



15



Unterhaltsabschnitt:	Sektor N	Kanton:	GR
Objekt / Los:	18.13.20.301.05	Gemeinde:	Domat/Ems, Bonaduz, Rothenbrunnen
Unterhaltskilometer:	94.8 - 103.5		
RBBS:	948 -1035		
TDcost-Bezeichnung:	080322	DB-Nummer:	

Geologisch - geotechnischer Prognosebericht

Detailuntersuchungen Tunnel Isla Bella

Bürointerne – Plannummer
1909209-1

Rev.	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Dokument / Plan - Nr. (PV):	13c.3365 DP / 15
Datum	04.03.2020					Inventarobjekt-Nummer:	18.13.20.520.04
Gez.	do					Format:	A4
Gepr.	kb					Massstab:	
Projektleitung Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Bellinzona Via C. Pellandini 2 6500 Bellinzona						Eingegangen:	
						Geprüft / Prüfung.:	
						Freigabe:	

Änderungsverzeichnis

Dok Name	Version	Datum	Verfasser	Bemerkung	Freigabe
1909209-1	V1	04.03.2020	Do		

Verteiler:

Bezeichnung:	Name:
GPL	Roman Kurath
BL PM Nord	Marco Ronchetti
FU-T/G	Balazs Fonyo
BHU	Daniela Fortunato
PV-Bau	Christian Haldemann

Anhang:	1	Situation der Sondierungen [3]
	2.1 – 2.4	Aufzeichnung der Sondierbohrungen
	3.1 – 3.4	Ergebnisse Laboruntersuchungen
	4.1	Ergebnisse Porenwasserdruckgebermessungen
	4.2	Schematische Interpretation des Druckgradientes in QS 4
	5.1 – 5.4	Fotodokumentation der Sondierbohrungen
	6	Fotodokumentation
Beilage:	1	Geologisch-geotechnisches Längsprofil 1:5000

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage.....	4
1.1	Problemstellung und Auftrag	4
1.2	Untersuchungen/ Tätigkeiten.....	4
2	Geologische Situation.....	4
2.1	Lithologie und Tektonik	4
2.2	Gebirgshydraulik	5
3	Untersuchungen und Ergebnisse.....	5
3.1	Sondierbohrungen.....	5
3.1.1	Methode	5
3.1.2	Ergebnis	5
3.1.3	Beurteilung der Ergebnisse.....	7
3.2	Porenwasserdruckgeber	7
3.2.1	Methode	7
3.2.2	Ergebnis	7
3.2.3	Beurteilung der Ergebnisse.....	8
3.3	Laboruntersuchungen	8
3.3.1	Methode	8
3.3.2	Ergebnis	8
3.3.3	Ergebnis	8
3.3.4	Beurteilung der Ergebnisse.....	9
4	Beschreibung des Gebirges.....	10
4.1	Felskennwerte.....	10
4.2	Bergwasser/Durchlässigkeit	10
5	Beurteilung des Gebirges	10
5.1	Geologisch-geotechnisches Längenprofil	10
6	Risiken / Gefährdungsbilder.....	11
6.1	Wassereinwirkungen.....	11
7	Unsicherheiten.....	11

Grundlagen

- [1] ARGE Isla Bella, BauGrundRisk GmbH, BTG Büro für Technische Geologie AG 2015: N13 EP 22 AS Rothenbrunnen – AS Vial, SiSto Tunnel Isla Bella, Ausführungsprojekt, Geologisch-geotechnischer Prognosebericht, 5646-1 vom 07.05.2015
- [2] Büro für technische Geologie BTG Br. T. Lardelli, 1986: Tunnel Isla Bella, Schlussbericht mit Beilagen 1 bis 4, April 1986.
- [3] IG MaWi, IM Maggia Engineering SA, Widmer Ingenieur AG 2016: N13 EP 22 AS Rothenbrunnen – AS Vial, Sicherheitsstollen Tunnel Isla Bella, Ausführungsprojekt (AP), Situation 1:1000, 12.2299.31-003

1 Ausgangslage

1.1 Problemstellung und Auftrag

- Das zur Erhöhung der Verkehrssicherheit vom Bundesamt Strasse ASTRA in Auftrag gegebene Projekt sieht vor, einen ~ 50 m parallel zum Tunnel verlaufenden Sicherheitsstollen zu erstellen. Der SISTO soll an den bestehenden 7 Querschlägen mit dem Tunnel verbunden werden.
- Die bestehenden Gebirgsverhältnisse wurden in dem Prognosebericht erläutert [1]. Die grössten Unsicherheiten bestehen beim Thema „Gebirgshydraulik“. Während des Tunnelvortriebs hatten die Gebirgswasserverhältnisse die grössten Schwierigkeiten verursacht. Dabei wurden lokal bei eintretendem Gebirgswasser Drücke von bis 4 bar gemessen. Wie weit der heutige Tunnel den Gebirgswasserspiegel abgesenkt und den Gebirgswasserdruck reduziert hat ist unbekannt.
- Für die Ausarbeitung des Detailprojektes sind die vorliegenden Gebirgswasserverhältnisse mittels stichprobenartigen Sondierungen abzuklären. Damit erhält man zuverlässige Angaben, ob und wie weit der bestehende Tunnel das Gebirge im Bereich des geplanten SISTO zu drainieren vermochte. Zudem wurden auf Wunsch des PV zusätzliche, felsmechanische Laboruntersuchungen an Festgesteinen durchgeführt.

1.2 Untersuchungen/ Tätigkeiten

Es wurden folgende Arbeiten durchgeführt

- Begehung des Tunnels und Ausarbeitung eines Untersuchungskonzeptes.
- Bauleitung, Aufnahme und Aufzeichnen von 4 Rotationskernbohrungen mit einer Gesamtlänge von 132 m aus dem QS 3 (KB 1), dem QS 4 (KB 2 und KB 3) und dem QS 6 (KB 4), ausgeführt durch die CrestaGeo AG vom 29.09 bis zum 31.10.2020 (Anhänge 1, 2).
- Probennahme von 12 Felsproben für einaxiale Druckfestigkeitsprüfungen, durchgeführt vom Versuchsstollen Hagerbach AG (Anhang 3).
- Bauleitung der Instrumentierung der Bohrungen mit insgesamt 8 Porenwasserdruckgeber durch die Firma Huggenberger AG und Auswertung der bisherigen Messergebnisse (Anhang 4).
- Aktualisierung des geologisch-geotechnischen Längensprofils aus [1] (Beilage 1).
- Die Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht zusammengefasst und ergänzen den geologisch-geotechnischen Prognosebericht [1].

2 Geologische Situation

2.1 Lithologie und Tektonik

- Die Felsverhältnisse wurden in [1] detailliert beschrieben und sind nachfolgend zusammengefasst.
- Der Tunnel Isla Bella befindet sich in der tektonischen Einheit der Grava-Decke, einer nordpenninischen Bündnerschiefer-Decke.

- Die Grava-Decke baut sich geotechnisch gesehen aus zwei Bündnerschieferformationen auf: Der phyllitisch-schiefrigen Lugnezer Schiefer und der mehr kalkig-sandigen Grava-Serie.
- Die Lugnezer Schiefer bestehen aus einer plattigen bis dünnbankigen 1:1-Wechselagerung von sandigen Kalken und Serizitschiefern. Die deutlich massiger bzw. kompetenter ausgebildete Grava-Serie dagegen baut sich aus gebankten, dm- bis m-mächtigen Sandkalken auf, die durch feine Schieferfugen von bis zu dmstarken Phyllitlagen getrennt werden.
- Beide Formationen sind unregelmässig geklüftet. Die Klüftung K1 ist in den plattigen Lugnezer-Schiefern durchwegs gestuft, mit niedriggradiger Durchtrennung ausgebildet, während der entsprechende Durchtrennungsgrad in der Grava-Serie höher ist.
- Hochgradig durchtrennende und oft kakiritisierte Scherzonen sind vorwiegend auf die Lugnezer Schiefer beschränkt und bilden darin Zonen mit der intensivsten Felsentfestigung überhaupt (siehe Beilage 1). Die Kakiritscherzonen fallen generell subparallel zur Schieferung ein oder schneiden diese steiler und unter W-E-Streichen etwas abgedreht.
- Es wird nachfolgend die im Prognosebericht verwendete, ältere und gebräuchliche Nomenklatur für die Formations- und Deckenbegriffe verwendet [1].

2.2 Gebirghydraulik

- Gemäss der baubegleitenden Aufnahmen zum Isla Bella Tunnel [2] ereigneten sich die grössten Niederbrüche, die z.T. monatelange Vortriebsverzögerungen verursachten, innerhalb von Kakiritscherzonen unter hydraulisch gespannten Gebirgswasserverhältnissen. Der im geologisch-geotechnischen Längsprofil des geologisch-geotechnischen Berichts [1] eingezeichnete Gebirgswasserspiegel basiert auf den im Schlussbericht zum Bau des Isla Bella Tunnels [2] angegebenen Ergebnissen der damaligen Tunnelaufnahmen.

3 Untersuchungen und Ergebnisse

3.1 Sondierbohrungen

3.1.1 Methode

Während dem Oktober 2019 wurden durch die Firma CrestaGeo AG vier Kernbohrungen aus den Querschlügen QS 3, QS 4 und QS 6 mit einer Steigung von 10 °ausgeführt (Anhang 1). Die Bohrung KB 1 wurde über 40 m Länge ausgeführt (QS 3), die Bohrungen KB 2 und KB 3 konnten auf die vorgesehene Länge von 30 m ausgeführt werden (QS 4). Die Bohrung KB 4 wurde aufgrund der erheblichen Wasserzutritte von bis 1500 l/ min (25 l/s) nach einer Länge von 32 m abgebrochen.

Mit den Bohrungen wurde der Fels stichprobenartig sondiert. Die Bohrungen wurden mit Porenwasserdrucksensoren bestückt (Abschnitt 3.2). Weiter wurden für Felsmechanische Untersuchungen insgesamt 12 Felsproben entnommen (Abschnitt 3.3).

3.1.2 Ergebnis

- Die Ergebnisse der Bohrungen sind im Anhang 2 aufgezeichnet.

- Die Bohrungen liegen mit Ausnahme vom Beton des Tunnels vollständig im Fels.
- Es wurden Wechsellagerungen von Sandkalken mit Phyllitlagen und sandigen Kalkschiefer mit Phyllitlagen angetroffen. Die Häufigkeit und Ausprägung der Phyllitlagen ist sehr wechselhaft und variiert von mm dünnen bis zu dm starken Lagen.
- In den Bohrungen KB 1 und KB 4 sind die Kerne teilweise zu Kies und Steinen zerfallen. In der Bohrung KB 4 wurden mehrfach kakiritisierte Abschnitte festgestellt. Die kakiritisierten Abschnitte mit zu Lockergestein zerlegtem Fels sind sehr dicht, kompakt und von Hand nicht aufzubrechen.
- Der durchschnittliche RQD-Wert von der Bohrung KB 1 liegt mit 83% deutlich über den Werten der übrigen Bohrungen mit 69 % (KB 2), 65 % (KB 3) und 63 % (KB 4).
- In den Bohrungen wurden beträchtliche Wasserzutritte vorgefunden. Eine Zusammenstellung der während der Bohrung und dem Einbau festgestellten Schüttungen ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen

Bohrung	Datum	Stand Bohrlochtiefe [m]	Schüttmenge [l/min]
KB 1	07.10.2020	28.5	30
	08.10.2020	34.4	105
	08.10.2020	38.8	140
	09.10.2020	40.3	140
	14.10.2020	40.3	120
KB 2	22.10.2020	15.0	5
	22.10.2020	17.0	10
	23.10.2020	28.0	22
	24.10.2020	29.9	16 (kein Druck)
KB 3	16.10.2020	16.0	3
	17.10.2020	18.0	10
	19.10.2020	20.0	50
	21.10.2020	30.0	65
	24.10.2020	30.0	55 (6 bar Druck)
KB 4	28.10.2020	7.0	36
	28.10.2020	10.0	90
	28.10.2020	11.5	140
	28.10.2020	13.0	240
	30.10.2020	29.0	600
	30.10.2020	30.0	800
	30.10.2020	32.0	1500

- Wurde die Bohrung KB 4 nach Beendigung der Bohrarbeiten mit dem Schieber verschlossen, war eine Zunahme der Tropfstellen im QS 6 festzustellen. Die totale Tropf- und Fadenwasserzunahme in QS 6 wurde auf ~ 20 l/min geschätzt.

3.1.3 Beurteilung der Ergebnisse

- Die häufig auftretenden Sandkalke und geringmächtigen Phyllite innerhalb der Bohrung KB 1 sowie der deutlich höhere RQD-Wert zeigen, dass sich die Bohrung KB 1 innerhalb der Grava-Serie befindet. Dies deckt sich mit dem aus den Tunnelaufnahmen interpretierten Schichtverlauf des geologisch-geotechnischen Längenprofils [1] (Beilage 1).

3.2 Porenwasserdruckgeber

3.2.1 Methode

- Die Bohrungen wurden durch die Firma Huggenberger AG mit Porenwasserdruckgeber bestückt. Aufgrund der Wasserzutritte konnten in die Bohrungen KB 1 und KB 4 keine Injektionspacker eingebracht werden. Alternativ wurde jeweils ein Drucksensor am Bohranfangspunkt montiert (Anhang 6 / Foto e). Die Bohrung KB 1 blieb nach Beendigung der Bohrung am 09.10. bis zur Montage des Schiebers am 18.11.2020 offen (40 Tage). Die Bohrung KB 4 wurde mit dem vorhandenen Schieber unmittelbar nach den Bohrarbeiten verschlossen.
- In den Bohrungen KB 2 und KB 3 wurden am 28.10. und 29.10.2019 Drucksensoren in Tiefen von 7 – 9 m, 14 – 18 m und 27 – 30 m bzw. 7 – 9 m, 17 – 21 m und 27 – 30 m eingebaut. Die Sensoren wurden durch Injektionspacker voneinander abgetrennt. Die Bohrungen waren jeweils während 5 Tagen (KB 2) bzw. 8 Tagen (KB 3) vom Bohrabchluss bis zum Einbau des Messgeberstranges offen.
- Die Sensoren sind seit dem 04.12.2020 an den Datenlogger angeschlossen und zeichnen den Druck und die Temperatur 2-mal pro Stunde auf. Die Daten sind über ein Datenportal der Firma Huggenberger AG einsehbar. Eine detaillierte Auswertung der Daten wurde am 11.02.2020 durchgeführt und ist im Anhang 4 dargestellt.
- Zu jeder Druckmessung wird von den Sensoren die Temperatur registriert.

3.2.2 Ergebnis

- In KB 1 wird ein Druck von 0.60 – 0.65 MPa gemessen. Der Druck ist seit Messbeginn geringfügig angestiegen.
- In KB 2 werden im entferntesten Sensor KB 3.3 ein Druck von 0.4 MPa gemessen. Die beiden proximalen Sensoren KB 2.1 und KB 2.2 zeigen nahezu denselben Druck von 0.02 MPa.
- An Sensor KB 3.3 wurde zu Messbeginn der höchste Druck mit über 0.8 MPa gemessen. Die Drücke der Geber KB 3.1 und KB 3.2 liegen ~ 0.25 MPa bzw. 0.1 MPa tiefer. Alle drei Druckmesskurven in KB 3 verlaufen nahezu parallel und sind seit Messbeginn um ~ 0.15 MPa abgesunken.
- Der Sensor KB 4 zeigt einen nahezu konstanten Druck von ~ 0.3 MPa.
- Der Drucksensor KB 1 registriert eine gering abfallende Wassertemperatur von 18.7° bis 18.2° C seit Messbeginn. Die Messgeber in KB 2 zeigen mit 18.9° bis 19.3° C die höchsten Temperaturen. Die Temperatur am entfernten Sensor KB 2.3 ist am höchsten. Die

Temperaturen in der Bohrung KB 2 liegen bei 16.7° bis 17.1° C. Die Temperatur bei dem Sensor KB 4 ist mit einer Temperatur von ~ 12° C vergleichsweise kühl.

3.2.3 Beurteilung der Ergebnisse

- Die nahezu identischen und niedrigen Drücke der beiden Sensoren KB 2/1 und KB 2/2 deuten auf eine Verbindungen der Filterstrecken und/oder eine Umläufigkeit im Gebirge hin. Ob diese Umläufigkeit durch den Querstollen QS 4, durch den Tunnel oder durch eine ungenügende Injektion der Bohrung verursacht wird, ist unklar. Seit der Injektion der Packer in KB 2 tritt stets Wasser neben den Messkabeln aus (Anhang 6). Dies deutet auf einen ungenügende Injektion der Abdichtungspacker hin.
- Das Bohrloch KB 1 war aufgrund des missglückten Einbaus von Drucksensoren während 40 Tagen offen. Während dieser Zeit wurde ein Ausfluss von ~ 110 l/min gemessen. Der Anstieg des Druckes in KB 1 kann mit einem sich auffüllenden Bergwasserreservoir nach dessen der Entleerung erklärt werden.
- Wo in der KB 4 die niedrigsten Wassertemperaturen gemessen wurden, war auch der Wasserzutritt mit 25 l/s am höchsten.

3.3 Laboruntersuchungen

3.3.1 Methode

- An je drei Proben aus jeder Bohrung wurden vom Versuchstollen Hagerbach einaxiale Druckfestigkeitsversuche mit Querdehnung durchgeführt. Die detaillierten Prüfberichte sind im Anhang 3 vorzufinden.

3.3.2 Ergebnis

3.3.3 Ergebnis

Formation	Gesteinstyp	Sonierbohrung / Probe	Bohrtiefe	Winkel zur Schieferung	Druckfestigkeit [kPa]	Verformungsmodul ¹⁾ [MPa]	Querdehnungszahl ¹⁾
Grava-Serie	Sandkalk phyllitisch	KB 1/1	8.3 m	75 - 85 °	53.2	47.6 / 51.6	0.24 / 0.29
	Kalkschiefer phyllitisch	KB 1/2	17.2 m	85 - 90 °	126.7	69.0 / 71.2	0.15 / 0.21
	Kalkschiefer	KB 1/3	38.0 m	80 - 85 °	36.9	41.4 / 42.3	0.33 / 0.43
	Mittelwert				72.3	52.6 / 55.0	0.24 / 0.31

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite auf den letzten Ent.- / Belastungszyklus.

Forma- tion	Gesteinstyp	Sonierboh- rung / Probe	Bohr- tiefe	Winkel zur Schieferung	Druckfes- tigkeit [kPa]	Verformungs- modul ¹⁾ [MPa]	Querdeh- nungszahl ¹⁾
Lugnezer-Schiefer	Sandkalk massig	KB 2/1	8.4 m	45 – 50 °	79.1	57.4 / 64.7	0.34 / 0.42
	Kalkschiefer	KB 2/2	23.5 m	45 °	32.1	20.3 / 28.0	0.07 / 0.20
	Phyllit	KB 2/3	18.5 m	40 °	19.0	19.6 / 20.1	0.45 / 0.55
	Sandkalk massig	KB 3/1	6.0 m	85 °	108.4	51.7 / 54.9	0.16 / 0.22
	Sandkalk phyllitisch	KB 3/2	27.0 m	75 – 80 °	65.4	39.4 / 47.8	0.19 / 0.22
	Kalkschiefer	KB 3/3	18.5 m	85 °	111.5	48.4 / 51.7	0.18 / 0.21
	Sandkalk phyllitisch	KB 4/1	5.0 m	65 – 80 °	85.7	34.4 / 41.8	0.03 / 0.08
	Sandkalk massig	KB 4/2	19.7 m	70 – 75 °	45.3	48.5 / 50.9	0.32 / 0.37
	Kalkschiefer	KB 4/3	29.0 m	75 – 85 °	55.0	49.7 / 50.6	0.55 / 0.65
	Mittelwert				55.8	41.0 / 45.6	0.25 / 0.32

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite auf den letzten Ent.- /Belastungszyklus.

3.3.4 Beurteilung der Ergebnisse

- Die Versuche parallel zur Schieferung ergeben die höchsten Werte. Ist die Schieferung im Bereich von 45 ° zur Prüfrichtung orientiert, so werden die tiefsten Werte erreicht. Der Anteil an Phyllit ist bei schief geneigter Schieferung umgekehrt proportional zu der erreichten, einaxialen Druckfestigkeit. Parallel zur Schieferung ist keine Korrelation mit dem Anteil an Phyllit zu erkennen. Versuche normal zur Schieferung konnten keine durchgeführt werden, da hierfür keine geeigneten Bohrkern vorlagen.
- Die Streuung der einaxialen Druckfestigkeiten und der Verformungsmoduli ist sehr hoch. Die Lage der Schieferung, der einzelnen Klüfte und die Häufigkeit von Sandkalkbänken in den einzelnen Prüfkörpern führen zu den unterschiedlichen Werten. Die hohe Spannweite der Messergebnisse ist typisch für die Inhomogenität der Bünderschiefergesteine.

4 Beschreibung des Gebirges

4.1 Felskennwerte

- Mit den neu durchgeführten Laborversuchen an Felsproben können zusammen mit den in [1] vorhandenen Werte die für felsmechanische Berechnungen erforderlichen Felskennwerte als mittlere Erwartungswerte wie folgt angepasst werden.

Gesteinstyp	Druckfestigkeit σ	E-Modul E	Poissonzahl ν
	[MPa]	[GPa]	-
Versuch	einaxialer Druckversuch		
Grava-Serie (Süd)	50 ± 35 *	45 ± 15	0.30 ± 0.20
Lugnezer-Schiefer (Nord)	55 ± 35 *	40 ± 15	0.30 ± 0.15

*) Die Bündnerschiefer sind durch stark anisotrope Druck- und Zugfestigkeiten charakterisiert. Einaxiale Druckfestigkeit: Die hohen bzw. maximalen Werte des angegebenen Streubereichs sind senkrecht bzw. parallel zur Schieferung, die minimalen Werte gelten für Belastungen bei 30-45° zur Schieferung.

4.2 Bergwasser/Durchlässigkeit

- Das Gebirge verfügt über eine generell geringe und stark anisotrope Durchlässigkeit [1].
- Anhand der in den Kernbohrungen eingebauten Porenwasserdruckgebern kann der Gebirgswasserspiegel stichprobenartig gemessen und über den SISTO neu interpretiert werden.
- Die gemessenen Wasserdrücke liegen im Bereich des Gebirgswasserspiegels der bisherigen Prognose [1]. Es ist davon auszugehen, dass der Tunnel und die Querstollen den Gebirgswasserspiegel nur geringfügig drainiert hat. Wahrscheinlich wurde der Gebirgswasserspiegel nur lokal bei offenen Kluftsystemen mit erhöhter Durchlässigkeit markant abgesenkt.
- Eine Aufzeichnung des gemessenen Wasserdruckgradienten hin zum Querstollen QS 4 ist in Anhang 4.2 dargestellt. Aus den Messungen in KB 3 wird interpretiert, dass der Druckgradient zum Stollen hin grösser wird. Durch die generell schlechte Durchlässigkeit der Bünderschiefer kann ein hoher Gebirgswasserdruck bis nahe an den Stollen reichen. Die Messungen in KB 2 sind nicht interpretierbar (Abschnitt 3.2.3).
- Der in den Bohrungen festgestellte Wasseranfall korreliert nur bedingt mit den gemessenen Wasserdrücken. Bei den stichprobenartigen Sondierungen haben die lokale Anisotropie der Durchlässigkeit und die zufällige Verteilung von Quellen in der Umgebung der Störzonen einen hohen Einfluss auf den Wasseranfall.

5 Beurteilung des Gebirges

5.1 Geologisch-geotechnisches Längenprofil

- Das geologisch-geotechnische Längsprofil in der Beilage 1 wurde mit den Ergebnissen der neuen Sondierbohrungen ergänzt. Insbesondere die prognostizierte Lage des Berg-

wasserspiegels wurde mit den bisherigen Ergebnissen der Porenwasserdruckgeber aktualisiert. In der Tabelle sind Änderungen in roter Schrift markiert.

6 Risiken / Gefährdungsbilder

6.1 Wassereinwirkungen

- Die sehr schlecht durchlässigen Kakiritzcherzonen bewirken einen Aufstau des Gebirgswassers und einen hohen Gebirgswasserdruckgradienten zum zukünftigen SISTO hin. In den bisherigen Messungen wurden in 7 m Abstand zum Stollen drücke von bis 5 bar. In Abständen von 30 m bis 8 bar Druck gemessen. Die starken Wasserzuflüsse in den Bohrungen bestätigen die Annahmen aus [1], dass im Umfeld der Kakiritzonen mit stark erhöhten Wasserdrücken, in der Folge mit einem druckhaften Gebirge und nach deren Durchörterung in Zonen offener Klüfte mit ergiebigen Kluftquellen gerechnet werden muss.
- Das aus den Bohrungen ausfliessende Wasser hat zu rostfarbenen Eisenablagerungen am Boden geführt (Anhang 6). Dies deckt sich mit den Erfahrungen aus [1].

7 Unsicherheiten

- Die grossen Unsicherheiten betreffend der Gebirgshydraulik wurden mit den neuen Sondierungen reduziert. Die Interpretation des Gebirgswasserspiegel aus den Beobachtungen des Tunnelvortriebs in den 80er Jahren (Beilage 6 [1]) stimmt mit den neuen Druckmessungen gut überein. Es ist davon auszugehen, dass der Tunnel den Gebirgswasserspiegel über der SISTO Achse nur geringfügig reduziert hat. Die Interpretation der Gebirgswasserdrücke ist in dem geologisch-geotechnischen Längenprofil angepasst (Beilage 1).
- Ein Gebirgswassergradient konnte mit den Druckgebermessungen in KB 3 gemessen werden. Diese einzelne Messung ist voraussichtlich repräsentativ für das schlecht durchlässige Bündnerschiefergebirge des SISTO. In lokalen, mächtigen Kakiritzonen wird die Durchlässigkeit wesentlich geringer und in lokalen Bruchzonen mit offenen Klüften massiv erhöht sein.

Spezialisten Bauherr, Geologen

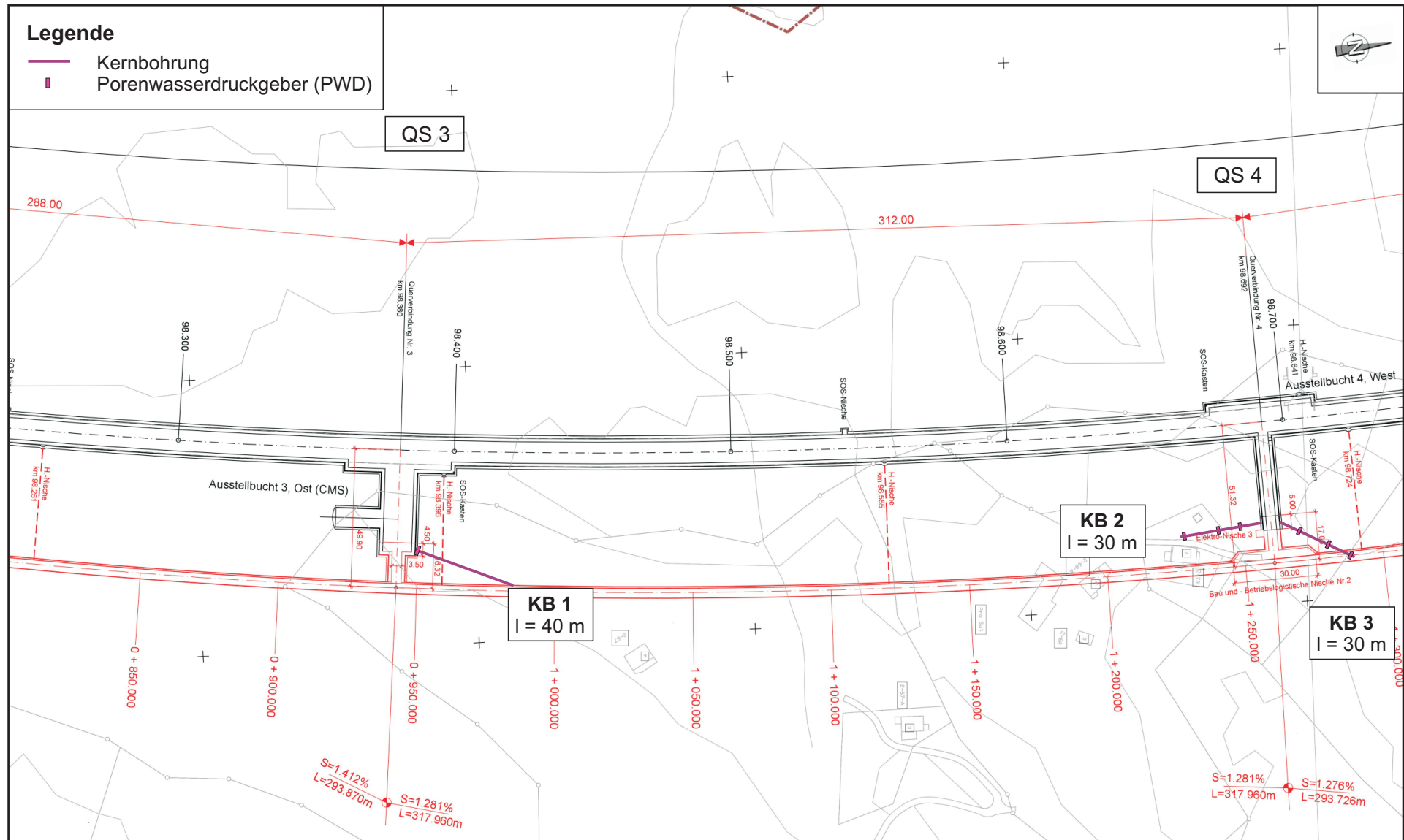
ARGE Isla Bella

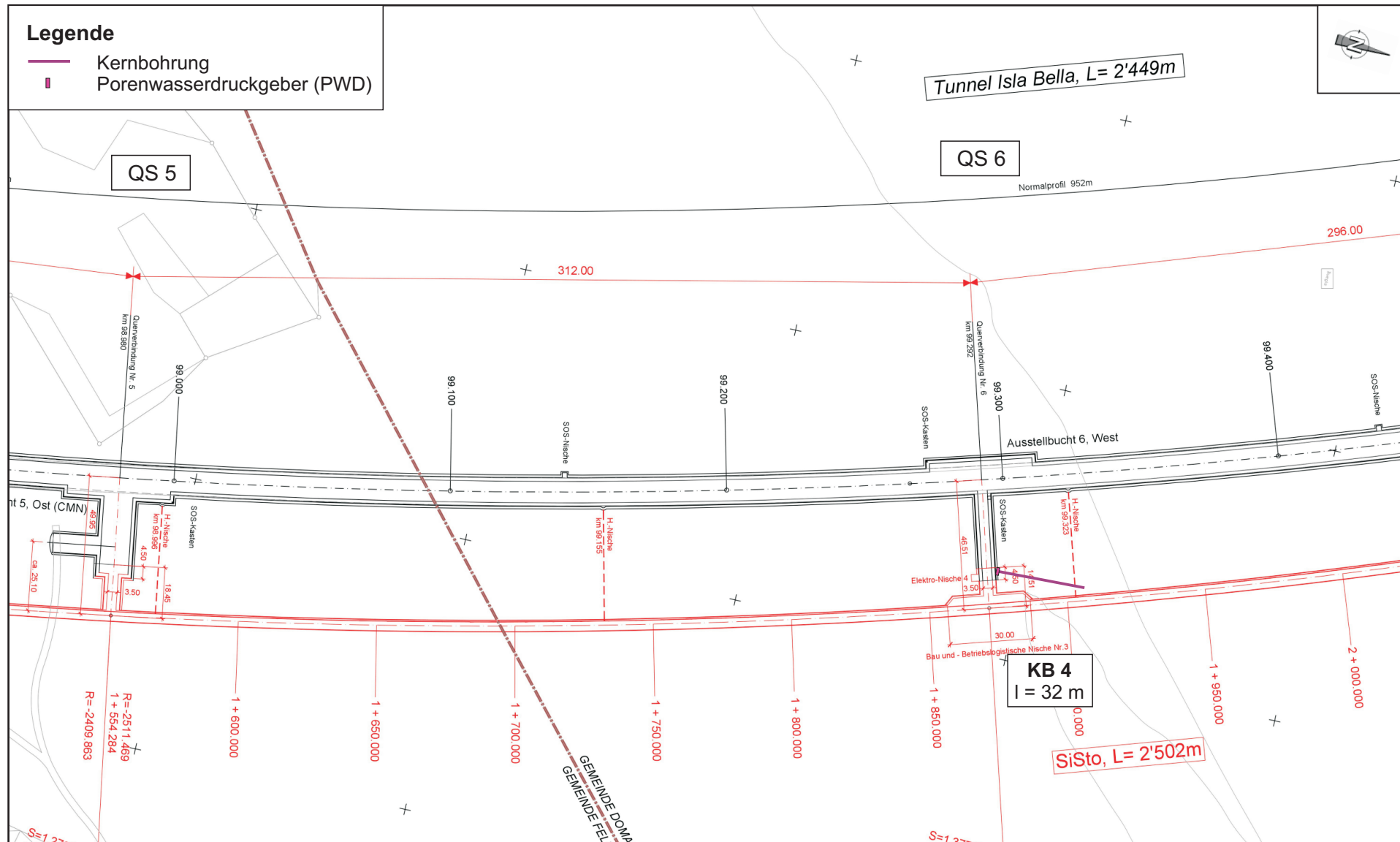
c/o BauGrundRisk GmbH

Sachbearbeiter

Dr. Ruedi Krähenbühl

Florian Donau

Situation Sondierungen [3]

Situation Sondierungen [3]



Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 1		Anhang		2.1			
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht Seite	1909209-1 1 von 2	Chur, 04.03.2020					
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme					
Koordinate:		751'164 / 184'279		Datum:	29.09 - 09.10.2019	21.11.2019					
Höhe:		628.7	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG	BauGrundRisk GmbH					
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda	Florian Donau					
		an Bohransatzpunkt; Bohrung offen		Bohrart:	Kernbohrung	Ø:	173	101	mm		
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto		
0.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut			TU = Tunnel					
0.6		0.6	Beton, Eisen und Holzreste, kompakt, hart, grau			TU	25% 50% 75%				
1.5		0.9	Kalkschiefer mit Phyllitlagen, zu Kies und Steinen zerfallen, hart, dunkelgrau			Bünderschiefer	29 %				
2.9		1.4	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Quarzadern, hart, grau				70 %				
4.3		1.4	Phyllit und sandige Kalkschiefer mit Quarzadern, hart, dunkelgrau				42 %				
8.9		4.6	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit wenig Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				74%				
9.4		0.5					Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, schwarz			100%	
11.0		1.6	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				86%				
12.8		1.8	Phyllit und sandige Kalkschiefer mit Quarzadern, hart, schwarz				100 %				
22.6		9.8	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				84 %				
							71 %				
							72 %				
							72 %				
							73 %				
							67 %				
			RQD Werte 17.9 - 18.7 m 99 % 18.7 - 19.7 m 100 % 19.7 - 20.7 m 93 % 20.7 - 21.6 m 94 % 21.6 - 22.6 m 96 %				91 %				
							88 %				
							62 %				
							94 %				
							100 %				
							Wasserzutritte bei 28.5 m 5, 34.4 m und 38.8 m				
							KB1/1				
							KB1/2				



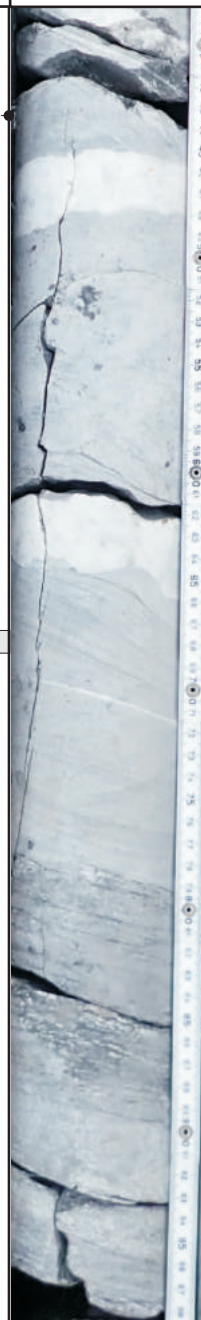
Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 1		Anhang		2.1	
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht Seite	1909209-1 2 von 2		Chur, 04.03.2020		
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme			
Koordinate:		751'164 / 184'279		Datum:	29.09 - 09.10.2019		21.11.2019		
Höhe:		628.7	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG		BauGrundRisk GmbH		
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda		Florian Donau		
		an Bohransatzpunkt; Bohrung offen		Bohrart:	Kernbohrung		Ø:	173	101
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto
21.6	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut						
22.6		9.8	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau			Bünderschiefer	96 %	Wasserzutritte bei 28.5m 5, 34.45 m und 38.85 m	
23.6		1.0	Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, dunkelgrau				76 %		
			Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				81 %		
25.6		2.0					81 %		
26.0		0.4	Phyllit, hart, schwarz				92 %		
			Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				93 %		
27.6		1.6							
28.0		0.4	Phyllit, hart, schwarz				60 %		
28.9		0.9	Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				96 %		
29.5		0.6	Phyllit, hart, schwarz				87 %		
			Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				75 %		
31.5		2.0					100 %		
31.9		0.4	Phyllit, hart, schwarz				76 %		
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit wenig Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau 34.0 - 34.3 m Tiefe zu Kies und Steinen zerfallen				57 %		
35.9		4.0				82 %			
36.4		0.5	Phyllit, hart, schwarz			87 %			
						96 %			
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau			73 %			
						89 %			
40.3		3.9				100 %			



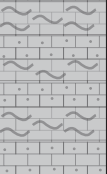
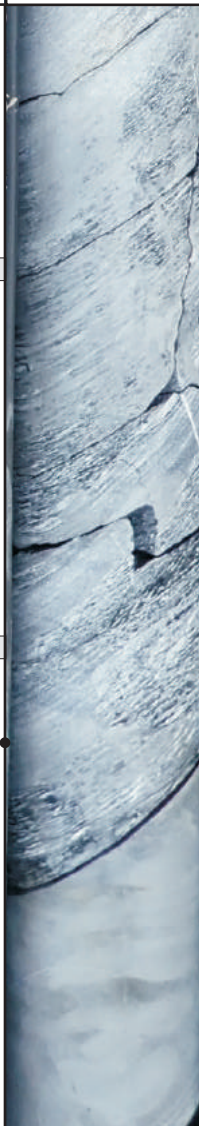
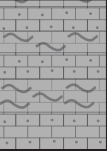
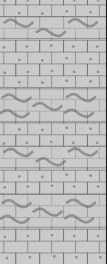
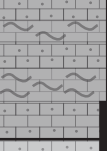
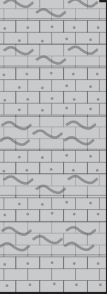
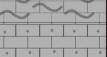
Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 2		Anhang		2.2	
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht Seite	1909209-1 1 von 2		Chur, 04.03.2020		
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme			
Koordinate:		751'171 / 184'586		Datum:	19.10 - 24.10.2019		21.11.2019		
Höhe:		624.4	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG		BauGrundRisk GmbH		
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda		Florian Donau		
		7-9 m; 14-18 m; 27-30 m in Bohrloch		Bohrart:	Kernbohrung		Ø:	173	116
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto
0.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut			TU = Tunnel			
0.1		0.1	Spritzbeton, kompakt, hart, grau			TU	25 %	20 %	
			Sandkalkschiefer mit wenig Phyllitlagen, hart, grau				41 %		
1.8		1.7							
2.1		0.3	Phyllit, hart, schwarz				42 %		
			Sandkalk- und Kalkschiefer mit wenig Phyllit- lagen, Quarz und Calcitadern, hart, grau				52 %		
4.6		2.5					75 %		
4.8		0.2	Phyllit, hart, schwarz				86 %		
5.3		0.5	Sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, hart, grau				43 %		
			Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, dunkelgrau 6.1 - 6.5 m Tiefe zu Kies und Steinen zerfallen				14 %		
8.0		2.7					53 %		
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, Quarz und Calcitadern, hart, grau 10.1 m Tiefe: offene Kluft mit Calcitkristallen			Bünderschiefer	77 %	KB2/1	
12.1		4.1					67 %		
			Sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				53 %		
13.4		1.3					82 %		
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, hart, grau				93 %		
							74 %		
							72 %		
17.4		4.0					93 %		
							93 %		
							91 %		

Bünderschiefer

Wasserzutritte bei 15.0 m, 17.0 m und 28.0 m Tiefe





Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 2		Anhang		2.2	
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht Seite	1909209-1 2 von 2	Chur, 04.03.2020			
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme			
Koordinate:		751'171 / 184'586		Datum:	19.10 - 24.10.2019	21.11.2019			
Höhe:		624.4	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG	BauGrundRisk GmbH			
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda	Florian Donau			
		7-9 m; 14-18 m; 27-30 m in Bohrloch		Bohrart:	Kernbohrung	Ø:	173	116	mm
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto
15.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut						
17.4		4.0	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, hart, grau			Bünderschiefer	<div><div>25%</div><div>50%</div><div>75%</div></div> <div>91 %</div>	KB2/3 und 28.0 m Tiefe	
19.4		2.0	Sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, hart, dunkelgrau				<div>33 %</div> <div>94 %</div>		
23.0		3.6	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, Quarz und Calcitadern, hart, grau				<div>56 %</div> <div>80 %</div> <div>100 %</div>		
24.9		1.9	Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, dunkelgrau				<div>85%</div> <div>86 %</div>		
29.0		4.1	Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen, Quarz und Calcitadern, hart, grau				<div>59 %</div> <div>100 %</div> <div>62 %</div> <div>34 %</div> <div>64 %</div>		
29.9		0.9	Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, dunkelgrau				<div>59 %</div>		
							Wasserzutritte bei 15.0 m, 17.0 m		



Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 3		Anhang		2.3	
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht	1909209-1	Chur, 04.03.2020			
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme			
Koordinate:		751'171 / 184'592		Datum:	14.10 - 18.10.2019	21.11.2019			
Höhe:		624.0	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG	BauGrundRisk GmbH			
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda	Florian Donau			
		7-9 m; 17-21 m; 27-30 m in Bohrloch		Bohrart:	Kernbohrung	Ø:	173	101	mm
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto
0.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut			TU = Tunnel			
0.2		0.2	Spritzbeton, kompakt, hart, grau			TU	25%	50%	75%
0.8		0.6	Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen, zu Steinen zerfallen, hart, grau				51 %		
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit wenig Phyllitlagen, mit Quarz- und Calcitadern, hart, grau						
2.2		1.4					60 %		
			Sandkalk- und Kalkschiefer mit Phyllitlagen, mit Quarz- und Calcitadern, hart, grau				92 %		
4.0		1.8					53 %		
			Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, dunkelgrau				91 %		
5.8		1.8					100 %	KB3/1	
6.4		0.6	Sandkalke und sandige Kalkschiefer, hart, grau				36 %		
			Sandige Kalkschiefer mit viel Phyllitlagen, Quarz und Calcitadern, hart, dunkelgrau. Zu Kies und Steinen zerbrochen bei 6.8 - 7.0 und 9.0 - 9.4 m Tiefe				81 %		
							44 %		
10.0		3.6					81 %		
10.5		0.5	Sandkalk, hart, grau				100 %		
			Sandkalk- und Kalkschiefer mit Phyllitlagen, Quarz- und Calcitadern, hart, dunkelgrau. Zu Kies und Steinen zerbrochen bei 16.5 - 16.8 / 20.0 - 20.8 / 23.6 - 23.7 / 24.8 - 25.2 / 25.4 - 26.0 m Tiefe			Bünderschiefer	98 %		
			Gesteinsproben: KB3/2 27.0 m und KB 3/3 18.5 m Tiefe				87 %		
							73 %		
							65 %		
							74 %		

Rothenbrunnen			Sondierbohrung KB 4		Anhang		2.4		
Projekt: N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella			Bericht Seite	1909209-1 1 von 2	Chur, 04.03.2020				
Bauherr:	Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme				
Koordinate:	751'059 / 185'191		Datum:	24.10 - 31.10.2019	21.11.2019				
Höhe:	616.2	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG	BauGrundRisk GmbH				
Einbau:	Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda	Florian Donau				
	an Bohransatzpunkt; Bohrung offen		Bohrart:	Kernbohrung	Ø:	173	116	mm	
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto
0.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut			TU = Tunnel			
0.1		0.1	Spritzbeton, kompakt, hart, grau			TU	25%	50%	75%
0.6		0.5	Sandkalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarzadern, kakiritisiert, z.T. zu Steinen zerfallen, hart, grau				52%		
							46%		
			Sandkalk- und Kalkschiefer mit Phyllitlagen, Quarz- und Calcitadern, hart, grau				17%		
			4.1 m Tiefe: 5 cm starke Phyllitlage 5.5 - 5.7 m Tiefe zu Stein zerfallen				94%	KB4/1	
							74%		
6.7		6.1					33%		
7.0		0.3	Phyllit und sandige Kalkschiefer, hart, schwarz				55%		
			Sandkalk- und Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau Kakirite bei 7.5 m, 7.9 m und 8.7 m Tiefe			Bünderschiefer	24%		und 32.0 m Tiefe
8.8		1.8					66%		
			Phyllit und sandige Kalkschiefer und Quarz- und Calcitadern, hart, dunkelgrau bis schwarz Auswaschungen bei Kakiriten				60%		
			Kakirite bei: 8.9 m, 9.2 m, 9.8 m, 10.2 m, 10.6 m, 11.0 m, 11.3 m, 12.3 m, 12.6 m und 13.3 m Tiefe				52%		
							23%		
13.3		4.5					11%		
			Sandkalke und sandige Kalkschiefer mit Phyllitlagen und Quarz- und Calcitadern, hart, grau				48%		
							86%		
							49%		
							88%		
							97%		
							88%		



Rothenbrunnen				Sondierbohrung KB 4		Anhang		2.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Projekt:		N13 EP 22 DP SISTO Tunnel Isla Bella		Bericht Seite	1909209-1 2 von 2	Chur, 04.03.2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Bauherr:		Bundesamt für Strassen		Ausführung		Aufnahme																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Koordinate:		751'059 / 185'191		Datum:	24.10 - 31.10.2019	21.11.2019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Höhe:		616.2	m.ü.M	Firma:	Cresta Geo AG	BauGrundRisk GmbH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Einbau:		Porenwasserdruckgeber:		Bohrmeister:	Claudio Bianda	Florian Donau																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		an Bohransatzpunkt; Bohrung offen		Bohrart:	Kernbohrung	Ø:	173	116	mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Tiefe [m]	Signatur	Stärke[m]	Aufzeichnung Bohrprofil			Geologie	RQD	Wasser / Proben	Foto																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
15.0	Mst.:	1:100	Beschreibung Bohrgut			Bünderschiefer	<div><div><div>25%</div><div>50%</div><div>75%</div></div><div><div>88 %</div><div>97 %</div><div>88 %</div><div>100 %</div><div>0 %</div><div>50 %</div><div>30 %</div><div>45 %</div><div>91 %</div><div>94 %</div><div>92 %</div><div>80 %</div><div>77 %</div><div>96 %</div><div>98 %</div><div>49 %</div><div>55 %</div><div>50 %</div><div>81 %</div></div><div>32.0 m Tiefe</div></div>	KB4/2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011003

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella
Bauteil KB 1/1 8.30 m, KB 1/2 17.20 m, KB 1/3 38.00 m

Baustoff Angaben gemäss Auftraggeber
Art **Fels**
Name/Bezeichnung **Herkunft** **Bohrung KB 1**
weitere Angaben

Probematerial Angaben gemäss Auftraggeber
Eingang im Labor 19.12.19
Lieferschein-Nr. **Probenmenge** 3 Bohrkern Ø 92 mm
Entnahmestelle Bohrkern **Probenehmer** Auftraggeber
Entnahmedatum **Überbringer** Auftraggeber
weitere Angaben

Prüfkörper

Anzahl 3 Stk. **Form** Bohrkern Ø 50 - 92 mm
Gewinnung am aus **durch**
Lagerung bis Prüfung VSH **Bemerkungen**

Angaben zum Prüfverfahren

Prüfkörper werden zentrisch mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit be- und entlastet (deformationsgesteuerte Belastung). In der Regel werden 2 - 3 Be- und Entlastungszyklen gefahren. Anschliessend wird der Prüfkörper bis zum Bruch belastet. Die Bestimmung der Querdehnung erfolgt über die Deformation axial und radial (in der Mitte des Prüfkörpers). Der Modul wird berechnet als:

Entlastungs-Modul Ed an der Ent-/Belastungskurve

Untersuchungsergebnisse

Prüfdatum 08.01.20

Prüfkörperbezeichnung	Schichtung	Abmessung		Gewicht	Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit	Verformungsmodul ¹⁾	Querdehnzahl _v ¹⁾
Auftraggeber	α	\varnothing	H						
VSH	[°]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]	[kN/mm²]	[-]
KB 1/1 8.30 m	75 - 85	91.2	183.4	3244.0	2708	347.7	53.2	47.6 / 51.6	0.24 / 0.29
4997									
KB 1/2 17.20 m	85 - 90	87.8	178.2	2972.0	2755	766.9	126.7	69.0 / 71.2	0.15 / 0.21
4998									
KB 1/3 38.00 m	80 - 85	49.6	100.6	518.6	2668	71.3	36.9	41.4 / 42.3	0.33 / 0.43
4999									

Bemerkungen

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite Wert auf den letzten Ent-/Belastungszyklus.
Der Winkel der Schichtung wird als Winkel zwischen der Horizontalen (Standfläche des Bohrkerns) und dem aufgehenden Schichtungsverlauf definiert.

Anhang A: Diagramme Normalspannung-Axialdehnung und Querdehnung-Axialdehnung
Anhang B: Fotodokumentation mit Prüfkörpern vor und nach Versuch

Messunsicherheit

Auf Anfrage informieren wir Sie gerne über die Messunsicherheit des Prüfergebnisses und deren Bestimmungsgrundlage.

VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

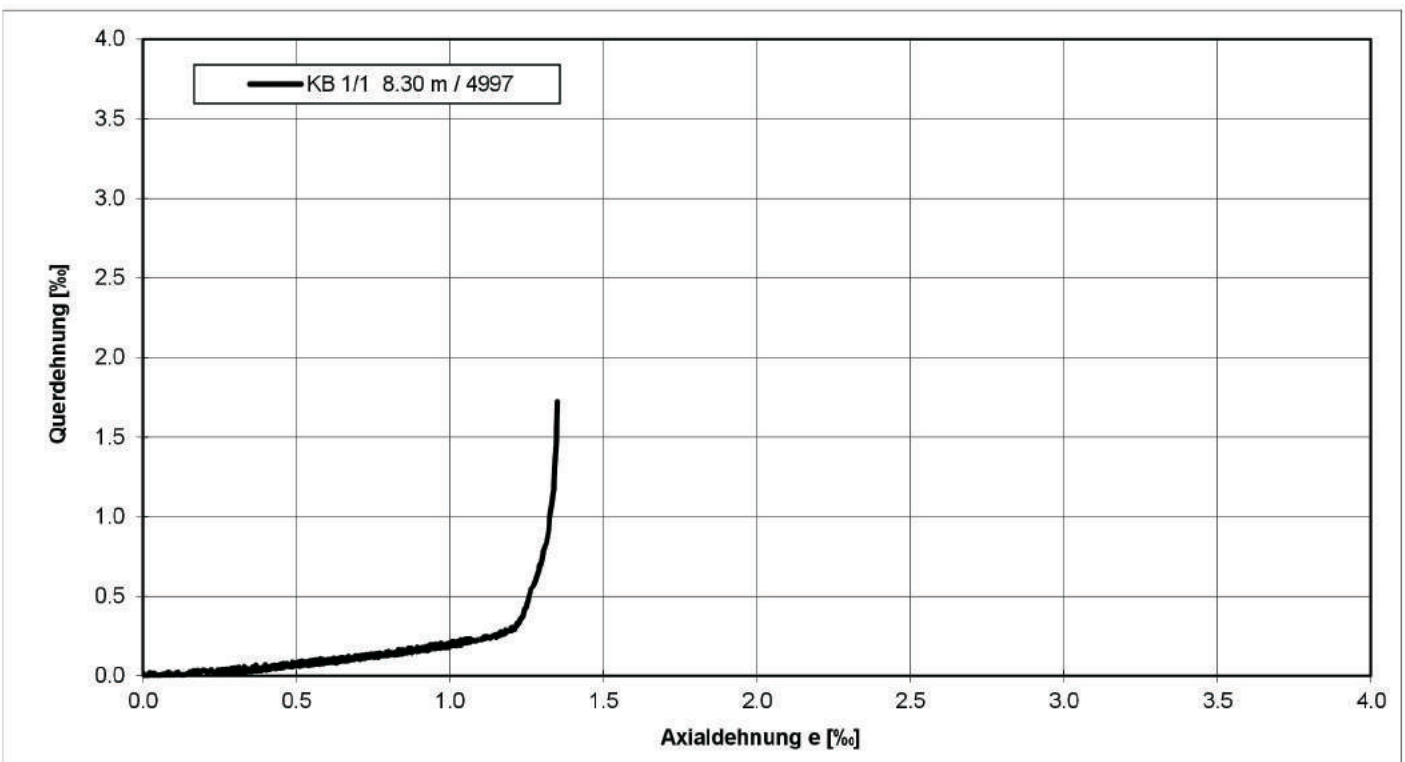
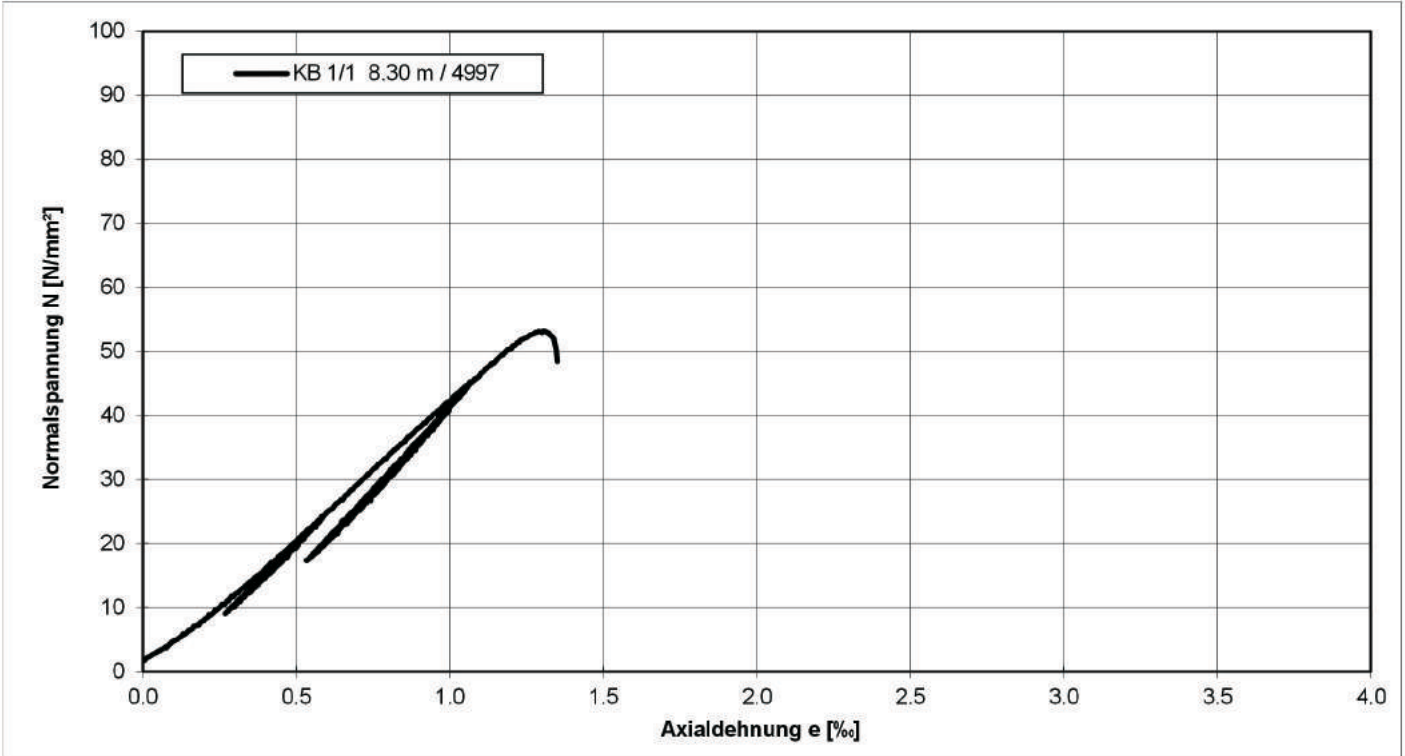
Bericht-Nr. 202011003

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 1/1 8.30 m, KB 1/2 17.20 m, KB 1/3 38.00 m



VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

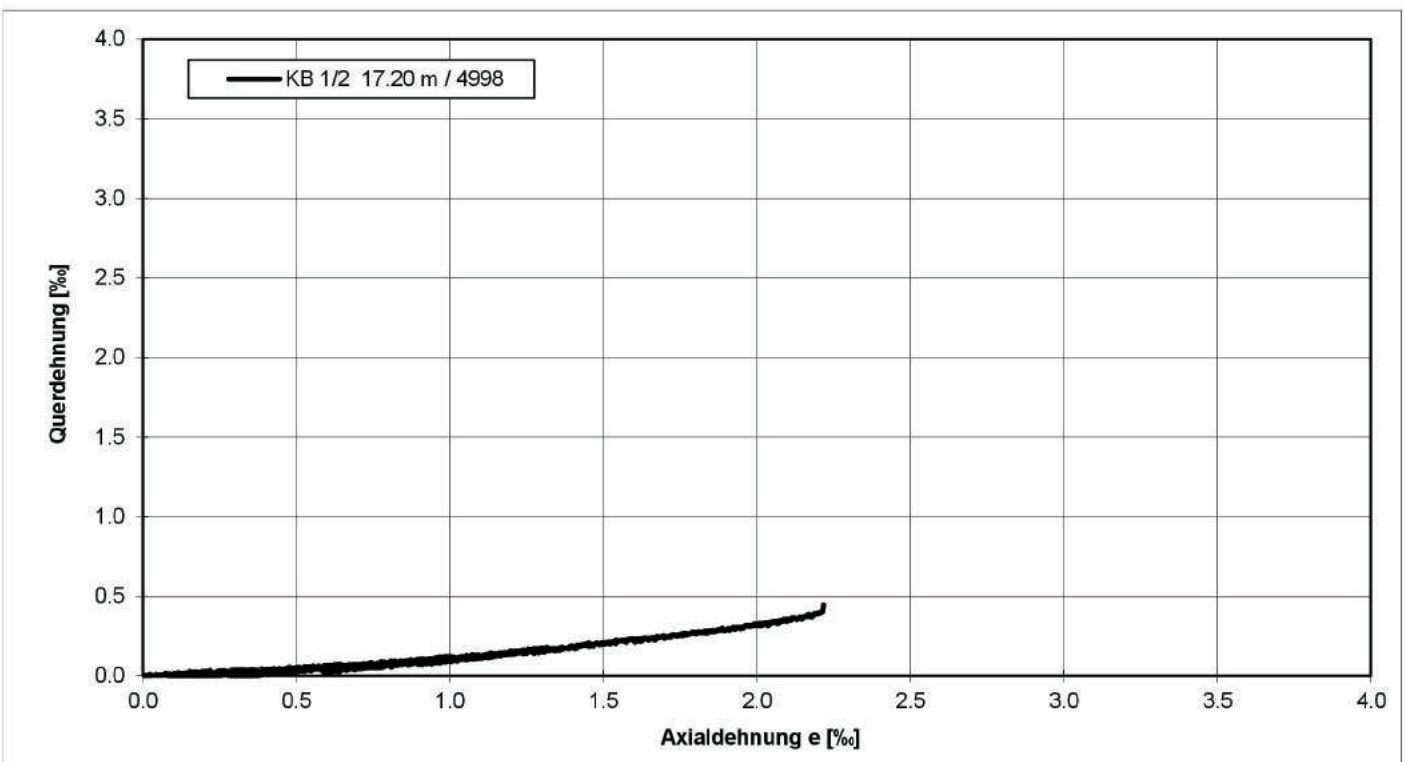
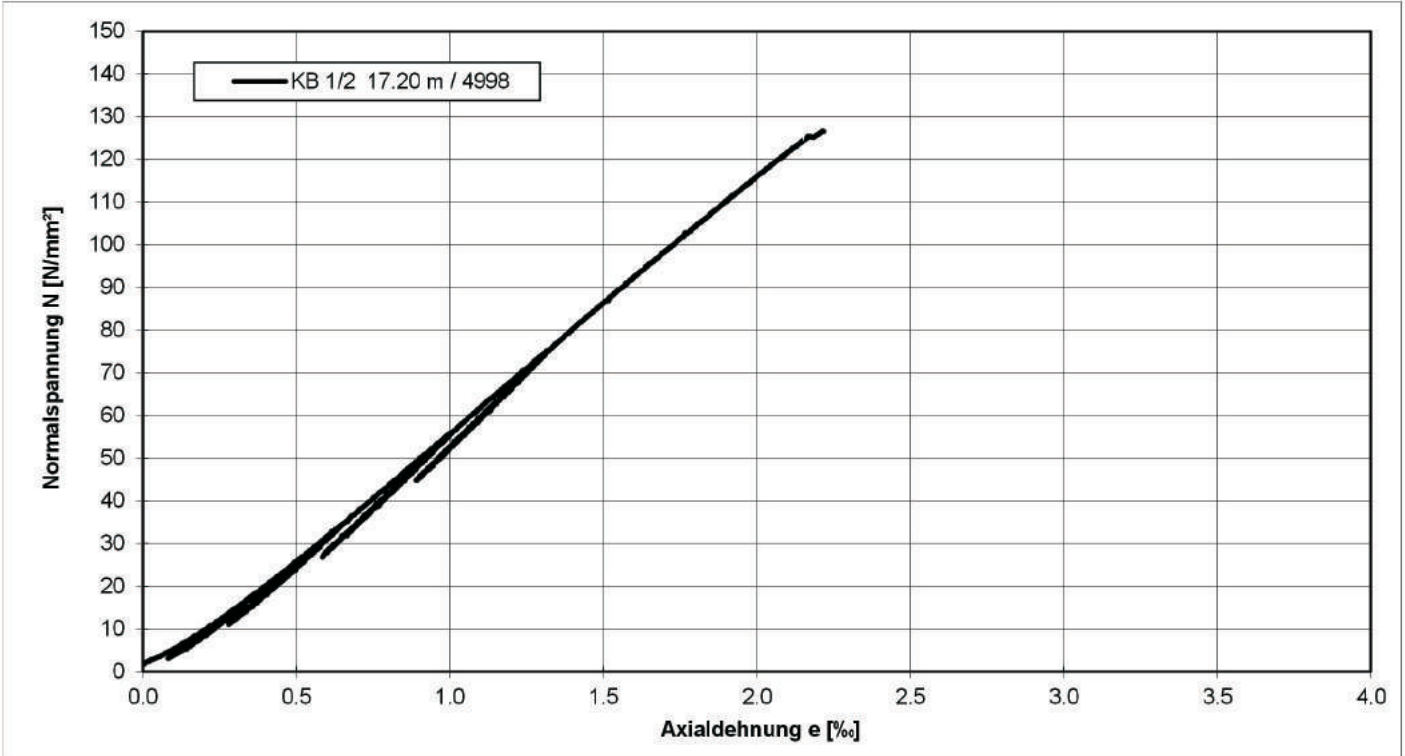
Bericht-Nr. 202011003

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 1/1 8.30 m, KB 1/2 17.20 m, KB 1/3 38.00 m



Versuchsstollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

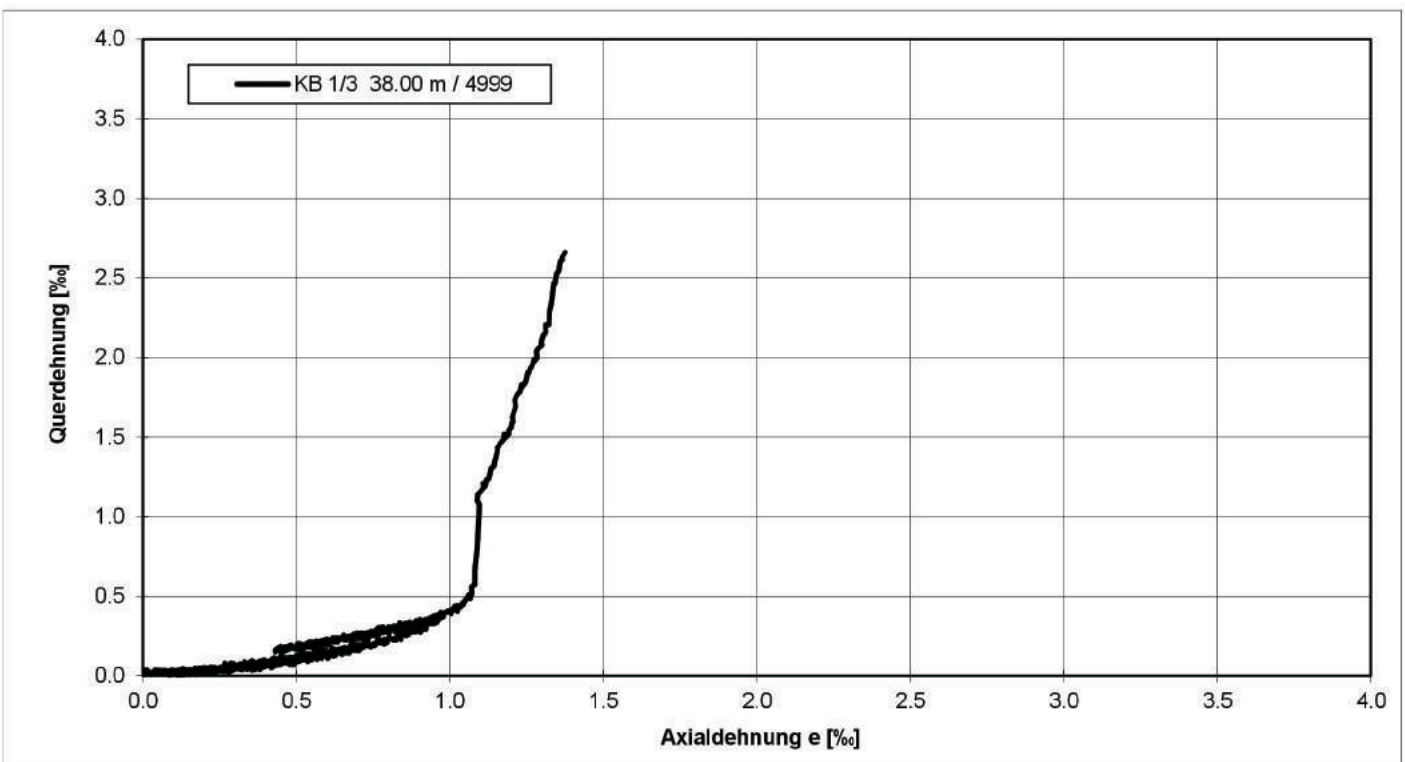
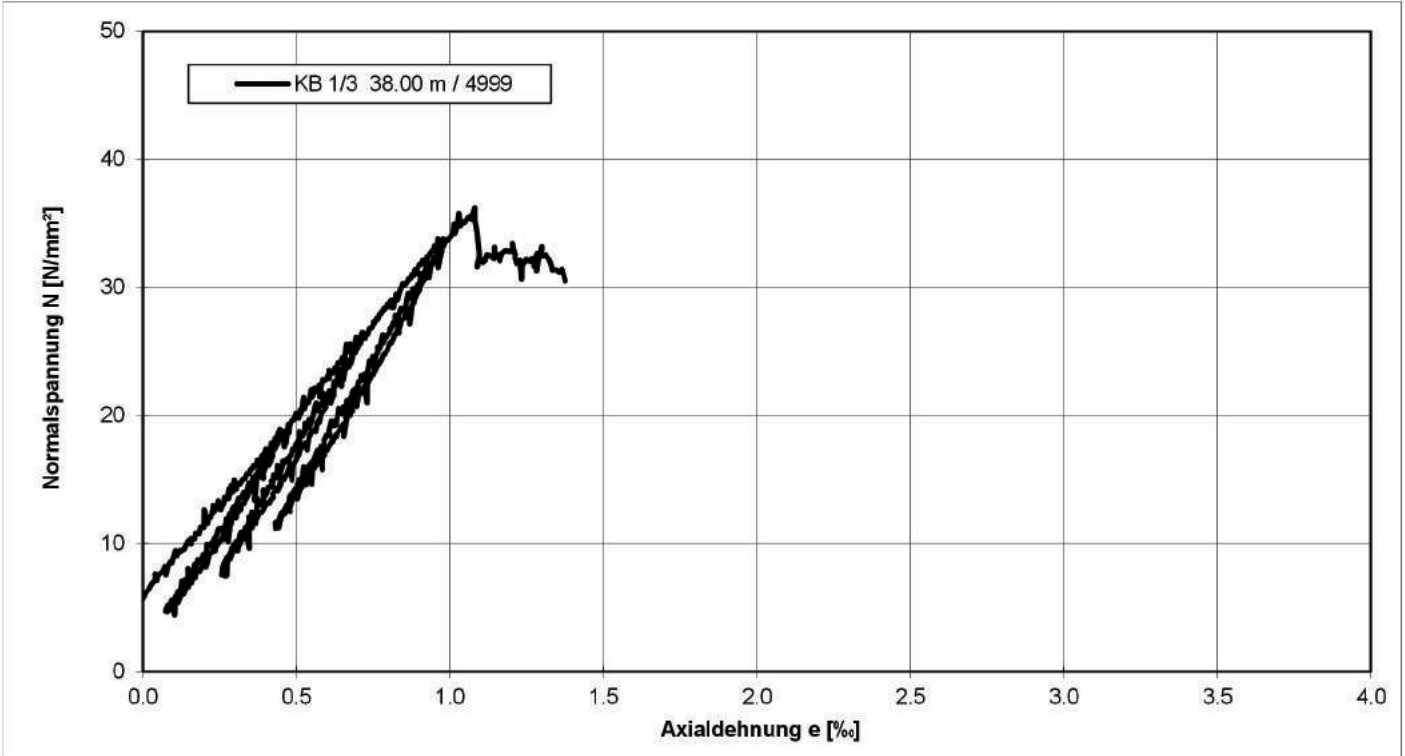
Bericht-Nr. 202011003

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 1/1 8.30 m, KB 1/2 17.20 m, KB 1/3 38.00 m



VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011003

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 1/1 8.30 m, KB 1/2 17.20 m, KB 1/3 38.00 m

Fotodokumentation



Prüfkörper 4997 vor Versuch



Prüfkörper 4997 nach Versuch



Prüfkörper 4998 vor Versuch



Prüfkörper 4998 nach Versuch



Prüfkörper 4999 vor Versuch



Prüfkörper 4999 nach Versuch

VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben.

(01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011004

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt	N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella		
Bauteil	KB 2/1 8.40 m, KB 2/2 23.50 m, KB 2/3 18.50 m		
Baustoff	Angaben gemäss Auftraggeber	Art	Fels
Name/Bezeichnung		Herkunft	Bohrung KB 2
weitere Angaben			
Probematerial	Angaben gemäss Auftraggeber	Eingang im Labor	19.12.19
Lieferschein-Nr.		Probenmenge	3 Bohrkern Ø 92 mm
Entnahmestelle	Bohrkerne	Probenehmer	Auftraggeber
Entnahmedatum		Überbringer	Auftraggeber
weitere Angaben			

Prüfkörper

Anzahl	3 Stk.	Form	Bohrkerne Ø 50 - 92 mm
Gewinnung am	aus	durch	
Lagerung bis Prüfung	VSH	Bemerkungen	

Angaben zum Prüfverfahren

Prüfkörper werden zentrisch mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit be- und entlastet (deformationsgesteuerte Belastung). In der Regel werden 2 - 3 Be- und Entlastungszyklen gefahren. Anschliessend wird der Prüfkörper bis zum Bruch belastet. Die Bestimmung der Querdehnung erfolgt über die Deformation axial und radial (in der Mitte des Prüfkörpers). Der Modul wird berechnet als:

Entlastungs-Modul E_d an der Ent-/Belastungskurve

Untersuchungsergebnisse

Prüfdatum 08.01.20

Prüfkörperbezeichnung	Schichtung	Abmessung		Gewicht	Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit	Verformungsmodul ¹⁾	Querdehnzahl _v ¹⁾
	α [°]	\varnothing [mm]	H [mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]	[kN/mm²]	[-]
Auftraggeber VSH									
KB 2/1 8.40 m	45 - 50	92.6	182.0	3325.0	2713	533.0	79.1	57.4 / 64.7	0.34 / 0.42
5000									
KB 2/2 23.50 m	45	92.6	185.6	3363.0	2691	216.0	32.1	20.3 / 28.0	0.07 / 0.20
5001									
KB 2/3 18.50 m	40	49.6	100.0	532.7	2757	36.8	19.0	19.6 / 20.1	0.45 / 0.55
5002									

Bemerkungen

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite Wert auf den letzten Ent-/Belastungszyklus.
Der Winkel der Schichtung wird als Winkel zwischen der Horizontalen (Standfläche des Bohrkerns) und dem aufgehenden Schichtungsverlauf definiert.

Anhang A: Diagramme Normalspannung-Axialdehnung und Querdehnung-Axialdehnung

Anhang B: Fotodokumentation mit Prüfkörpern vor und nach Versuch

Messunsicherheit

Auf Anfrage informieren wir Sie gerne über die Messunsicherheit des Prüfergebnisses und deren Bestimmungsgrundlage.

VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

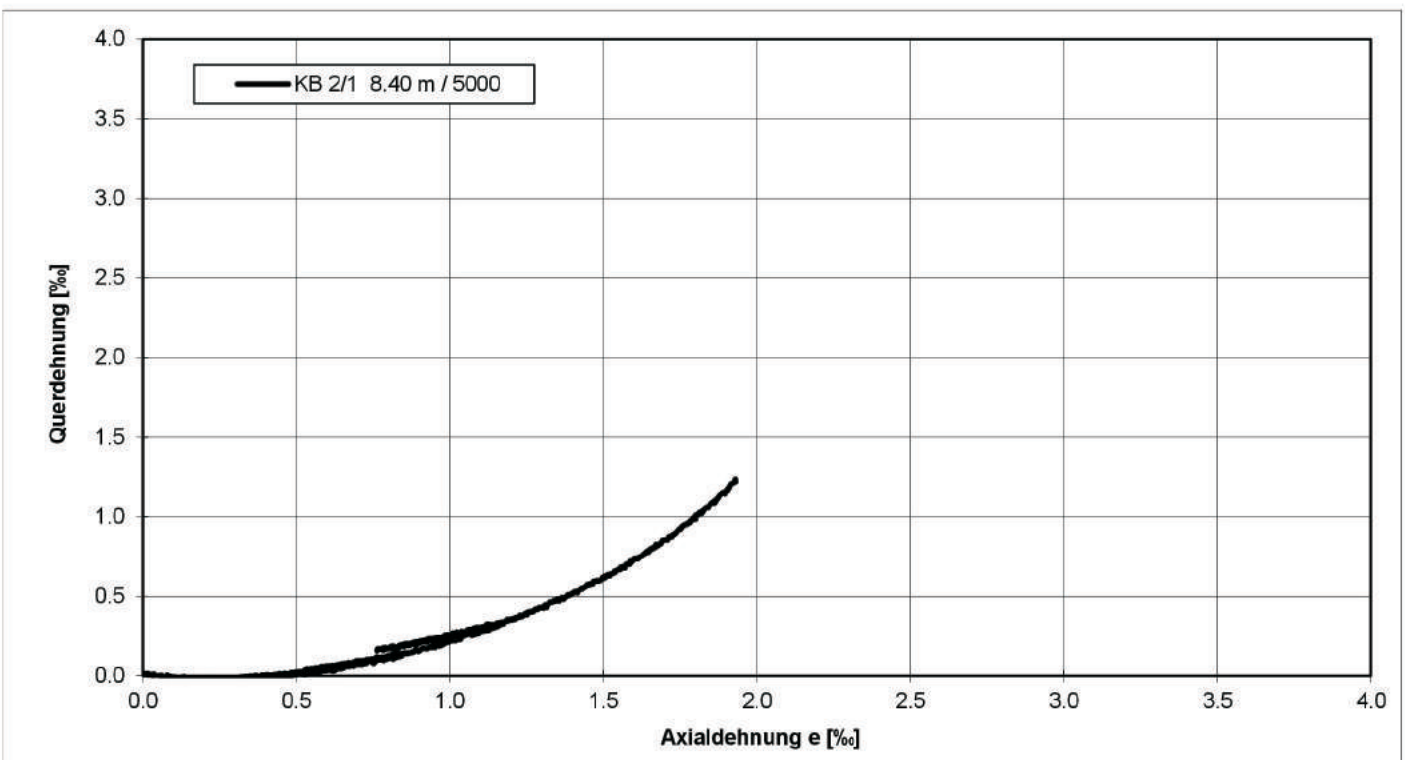
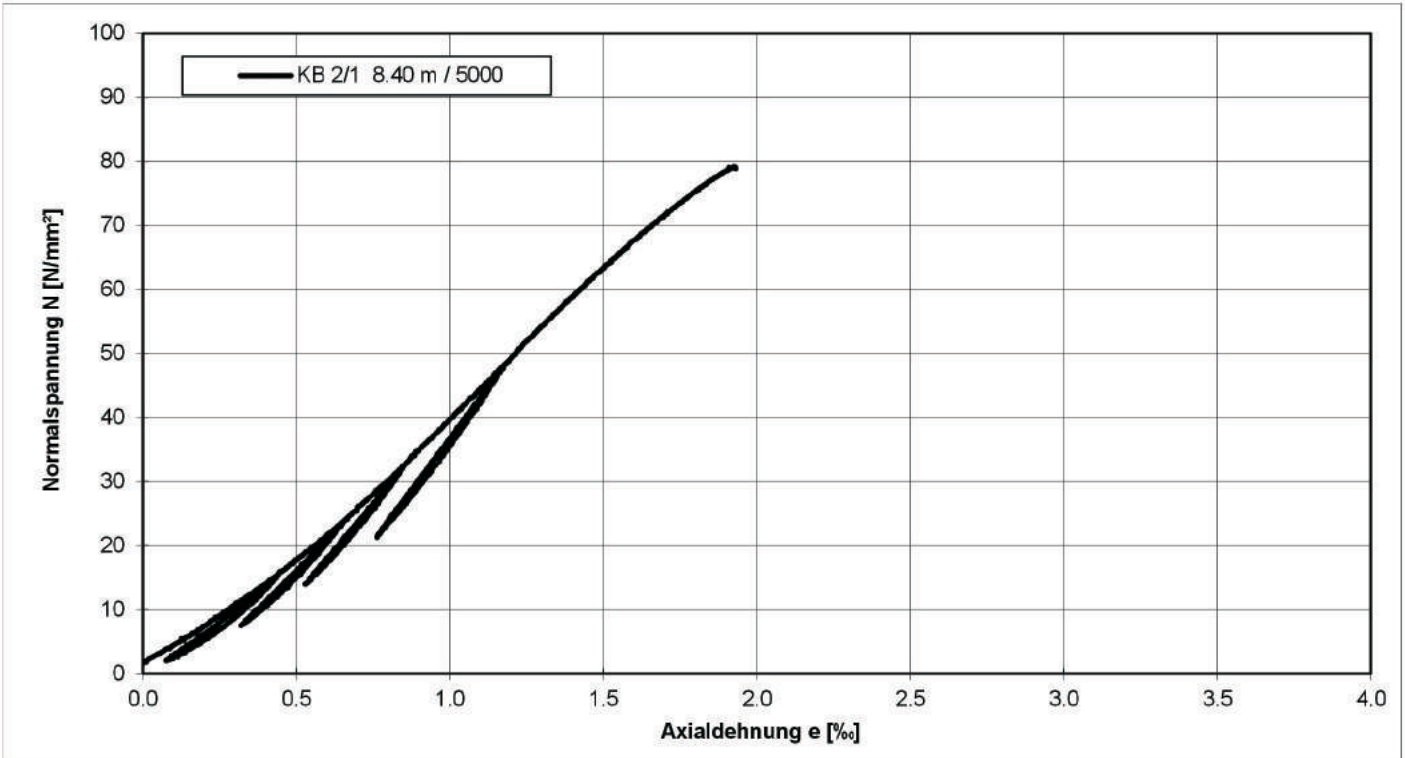
Bericht-Nr. 202011004

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 2/1 8.40 m, KB 2/2 23.50 m, KB 2/3 18.50 m



VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

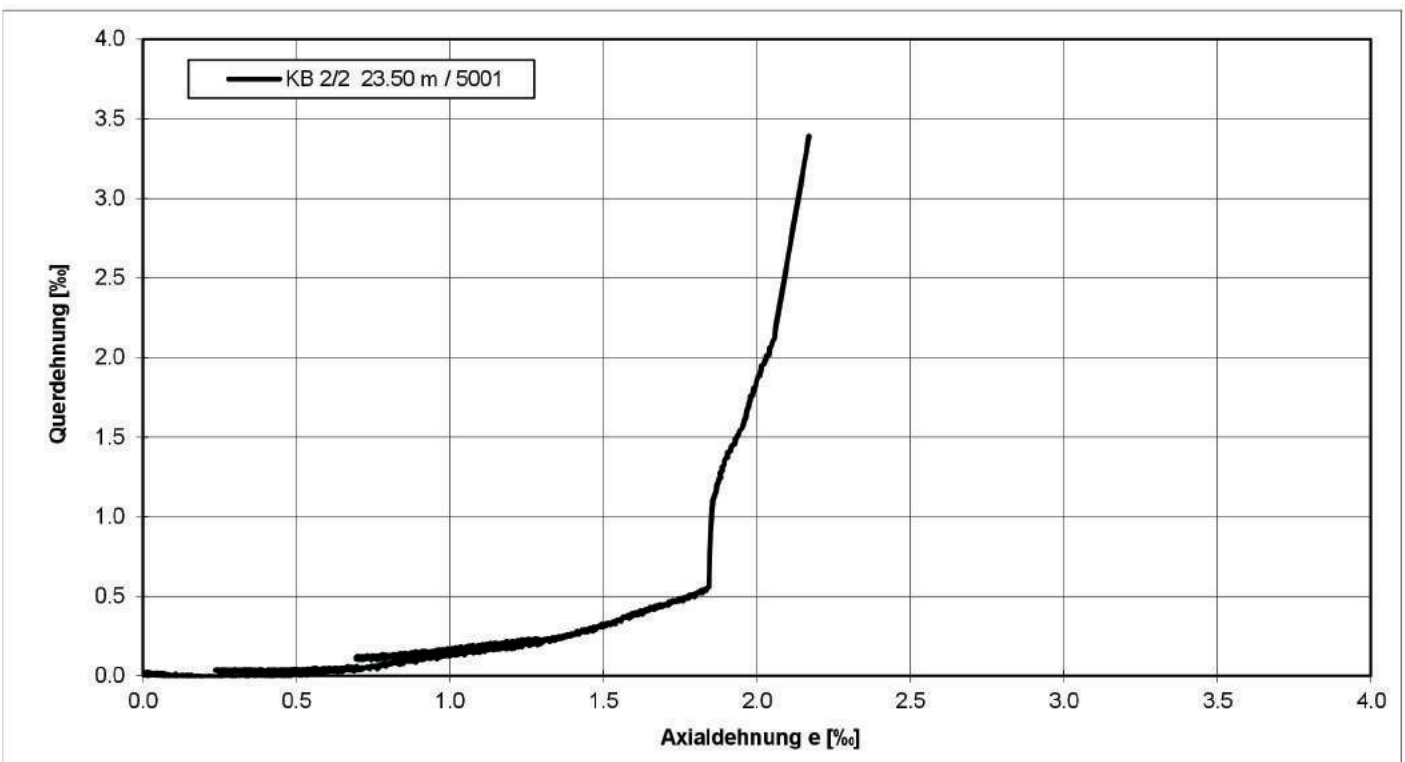
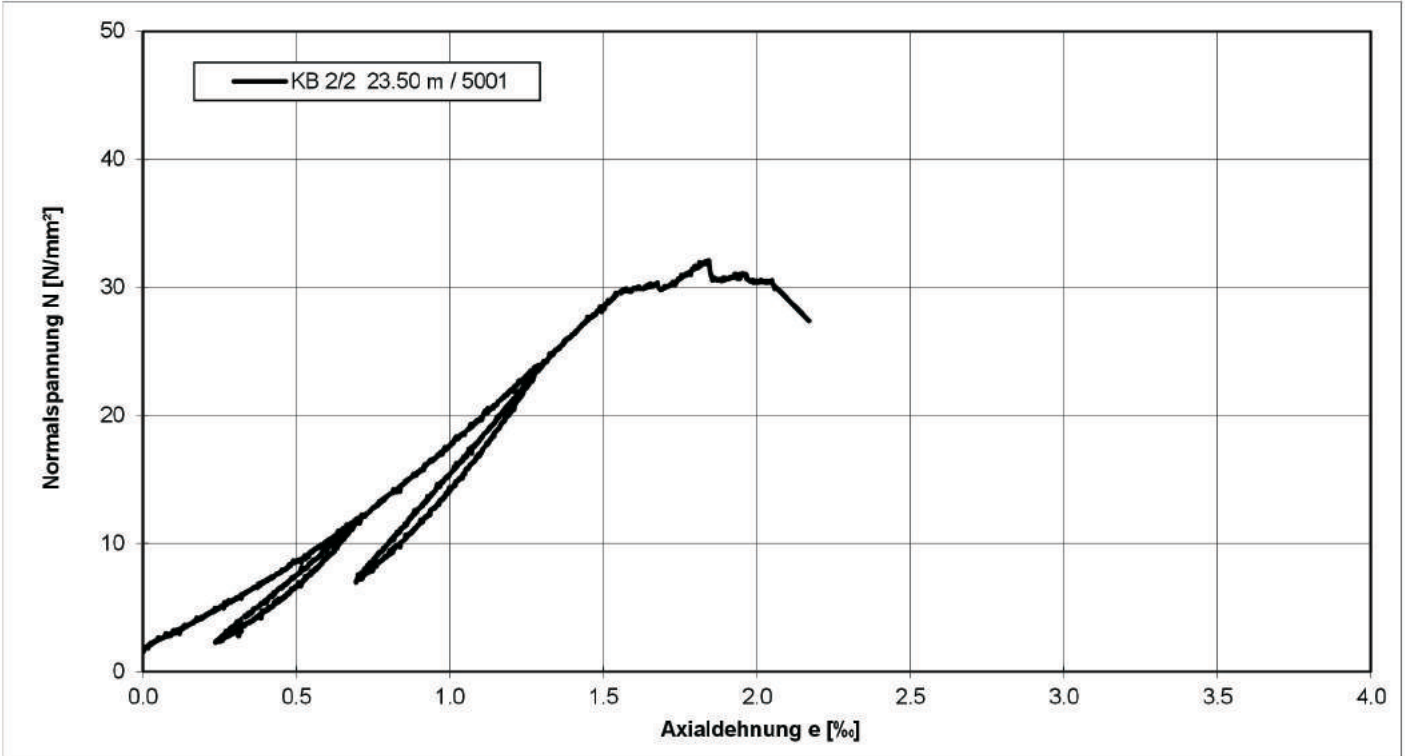
Bericht-Nr. 202011004

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 2/1 8.40 m, KB 2/2 23.50 m, KB 2/3 18.50 m



VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

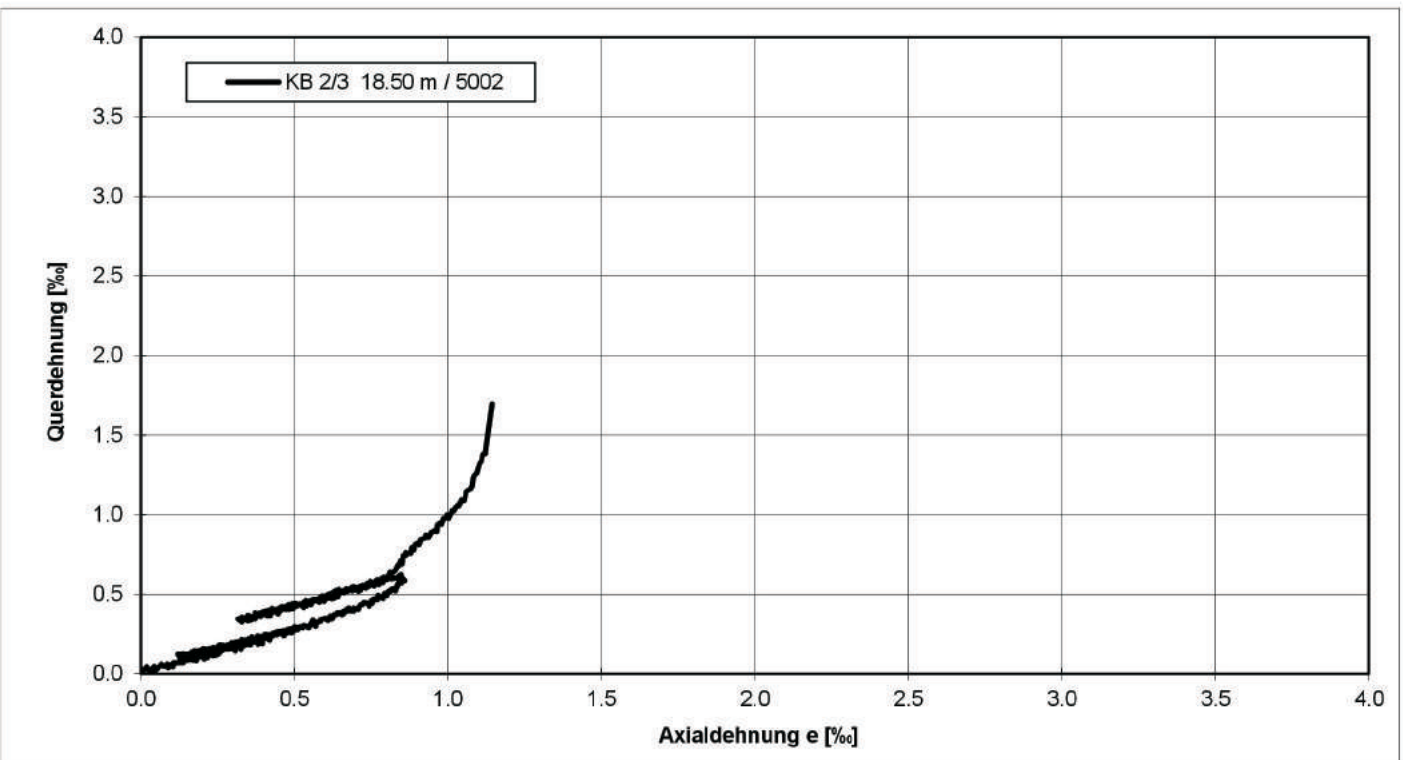
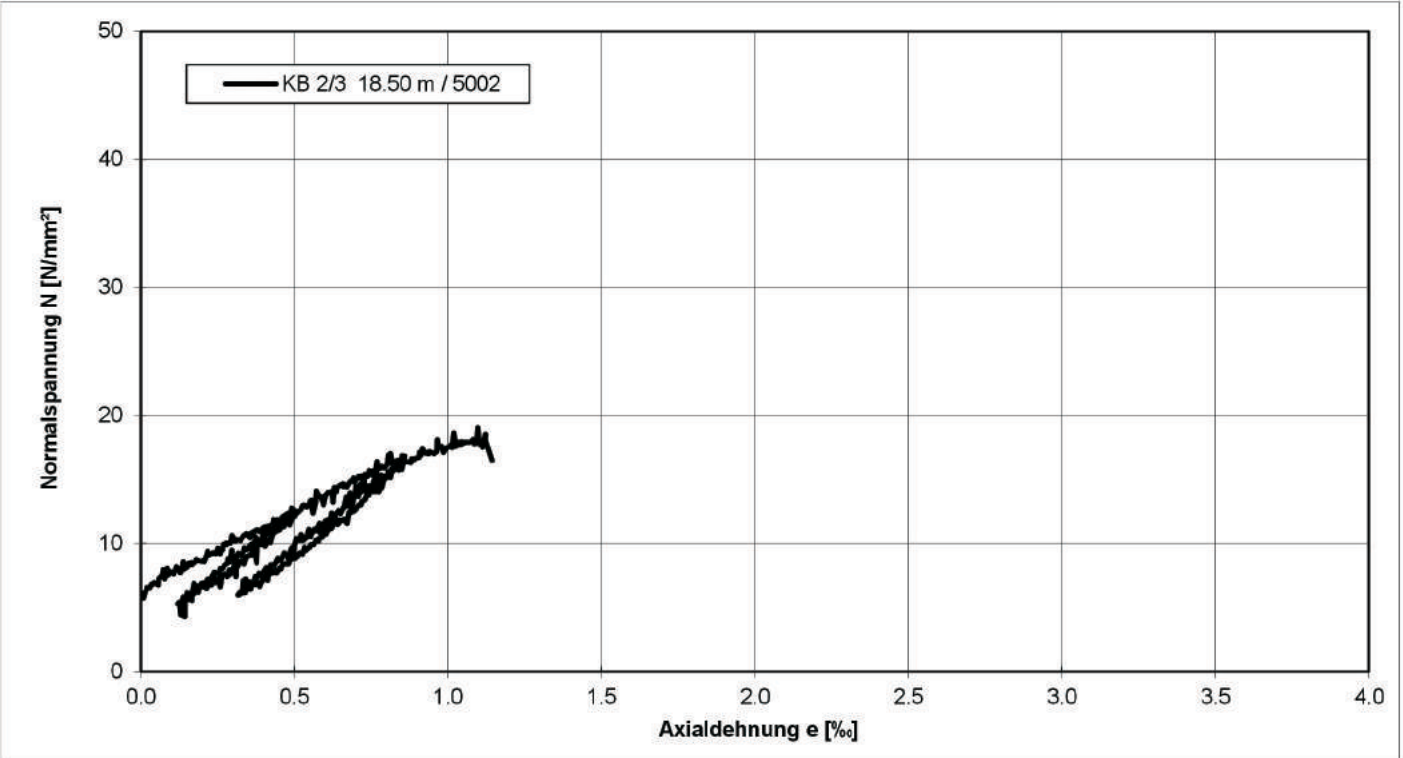
Bericht-Nr. 202011004

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 2/1 8.40 m, KB 2/2 23.50 m, KB 2/3 18.50 m



VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011004

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 2/1 8.40 m, KB 2/2 23.50 m, KB 2/3 18.50 m

Fotodokumentation



Prüfkörper 5000 vor Versuch



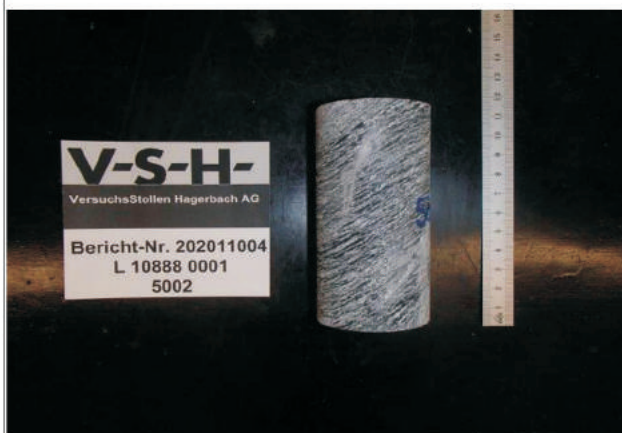
Prüfkörper 5000 nach Versuch



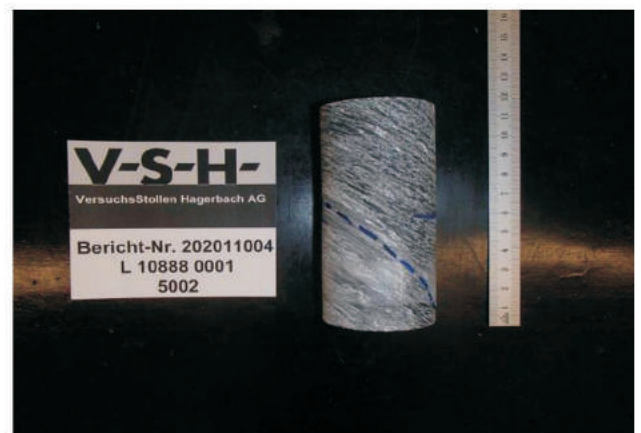
Prüfkörper 5001 vor Versuch



Prüfkörper 5001 nach Versuch



Prüfkörper 5002 vor Versuch



Prüfkörper 5002 nach Versuch

VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011005

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella
Bauteil KB 3/1 6.00 m, KB 3/2 27.00 m, KB 3/3 18.50 m

Baustoff Angaben gemäss Auftraggeber
Art **Fels**
Name/Bezeichnung **Herkunft** **Bohrung KB 3**
weitere Angaben

Probematerial Angaben gemäss Auftraggeber
Eingang im Labor 19.12.19
Lieferschein-Nr. **Probenmenge** 3 Bohrkern Ø 83 mm
Entnahmestelle Bohrkern **Probenehmer** Auftraggeber
Entnahmedatum **Überbringer** Auftraggeber
weitere Angaben

Prüfkörper

Anzahl 3 Stk. **Form** Bohrkern Ø 50 - 83 mm
Gewinnung am aus **durch**
Lagerung bis Prüfung VSH **Bemerkungen**

Angaben zum Prüfverfahren

Prüfkörper werden zentrisch mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit be- und entlastet (deformationsgesteuerte Belastung). In der Regel werden 2 - 3 Be- und Entlastungszyklen gefahren. Anschliessend wird der Prüfkörper bis zum Bruch belastet. Die Bestimmung der Querdehnung erfolgt über die Deformation axial und radial (in der Mitte des Prüfkörpers). Der Modul wird berechnet als:

Entlastungs-Modul Ed an der Ent-/Belastungskurve

Untersuchungsergebnisse

Prüfdatum 08.01.20

Prüfkörperbezeichnung	Schichtung	Abmessung		Gewicht	Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit	Verformungsmodul ¹⁾	Querdehnzahl _v ¹⁾
Auftraggeber	α	\varnothing	H	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[N/mm ²]	[kN/mm ²]	[·]
VSH	[°]	[mm]	[mm]						
KB 3/1 6.00 m	85	49.6	100.4	524.9	2706	209.5	108.4	51.7 / 54.9	0.16 / 0.22
5003									
KB 3/2 27.00 m	75 - 80	83.3	165.1	2439.0	2711	356.2	65.4	39.4 / 47.8	0.19 / 0.22
5004									
KB 3/3 18.50 m	85	49.6	100.4	522.2	2692	215.4	111.5	48.4 / 51.7	0.18 / 0.21
5005									

Bemerkungen

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite Wert auf den letzten Ent-/Belastungszyklus.
Der Winkel der Schichtung wird als Winkel zwischen der Horizontalen (Standfläche des Bohrkerns) und dem aufgehenden Schichtungsverlauf definiert.

Anhang A: Diagramme Normalspannung-Axialdehnung und Querdehnung-Axialdehnung

Anhang B: Fotodokumentation mit Prüfkörpern vor und nach Versuch

Messunsicherheit

Auf Anfrage informieren wir Sie gerne über die Messunsicherheit des Prüfergebnisses und deren Bestimmungsgrundlage.

VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

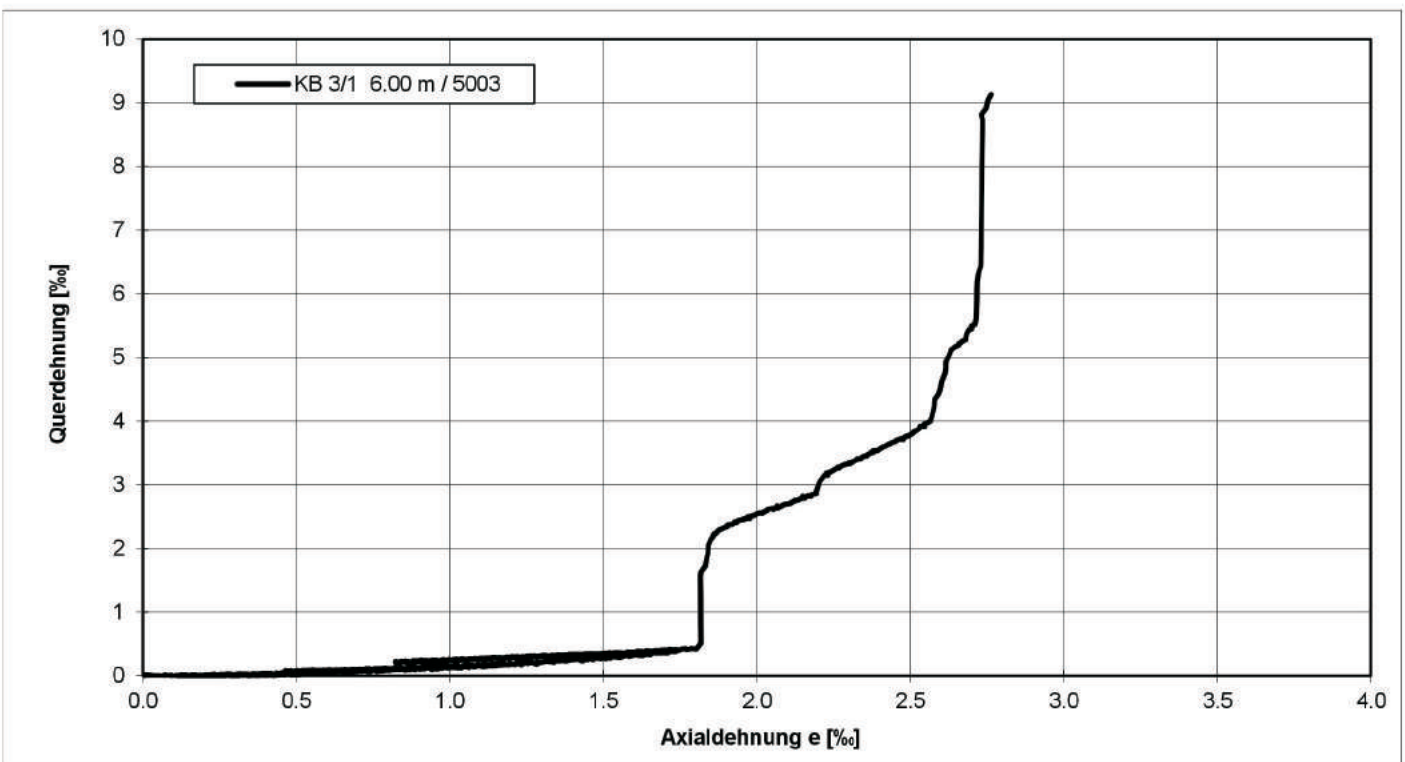
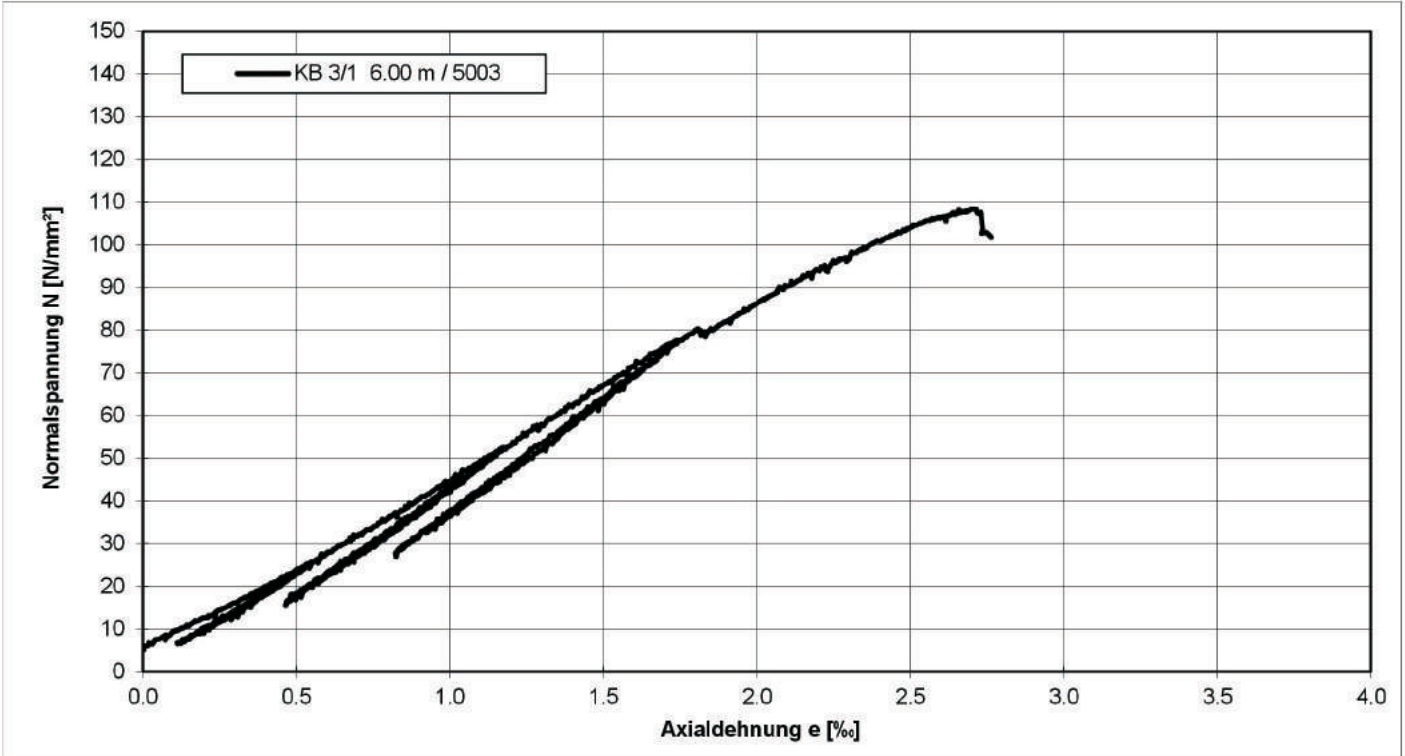
Bericht-Nr. 202011005

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 3/1 6.00 m, KB 3/2 27.00 m, KB 3/3 18.50 m



Versuchsstollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

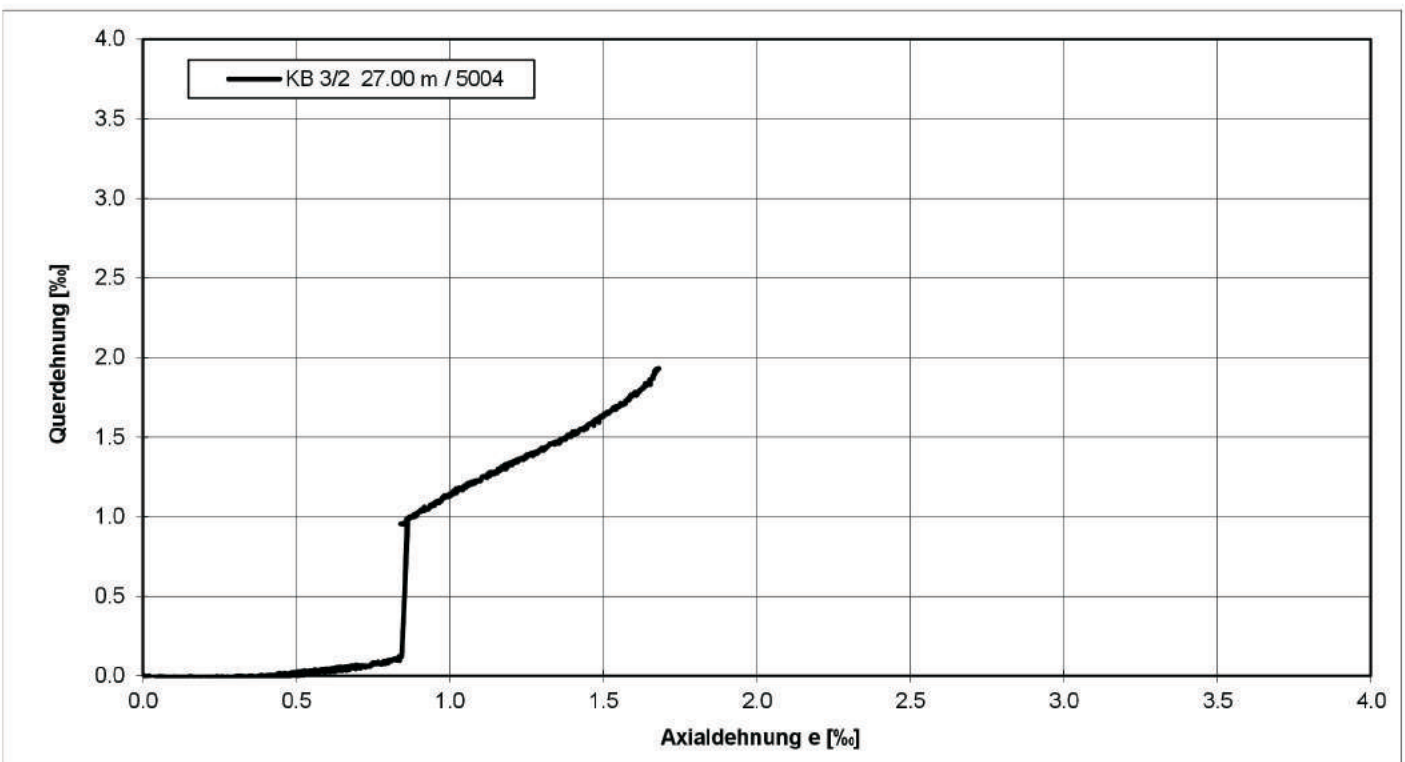
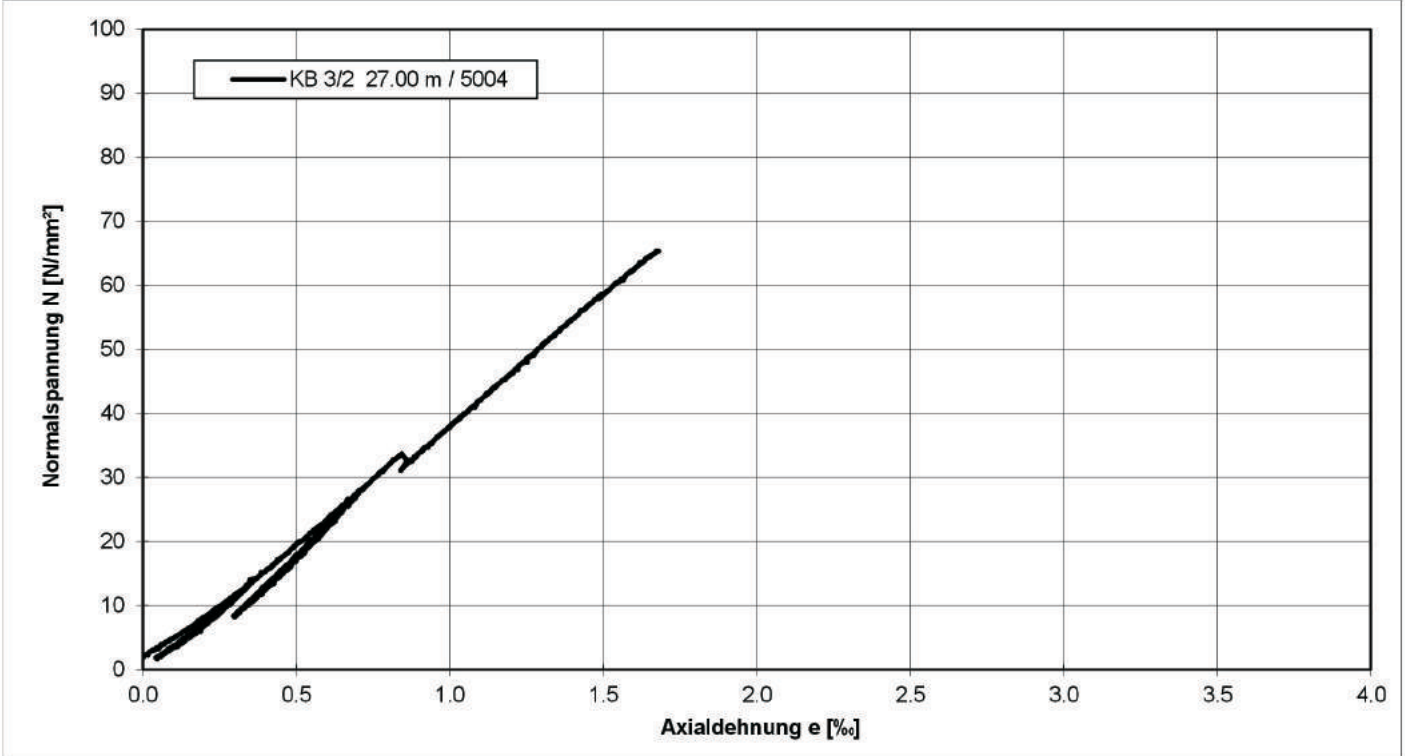
Bericht-Nr. 202011005

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 3/1 6.00 m, KB 3/2 27.00 m, KB 3/3 18.50 m



VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

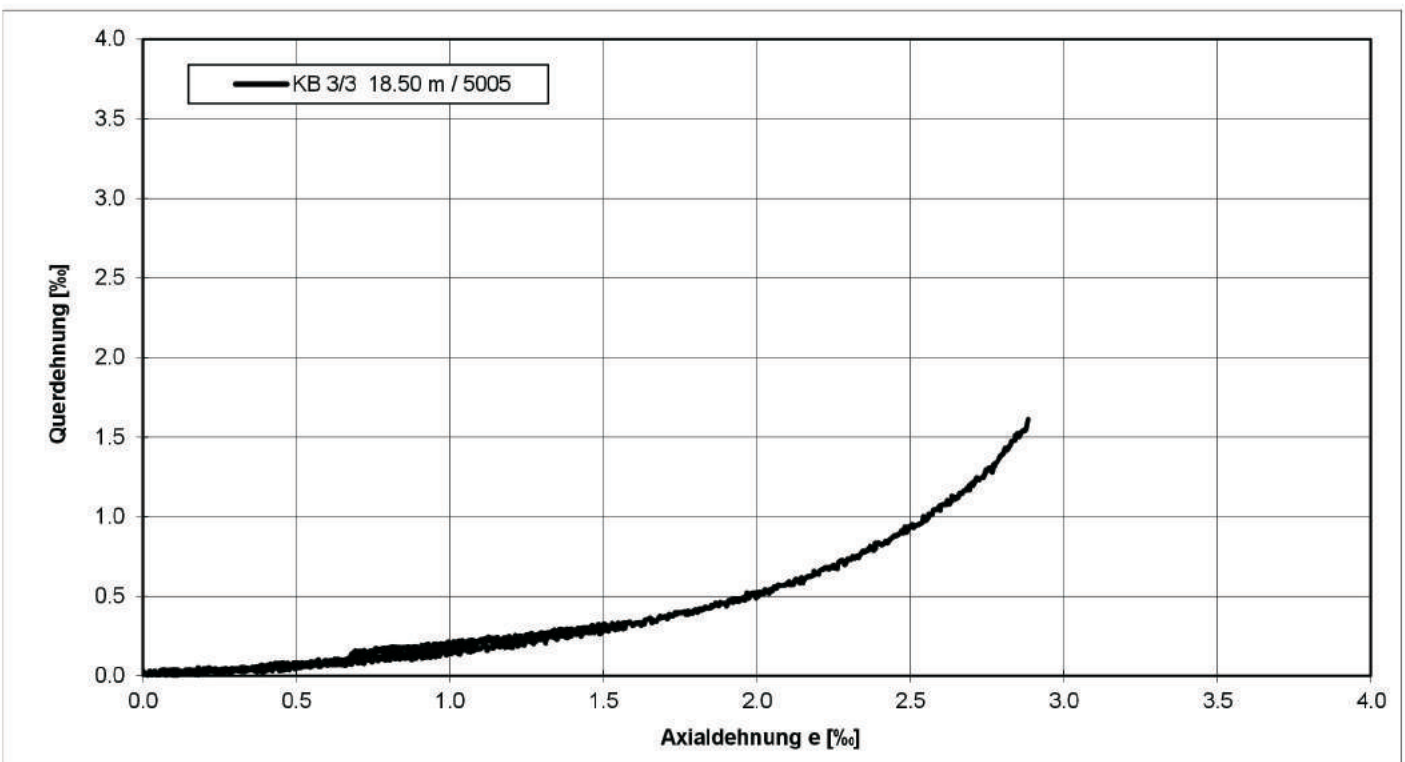
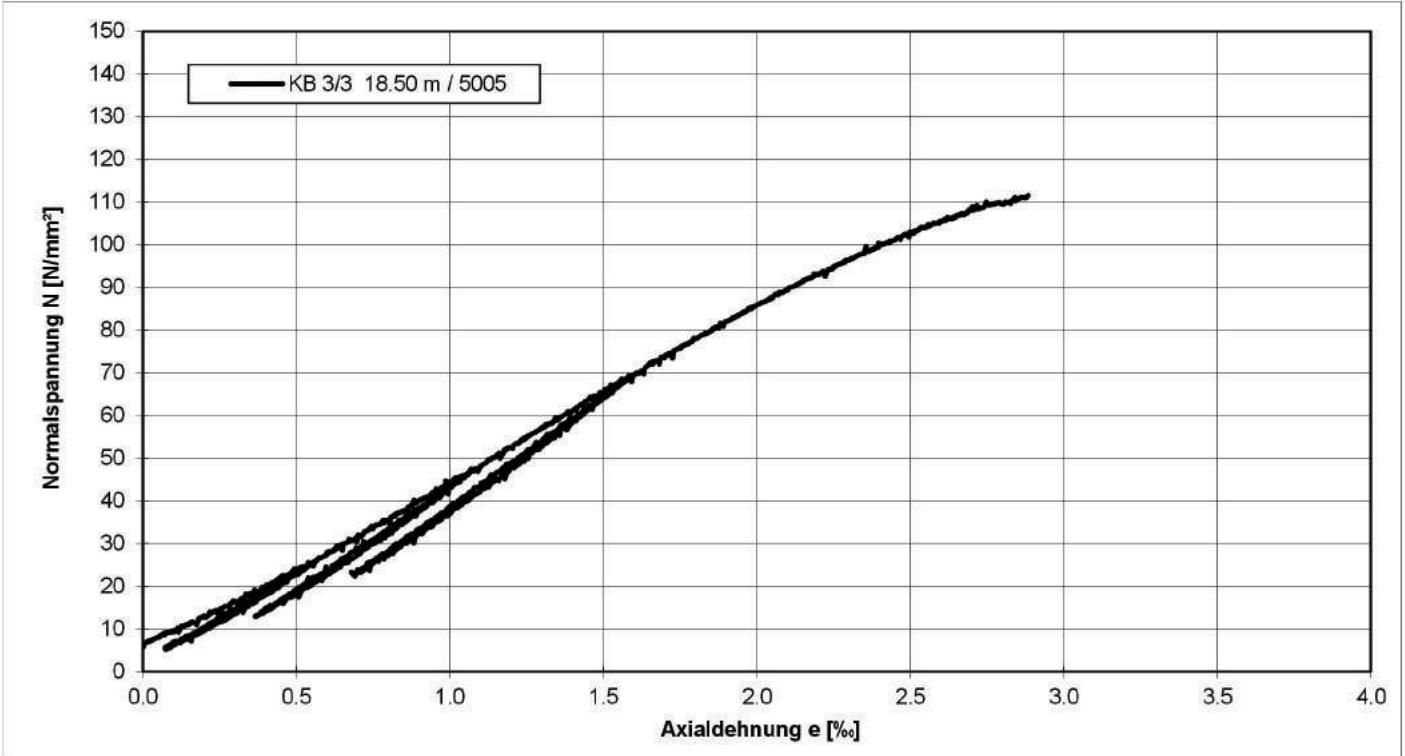
Bericht-Nr. 202011005

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 3/1 6.00 m, KB 3/2 27.00 m, KB 3/3 18.50 m



VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011005

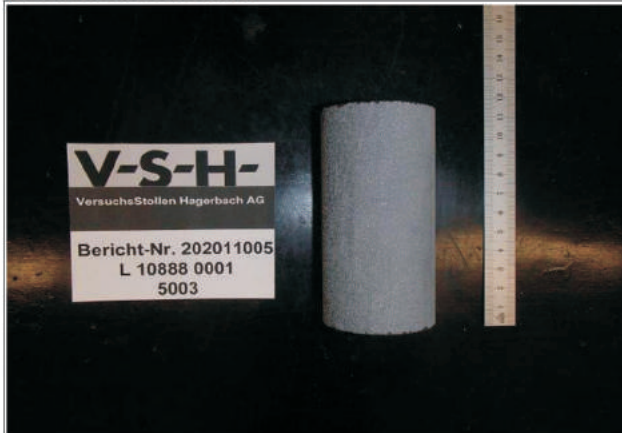
Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

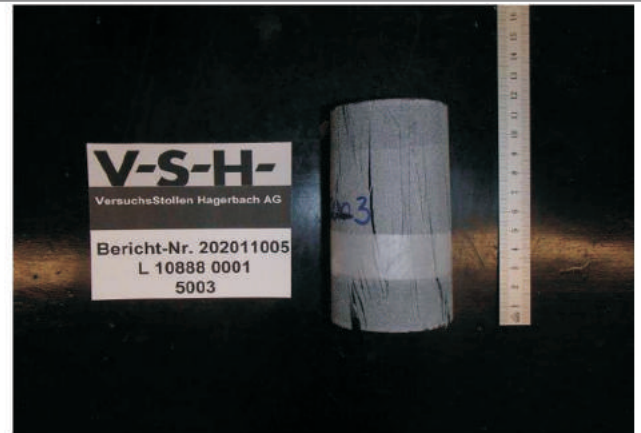
Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 3/1 6.00 m, KB 3/2 27.00 m, KB 3/3 18.50 m

Fotodokumentation



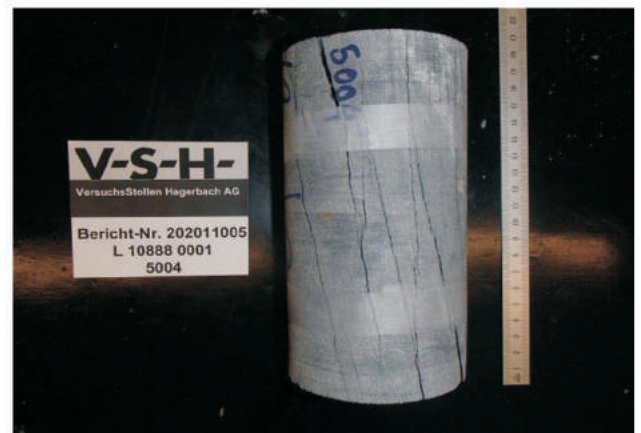
Prüfkörper 5003 vor Versuch



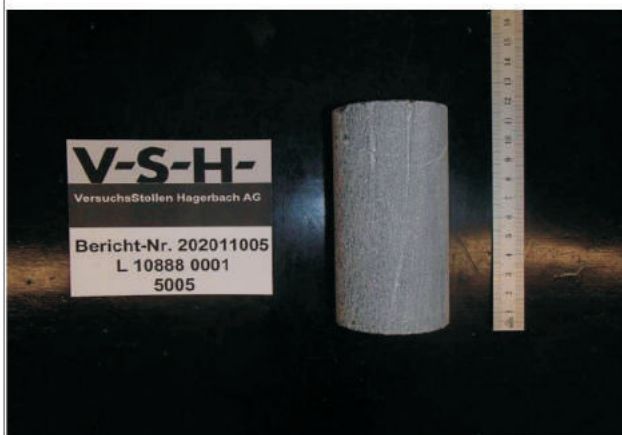
Prüfkörper 5003 nach Versuch



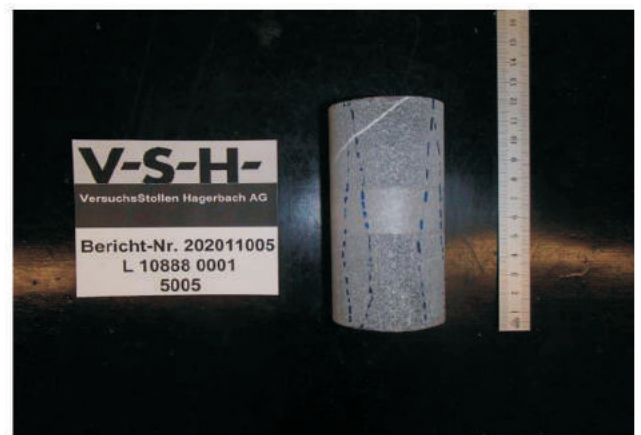
Prüfkörper 5004 vor Versuch



Prüfkörper 5004 nach Versuch



Prüfkörper 5005 vor Versuch



Prüfkörper 5005 nach Versuch

VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011006

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt	N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella		
Bauteil	KB 4/1 5.00 m, KB 4/2 19.70 m, KB 4/3 29.00 m		
Baustoff	Angaben gemäss Auftraggeber	Art	Fels
Name/Bezeichnung		Herkunft	Bohrung KB 4
weitere Angaben			
Probematerial	Angaben gemäss Auftraggeber	Eingang im Labor	19.12.19
Lieferschein-Nr.		Probenmenge	3 Bohrkern Ø 94 mm
Entnahmestelle	Bohrkerne	Probenehmer	Auftraggeber
Entnahmedatum		Überbringer	Auftraggeber
weitere Angaben			

Prüfkörper

Anzahl	3 Stk.	Form	Bohrkerne Ø 50 - 94 mm
Gewinnung am		durch	
Lagerung bis Prüfung	VSH	Bemerkungen	

Angaben zum Prüfverfahren

Prüfkörper werden zentrisch mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit be- und entlastet (deformationsgesteuerte Belastung). In der Regel werden 2 - 3 Be- und Entlastungszyklen gefahren. Anschliessend wird der Prüfkörper bis zum Bruch belastet. Die Bestimmung der Querdehnung erfolgt über die Deformation axial und radial (in der Mitte des Prüfkörpers). Der Modul wird berechnet als:

Entlastungs-Modul E_d an der Ent-/Belastungskurve

Untersuchungsergebnisse

Prüfdatum 09.01.20

Prüfkörperbezeichnung	Schichtung	Abmessung		Gewicht	Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit	Verformungsmodul ¹⁾	Querdehnzahl ν ¹⁾
	α [°]	\varnothing [mm]	H [mm]	[g]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]	[kN/mm²]	[-]
Auftraggeber VSH									
KB 4/1 5.00 m	65 - 80	92.6	185.5	3331.0	2666	577.1	85.7	34.4 / 41.8	0.03 / 0.08
5006									
KB 4/2 19.70 m	70 - 75	92.6	184.7	3384.0	2721	305.1	45.3	48.5 / 50.9	0.32 / 0.37
5007									
KB 4/3 29.00 m	75 - 85	92.6	184.3	3353.0	2701	370.7	55.0	49.7 / 50.6	0.55 / 0.65
5008									

Bemerkungen

¹⁾ Der erste Wert bezieht sich auf den vorletzten, der zweite Wert auf den letzten Ent-/Belastungszyklus.
Der Winkel der Schichtung wird als Winkel zwischen der Horizontalen (Standfläche des Bohrkerns) und dem aufgehenden Schichtungsverlauf definiert.

Anhang A: Diagramme Normalspannung-Axialdehnung und Querdehnung-Axialdehnung

Anhang B: Fotodokumentation mit Prüfkörpern vor und nach Versuch

Messunsicherheit

Auf Anfrage informieren wir Sie gerne über die Messunsicherheit des Prüfergebnisses und deren Bestimmungsgrundlage.

VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

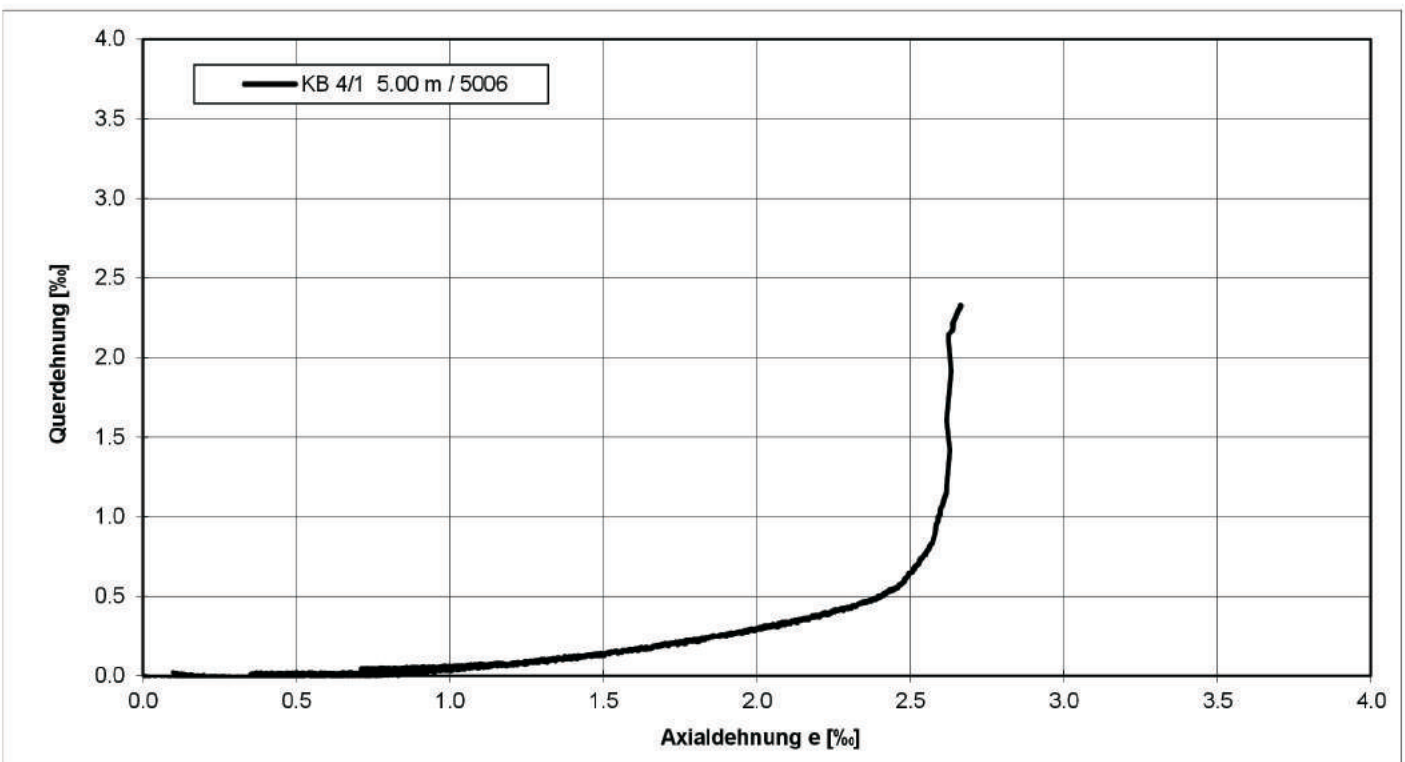
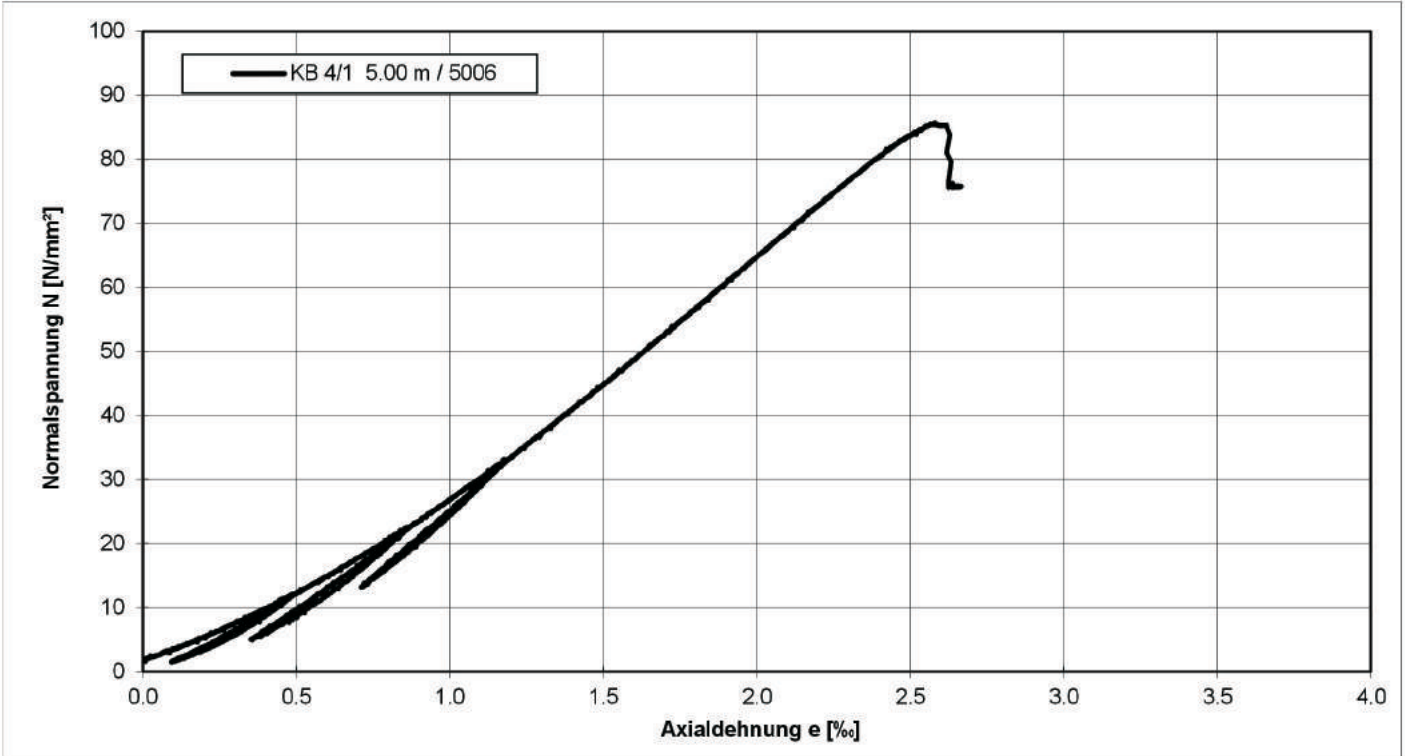
Bericht-Nr. 202011006

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 4/1 5.00 m, KB 4/2 19.70 m, KB 4/3 29.00 m



VersuchsStollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

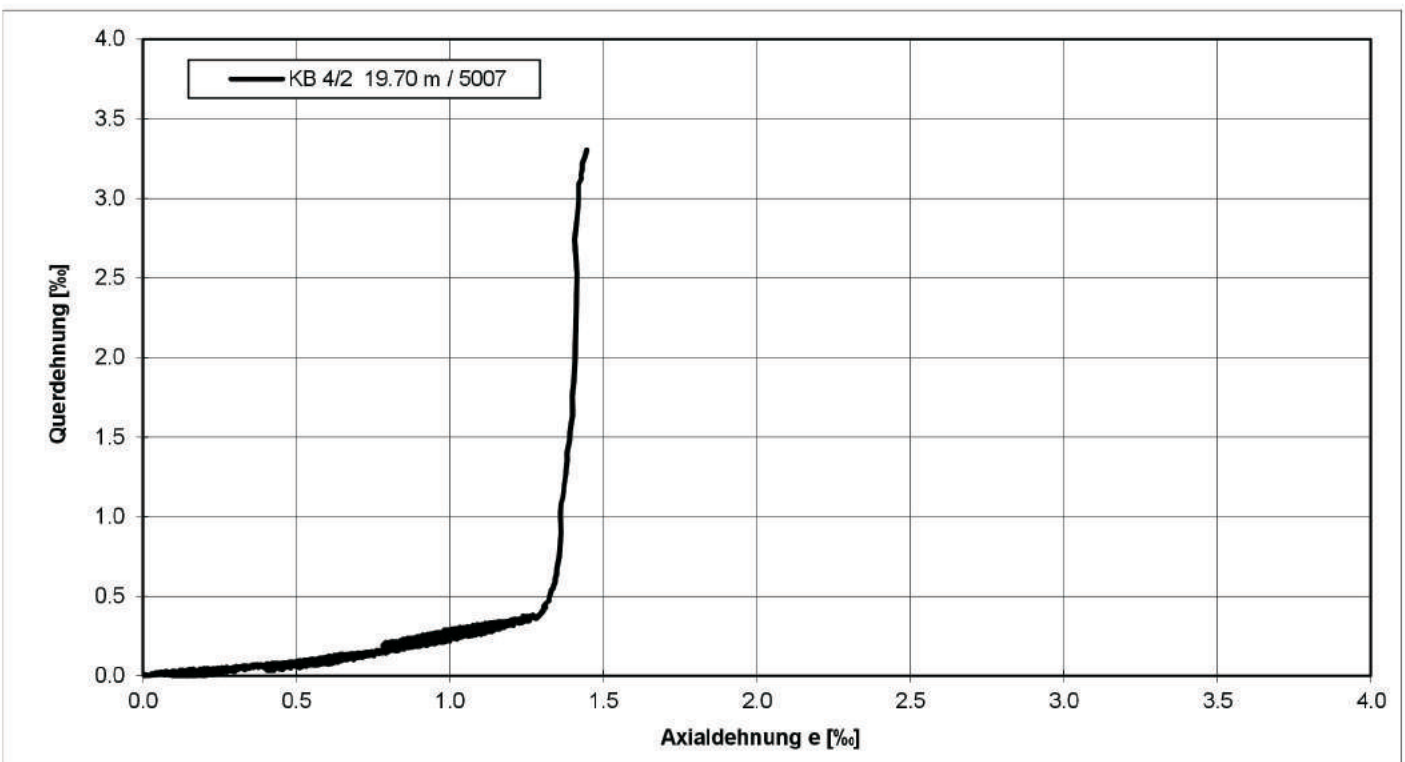
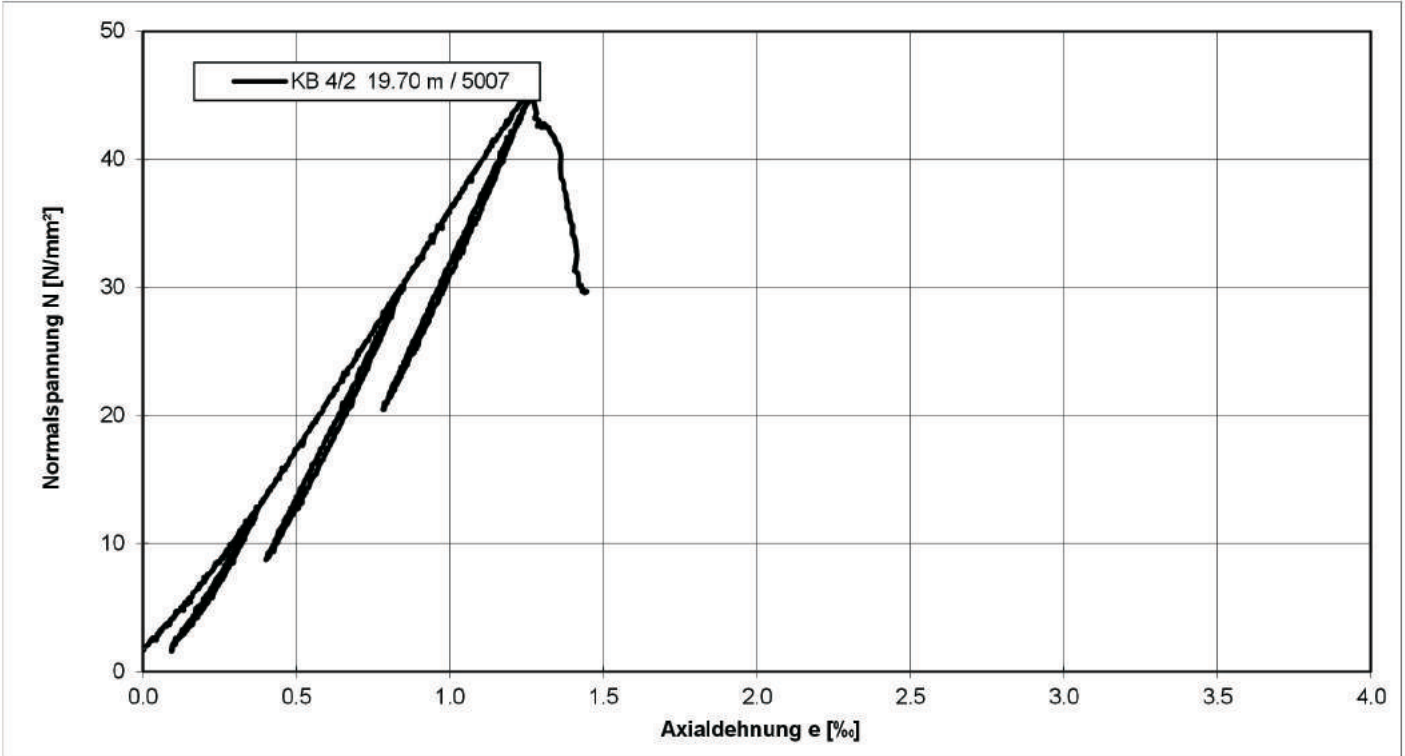
Bericht-Nr. 202011006

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 4/1 5.00 m, KB 4/2 19.70 m, KB 4/3 29.00 m



VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

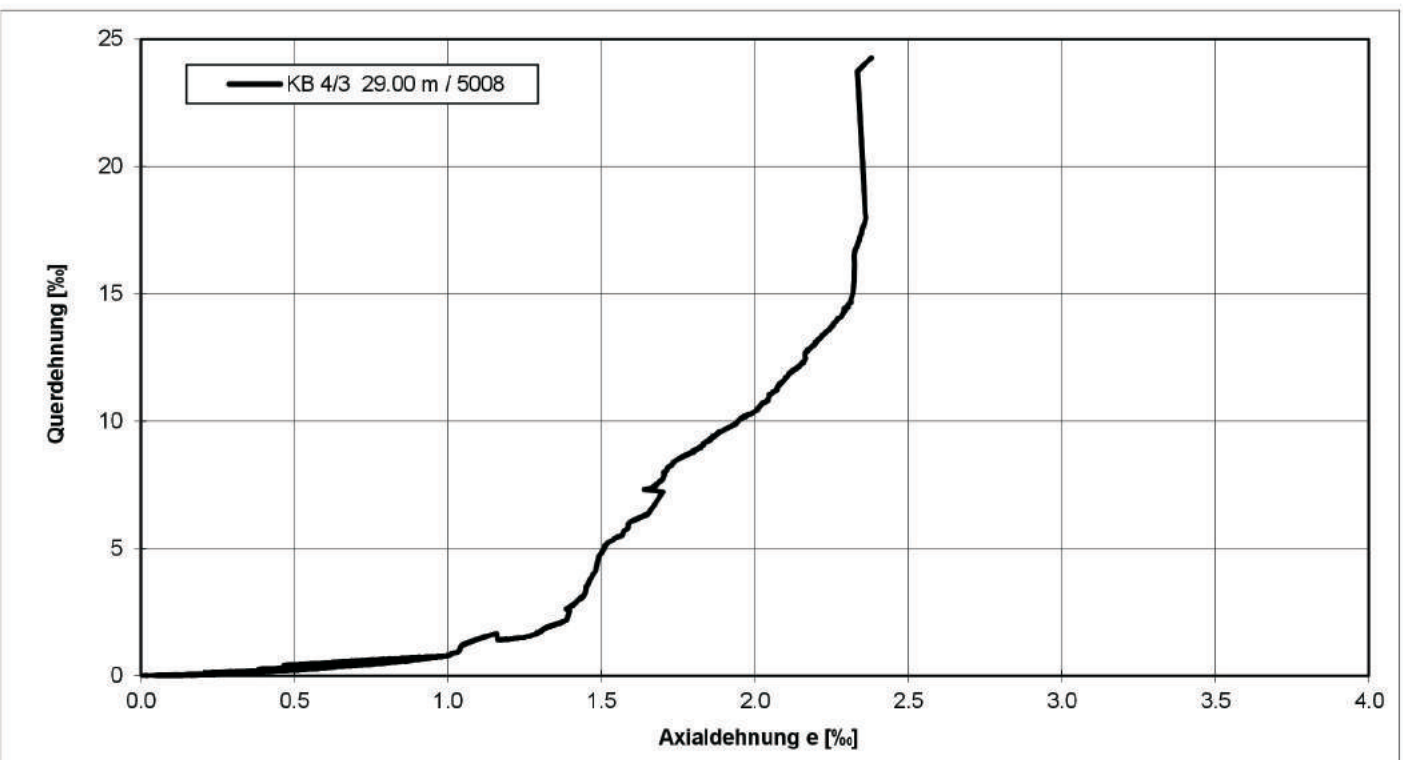
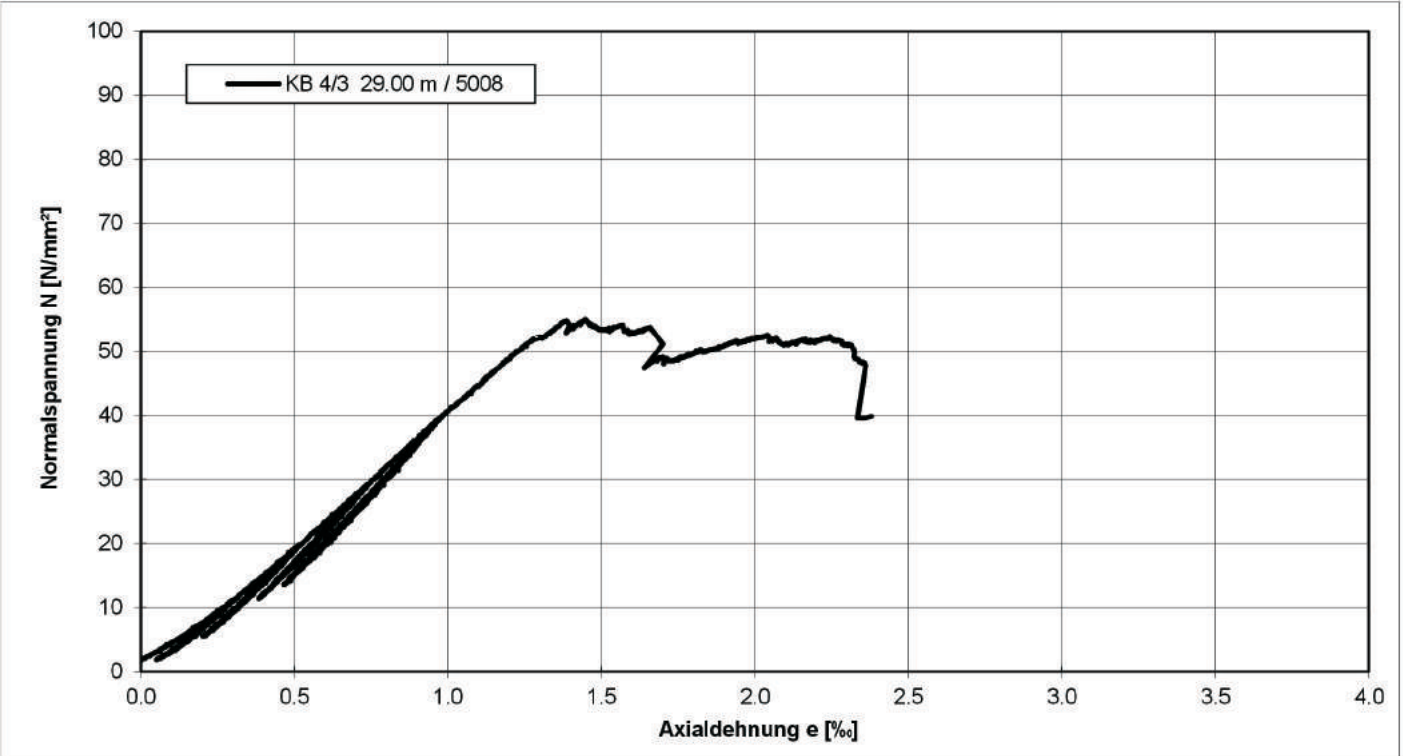
Bericht-Nr. 202011006

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 4/1 5.00 m, KB 4/2 19.70 m, KB 4/3 29.00 m



Versuchsstollen Hagerbach AG

Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Prüfbericht einaxialer Druckversuch

ASTM D7012-14, SN 670 353a:2005

Bericht-Nr. 202011006

Projekt-Nr. 50 L10888 0001

Auftraggeber ASTRA Bundesamt für Strassen Bellinzona, Roman Kurath, Via C. Pellandini 2, 6500 Bellinzona
zusätzl. Kopien an

Bauobjekt N13 EP 22, AS Rothenbrunnen - AS Vial, Tunnel Isla Bella

Bauteil KB 4/1 5.00 m, KB 4/2 19.70 m, KB 4/3 29.00 m

Fotodokumentation



Prüfkörper 5006 vor Versuch



Prüfkörper 5006 nach Versuch



Prüfkörper 5007 vor Versuch



Prüfkörper 5007 nach Versuch



Prüfkörper 5008 vor Versuch



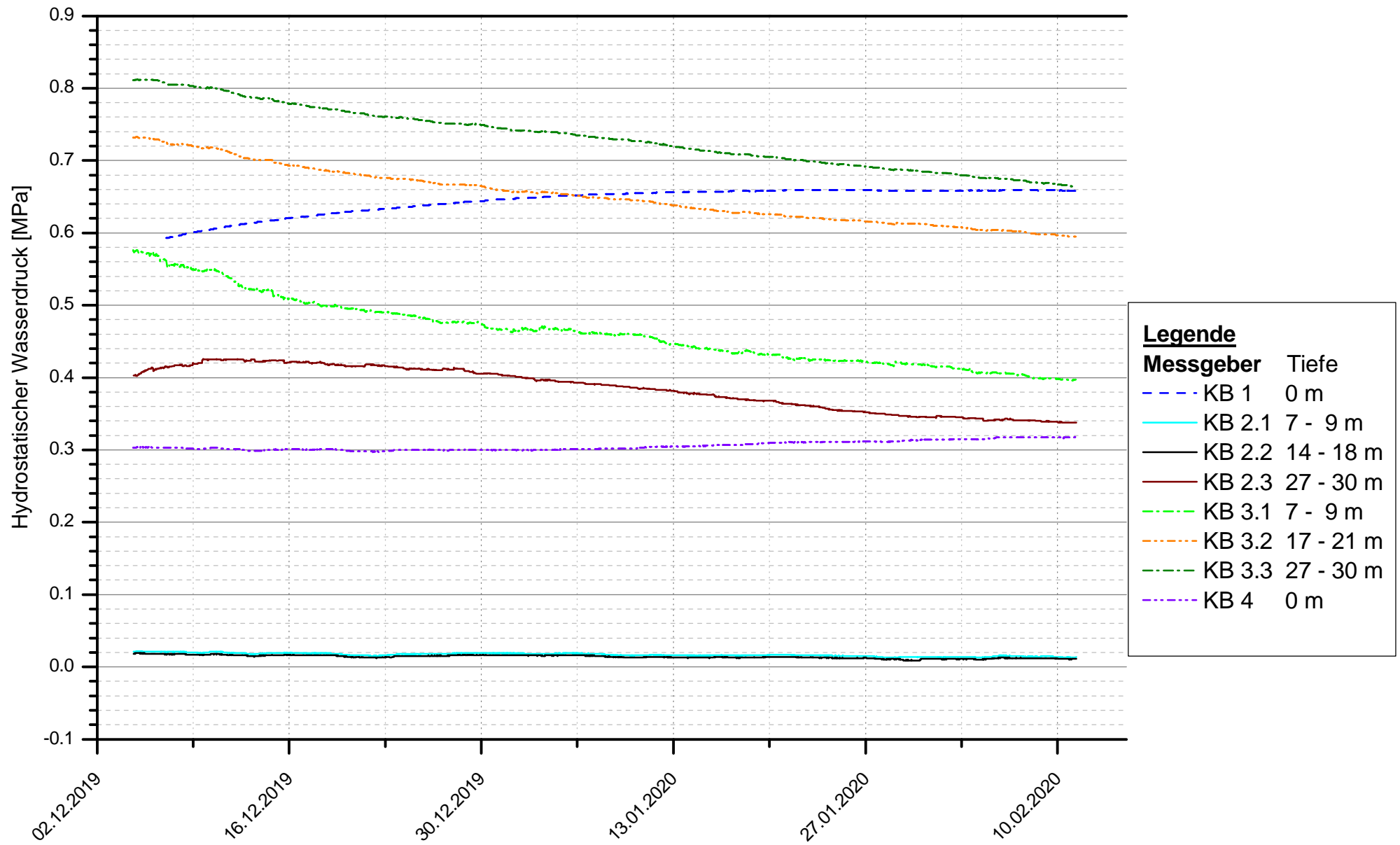
Prüfkörper 5008 nach Versuch

VersuchsStollen Hagerbach AG
Flums, 10.01.20

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

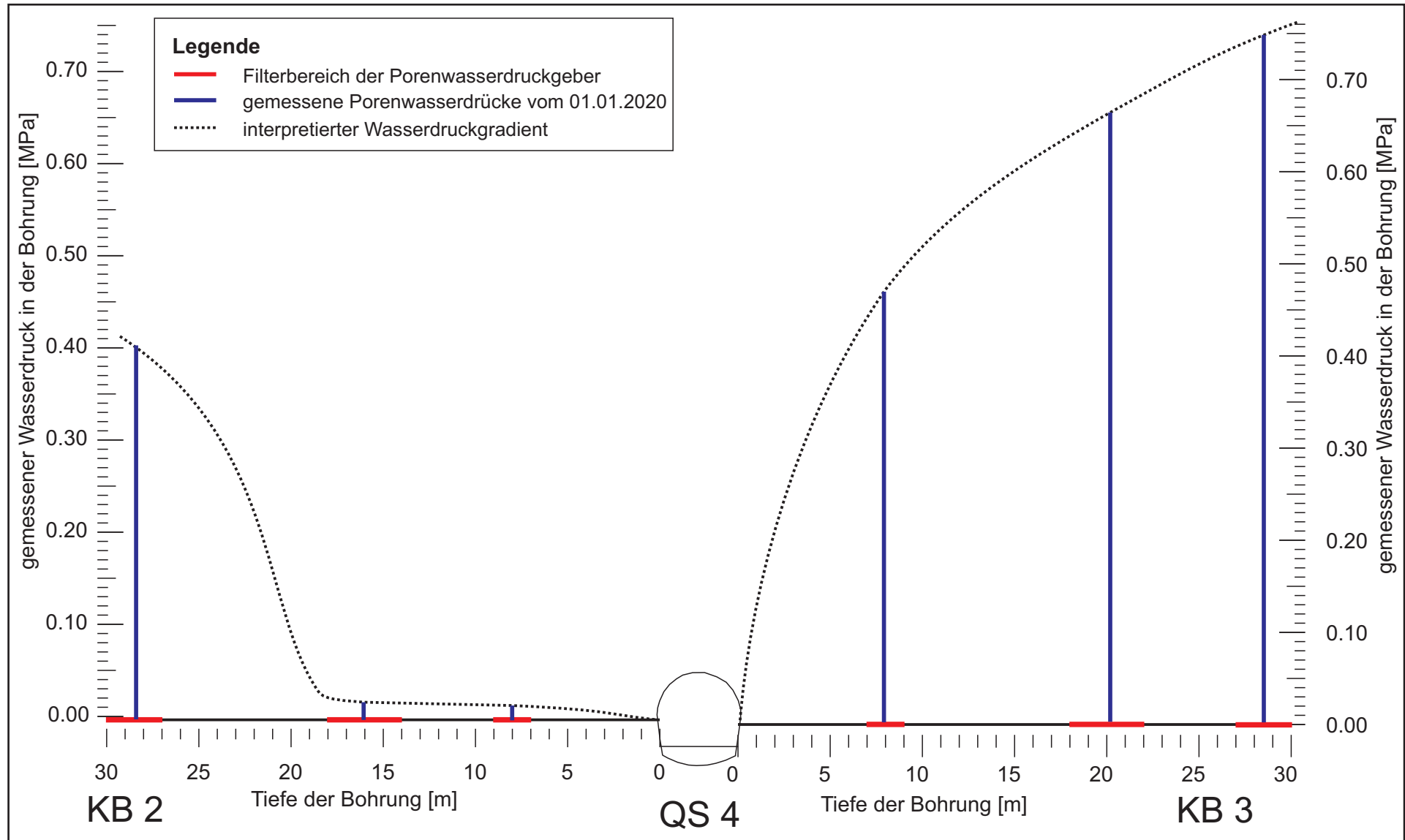
Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (01.004-08.18j)



Schematische Interpretation der Druckgradienten in QS 4

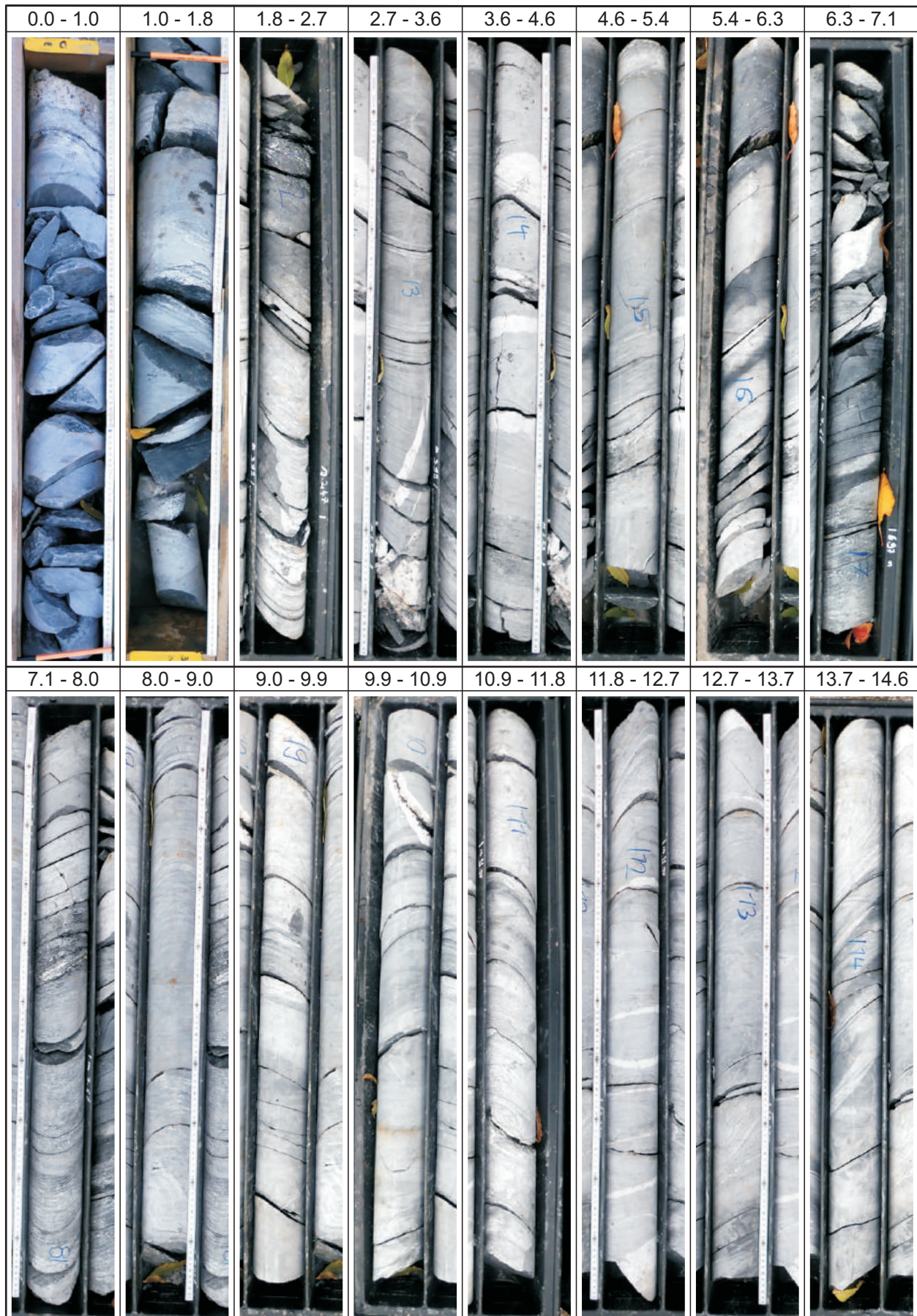
Masstab 1:300





0.0 - 1.0	1.0 - 1.8	1.8 - 2.9	2.9 - 3.9	3.9 - 4.7	4.7 - 5.5	5.5 - 6.6	6.6 - 7.4
							
7.4 - 8.4	8.4 - 9.3	9.3 - 10.2	10.2 - 11.1	11.1 - 12.0	12.0 - 13.2	13.2 - 14.0	14.0 - 14.9
							

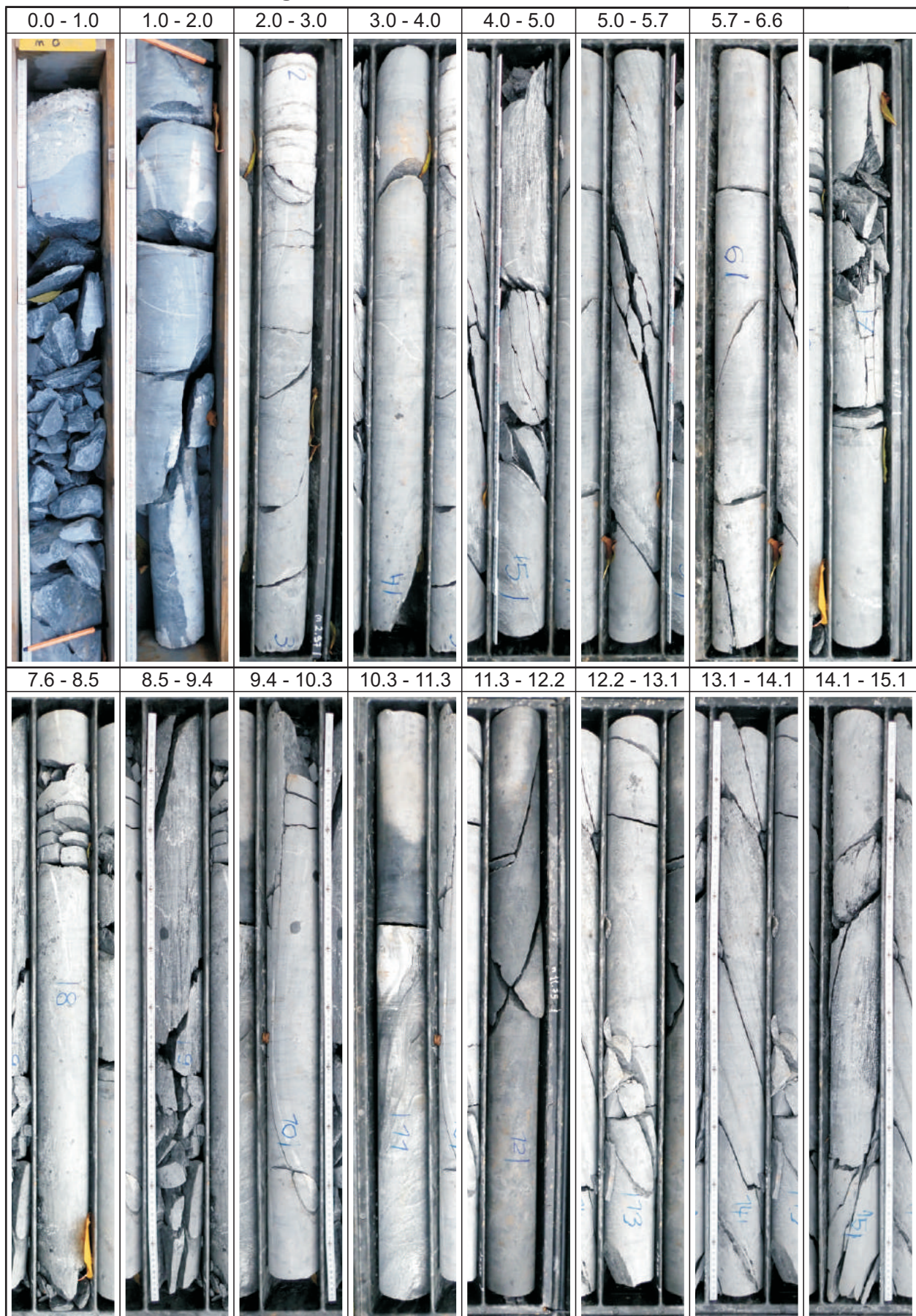
14.9 - 16.0	16.0 - 17.0	17.0 - 17.9	17.9 - 18.8	18.8 - 19.7	19.7 - 20.7	20.7 - 21.6	21.6 - 22.6
22.6 - 23.6	23.6 - 24.6	24.6 - 25.6	25.6 - 26.6	26.6 - 27.6	27.6 - 28.6	28.6 - 29.5	29.6 - 30.5

















30.5 - 31.5	31.5 - 32.3	32.3 - 33.3	33.3 - 34.4	34.4 - 35.3	35.3 - 36.2	36.2 - 37.1	37.1 - 38.1
							
38.1 - 39.1	39.1 - 40.0	40.0 - 40.3					
							




14.6 - 15.4	15.4 - 16.4	16.4 - 17.3	17.3 - 18.3	18.3 - 19.2	19.2 - 20.1	20.1 - 21.1	21.1 - 22.0
							
22.0 - 23.0	23.0 - 23.9	23.9 - 24.0	24.0 - 25.0	25.0 - 25.8	25.8 - 26.7	26.7 - 27.6	27.6 - 28.6
							

28.6 - 29.7	29.7 - 29.9						
							



















15.1 - 16.0	16.0 - 16.9	16.9 - 17.8	17.8 - 18.7	18.7 - 19.6	19.6 - 20.4	20.4 - 21.3	21.3 - 22.2
							
22.2 - 23.1	23.1 - 24.0	24.0 - 24.9	24.9 - 25.8	25.8 - 26.6	26.6 - 27.6	27.6 - 28.5	28.5 - 29.5
							




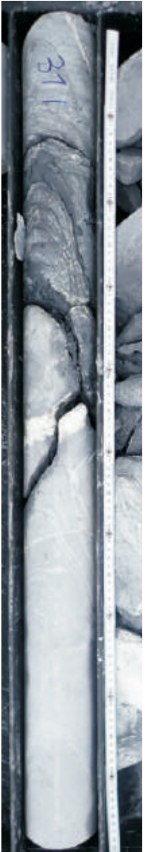

Fotos der Sondierbohrung KB 3 (Längenangaben in m, Metergrenze bei Markierung)

29.5 - 29.8							
							



14.2 - 15.2	15.2 - 16.1	16.1 - 17.0	17.0 - 17.9	17.9 - 18.6	18.6 - 19.3	19.3 - 20.3	20.3 - 21.2
							
21.2 - 22.0	22.0 - 22.8	22.8 - 23.6	23.6 - 24.6	24.6 - 25.6	25.6 - 26.6	26.6 - 27.4	27.4 - 28.2
							

Fotos der Sondierbohrung KB 4 (Längenangaben in m, Metergrenze bei Markierung)

28.2 - 29.2	29.2 - 30.0	30.0 - 30.9	30.9 - 31.9	31.9 - 32.0			
							

Fotodokumentation



a) Ausfluss von ~ 110 l/min aus KB 1 am 14.10.2019; rote Eisenablagerungen am Boden; b) Ausfluss von ~ 55 l/min aus KB 3 am 24.10.2019; c) KB 2 mit eingebautem Messgeberstrang; austretendes Wasser neben den Messkabeln; d) Datenlogger und Antenne in QS 4 während der Montage; e) angeschlossener Sensor bei KB 4, f) Installation des Bohrgerätes bei QS 4 vor Bohrbeginn; g) ~ 25 l/s austretend aus KS 4 während dem Abschiessen des Seitenablasses.

