche

Neubau Eisarena Königssee		DIN 18300:2016-09	DIN 18301:2016-09	DIN 18304:2016-09	DIN 18311:2016-09	DIN 18321:2016-09	Homogen- bereich O1	Homogen- bereich B1a	Homogen- bereich B1b	Homogen- bereich B2	Homogen- bereich X1
Bezeichnung im Gutachten							Oberboden mit Grobanteilen	Auffüllungen - Bruchschotter	Auffüllungen - Bodengemische	Murschutt	Blockschutt
Umweltrelevante Inhaltstoffe		x	x	x	x	x	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Boden	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	x	x	Mutterboden/ Oberboden	Schotter, Frostschutz	Auffüllkies	Murschutt	Blockschutt
	Kurzzeichen nach DIN 4023	x	x	x	x	x	Mu	G, ± s, ± u, ± x	G, ± s, ± u, ± x	G, ± s, ± u, ± x	G, ± s, ± u, ± x X, ± g, ± s, ± u ± y
	Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4 der Matrix	x	x	x	x	x	G: 40 - 80 % S: 5 - 40 % U: 0 - 30 % T: 0 - 10 %	G: 40 - 70 % S: 5 - 30 % U: 0 - 15 % T: 0 - 3 %	G: 40 - 70 % S: 5 - 40 % U: 0 - 30 % T: 0 - 10 %	G: 40 - 70 % S: 15 - 40 % U: 0 - 30 % T: 0 - 5 %	G: 40 - 80 % S: 15 - 40 % U: 0 - 15 % T: 0 - 3 %
	Masseanteil Steinen >63 mm bis 200 mm	o	x	x	x	x	5 - 80 %	0 - 15 %	0 - 30 %	10 - 40 %	20 - 60 %
	Masseanteil Blöcke >200 mm bis 630 mm	o	x	x	x	x	0 - 30 %	0 - 5 %	0 - 20 %	10 - 40 %	10 - 60 %
	Masseanteil große Blöcke > 630 mm	o	x	x	x	x	n.b.	n.b.	n.b.	0 - 5 %	5 - 15 %
	Kohäsion DIN EN ISO 17892-7 bis 9		x				2 - 5 kN/m²	0 - 2 kN/m²	0 - 2 kN/m²	0 - 2 kN/m²	0 - 5 kN/m²
	mineralogische Zusammensetzung Steine, Blöcke DIN EN ISO 14689-1						meist Kalkgesteine, Quarze	meist Kalkgesteine, sehr wenig Quarze	meist Kalkgesteine, sehr wenig Quarze	meist Kalkgesteine, sehr wenig Quarze	meist Kalkgesteine, sehr wenig Quarze
	undrionierte Scherfestigkeit DIN 4094-4, DIN EN ISO 17892-8	x	x		x	x	5 - 50 kN/m²	--	--	--	--
	Sensitivität DIN 4094-4						--	--	--	--	--
	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	x	x	x	x	x	20 - 40 %	3 - 10 %	5 - 15 %	5 - 20 %	8 - 15 %
	Plastizitätszahl DIN 18122	o	x	x	x	x	--	--	--	--	--
	Konsistenz DIN 18122	o	x	x			--	--	--	--	--
	Lagerungsdichte	o	x	x	x	x	locker	mitteldicht bis dicht	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht	locker bis dicht
	Wichte g / g'	x					16 - 20 kN/m³ 6 - 10 kN/m³	20 - 23 kN/m³ 11 - 13 kN/m³	18 - 22 kN/m³ 9- 12 kN/m³	20 - 23 kN/m³ 10 - 14 kN/m³	20 - 23 kN/m³ 10 - 14 kN/m³
	Kalkgehalt DIN 18129				x		40 - 80 %	60 - 99 %	40 - 90 %	60 - 99 %	60 - 99 %
	Org. Anteil DIN 18128	x			x	x	5 - 20 %	< 3%	0 - 10 %	0 - 5 %	0 - 5 %
	Bennennung und Beschreibung organischer Böden DIN EN ISO 14688- 1						Humus, Oberboden	--	--	--	--
	Abrasivität NF P18-579 Abrasiveitätskoeffizient LAK		x				50 - 500 g/t	250 - 500 g/t	250 - 500 g/t	400 - 750 g/t	500 - 1000 g/t
	Bodengruppe DIN 18196	o	x	x	x	x	OH / GU / GU*	GW/ GI/ GU/ GU*	GW/ GI/ GU/ GU*	GW/ GI/ GU/ GU*	GW/ GI/ GU

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Neubau Eisarena Königssee		DIN 18300:2016-09	DIN 18301:2016-09	DIN 18304:2016-09	DIN 18311:2016-09	DIN 18321:2016-09	Homogen- bereich X2
Bezeichnung im Gutachten							Festgestein
Umweltrelevante Inhaltstoffe		x	x	x	x	x	nicht bestimmt
Fels	ortsübliche Bezeichnung	x	x	x	x	x	Ramsaudolomit Dachsteinkalk
	Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	o	x	x	x	x	Kalkstein
	Dichte DIN 18125-2	x			x		2,4 - 2,8 t/m ³ 1,4 - 1,8 t/m ³
	Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit DIN 14689-1	o	x		x	x	mäßig verwittert bis frisch
	Kalkgehalt DIN 18128						70 - 95 %
	Sulfatgehalt DIN EN 1997-2						--
	einaxiale Druckfestigkeit	x	x	x	x		1 - 150 MN/m ²
	Spaltzugfestigkeit						--
	Trennflächenrichtung, Trennflä- chenabstand und Gesteinskörper- form DIN EN ISO 14689-1	o	x		x		wechselhaft, engständig bis weitständig vielflächiger bis prismatischer Gesteinskörper
	Öffnungsweite, Füllung von Trennflächen						meist sehr geringe Öffnungsweiten, Trennflächen meist gefüllt, teils weite Trennflächenöffnung, ungefüllt
	Durchlässigkeit DIN EN ISO 14689-1						trennflächen-abhängig (10 ⁻¹ – 10 ⁻⁷)
	Abrasivität NF P18-579 Abrasiveitätskoeffizient LAK		x				200 - 750 g/t

x Angaben in allen geotechnischen Kategorien GK 1 bis GK 3 erforderlich

o Angabe kann in der geotechnischen Kategorien GK 1 entfallen

Anlage (9)

ERGEBNISBERICHTE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN (9.1 – 9.2)



Postanschrift: GEO4 GmbH, Landstr. 1, D-82131 Oberbrunn
Telefon: +49-(0)89-89306000, **Fax:** +49-(0)89-89306001, **e-mail:** info@geo4.de

REFRAKTIONSSEISMIK
Erkundung der Festgesteinsoberkante

Rodelbahn Königsee

Juli 2023

REFRAKTIONSSEISMIK Erkundung der Festgesteinsoberkante

Rodelbahn Königsee

Juli 2023

Auftraggeber: CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
Schustergasse 14

83512 Wasserburg a. Inn

Sachbearbeiter:

Auftragnehmer: GEO4 GmbH
Gesellschaft für Geotechnik
und Geophysik mbH
Landstraße 1
D-82131 Oberbrunn

Projektleiter: Dr. K. Krammer

Inhalt

- 1 Aufgabenstellung und Zielsetzung
- 2 Geophysikalische Verfahren
3. Messungen und Ergebnisse
- 4 Zusammenfassende Analyse

Abbildungen:

Abbildung 1: Plan mit Seismikprofilen
Abbildung 2: Profilschnitt für Rod1 und Rod4
Abbildung 3: Profilschnitt für Rod2 und Rod3

Anhang:

Klassische Refraktionsauswertung

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Erkundung des Startbereichs der Rodelbahn am Königsee in der Gemeinde Schönau wurden refraktionsseismische Messungen mit folgender Zielsetzung durchgeführt::

- Bestimmung der Geschwindigkeit und Mächtigkeit der Lockergesteinsschichten,
- Bestimmung der Tiefe der Felsoberkante.

Das Festgestein besteht im Untersuchungsgebiet aus alpinen Kalkstein, der sich durch höhere seismische Geschwindigkeit gegenüber den Deckschichten auszeichnet. Auf Grund dieser Tatsache wurden die Refraktionsseismik als geophysikalisches Verfahren gewählt, um die Festgesteinsoberkante darzustellen.

2. Geophysikalische Verfahren

2.1 Refraktionsseismik

Das gebräuchlichste geophysikalische Verfahren für seismische Flachgrunduntersuchungen ist die Refraktionsseismik. Speziell bei hohen Geschwindigkeitskontrasten in den Schichten (z. B. Lockersedimente über Fels) erweist sich die Refraktionsseismik als relativ genaue Methode zur Bestimmung der Mächtigkeit und Geschwindigkeit der langsameren Deckschichten und der Tiefe des schnelleren Refraktors.

In der Refraktionsseismik wird eine Schallwelle angeregt und ihre Ausbreitung im Untergrund durch Geophone entlang eines Profils registriert. Durch spezielle Auswertung (Interceptzeitmethode und General Reciprocal Method, GRM) der Registrierungen erhält man die Mächtigkeit und Schallgeschwindigkeit der Deckschichten aus Lockergesteinen sowie die Schallgeschwindigkeit und Tiefe des darunter liegenden Refraktors. Sind die Höhen der Geophone bekannt, so kann die Höhe der Schichtgrenzen und der Refraktoroberkante berechnet und in Form von Profilschnitten und Karten dargestellt werden.

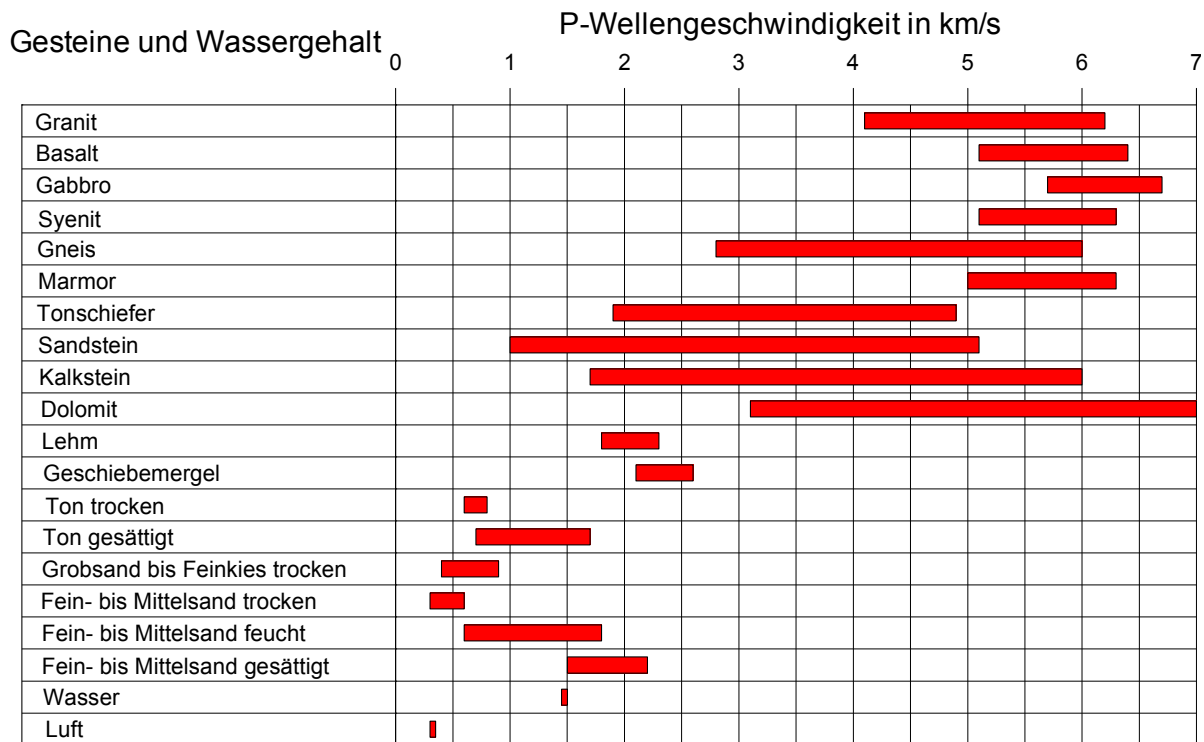


Tabelle 1: P-Wellengeschwindigkeit für Festgesteine und Lockersedimente nach Schön (1983) und Schneider (1988), abgeändert.

3. Messungen und Ergebnisse

Messungen

Die refraktionsseismischen Geländearbeiten fanden am 20.7.2023 auf vier mit dem AG auf einer Begehung am 5.7.2023 besprochenen Profilen statt (Abbildung 1). Die Profile Rod1 bis Rod3 sind annähernd West Ost ausgerichtet und das Profil Rod4 Nord Süd.

Der Geophonabstand betrug 3 m auf allen Profilen. Die Profile waren zwischen 70 und 105 m lang. Die Geophonpunkte wurde mit DGPS georeferenziert.

Die Anregung der seismischen Wellen erfolgte durch Hammerschlag und durch Sprengungen kleiner Ladungen. Die Registrierung wurde mit einer 24-Kanal-Apparaturen BISON durchgeführt. Die Seismogrammqualität war wegen der bestehenden Bebauung und der Topographie nicht optimal. Deshalb musste durch Stapelung mehrerer Hammerschläge oder durch Sprengung kleiner Ladungen das Nutzsignal gegenüber dem Rauschen verbessert werden.

Auswertung

Die Auswertung wurde mit Programmen der Firmen Interpex (Firstpix®) durchgeführt. Die Geophonersteinsatzzeiten wurden für jeden Anregungspunkt angerissen und aus den resultierenden Laufzeitkurven durch die klassische General-Reciprocal-Method nach Palmer interpretiert. Das Ergebnis wurde in Form von Schichtprofilen mit Schichten unterschiedlicher seismischer Geschwindigkeit dargestellt (Anhang).

Ergebnisse

Die Ersteinsätze der seismischen Wellen wurden auf allen Profilen klassisch als 2-Schichtfall interpretiert:

- Die oberste Deckschicht besteht aus Hangschutt und Bachablagerungen mit einer Geschwindigkeit von 440 - 560 m/s.
- Die zweite Schicht entspricht dem Festgestein mit einer Geschwindigkeit von 1400 - 3600 m/s.

Die Geschwindigkeit der ungesättigten obersten Lockergesteine von um 500 m/s lässt auf mäßige Verdichtung ohne große Grund- oder Schichtwassermächtigkeiten schließen. Die Mächtigkeit der ungesättigten Lockergesteinsschichten reicht bis zum Festgestein, das eine relativ starke Schwankung der scheinbaren Geschwindigkeit aufweist. Dies ist zum einen begründet durch den Verlauf der Schichtgrenze, da zunehmende Mächtigkeit der obersten Schicht eine langsame und abnehmende Mächtigkeit eine schnellere Geschwindigkeit vortäuschen. Zum anderen kann man davon ausgehen, dass auch eine gewisse Verwitterung, Gestörtheit oder Klüftigkeit vorliegt, die sich auf die Geschwindigkeit auswirkt (Tabelle 2).

P-Wellengeschwindigkeit in m/s	Geologische Charakterisierung
100 – 1200	vollständig zersetzter Fels
100 – 1500	stark verwitterter Fels
1500 – 2000	mittel bis schwach verwitterter Fels
2000 – 2500	leicht bis unverwitterter Fels
2500 – 3000	unverwitterter schwach klüftiger Fels
3000 – 4000	nahezu kompakter Fels mit geringer Klüftigkeit
> 4000	kompakter Fels

Tabelle 2: Felsbeschaffenheit und P-Wellengeschwindigkeit

Profil Rod1 zeigt einen relativ gleichmäßigen Verlauf der Festgesteinsoberkante mit leicht zunehmender Mächtigkeit von 5 m am Anfang bis etwa 7 m bei Profilmeter 60. Auf den letzten 10 m (PM 60 - 70) verringert sich die Tiefe des Festgesteins, was aber auch durch die bestehende Bebauung (Fundamente etc.) verursacht sein kann.

Profil Rod2 hat ähnlichen Verhältnisse wie Rod1. Die Geschwindigkeit des Festgesteins ist typisch für intakten Fels. Die Tiefe der Festgesteinsoberkante schwankt zwischen 4 und 8 m, im Mittel nach Osten leicht zunehmend.

Profil Rod3 hat eine auffallend niedrige Geschwindigkeit des Refraktors (1200 - 1300 m/s). Da das Profil auf einer Aufschüttung nahe der bestehenden Bebauung liegt, könne hier verschiedene Effekte die Messung beeinflussen. Die scheinbar geringe Tiefe des Festgesteins am Profilanfang kann auch dadurch erzeugt sein, dass das Gebäudefundament als Refraktor fungiert, was auch die scheinbare Zunahme der Tiefe bis ca. PM 30 (= zunehmend größerer Abstand zwischen Fundament und Profil) erklären würde. Da das Signal relativ stark ist, muss die Fundamentierung sehr massiv sein. Durch die Ersteinsätze zeigt sich, dass auch im weiteren Verlauf (östliche Hälfte) oberflächennah schnelle Einlagerungen sein müssen. Entweder handelt es sich um ein Blockmauerwerk zur Absicherung des Hangs oder mächtige massive Blöcke, die aber in der Interpretation nicht berücksichtigt werden können. Die geringe Geschwindigkeit des Refraktors kann auch auf eine gebundene oder anderweitig verfestigte Lockergesteinsschicht (z.B. Moräne) hinweisen. Diese müsste aber relativ mächtig sein, was wieder im Widerspruch zu der Tiefe der Festgesteins im Schnittpunkt mit Profil Rod4 steht.

Profil Rod4 befindet sich in topographisch anspruchsvollen Gelände. Da der Abstand zwischen Geländeoberkante und Festgestein aus der Seismik den kürzesten Abstand zum Festgestein darstellt, muss für die Bestimmung der Lottiefe die Steilheit des Refraktors (Festgesteinsoberkante) berücksichtigt werden. Im Profilschnitt für Rod3 erkennt man, dass eine deutliche Abweichungen zwischen dem Abstand des Festgesteins (hellblaue Linie) und der üblicherweise senkrecht eingetragenen, aus der Seismik berechneten Lottiefe (dunkelblau) speziell im oberen steilen Abschnitt besteht. In der klassischen Interpretation (siehe Anhang Profil Rod4) sind deshalb bei diesem Profil die Abstände zwischen Geophon und Refraktor als Hüllkreise gezeichnet. Insgesamt nimmt die Mächtigkeit aber nach Norden kontinuierlich zu von 0 m (anstehender Fels bei 73 m) bis auf fast 7 m am Profilanfang, wo es sich mit Profil Rod2 schneidet. In den Schnittpunkten des Profil Rod4 mit den Profilen Rod2 und Rod3 ist das Er-

gebnis stimmig.

4. Zusammenfassende Analyse

Durch die Refraktionsseismik zur Erkundung der Gesteinsschichten auf 4 Profilen im Startbereich der Rodelbahn am Königsee konnte die Oberkante des Festgesteins nachgewiesen werden. In den West Ost ausgerichteten Profilen Rod1 bis Rod3 zeigt sich die Felsoberkante in einer Tiefe von 4 bis 8 m, wobei die tiefsten Stellen in der Mitte des Profils Rod2 zu erwarten sind. Die geringsten Tiefen zeigen sich am Ende von Profil Rod4 (anstehender Fels) und am Anfang von Profil Rod3, wobei die letztere Tiefenangabe am westlichen Anfang von Profil Rod3 fraglich ist, da es sich hier vermutlich um einen Effekt der bestehenden Bebauung handelt. Das Profil Rod3 wirft insgesamt Fragen auf, da es vermutlich auf einer künstlich angelegten Terrasse liegt, die durch ihren seismisch auffälligen Unterbau auf Einlagerungen hinweist, die aus mächtigen Blöcken oder einem Blockmauerwerk bestehen könnte. Da die Geschwindigkeit des Refraktors auf diesem Profil mit 1200 - 1300 m/s auffällig niedrig ist, kann es sich hier auch um eine gebundene oder anderweitig verfestigte Lockergesteinsschicht handeln (z.B. Moräne).

Überlagert werden die Festgesteine von Hangschutt und Bachablagerungen, die im ungesättigten Zustand mit seismischen Geschwindigkeit von 440 bis 560 m/s eher auf lockere ungebundenen Lagerung hinweisen.



Bergen, den 28.7.2023

Dr. Kristian Krammer

Abbildungen:

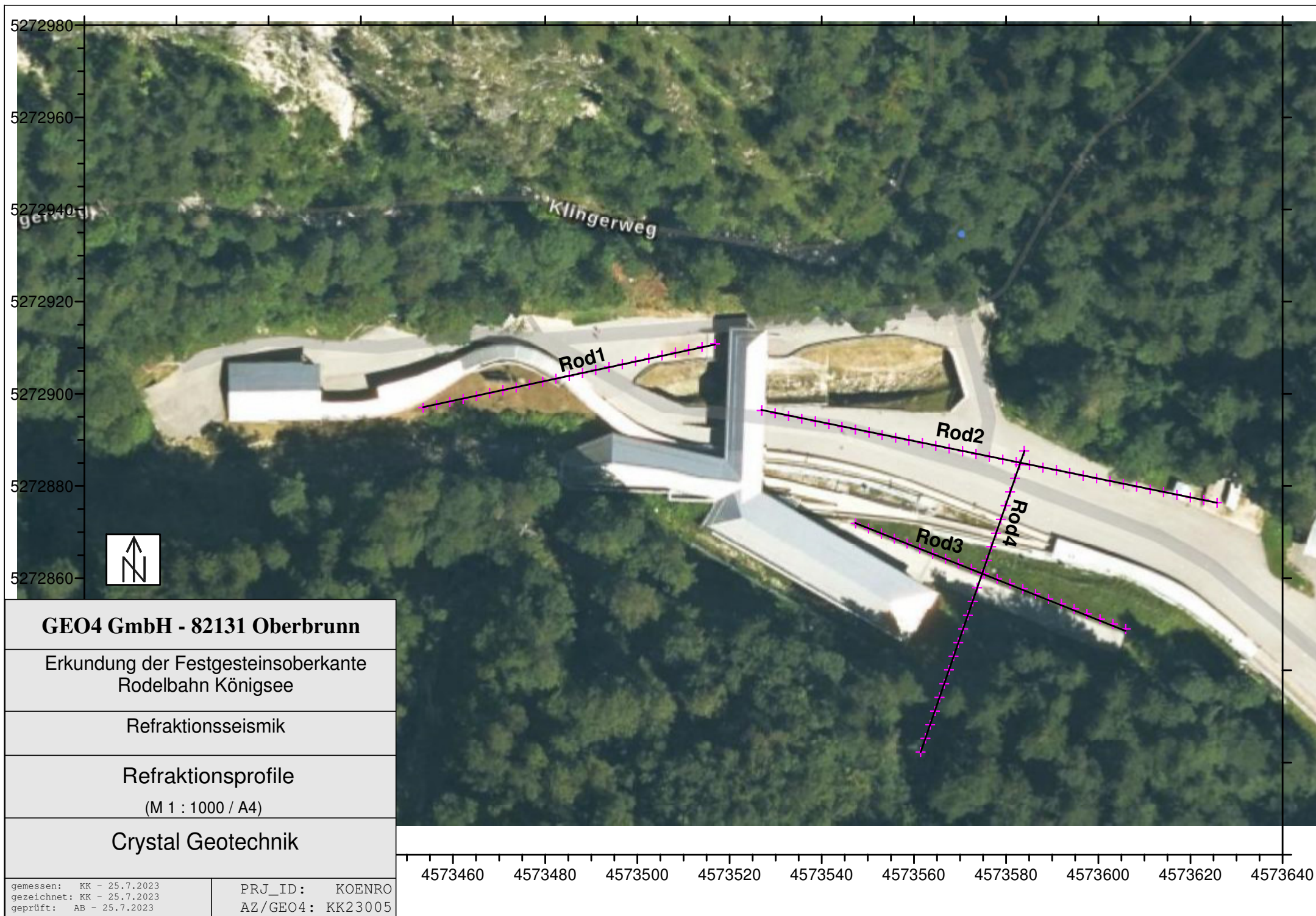
Abbildung 1: Plan mit Seismikprofilen

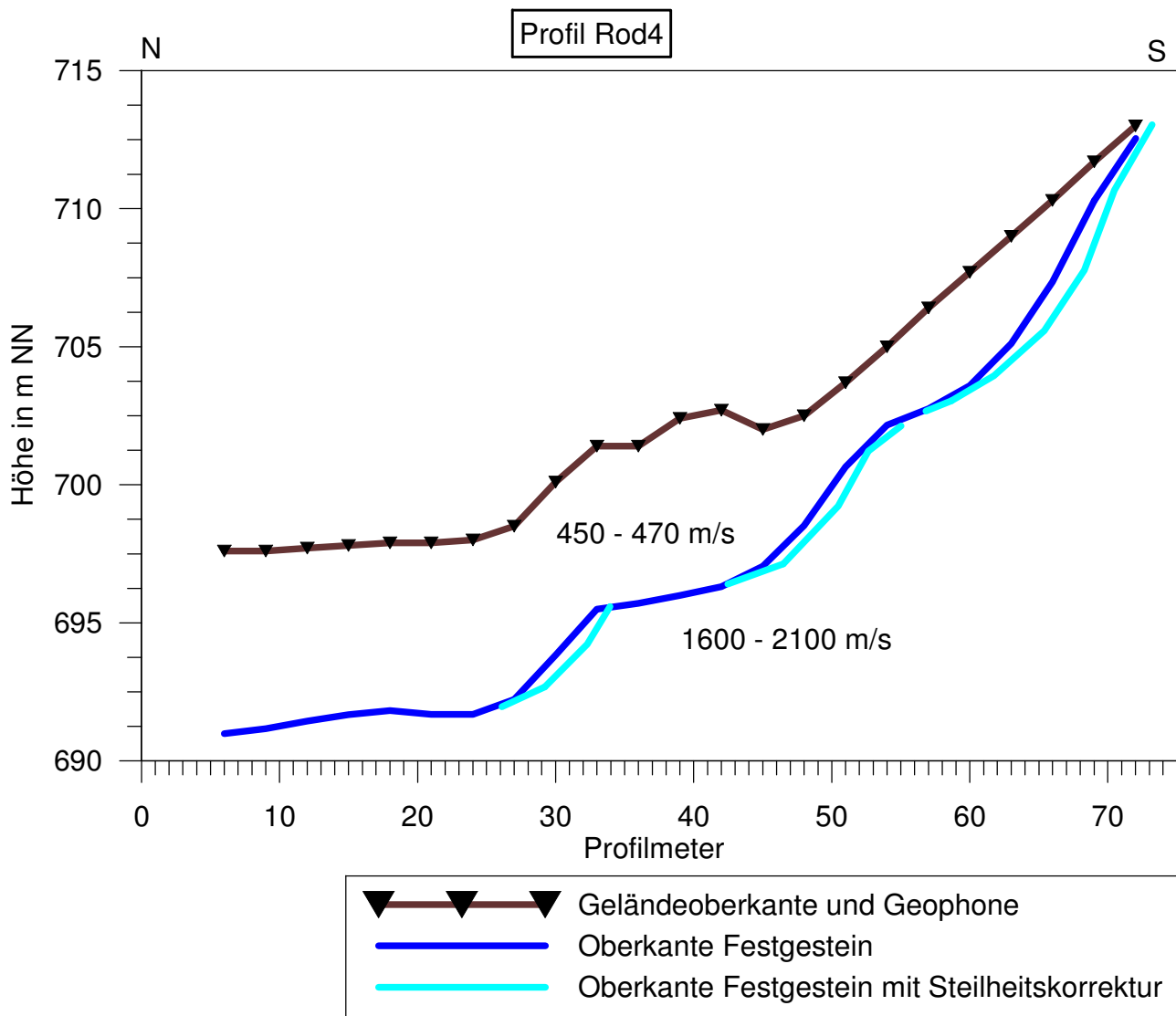
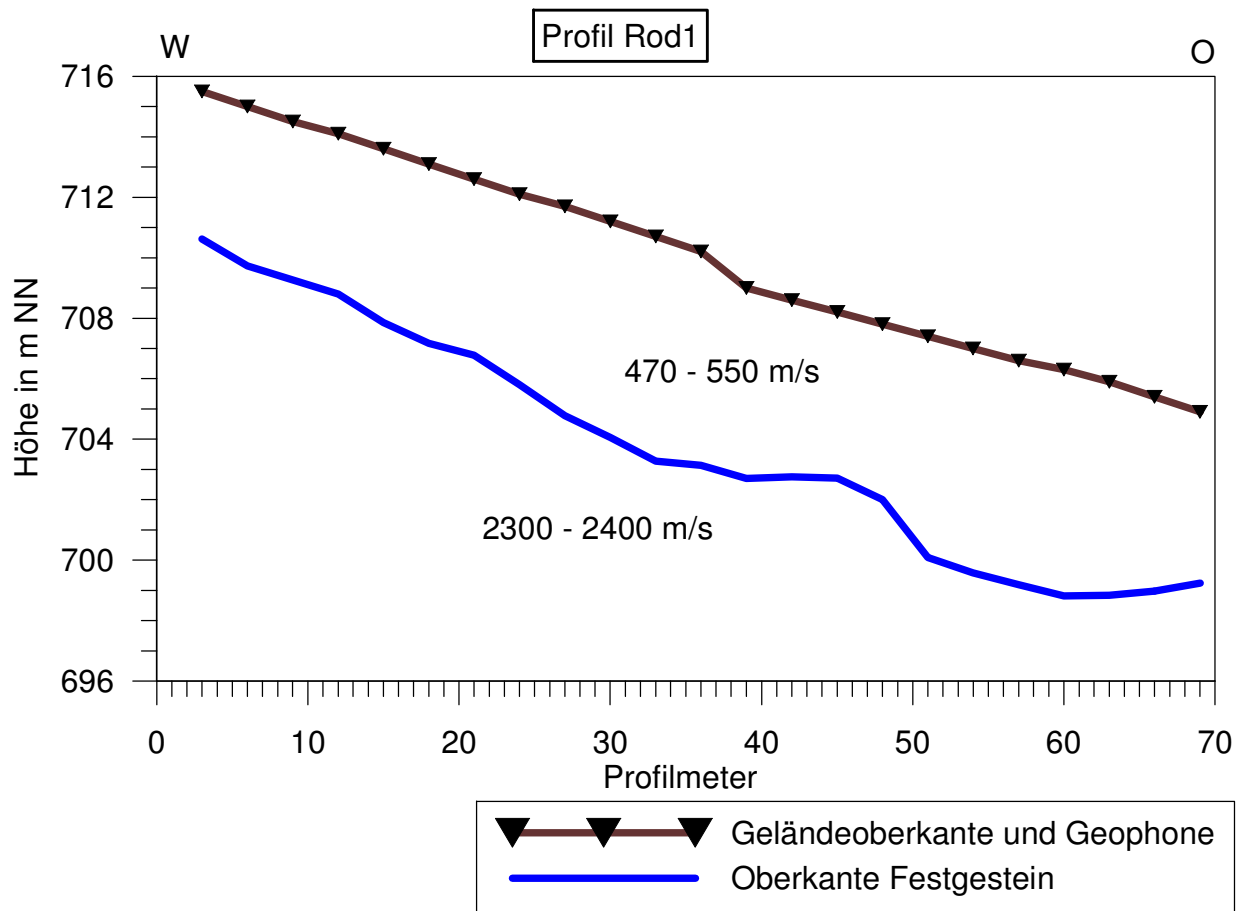
Abbildung 2: Profilschnitt für Rod1 und Rod4

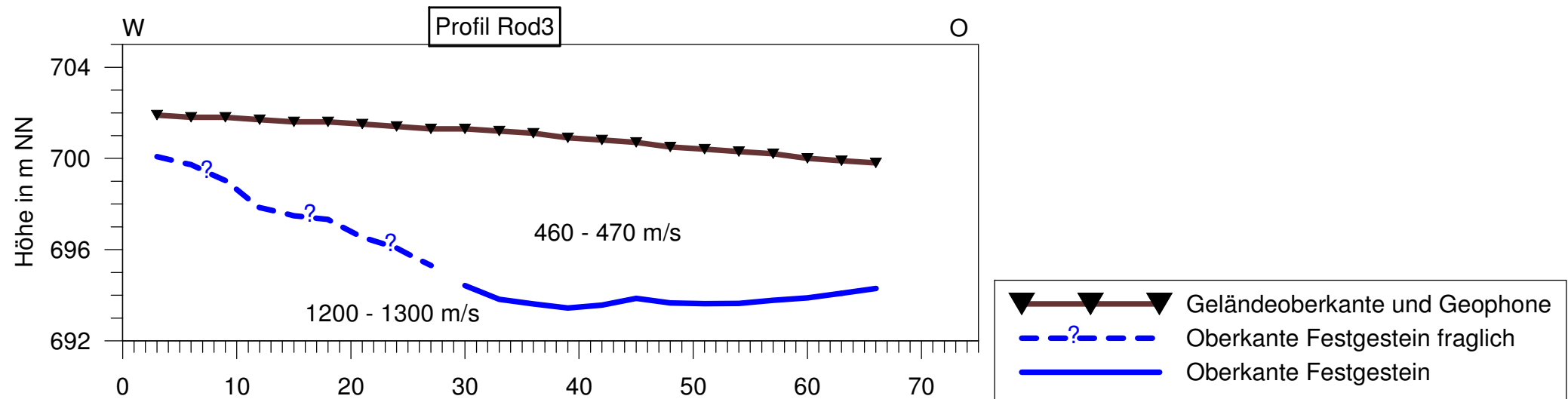
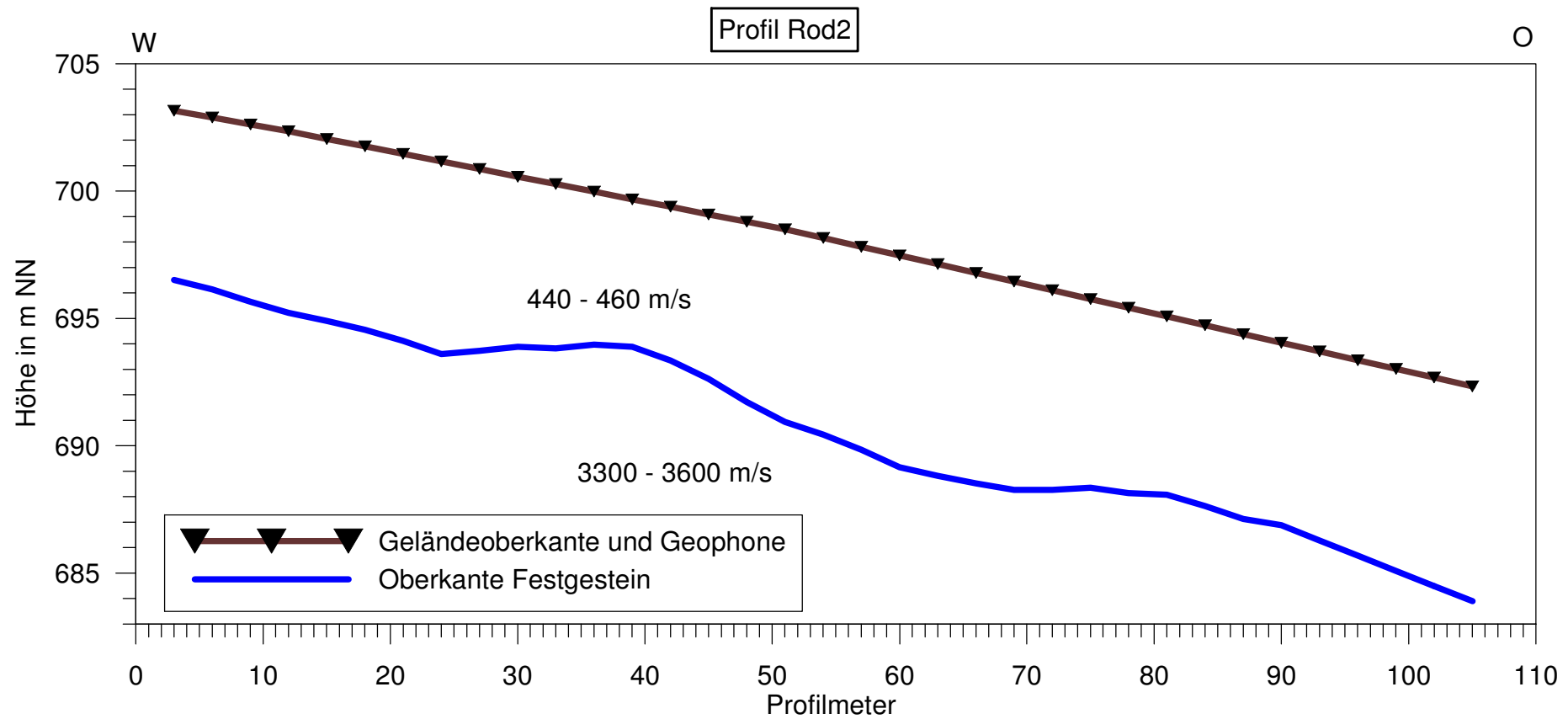
Abbildung 3: Profilschnitt für Rod2 und Rod3

Anhang:

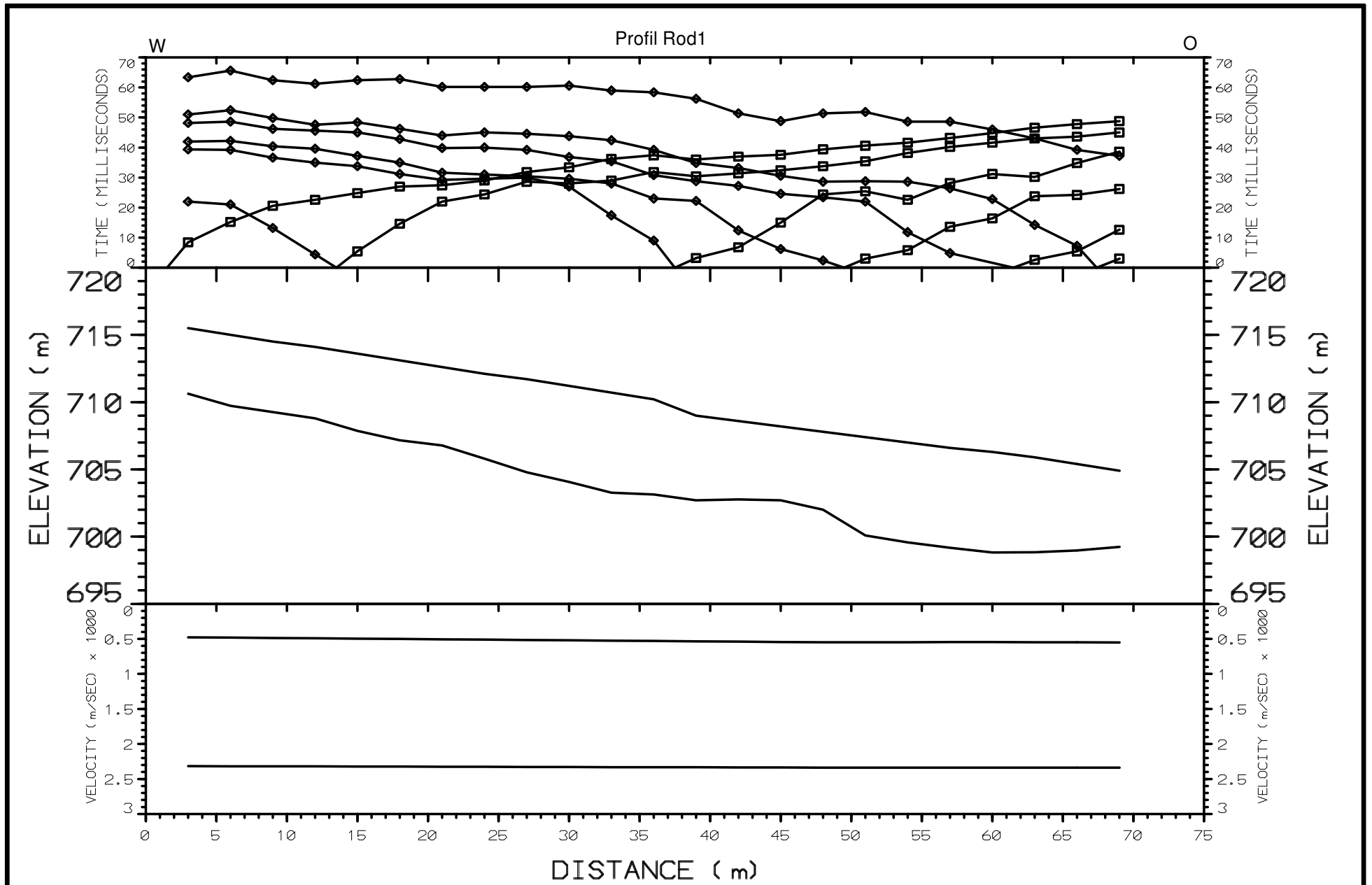
Klassische Refraktionsauswertung.



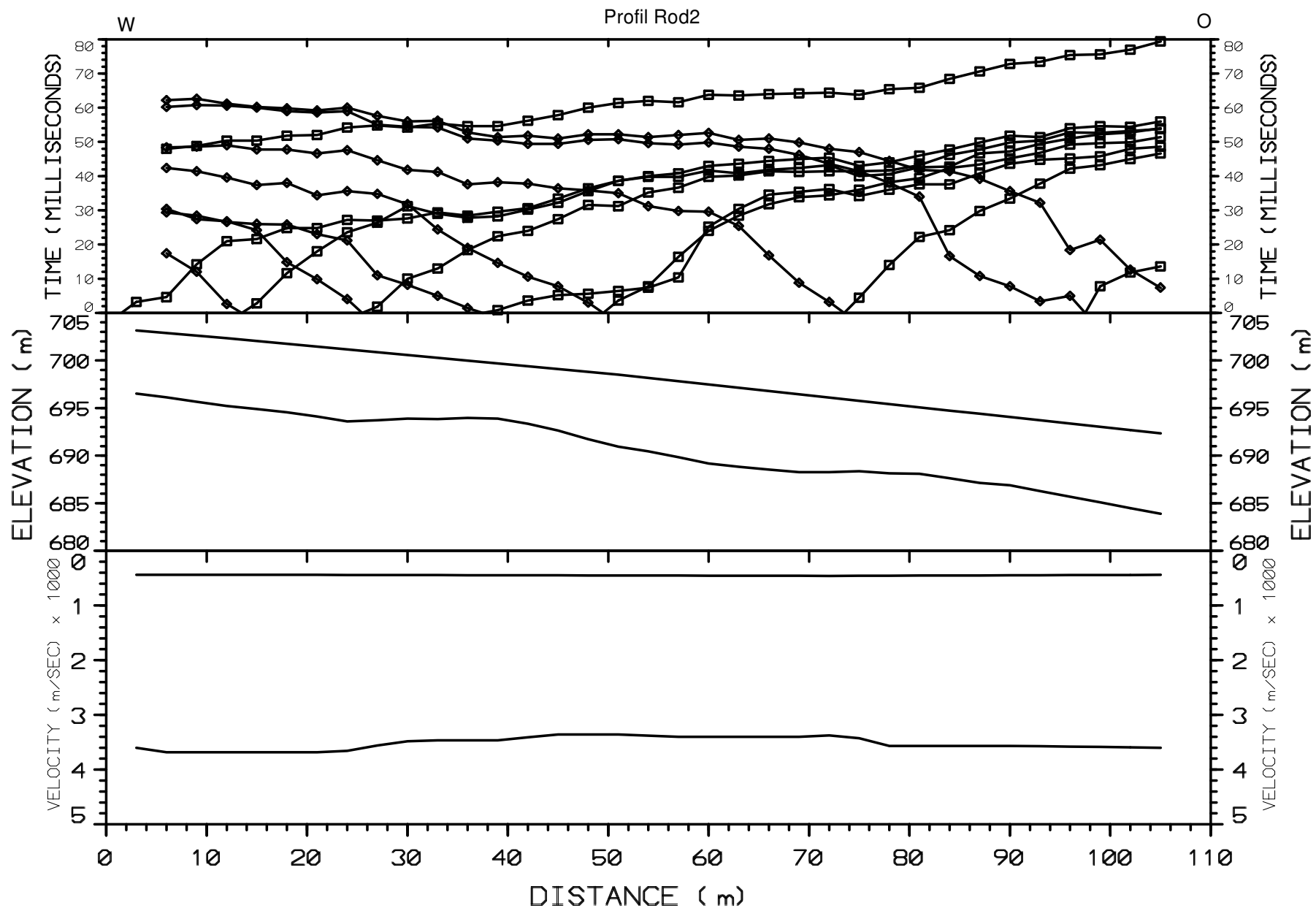




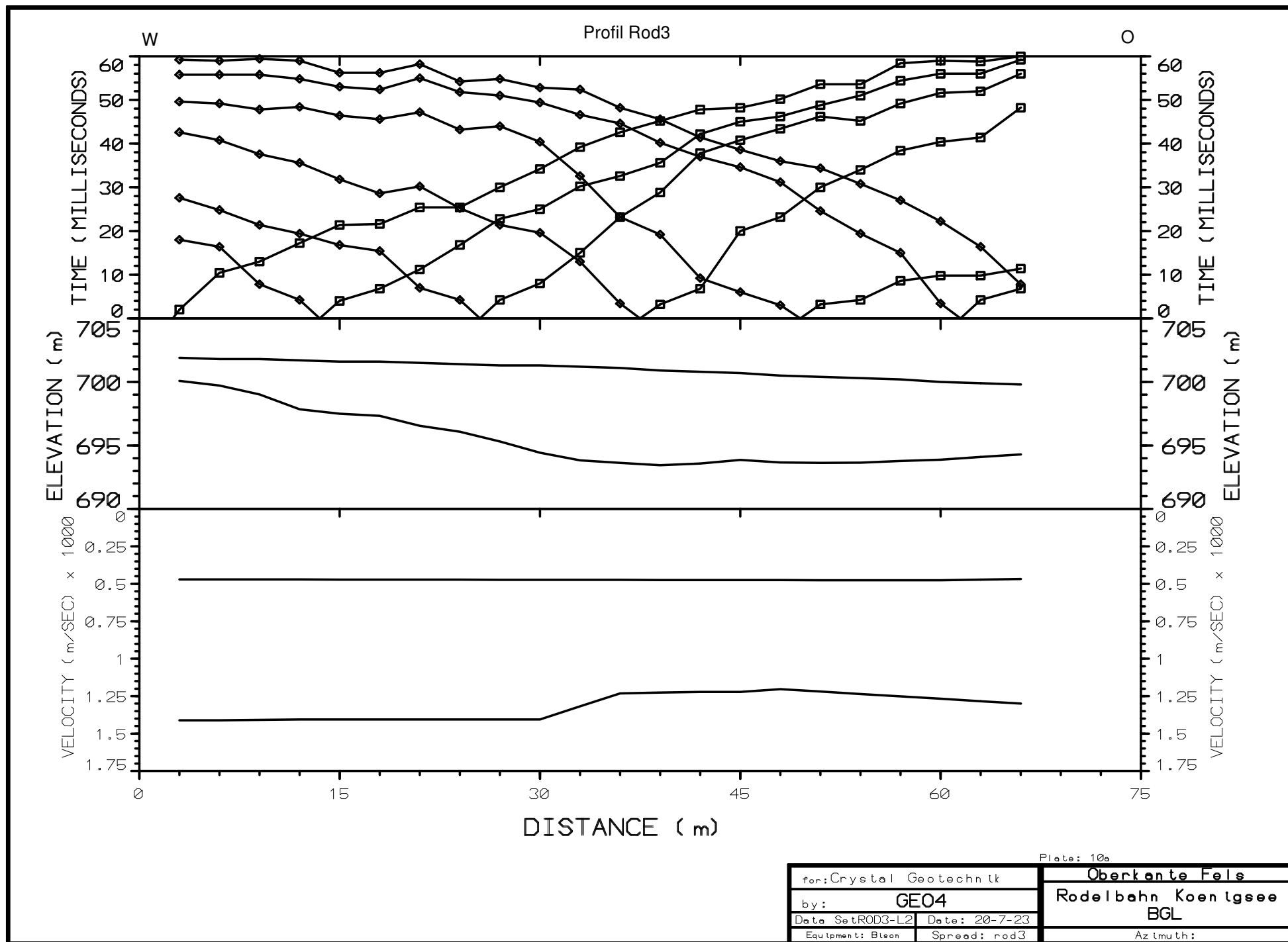
Anhang: Ergebnisse der klassischen Refraktionsseismik

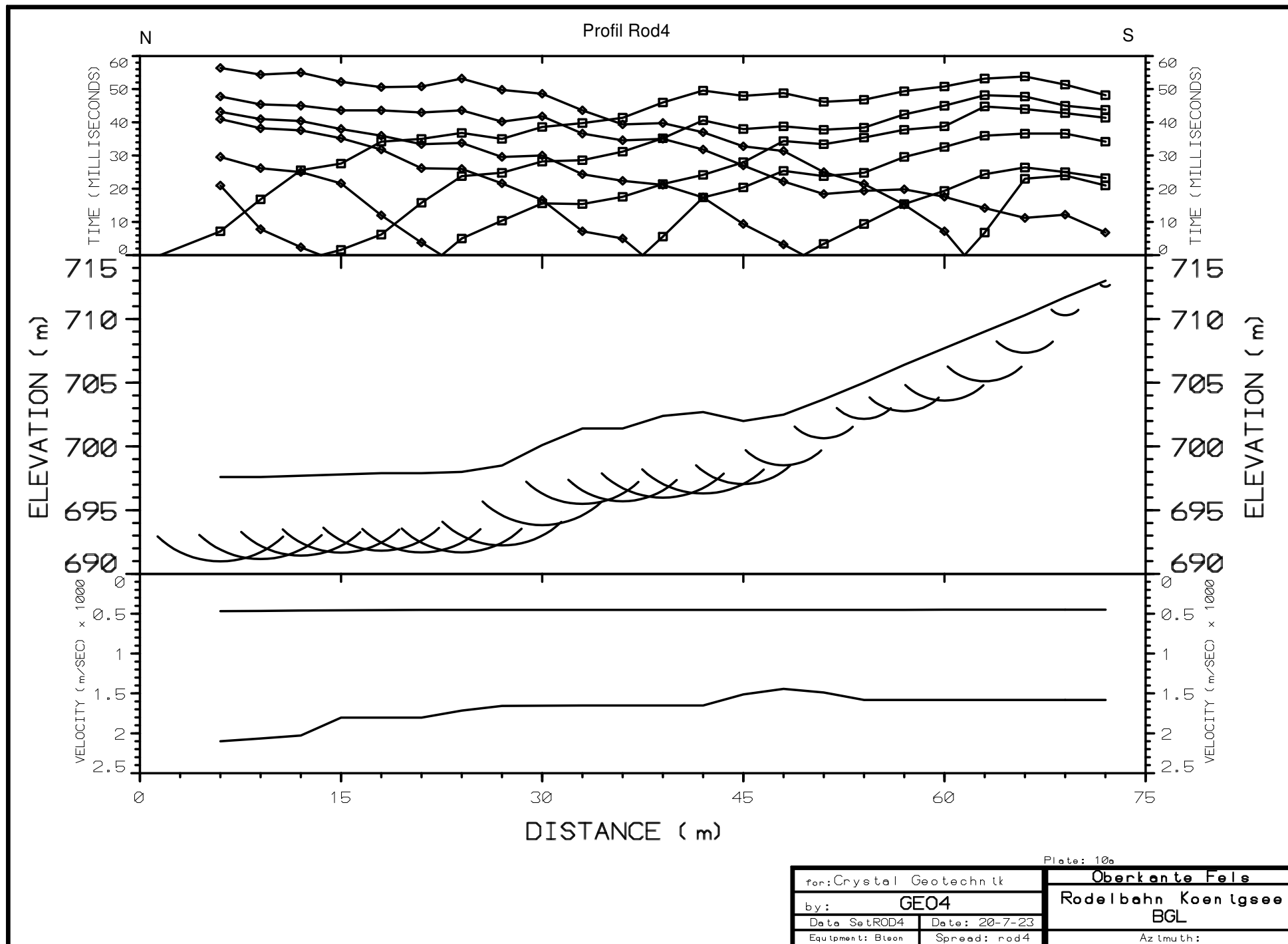


for: Crystal Geotechnik		Plate: 10a	
by: GEO4		OK Fels	
Date Set ROD1	Date: 20-7-23	Rodelbahn Koenigssee	
Equipment: Blean	Spread: rod1	BGL	
		Azimuth:	



for: Crystal Geotechnik		Plate: 10a	
by: GEO4		OK Fels	
Date Set: ROD2A	Date: 20-7-23	Rodelbahn Koentgsee	
Equipment: Blean	Spread: rod2a	BGL	
		Azimuth:	







Postanschrift: GEO4 GmbH, Landstr. 1, D-82131 Oberbrunn
Telefon: +49-(0)89-89306000, **Fax:** +49-(0)89-89306001, **e-mail:** info@geo4.de

Geophysikalische Bestimmung der Scherwellengeschwindigkeit v_s
und Berechnung des Elastizitätsmodul E_{dyn}
und des Schermodul G_{dyn}

Rodelbahn Königsee

August 2023

Geophysikalische Bestimmung der Scherwellengeschwindigkeit v_s
und Berechnung des Elastizitätsmodul E_{dyn}
und des Schermodul G_{dyn}

Rodelbahn Königsee

August 2023

Auftraggeber: CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
Schustergasse 14

83512 Wasserburg a. Inn

Projektleiter: Thomas Langer
Benjamin Bichler

Auftragnehmer: GEO4 GmbH
Gesellschaft für Geotechnik
und Geophysik mbH
Landstraße 1
D-82131 Oberbrunn

Projektleiter: Dr. K. Krammer

Inhalt

- 1 Aufgabenstellung und Zielsetzung
- 2 Geophysikalische Verfahren
3. Messungen und Ergebnisse
- 4 Zusammenfassende Analyse

Abbildungen:

Abb. 1: Messprofil im Startbereich der Rodelbahn

Abb. 2: Zusammengefasste Ergebnisse

Anhang: Ergebnisse der Refraktionsseismik

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen im Startbereich der Rodelbahn am Königsee sollten die Scherwellengeschwindigkeit v_s bestimmt werden. Dazu wurde refraktionsseismische Messungen unter Nutzung von S- und P-Wellen durchgeführt. Aus den beiden Parametern S-Wellengeschwindigkeit und P-Wellengeschwindigkeit können mit der Dichte das dynamische Schermodul und Elastizitätsmodul berechnet werden.

2. Geophysikalische Verfahren

2.1 Refraktionsseismik

In der Refraktionsseismik wird eine Schallwelle angeregt und ihre Ausbreitung im Untergrund durch Geophone entlang eines Profils registriert. Die Scherwellengeschwindigkeit (S-Wellengeschwindigkeit v_s) wird durch orientiert gesteckte Horizontalgeophone und eine spezielle, polarisierte Anregung ermittelt. Die Kompressionswellengeschwindigkeit (P-Wellengeschwindigkeit v_p) ergibt sich aus der klassischen Hammerschlagseismik mit Vertikalgeophonen. Eine Übersicht über die typischen S- und P-Wellengeschwindigkeiten von Gesteinen gibt Tabelle 1 wieder.

Mit den allgemeinen Formeln der Elastizitätstheorie erhält man folgende Beziehungen für die dynamischen Module:

Schermodul (Gleitmodul, Schubmodul): $G_{\text{dyn}} = \rho v_s^2$ mit ρ = Dichte

Elastizitätsmodul: $E_{\text{dyn}} = \rho v_s^2 (3 v_p^2 - 4 v_s^2) / (v_p^2 - v_s^2)$

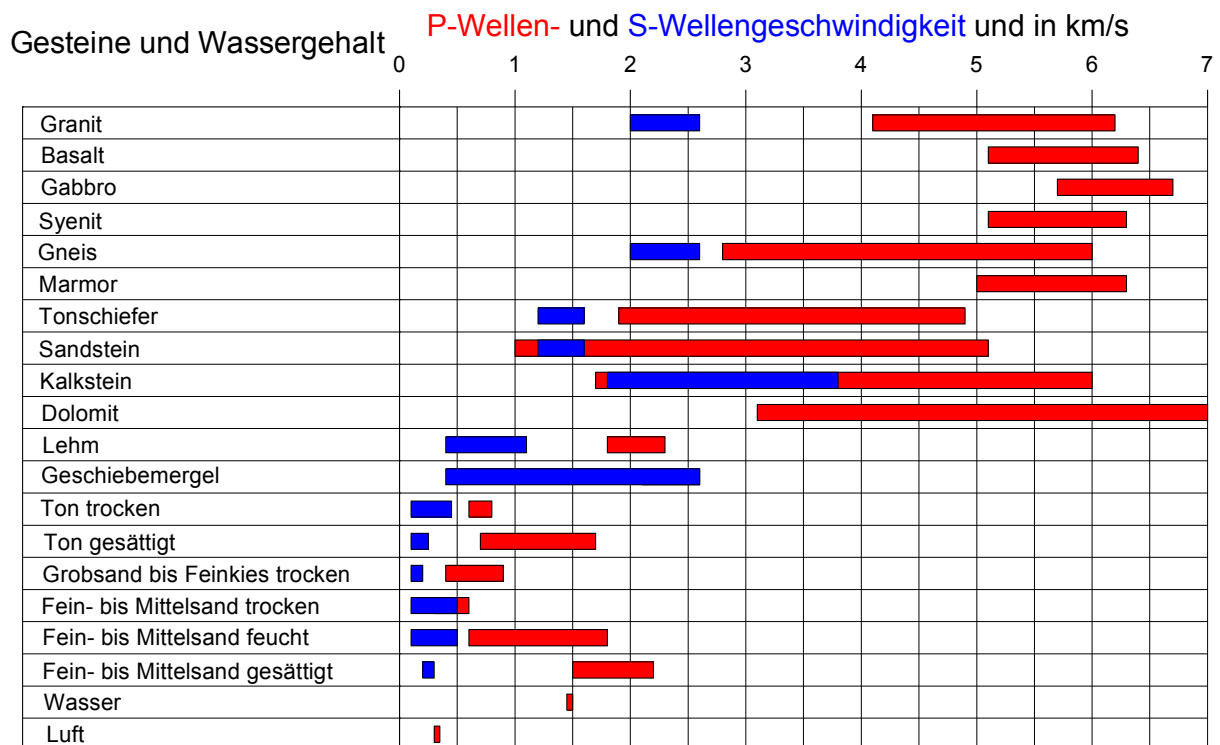


Tabelle 1: P- und S-Wellengeschwindigkeit unterschiedlicher Gesteine

3. Messungen und Ergebnisse

Messungen Refraktionsseismik

Die refraktionsseismischen Geländearbeiten im Startbereich der Rodelbahn fand in Absprache mit dem Auftraggeber auf einem Profil südöstlich des Startgebäudes am 3.8.2023 statt (Abbildung 1). Der Geophonabstand auf dem Profil betrug 2 m. Es wurden Horizontalgeophone für die S-Welle und Vertikalgeophone für die P-Welle benutzt. Mit 12 Kanälen wurden 22 m Profillänge abgedeckt. Die Anregung der seismischen Wellen erfolgte durch Hammerschlag. Es wurde an 3 Punkten angeregt. Die Registrierung wurde mit einer 12-Kanal-Apparaturen BISON durchgeführt.

Die S-Wellen wurde in beide Richtung angeregt, sodass durch spezielle Überlagerung der beiden unterschiedlich polarisierten Registrierungen der Ersteinsatz der S-Welle auch bei vorhandener P-Wellenenergie (Wechselwellen) eindeutig erkannt werden konnte.

Grundsätzlich war der Ort der Messungen extrem ungünstig. Ein Großteil der Fläche südöstlich des Starthauses ist künstlich aufgebaut mit großen Blöcken, die als Schutzmauer vor Steinschlag und Hochwasser dort eingelagert wurden. Deshalb ist das Ergebnis der Messungen mit Vorsicht zu betrachten, da es vermutlich eher bzw. auch geprägt ist durch das Blockwerk

Auswertung Refraktionsseismik

Die Auswertung wurde mit Programmen der Firmen Interpex (Firstpix[®], Gremix[®]) durchgeführt. Die Geophonersteinsatzzeiten wurden für jeden Schuss angerissen und aus den resultierenden Laufzeitkurven ein iterativ optimiertes Geschwindigkeits-Tiefenmodell entsprechend der General Reciprocal Method (GRM) berechnet (Anhang 1). Als Geschwindigkeit für die Berechnung der Module wurde die mittlere Geschwindigkeit genommen. Zusätzlich wurde eine geschätzte Dichte von 2000 kg/m³ eingesetzt, die durch die wahre Dichte korrigiert werden kann.

Ergebnisse Refraktionsseismik

Auf dem Profil wurden die refraktionsseismischen Messungen durch einen 2-Schichtfall interpretiert:

- Die **oberste Schicht** hat mittlere Geschwindigkeiten von 350 m/s (P-Welle) und 255 m/s (S-Welle) und Mächtigkeiten von ca. 3,2 m (P-Welle) und 3,4 m (S-Welle). Für die Berechnung der Module wurde die Schichtgrenze auf 3,3 m gelegt.
- Die **zweite Schicht** ist durch die höhere Geschwindigkeit beider Wellentypen begründet: 1050 m/s für P-Welle und 500 m/s für die S-Welle.

Standort	Tiefe (m)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	Dichte (kg/m ³)	G_{dyn} (MPa)	E_{dyn} (MPa)
Rodelbahn	0 – 3,3	350	255	2000	130	243
	3,3	1050	500	2000	500	1353

Tabelle 2: Ergebnisse aus der Refraktionsseismik: Mittelwerte für den dynamischen Schermodul G_{dyn} , dynamischen Elastizitätsmodul E_{dyn} , P-Wellengeschwindigkeit v_p und die Scherwellengeschwindigkeit v_s .

In der Zusammenstellung der Daten (Tabelle 2) und in Abbildung 2 wurde für die Module die Grenze zwischen erster und zweiter Schicht auf das Mittel der Tiefe aus beiden Wellentypen gelegt (3,3 m).

4. Zusammenfassende Analyse

Die refraktionsseismischen Messungen zur Bestimmung Wellengeschwindigkeiten und der elastischen Parameter auf dem Profil südöstlich dem Starthaus der Rodelbahn am Königsee wurden durch einen Zwei-Schichtfall interpretiert. Unter einer locker gelagerten, 3,3 m mächtigen Deckschicht mit Wellengeschwindigkeiten von 350 m/s (P-Welle) und 255 m/s (S-Welle) findet sich eine besser verdichtete Schicht mit 1050 m/s für P-Welle und 500 m/s für die S-Welle. Mit einer angenommenen Dichte von 2000 kg/m³ erhält man daraus dynamische Schermodulwerte

von 130 MPa für die oberste und 500 MPa für die tiefer Schicht und Elastizitätsmodule von 243 MPa oben und 1353 MPa unten.

Da der Untergrund vermutlich zum Teil künstlich aus Blöcken aufgebaut ist, sind die Werte nicht unbedingt repräsentativ für das in der natürlich Umgebung vorkommende Gestein. Jedoch war die Wahl des Profilverlaufs noch die für die Fragestellung am günstigste und die Geschwindigkeiten bzw. Module scheinen plausibel und liegen im Rahmen von Lockergesteinen.



Bergen, den 7.8.2023

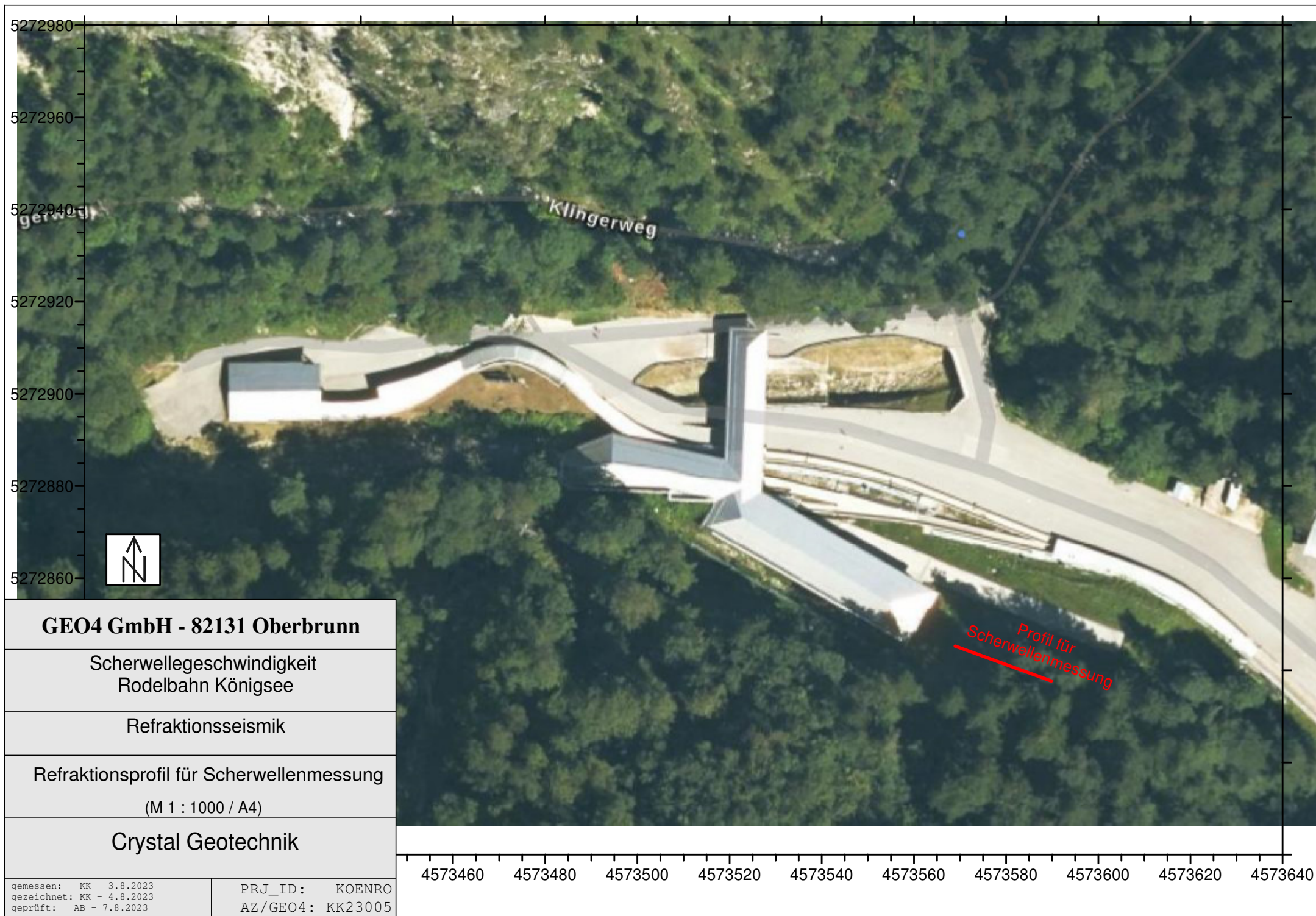
Dr. K. Krammer

Abbildungen und Anhänge:

Abb. 1: Messprofil im Startbereich der Rodelbahn

Abb. 2: Zusammengefasste Ergebnisse

Anhang: Ergebnisse der Refraktionsseismik



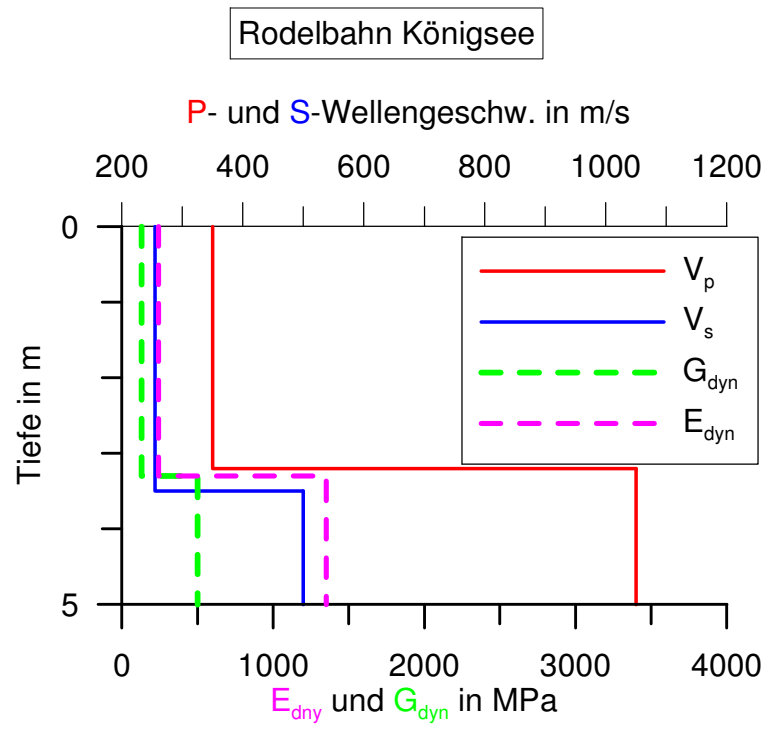
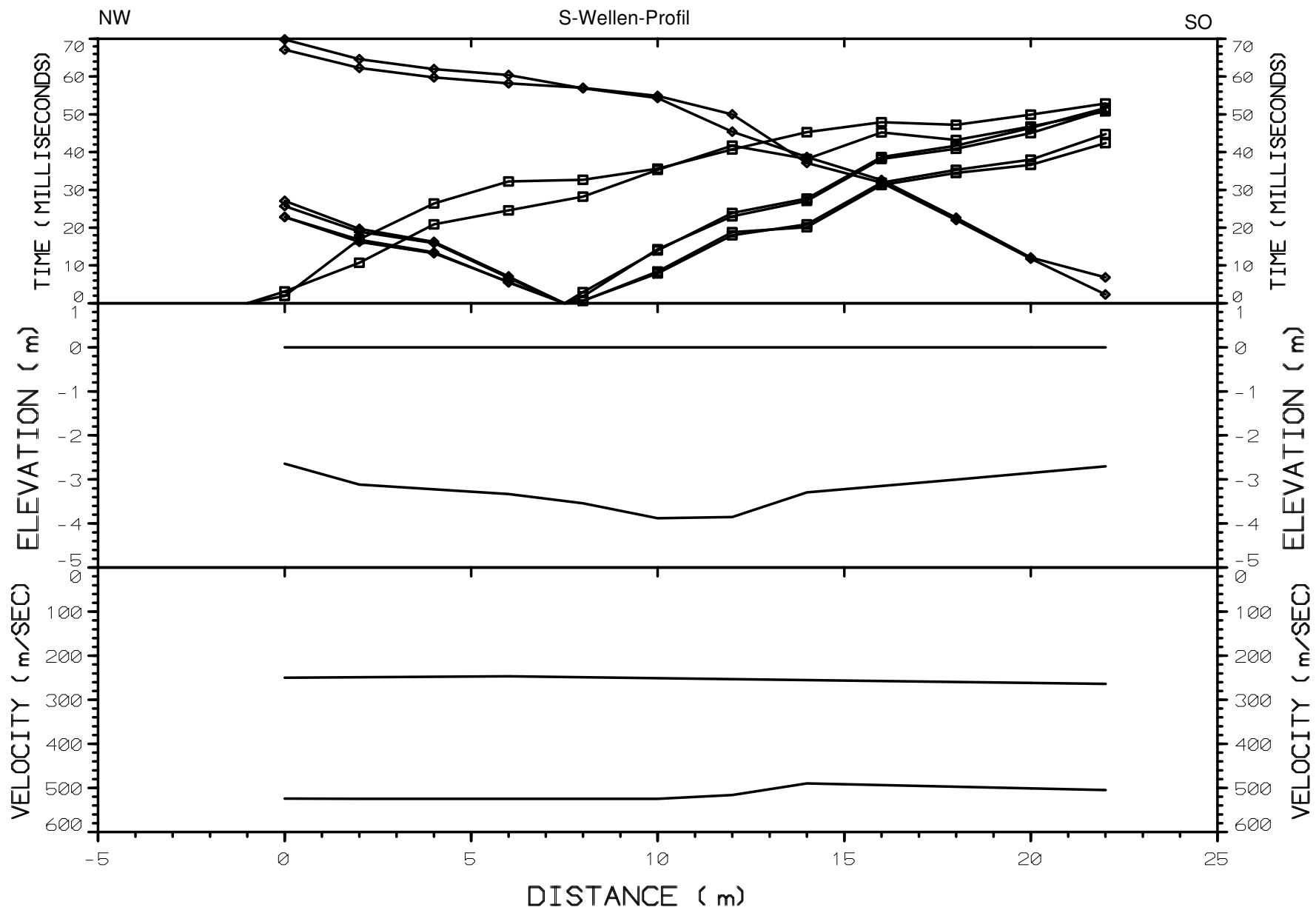
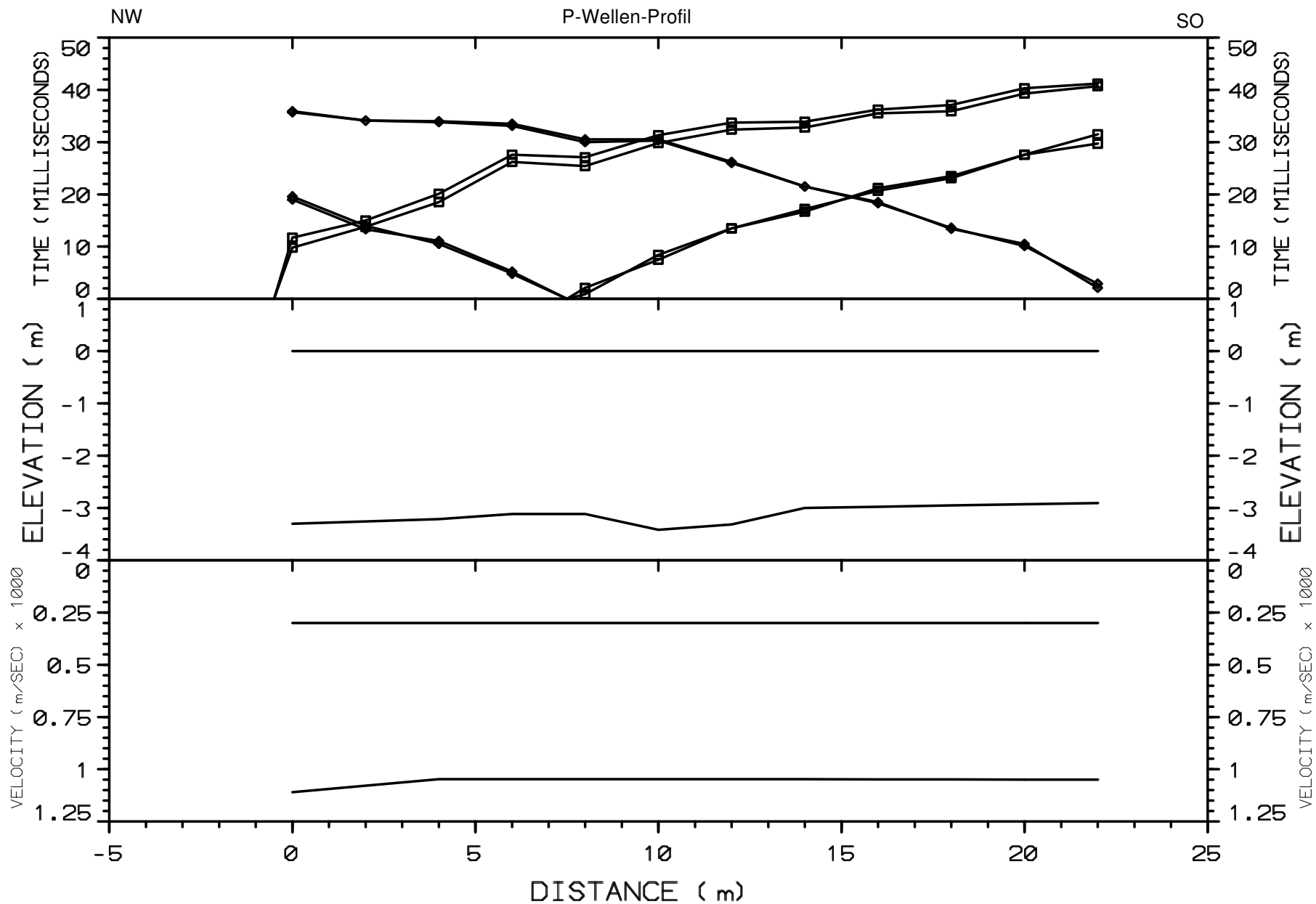


Abb. 2: Zusammengefasste Ergebnisse für die Messungen an Rodelbahn

Anhang : Ergebnisse der Refraktionsseismik



for: Crystal Geotechnik		Plate: 10a	
by: GEO4		S-Wellen	
Date SetRB-S1	Date: 3-8-23	Rodelbahn Koenigssee	
Equipment: Bion	Spread: rb-s1	BGL	
		Azimuth:	



for: Crystal Geotechnik		Plate: 10a
by: GEO4		S-Wellen
Date SetRB-P1	Date: 3-8-23	Rodelbahn Koenigssee
Equipment: Bloon	Spread: rb-p1	BGL
		Azimuth: