

Masterarbeit

zum Erwerb des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur (Dipl.-Ing.)
der Studienrichtung Rohstoffingenieurwesen

Masterstudium Rohstoffgewinnung und Tunnelbau
Schwerpunktfach Geotechnik und Tunnelbau

ausgeführt am
Lehrstuhl für Subsurface Engineering
an der Montanuniversität Leoben

Michael Johann Herbert Rapp BSc.
6143 Pons

Innsbruck, im Dezember 2012

Thema

**Vortrieb Erkundungsstollen Innsbruck
Ahrental – Analyse, Rückrechnung und
Parameterermittlung**

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

AFFIDAVIT

I declare in lieu of oath, that i wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. MSc. Dr. Dr. Konrad Bergmeister bedanken. Er hat mir die Diplomarbeit bei der BBT SE in Innsbruck ermöglicht.

Weiters möchte ich mich an dieser Stelle bedanken bei...

...meinem Betreuer seitens der BBT SE, Herrn Dr.Ing. Chris Reinhold für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Diplomarbeit.

...meinem Betreuer seitens der Montanuniversität, Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Robert Galler, der beim Verfassen dieser Diplomarbeit und während meines Studiums stets ein sehr guter Mentor war.

...Mag. MSc. Ulrich Burger, Dr. Walter Eckbauer, Dr. Anton Rieder, Dipl.-Ing. Monika Sock, Dr. Andreas Töchterle und Dr. Tassilo Weifner für die sehr lehrreichen Fachgespräche und die kollegiale Zusammenarbeit.

Ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern Margit und Manfred sowie meinen Großeltern Elisabeth und Herbert. Sie haben mir das Studium sowohl in finanzieller als auch in moralischer Hinsicht ermöglicht.

Widmung

Ich widme diese Diplomarbeit meinem kürzlich verstorbenen „Gete“ Johann Rapp, der mein technisches Verständnis von klein auf gefördert hat und nun meinen Hochschulabschluss leider nicht mehr erleben darf.

Kurzfassung

Die gemessenen Verformungen im Erkundungsstollen Innsbruck - Ahrental dienen als Grundlage der Rückrechnung und der Parameterermittlung. Um den Ausbau in der Rückrechnung so realitätsnahe wie möglich darzustellen, werden die einzelnen Ausbaukomponenten genauer untersucht. Besonders die Spritzbetonentwicklung in den ersten Tagen ist dabei von entscheidender Bedeutung. In weiterer Folge wird eine genaue Analyse der Verformungsanteile „vor“, „hinter“ und „an“ der Ortsbrust erstellt. Die Berechnungen sind in den geologisch homogenen Bereichen mit dem Kennlinienverfahren und für geologisch komplexe Bereiche mit dem FE Programm Phase2 von RocScience ausgearbeitet. Die so erhaltenen Parameter werden in Bandbreiten dargestellt.

Abstract

The deformations measured inside the Innsbruck - Ahrental exploratory gallery are used as a basis for reverse calculations and parameter determination. In order to show the expansion as close to reality as possible in the reverse calculation, the single expansion components will be subject to detailed analysis. Thereby, the shotcrete development within the first few days is of vital importance. In a second step, the deformation aliquot "in front of", "behind" and "at" the rock face will be analyzed accurately. The calculations are elaborated with the Convergence Confinement Method (CCM) for geologically homogeneous zones and with the FE programme Phase 2 by RocScience for geological complex zones. The resulting parameters are presented in bandwidths.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	1
2	Zusammenfassung	1
3	Einleitung	2
3.1	Das Projekt.....	2
3.2	Die Geologie	4
3.3	Das Erkundungsprogramm.....	7
4	Berechnungsverfahren	9
4.1	Kennlinienverfahren	9
4.1.1	Allgemeine Randbedingungen.....	10
4.1.2	Mohr-Coulomb Kriterium	11
4.1.3	Gebirgskennlinie.....	12
4.1.4	Ausbaukennlinie	13
4.2	RocScience Phase ²	14
5	Grunddaten.....	15
5.1	Auswertung der tatsächlich eingetretenen Verformungen	15
5.1.1	Datenbank 2DOC.....	15
5.1.2	Auswertung der gemessenen Verformung	16
5.2	Querschnittsfestlegung	17
5.2.1	Gemessene Verformungen in den Rechenquerschnitten.....	18
5.3	Geologische Verhältnisse	21
5.3.1	Querschnitt I	21
5.3.2	Querschnitt II	22
5.4	Ausbaufestlegungen.....	23
5.4.1	Querschnitt I	23
5.4.1	Querschnitt II	24
6	Kennlinienverfahren	25
6.1	Berechnungsquerschnitt	25
6.2	Vorverformungen	27
6.2.1	Vorverformungen im Querschnitt I	29
6.2.2	Vorverformungen im Querschnitt II	33
6.2.3	Zusammenfassung zu den Vorverformungen	36
6.3	Ausbau	39
6.3.1	Spritzbeton.....	39
6.3.2	Gitterbögen	44
6.3.3	Anker	44
6.3.4	Zusammenfassung Ausbau	46
6.4	Rückrechnungen mit der Kennlinie	48
6.4.1	Querschnitt I	48
6.4.2	Querschnitt II	56
6.4.3	QI und QII mit umschreibenden Radius	59
6.4.4	Sensibilität und mögliche Kombinationen der Eingangsparameter	61
6.5	Ergebnisse aus der Rückrechnung mit der Kennlinie	68
6.5.1	Querschnitt QI	68

6.5.2	Querschnitt QII	69
7	Berechnungen mit Phase ²	70
7.1	Querschnitt QI	70
7.2	Querschnitt QII	72
7.3	Ergebnisse	72
8	Festlegung eines geotechnischen Messquerschnittes	73
9	Interpretation und Ausblick	75
10	Abbildungsverzeichnis.....	77
11	Tabellenverzeichnis	79
12	Gleichungsverzeichnis.....	80
13	Quellenverzeichnis	81
14	Anhangsverzeichnis.....	83

1 Aufgabenstellung

Die ersten fünf Kilometer des Erkundungsstollens Innsbruck - Ahrental südlich von Innsbruck sind fertiggestellt. Aus dem nun vorhandenen Datenpool an gemessenen Parametern soll eine Rückrechnung auf die Gebirgsparameter durchgeführt werden.

Die Berechnungen sind für geotechnisch homogene Bereiche mit dem Kennlinienverfahren auszuführen. Für geotechnisch komplexe Bereiche steht ein FE Programm namens Phase² von RocScience zur Verfügung.

Das Ziel dieser Arbeit ist eine kritische Beurteilung der vorhandenen Eingangsparameter und falls notwendige Parameter fehlen, diese aufzuzeigen und Lösungsansätze zum Erhalt dieser Informationen auszuarbeiten. Die Ergebnisse der Rückrechnung sind in Bandbreiten darzustellen.

2 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Rückrechnung der Gebirgskennwerte aus den gemessenen Verschiebungen im Erkundungsstollen Innsbruck - Ahrental.

Nach einer detaillierten Auswertung der gemessenen Verformungen und den angetroffenen geologischen Verhältnissen, werden der tatsächlich eingebrachte Ausbau und dessen Stützdruck analysiert. Hier wird deutlich, dass zur genauen Beschreibung des Ausbaues insbesondere des Spritzbetons weitere Untersuchungen zu empfehlen sind.

Im Kapitel Kennlinienverfahren werden die Verformungsanteile „vor“ und „hinter“ der Ortsbrust, mit dem Ansatz nach Vlachopoulos ausgearbeitet. In diesem Zusammenhang wird ein sogenannter kombinierter Verformungsverlauf eingeführt. Dieser Verlauf der Verformungen „vor“ und „hinter“ der Ortsbrust setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Der kombinierte Verlauf besteht bis zur Nullmessung aus einer Prognose von Vlachopoulos und anschließend aus dem tatsächlich gemessenen Verformungsverlauf. Somit kann das Verhältnis der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessenen Verformung und der Vorverformung festgelegt werden. Daraus kann bei bekannter gemessener Verformung auf die Vorverformung geschlossen werden. Diese Verformungsverteilung ist in weiterer Folge die Grundlage für das Einbringen der Ausbaukennlinie und einer verbesserten Gebirgskennlinie. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Vorverformung besonders in der Rückrechnung auf die tatsächlichen Gebirgsparameter eine wichtige Rolle spielt.

Die Rückrechnungen mit dem Kennlinienverfahren erzielen für homogene Bereiche sehr gute Ergebnisse. Mit steigender Inhomogenität des Gebirges werden die Bandbreiten der möglichen Gebirgsparameter größer. Um bei einer Rückrechnung angemessene Bandbreiten zu erhalten, ist es unabdingbar die bekannten Eingangsgrößen so genau als möglich zu beschreiben. Die für die Beschreibung des Ausbaues notwendigen Untersuchungen bzw. Messungen werden im letzten Abschnitt behandelt. Es wird ein möglicher Messquerschnitt dargestellt und notwendige Schritte zur Zielerreichung ausgearbeitet.

3 Einleitung

3.1 Das Projekt

Der Brenner Basistunnel ist das Herzstück der 2200 km langen TEN – Achse Nummer 1 von Berlin – Verona / Mailand – Bologna – Neapel – Messina bis Palermo. Mit einer Länge von 55 km zählt dieses Infrastrukturprojekt zu den größten Europas. Mit dem bereits bestehenden Eisenbahnumfahrungstunnel Innsbruck ist das Tunnelsystem mit 64 km die längste unterirdische Eisenbahnverbindung der Welt.

Primär dient der BBT zur Verlagerung des Gütertransportes von der Straße auf die Schiene. Durch die entsprechende Sicherheitsausrüstung kann die unterirdische Verbindung jedoch auch zum Personentransport verwendet werden. [3]



Abbildung 1: TEN – Achse Nummer 1 Berlin-Verona/Mailand-Bologna-Neapel-Messina-Palermo [3]

Der Brenner Basis Tunnel besteht aus zwei eingleisigen Tunnelröhren in einem Abstand von 70 m, die alle 333 m durch Querschläge miteinander verbunden sind. Zentral zwischen den beiden Röhren befindet sich der um 10 m tieferliegende Servicetunnel der vorauseilend als Erkundungsstollen aufgefahren werden soll. [3]

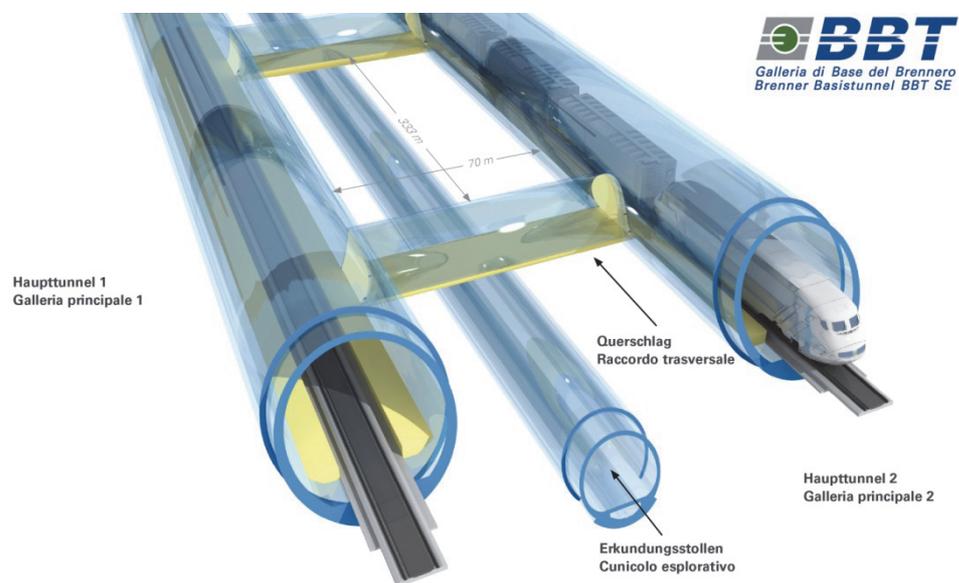


Abbildung 2: System des Brenner Basistunnels [3]

Weiters sind drei Multifunktionsstellen MFS Innsbruck, MFS St.Jodok und MFS Trens mit jeweils einem Abstand von etwa 20 km vorgesehen. Diese Multifunktionsstellen dienen als Nothalte- und Überleitstellen der beiden Röhren. [3]

3.2 Die Geologie

Geologisch durchörtert der Brenner Basistunnel das aufgewölbte Zentrum der Kollisionzone der europäischen und adriatischen kontinentalen Platten.

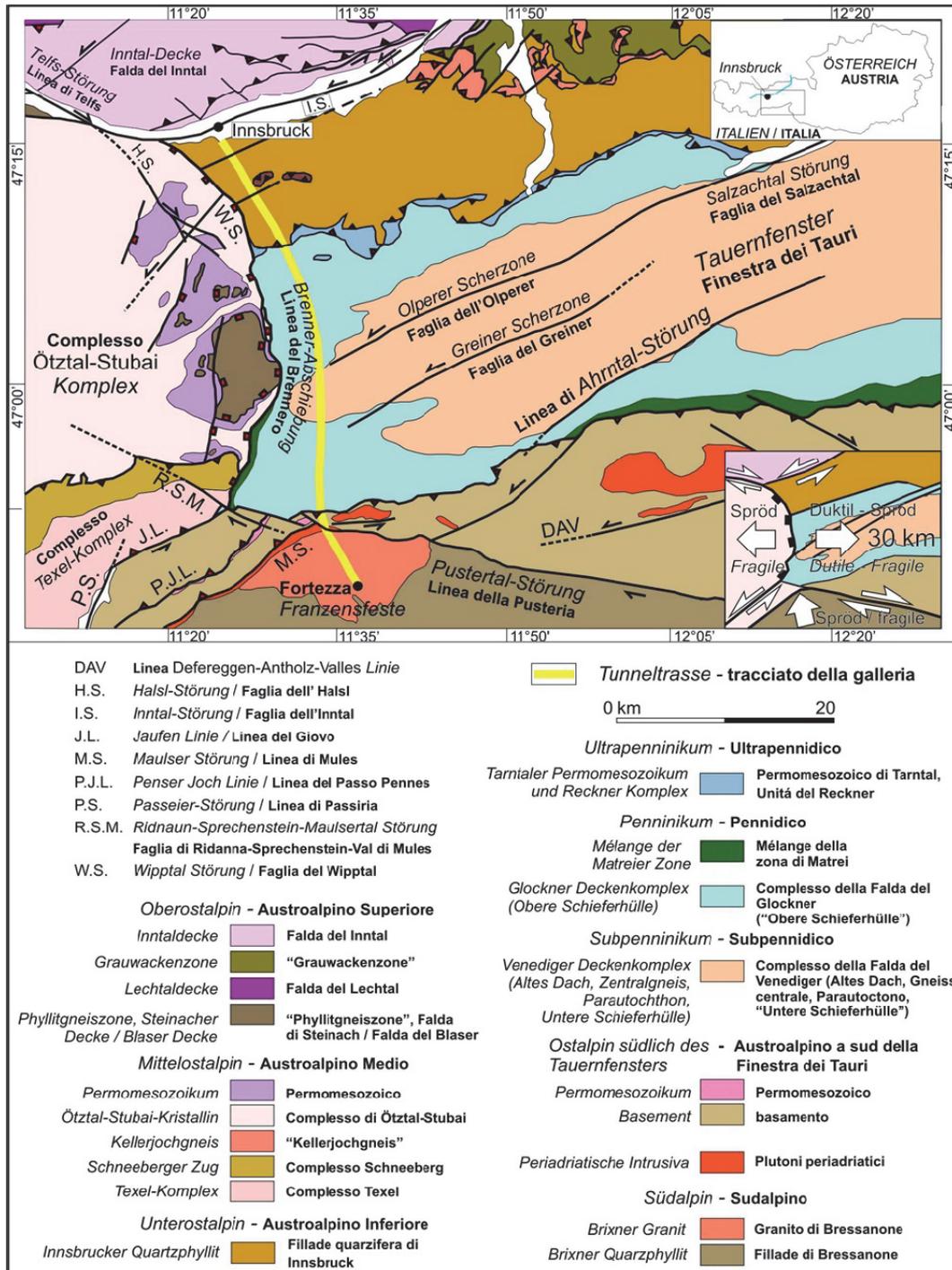


Abbildung 3: Tektonische Übersichtskarte des westlichen Tauernfensters [15]

Von Norden her durchfährt der Basistunnel zwischen Innsbruck und Franzensfeste folgende geologisch-tektonischen Einheiten und Großstörungen (Aufzählung aus [1], siehe Abbildung 3 und Abbildung 4):

- **Ostalpin nördlich des Tauernfensters**
 1. Innsbrucker Quarzphyllit
 2. Patscherkofel-Glungezer-Kristallin
- **Ultrapenninikum**
 3. Tarntaler Permomesozoikum und Reckner Komplex
- **Tauernfenster (Penninikum, Subpenninikum)**
 4. Obere Bündnerschiefer
 5. Bündnerschiefer
 6. Trias an der Basis der Glocknerdecke und in der Unteren Schieferhülle
 7. Kaserer – Formation
 8. Hochstegen-Kalkmarmor
 9. Zentralgneis des Tuxer und Zillertaler Kerns
 10. Tulfer-Senges-Einheit
- **Ostalpin südlich des Tauernfensters**
 11. Kristallines Grundgebirge
 12. Maulser Trias
- **Peradriatisches Intrusiva**
 13. Maulser Tonalitlamelle
- **Südalpin**
 14. Brixner Granit

Der Erkundungsstollen Innsbruck bis Ahrental befindet sich gänzlich in der „Hangenden Serie“ des Innsbrucker Quarzphyllites welche nördlich und westlich des Tauernfensters mit dem Patscherkofelkristallin und dem Ötztal-Stubaikristallin zu den drei tektonischen Haupteinheiten gehört (siehe Abbildung 3). [15]

Laut Prognose sind im Innsbrucker Quarzphyllit Abwandlungen von Quarzphylliten und untergeordnete Quarzite zu erwarten. Weiters ist mit Einschaltungen von Grünschiefern und Porphyroiden, sowie Einlagerungen von dm bis m mächtigen Kalk und Dolomitmarmoren zu rechnen. [15]

Hierbei wird auf den technischen Bericht Geologie, Geologisches Modell vom 29.02.2008 verweisen. [15]

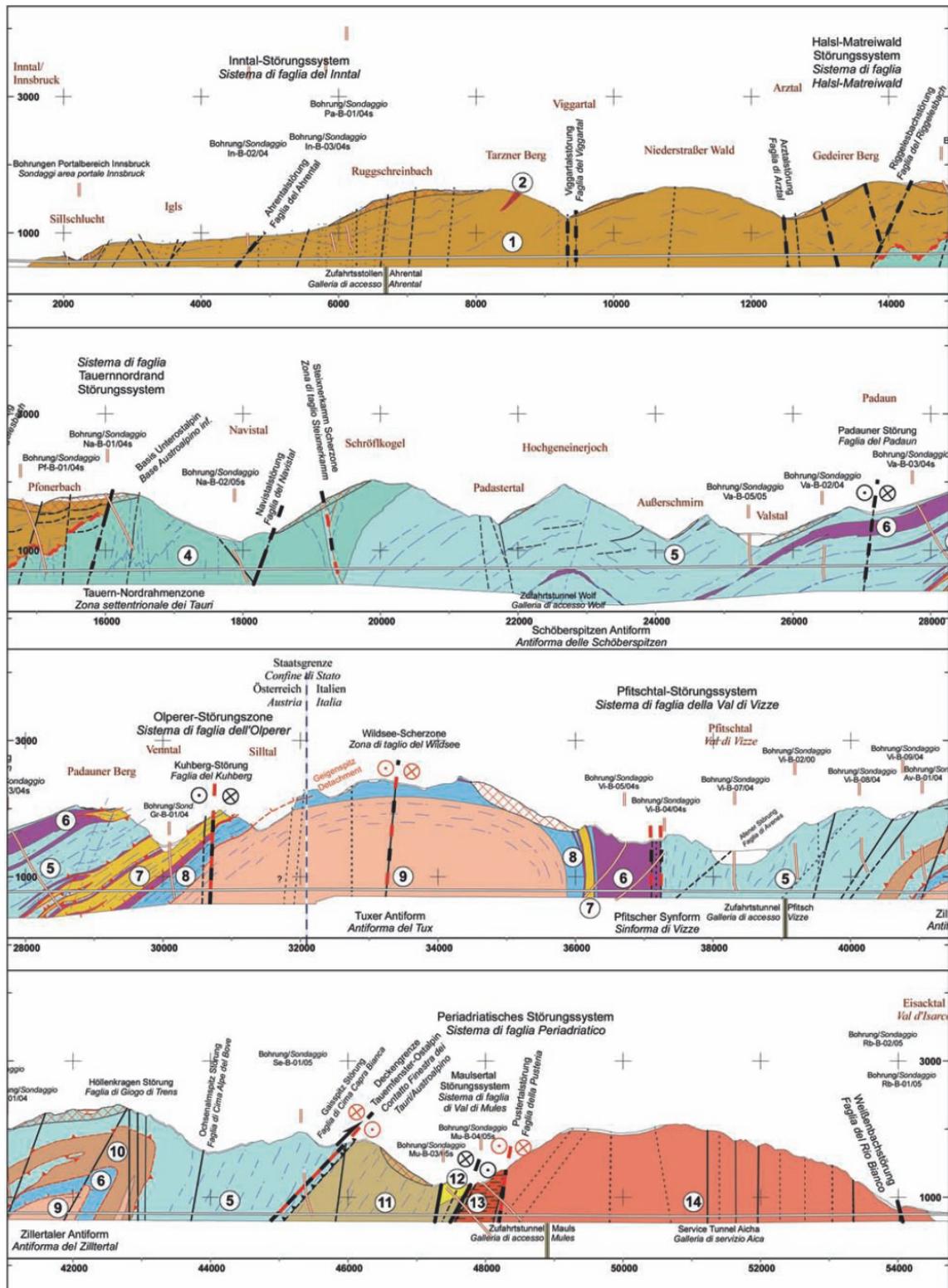


Abbildung 4: vereinfachter geologischer Längsschnitt der BBT Oströhre, Legende siehe Abbildung 3 [1]

3.3 Das Erkundungsprogramm

Basierend auf der Machbarkeitsstudie von 1987, bei welcher die Lage des Trassenkorridors östlich der Brennerfurche festgelegt wurde, erfolgte in den Jahren 1999 bis 2002 die Erkundungsphase I. Ziel dieser Erkundungsphase war es die Machbarkeitsstudie aus dem Jahre 1987 zu aktualisieren, in dem festgelegten Trassenkorridor eine Trassenwahl festzulegen und Bauzeit, Risiken und in weiterer Folge die Baukosten den aktuellen Erkenntnissen anzupassen. [1][2]

Das Erkundungsprogramm, Phase II ab 2004, wurde in drei organisatorischen Ebenen gegliedert [2]:

- Ebene 1: Datenerhebung, Durchführung von Untersuchungen und Erkundungen, Modellierungen
- Ebene 2: Analyse und Interpretation der Ergebnisse der Erkundung, Risikoanalyse und geotechnische Planung
- Ebene 3: Prüfung und Übernahme in die Bauwerks- und Umweltplanung

Erkundungen Phase II ab 2004:

1. Thematische Kartierungen

Die thematischen Kartierungen beinhalten Strukturgeologische Kartierungen, Rinnenkartierungen, Hydrogeologische Kartierungen und Kartierungen der Trennflächen. [2]

2. Wasserwirtschaftliche Beweissicherung

Basierend auf die Phase I wurde die Beweissicherung bis Ende 2006 auf ca. 1000 Messorte ausgebaut. [2]

3. Erkundungsbohrungen

In Summe wurden 35 Tiefbohrungen mit insgesamt 17.691 m im Bereich der Tunneltrasse und 135 Kurzbohrungen mit insgesamt 5.190 m im Bereich von Deponien, Baustelleneinrichtungsflächen und Portalen erkundet. [2]

4. Laborversuche

Für sämtliche an der Trasse prognostizierten Locker- und Festgesteinsserien wurden dem Stand der Technik entsprechende Laborversuche durchgeführt. Aus den Bohrkernen entnommene Probekörper dienten hierbei als repräsentative Grundlage. [2]

5. Geophysik

Ergänzend zur Phase I, wo sich die Untersuchungen auf die tiefliegenden Bereiche des Tunnels beschränkten, wurden in der Phase II seichtliegende Bereiche wie zum Beispiel die Unterquerung der Sillschlucht und Ähnliches genauer betrachtet. [2]

Um behördliche Auflagen zu erfüllen wurden nach Abschluss der Haupterkundungen im Bereich Igls/Lans, Padastertal, Venntal und im Valsertal zusätzliche Kurzbeziehungsweise Langbohrungen abgeteuft.

Mit Stand Oktober 2012 sind bereits die Vortriebsarbeiten im Erkundungsstollen Aicha Mauls, Innsbruck-Ahrental und Zufahrtstunnel Ahrental abgeschlossen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6).

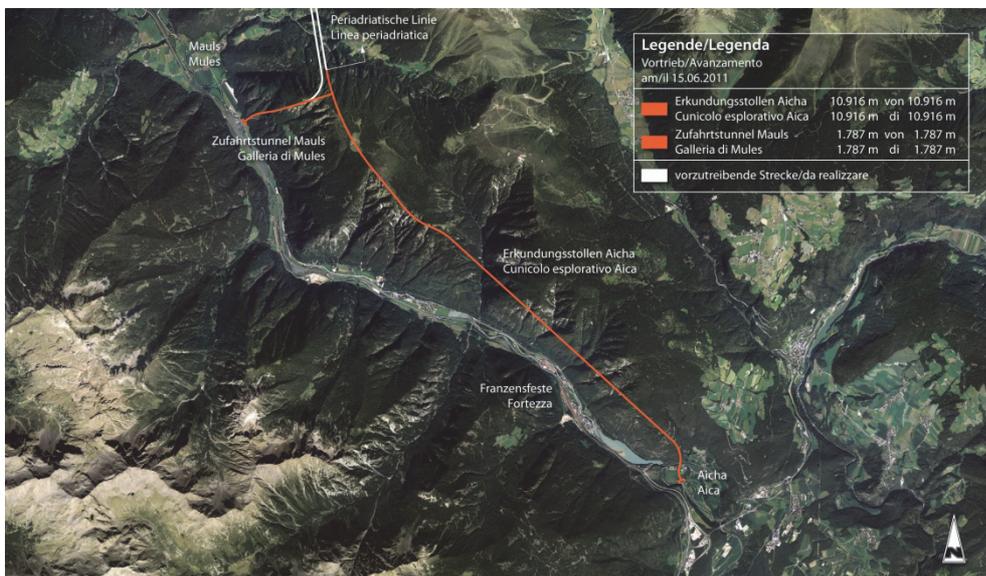


Abbildung 5: Erkundungsstollen Aicha-Mauls [3]



Abbildung 6: Erkundungsstollen Innsbruck – Ahrental, Zufahrtstunnel Ahrental [3]

4 Berechnungsverfahren

4.1 Kennlinienverfahren

Das Kennlinienverfahren ist eine Methode für die Bemessung von untertägigen Hohlraumbauten. Zum besseren Verständnis werden die Ergebnisse aus diesem zweidimensionalen analytischen Verfahren graphisch dargestellt. [7]

Beim Kennlinienverfahren werden üblicherweise drei Kennlinien herangezogen:

- Gebirgskennlinie
- Ausbaukennlinie
- radiale Hohlraumverschiebungen in Tunnelachsrichtung

Für die Abschätzung der prognostizierten Verformungen und der Rückrechnung aus den tatsächlich eingetretenen Verformungen auf die Mohr-Coulomb Parameter wird das Kennlinienverfahren in vereinfachter Form bestehend aus einer Gebirgskennlinie und Ausbaukennlinie angewendet. Die Kennlinie aus den radialen Hohlraumverschiebungen in Tunnelachsrichtung (*Anm.: LDP „longitudinal deformation profil“*) wird nur für die Festlegung des Einbaupunktes des Ausbaues herangezogen.

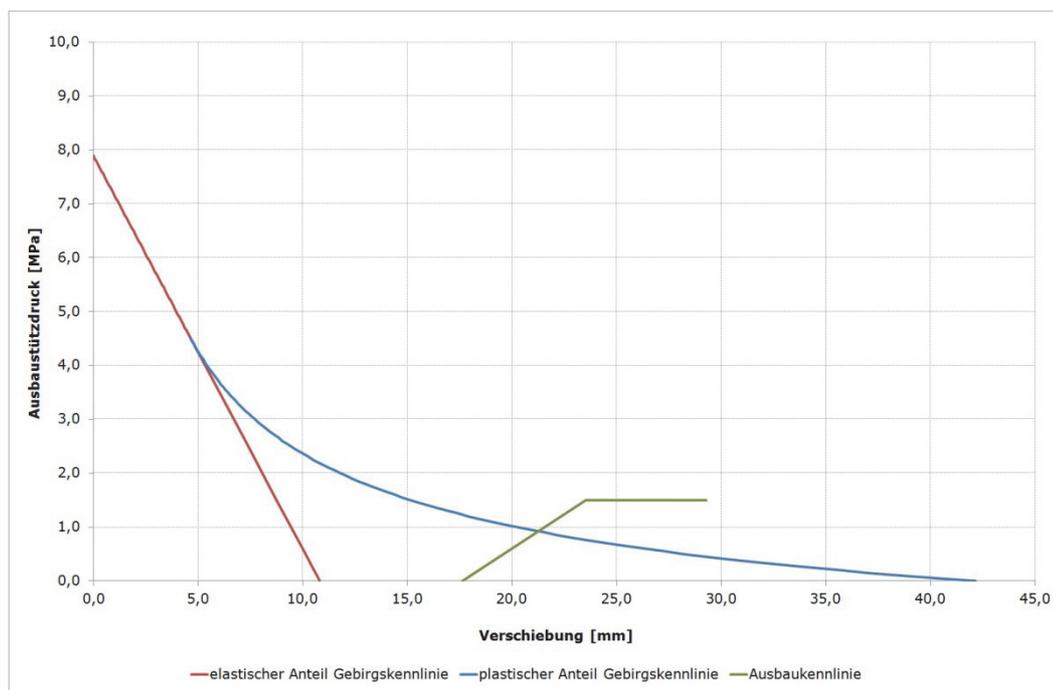


Abbildung 7: Kennlinienverfahren mit Gebirgskennlinie und Ausbaukennlinie

4.1.1 Allgemeine Randbedingungen

Die elastisch gelochte Scheibe mit rotationssymmetrischer Belastung ($K = 1$) stellt die Grundlage für das Kennlinienverfahren nach Fenner und Pacher dar. [9]

Zur Vereinfachung des Problems der stark streuenden geotechnischen Bedingungen im Gebirge, der inhomogenen Spannungsverhältnisse und der ungleichmäßigen Verteilung des Ausbauwiderstandes in der Realität werden für die analytischen Lösungsansätze folgende Vereinfachungen angenommen (*Aufzählung aus [7]*):

- *Die Theorie der gelochten Scheibe ist ein 2-dimensionales Modell mit ebenem Verformungszustand und einer unendlichen Ausdehnung*
- *kreisförmiger Hohlraumrand*
- *zentralsymmetrischer homogener Spannungszustand (hydrostatischer Spannungszustand); dies bedeutet einen Seitendruckfaktor $k_0 = 1$*
- *konstante Primärspannung über den Bereich des Hohlraumes*
- *gleichmäßiger Ausbau und somit zentralsymmetrisch verteilter Ausbauwiderstand*
- *homogene Materialeigenschaften des Gebirges*
- *kein rheologisches Materialverhalten*
- *isotropes Stoffgesetz*

Auf die genaue Beschreibung und Erklärung der festgesetzten Randbedingungen wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. Hierbei wird auf das Literaturverzeichnis [7] und [10] verwiesen.

4.1.3 Gebirgskennlinie

Die Gebirgskennlinie, auch als Fenner-Pacher Linie bekannt, beschreibt die Verformung des Gebirges als Reaktion auf den Ausbruch eines kreisrunden Querschnittes. Zur Berechnung der Gebirgskennlinie wird in dieser Arbeit der Ansatz von Sulem/Panet verwendet. Die Grundlage dieses Ansatzes ist das Mohr-Coulomb'sche Materialmodell. Bei den errechneten Verformungen wird durch den Stützmittelkoeffizient λ das Fortschreiten der Ortsbrust durch Reduzierung des Ausbaustützdruckes berücksichtigt (Abbildung 9). [7]

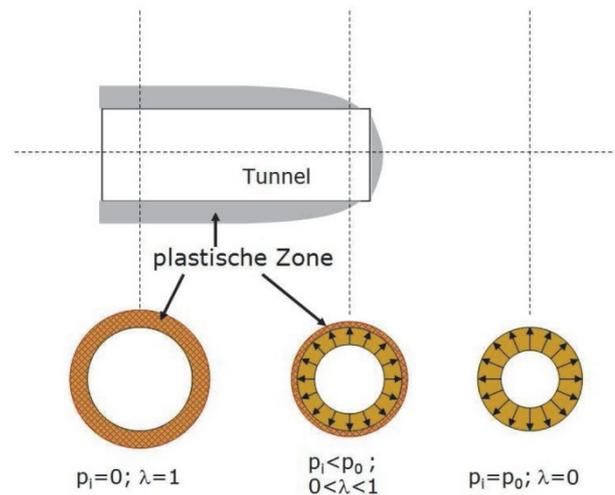


Abbildung 9: Reduzierung des Ausbaustützdruckes [7] [20]

Das Berechnungsverfahren nach Sulem/Panet geht von allen Vereinfachungen, die in den Allgemeinen Randbedingungen beschrieben sind, aus. Des Weiteren wird in folgenden formellen Zusammenhängen die Verformung auf Grund der Auflockerung nicht berücksichtigt.

$$r_p = r_0 * \left(\frac{2}{k+1} * \frac{(k-1) * p_0 + \sigma_{UCS}}{(k-1) * p_i + \sigma_{UCS}} \right)^{\left(\frac{1}{(k-1)} \right)}$$

r_p ... plastischer Radius (m)

r_0 ... Hohlraumradius (m)

k ... passiver Seitendruckbeiwert (-)

p_0 ... Primärspannung (MPa)

p_i ... Ausbaustützdruck (MPa)

σ_{UCS} ... einaxiale Druckfestigkeit (MPa)

Gleichung 1: plastischer Radius nach Sulem/Panet [20]

$$u_r = \lambda * r_0 * \frac{p_0}{2 * G} * \left(\frac{r_p}{r_0}\right)^2 ; \lambda = \frac{1}{(k + 1)} * \left(k - 1 + \frac{\sigma_{UCS}}{p_0}\right)$$

u_r ... Radialverschiebung (m)

G ... Schubmodul (MPa)

r_p ... plastischer Radius (m)

r_0 ... Hohlraumradius (m)

k ... passiver Seitendruckbeiwert (-)

p_0 ... Primärspannung (MPa)

σ_{UCS} ... einaxiale Druckfestigkeit (MPa)

Gleichung 2: radiale Hohlraumverschiebung nach Sulem/Panet [20]

4.1.4 Ausbaukennlinie

Bei der Ausbaukennlinie werden passive und aktive Stützmittel unterschieden. Beim Einbau der passiven Stützmittel wird durch die aufgezwungenen Verformungen ein Ausbauwiderstand aktiviert. Mit steigenden Verformungen wird der Ausbauwiderstand erhöht bis es entweder zu einem Gleichgewicht oder zu einem Versagen des Ausbaues kommt. Das Gleichgewicht ist in der graphischen Darstellung des Kennlinienverfahrens der Schnittpunkt zwischen der Gebirgskennlinie und der Ausbaukennlinie. [9][10]

Spritzbeton ist ein typischer passiver Ausbau, die aktiven Stützmittel, wie zum Beispiel ein SN-Anker, werden als gebirgsverbessernde Maßnahmen angesetzt.

Für den Spritzbeton wird, wie unter Abschnitt 5.4 beschrieben, ein zentralsymmetrisch verteilter Einbau sowie ein linear elastisches - idealplastisches Materialgesetz zu Grunde gelegt (siehe Abbildung 10).

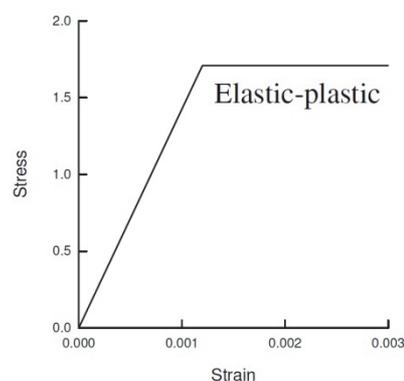


Abbildung 10: Linear-elastisch ideal-plastisches Materialverhalten [17]

4.2 RocScience Phase²

In dieser Arbeit wird das 2D FE Programm Phase² von RocScience für die Berechnungen in geologisch komplexen bzw. inhomogenen Bereichen verwendet. Bei Phase² 8.0 handelt es sich um ein zwei dimensionales elasto-plastisches Finite Elemente Programm.

Dieses Programm wird zur Berechnung von Spannungen und Verschiebungen verwendet. Überdies kann das Programm auch zur Lösung anderer geotechnischer Fragestellungen wie zum Beispiel Hangstabilitäten und Baugrubenberechnungen Verwendung finden.

Phase² bietet eine breite Palette zur Modellierung des Ausbaues. Mit den sogenannten „liner elements“ können z.B. Spritzbeton, Beton inkl. Bewehrung und weitere Ausbauvarianten einfach modelliert werden. Diese sogenannten „liner design tools“ inkludieren Kapazitätsauswertungen mit welchen auf Sicherheitsfaktoren zurückgeschlossen werden kann. Die implementierten Materialmodelle für die Berechnung von Problemstellungen in Boden und Fels beinhalten sowohl das Mohr-Coulomb Kriterium als auch das Generalized Hoek-Brown und Cam Clay Stoffgesetz.

In dieser Arbeit wird aus Gründen der Vergleichbarkeit der einfacheren analytischen Berechnungen mit den Simulationen des FE Programmes das Kriterium nach Mohr Coulomb verwendet.

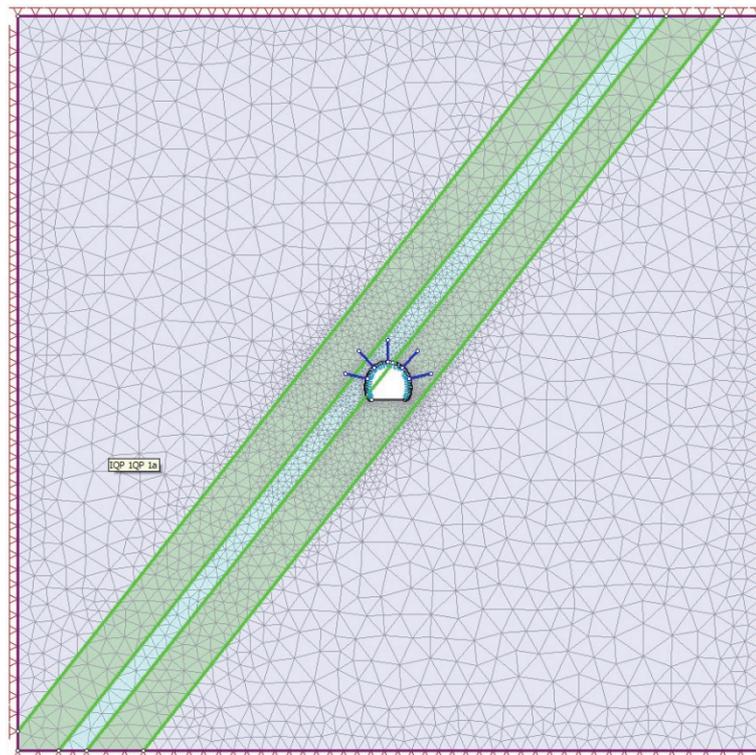


Abbildung 11: Rechenmodell RocScience Phase2

5 Grunddaten

5.1 Auswertung der tatsächlich eingetretenen Verformungen

Der Erkundungsstollen (*Anm.: Abkürzung - EKS*) Innsbruck - Ahrental wird durch ein aufwändiges Monitoringprogramm überwacht und bewertet. Alle erhaltenen Werte werden zusammengefasst in der Datenbank 2DOC abgelegt.

5.1.1 Datenbank 2DOC

Mit Hilfe der Datenbank 2DOC können alle aufgenommen und aus Versuchen erhaltenen Parameter wie zum Beispiel Verschiebungen, geologische Beschreibungen, Ausbaufestlegungen und Informationen zu Gesteinsparametern ohne großen Aufwand erhalten werden.

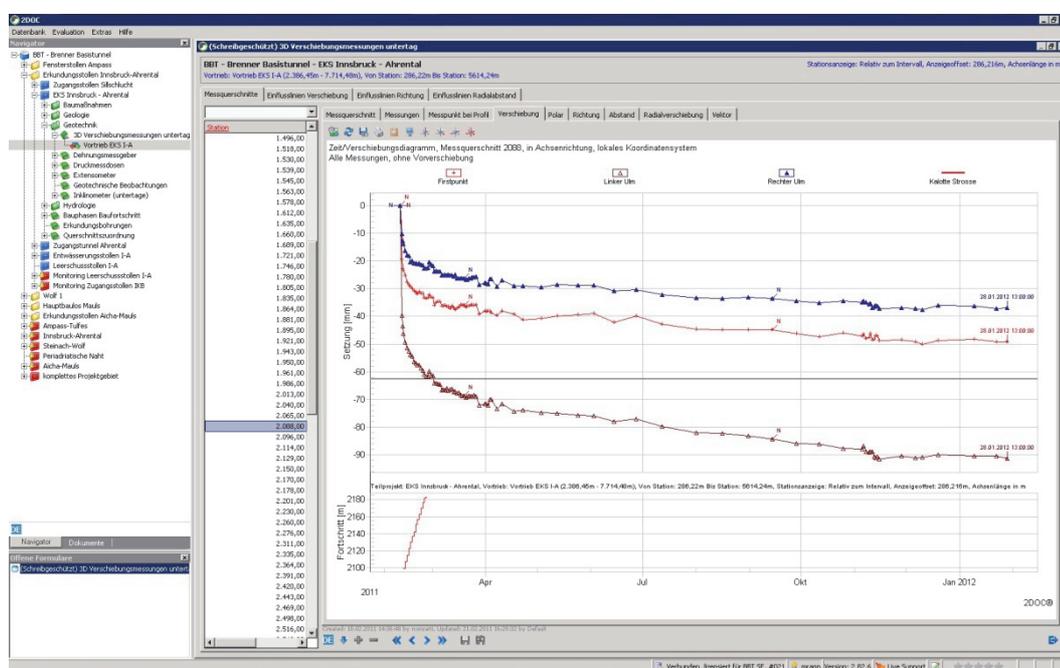


Abbildung 12: Messquerschnitt in der Datenbank 2DOC [5]

Aus diesen Messdaten wurde eine Verschiebungsanalyse bis zum Stichtag 27.09.2012 und Tunnelmeter 3.658,00 erstellt.

Die Vortriebskilometrierung (*Anm.: VM...Vortriebsmeter*) des Zugangstunnels Sillschlucht beginnt am Portal mit 0,00 [m] und bindet bei 291,00 [m] in den Erkundungsstollen Innsbruck-Ahrental ein. Die Projektkilometrierung startet im Hauptbahnhof Innsbruck und beginnt somit beim Vortriebsmeter 291,00 was dem Projektmeter 2390,68 entspricht. Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten Richtung Süden wird die Verlängerung nach Norden im Gegenvortrieb Richtung Portal Erkundungsstollen Innsbruck vorgetrieben (siehe Abbildung 13).



Abbildung 13: EKS Bereich Innsbruck [3]

5.1.2 Auswertung der gemessenen Verformung

Nach der Auswertung der 137 (bis zum Stichtag 27.09.2012) aufgenommenen Messquerschnitte konnte folgende Graphik erstellt werden.

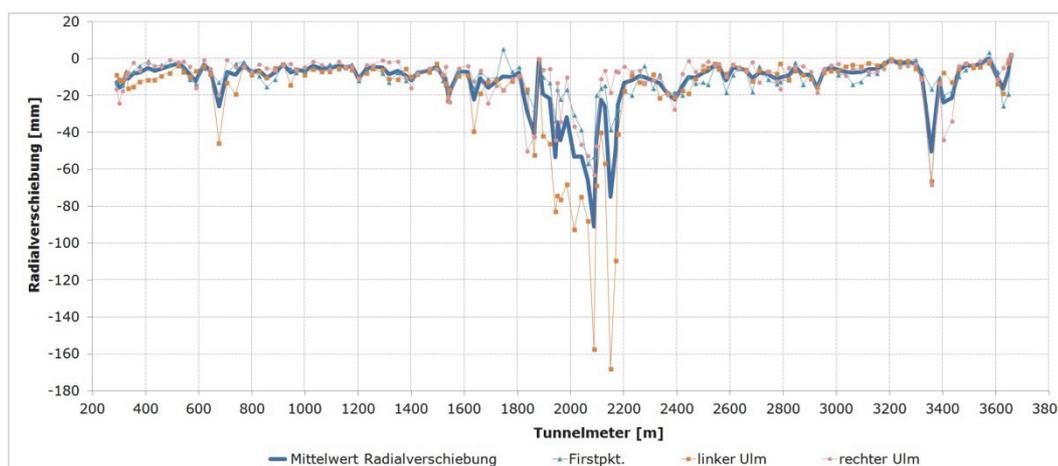


Abbildung 14: Radialverschiebung im EKS Innsbruck-Ahrental

Die Abbildung 14 zeigt die maximal gemessenen Radialverschiebungen der drei Messpunkte und deren Mittelwert (*Anm.: blauer Verlauf*). Der Mittelwert wird für das Kennlinienverfahren als verschmierter Wert der Verschiebungen im Querschnitt herangezogen.

5.2 Querschnittsfestlegung

Basierend auf der Verformungsanalyse wurden folgende Querschnitte für die Verformungsberechnungen und Parameteranalysen herangezogen.

Querschnitt I:

Der erste Berechnungsquerschnitt wurde auf Grund der maximalen durchschnittlichen radialen Verformung des Firstpunktes und des linken bzw. rechten Messpunktes an den Ulmen ausgewählt. Nach einer genauen Verformungsanalyse des bis zum 27. September 2012 aufgefahrenen Erkundungsstollens, konnte der Messquerschnitt VM 2088,00 als derjenige Querschnitt mit den maximalen gemessenen Verformungen festgelegt werden (siehe Abbildung 15). [A1]

Querschnitt II:

Beim Zweiten Rechenquerschnitt ist ein Abschnitt mit großer Überlagerungshöhe und verhältnismäßig geringen Verformungen gewählt worden. Es wurde somit der Messquerschnitt VM 3092,00 als der Zweite festgelegt (siehe Abbildung 15). [A2]

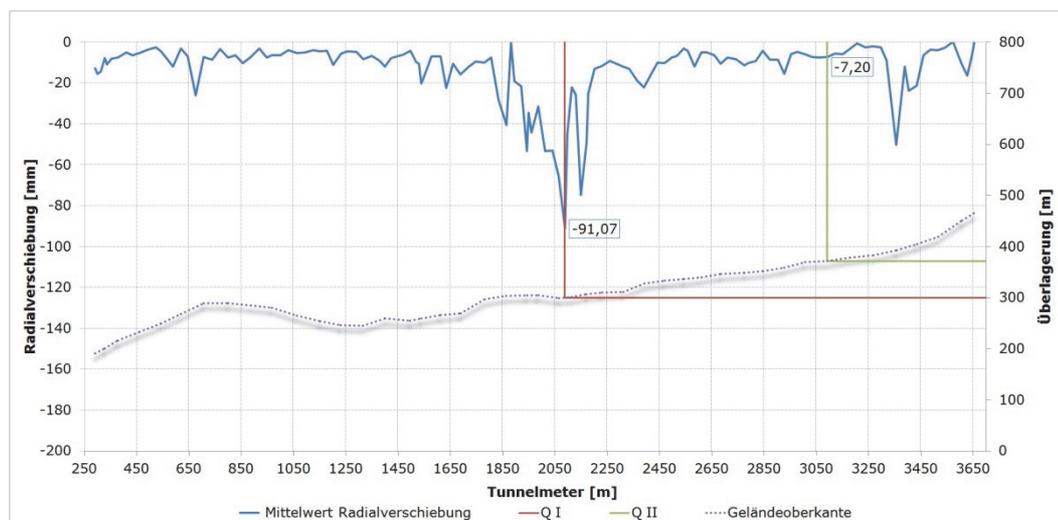


Abbildung 15: mittlere Radialverformung und Überlagerung, QI+II

In Abbildung 15 ist die durchschnittliche Verformung (*Anm.: blauer Verlauf*) der drei Messpunkte und die Überlagerungshöhe (*Anm.: violetter punktierter Verlauf*) dargestellt. Auf der linken Achse ist die mittlere Radialverformung in Millimeter und auf der rechten Achse die Überlagerung in Meter aufgetragen.

5.2.1 Gemessene Verformungen in den Rechenquerschnitten

In folgenden Abbildungen sind die gemessenen Radialverformungen im Rechenquerschnitt I und II bei den Vortriebsmetern 2088,00 und 3092,00 dargestellt. Die Auswertung der genauen Zahlenwerte erfolgte durch Export der Messdaten aus 2DOC in Microsoft Excel 2010. Es wurde die bis zum Stichtag 27.09.2012 maximal auftretende Verformung des jeweiligen Messpunktes herangezogen. In der Tabelle 1 sind die Verformungen angeführt.

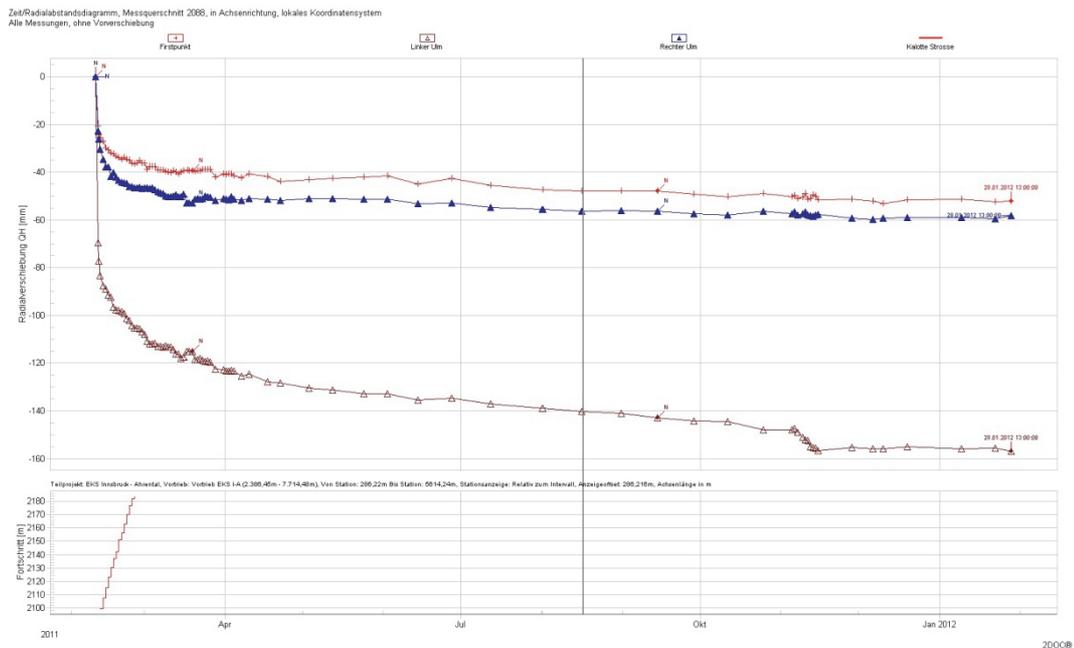


Abbildung 16: Radialverschiebungen, Messquerschnitt I, TM 2088,00 [5] [A1]

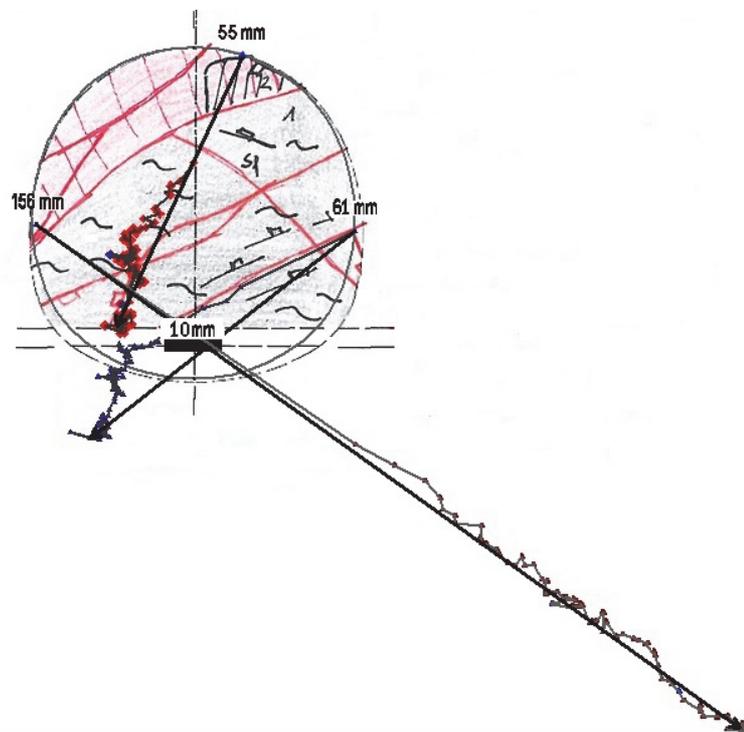


Abbildung 17: QI, Vektordarstellung mit geol. Ortsbrustaufnahme [5][A1]

In Abbildung 17 sind die Verformungen in Querschnitt I mit einer sogenannten Qualle dargestellt. Die Vektordarstellung mit der hinterlegten Ortsbrustaufnahme stellt die Asymmetrie der Verformungen bildlich dar.

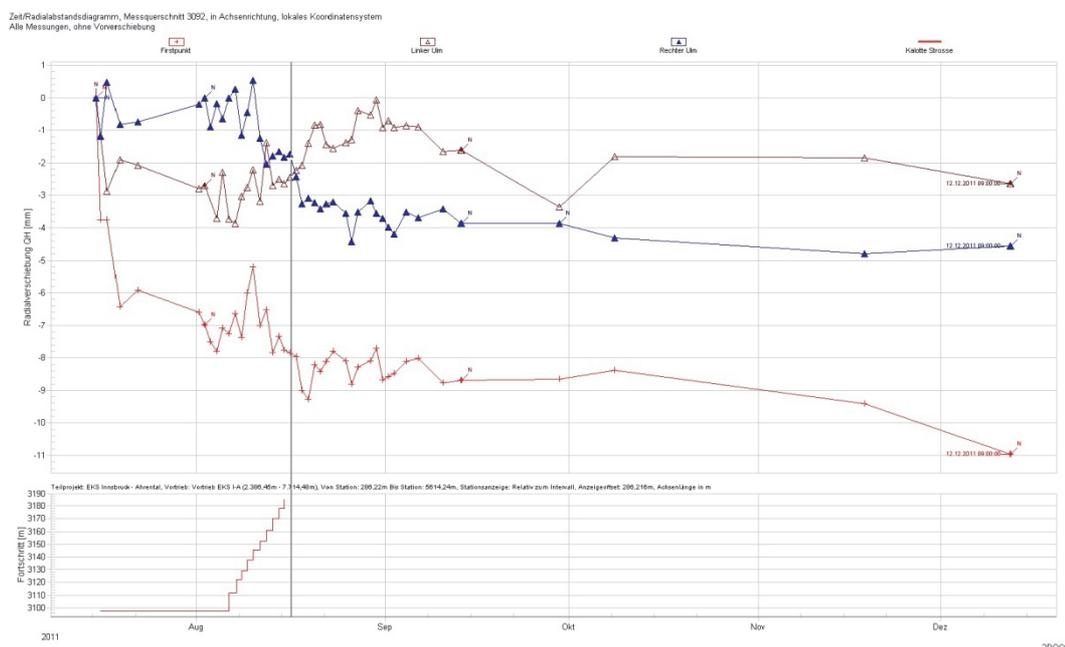


Abbildung 18: Radialverschiebungen, Messquerschnitt II, TM 3092,00 [5] [A2]

Die Sprünge in den beiden Verformungsverläufen, besonders im Messquerschnitt II, können auf die Wiederholgenauigkeit der Messung der Deformationspunkte von +/- 1,5 bis 2 mm zurückgeführt werden.

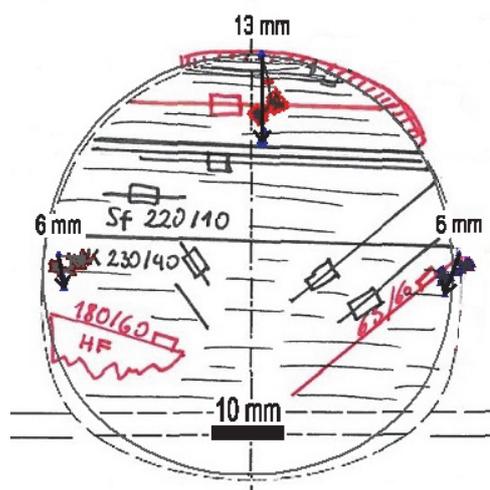


Abbildung 19: QII, Vektordarstellung mit geol. Ortsbrustaufnahme [5][A2]

Im Zweiten Querschnitt ist eine sölhige Lagerung erkennbar. Die Vektoren der drei Messpunkte weisen ein symmetrisches Verformungsverhalten auf.

Auf Grund der Tatsache, dass im Kennlinienverfahren nur ein kreisrunder Querschnitt berechnet werden kann und die Kennlinie für jeweils einen Punkt an der

Laibung darstellt, wird in einem ersten Schritt der Mittelwert aller gemessenen Verformungen verwendet. Für die genaue Betrachtung der inhomogenen Bereiche (*Anm.: QI*) wird zusätzlich für die drei Messpunkte an der Laibung jeweils eine Kennlinie ausgearbeitet.

	Q I	Q II	
Projektmeter	4.187,67	5.191,67	[m]
Tunnelmeter	2.088,00	3.092,00	[m]
Überlagerung	303,40	371,80	[m]
Firstpunkt	-53,16	-12,48	[mm]
linker Ulm	-157,20	-3,86	[mm]
rechter Ulm	-62,83	-5,26	[mm]
Mittelwert	-91,07	-7,20	[mm]

Tabelle 1: Radialverschiebungen, QI+II [5] [A1][A2]

5.3 Geologische Verhältnisse

Wie unter Abschnitt 3.2 beschrieben, befindet sich der Erkundungsstollen Innsbruck Ahrental in der hangenden Serie des Innsbrucker Quarzphyllites. Folgende detaillierten geologischen Verhältnisse wurden in den ausgewählten Querschnitten von den Geologen vor Ort aufgenommen.

5.3.1 Querschnitt I

Bei der geologischen Ortsbrustaufnahme wurde ein trockener Quarzphyllit mit einer Störungszone an der östlichen Ulme und geringmächtigen kakiritischen Scherbändern angetroffen. Weiters wird in der baueologische Dokumentation auf ein potenzielles Risiko, bestehend aus parallel zur Schieferung herausfallenden Gesteinspaketen im Kämpfer- und Firstbereich sowie Ablösungen von aufgelockertem Festgestein aus dem Störungsbereich, verwiesen. [A3]

Als Gebirgsart wird zu 74% die GA IQP-1QP-1a und zu 26% die Störzone SZ-IQP-AS festgelegt (siehe Abbildung 20). [A16]

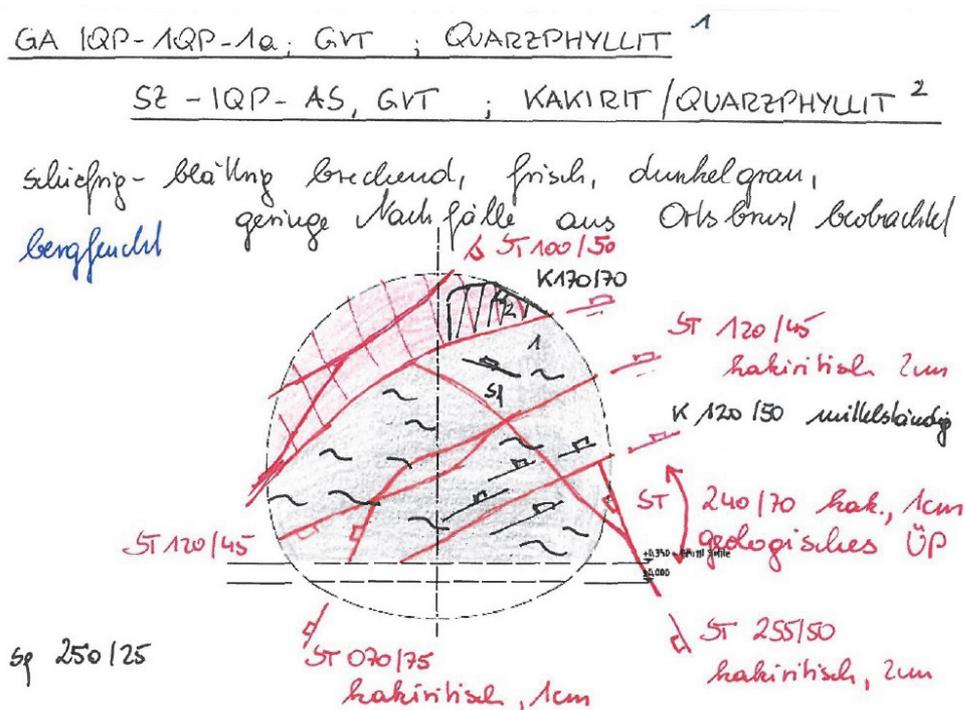


Abbildung 20: geologische Ortsbrustaufnahme QI 2088,00 [A3]

5.3.2 Querschnitt II

Bei der Ortsbrustaufnahme wurde Quarzphyllit mit Übergängen zu Quarzitschiefer angetroffen (siehe Abbildung 21). Die Schieferung wird als flach einfallend und gut verzahnt charakterisiert. Durch die flach liegende Schieferung kann es zu Ausbrüchen von Gesteinspaketen im Firstbereich der sogenannten „Sargdeckelbildung“ kommen. [A3]

Die angetroffene Geologie wurde zu 100% der Gebirgsart GA-IQP-1QP-1a zugeschrieben. [A16]

Quarzphyllit / Quarzitschiefer:

engstündige, gut verzahnte Schieferung; weitständig geklüftet; frisch; grau-dunkelgrau; nach dem Ablanten leichten Nachfall aus dem First-Kämpfer-Bereich beobachtet.

bergfeucht

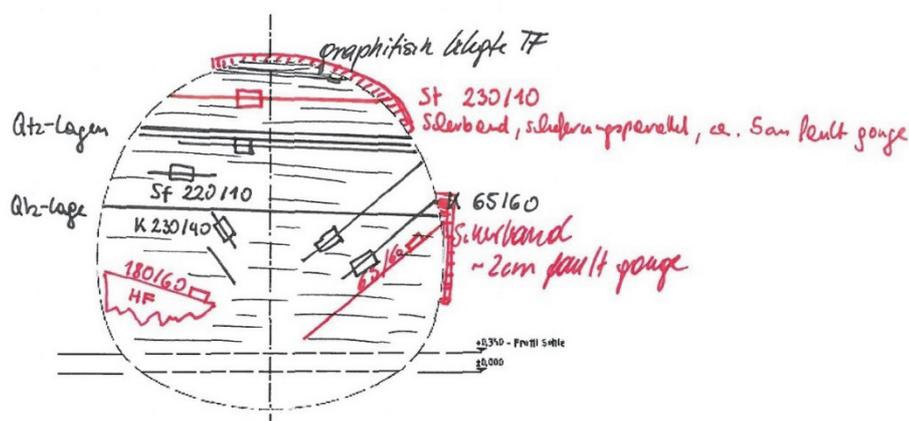


Abbildung 21: geologische Ortsbrustaufnahme QII 3092,00 [A3]

5.4 Ausbaufestigungen

5.4.1 Querschnitt I

Die Abschlagslänge im Querschnitt I beträgt 1,30 m. Folgende Stützmittel mussten laut Ausbaufestlegung mindestens eingebaut werden: [A5]

- 5 cm Spritzbeton an der Ortsbrust
- 1 Lage Gittermatte AQ 50 bergseitig
- Bogen $W \geq 50 \text{ cm}^3$ und $F \geq 13 \text{ cm}^2$
- Spritzbeton 18 cm SpC 20/25 / II / J2 / XC3 / GK8
- SN-Anker 200 kN, 6,5 Stück mit einer Länge=3,0 m

Beim Spritzbeton wurde zusätzlich noch die, in diesem Vortriebsbereich durchgeführte, Spritzbetonstärkenmessung herangezogen.

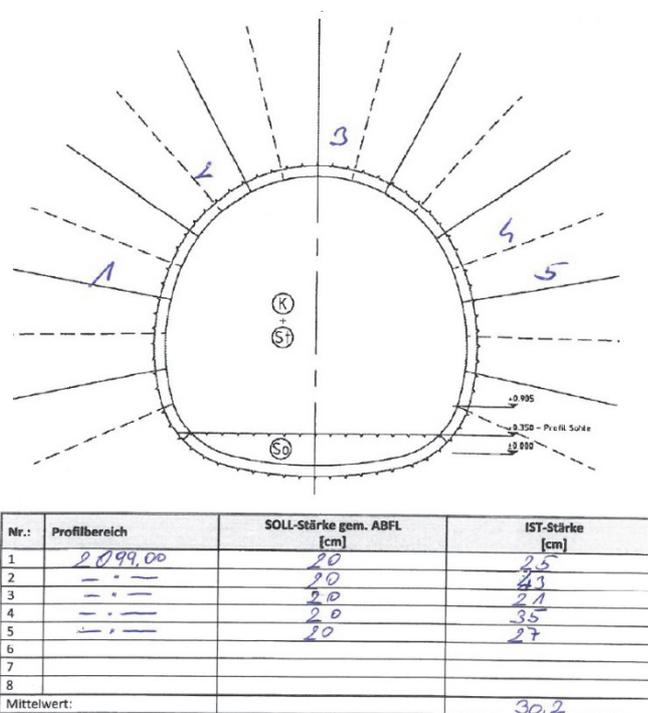


Abbildung 22: Spritzbetonstärkenmessung Profilbereich 2099,00 [A7]

Zur Berechnung des Ausbaues wurde wie in Abbildung 22 ersichtlich der Mittelwert von 30,2 cm angenommen. Die Spritzbetonstärke ist mit 18 cm geplant und wird somit um ein vielfaches überschritten. Es wird aus Gründen einer möglichst realitätsnahen Betrachtung der Mittelwert und nicht, wie in der Bemessung üblich, der Minimalwert zur Berechnung herangezogen.

5.4.1 Querschnitt II

Die Abschlagslänge im Querschnitt II beträgt 1,70 m. Folgende Stützmittel mussten laut Ausbaufestlegung mindestens eingebaut werden: [A6]

- 5 cm Spritzbeton an der Ortsbrust
- 1 Lage Gittermatte AQ 50 bergseitig
- Bogen $Wx \geq 50 \text{ cm}^3$ und $F \geq 13 \text{ cm}^2$
- Spritzbeton 18 cm SpC 20/25 / II / J2 / XC3 / GK8
- SN-Anker 200 kN, 5,5 Stück mit einer Länge=3,0 m

Beim Spritzbeton wurde zusätzlich noch die Spritzbetonstärkenmessung zur realitätsnahen Betrachtung herangezogen.

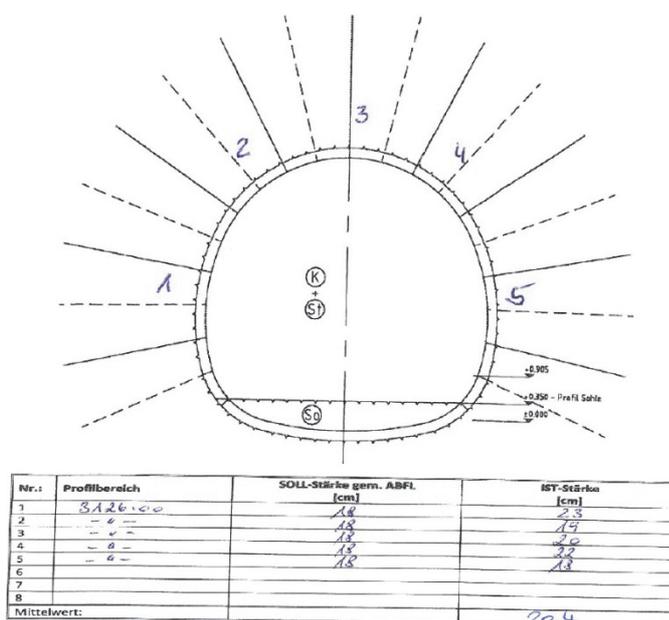


Abbildung 23: Spritzbetonstärkenmessung Profilbereich 3126,00 [A8]

Zur Berechnung des Ausbaues wurde wie in Abbildung 23 ersichtlich der Mittelwert von 20,4 cm angenommen. Die Spritzbetonschale wurde in der Planungsphase mit 18 cm festgelegt und hier um etwa 2 cm überschritten.

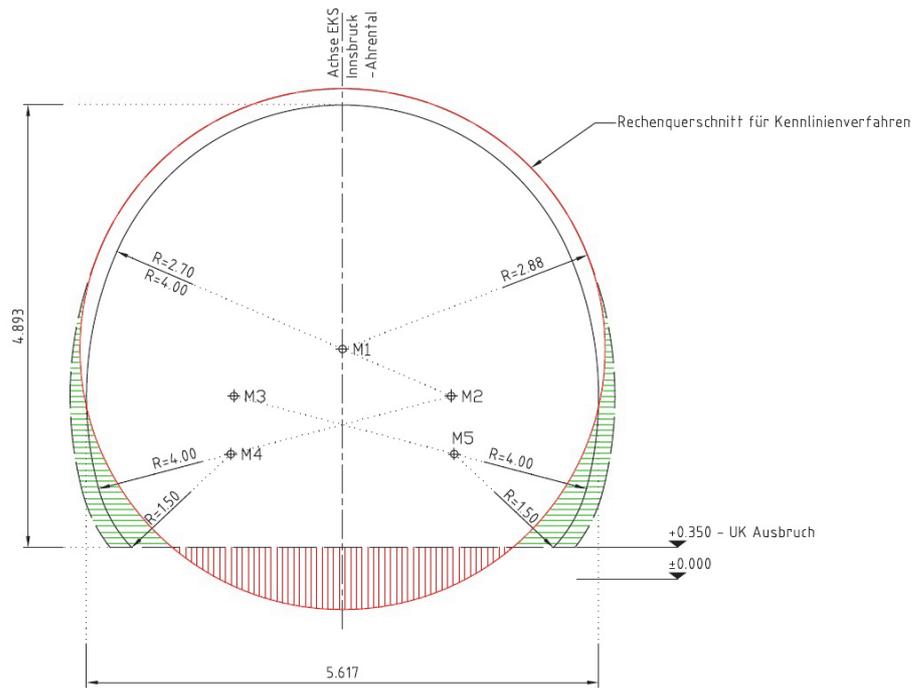


Abbildung 25: Berechnungsquerschnitt

Zur Untersuchung der Auswirkung eines größeren Radius auf das Ergebnis, wird die Rückrechnung zusätzlich mit dem umschreibenden Radius von 3,18 m durchgeführt (Abbildung 26).

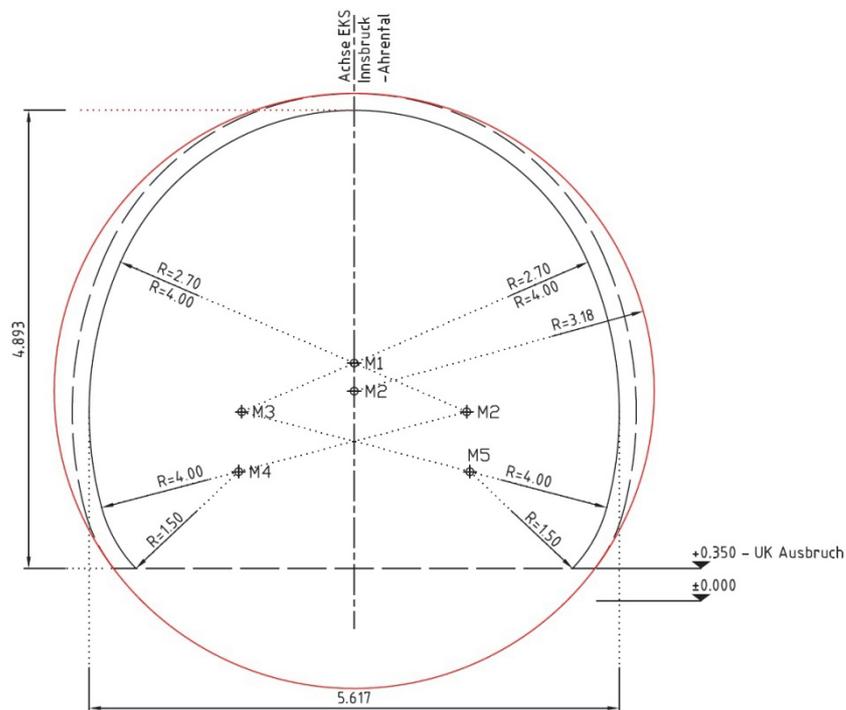


Abbildung 26: Berechnungsquerschnitt mit umschreibenden Radius

6.2 Vorverformungen

Um den Einbau des Ausbaues bzw. Zeitpunkt der Nullmessung und das Aktivieren der verbesserten Gebirgskennlinie im Diagramm darzustellen ist es notwendig die bereits abgeklungene sogenannte Vorverformung zu bestimmen.

Vlachopoulos formulierte auf Basis von numerischen Berechnungen mit unterschiedlichen Gebirgsparametern einen Zusammenhang (siehe Gleichung 3, Gleichung 4 und Gleichung 5) der mittels Kennlinie berechneten Endverschiebung und der vor („im Gebirge“), an und hinter („im Tunnel“) der Ortsbrust auftretenden Verformungen.

$$u_{r(x)}^N = \frac{u_0}{u_{r,max}} = u_0^N * e^{X^*}; x < 0;$$

$u_{r(x)}^N$... normierte Verschiebung an der Stelle x vor der Ortsbrust (m)

u_0 ... Verschiebung an der Ortsbrust (m)

$u_{r,max}$... maximale Endverschiebung (m)

u_0^N ... normierte Verschiebung an der Ortsbrust (m)

X^* ... Beiwert (-)

Gleichung 3: Radialverschiebung nach Vlachopoulos – vor der Ortsbrust [7][11]

$$u_0^N = \frac{u_0}{u_{r,max}} = \frac{1}{3} * e^{-0,15 * R^*}; x = 0;$$

u_0^N ... normierte Verschiebung an der Ortsbrust (m)

u_0 ... Verschiebung an der Ortsbrust (m)

$u_{r,max}$... maximale Endverschiebung (m)

R^* ... Beiwert (-)

Gleichung 4: Radialverschiebung nach Vlachopoulos - an der Ortsbrust [7][11]

$$u_{r(x)}^N = \frac{u_0}{u_{r,max}} = 1 - (1 - u_0^N) * e^{-\frac{3 * X^*}{2 * R^*}}; x > 0;$$

Gleichung 5: Radialverschiebung Vlachopoulos – hinter der Ortsbrust [7][11]

$$R^* = \frac{r_p}{r_0} ; X^* = \frac{x}{r_0}$$

r_p ... Hohlraumradius (m)

r_0 ... Hohlraumradius (m)

x ... Abstand von der Ortsbrust (m)

Gleichung 6: Radialverschiebung nach Vlachopoulos – Rechenbeiwerte [7][11]

Vlachopoulos beschreibt über den plastischen Radius die an der Stelle x eingetretenen Verformungen. Bei einem größeren plastischen Radius ergibt sich ein kleinerer Anteil der Vorverschiebung und umgekehrt.

Bei den zwei Rechenquerschnitten ergeben sich unter Annahme der vom Geoteam prognostizierten Gebirgskennwerten folgende Verhältnisse. [A16]

	QI	QII	
E - Modul	750	5000	MPa
c	0,3	1,0	MPa
φ	26,5	35,0	°
r_p	9,53	4,44	m

Tabelle 2: prognostizierte Gebirgsparameter, Geoteam [A16]

Bei den Gebirgsparametern im Querschnitt I handelt es sich um den Mittelwert der für die Wipptalabschiebung prognostizierten Werte. Im Querschnitt II werden die empfohlenen Gebirgskennwerte der angetroffenen Gebirgsart übernommen. [A16]

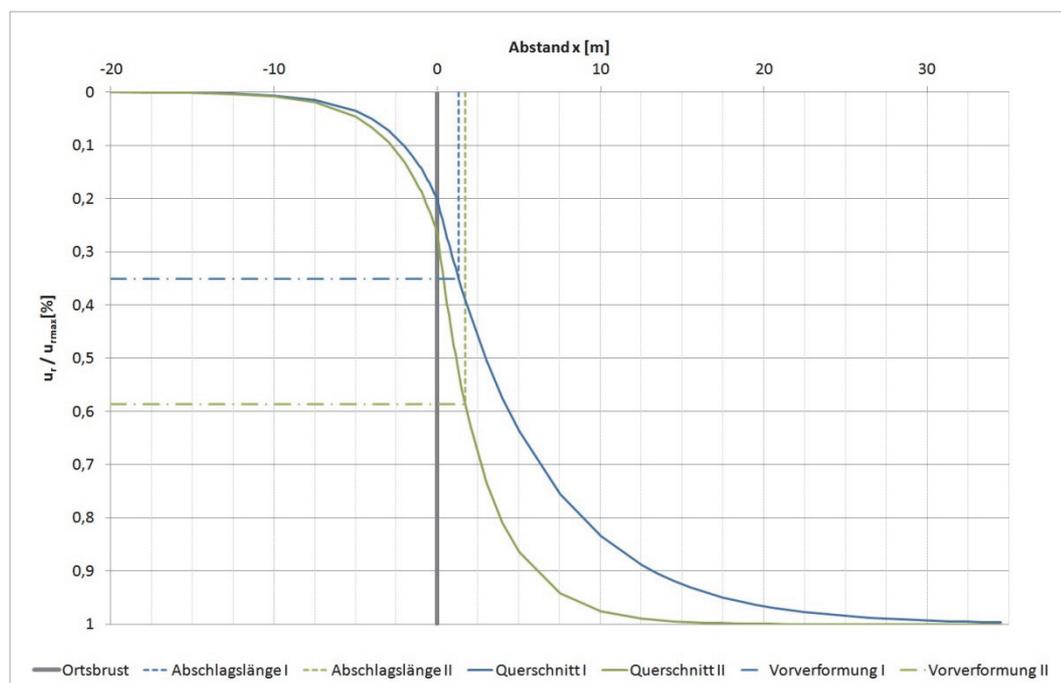


Abbildung 27: Radialverformungsverlauf QI und QII nach Vlachopoulos

Wie in Abbildung 27 ersichtlich sind nach der Definition von Vlachopoulos mit den prognostizierten Gebirgsparametern bereits 20 - 26 % der Radialverformungen vor der Ortsbrust eingetreten. Bis es zum Einbau des Ausbaues kommt sind 35 bzw. 59 % der Verformungen abgeklungen. Der Ausbauwiderstand wird bei dieser Berechnung (Abbildung 27) nicht berücksichtigt (*Anm.: plastische Radius bleibt konstant*).

Da in diesem Fall die tatsächlich gemessenen Verformungen bereits vorhanden sind können diese mit Berücksichtigung der Vortriebsgeschwindigkeit in den Querschnittsbereichen in den Verformungsverlauf eingearbeitet werden.

Die dargestellten Verformungsverläufe sind auf die Summe der Vorverformungen (*Anm.: u_0*) und gemessenen Verformungen (*Anm.: u_{gem}*) normiert (siehe Abbildung 28 und Abbildung 32).

6.2.1 Vorverformungen im Querschnitt I

Um die gemessenen Verformungen in das Diagramm einzuarbeiten wird die tatsächliche Vortriebsgeschwindigkeit in den gewählten Vortriebsbereichen aus der Vortriebsdokumentation bestimmt (Tabelle 3 und Tabelle 4). [A9]

Querschnitt 1						
Tunnelmeter		Absch (m)	Datum	Zeit	h	m/h
von	bis					
			08.02.2011	16:35		
2075,50	2077,20	1,70	08.02.2011	21:15	4,67	0,36
2077,20	2078,90	1,70	09.02.2011	01:35	4,33	0,39
2078,90	2080,60	1,70	09.02.2011	05:28	3,88	0,44
2080,60	2082,30	1,70	09.02.2011	11:02	5,57	0,31
2082,30	2083,60	1,30	09.02.2011	15:08	4,10	0,32
2083,60	2084,90	1,30	09.02.2011	19:05	3,95	0,33
2084,90	2086,20	1,30	09.02.2011	22:27	3,37	0,39
2086,20	2087,50	1,30	10.02.2011	05:57	7,50	0,17
2087,50	2088,80	1,30	10.02.2011	09:06	3,15	0,41
2088,80	2090,10	1,30	10.02.2011	12:59	3,88	0,33
2090,10	2091,40	1,30	10.02.2011	16:20	3,35	0,39
2091,40	2092,70	1,30	10.02.2011	21:37	5,28	0,25
2092,70	2094,00	1,30	11.02.2011	06:00	8,38	0,16
2094,00	2095,30	1,30	11.02.2011	09:15	3,25	0,40
2095,30	2096,60	1,30	11.02.2011	13:21	4,10	0,32
2096,60	2097,90	1,30	11.02.2011	17:03	3,70	0,35
2097,90	2099,20	1,30	11.02.2011	21:17	4,23	0,31
2099,20	2100,50	1,30	12.02.2011	05:55	8,63	0,15
2100,50	2101,80	1,30	12.02.2011	09:24	3,48	0,37
Mittelwert:					4,67	0,32

Tabelle 3: Vortriebsdokumentation Vortriebsbereich QI [A9]

Die Vortriebsgeschwindigkeit im Bereich QI liegt bei 0,32 [m/h] was einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 4 Stunden und 40 Minuten pro Abschlag entspricht.

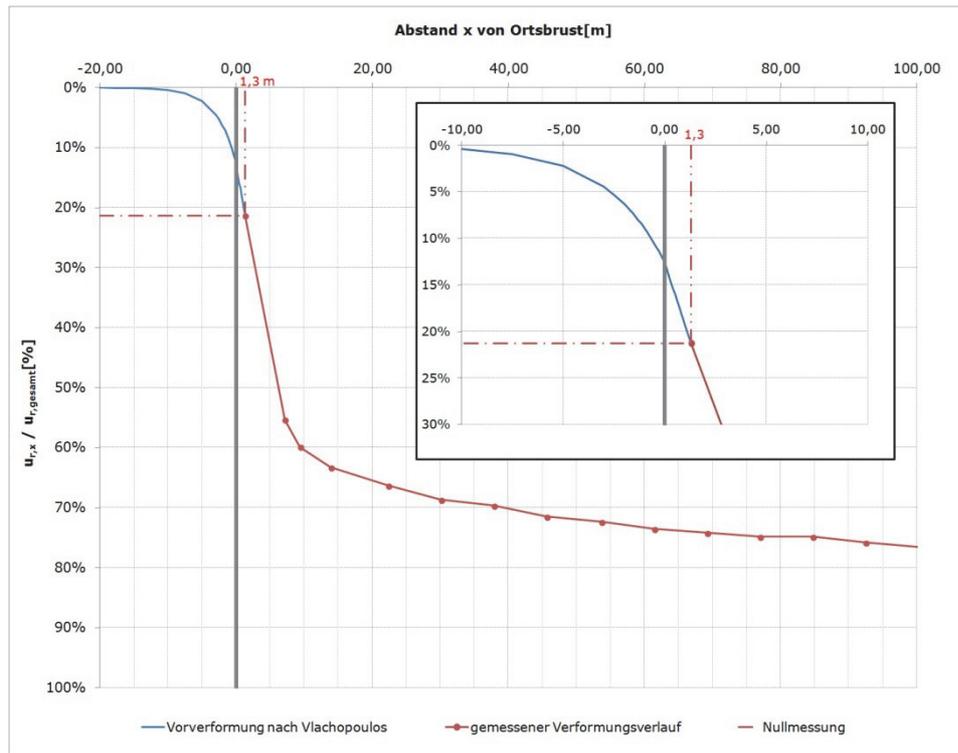


Abbildung 28: QI, kombinierter Radialverformungsverlauf

Abbildung 28 ist der kombinierte Radialverformungsverlauf im Rechenquerschnitt I dargestellt. Die Kombination der Verschiebungsverläufe besteht aus einer bis zum Einbau des Ausbaues bzw. Nullmessung (*Anm.: 1,3 m hinter der Ortsbrust*) führenden Linie nach Vlachopoulos und der anschließenden tatsächlichen Verschiebungsmessung. Diese Überlegung beruht auf der Tatsache dass der Verlauf nach Vlachopoulos nur vom plastischen Radius abhängig ist und somit die veränderte maximale Verschiebung keinen Einfluss auf den Verlauf ausübt. Da der Ausbau erst nach einer Abschlagslänge aktiviert wird verändert sich der plastische Radius erst nach 1,3 m, ab diesem Zeitpunkt wird der wahre Verlauf dargestellt. Der plastische Radius wird aus der Rückrechnung auf die tatsächliche Gebirgskennlinie entnommen (siehe Abschnitt 6.4).

Um in weiterer Folge eine Einschränkung von möglichen Kombinationen der Gebirgparameter zu ermöglichen wird das Verhältnis der Vorverformung zu gemessenen Verformung im Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau bestimmt. Die Spannungumlagerung ist etwa $1 - 2D$ (*Anm.: D...Tunneldurchmesser*) hinter der Ortsbrust abgeschlossen. Der Abstand von $2D$ entspricht bei einer Vortriebsgeschwindigkeit von 0,32 m/h einen Zeitraum von 35 Stunden ab dem Öffnen der Ortsbrust. Da zurzeit nur die 28 Tage Prüfergebnisse des Spritzbetons vorhanden sind, werden beide Verhältnisse also nach 35 Stunden und 28 Tage dargestellt und als Grenzbeschreibungen gewertet. Der Ausbauwiderstand nach 35 Stunden wird ausgehend von der 28 Tage Festigkeit, wie in Abschnitt 6.3.1 beschrieben, rückgerechnet.

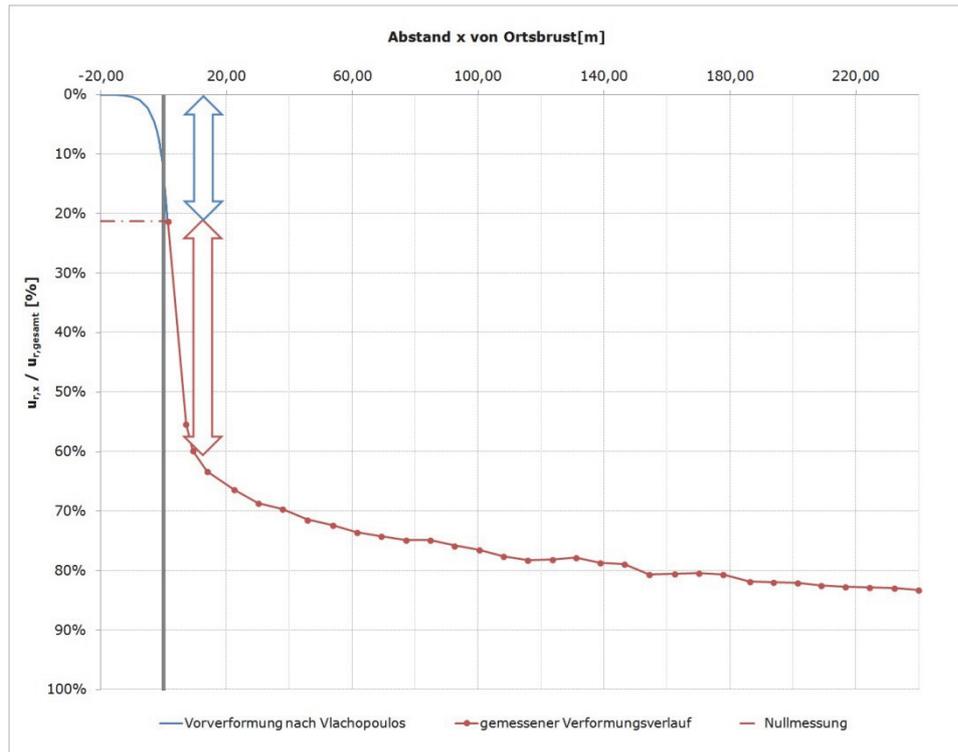


Abbildung 29: Verformungsverlauf QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 35 h bzw. 2 D

Der erste Zeitpunkt beschreibt eine realitätsnahe Betrachtung basierend auf der Annahme, dass nach 2 Tunneldurchmessern die Spannungumlagerung vollständig abgeschlossen und folglich die Umlagerungsspannung konstant ist. Der Abstand an dem das Verhältnis bestimmt wird, ist somit 11,52 m hinter der Ortsbrust. Die Verformungen die nach 35 Stunden bzw. nach 2D auftreten, werden dem langanhaltenden tiefreichenden Spannungsumlagerungsprozess zugeordnet.

Das Verhältnis (blauer Pfeil zu roter Pfeil) 22:40 bzw. 1:1,82 beschreibt die Beziehung der Vorverformung zur gemessenen Verformung, 35 Stunden nach dem Öffnen dieses Querschnittes und zum Zeitpunkt des Gleichgewichtes zwischen dem Gebirge und Ausbau.

217 m hinter der Ortsbrust entspricht das Verhältnis der Vorverformung (blauer Pfeil) zur gemessenen Verformung (roter Pfeil) 22:60 also in etwa 1:2,73. Dieser Abstand wird aus Gründen von zurzeit fehlenden Untersuchungsergebnissen der Festigkeitsentwicklungen ausgewählt. Diese Distanz entspricht nämlich bei gleichbleibender Vortriebsgeschwindigkeit einem Zeitraum von genau 28 Tagen nach Einbau des Ausbaues bzw. der Nullmessung. Die vorhandenen 28 Tage Prüfergebnisse ergeben bei der Druckfestigkeit bereits 93% und beim E-Modul 98% der 56 Tagefestigkeit (siehe Abschnitt 6.3.1).

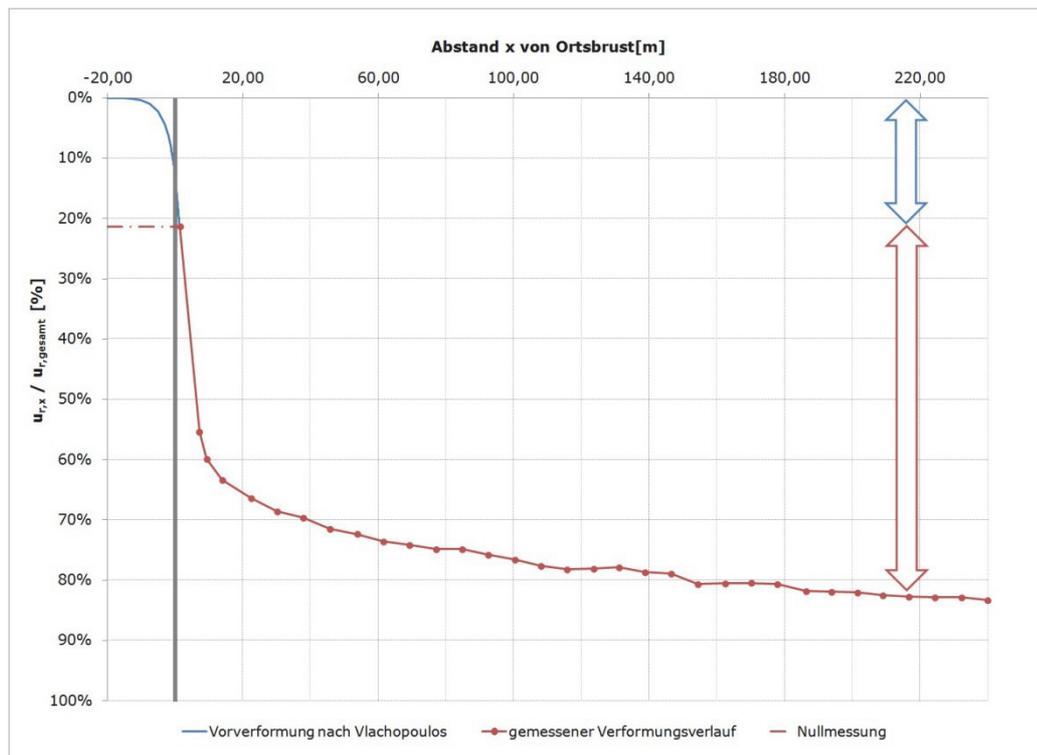


Abbildung 30: Verformungsverlauf QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 28 Tagen

Da bei diesem Ansatz auf Grund der nach 28 Tagen weit fortgeschrittenen Spritzbetonfestigkeit der Ausbauwiderstand im Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau mit großer Wahrscheinlichkeit überschätzt wird, kann dieser als Extremfall und somit als untere Grenze der Gebirgskennwerte bewertet werden.

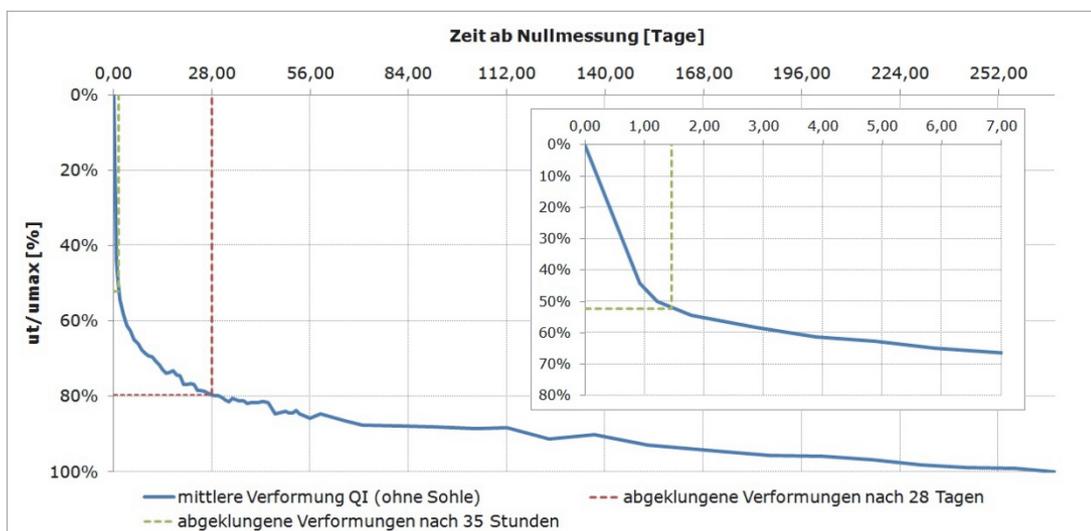


Abbildung 31: zeitlicher Verformungsverlauf im Querschnitt QI

Wie in Abbildung 31 ersichtlich, sind nach 28 Tagen in etwa 80 % der gesamten gemessenen Verformungen abgeklungen (Anm.: $u_{gem,max} = 91,07 \text{ mm} \gg 100\%$). Die grüne Linie beschreibt den Zustand nach den 35 Stunden, wobei hier bereits 52% abgeklungen sind. Nach den jeweiligen Zeitpunkten werden die restlichen noch ausstehenden Verformungen der langanhaltenden tiefreichenden Spannungsumlagerung zugeordnet.

6.2.2 Vorverformungen im Querschnitt II

Aus denselben Überlegungen wie im Abschnitt zuvor werden auch für den zweiten Querschnitt zwei Gleichgewichtsannahmen festgelegt.

Querschnitt 2						
Tunnelmeter		l _{absch} (m)	Datum	Zeit	h	m/h
von	bis					
			13.07.2011	17:06		
3078,90	3080,60	1,70	13.07.2011	21:45	4,65	0,37
3080,60	3082,30	1,70	14.07.2011	02:00	4,25	0,40
3082,30	3084,00	1,70	14.07.2011	10:15	8,25	0,21
3084,00	3085,70	1,70	14.07.2011	16:02	5,78	0,29
3085,70	3087,40	1,70	14.07.2011	19:55	3,88	0,44
3087,40	3089,10	1,70	15.07.2011	00:30	4,58	0,37
3089,10	3090,80	1,70	15.07.2011	05:42	5,20	0,33
3090,80	3092,50	1,70	15.07.2011	12:56	7,23	0,24
3092,50	3094,20	1,70	15.07.2011	17:27	4,52	0,38
3094,20	3095,90	1,70	15.07.2011	21:26	3,98	0,43
3095,90	3097,60	1,70	16.07.2011	03:15	5,82	0,29
3097,60	3099,30	1,70	16.07.2011	08:56	5,68	0,30
3099,30	3101,00	1,70	16.07.2011	15:00	6,07	0,28
3101,00	3102,70	1,70	16.07.2011	19:30	4,50	0,38
3102,70	3104,40	1,70	17.07.2011	00:00	4,50	0,38
3104,40	3106,10	1,70	17.07.2011	05:30	5,50	0,31
				Mittelwert:	5,27	0,34

Tabelle 4: Vortriebsdokumentation Vortriebsbereich QII [A10]

Die Vortriebsgeschwindigkeit beträgt für diesen Vortriebsbereich im Mittel 0,34 [m/h] was einer mittleren Arbeitszeit von 5 Stunden und 16 Minuten pro Abschlag entspricht.

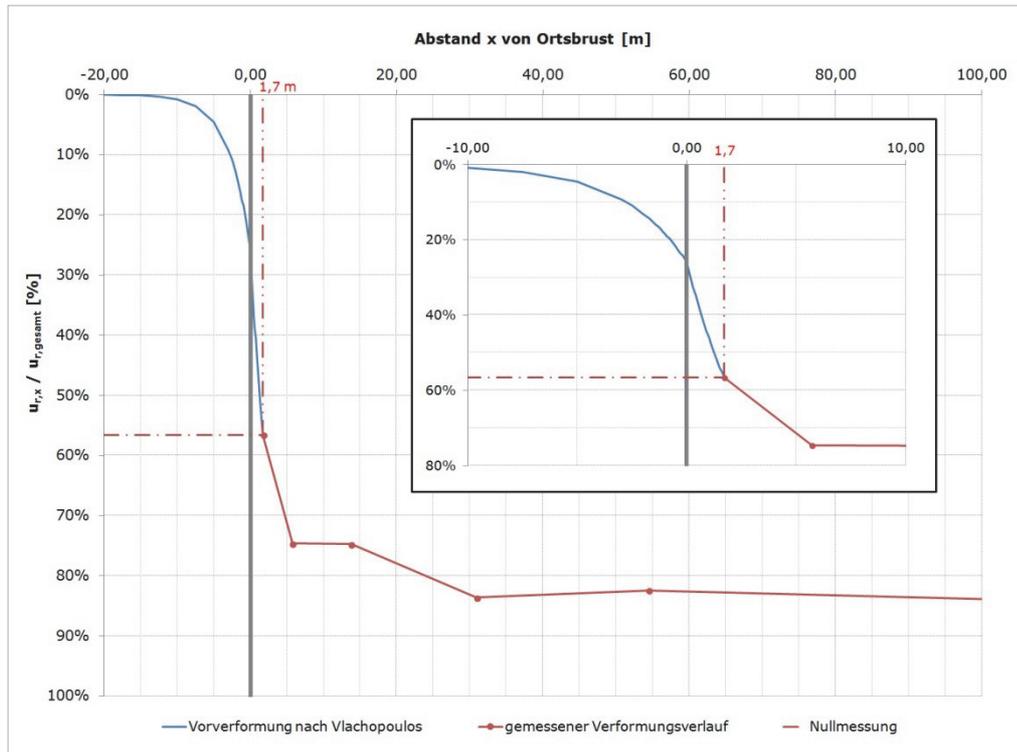


Abbildung 32: QII, kombinierter Radialverformungsverlauf

In Abbildung 32 ist der Verformungsverlauf für den zweiten Querschnitt abgebildet. Hier ist deutlich die anteilmäßige Steigerung der Vorverformung bei steigenden Gebirgsparametern zu beobachten.

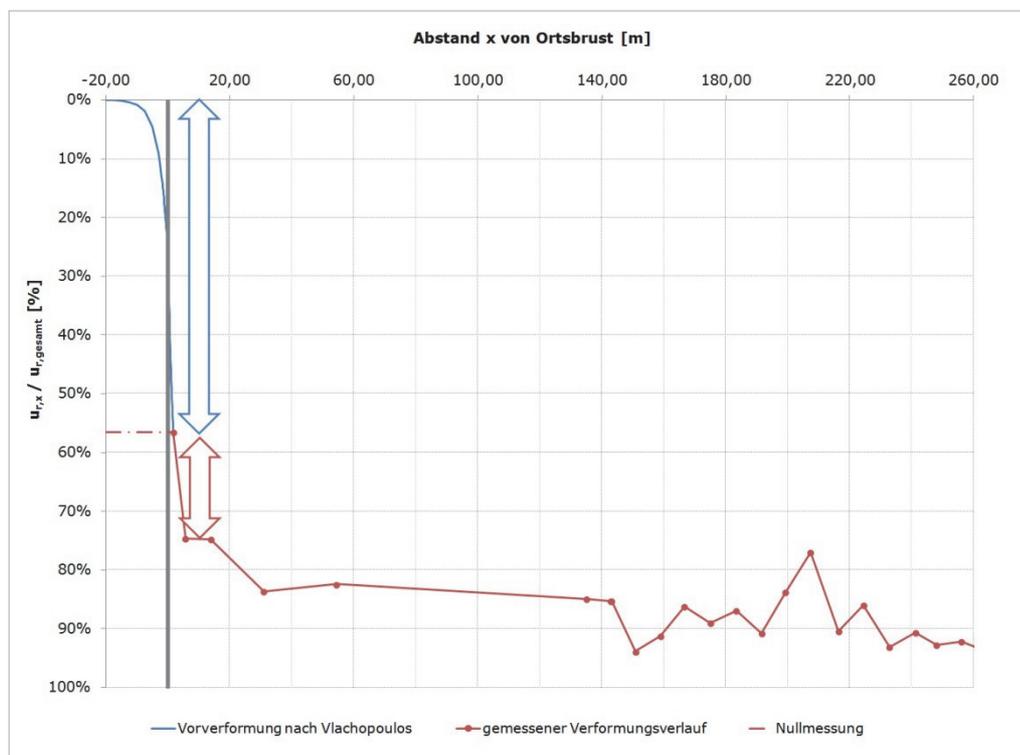


Abbildung 33: Verformungsverlauf QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 35 h bzw. 2 D

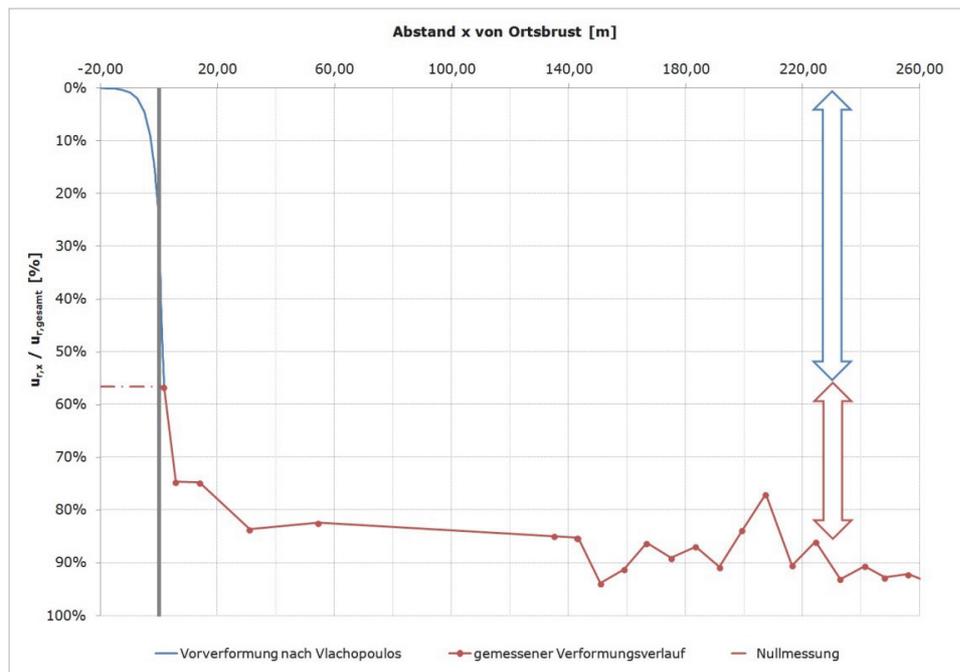


Abbildung 34: Verformungsverlauf QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 28 Tagen

Abbildung 33 zeigt das Verhältnis nach 35 Stunden. In Abbildung 34 ist das Verhältnis der Vorverformung zur gemessenen Verformung nach 28 Tagen bzw. 226 [m] dargestellt. Die Verhältnisse sind in der Zusammenfassung im Abschnitt 6.2.3 aufgelistet. Wie zuvor bei Rechenquerschnitt QI ist auch hier von einer langfristigen tiefreichenden Spannungsumlagerung ab dem Gleichgewichtszeitpunkt auszugehen. Nach 28 Tagen sind in etwa 60% der gemessenen Verformungen abgeklungen (Abbildung 35). Die Sprünge im Verformungsverlauf sind wie zuvor bereits erwähnt auf die Wiederholgenauigkeit der Vermessung von +/- 1,5-2 [mm] zurückzuführen.

Im Detailfenster der Abbildung 35 ist der Zeitpunkt nach 35 Stunden bzw. 1,45 Tagen dargestellt. Es sind hier erst 28% abgeklungen (*Anm.: $u_{gem,max} = 7,20 \text{ mm} \gg 100\%$*) was aber bei der geringen Endverformung und der geringeren Verformungsgeschwindigkeit im Verhältnis zum ersten Querschnitt als realitätsnahe zu bewerten ist.

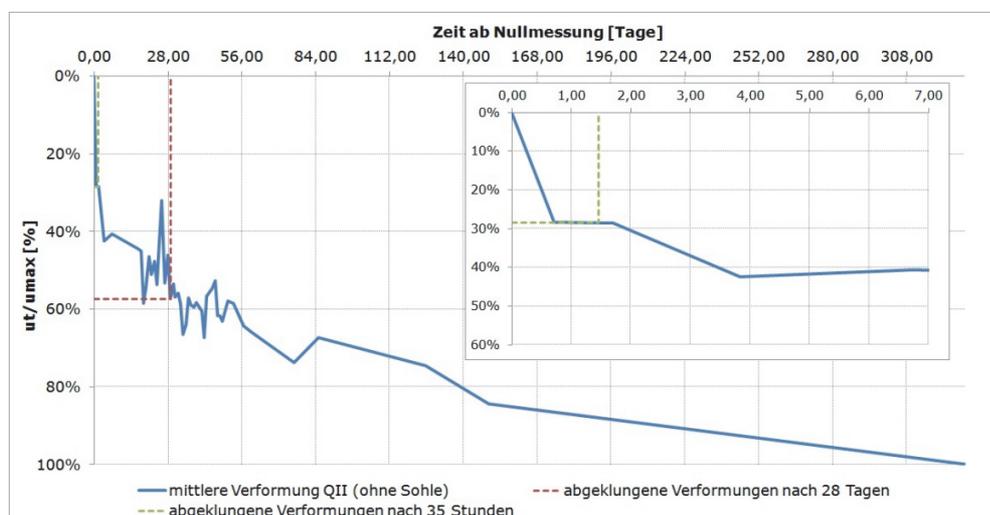


Abbildung 35: zeitlicher Verformungsverlauf im Querschnitt QII

6.2.3 Zusammenfassung zu den Vorverformungen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Vorverformung besonders in der Rückrechnung auf die tatsächlichen Gebirgsparameter eine wichtige Rolle spielt. Häufig werden die vorausgehenden Verformungen in der Praxis als nicht relevant abgetan. Natürlich verleitet die Überlegung nur jene im Hohlraum auftretenden Verformungen seien im Vortrieb von entscheidender Bedeutung; aus planerischer Sicht ist der Ausbauwiderstand und die Vorentlastung aber jedenfalls in die Überlegungen einzubeziehen.

Da die reale Spannungsumlagerung dreidimensional abläuft liegt die Vermutung nahe, dass die 2D basierenden Ansätze als zu pessimistisch bezüglich dem Verhältnis der beiden Verformungsanteile zu betrachten sind. Laut 3D Simulation sind die Verformungen vor der Ortsbrust auf Grund der Berücksichtigung der tatsächlichen Vorentlastung anteilmäßig größer als angenommen (siehe Abbildung 36). [21]

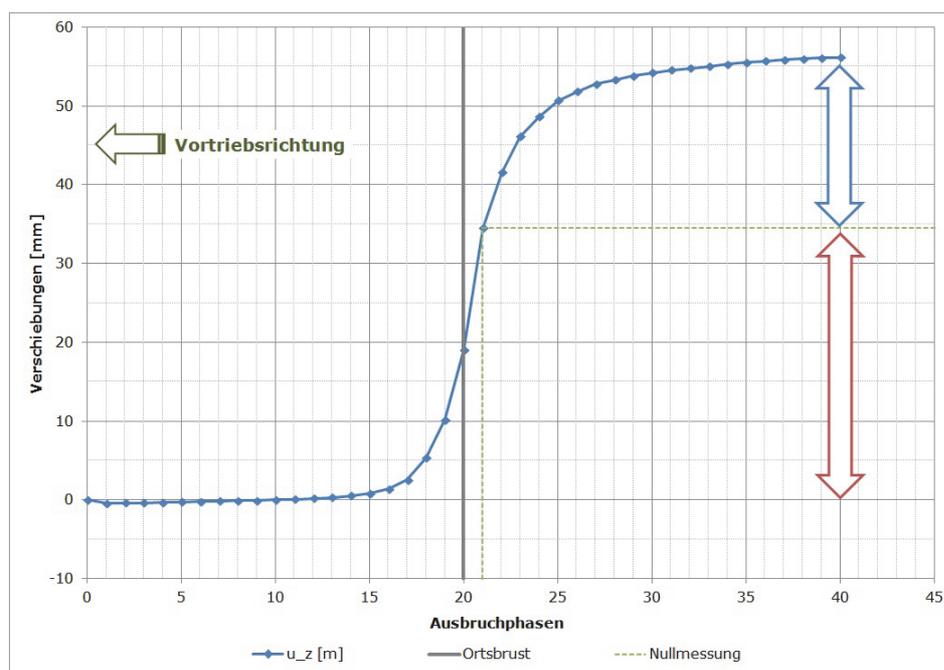


Abbildung 36: Berechnung des Verformungsverlaufes, Plaxis 3D, [21]

Abbildung 36 zeigt den Radialverformungsverlauf der Firste im inhomogenen Querschnitt. Bei diesem Berechnungsmodell wird die Ortsbrust zu einem örtlich fixierten Messquerschnitt hinbewegt. Ausbruchphase 20 entspricht der Ortsbrust (Anm.: Messquerschnitt wird angefahren), der Punkt an dem das Verhältnis gemessen wird, befindet sich eine Abschlagslänge also 1,3 m dahinter. Das Verhältnis der Vorverformung zur gemessenen Verformung ist 61:39 also in etwa 1:0,63.

Der Verfasser dieser Arbeit möchte auf diesen zusätzlichen 3D Ansatz hinweisen; dieser wird aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter verfolgt.

Für zukünftige Entscheidungen in Bezug auf den Bau der Haupttröhren haben die Verformungen vor der Ortsbrust eine untergeordnete Bedeutung. Die für die Auslegung einer Vortriebsmaschine relevanten Deformationen (*Anm.: Gefahr des Verklemmens*) entstehen ab der Ortsbrust, also die Summe aus den bis zum Zeitpunkt der Nullmessung bereits abgeklungenen Verformungen beginnend mit dem Öffnen der Ortsbrust und den anschließend gemessenen Verformungen. Hierbei ist die Beschreibung des Verformungsverhaltens vom Öffnen bis zur Nullmessung wiederum von entscheidender Bedeutung. Spätestens bei den Überlegungen bezüglich des Ausbaues werden die vorausseilenden Verformungen bzw. die Vorentlastung jedoch wieder Anwendung finden.

	u_0	U_{gem}	
35 h	22	40	%
	1	1,82	-
28 Tage	22	60	%
	1	2,73	-

Tabelle 5: QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem}

Das Verhältnis der Verschiebungsanteile ist im ersten Querschnitt 1:1,82 bzw. nach 28 Tagen 1:2,73. Der Anteil der Vorverschiebung ist mit 22% der Gesamtverformung oder 33,4 mm zu beziffern. Die restlichen 34 bzw. 18% auf die 100% werden wie zuvor beschrieben, einem langanhaltenden tiefreichenden Spannungsumlagerungsprozess zugeordnet.

	u_0	U_{gem}	
35 h	57	20	%
	1	0,35	-
28 Tage	57	33	%
	1	0,58	-

Tabelle 6: QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem}

Wie zu erwarten, ist der prozentuelle Anteil der Vorverformung bei besseren Gebirgseigenschaften höher, in diesem konkreten Fall mehr als doppelt so groß. Die restlichen 23 bzw. 10% der fehlenden Verschiebungen werden wiederum dem langanhaltenden tiefreichenden Spannungsumlagerungsprozess zugeordnet.

	QI	QII	
u_{gem}	91,07	7,2	mm
u_0	50,1	20,5	mm
u_{ges}	141,2	27,7	mm

Tabelle 7: QI und QII, u_0 und u_{gem} nach 35 Stunden

	QI	QII	
u_{gem}	91,07	7,2	mm
u_0	33,4	12,4	mm
u_{ges}	124,5	19,6	mm

Tabelle 8: QI und QII, u_0 und u_{gem} nach 28 Tagen

Mit dem in den zwei Abschnitten zuvor erarbeiteten Verhältnis der gemessenen Verformungen zu den Vorverformungen kann zusätzlich eine Einschränkung von möglichen Kombinationen der Gebirgsparameter erfolgen (siehe Abschnitt 6.2). Der erste Ansatz, das Gleichgewicht stellt sich nach 35 Stunden ein, ist aus Gründen der bekannten Spannungsumlagerung in den ersten ein bis zwei Durchmessern ab dem Öffnen der Ortsbrust, als der realitätsnähere einzustufen.

6.3 Ausbau

Der Ausbawiderstand wird durch die Spritzbetonschale und den Gitterbögen aktiviert. Aus der Summe dieser Stützmittel wird der tatsächlich aktivierte Ausbaustützdruck bestimmt. Die Anker werden wie unter Abschnitt 4.1.4 beschrieben als gebirgsverbessernde Maßnahme berücksichtigt.

6.3.1 Spritzbeton

Bei dem verwendeten Spritzbeton handelt es sich um die Sorte SpC 20/25(56)/II/J2/XC3/XF3/GK8. Der Spritzbeton besitzt laut Bezeichnung nach 56 Tagen eine Mindestdruckfestigkeit von 25 MPa am Kern. [18]

Da bei den Konformitätsprüfungen bereits nach 7 Tagen die charakteristische Mindestdruckfestigkeit erreicht wurde, muss grundsätzlich von einem höheren Festigkeitsniveau des Nassspritzbetones ausgegangen werden [A11][A12].

Dieses hohe Festigkeitsniveau kann mit der geforderten Frühfestigkeitsklasse, Wasserundurchlässigkeit und Frostbeständigkeit begründet werden. Um diese Vorgaben zu erfüllen, sind in der Praxis größere Bindemittelanteile erforderlich. So wurden 420 kg/m^3 modifizierter Zement CEM II/A-S 42,5 R aus dem Werk SPZ Eiberg sowie der Erstarrungsbeschleuniger Mapequick 043 FFG der Firma Mapei und das Fließmittel LZ SX-T5 ebenfalls von der Firma Mapei eingesetzt [A13]. Die Festigkeit und der E-Modul werden somit in die Höhe getrieben (siehe Tabelle 9).

Erstprüfung Spritzbeton und Ausgangsstoffe		
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen	36,3	MPa
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen	51,3	MPa
E-Modul nach 62 Tagen (aus Frostbeständigkeitsversuch)	35.696	MPa
Identitätsprüfung Mischgut/Spritzbeton		
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen	46,0	MPa
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen	52,0	MPa
Konformitätsprüfung im Bereich TM 2088,00		
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen	32,0	MPa
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen	k.V.	MPa
Konformitätsprüfung im Bereich TM 3092,00		
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen	29,8	MPa
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen	k.V.	MPa
Prüfung des statischen Elastizitätsmodul (Nullbeton gegossen)		
Druckfestigkeit am Würfel im Alter von 7 Tagen	49,5	MPa
Druckfestigkeit am Würfel im Alter von 14 Tagen	60,4	MPa
Druckfestigkeit am Würfel im Alter von 28 Tagen	60,0	MPa
Druckfestigkeit am Würfel im Alter von 56 Tagen	64,8	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 7 Tagen	32.171	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 14 Tagen	34.140	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 28 Tagen	34.931	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 56 Tagen	35.784	MPa

Tabelle 9: Versuchsergebnisse Spritzbeton [A11][A12][A13][A14]

Bei den Konformitätsprüfungen wurden auf Grund der bereits nach sieben Tagen erreichten Mindestdruckfestigkeit keine weiteren Versuche (*Anm. k.V*) durchgeführt. Für die 28 Tage Festigkeit wird infolge der etwas geringeren Druckfestigkeiten nach 7 Tagen (siehe Konformitätsprüfungen [A11]+[A12]) ein geringerer Wert als bei der Erstprüfung und Identitätsprüfung angenommen. Die Druckfestigkeit nach 28 Tagen wird für den im Vortrieb verwendeten Spritzbeton mit 40 MPa und der E-Modul mit 35.000 MPa angesetzt.

$\beta_{ds,SpC,28\text{ Tage,QI+QII}}$	40,0	MPa
$E_{SpC, 28\text{ Tage}}$	35.000	MPa
ν	0,2	-
$p_{A, SpC, QI}$	3,9	MPa
$p_{A, SpC, QII}$	2,7	MPa

Tabelle 10: Ausbaustützdruck durch Spritzbeton nach 28 Tagen

Der maximale Ausbaustützdruck wird über folgenden Zusammenhang beschrieben.

$$p_{a,max} = \frac{1}{2} * \beta_{SpC} * \left(1 - \frac{r_i^2}{r_a^2}\right)$$

$p_{a,max}$... maximaler Ausbaustützdruck (MPa)

β_{SpC} ... Druckfestigkeit des Spritzbetons (MPa)

r_i ... Innenradius der Spritzbetonschale(m)

r_a ... Außenradius der Spritzbetonschale(m)

Gleichung 7: maximaler Ausbaustützdruck Spritzbeton [7][12]

Für eine realitätsnahe Darstellung der Ausbaukennlinie muss der genaue Entwicklungsverlauf der Festigkeit und des Elastizitätsmoduls (*Anm.: E-Modul*) bekannt sein. Besonders in den ersten Stunden bzw. Tagen wo naturgemäß der Anstieg der Festigkeiten am steilsten und die Verformungen im Hohlraum am Größten sind ist die Entwicklung sehr wichtig.

Um die Festigkeitsentwicklung des vorhandenen Spritzbetons nicht zu vernachlässigen bzw. um die Spritzbetonparameter nach 35 Stunden beschreiben zu können wird die Richtlinie CEB-FIB¹⁴ im folgenden Abschnitt herangezogen.

Zeitabhängige Festigkeitsentwicklung nach der Richtlinie CEB-FIB¹⁴

Die zeitliche Entwicklung ist für die Bildung des Ausbauwiderstands von entscheidender Bedeutung. Da es speziell für Spritzbeton keinen formellen Zusammenhang gibt wird hier die erweiterte Fließratenmethode nach Aldrian betrachtet. [7][14]

Hierbei ist darauf zu verweisen dass diese Methode aus der Richtlinie CEB-FIB¹⁴ von 1978 hervorgeht, welche im Grunde für Beton und nicht für Spritzbeton erstellt wurde.

Als Ausgangswert verwendet die CEB-FIB¹⁴ den 28 Tage E-Modul und die 28 Tage Druckfestigkeit.

Konformitätsprüfung im Bereich TM 2088,00 + 3092,00		
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen (aus Versuch)	30,9	MPa
Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen (Annahme)	40,0	MPa
Prüfung des statischen Elastizitätsmodul (Nullbeton gegossen)		
E-Modul am Prisma im Alter von 7 Tagen	32.171	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 14 Tagen	34.140	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 28 Tagen	34.931	MPa
E-Modul am Prisma im Alter von 56 Tagen	35.784	MPa

Tabelle 11: Festigkeitsparameter des Spritzbetons, [A11][A12][A15]

$$E_{SpC(t)} = E_{SpC(28D)} * \sqrt{\frac{t}{4,2 + 0,85 * t}}$$

$E_{SpC(t)}$... E – Modul des Spritzbetons nach t – Stunden (MPa)

$E_{SpC(28D)}$... E – Modul des Spritzbetons nach 28 Tagen (MPa)

t ... Zeit (h)

Gleichung 8: zeitliche E-Modulentwicklung, CEB-FIB¹⁴ aus Aldrian [7][12][14]

Gleichung 8 beschreibt den Zusammenhang zwischen dem 28 Tage E-Modul und einem zum Zeitpunkt t vorhandenen E-Modul.

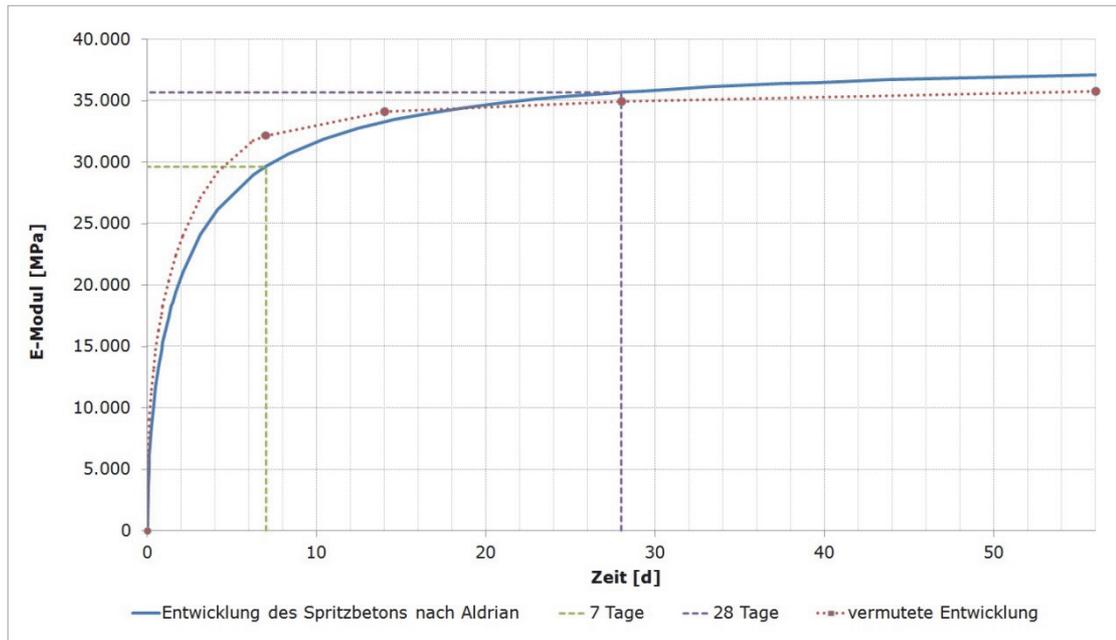


Abbildung 37: E-Modulentwicklung, CEB-FIB¹⁴ und vermuteter Verlauf [14]

Wie in Abbildung 37 ersichtlich wird von der Richtlinie CEB-FIB¹⁴ die Entwicklung des E-Moduls in den ersten zwanzig Tagen unterschätzt und danach überschätzt.

Der im Diagramm dargestellte vermutete Verlauf basiert auf den vorhandenen Prüfergebnissen nach 7, 14, 28 und 56 Tagen und einer Anlehnung an den Verlauf nach der genannten Richtlinie.

Für die Druckfestigkeitsentwicklung wurde folgender Zusammenhang formuliert:

$$\beta_{i(t)} = \beta_{i(28D)} * 0,03 * t; \quad 0 < t < 8h$$

$$\beta_{i(t)} = \beta_{i(28D)} * \sqrt{\frac{t - 5}{45 + 0,925 * t}}; \quad t > 8h$$

$\beta_{i(t)}$... Druckfestigkeit des Spritzbetons nach t – Stunden (MPa)

$\beta_{i(28D)}$... Druckfestigkeit des Spritzbetons nach 28 Tagen (MPa)

t ... Zeit (h)

Gleichung 9: Druckfestigkeitsentwicklung, CEB-FIB¹⁴ aus Aldrian [7][12][14]

Mit einer angenommenen Druckfestigkeit $\beta_{ds,SpC,28 \text{ Tage}}$ von 40 MPa ergibt sich folgende Druckfestigkeitsentwicklung.

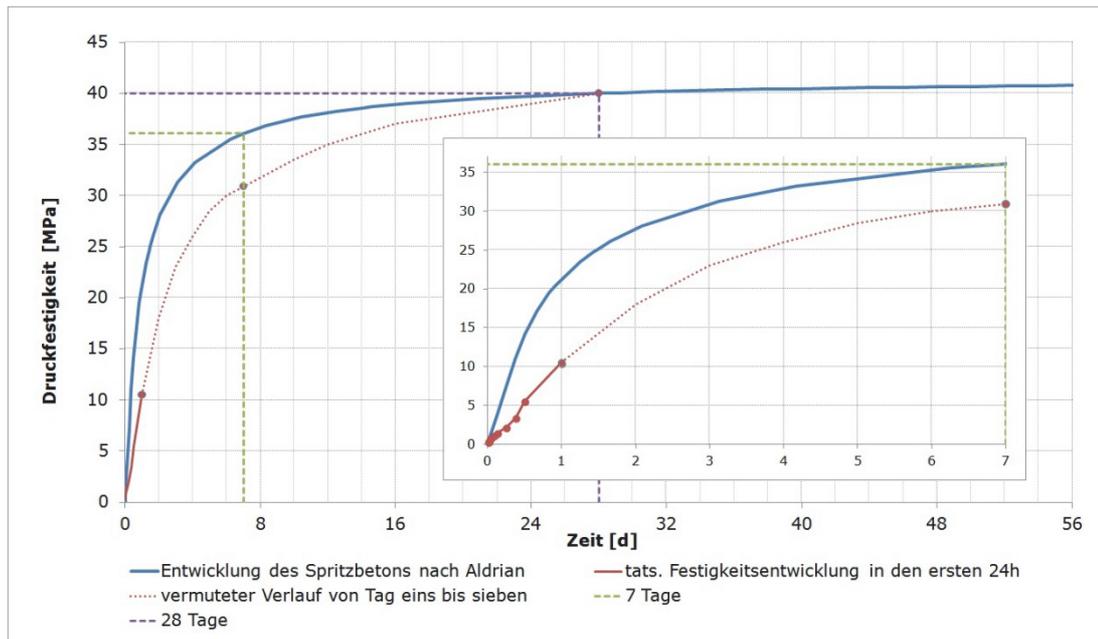


Abbildung 38: Druckfestigkeitsentwicklung, CEB-FIB¹⁴ + vermuteter Verlauf [14]

Als Kontrolle wird für die Druckfestigkeit die Frühfestigkeitsentwicklung aus der Konformitätsprüfung herangezogen [A11]. Hier wird eindeutig ersichtlich dass die reale Entwicklung flacher verläuft. Es wird sozusagen der Festigkeitsanstieg mit dem Ansatz nach CEB-FIB¹⁴ zumindest in den ersten sieben Tagen überschätzt. Zum genauen Vergleich der beiden Entwicklungskurven sind zurzeit keine weiteren Prüfergebnisse vorhanden. Der in Abbildung 38 dargestellte vermutete Verlauf basiert auf den Ergebnissen nach 24 Stunden und 7 Tagen; dazwischen wird der Verlauf an den Verlauf nach CEB-FIB¹⁴ angepasst.

Die prognostizierte Entwicklung der Druckfestigkeit ist für diesen im Erkundungsstollen verwendeten Spritzbeton als überhöht einzustufen wird jedoch auf Grund zurzeit fehlender Prüfergebnisse verwendet.

Für den Spritzbeton werden nach 35 Stunden folgende Ausbaustützdrücke festgelegt:

$\beta_{ds,SpC,2D}$ hinter OB,QI+QII	25,0	MPa
$E_{SpC, 28 \text{ Tage}}$	18.500	MPa
ν	0,2	-
$p_{A, SpC, QI}$	2,5	MPa
$p_{A, SpC, QII}$	1,7	MPa

Tabelle 12: Ausbaustützdruck durch Spritzbeton nach 35 Stunden

Der Ausbaustützdruck wird, wie in Gleichung 7 beschrieben, berechnet. Die Unterschiede beim maximalen Ausbaustützdruck sind auf die variierenden Spritzbetondicken zurückzuführen.

6.3.2 Gitterbögen

Normalerweise wird der Ausbaustützdruck der durch Bögen eingebracht wird als „versteckte“ Sicherheit gewertet. Da in diesem Fall der tatsächlich eingebrachte Widerstand maßgebend ist, wird mittels Kesselformel der entstehende Widerstand errechnet. Der Ausbaustützdruck ist idealisiert auf Grund der Einbauart als sofort kraftschlüssig angesetzt.

$$\sigma_t = \frac{p_l * D * 1}{2 * A} ; \quad p_l = \frac{\sigma_t * 2 * s}{D} ;$$

$$p_l = \frac{2 * A * \sigma_t}{D * l}$$

σ_t ...Tangentialspannung (MPa)

p_l ...maximalerInndruck – Ausbauwiderstand(MPa)

D ...Durchmesser Tunnel (m)

A ...Querschnittsfläche Bogen (m²)

l ...Abschlagslänge (m)

Gleichung 10: Kesselformel

σ_t	50	kN/cm ²
A	13	cm ²
D	5,76	m
$l_{\text{Abschlag, QI}}$	1,3	m
$l_{\text{Abschlag, QII}}$	1,7	m
$p_{i, \text{QI}}$	0,17	MPa
$p_{i, \text{QII}}$	0,13	MPa

Tabelle 13: Ausbaustützdruck durch Gitterbögen

6.3.3 Anker

Da es sich bei den Sicherungsarbeiten im Erkundungsstollen Innsbruck Ahrental um SN-Anker, also um sogenannte Vollverbundanker handelt, wird der Ausbauwiderstand der Anker durch eine Verbesserung der Gebirgseigenschaften berücksichtigt. Der durch die Anker eingebrachte Ausbaustützdruck erzeugt einen dreidimensionalen Spannungszustand wodurch es zur Erhöhung der Festigkeitseigenschaften kommt. In der Regel wird diese Verbesserung der Gebirgseigenschaften im unmittelbaren Nahbereich des Ausbruchquerschnittes mit einer Steigerung der Kohäsion berücksichtigt.[7]

Die Kohäsionserhöhung kann beim Materialmodell nach Mohr Coulomb auf mehrere Arten erfolgen. In dieser Arbeit wird der passive Ansatz verwendet.

Beim passiven Ansatz wird durch vertikales Anheben der Bruchgerade die einaxiale Druckfestigkeit des Gebirges erhöht (siehe Abbildung 39 und Gleichung 11).

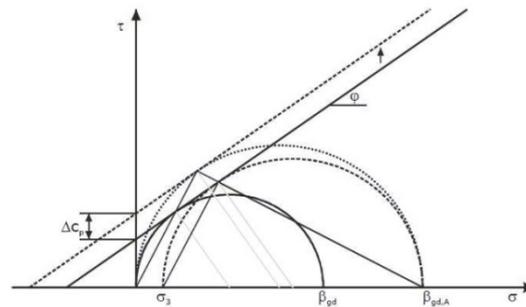


Abbildung 39: „passiver“ Ansatz zur Erhöhung der Kohäsion [12]

$$\Delta c_p = \sigma_3 * \frac{1 + \sin\varphi}{2 * \cos\varphi}$$

Δc_p ... Kohäsionserhöhung (MPa)

σ_3 ... Ausbaustützdruck durch Anker (MPa)

φ ... Reibungswinkel (°)

Gleichung 11: Kohäsionserhöhung durch Ankerung [7][12]

Gleichung 11 beschreibt die Kohäsionserhöhung Δc_p hervorgerufen durch den Ausbaustützdruck der Anker.

$$\sigma_3 = \frac{F}{e * f}$$

F ... maximale Ankerkraft (N)

e ... Ankerabstand tangential (mm)

f ... Ankerabstand in Tunnellängsrichtung (mm)

Gleichung 12: Ausbaustützdruck durch Ankerung [7][12]

$$\Delta\sigma_{UCS} = \frac{2 * \Delta c_p * \cos\varphi}{1 - \sin\varphi}$$

$\Delta\sigma_{UCS}$... Erhöhung der einaxialen Gebirgsdruckfestigkeit (MPa)

Gleichung 13: Erhöhung der Gebirgsdruckfestigkeit durch Ankerung [7][12]

6.3.4 Zusammenfassung Ausbau

Durch die Annahme, dass sich nach 35 Stunden bzw. 28 Tagen ein Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau einstellt, kann ein maximaler Ausbaustützdruck bestimmt werden. Da der Verlauf der tatsächlichen Festigkeitsentwicklung des im Erkundungsstollen verwendeten Spritzbetons unklar ist, wird die Ausbaukennlinie von Beginn Einbau bis zum maximalen Stützdruckniveau nach 35 Stunden bzw. nach 28 Tagen nicht konkret dargestellt.

Dieser maximale Ausbaustützdruck ist die Summe des Stützdruckes vom Spritzbeton und des Gitterbogens (siehe Abschnitt 6.3.1 und 6.3.2.).

$\beta_{ds,SpC,2D}$ hinter OB,QI+QII	25,0	MPa
$E_{SpC, 2D}$ hinter OB	18.500	MPa
ν	0,2	-
$p_{A,max, QI}$	2,6	MPa
$p_{A,max, QII}$	1,8	MPa

Tabelle 14: Ausbaustützdruck nach 35 Stunden

$\beta_{ds,SpC,28\ Tage,QI+QII}$	40,0	MPa
$E_{SpC, 28\ Tage}$	35.000	MPa
ν	0,2	-
$p_{A,max, QI}$	4,1	MPa
$p_{A,max, QII}$	2,8	MPa

Tabelle 15: Ausbaustützdruck nach 28 Tagen

$\beta_{ds,SpC,2D}$ hinter OB,QI+QII	... Druckfestigkeit Spritzbeton nach 35 Stunden bzw. 28 Tagen
$E_{SpC, 28\ Tage}$... Elastizitätsmodul des Spritzbetons nach 35 Stunden bzw. 28 Tagen
ν	... Poissonzahl
$p_{A, SpC, QI}$... Ausbaustützdruck des Spritzbetons im Querschnitt I
$p_{A, SpC, QII}$... Ausbaustützdruck des Spritzbetons im Querschnitt II

Abbildung 40: Legende für Tabelle 14 und Tabelle 15

Der Ausbaustützdruck (*Anm.: $p_{A,max}$*) ist, durch die nach 28 Tagen weit fortgeschrittene Festigkeitsentwicklung, auf einem hohen Niveau und so können die rückgerechneten Gebirgsparameter aus der Kennlinie mit einem Ausnutzungsgrad von 100% als sehr konservativ gewertet werden.

Die für die Berechnungen notwendige Bewertung des Ausbaus insbesondere des Spritzbetons in den ersten 7 Tagen hat aufgezeigt, dass hier mit den vorhandenen Daten kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann.

Das unterschiedliche Verhalten des verwendeten Spritzbetons zu der auf Beton basierenden Beschreibung der Festigkeitsentwicklung nach der Richtlinie CEB-FIB¹⁴ lässt erkennen, dass diesbezüglich für seriöse Aussagen weitere Untersuchungen erforderlich sind.

Für weitere genaue Betrachtungen des Erkundungsstollens sollte die Festigkeitsentwicklung des Spritzbetons durch ein Prüfprogramm und weiters die reale Belastung der Spritzbetonschale untersucht werden (siehe Abschnitt 8).

Im Querschnitt QI kann auf Grund des Versagens der Spritzbetonschale nach 3 Monaten von einer Ausnutzung des Ausbaues in den beiden angenommenen Gleichgewichtszeitpunkten von 100% ausgegangen werden. Wobei hier nochmals auf die asymmetrische Bedingungen und den fehlenden Ringschluss verwiesen wird. Die Gültigkeit der Ergebnisse der Kennlinie ist bei diesen Bedingungen kritisch zu hinterfragen.

Im zweiten Querschnitt sind durch die sehr homogenen Bedingungen sehr gute Ergebnisse zu erwarten. Jedoch sind auch hier Untersuchungen bezüglich Spritzbetonfestigkeitsentwicklung und hinsichtlich der realen Ausbaubelastungen zu empfehlen.

6.4 Rückrechnungen mit der Kennlinie

Die Rückrechnungen mit der Kennlinie haben eine Abschätzung der realen Gebirgskennwerte zum Ziel. In den folgenden Unterpunkten wird das Verformungsverhalten der ausgewählten Querschnitte, auf Basis der gemessenen Verformungen und dem maximal eingebrachten Ausbaustützdruck nach 35 Stunden bzw. 28 Tagen, mit dem Kennlinienverfahren beschrieben, um daraus plausible Kombinationen der Gebirgskennwerte zu erhalten. Es werden jeweils zwei Kennlinien mit einem Ausnutzungsgrad des Ausbaues von $A = 0$ bzw. $A = 1$ dargestellt. Diese Kennlinien beschreiben die Grenzen einer so erhaltenen Bandbreite.

6.4.1 Querschnitt I

Bei der im Querschnitt I aufgenommenen Ortsbrustdokumentation wird zu 74% die GA IQP-1QP-1a und zu 26% die Störzone SZ-IQP-AS festgelegt. [A16]

		opt.	pes.	
Radius	r_0	2,88		m
Überlagerung	h	303,40		m
Wichte	γ	26,00		kN/m ³
Primärspannung	σ_0	7,89		MPa
Reibungswinkel	φ	28	25	°
Druckfestigkeit	σ_{cm}	1,33	0,63	MPa
Kohäsion	c	0,40	0,20	MPa
E-Modul	E	1000	500	MPa
passiver Erddruckbeiwert	K_p	2,77	2,46	-
Poissonzahl	ν	0,19	0,19	-
Schubmodul	G	420,2	210,1	MPa

Tabelle 16: progn. Parameter für die Störzone SZ-IQP-AS, Geoteam [A16]

In Tabelle 16 sind die für die Störzone SZ-IQP-AS im technischen Bericht festgelegten Gebirgsparameter dargestellt. [A16]

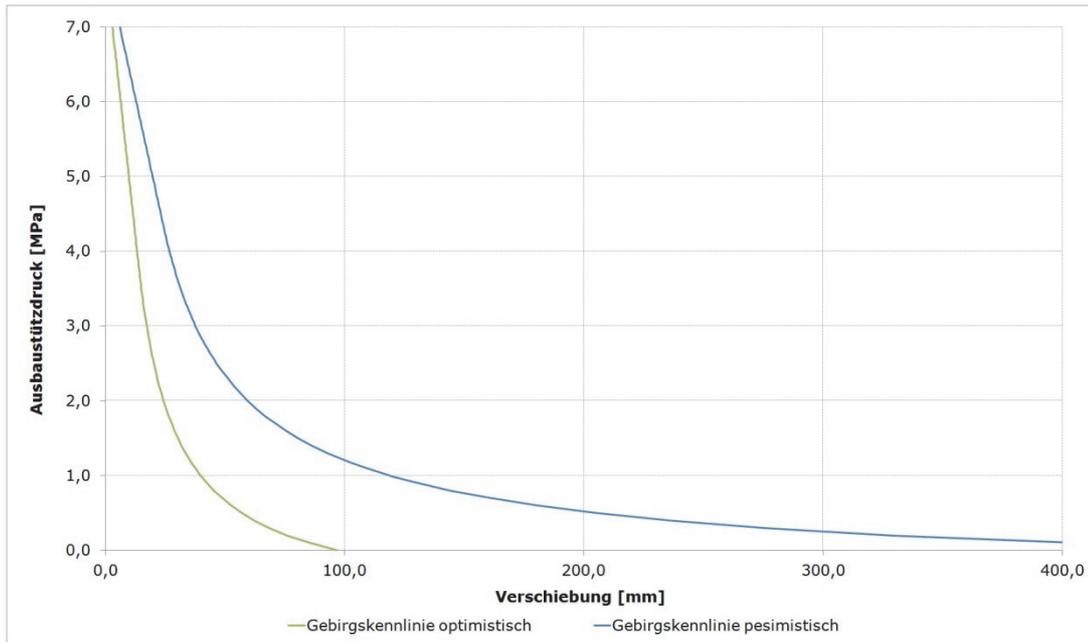


Abbildung 41: QI, prognostizierte Gebirgskennlinien, Geoteam

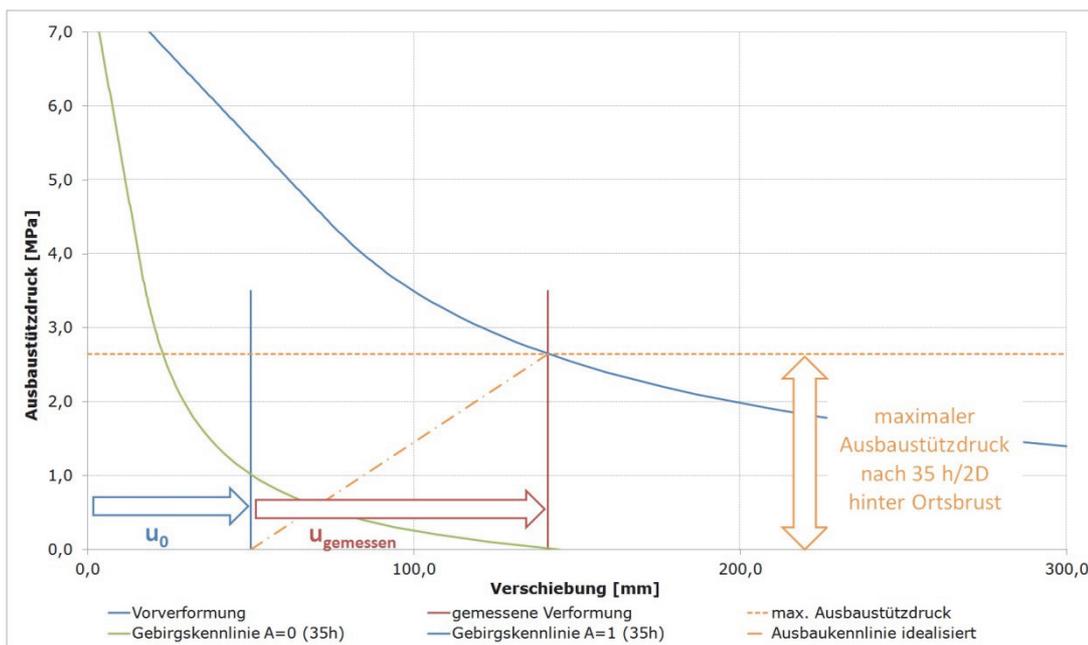


Abbildung 42: reale Gebirgskennlinie für QI, 35h

Für die Rückrechnung mit der Kennlinie werden wie in Abbildung 42 ersichtlich die gemessenen Verformungen und durch das beschriebene Verhältnis auch die Vorverformung in das Diagramm eingetragen. Als nächstes wird, wie unter Abschnitt 6.3 beschrieben, der Ausbaustützdruck mit den Spritzbetonparametern nach 35 Stunden eingezeichnet. Die Ausbaukennlinie wird auf Grund der fehlenden Materialparameter nicht konkret dargestellt. Aus der Summe der Verformungen und des maximalen Ausbaustützdruckes ergibt sich ein Schnittpunkt. Dieser Punkt beschreibt das Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau bei einer vollen Auslastung der Spritzbetonschale.

Die Gebirgskennlinie (*Anm.: Gebirgskennlinie $A=1$ (35h)*) die durch diesen Gleichgewichtspunkt verläuft, beschreibt somit einen Grenzfall bei dem der Ausnutzungsgrad des Ausbaus 100% ist.

Der zweite Grenzfall (*Anm.: Gebirgskennlinie $A=0$ (35h)*) beschreibt den Zustand des Gebirges, wo sich ohne Ausbau nach den beiden Verformungsanteilen, ein Gleichgewicht einstellt und es so zu einem Stillstand der Tunnellaibung ohne Ausbaustützdruck kommt. Bei diesem Punkt ist der Ausnutzungsgrad des Ausbaues $A=0$. Diese beiden Ansätze, bei denen von den Grenzzuständen des Ausbaues rückgerechnet wird, beschreiben somit eine Bandbreite der realen Gebirgskennwerte.

	A=0	A=1	
E	850	160	MPa
c	0,3	0,10	MPa
ϕ	28	25	°

Tabelle 17: rückgerechnete Gebirgskennwerte QI , 35h, $A=0$ und $A=1$

In Tabelle 17 sind die Parameter für die oben abgebildeten Kennlinien aufgelistet. Es ergibt sich auf Grund der zuvor angesprochenen fehlenden Daten eine große Bandbreite.

In folgender Abbildung wird der zweite Ansatz betrachtet. Hier stellt sich das Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau nach 28 Tagen ein.

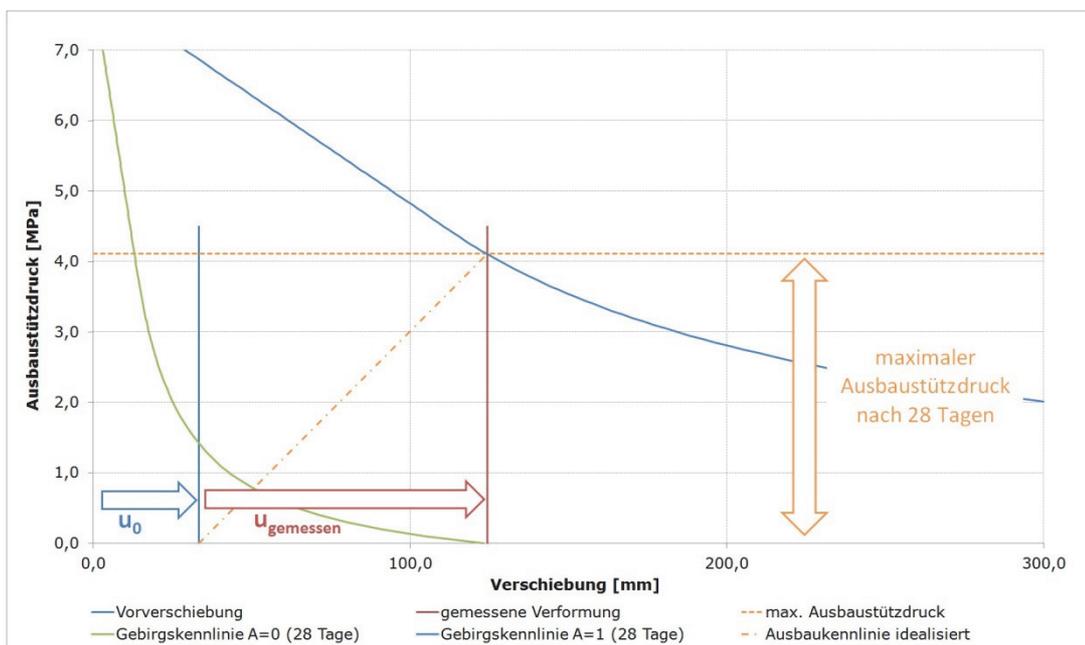


Abbildung 43: reale Gebirgskennlinie für QI , 28 Tage

Die Abbildung 43 zeigt wie zuvor die Gebirgskennlinien zurückgerechnet aus den gemessenen Verformungen und dem Ausbaustützdruck. Basierend auf dem Verhältnis der Vorverformungen zu den gemessenen von 1:2,73 wurden die Verformungen in das Diagramm eingetragen. Durch den angenommenen 28 Tage

Ausbaustützdruck von 4,1 MPa ergibt sich ein Schnittpunkt der bei vollem Ausnutzungsgrad das Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau darstellt.

	A=0	A=1	
E	1000	110	MPa
c	0,3	0,10	MPa
φ	28	25	°

Tabelle 18: rückgerechnete Gebirgskennwerte *QI*, 28 Tage, $A=0$ und $A=1$

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhalten, werden die Kohäsion und der Reibungswinkel bei beiden Ansätzen gleich belassen. Nur der E-Modul wird variiert. Wie zu erwarten wird beim „28 Tage“ Ansatz die Bandbreite größer. Da der Ausbaustützdruck im Gleichgewicht und bei dieser verschmierten Betrachtung mit ziemlicher Sicherheit überschätzt wird, können die Gebirgsparameter, bei $A=1$, als zu konservativ gewertet werden.

Dieser „28 Tage“-Ansatz kann als Grenzbedingung und zur Beschreibung der Sensibilität des Ausnutzungsgrades des Ausbaues gewertet werden.

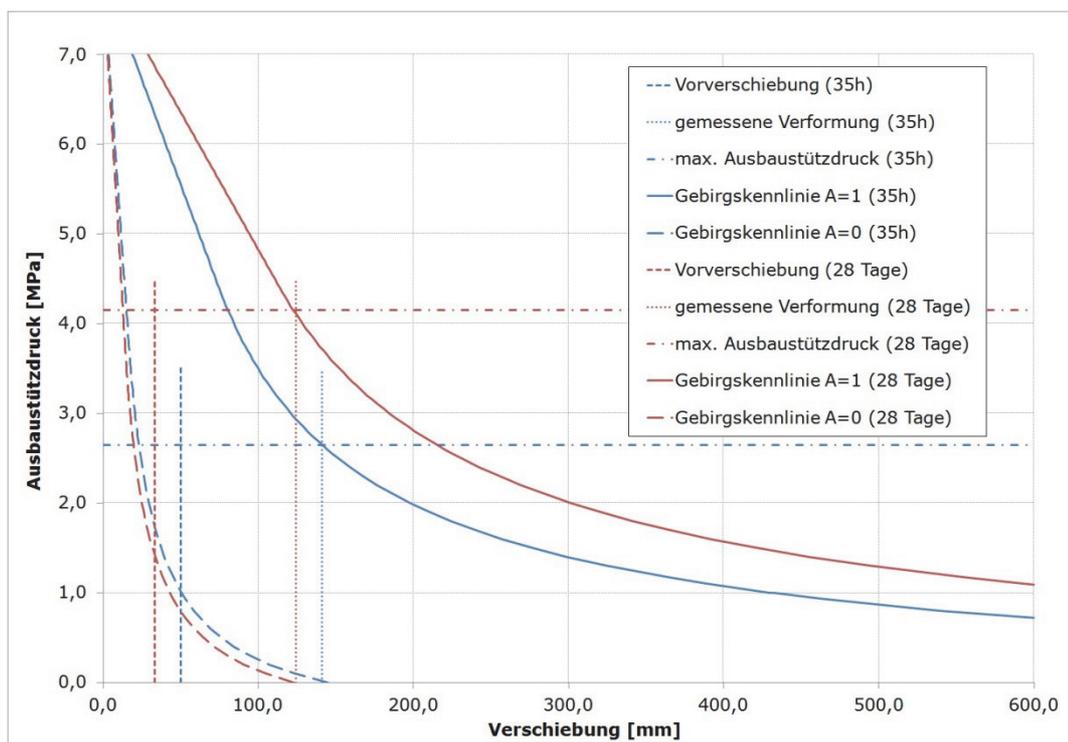


Abbildung 44: *QI*, Kennlinien nach 35 Stunden und 28 Tage

In dieser Abbildung ist der direkte Vergleich der zwei unterschiedlichen Ansätze bildlich dargestellt. Die blauen Linien beschreiben den Zustand für das Gleichgewicht nach 35 Stunden. Im Gegensatz zu dem sind in Rot die Verhältnisse nach 28 Tagen dargestellt.

Wie zu erwarten, ist die Kennlinie, die nach 35 Stunden das Gleichgewicht beschreibt, nach links verrückt und somit optimistischer bezüglich den Gebirgsparametern. Auf Grund des komplexen Aufbaues der Geologie und der asymmetrischen Verformungen im ersten Querschnitt sind weitere Betrachtungen mit einem FE Programm notwendig.

Um die asymmetrischen Bedingungen in diesem Querschnitt mit dem Kennlinienverfahren trotzdem auswerten zu können, wird für jeden der drei Messpunkte eine eigene Kennlinie rückgerechnet. Bei den folgenden Kennlinien wird nur das Gleichgewicht nach 35 Stunden beschrieben.

$\beta_{ds,SpC,2D}$ hinter OB,QI	25,0	MPa
$E_{SpC, 28 Tage}$	18.500	MPa
ν	0,2	-
$P_{A,max, QI}$ linker Ulm	2,3	MPa
$P_{A,max, QI}$ rechter Ulm	2,4	MPa
$P_{A,max, QI}$ Firste	1,9	MPa

Tabelle 19: QI, Ausbaustützdruck in den drei Messpunkten, nach 35 Stunden

Die unterschiedlichen Ausbaustützdrücke in den drei Bereichen basieren auf der unterschiedlichen Annahme der Spritzbetondicken. Diese Spritzbetondicken beruhen auf einer Auswertung der Spritzbetonstärkenmessung im Querschnitt TM 2099,00. Genauer Angaben bezüglich der Spritzbetonstärken im Berechnungsquerschnitt (Anm.: Q 2088,00) sind keine vorhanden und können naturgemäß von den Annahmen abweichen.

Kennlinie für den Messpunkt „linker Ulm“

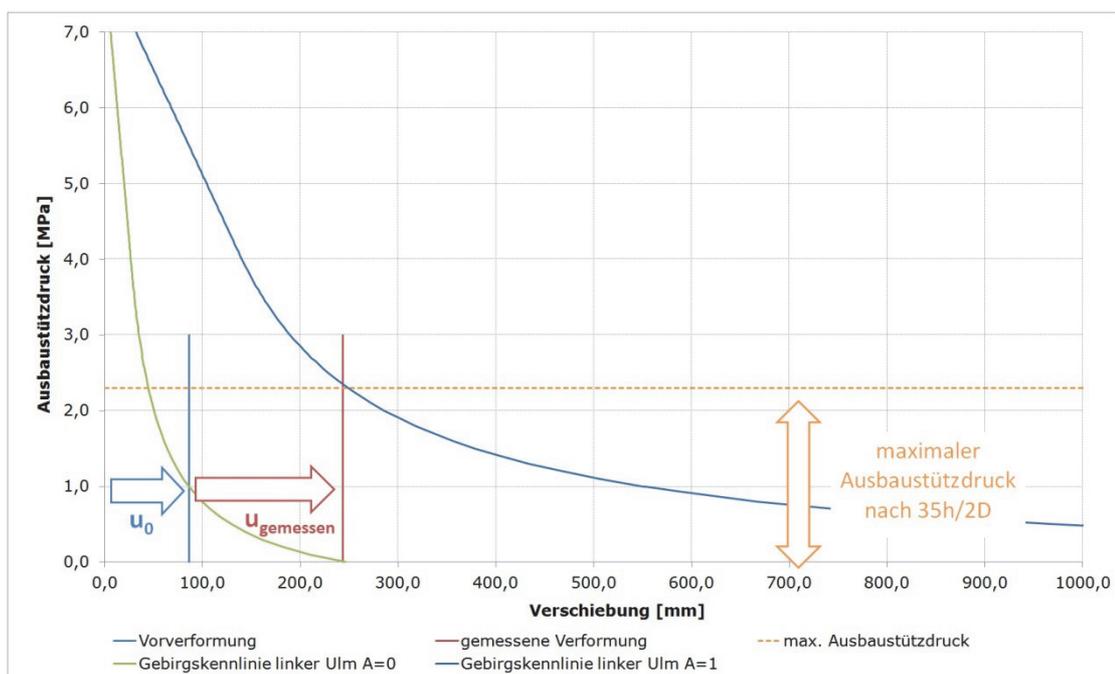


Abbildung 45: reale Gebirgskennlinie QI, 35h, linker Ulm

Die Kennlinie für den Messpunkt am linken Ulm ist erneut einmal mit voller und einmal mit keiner Ausnutzung des Ausbaus dargestellt. Im Erkundungsstollen ist an dieser Stelle das Versagen der Spritzbetonschale nach 3 Monaten aufgetreten somit kann in diesem Bereich von einer hohen Auslastung ausgegangen werden. Die Gebirgskennwerte sind wie zu erwarten für diesen Fall sehr niedrig.

linker Ulm	A=0	A=1	
E	500	95	MPa
c	0,30	0,10	MPa
φ	28,0	28,0	°

Tabelle 20: Gebirgskennwerte QI, 35h, linker Ulm, A=0 und A=1

Kennlinie für den Messpunkt „rechter Ulm“

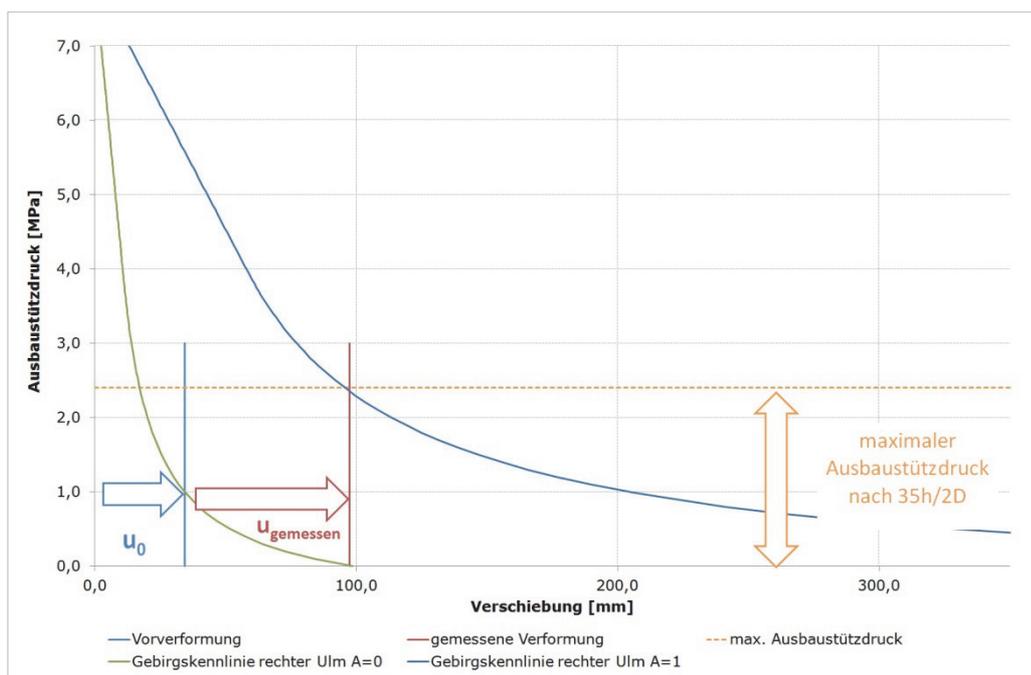


Abbildung 46: Gebirgskennlinien QI, 35h, rechter Ulm, A=0 und A=1

In Abbildung 46 ist die im rechten Ulm mögliche Bandbreite der Gebirgsparameter durch eine optimistische und eine pessimistische Kennlinie, also mit Ausnutzungsgrad von 1 und 0 dargestellt. In Tabelle 21 sind diese Kennlinien durch Zahlen dargelegt.

rechter Ulm	A=0	A=1	
E	1250,0	230,0	MPa
c	0,30	0,20	MPa
φ	28,0	28,0	°

Tabelle 21: Gebirgskennwerte QI, 35h, rechter Ulm, A=0 und A=1

Bei der Reduzierung wurde basierend auf einer Überlegung, dass sich das Material durch Zerlegung verschlechtert, die Kohäsion und der E-Modul abgesenkt der Reibungswinkel wird jedoch gleichbelassen.

Kennlinie für den Messpunkt „Firste“

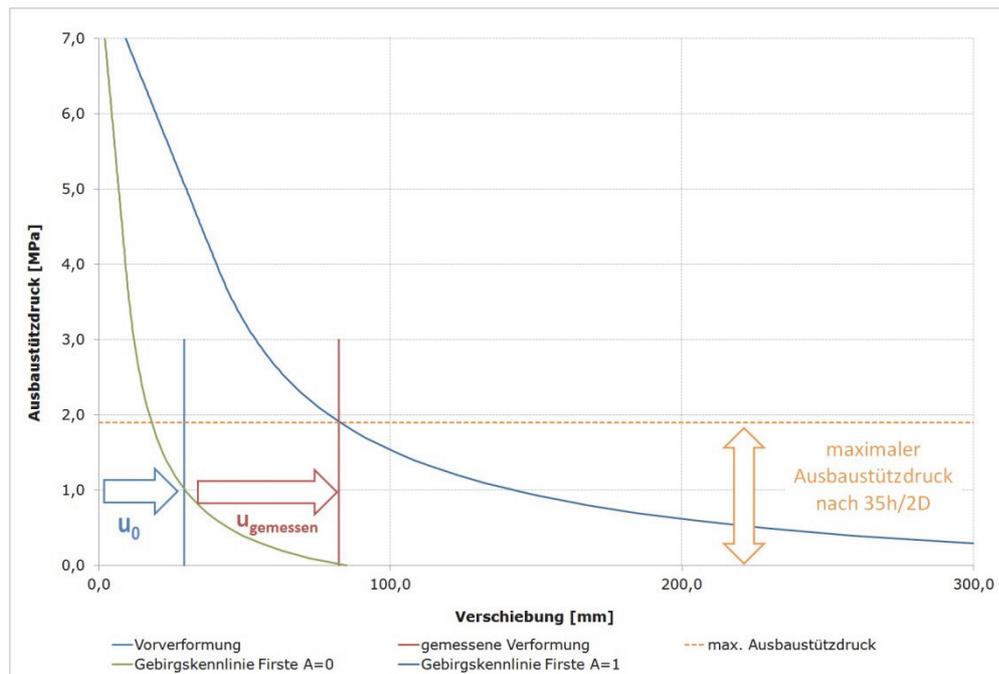


Abbildung 47: Gebirgskennlinien QI , 35h, Firste, $A=0$ und $A=1$

Die Beschreibung des Firstpunktes mit der Kennlinie wird in Abbildung 47 dargestellt. Hier ist der deutliche Trend der besseren und homogeneren Verhältnisse im Firstbereich zu erkennen.

Firste	A=0	A=1	
E	1450,0	330,0	MPa
c	0,30	0,20	MPa
φ	28,0	28,0	°

Tabelle 22: Gebirgskennwerte QI , 35h, Firste, $A=0$ und $A=1$

Um diesen Querschnitt mit den drei einzelnen Betrachtungen der Messpunkte vergleichen zu können werden die jeweiligen Kennlinien im folgenden Diagramm dargestellt.

Vergleich der unterschiedlichen Kennlinien

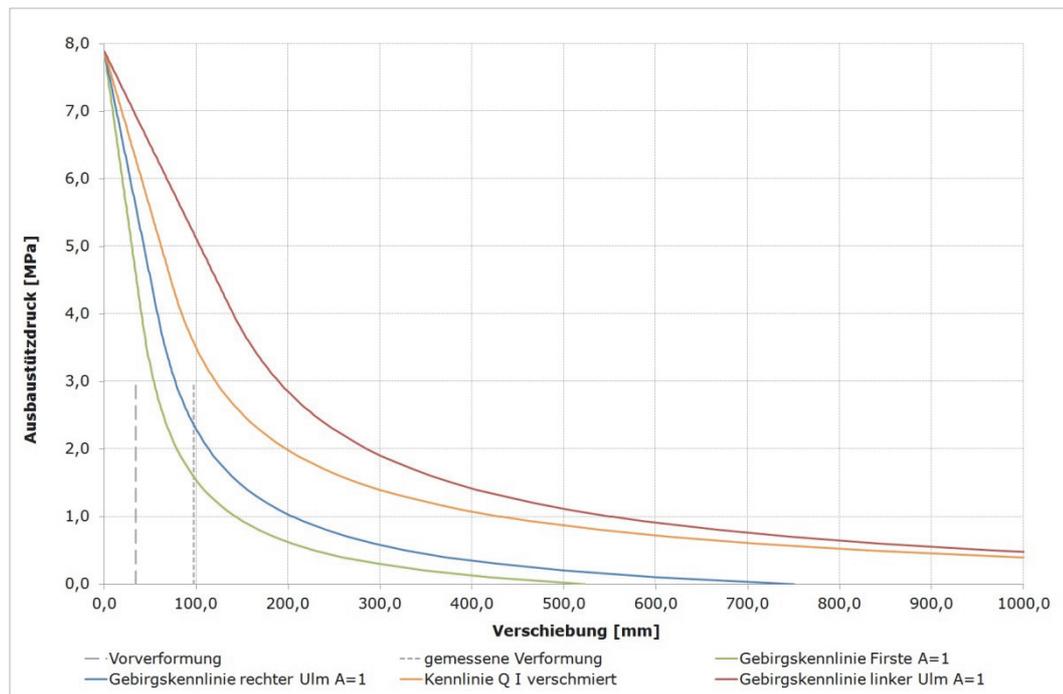


Abbildung 48: QI, Gebirgskennlinie verschmiert, linker + rechter Ulm, Firste

Die grauen vertikalen Linien sind die Verformungsanteile und die Farbigen sind die jeweiligen Gebirgskennlinien. Es ist hier wiederum die Asymmetrie der Verformungen und Gebirgsqualität zu beobachten. Die Kennlinie des rechten Ulms und des Firstoppunktes, also jene zu der Störzone abgeneigten Seite, sind links unten eingetragen. Die orange Kennlinie beschreibt das über den gesamten Querschnitt verschmierte Gebirgsverhalten. Ganz rechts ist noch die Kennlinie des linken Ulms, der sich zur Gänze in der Störzone befindet, dargestellt.

Der Vergleich zwischen den vier Kennlinien in Abbildung 48 zeigt, dass bei der verschmierten Betrachtung des gesamten Querschnittes die Firste und der rechter Ulm stark verschlechtert werden, und die Kennlinie des linken Ulmpunktes im Vergleich zu der verschmierten Kennlinie kaum schlechter ist.

6.4.2 Querschnitt II

In folgenden Abbildungen werden wie zuvor beschrieben die Gebirgsparameter aus den Verformungsanteilen und dem Ausbaustützdruck für den zweiten Berechnungsquerschnitt rückgerechnet.

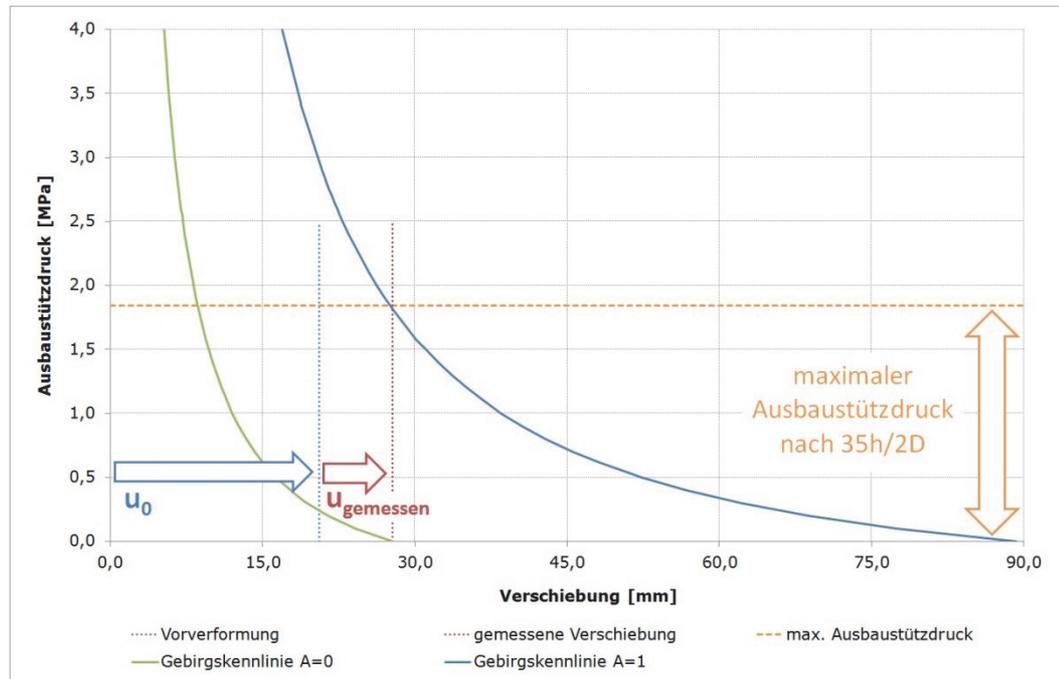


Abbildung 49: Gebirgskennlinie für Q II, 35h, A=0 und A=1

Auf Grund der sehr guten und homogenen Gebirgsverhältnisse kann in diesem Querschnitt von einem geringeren Ausnutzungsgrad der Spritzbetonschale ausgegangen werden. Die Gebirgsparameter sind dennoch schlechter als für diesen Vortriebsbereich prognostiziert.

	progn.	A=0	A=1	
E	5000	3100	1150	MPa
c	1,00	0,30	0,30	MPa
φ	35,0	35,0	35,0	°

Tabelle 23: Gebirgskennwerte QII, 35h, progn., A=0 und A=1

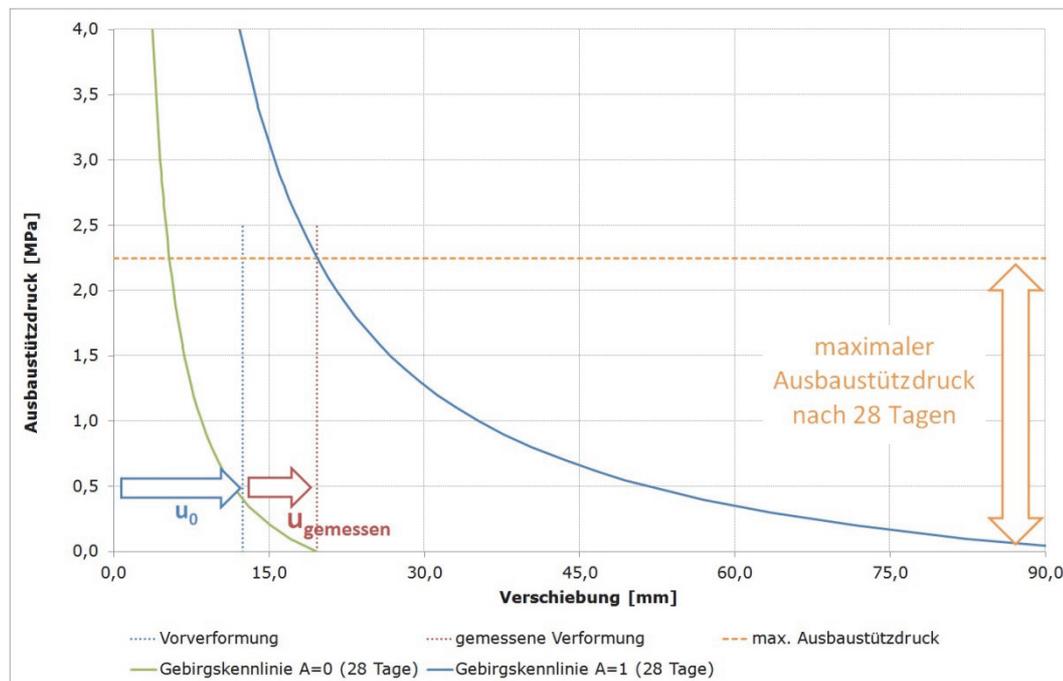


Abbildung 50: Gebirgskennlinie für Q II, 28 Tage, A=0 und A=1

Abbildung 50 zeigt die realen Verhältnisse in Querschnitt 2 nach 28 Tagen. Die zwei dargestellten Kennlinien beschreiben wiederum die aus den Verformungen rückgerechneten Gebirgsparameter. Die ersichtliche Bandbreite definiert mittels Ausnutzungsgrad die Grenzzustände des Ausbaues.

	progn.	A=0	A=1	
E	5000	4400	1450	MPa
c	1,00	0,30	0,30	MPa
φ	35,0	35,0	35,0	°

Tabelle 24: Gebirgskennwerte QII, 28 Tage, progn., A=0 und A=1

Die prognostizierte Gebirgskennlinie ist in diesem Querschnitt etwas besser wobei hier auf die geringe Endverschiebung und der unter Abschnitt 5.2.1 angesprochenen Wiederholgenauigkeit von +/- 1,5 bis 2 mm zu verweisen ist. Denn bei einer um 3 mm geringeren gemessenen Verformung ist die prognostizierte Gebirgskennlinie mitten in der festgelegten Bandbreite. Dies wiederum zeigt die Sensibilität der Ergebnisse auf die Eingangsparameter und den hohen Stellenwert einer kritischen Betrachtung der Ergebnisse auf.

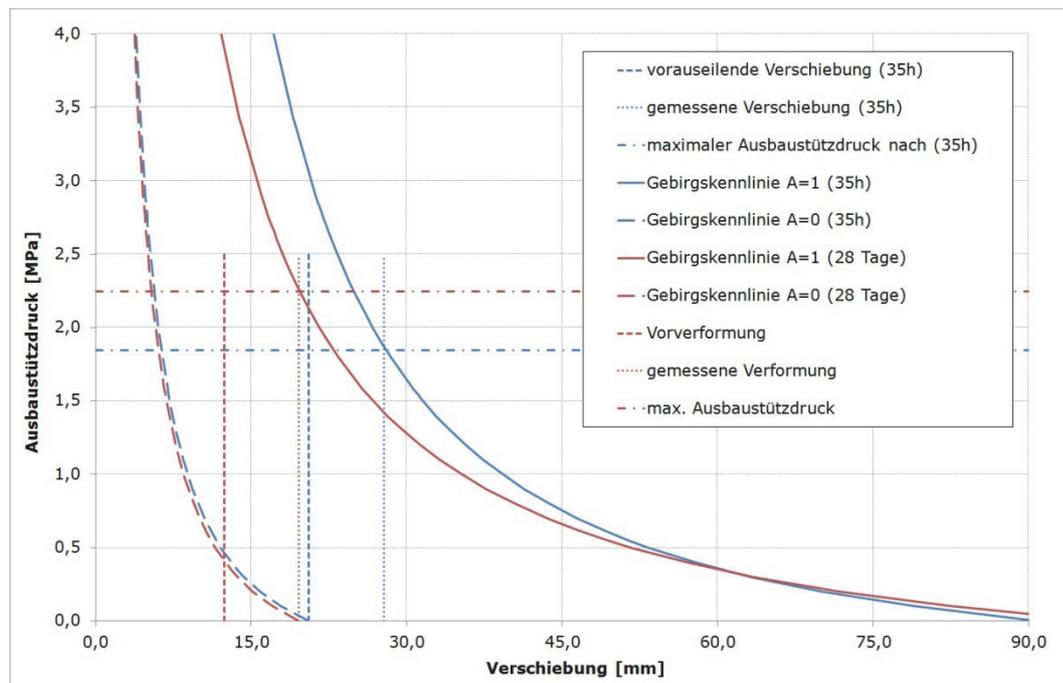


Abbildung 51: QII, Kennlinien nach 35 Stunden und 28 Tage

Der Vergleich der beiden Ansätze bringt, durch die geringe Verformungsgeschwindigkeit der Messpunkte, wie zu erwarten keine großen Unterschiede. Die „28 Tage“-Kennlinie verschiebt sich auf Grund des kleineren Vorverformungsanteiles nach links und wird trotz höheren Ausbaustützdruckes im Gleichgewicht die bessere der zwei Gebirgskennlinien.

Bei diesen sehr homogenen Verhältnissen spielt der Zeitpunkt an dem das Gleichgewicht zwischen Gebirge und Ausbau eintritt eine untergeordnete Rolle. Die Bandbreite der Gebirgskennwerte kann somit über die unterschiedlichen Gleichgewichtszeitpunkte nicht eingeschränkt werden.

6.4.3 QI und QII mit umschreibenden Radius

Folgende Abbildungen zeigen bei gleichbleibenden Gebirgsparametern die Änderung der Gebirgskennlinie durch den größeren Berechnungsdurchmessers.

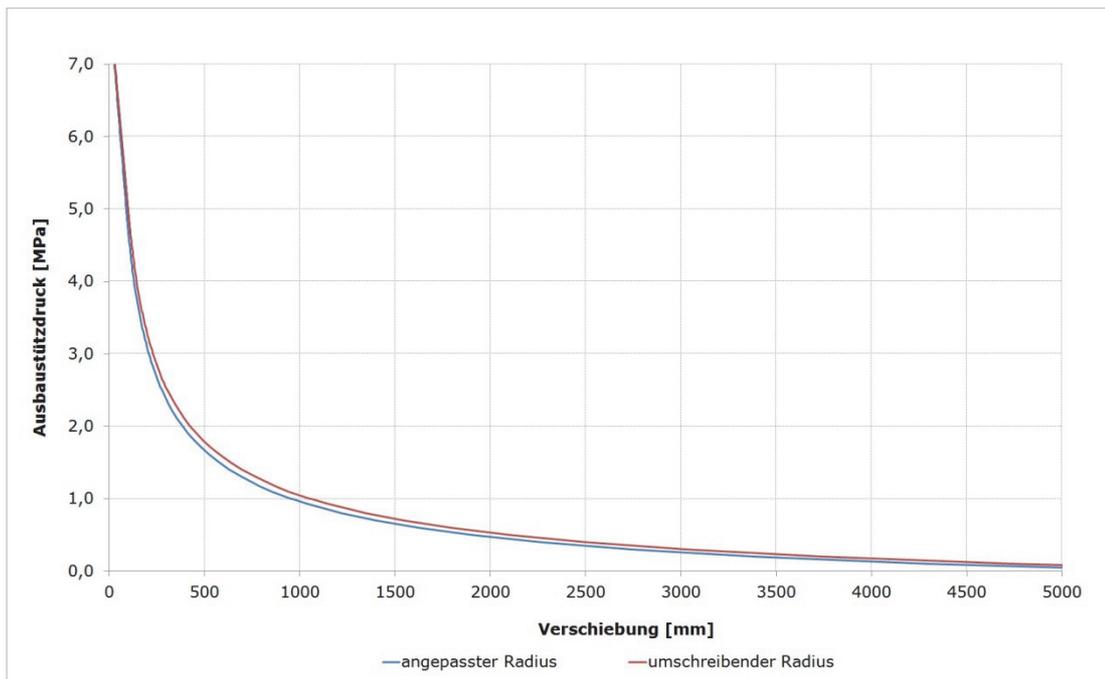


Abbildung 52: QI, Gebirgskennlinie mit angepasstem und umschreibendem Radius

Bei einer Erhöhung des Radius um 30 cm also um 10% erhöht sich die maximale Verformung auch um 10%.

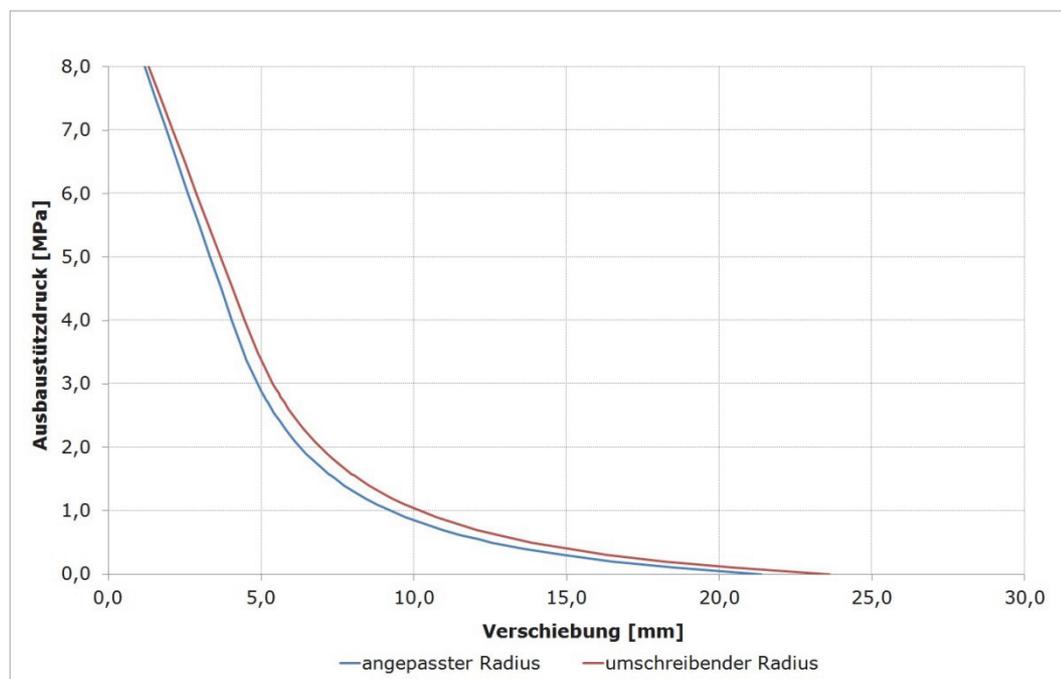


Abbildung 53: QII, Gebirgskennlinie mit angepassten + umschreibenden Radius

Ein größerer Durchmesser für den Berechnungsquerschnitt erzeugt wie zu erwarten höhere Werte der maximalen Verformung. Die Verformung verhält sich linear zur Erhöhung des Durchmessers (*Anm.: siehe formelmäßiger Zusammenhang Gleichung 15*).

Zusammenfassend wird der angepasste Radius (Abschnitt 6.1) auf Grund der realitätsnahen Anpassung an den Ausbruchsrund im First und Kämpferbereich und dem Flächenausgleich im Sohlbereich als bessere Lösung festgehalten.

6.4.4 Sensibilität und mögliche Kombinationen der Eingangsparameter

Neben den Problemen der realitätsnahen Simulation des Ausbaues hat sich die Bandbreite an möglichen Kombinationen von E , c und φ als Schwierigkeit herausgestellt.

Um die Sensibilität der Einflussparameter darzustellen, werden zuerst die verwendeten Formelwerke analysiert.

$$r_p = r_0 * \left(\frac{2}{k+1} * \frac{(k-1) * p_0 + \sigma_{UCS}}{(k-1) * p_i + \sigma_{UCS}} \right)^{\left(\frac{1}{k-1}\right)}$$

r_p ...plastischer Radius (m)

r_0 ...Hohlraumradius (m)

k ...passiver Seitendruckbeiwert (–)

p_0 ...Primärspannung (MPa)

p_i ...Ausbaustützdruck (MPa)

σ_{UCS} ...einaxiale Druckfestigkeit (MPa)

Gleichung 14: plastische Radius nach Sulem/Panet [20]

Beim plastischen Radius hat die Kohäsion und der Reibungswinkel einen indirekten Einfluss (siehe Gleichung 16 und Gleichung 17).

$$u_r = \lambda * r_0 * \frac{p_0}{2 * G} * \left(\frac{r_p}{r_0}\right)^2 ; \lambda = \frac{1}{(k+1)} * \left(k - 1 + \frac{\sigma_{UCS}}{p_0}\right)$$

u_r ...Radialverschiebung (m)

G ...Schubmodul (MPa)

r_p ...plastischer Radius (m)

r_0 ...Hohlraumradius (m)

k ...passiver Seitendruckbeiwert (–)

p_0 ...Primärspannung (MPa)

σ_{UCS} ...einaxiale Druckfestigkeit (MPa)

Gleichung 15: radiale Hohlraumverschiebung nach Sulem /Panet [20]

Die radiale Hohlraumverschiebung wird durch den Schubmodul indirekt proportional beeinflusst. Durch den Beiwert λ wird der passive Seitendruck und die einaxiale Druckfestigkeit berücksichtigt.

Bei der radialen Hohlraumverschiebung hat der E-Modul über den Schubmodul, der Reibungswinkel über den Seitendruckbeiwert und der einaxialen Druckfestigkeit und die Kohäsion ebenfalls über die einaxiale Druckfestigkeit einen indirekten Einfluss.

$$k = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

k ... passiver Seitendruckbeiwert (-)

φ ... Reibungswinkel (°)

Gleichung 16: passiver Seitendruckbeiwert [12]

Der passive Seitendruckbeiwert ist nicht proportional zum Reibungswinkel.

$$\sigma_{UCS} = \frac{2 * c * \cos\varphi}{1 - \sin\varphi}$$

σ_{UCS} ... einaxiale Druckfestigkeit (MPa)

c ... Kohäsion (MPa)

φ ... Reibungswinkel (°)

Gleichung 17: einaxiale Druckfestigkeit [12]

Die Kohäsion ist direkt proportional zur einaxialen Druckfestigkeit, der Reibungswinkel jedoch ist nicht proportional.

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \nu)}$$

G ... Schubmodul (MPa)

E ... Elastizitätsmodul (MPa)

ν ... Poissonzahl (-)

Gleichung 18: Schubmodul [12]

Der Schubmodul G ist direkt proportional zum Elastizitätsmodul.

Um die Sensibilität der einzelnen Parameter bildlich darzustellen wurde der jeweilige Parameter variiert und die so erhaltene neue maximale Endverschiebung im Diagramm eingetragen.

Einfluss des Elastizitätsmodules

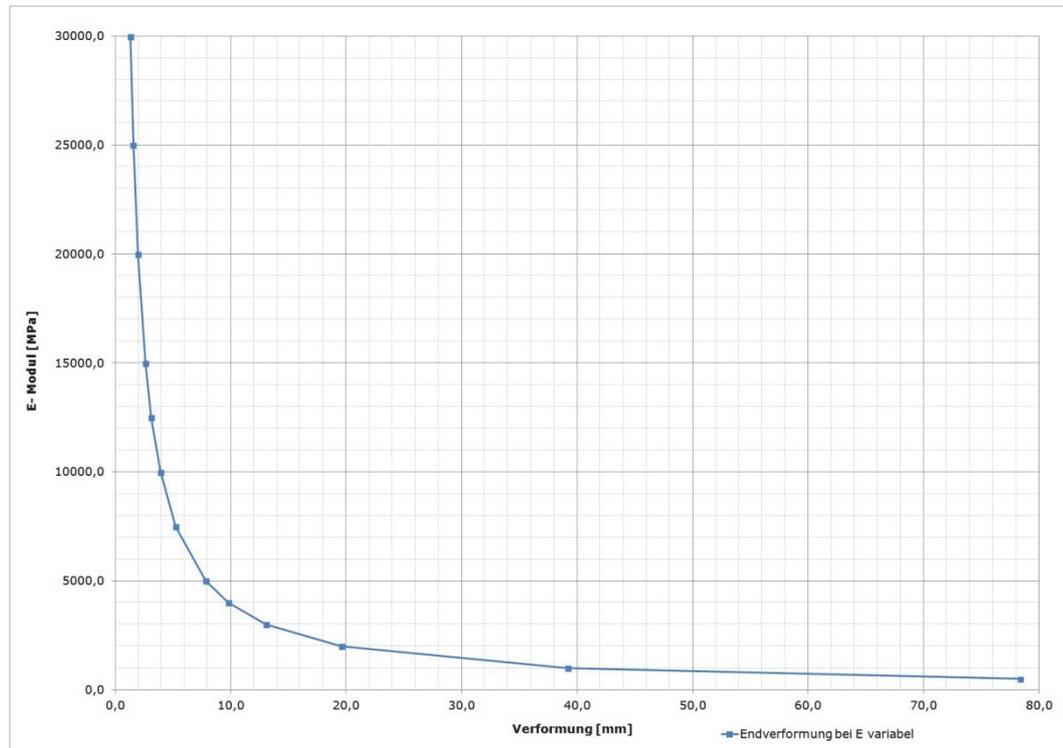


Abbildung 54: Abhängigkeit der Endverformung vom E-Modul

Abbildung 54 zeigt die Abhängigkeit der maximalen Verformung vom E-Modul. Ab einem E-Modul von 7500 MPa sind keine relevanten Veränderungen ersichtlich (*Anm.: elastischer Bereich*). Bis 7500 MPa ist der Einfluss auf die Verformung sehr groß. Die maximale Endverformung nähert sich asymptotisch an das Maximum an.

Einfluss der Kohäsion

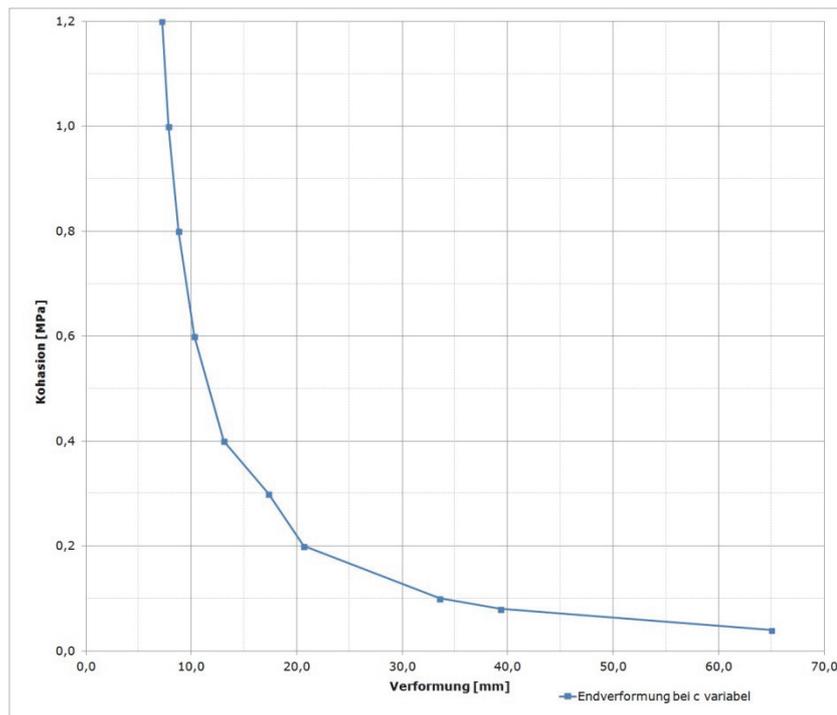


Abbildung 55: Abhängigkeit der Endverformung von der Kohäsion

Bis zu einem Wert von 0,4 MPa ist der Einfluss der Kohäsion auf die Endverformung sehr groß, ab 0,4 MPa sinkt der Einfluss stark ab. Die Endverformung ist somit indirekt proportional zu der Kohäsion und nähert sich asymptotisch an das Maximum.

Einfluss des Reibungswinkels

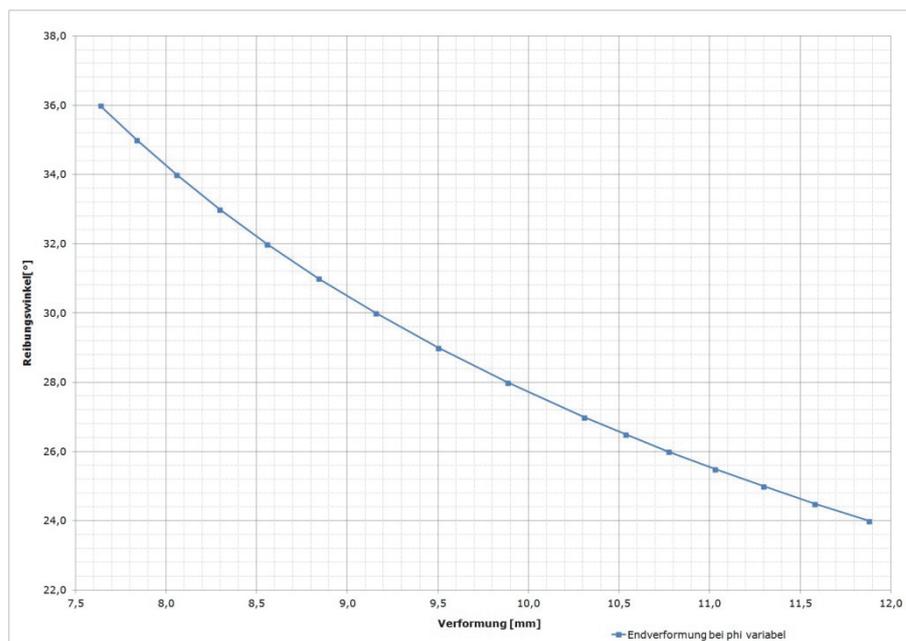


Abbildung 56: Abhängigkeit der Endverformung vom Reibungswinkel

Die Verformung nimmt mit sinkendem Reibungswinkel annähernd linear zu.

Plausible Kombinationen der Gebirgsparameter

Bei der Rückrechnung kommt es zu einer Vielzahl an möglichen Kombinationen der Gebirgsparameter. Die große Bandbreite an möglichen Kombinationen kann durch die Festlegung der Vorverformung aus der Abschätzung mit dem Ansatz nach Vlachopoulos eingeschränkt werden.

Mit folgendem, von Evert Hoek beschriebenen, Zusammenhang der Vorverformung zur maximalen Verformung aus der Gebirgskennlinie kann auf einen plastischen Radius und somit auf die Gebirgsparameter rückgerechnet werden.

$$\frac{u_0}{u_{r,max}} = \frac{1}{3} * e^{-0,15 * P_r}$$

u_0 ... Vorverformung (m)

$u_{r,max}$... maximale Endverschiebung (m)

P_r ... relativer plastischer Radius (-)

Gleichung 19: Vorverformung zur maximalen Verschiebung nach Hoek [19]

$$P_r = \frac{r_p}{r_0}$$

r_p ... plastischer Radius (m)

r_0 ... Hohlraumradius (m)

Gleichung 20: relativer plastischer Radius nach Hoek [19]

Folgende Abbildung zeigt die grundlegenden Komponenten zur Rückrechnung auf die Gebirgskennwerte. [13]

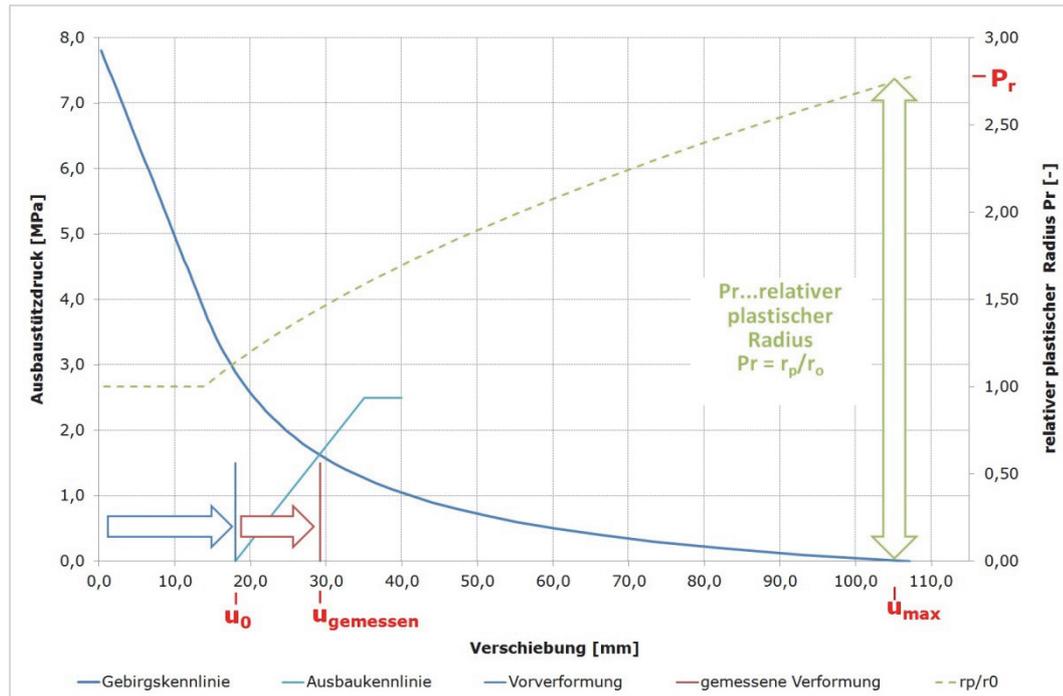


Abbildung 57: Gebirgskennlinie, Ausbaukennlinie, rel. plastischer Radius [13]

Aus dem Zusammenhang von Hoek und der Gleichstellung mit der maximalen Verformung aus der Kennlinie können durch Variation der Gebirgsparameter plausible Kombinationen, bei gleich bleibender Vorverformung und somit gleichbleibender Gesamtverformung, zusammengestellt werden.

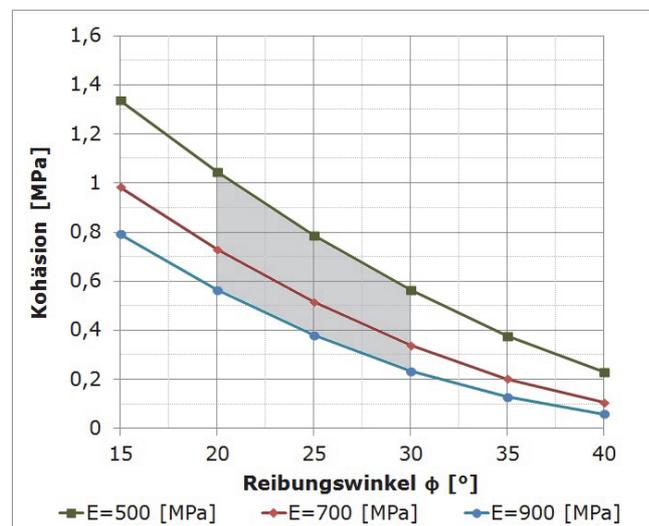


Abbildung 58: Bandbreite Gebirgsparameter in inhomogenen Bereichen

In diesem Diagramm sind möglichen Kombinationen von Kohäsion, Reibungswinkel und E-Modul dargestellt. [13]

Für den inhomogenen Abschnitt (beispielhaft QI) kann die Bandbreite der möglichen Zusammenstellung von Gebirgsparametern durch einen plausiblen Reibungswinkelbereich von 20 bis 30° zusätzlich eingegrenzt werden.

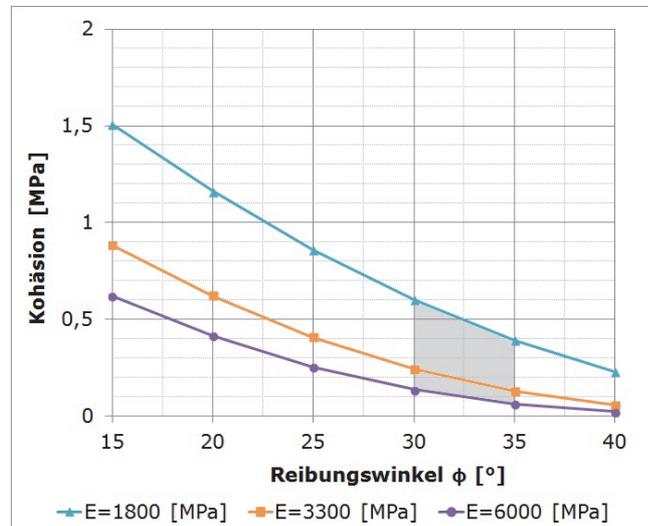


Abbildung 59: Bandbreite Gebirgsparameter in homogenen Bereichen

In Abbildung 59 werden die möglichen Kombinationen für homogene Gebirgsbereiche im Innsbrucker Quarzphyllit dargestellt. Auf Basis der Laborversuche an homogenen Proben aus den Bohrungen kann der Reibungswinkel auf 30 bis 35° eingeschränkt werden.

Weiters kann hier bei steigendem E-Modul der immer kleiner werdende Einfluss der Kohäsion auf die Verformung beobachtet werden.

6.5 Ergebnisse aus der Rückrechnung mit der Kennlinie

Das Kennlinienverfahren ist ein einfaches und sehr effektives Hilfsmittel um einen schnellen Überblick bezüglich Gebirgsverhalten und Systemverhalten zu bekommen. Die Ermittlung der Gebirgsparameter aus der Rückrechnung erzielte bei homogenen Verhältnissen (*Anm.: QII*) gute Ergebnisse. Wie zu erwarten hat sich das Kennlinienverfahren jedoch bei steigender Inhomogenität als nicht optimales Werkzeug herausgestellt. Aus diesem Grund wurden weitere Berechnungen mit dem Programm Phase2 veranlasst (*Anm.: QI*).

6.5.1 Querschnitt QI

QI	Prognose		35 h		28 Tage		
	opt.	pes.	A=0	A=1	A=0	A=1	
E	1000	500	850	160	1000	110	MPa
c	0,4	0,2	0,3	0,10	0,3	0,10	MPa
φ	28	25	28	25	28	25	°

Tabelle 25: progn. (Geoteam [A16]) und rückgerechnete Gebirgsparameter, QI

Auf Grund der ungenauen Beschreibung der Materialeigenschaften des Spritzbetons und der schwierigen Abschätzung der realen Belastung des gesamten Ausbaues ist zurzeit keine weitere Einschränkung der Bandbreite möglich.

QI	linker Ulm		rechter Ulm		Firste		
	A=0	A=1	A=0	A=1	A=0	A=1	
E	500	95	1250,0	230,0	1450,0	330,0	MPa
c	0,30	0,10	0,30	0,20	0,30	0,20	MPa
φ	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	°

Tabelle 26: rückgerechnete Gebirgsparameter, 3 Messpunkte

Die Betrachtung der einzelnen Messpunkte mit einer Kennlinie verdeutlicht die Gefahr der Fehlinterpretation bei der Verschmierung eines inhomogenen Querschnittes.

Die Ergebnisse mit der Kennlinie sind in diesem inhomogenen Bereich als nicht zufriedenstellend zu bezeichnen. Die stark asymmetrischen Verschiebungen werden anhand eines Mittelwertes beschrieben, wodurch die geotechnisch „guten“ Einheiten verschlechtert und geotechnisch „schlechte“ Einheiten verbessert werden. Diese Verschmierung ist gerade sogenannten mixed face Bedingungen als kritisch zu bezeichnen.

6.5.2 Querschnitt QII

Die Betrachtung mit der Kennlinie hat bei dem geotechnisch homogenen Bereich sehr gute Ergebnisse erzielt. Abgesehen von den Problemen bei der Bewertung des Auslastungsgrades des Ausbaues hat sich dieses Verfahren bei geotechnisch „guten“ Einheiten als ausreichend bezüglich Prognose der Verschiebungen bzw. zur Rückrechnung herausgestellt.

Q II	Prognose	35 h		28 Tage		
		<i>A=0</i>	<i>A=1</i>	<i>A=0</i>	<i>A=1</i>	
E	5000	4200	1130	4400	1450	MPa
c	1,00	0,30	0,30	0,3	0,3	MPa
φ	35,0	35,0	35,0	35	35	°

Tabelle 27: prognostizierte und rückgerechnete Gebirgsparameter, QII

7 Berechnungen mit Phase²

7.1 Querschnitt QI

Auf Grund der nicht zufriedenstellenden Ergebnisse mit dem Kennlinienverfahren im Querschnitt I, wurde für diesen „schlechten“ Querschnitt zusätzlich ein Modell in Phase² erstellt.

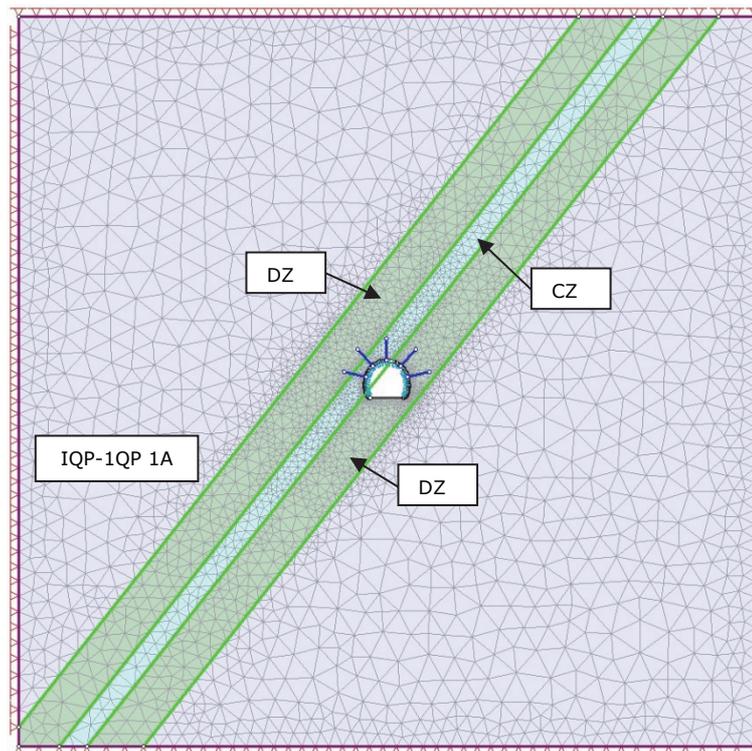


Abbildung 60: QII, Berechnungsmodell mit Störungssystem

Das in Abbildung 60 dargestellte Modell ist 100 x 100 Meter groß und besitzt rundum eine fixe Einspannung durch Festlager. Das Störungssystem ist mit einer damage zone (DZ) und einer core zone (CZ) mit einem Einfallen von 52° in die Gebirgsart IQP-1QP 1a eingebettet. Die zentrale core zone hat eine Ausdehnung von 3 Metern und ist somit halb so groß als die außenliegende damage zone mit je 6 Metern Mächtigkeit.

Weitere Informationen zu den Einstellungen und detaillierten Eingaben sind im Analysis Information Report - Anhang [A17] ersichtlich.

Die Berechnung wird mittels zehn sogenannten „stages“ durchgeführt.

1. Primärzustand
2. Vorentlastung auf 90% des E-Modules
3. Vorentlastung auf 80% des E-Modules
4. Vorentlastung auf 70% des E-Modules
5. Vorentlastung auf 60% des E-Modules
6. Vorentlastung auf 50% des E-Modules
7. Vorentlastung auf 40% des E-Modules
8. Aktivieren des „jungen“ Spritzbetons
9. Aktivieren des „älteren“ Spritzbetons
10. Ausbruch und aktivieren der Ankerung

Mit der Reduzierung des Elastizitätsmodules wird das Heranschreiten des Vortriebes an den zu beobachtenden Querschnittes simuliert. Die stufenweise Reduzierung des E-Moduls bis auf 40% entspricht einer Reduzierung der Stützspannung auf 10% der Primärspannung. [25]

Zunächst erfolgt die Aktivierung des „jungen“ Spritzbetons mit einem E-Modul von 1500 MPa und einer Druckfestigkeit von 15 MPa. Als Nächstes folgt die Aktivierung des „älteren“ Spritzbetons mit einem E-Modul von 18.500 MPa und einer Druckfestigkeit von 25 MPa. Abschließend wird der komplette Querschnitt ausgebrochen und die Systemankering aktiviert.

Die genauen Verschiebungswerte sind auf Grund kleinerer lokaler Besonderheiten bzw. durch den in der Rechnung verwendeten Seitendruckbeiwert von $K_0=1$ nicht erreicht worden. Die Ergebnisse sind qualitativ jedoch als richtig zu bewerten.

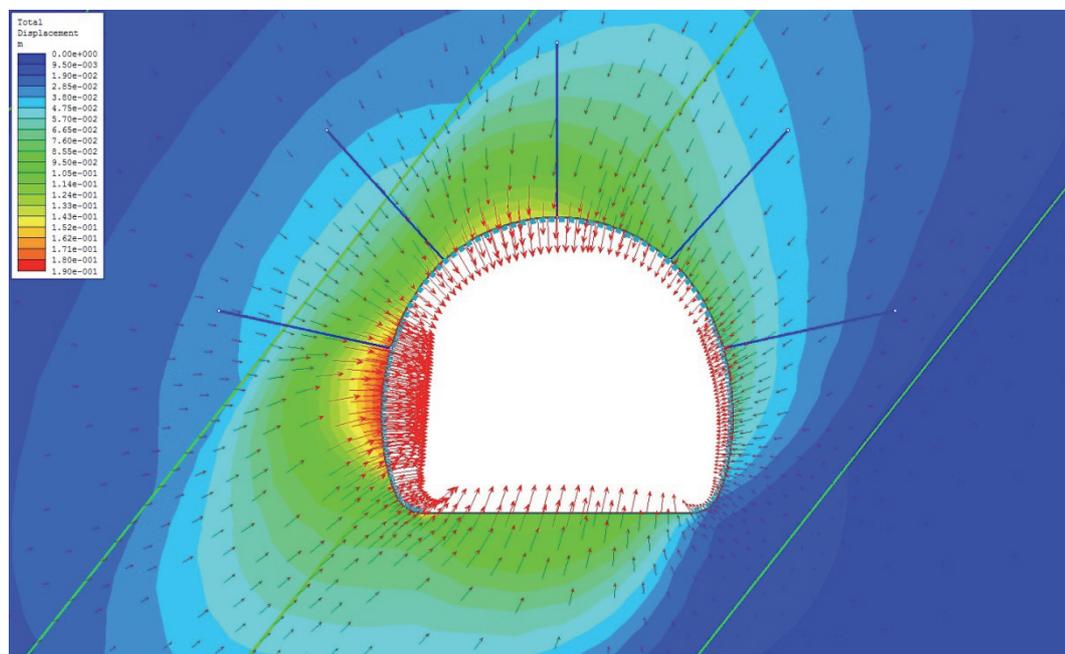


Abbildung 61: Darstellung der berechneten Gesamtverformungen im QI

In der obenstehenden Abbildung ist die berechnete Verformung bildlich dargestellt hier ist deutlich die Asymmetrie zu erkennen.

7.2 Querschnitt QII

Da bei diesen homogenen Verhältnissen die Ergebnisse aus dem Kennlinienverfahren zufriedenstellend sind, wird in dieser Arbeit auf eine weitere Betrachtung mittels FE Programm verzichtet.

7.3 Ergebnisse

Bei den Berechnungen mit Phase² sind, aus denselben Gründen wie bei dem Kennlinienverfahren, die Ergebnisse mit einer relativ großen Bandbreite behaftet. Um diese Bandbreite auf ein angemessenes Maß zu Reduzieren, ist die Beschreibung des Ausbaues von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund werden weitere Betrachtungen mittels FE-Programm zum jetzigen Zeitpunkt als nicht zielführend bewertet.

Die weiteren Untersuchungen mit diesem Programm sind somit kein Teil dieser Arbeit mehr und werden zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgenommen.

8 Festlegung eines geotechnischen Messquerschnittes

Um bei der Rückrechnung realitätsnahe Gebirgskennwerte erzielen zu können sind zusätzlich zu den 3D Verschiebungsmessungen folgende Messungen zu empfehlen. [22][23]

Einwirkungen auf den Ausbau:

- hydraulische Druckmessdosen (Spannungen zwischen Gebirge und Ausbau bzw. in der Spritzbetonschale)
- Dehnungsgeber (Stauchung und Dehnung in Spritzbetonschale)
- Messanker (Kontrolle der Systemankerung)
- Extensometer (Beobachtung der Bewegungshorizonte in Hohlraumnähe, in Radial- und evtl. in Längsrichtung)

Spritzbetonparameter:

- Laboruntersuchungen zur Festigkeits- und Verformungsentwicklung des Spritzbetons (E-Modul+ $\beta_{ds,SPB}$)
- und Insitu Spritzbetonprüfstand (Erfassung der für die Materialgesetze notwendigen Parameter und Beziehungen zwischen Spannung, Stauchung, Temperatur und Schwinden, bereits 2-4h nach Einbau und in realer Umgebung)
- Langzeitkriechversuche im Labor

Aus diesen Messergebnissen und den zugehörigen Materialgesetzen kann einerseits der tatsächliche Ausbaustützdruck und andererseits der Auslastungsgrad der Spritzbetonschale beschrieben werden. Dieser Erkenntnisgewinn hätte neben den genaueren Gebirgsparametern aus der Rückrechnung auch einen wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Nutzen. [22][23]

Um einen solchen Messquerschnitt zu implementieren sind unter anderen folgende Voraussetzungen zu schaffen.

Geotechnisches Monitoring Programm:

- Erstellen eines kompletten geotechnischen Messprogrammes (in Abstimmung zwischen Messtechniker, Geotechniker, Geologe mit Planungsabteilung)
 - Was soll gemessen werden?
 - Sinn und Zweck der Instrumentierung?
 - Welche Größen werden gemessen?
 - Informationsfluss?

- Festlegen der Querschnitte in denen das Messprogramm implementiert wird (Geologe, Geotechniker, Messtechniker, Planungsabteilung)
- Festlegung des Aufbaues und Ablaufes der Messungen ohne Störung des Baubetriebes (Planungsabteilung und Baufirma)
- Schaffen der vertraglichen Rahmenbedingungen

In folgender Abbildung ist ein möglicher geotechnischer Messquerschnitt dargestellt.

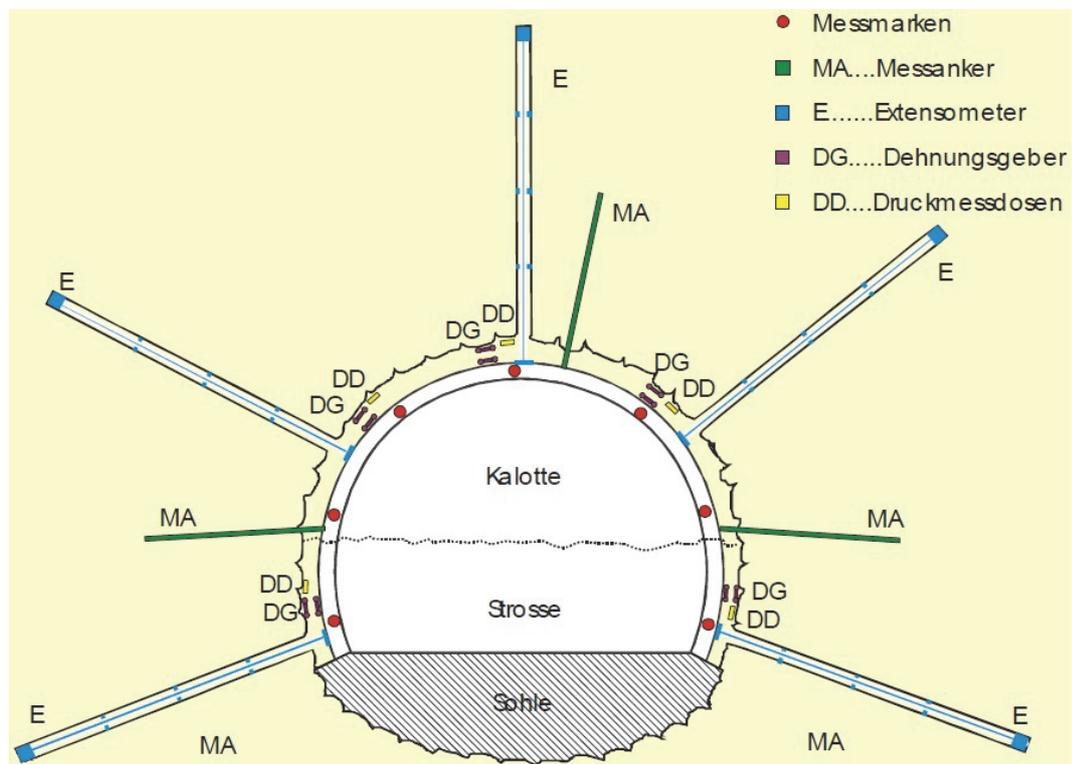


Abbildung 62: möglicher geotechnischer Messquerschnitt [23]

9 Interpretation und Ausblick

Bei der Rückrechnung mit dem Kennlinienverfahren haben sich folgende problematische Faktoren herauskristallisiert.

- Bewertung der Vorverformung
- Bewertung des Ausbaustützdruckes insbesondere Festigkeits- und Elastizitätsmodulentwicklung des Spritzbetons
- Bewertung der tatsächlichen Belastung des Ausbaues (Auslastungsgrad)

Aus diesen Gründen konnten in dieser Arbeit die Bandbreiten der Gebirgsparameter nicht auf ein angemessenes Maß reduziert werden.

Die Betrachtungen der Vorverformungen haben sehr interessante Ergebnisse bezüglich dem Verformungsverhalten der einzelnen Homogenbereiche aufgezeigt. Bei den jeweiligen Querschnitten sind 15 bzw. 20% der Gesamtverformungen bereits vor dem Öffnen der Ortsbrust aufgetreten. Bis es zum Einbau des Ausbaues kommt sind abhängig von der Verformungsgeschwindigkeit schon 22 bzw. 57% eingetreten. Besonders der Verformungsanteil zwischen Öffnen der Ortsbrust und dem Einbringen des Ausbaues ist in Hinsicht auf die geplanten maschinellen Vortriebe von entscheidender Bedeutung.

Es gibt bereits Programme die auf Basis des vortriebs- und zeitabhängigen Verformungsverhaltens des Gebirges, der eingebrachten Stützmittel und eines sogenannten Expertensystems eine Prognose der Verschiebungen treffen können. Hierbei wird als Information auf das Quellenverzeichnis [24] verwiesen.

Weiters haben die Untersuchungen der Materialeigenschaften des im Ausbau verwendeten Spritzbetons die Notwendigkeit einer zusätzlichen Erhebung der Festigkeits- und Elastizitätsmodulentwicklung des jungen Spritzbetons ergeben. Besonders in den ersten Stunden und in weiterer Folge in den ersten Tagen (*Anm.: Spannungsumlagerung innerhalb 1-2D*) ist die Elastizitätsmodulentwicklung von entscheidender Bedeutung. Dies könnte mit einem erweiterten Versuchsprogramm des statischen Elastizitätsmodules im Labor und/oder mittels eines Insituversuchsaufbaus in der Tunnellaibung vor Ort realisiert werden (*Anm.: Insitu-Spritzbetonprüfstand [22]*).

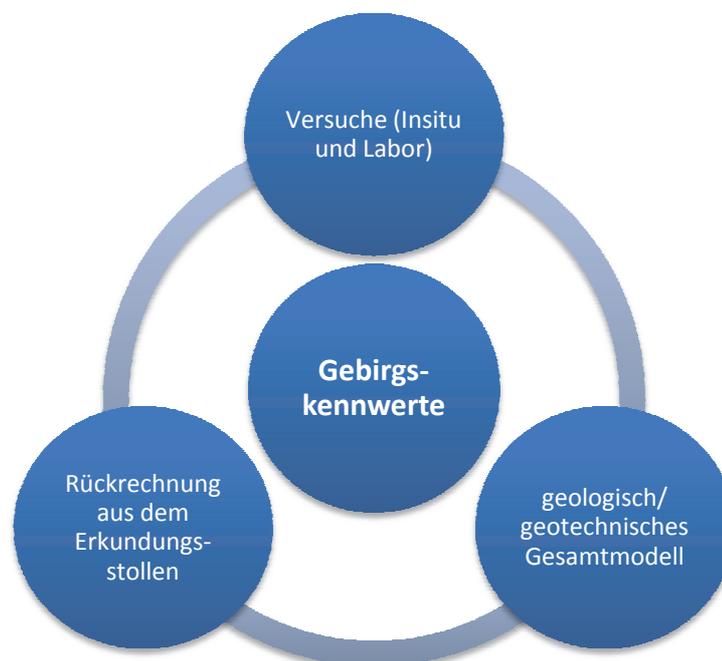
Für genaue Rückrechnungen ist es sehr wichtig möglichst viele der notwendigen Parameter so genau als möglich zu beschreiben. Folglich sollten Querschnitte die in Zukunft zu Rückrechnungen herangezogen werden zusätzlich durch ein abgestimmtes geotechnisches Messprogramm ausgestattet werden (siehe Abschnitt 8). Dieser Messquerschnitt sollte über die standardisierten Konvergenzmessungen hinausgehend auch Druckmessdosen und Dehnungsgeber für detaillierte Angaben bezüglich Ausnutzungsgrad der Spritzbetonschalen beinhalten.

In weiterer Folge könnten mit Messankern Rückschlüsse auf die Auslastung der Systemankerung gezogen werden. Zur Vervollständigung des Messprogrammes sollten Extensometer, zur Lokalisierung der Verschiebungshorizonte im hohlraumnahen Bereich, installiert werden.

Die Rückrechnung der Gebirgsparameter mittels FE Programm sind nach Ansicht des Verfassers zurzeit nicht zielführend. Die Bewertung von ungenauen Parametern (*Anm.: z.B. Ausbau*) kann nicht wie bei der Bemessung üblich, nach einer Abschätzung der Auswirkung, mittels Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Für eine realitätsnahe Rückrechnung sind alle Parameter sicherheitsbereinigt zu verwenden.

Gedanken zur Festlegung von Gebirgsparametern aus unterschiedlichen Datenquellen

Aus der Summe aller Informationen muss je nach Qualität des Inputs eine mit allen Aspekten harmonisierende Aussage über das System Gebirge als Ganzes entstehen. Keiner der einzelnen Ergebnisse kann ohne Betrachtung des gesamten Systems und kritischer Betrachtung als aussagekräftig gewertet werden. Erst in Kombination der einzelnen Fragmente entsteht ein Gesamtbild.



10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: TEN – Achse Nummer 1 Berlin-Verona / Mailand-Bologna-	2
Abbildung 2: System des Brenner Basistunnels [3].....	3
Abbildung 3: Tektonische Übersichtskarte des westlichen Tauernfensters [15].....	4
Abbildung 4: vereinfachter geologischer Längsschnitt der BBT Oströhre,.....	6
Abbildung 5: Erkundungsstollen Aicha-Mauls [3]	8
Abbildung 6: Erkundungsstollen Innsbruck – Ahrental, Zufahrtstunnel Ahrental [3] .	8
Abbildung 7: Kennlinienverfahren mit Gebirgskennlinie und Ausbaukennlinie.....	9
Abbildung 8: Mohr-Coulomb` sches Bruchkriterium [6].....	11
Abbildung 9: Reduzierung des Ausbaustützdruckes [7] [20]	12
Abbildung 10: Linear-elastisch ideal-plastisches Materialverhalten [17]	13
Abbildung 11: Rechenmodell RocScience Phase2.....	14
Abbildung 12: Messquerschnitt in der Datenbank 2DOC [5]	15
Abbildung 13: EKS Bereich Innsbruck [3].....	16
Abbildung 14: Radialverschiebung im EKS Innsbruck-Ahrental	16
Abbildung 15: mittlere Radialverformung und Überlagerung, QI+II.....	17
Abbildung 16: Radialverschiebungen, Messquerschnitt I, TM 2088,00 [5] [A1]	18
Abbildung 17: QI, Vektordarstellung mit geol. Ortsbrustaufnahme [5][A1].....	18
Abbildung 18: Radialverschiebungen, Messquerschnitt II, TM 3092,00 [5] [A2] ...	19
Abbildung 19: QII, Vektordarstellung mit geol. Ortsbrustaufnahme [5][A2]	19
Abbildung 20: geologische Ortsbrustaufnahme QI 2088,00 [A3].....	21
Abbildung 21: geologische Ortsbrustaufnahme QII 3092,00 [A3].....	22
Abbildung 22: Spritzbetonstärkenmessung Profilbereich 2099,00 [A7]	23
Abbildung 23: Spritzbetonstärkenmessung Profilbereich 3126,00 [A8]	24
Abbildung 24: Regelprofil „ebene Sohle“ EKS Innsbruck-Ahrental [4]	25
Abbildung 25: Berechnungsquerschnitt.....	26
Abbildung 26: Berechnungsquerschnitt mit umschreibenden Radius.....	26
Abbildung 27: Radialverformungsverlauf QI und QII nach Vlachopoulos.....	28
Abbildung 28: QI, kombinierter Radialverformungsverlauf	30
Abbildung 29: Verformungsverlauf QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 35 h bzw. 2 D..	31
Abbildung 30: Verformungsverlauf QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 28 Tagen	32
Abbildung 31: zeitlicher Verformungsverlauf im Querschnitt QI	32
Abbildung 32: QII, kombinierter Radialverformungsverlauf.....	34
Abbildung 33: Verformungsverlauf QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 35 h bzw. 2 D.	34
Abbildung 34: Verformungsverlauf QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem} nach 28 Tagen	35
Abbildung 35: zeitlicher Verformungsverlauf im Querschnitt QII	35
Abbildung 36: Berechnung des Verformungsverlaufes, Plaxis 3D, [21]	36
Abbildung 37: E-Modulentwicklung, CEB-FIB ¹⁴ und vermuteter Verlauf [14]	42
Abbildung 38: Druckfestigkeitsentwicklung, CEB-FIB ¹⁴ + vermuteter Verlauf [14]	43
Abbildung 39: „passiver“ Ansatz zur Erhöhung der Kohäsion [12].....	45
Abbildung 40: QI, prognostizierte Gebirgskennlinien, Geoteam.....	49
Abbildung 41: reale Gebirgskennlinie für QI, 35h	49
Abbildung 42: reale Gebirgskennlinie für QI, 28 Tage	50
Abbildung 43: QI, Kennlinien nach 35 Stunden und 28 Tage	51
Abbildung 44: reale Gebirgskennlinie QI, 35h, linker Ulm	52

<i>Abbildung 45: Gebirgskennlinien QI, 35h, rechter Ulm, A=0 und A=1</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 46: Gebirgskennlinien QI, 35h, Firste, A=0 und A=1</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 47: QI, Gebirgskennlinie verschmiert, linker + rechter Ulm, Firste</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 48: Gebirgskennlinie für Q II, 35h, A=0 und A=1</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 49: Gebirgskennlinie für Q II, 28 Tagen, A=0 und A=1</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 50: QII, Kennlinien nach 35 Stunden und 28 Tage</i>	<i>58</i>
<i>Abbildung 51: QI, Gebirgskennlinie mit angepassten und umschreibenden Radius</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 52: QII, Gebirgskennlinie mit angepassten + umschreibenden Radius .</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 53: Abhängigkeit der Endverformung vom E-Modul</i>	<i>63</i>
<i>Abbildung 54: Abhängigkeit der Endverformung von der Kohäsion</i>	<i>64</i>
<i>Abbildung 55: Abhängigkeit der Endverformung vom Reibungswinkel</i>	<i>64</i>
<i>Abbildung 56: Gebirgskennlinie, Ausbaukennlinie, rel. plastischer Radius [13]</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 57: Bandbreite Gebirgsparameter in inhomogenen Bereichen</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 58: Bandbreite Gebirgsparameter in homogenen Bereichen</i>	<i>67</i>
<i>Abbildung 59: QII, Berechnungsmodell mit Störungssystem</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 60: Darstellung der berechneten Verformungen im QI</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 61: möglicher geotechnischer Messquerschnitt [23]</i>	<i>74</i>

11 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Radialverschiebungen, QI+II [5] [A1][A2].....</i>	20
<i>Tabelle 2: prognostizierte Gebirgsparameter, Geoteam [A16]</i>	28
<i>Tabelle 3: Vortriebsdokumentation Vortriebsbereich QI [A9].....</i>	29
<i>Tabelle 4: Vortriebsdokumentation Vortriebsbereich QII [A10].....</i>	33
<i>Tabelle 5: QI, Verhältnis u_0 zu u_{gem}</i>	37
<i>Tabelle 6: QII, Verhältnis u_0 zu u_{gem}.....</i>	37
<i>Tabelle 7: QI und QII, u_0 und u_{gem} nach 35 Stunden</i>	38
<i>Tabelle 8: QI und QII, u_0 und u_{gem} nach 28 Tagen</i>	38
<i>Tabelle 9: Versuchsergebnisse Spritzbeton [A11][A12][A13][A14].....</i>	39
<i>Tabelle 10: Ausbaustützdruck durch Spritzbeton nach 28 Tagen.....</i>	40
<i>Tabelle 11: Festigkeitsparameter des Spritzbetons, [A11][A12][A15].....</i>	41
<i>Tabelle 12: Ausbaustützdruck durch Spritzbeton nach 35 Stunden.....</i>	43
<i>Tabelle 13: Ausbaustützdruck durch Gitterbögen.....</i>	44
<i>Tabelle 14: Ausbaustützdruck nach 35 Stunden</i>	46
<i>Tabelle 15: Ausbaustützdruck nach 28 Tagen</i>	46
<i>Tabelle 16: progn. Parameter für die Störzone SZ-IQP-AS, Geoteam [A16].....</i>	48
<i>Tabelle 17: rückgerechnete Gebirgskennwerte QI, 35h, A=0 und A=1.....</i>	50
<i>Tabelle 18: rückgerechnete Gebirgskennwerte QI, 28 Tage, A=0 und A=1.....</i>	51
<i>Tabelle 19: QI, Ausbaustützdruck in den drei Messpunkten, nach 35 Stunden</i>	52
<i>Tabelle 20: Gebirgskennwerte QI, 35h, linker Ulm, A=0 und A=1</i>	53
<i>Tabelle 21: Gebirgskennwerte QI, 35h, rechter Ulm, A=0 und A=1</i>	53
<i>Tabelle 22: Gebirgskennwerte QI, 35h, Firste, A=0 und A=1</i>	54
<i>Tabelle 23: Gebirgskennwerte QII, 35h, progn., A=0 und A=1</i>	56
<i>Tabelle 24: Gebirgskennwerte QII, 28 Tage, progn., A=0 und A=1</i>	57
<i>Tabelle 25: progn. (Geoteam [A16]) und rückgerechnete Gebirgsparameter, QI..</i>	68
<i>Tabelle 26: rückgerechnete Gebirgsparameter, 3 Messpunkte</i>	68
<i>Tabelle 27: prognostizierte und rückgerechnete Gebirgsparameter, QII</i>	69

12 Gleichungsverzeichnis

<i>Gleichung 1: plastischer Radius nach Sulem/Panet [20]</i>	<i>12</i>
<i>Gleichung 2: radiale Hohlraumverschiebung nach Sulem/Panet [20]</i>	<i>13</i>
<i>Gleichung 3: Radialverschiebung nach Vlachopoulos – vor der Ortsbrust [7][11] .</i>	<i>27</i>
<i>Gleichung 4: Radialverschiebung nach Vlachopoulos - an der Ortsbrust [7][11]...</i>	<i>27</i>
<i>Gleichung 5: Radialverschiebung Vlachopoulos – hinter der Ortsbrust [7][11]</i>	<i>27</i>
<i>Gleichung 6: Radialverschiebung nach Vlachopoulos – Rechenbeiwerte [7][11] ...</i>	<i>28</i>
<i>Gleichung 7: maximaler Ausbaustützdruck Spritzbeton [7][12]</i>	<i>40</i>
<i>Gleichung 8: zeitliche E-Modulentwicklung, CEB-FIB¹⁴ aus Aldrian [7][12][14]</i>	<i>41</i>
<i>Gleichung 9: Druckfestigkeitsentwicklung, CEB-FIB¹⁴ aus Aldrian [7][12][14].....</i>	<i>42</i>
<i>Gleichung 10: Kesselformel.....</i>	<i>44</i>
<i>Gleichung 11: Kohäsionserhöhung durch Ankerung [7][12]</i>	<i>45</i>
<i>Gleichung 12: Ausbaustützdruck durch Ankerung [7][12].....</i>	<i>45</i>
<i>Gleichung 13: Erhöhung der Gebirgsdruckfestigkeit durch Ankerung [7][12].....</i>	<i>45</i>
<i>Gleichung 14: plastische Radius nach Sulem/Panet [20].....</i>	<i>61</i>
<i>Gleichung 15: radiale Hohlraumverschiebung nach Sulem /Panet [20]</i>	<i>61</i>
<i>Gleichung 16: passiver Seitendruckbeiwert [12].....</i>	<i>62</i>
<i>Gleichung 17: einaxiale Druckfestigkeit [12].....</i>	<i>62</i>
<i>Gleichung 18: Schubmodul [12]</i>	<i>62</i>
<i>Gleichung 19: Vorverformung zur maximalen Verschiebung nach Hoek [19]</i>	<i>65</i>
<i>Gleichung 20: relativer plastischer Radius nach Hoek [19].....</i>	<i>65</i>

13 Quellenverzeichnis

- [1] Brandner, R. et al.: Überblick zu den Ergebnissen der geologische Vorerkundung für den Brenner-Basistunnel, in: Geo.Alp, Vol.5, S.165-174, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck; (2008)
- [2] Burger, U. et al.: Brenner Basistunnel – Untersuchungskonzept und Erkundungsmaßnahmen, BBT-Symposium, S.183-192, BBT SE; (2007)
- [3] <http://www.bbt-se.com/> Stand: 11.12.2012
- [4] BBT Plan / B0054-00071, EKS Innsbruck Ahrental Regelprofil, Typ CSS ebene Sohle, Pilser, G. & Ruzek, J.; ILF, STRABAG, PORR; (2010)
- [5] 2DOC Tunnelmanagement system, Version 2.82.3 (2DOC Audience)), Licensed to BBT SE, Pöyry Infra GmbH Austria;
- [6] TU Graz: Felsmechanik und Tunnelbau, Skriptum; Stand 20.02.2007
- [7] Gschwandter, G.: Analytische Berechnungsansätze zum Kennlinienverfahren, Diplomarbeit; Institut für Rohstoffingenieurwesen am Lehrstuhl für Subsurface Engineering; Montanuniversität Leoben; (2010)
- [8] Prinz, H.: Abriß der Ingenieurgeologie, 3.Auflage, Enke Verlag, Stuttgart; (1997)
- [9] TU München, Zentrum für Geotechnik: Statik von Tunnelbauwerken, Skriptum; Stand 25.05.2009
- [10] Lombardi, G.: Zur Bemessung der Tunnelauskleidung mit Berücksichtigung des Bauvorganges, Schweizerische Bauzeitung Vol.89, 793-801; (1971)
- [11] Vlachopoulos N., Diederichs M.S.: Improved Longitudinal Displacement Profiles for Convergence Confinement Analysis of Deep Tunnels, Rock Mechanics and Rock Engineering Vol.42, S.131-146; (2009)
- [12] MU Leoben: Bemessung von Untertagebauwerken, Lernbehelf SS 2007
- [13] Schubert, P. et.al.: Geomechanischer Wissenszuwachs durch den Erkundungstunnel Paierdorf im Abschnitt der Lavanttaler Hauptstörungszone, Geomechanics and Tunneling 3, No.2, 163-173; (2010)
- [14] Aldrian W.: Beitrag zum Materialverhalten von früh belastetem Spritzbeton; Dissertation; Institut für Geomechanik, Tunnelbau und Konstruktiven Tiefbau; Montanuniversität Leoben; (1991) *zitiert aus* [7]
- [15] <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/verfahren/bbt/bbt3/>, Technischer Bericht, Geologie Geologisches Modell; Stand 13.09.2012
- [16] <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/verfahren/bbt/bbt3/>, Techn. Bericht, Gebirgsarten, -verhaltenstypen, Störzone - Entwässerungsstollen; Stand 13.09.2012

- [17] Hoek E.: Practical Rock Engineering, März 2008;
http://www.rocscience.com/hoek/corner/Practical_Rock_Engineering.pdf;
Stand 02.10.2012
- [18] Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik: ÖVBB - Richtlinie
Spritzbeton, Wien; Dezember 2009
- [19] Hoek E. et al.: Kersten Lecture: Integration of geotechnical and structural
design in tunneling; Proceedings University of Minnesota, 56th Annual
Geotechnical Engineering Conference , 1-53; (2008)
- [20] Sulem, J. et al.: An Analytical Solution for Time-dependent Displacements in a
Circular Tunnel, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science &
Geomechanics Abstract Vol. 24, No. 3, 155-164; (1987)
- [21] Weifner, T.: BBT-SE interne Berechnungen mit Plaxis 3D Version 2012; (2012)
- [22] <http://www.geodata.at/> Stand 18.12.2012
- [23] Montanuniversität Leoben: Geotechnische Messverfahren und Gerätekunde, LV
340.004; Lernbehelf WS 2009/10
- [24] <http://www.3-g.at/geofit/>; Stand 19.12.2012
- [25] Schmitt, J.; Stahlmann, J.: Vergleichende Berechnungen zur Bemessung von
Schildvortriebsmaschinen, Tunnel 2/2007, 40-49; (2007)

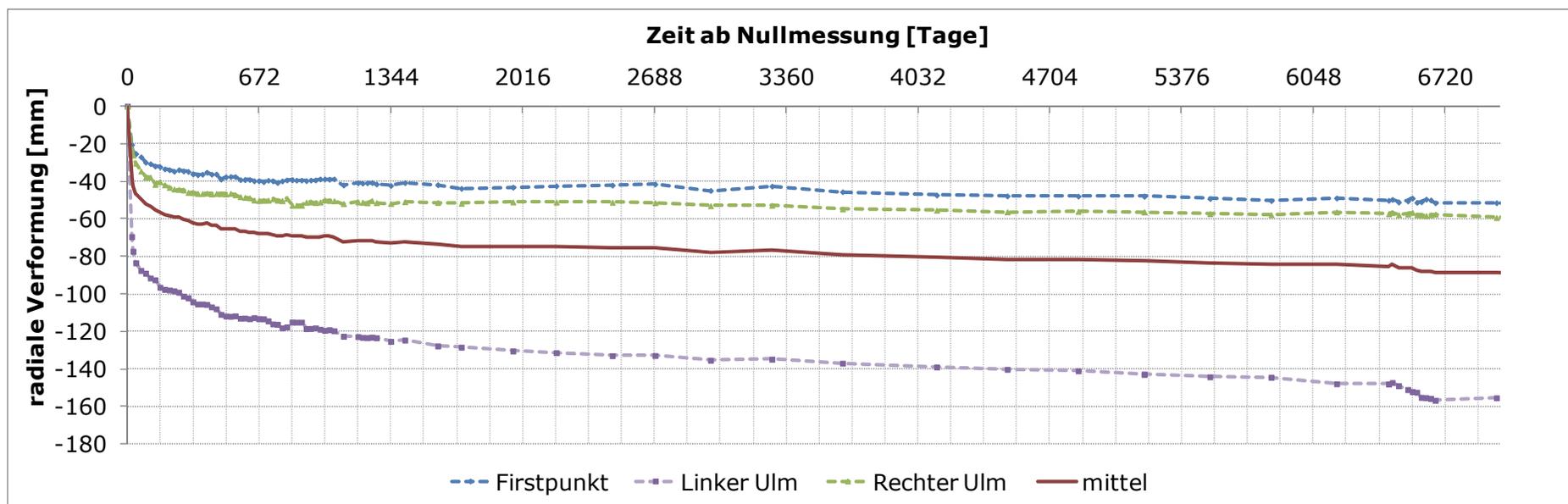
14 Anhangsverzeichnis

- [A1] Verformungen QI- TM 2088,00
- [A2] Verformungen QII TM 3092,00
- [A3] Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht 2088,00
- [A4] Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht 3092,5
- [A5] Ausbaufestlegung CSS 36 TM 2082,3 – 2096,6
- [A6] Ausbaufestlegung CSS 46 TM 3068,78 – 3106,10
- [A7] Spritzbetonstärkenmessung_0059_CSS Bereich QI
- [A8] Spritzbetonstärkenmessung_0086_CSS Bereich QII
- [A9] Vortriebsdokumentation – Sprengzeiten Bereich QI
- [A10] Vortriebsdokumentation – Sprengzeiten Bereich QII
- [A11] Konformitätsprüfung Spritzbeton Bereich QI
- [A12] Konformitätsprüfung Spritzbeton Bereich QII
- [A13] Erstprüfung Spritzbeton und Ausgangsstoffe
- [A14] Identitätsprüfung Mischgut/Spritzbeton
- [A15] Prüfung des statischen Elastizitätsmodules
- [A16] Technischer Bericht G1.2b-06; Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen, Störzone-Entwässerungsstollen
- [A17] Analysis Information Report Phase² - QI-2088

[A1] Verformungen QI- TM 2088,00

Querschnitt 2088,00											
Firstpunkt	1	10.02.2011 11:00	0	Linker Ulm	1	10.02.2011 11:00	0	Rechter Ulm	1	10.02.2011 11:00	0
Firstpunkt	2	11.02.2011 09:00	-20,496	Linker Ulm	2	11.02.2011 09:00	-69,529	Rechter Ulm	2	11.02.2011 09:00	-22,649
Firstpunkt	3	11.02.2011 16:00	-24,255	Linker Ulm	3	11.02.2011 16:00	-77,363	Rechter Ulm	3	11.02.2011 16:00	-26,108
Firstpunkt	4	12.02.2011 06:00	-25,316	Linker Ulm	4	12.02.2011 06:00	-83,466	Rechter Ulm	4	12.02.2011 06:00	-30,366
Firstpunkt	5	13.02.2011 08:00	-26,993	Linker Ulm	5	13.02.2011 08:00	-87,531	Rechter Ulm	5	13.02.2011 08:00	-34,616
Firstpunkt	6	14.02.2011 08:00	-29,907	Linker Ulm	6	14.02.2011 08:00	-89,001	Rechter Ulm	6	14.02.2011 08:00	-37,853
Firstpunkt	7	15.02.2011 08:00	-30,648	Linker Ulm	7	15.02.2011 08:00	-91,536	Rechter Ulm	7	15.02.2011 08:00	-37,828
Firstpunkt	8	16.02.2011 08:00	-31,901	Linker Ulm	8	16.02.2011 08:00	-92,475	Rechter Ulm	8	16.02.2011 08:00	-41,689
Firstpunkt	9	17.02.2011 09:00	-32,273	Linker Ulm	9	17.02.2011 09:00	-96,497	Rechter Ulm	9	17.02.2011 09:00	-40,306
Firstpunkt	10	18.02.2011 09:00	-33,424	Linker Ulm	10	18.02.2011 09:00	-97,62	Rechter Ulm	10	18.02.2011 09:00	-41,961
Firstpunkt	11	19.02.2011 09:00	-33,894	Linker Ulm	11	19.02.2011 09:00	-97,928	Rechter Ulm	11	19.02.2011 09:00	-43,311
Firstpunkt	12	20.02.2011 09:00	-34,692	Linker Ulm	12	20.02.2011 09:00	-98,427	Rechter Ulm	12	20.02.2011 09:00	-44,197
Firstpunkt	13	21.02.2011 09:00	-33,896	Linker Ulm	13	21.02.2011 09:00	-99,142	Rechter Ulm	13	21.02.2011 09:00	-44,371
Firstpunkt	14	22.02.2011 09:00	-34,557	Linker Ulm	14	22.02.2011 09:00	-101,217	Rechter Ulm	14	22.02.2011 09:00	-44,704
Firstpunkt	15	23.02.2011 09:00	-34,823	Linker Ulm	15	23.02.2011 09:00	-102,127	Rechter Ulm	15	23.02.2011 09:00	-45,988
Firstpunkt	16	24.02.2011 09:00	-36,14	Linker Ulm	16	24.02.2011 09:00	-104,237	Rechter Ulm	16	24.02.2011 09:00	-46,084
Firstpunkt	17	25.02.2011 09:00	-36,562	Linker Ulm	17	25.02.2011 09:00	-105,442	Rechter Ulm	17	25.02.2011 09:00	-46,566
Firstpunkt	18	26.02.2011 09:00	-36,276	Linker Ulm	18	26.02.2011 09:00	-105,432	Rechter Ulm	18	26.02.2011 09:00	-46,561
Firstpunkt	19	27.02.2011 08:00	-35,242	Linker Ulm	19	27.02.2011 08:00	-105,622	Rechter Ulm	19	27.02.2011 08:00	-46,402
Firstpunkt	20	28.02.2011 08:00	-36,262	Linker Ulm	20	28.02.2011 08:00	-106,94	Rechter Ulm	20	28.02.2011 08:00	-46,821
Firstpunkt	21	01.03.2011 08:00	-36,182	Linker Ulm	21	01.03.2011 08:00	-107,949	Rechter Ulm	21	01.03.2011 08:00	-46,561
Firstpunkt	22	02.03.2011 08:00	-38,922	Linker Ulm	22	02.03.2011 08:00	-110,925	Rechter Ulm	22	02.03.2011 08:00	-46,662
Firstpunkt	23	03.03.2011 09:00	-37,668	Linker Ulm	23	03.03.2011 09:00	-111,821	Rechter Ulm	23	03.03.2011 09:00	-46,806
Firstpunkt	24	04.03.2011 09:00	-37,52	Linker Ulm	24	04.03.2011 09:00	-111,949	Rechter Ulm	24	04.03.2011 09:00	-46,49
Firstpunkt	25	05.03.2011 09:00	-37,55	Linker Ulm	25	05.03.2011 09:00	-111,732	Rechter Ulm	25	05.03.2011 09:00	-47,257
Firstpunkt	26	06.03.2011 11:00	-39,178	Linker Ulm	26	06.03.2011 11:00	-112,97	Rechter Ulm	26	06.03.2011 11:00	-48,271
Firstpunkt	27	07.03.2011 10:00	-39,182	Linker Ulm	27	07.03.2011 10:00	-112,92	Rechter Ulm	27	07.03.2011 10:00	-48,625
Firstpunkt	28	08.03.2011 10:00	-39,152	Linker Ulm	28	08.03.2011 10:00	-113,26	Rechter Ulm	28	08.03.2011 10:00	-48,86
Firstpunkt	29	09.03.2011 09:00	-39,769	Linker Ulm	29	09.03.2011 09:00	-112,68	Rechter Ulm	29	09.03.2011 09:00	-50,079
Firstpunkt	30	10.03.2011 09:00	-39,81	Linker Ulm	30	10.03.2011 09:00	-113,233	Rechter Ulm	30	10.03.2011 09:00	-50,255
Firstpunkt	31	11.03.2011 09:00	-40,303	Linker Ulm	31	11.03.2011 09:00	-113,302	Rechter Ulm	31	11.03.2011 09:00	-50,248
Firstpunkt	32	12.03.2011 09:00	-39,516	Linker Ulm	32	12.03.2011 09:00	-114,401	Rechter Ulm	32	12.03.2011 09:00	-50,109
Firstpunkt	33	13.03.2011 09:00	-39,842	Linker Ulm	33	13.03.2011 09:00	-116,049	Rechter Ulm	33	13.03.2011 09:00	-49,351
Firstpunkt	34	14.03.2011 08:00	-40,718	Linker Ulm	34	14.03.2011 08:00	-116,205	Rechter Ulm	34	14.03.2011 08:00	-50,152
Firstpunkt	35	15.03.2011 08:00	-39,865	Linker Ulm	35	15.03.2011 08:00	-118,125	Rechter Ulm	35	15.03.2011 08:00	-50,391
Firstpunkt	36	16.03.2011 08:00	-39,326	Linker Ulm	36	16.03.2011 08:00	-117,611	Rechter Ulm	36	16.03.2011 08:00	-49,149
Firstpunkt	37	17.03.2011 11:00	-39,236	Linker Ulm	37	17.03.2011 11:00	-115,058	Rechter Ulm	37	17.03.2011 11:00	-52,834
Firstpunkt	38	18.03.2011 09:00	-39,446	Linker Ulm	38	18.03.2011 09:00	-115,072	Rechter Ulm	38	18.03.2011 09:00	-52,817
Firstpunkt	39	19.03.2011 11:00	-39,446	Linker Ulm	39	19.03.2011 11:00	-115,072	Rechter Ulm	39	19.03.2011 11:00	-52,817
Firstpunkt	40	20.03.2011 11:00	-39,726	Linker Ulm	40	20.03.2011 11:00	-118,534	Rechter Ulm	40	20.03.2011 11:00	-51,209
Firstpunkt	41	21.03.2011 10:00	-39,378	Linker Ulm	41	21.03.2011 10:00	-118,464	Rechter Ulm	41	21.03.2011 10:00	-51,057
Firstpunkt	42	22.03.2011 10:00	-39,335	Linker Ulm	42	22.03.2011 10:00	-118,114	Rechter Ulm	42	22.03.2011 10:00	-51,401
Firstpunkt	43	23.03.2011 10:00	-38,817	Linker Ulm	43	23.03.2011 10:00	-118,845	Rechter Ulm	43	23.03.2011 10:00	-51,136
Firstpunkt	44	24.03.2011 09:00	-38,769	Linker Ulm	44	24.03.2011 09:00	-119,431	Rechter Ulm	44	24.03.2011 09:00	-49,987
Firstpunkt	45	25.03.2011 09:00	-38,967	Linker Ulm	45	25.03.2011 09:00	-119,108	Rechter Ulm	45	25.03.2011 09:00	-50,293
Firstpunkt	46	26.03.2011 09:00	-38,792	Linker Ulm	46	26.03.2011 09:00	-119,655	Rechter Ulm	46	26.03.2011 09:00	-50,427
Firstpunkt	47	28.03.2011 09:00	-42,02	Linker Ulm	47	28.03.2011 09:00	-122,603	Rechter Ulm	47	28.03.2011 09:00	-51,927
Firstpunkt	48	31.03.2011 11:00	-40,852	Linker Ulm	48	31.03.2011 11:00	-122,772	Rechter Ulm	48	31.03.2011 11:00	-51,109
Firstpunkt	49	01.04.2011 10:00	-41,033	Linker Ulm	49	01.04.2011 10:00	-123,229	Rechter Ulm	49	01.04.2011 10:00	-51,26
Firstpunkt	50	02.04.2011 10:00	-40,86	Linker Ulm	50	02.04.2011 10:00	-123,326	Rechter Ulm	50	02.04.2011 10:00	-51,541
Firstpunkt	51	03.04.2011 10:00	-40,724	Linker Ulm	51	03.04.2011 10:00	-123,121	Rechter Ulm	51	03.04.2011 10:00	-50,353
Firstpunkt	52	04.04.2011 09:00	-41,499	Linker Ulm	52	04.04.2011 09:00	-123,411	Rechter Ulm	52	04.04.2011 09:00	-51,416
Firstpunkt	53	07.04.2011 10:00	-42,294	Linker Ulm	53	07.04.2011 10:00	-125,344	Rechter Ulm	53	07.04.2011 10:00	-51,89
Firstpunkt	54	10.04.2011 10:00	-40,771	Linker Ulm	54	10.04.2011 10:00	-124,638	Rechter Ulm	54	10.04.2011 10:00	-50,951
Firstpunkt	55	17.04.2011 10:00	-41,87	Linker Ulm	55	17.04.2011 10:00	-127,767	Rechter Ulm	55	17.04.2011 10:00	-51,3
Firstpunkt	56	22.04.2011 10:00	-43,814	Linker Ulm	56	22.04.2011 10:00	-128,421	Rechter Ulm	56	22.04.2011 10:00	-51,772
Firstpunkt	57	03.05.2011 09:00	-43,175	Linker Ulm	57	03.05.2011 09:00	-130,442	Rechter Ulm	57	03.05.2011 09:00	-51,064
Firstpunkt	58	12.05.2011 14:00	-42,461	Linker Ulm	58	12.05.2011 14:00	-131,354	Rechter Ulm	58	12.05.2011 14:00	-51,151
Firstpunkt	59	24.05.2011 12:00	-42,094	Linker Ulm	59	24.05.2011 12:00	-132,98	Rechter Ulm	59	24.05.2011 12:00	-51,204
Firstpunkt	60	02.06.2011 14:00	-41,516	Linker Ulm	60	02.06.2011 14:00	-132,863	Rechter Ulm	60	02.06.2011 14:00	-51,446
Firstpunkt	61	14.06.2011 09:00	-44,951	Linker Ulm	61	14.06.2011 09:00	-135,421	Rechter Ulm	61	14.06.2011 09:00	-53,08
Firstpunkt	62	27.06.2011 10:00	-42,61	Linker Ulm	62	27.06.2011 10:00	-134,816	Rechter Ulm	62	27.06.2011 10:00	-52,841
Firstpunkt	63	12.07.2011 10:00	-45,619	Linker Ulm	63	12.07.2011 10:00	-136,964	Rechter Ulm	63	12.07.2011 10:00	-54,757
Firstpunkt	64	01.08.2011 10:00	-47,377	Linker Ulm	64	01.08.2011 10:00	-138,965	Rechter Ulm	64	01.08.2011 10:00	-55,464
Firstpunkt	65	16.08.2011 10:00	-47,831	Linker Ulm	65	16.08.2011 10:00	-140,208	Rechter Ulm	65	16.08.2011 10:00	-56,318
Firstpunkt	66	31.08.2011 12:00	-47,949	Linker Ulm	66	31.08.2011 12:00	-141,007	Rechter Ulm	66	31.08.2011 12:00	-56,127
Firstpunkt	67	14.09.2011 12:00	-47,952	Linker Ulm	67	14.09.2011 12:00	-142,835	Rechter Ulm	67	14.09.2011 12:00	-56,422
Firstpunkt	68	14.09.2011 13:00	-47,952	Linker Ulm	68	14.09.2011 13:00	-142,835	Rechter Ulm	68	14.09.2011 13:00	-56,422
Firstpunkt	69	28.09.2011 12:00	-49,244	Linker Ulm	69	28.09.2011 12:00	-144,22	Rechter Ulm	69	28.09.2011 12:00	-57,303
Firstpunkt	70	11.10.2011 12:00	-50,351	Linker Ulm	70	11.10.2011 12:00	-144,469	Rechter Ulm	70	11.10.2011 12:00	-57,873
Firstpunkt	71	25.10.2011 10:00	-48,965	Linker Ulm	71	25.10.2011 10:00	-147,93	Rechter Ulm	71	25.10.2011 10:00	-56,356
Firstpunkt	72	05.11.2011 11:00	-50,22	Linker Ulm	72	05.11.2011 11:00	-148,018	Rechter Ulm	72	05.11.2011 11:00	-57,404
Firstpunkt	73	06.11.2011 06:00	-49,699	Linker Ulm	73	06.11.2011 06:00	-147,287	Rechter Ulm	73	06.11.2011 06:00	-56,69
Firstpunkt	74	07.11.2011 14:00	-51,14	Linker Ulm	74	07.11.2011 14:00	-148,912	Rechter Ulm	74	07.11.2011 14:00	-57,869
Firstpunkt	75	09.11.2011 13:00	-50,515	Linker Ulm	75	09.11.2011 13:00	-151,015	Rechter Ulm	75	09.11.2011 13:00	-57,526
Firstpunkt	76	10.11.2011 12:00	-49,001	Linker Ulm	76	10.11.2011 12:00	-152,102	Rechter Ulm	76	10.11.2011 12:00	-56,614
Firstpunkt	77	11.11.2011 11:00	-51,254	Linker Ulm	77	11.11.2011 11:00	-152,422	Rechter Ulm	77	11.11.2011 11:00	-57,944
Firstpunkt	78	12.11.2011 10:00	-50,951	Linker Ulm	78	12.11.2011 10:00	-155,147	Rechter Ulm	78	12.11.2011 10:00	-58,087
Firstpunkt	79	13.11.2011 10:00	-49,57	Linker Ulm	79	13.11.2011 10:00	-155,363	Rechter Ulm	79	13.11.2011 10:00	-58,371
Firstpunkt	80	14.11.2011 10:00	-50,001	Linker Ulm	80	14.11.2011 10:00	-155,733	Rechter Ulm	80	14.11.2011 10:00	-57,953
Firstpunkt	81	15.11.2011 09:00	-51,505	Linker Ulm	81	15.11.2011 09:00	-156,802	Rechter Ulm	81	15.11.2011 09:00	-57,581
Firstpunkt	82	28.11.2011 09:00	-51,443	Linker Ulm	82	28.11.2011 09:00	-155,41	Rechter Ulm	82	28.11.2011 09:00	-59,379
Firstpunkt	83	06.12.2011 10:00	-52,174	Linker Ulm	83	06.12.2011 10:00	-155,877	Rechter Ulm	83	06.12.2011 10:00	-59,674
Firstpunkt	84	10.12.2011									

Firstpunkt	1	0,00	0	Linker Ulm	1	0,00	0	Rechter Ulm	1	0,00	0
Firstpunkt	2	22,00	-20,496	Linker Ulm	2	22,00	-69,529	Rechter Ulm	2	22,00	-22,649
Firstpunkt	3	29,00	-24,255	Linker Ulm	3	29,00	-77,363	Rechter Ulm	3	29,00	-26,108
Firstpunkt	4	43,00	-25,316	Linker Ulm	4	43,00	-83,466	Rechter Ulm	4	43,00	-30,366
Firstpunkt	5	69,00	-26,993	Linker Ulm	5	69,00	-87,531	Rechter Ulm	5	69,00	-34,616
Firstpunkt	6	93,00	-29,907	Linker Ulm	6	93,00	-89,001	Rechter Ulm	6	93,00	-37,853
Firstpunkt	7	117,00	-30,648	Linker Ulm	7	117,00	-91,536	Rechter Ulm	7	117,00	-37,828
Firstpunkt	8	141,00	-31,901	Linker Ulm	8	141,00	-92,475	Rechter Ulm	8	141,00	-41,689
Firstpunkt	9	166,00	-32,273	Linker Ulm	9	166,00	-96,497	Rechter Ulm	9	166,00	-40,306
Firstpunkt	10	190,00	-33,424	Linker Ulm	10	190,00	-97,62	Rechter Ulm	10	190,00	-41,961
Firstpunkt	11	214,00	-33,894	Linker Ulm	11	214,00	-97,928	Rechter Ulm	11	214,00	-43,311
Firstpunkt	12	238,00	-34,692	Linker Ulm	12	238,00	-98,427	Rechter Ulm	12	238,00	-44,197
Firstpunkt	13	262,00	-33,896	Linker Ulm	13	262,00	-99,142	Rechter Ulm	13	262,00	-44,371
Firstpunkt	14	286,00	-34,557	Linker Ulm	14	286,00	-101,217	Rechter Ulm	14	286,00	-44,704
Firstpunkt	15	310,00	-34,823	Linker Ulm	15	310,00	-102,127	Rechter Ulm	15	310,00	-45,988
Firstpunkt	16	334,00	-36,14	Linker Ulm	16	334,00	-104,237	Rechter Ulm	16	334,00	-46,084
Firstpunkt	17	358,00	-36,562	Linker Ulm	17	358,00	-105,442	Rechter Ulm	17	358,00	-46,566
Firstpunkt	18	382,00	-36,276	Linker Ulm	18	382,00	-105,432	Rechter Ulm	18	382,00	-46,561
Firstpunkt	19	405,00	-35,242	Linker Ulm	19	405,00	-105,622	Rechter Ulm	19	405,00	-46,402
Firstpunkt	20	429,00	-36,262	Linker Ulm	20	429,00	-106,94	Rechter Ulm	20	429,00	-46,821
Firstpunkt	21	453,00	-36,182	Linker Ulm	21	453,00	-107,949	Rechter Ulm	21	453,00	-46,561
Firstpunkt	22	477,00	-38,922	Linker Ulm	22	477,00	-110,925	Rechter Ulm	22	477,00	-46,662
Firstpunkt	23	502,00	-37,668	Linker Ulm	23	502,00	-111,821	Rechter Ulm	23	502,00	-46,806
Firstpunkt	24	526,00	-37,52	Linker Ulm	24	526,00	-111,949	Rechter Ulm	24	526,00	-46,49
Firstpunkt	25	550,00	-37,55	Linker Ulm	25	550,00	-111,732	Rechter Ulm	25	550,00	-47,257
Firstpunkt	26	576,00	-39,178	Linker Ulm	26	576,00	-112,97	Rechter Ulm	26	576,00	-48,271
Firstpunkt	27	599,00	-39,182	Linker Ulm	27	599,00	-112,92	Rechter Ulm	27	599,00	-48,625
Firstpunkt	28	623,00	-39,152	Linker Ulm	28	623,00	-113,26	Rechter Ulm	28	623,00	-48,86
Firstpunkt	29	646,00	-39,769	Linker Ulm	29	646,00	-112,68	Rechter Ulm	29	646,00	-50,079
Firstpunkt	30	670,00	-39,81	Linker Ulm	30	670,00	-113,233	Rechter Ulm	30	670,00	-50,255
Firstpunkt	31	694,00	-40,303	Linker Ulm	31	694,00	-113,302	Rechter Ulm	31	694,00	-50,248
Firstpunkt	32	718,00	-39,516	Linker Ulm	32	718,00	-114,401	Rechter Ulm	32	718,00	-50,109
Firstpunkt	33	742,00	-39,842	Linker Ulm	33	742,00	-116,049	Rechter Ulm	33	742,00	-49,351
Firstpunkt	34	765,00	-40,718	Linker Ulm	34	765,00	-116,205	Rechter Ulm	34	765,00	-50,152
Firstpunkt	35	789,00	-39,865	Linker Ulm	35	789,00	-118,125	Rechter Ulm	35	789,00	-50,391
Firstpunkt	36	813,00	-39,326	Linker Ulm	36	813,00	-117,611	Rechter Ulm	36	813,00	-49,149
Firstpunkt	37	840,00	-39,236	Linker Ulm	37	840,00	-115,058	Rechter Ulm	37	840,00	-52,834
Firstpunkt	38	862,00	-39,446	Linker Ulm	38	862,00	-115,072	Rechter Ulm	38	862,00	-52,817
Firstpunkt	39	888,00	-39,446	Linker Ulm	39	888,00	-115,072	Rechter Ulm	39	888,00	-52,817
Firstpunkt	40	912,00	-39,726	Linker Ulm	40	912,00	-118,534	Rechter Ulm	40	912,00	-51,209
Firstpunkt	41	935,00	-39,378	Linker Ulm	41	935,00	-118,464	Rechter Ulm	41	935,00	-51,057
Firstpunkt	42	959,00	-39,335	Linker Ulm	42	959,00	-118,114	Rechter Ulm	42	959,00	-51,401
Firstpunkt	43	983,00	-38,817	Linker Ulm	43	983,00	-118,845	Rechter Ulm	43	983,00	-51,136
Firstpunkt	44	1006,00	-38,769	Linker Ulm	44	1006,00	-119,431	Rechter Ulm	44	1006,00	-49,987
Firstpunkt	45	1030,00	-38,967	Linker Ulm	45	1030,00	-119,108	Rechter Ulm	45	1030,00	-50,293
Firstpunkt	46	1054,00	-38,792	Linker Ulm	46	1054,00	-119,655	Rechter Ulm	46	1054,00	-50,427
Firstpunkt	47	1102,00	-42,02	Linker Ulm	47	1102,00	-122,603	Rechter Ulm	47	1102,00	-51,927
Firstpunkt	48	1176,00	-40,852	Linker Ulm	48	1176,00	-122,772	Rechter Ulm	48	1176,00	-51,109
Firstpunkt	49	1199,00	-41,033	Linker Ulm	49	1199,00	-123,229	Rechter Ulm	49	1199,00	-51,26
Firstpunkt	50	1223,00	-40,86	Linker Ulm	50	1223,00	-123,326	Rechter Ulm	50	1223,00	-51,541
Firstpunkt	51	1247,00	-40,724	Linker Ulm	51	1247,00	-123,121	Rechter Ulm	51	1247,00	-50,353
Firstpunkt	52	1270,00	-41,499	Linker Ulm	52	1270,00	-123,411	Rechter Ulm	52	1270,00	-51,416
Firstpunkt	53	1343,00	-42,294	Linker Ulm	53	1343,00	-125,344	Rechter Ulm	53	1343,00	-51,89
Firstpunkt	54	1415,00	-40,771	Linker Ulm	54	1415,00	-124,638	Rechter Ulm	54	1415,00	-50,951
Firstpunkt	55	1583,00	-41,87	Linker Ulm	55	1583,00	-127,767	Rechter Ulm	55	1583,00	-51,3
Firstpunkt	56	1703,00	-43,814	Linker Ulm	56	1703,00	-128,421	Rechter Ulm	56	1703,00	-51,772
Firstpunkt	57	1966,00	-43,175	Linker Ulm	57	1966,00	-130,442	Rechter Ulm	57	1966,00	-51,064
Firstpunkt	58	2187,00	-42,461	Linker Ulm	58	2187,00	-131,354	Rechter Ulm	58	2187,00	-51,151
Firstpunkt	59	2473,00	-42,094	Linker Ulm	59	2473,00	-132,98	Rechter Ulm	59	2473,00	-51,204
Firstpunkt	60	2691,00	-41,516	Linker Ulm	60	2691,00	-132,863	Rechter Ulm	60	2691,00	-51,446
Firstpunkt	61	2974,00	-44,951	Linker Ulm	61	2974,00	-135,421	Rechter Ulm	61	2974,00	-53,08
Firstpunkt	62	3287,00	-42,61	Linker Ulm	62	3287,00	-134,816	Rechter Ulm	62	3287,00	-52,841
Firstpunkt	63	3647,00	-45,619	Linker Ulm	63	3647,00	-136,964	Rechter Ulm	63	3647,00	-54,757
Firstpunkt	64	4127,00	-47,377	Linker Ulm	64	4127,00	-138,965	Rechter Ulm	64	4127,00	-55,464
Firstpunkt	65	4487,00	-47,831	Linker Ulm	65	4487,00	-140,208	Rechter Ulm	65	4487,00	-56,318
Firstpunkt	66	4849,00	-47,949	Linker Ulm	66	4849,00	-141,007	Rechter Ulm	66	4849,00	-56,127
Firstpunkt	67	5185,00	-47,952	Linker Ulm	67	5185,00	-142,835	Rechter Ulm	67	5185,00	-56,422
Firstpunkt	68	5186,00	-47,952	Linker Ulm	68	5186,00	-142,835	Rechter Ulm	68	5186,00	-56,422
Firstpunkt	69	5521,00	-49,244	Linker Ulm	69	5521,00	-144,22	Rechter Ulm	69	5521,00	-57,303
Firstpunkt	70	5833,00	-50,351	Linker Ulm	70	5833,00	-144,469	Rechter Ulm	70	5833,00	-57,873
Firstpunkt	71	6167,00	-48,965	Linker Ulm	71	6167,00	-147,93	Rechter Ulm	71	6167,00	-56,356
Firstpunkt	72	6432,00	-50,22	Linker Ulm	72	6432,00	-148,018	Rechter Ulm	72	6432,00	-57,404
Firstpunkt	73	6451,00	-49,699	Linker Ulm	73	6451,00	-147,287	Rechter Ulm	73	6451,00	-56,69
Firstpunkt	74	6483,00	-51,14	Linker Ulm	74	6483,00	-148,912	Rechter Ulm	74	6483,00	-57,869
Firstpunkt	75	6530,00	-50,515	Linker Ulm	75	6530,00	-151,015	Rechter Ulm	75	6530,00	-57,526
Firstpunkt	76	6553,00	-49,001	Linker Ulm	76	6553,00	-152,102	Rechter Ulm	76	6553,00	-56,614
Firstpunkt	77	6576,00	-51,254	Linker Ulm	77	6576,00	-152,422	Rechter Ulm	77	6576,00	-57,944
Firstpunkt	78	6599,00	-50,951	Linker Ulm	78	6599,00	-155,147	Rechter Ulm	78	6599,00	-58,087
Firstpunkt	79	6623,00	-49,57	Linker Ulm	79	6623,00	-155,363	Rechter Ulm	79	6623,00	-58,371
Firstpunkt	80	6647,00	-50,001	Linker Ulm	80	6647,00	-155,733	Rechter Ulm	80	6647,00	-57,953
Firstpunkt	81	6670,00	-51,505	Linker Ulm	81	6670,00	-156,802	Rechter Ulm	81	6670,00	-57,581
Firstpunkt	82	6982,00	-51,443	Linker Ulm	82	6982,00	-155,41	Rechter Ulm	82	6982,00	-59,379
Firstpunkt	83	7175,00	-52,174	Linker Ulm	83	7175,00	-155,877	Rechter Ulm	83	7175,00	-59,674
Firstpunkt	84	7271,00	-53,164	Linker Ulm	84	7271,00	-155,838	Rechter Ulm	84	7271,00	-59,389
Firstpunkt	85	7490,00	-51,698	Linker Ulm	85	7490,00	-155,183	Rechter Ulm	85	7490,00	-59,01
Firstpunkt	86	7992,00	-51,321	Linker Ulm	86	7992,00	-155,894	Rechter Ulm	86	7992,00	-58,952
Firstpunkt	87	8304,00	-52,317	Linker Ulm	87	8304,00	-155,554	Rechter Ulm	87	8304,00	-59,421
Firstpunkt	88	8450,00	-51,987	Linker Ulm	88	8450,00	-156,902	Rechter Ulm	88	8450,00	-58,072
Firstpunkt	89	9289,00	-52,942	Linker Ulm	89	9289,00	-156,931	Rechter Ulm	89	9289,00	-59,095
Firstpunkt	90	9961,00	-52,843	Linker Ulm	90	9961,00	-157,202	Rechter Ulm	90	9961,00	-59,347
Firstpunkt	91	11685,00	-52,149	Linker Ulm	91	11685,00	-153,785	Rechter Ulm	91	11685,00	-62,83



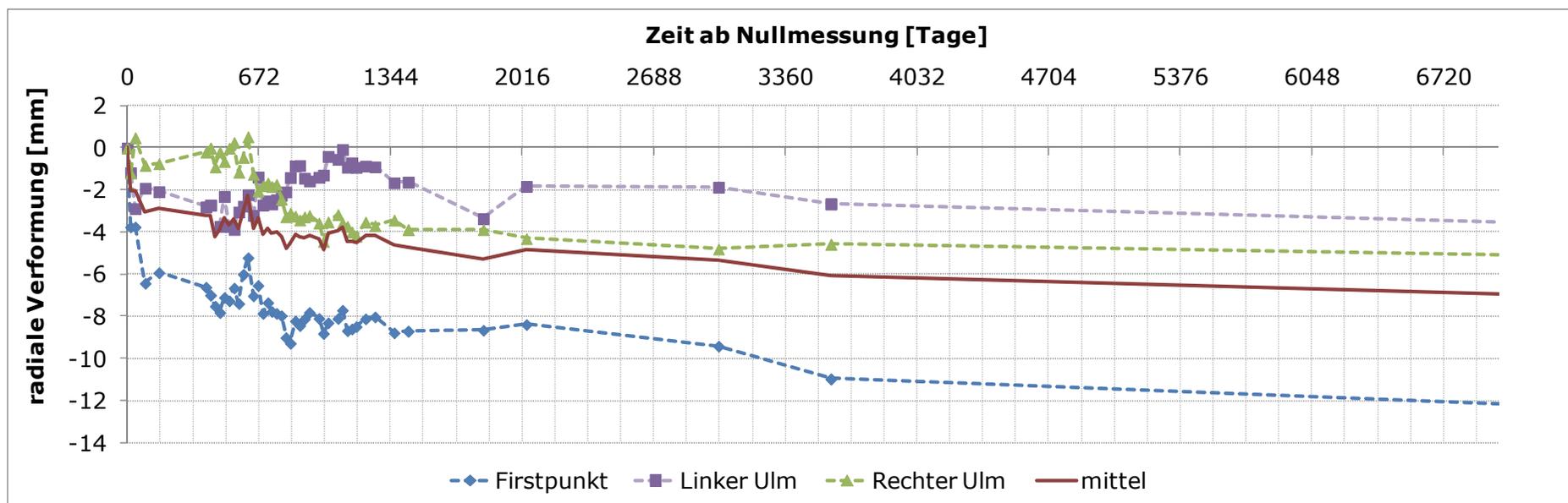
Firstpunkt	-53,16	<i>mm</i>
Linker Ulm	-157,20	<i>mm</i>
Rechter Ulm	-62,83	<i>mm</i>
Mittelwert	-91,07	<i>mm</i>

Firstpunkt	Linker Ulm	Rechter Ulm	Mittelwert
-53,16	-157,20	-62,83	-91,07

[A2] Verformungen QII TM 3092,00

Querschnitt 3092,00											
Firstpunkt	1	15.07.2011 16:00	0	Linker Ulm	1	15.07.2011 16:00	0	Rechter Ulm	1	15.07.2011 16:00	0
Firstpunkt	2	16.07.2011 09:00	-3,748	Linker Ulm	2	16.07.2011 09:00	-1,172	Rechter Ulm	2	16.07.2011 09:00	-1,185
Firstpunkt	3	17.07.2011 09:00	-3,748	Linker Ulm	3	17.07.2011 09:00	-2,874	Rechter Ulm	3	17.07.2011 09:00	0,487
Firstpunkt	4	19.07.2011 12:00	-6,418	Linker Ulm	4	19.07.2011 12:00	-1,905	Rechter Ulm	4	19.07.2011 12:00	-0,826
Firstpunkt	5	22.07.2011 10:00	-5,918	Linker Ulm	5	22.07.2011 10:00	-2,071	Rechter Ulm	5	22.07.2011 10:00	-0,744
Firstpunkt	6	01.08.2011 10:00	-6,604	Linker Ulm	6	01.08.2011 10:00	-2,792	Rechter Ulm	6	01.08.2011 10:00	-0,194
Firstpunkt	7	02.08.2011 09:00	-6,981	Linker Ulm	7	02.08.2011 09:00	-2,709	Rechter Ulm	7	02.08.2011 09:00	-0,003
Firstpunkt	8	02.08.2011 10:00	-6,981	Linker Ulm	8	02.08.2011 10:00	-2,709	Rechter Ulm	8	02.08.2011 10:00	-0,003
Firstpunkt	9	03.08.2011 09:00	-7,505	Linker Ulm	9	04.08.2011 09:00	-3,717	Rechter Ulm	9	03.08.2011 09:00	-0,897
Firstpunkt	10	04.08.2011 09:00	-7,805	Linker Ulm	10	05.08.2011 08:00	-2,295	Rechter Ulm	10	04.08.2011 09:00	-0,187
Firstpunkt	11	05.08.2011 08:00	-7,092	Linker Ulm	11	06.08.2011 09:00	-3,721	Rechter Ulm	11	05.08.2011 08:00	-0,636
Firstpunkt	12	06.08.2011 09:00	-7,251	Linker Ulm	12	07.08.2011 10:00	-3,861	Rechter Ulm	12	06.08.2011 09:00	-0,005
Firstpunkt	13	07.08.2011 10:00	-6,645	Linker Ulm	13	08.08.2011 10:00	-3,035	Rechter Ulm	13	07.08.2011 10:00	0,263
Firstpunkt	14	08.08.2011 10:00	-7,382	Linker Ulm	14	09.08.2011 09:00	-2,758	Rechter Ulm	14	08.08.2011 10:00	-1,148
Firstpunkt	15	09.08.2011 09:00	-5,99	Linker Ulm	15	10.08.2011 09:00	-2,212	Rechter Ulm	15	09.08.2011 09:00	-0,448
Firstpunkt	16	10.08.2011 09:00	-5,207	Linker Ulm	16	11.08.2011 12:00	-3,193	Rechter Ulm	16	10.08.2011 09:00	0,535
Firstpunkt	17	11.08.2011 12:00	-7,012	Linker Ulm	17	12.08.2011 12:00	-1,374	Rechter Ulm	17	11.08.2011 12:00	-1,248
Firstpunkt	18	12.08.2011 12:00	-6,523	Linker Ulm	18	13.08.2011 13:00	-2,707	Rechter Ulm	18	12.08.2011 12:00	-0,238
Firstpunkt	19	13.08.2011 13:00	-7,847	Linker Ulm	19	14.08.2011 14:00	-2,507	Rechter Ulm	19	13.08.2011 13:00	-1,789
Firstpunkt	20	14.08.2011 14:00	-7,338	Linker Ulm	20	15.08.2011 10:00	-2,651	Rechter Ulm	20	14.08.2011 14:00	-1,663
Firstpunkt	21	15.08.2011 10:00	-7,756	Linker Ulm	21	16.08.2011 09:00	-2,451	Rechter Ulm	21	15.08.2011 10:00	-1,827
Firstpunkt	22	16.08.2011 10:00	-7,847	Linker Ulm	22	17.08.2011 11:00	-2,242	Rechter Ulm	22	16.08.2011 10:00	-1,724
Firstpunkt	23	17.08.2011 11:00	-7,957	Linker Ulm	23	18.08.2011 10:00	-2,08	Rechter Ulm	23	17.08.2011 11:00	-2,43
Firstpunkt	24	18.08.2011 10:00	-8,995	Linker Ulm	24	19.08.2011 09:00	-1,4	Rechter Ulm	24	18.08.2011 10:00	-3,263
Firstpunkt	25	19.08.2011 09:00	-9,265	Linker Ulm	25	20.08.2011 10:00	-0,848	Rechter Ulm	25	19.08.2011 09:00	-3,087
Firstpunkt	26	20.08.2011 10:00	-8,205	Linker Ulm	26	21.08.2011 09:00	-0,828	Rechter Ulm	26	20.08.2011 10:00	-3,234
Firstpunkt	27	21.08.2011 09:00	-8,428	Linker Ulm	27	22.08.2011 09:00	-1,432	Rechter Ulm	27	21.08.2011 09:00	-3,417
Firstpunkt	28	22.08.2011 09:00	-8,11	Linker Ulm	28	23.08.2011 10:00	-1,562	Rechter Ulm	28	22.08.2011 09:00	-3,269
Firstpunkt	29	23.08.2011 10:00	-7,803	Linker Ulm	29	25.08.2011 11:00	-1,387	Rechter Ulm	29	23.08.2011 10:00	-3,202
Firstpunkt	30	25.08.2011 11:00	-8,086	Linker Ulm	30	26.08.2011 10:00	-1,281	Rechter Ulm	30	25.08.2011 11:00	-3,562
Firstpunkt	31	26.08.2011 10:00	-8,804	Linker Ulm	31	27.08.2011 10:00	-0,4	Rechter Ulm	31	26.08.2011 10:00	-4,428
Firstpunkt	32	27.08.2011 10:00	-8,291	Linker Ulm	32	29.08.2011 12:00	-0,533	Rechter Ulm	32	27.08.2011 10:00	-3,507
Firstpunkt	33	29.08.2011 12:00	-8,091	Linker Ulm	33	30.08.2011 11:00	-0,071	Rechter Ulm	33	29.08.2011 12:00	-3,16
Firstpunkt	34	30.08.2011 11:00	-7,697	Linker Ulm	34	31.08.2011 12:00	-0,908	Rechter Ulm	34	30.08.2011 11:00	-3,562
Firstpunkt	35	31.08.2011 12:00	-8,667	Linker Ulm	35	01.09.2011 11:00	-0,698	Rechter Ulm	35	31.08.2011 12:00	-3,715
Firstpunkt	36	01.09.2011 11:00	-8,585	Linker Ulm	36	02.09.2011 09:00	-0,915	Rechter Ulm	36	01.09.2011 11:00	-3,987
Firstpunkt	37	02.09.2011 09:00	-8,472	Linker Ulm	37	04.09.2011 09:00	-0,853	Rechter Ulm	37	02.09.2011 09:00	-4,185
Firstpunkt	38	04.09.2011 09:00	-8,107	Linker Ulm	38	06.09.2011 09:00	-0,893	Rechter Ulm	38	04.09.2011 09:00	-3,515
Firstpunkt	39	06.09.2011 09:00	-8,013	Linker Ulm	39	10.09.2011 11:00	-1,648	Rechter Ulm	39	06.09.2011 09:00	-3,685
Firstpunkt	40	10.09.2011 11:00	-8,771	Linker Ulm	40	13.09.2011 10:00	-1,618	Rechter Ulm	40	10.09.2011 11:00	-3,42
Firstpunkt	41	13.09.2011 10:00	-8,693	Linker Ulm	41	13.09.2011 11:00	-1,618	Rechter Ulm	41	13.09.2011 10:00	-3,87
Firstpunkt	42	13.09.2011 11:00	-8,693	Linker Ulm	42	29.09.2011 10:00	-3,351	Rechter Ulm	42	13.09.2011 11:00	-3,87
Firstpunkt	43	29.09.2011 10:00	-8,649	Linker Ulm	43	08.10.2011 14:00	-1,818	Rechter Ulm	43	29.09.2011 10:00	-3,87
Firstpunkt	44	08.10.2011 14:00	-8,376	Linker Ulm	44	18.11.2011 11:00	-1,857	Rechter Ulm	44	08.10.2011 14:00	-4,301
Firstpunkt	45	18.11.2011 11:00	-9,402	Linker Ulm	45	12.12.2011 08:00	-2,647	Rechter Ulm	45	18.11.2011 11:00	-4,791
Firstpunkt	46	12.12.2011 08:00	-10,959	Linker Ulm	46	12.12.2011 09:00	-2,647	Rechter Ulm	46	12.12.2011 08:00	-4,571
Firstpunkt	47	12.12.2011 09:00	-10,959	Linker Ulm	47	11.06.2012 08:00	-3,798	Rechter Ulm	47	12.12.2011 09:00	-4,571
Firstpunkt	48	11.06.2012 08:00	-12,481	Linker Ulm	48	11.06.2012 09:00	-3,798	Rechter Ulm	48	11.06.2012 08:00	-5,255
Firstpunkt	49	11.06.2012 09:00	-12,481	Linker Ulm	49			Rechter Ulm	49	11.06.2012 09:00	-5,255

Firstpunkt	1	0	0	Linker Ulm	1	0	0	Rechter Ulm	1	0	0
Firstpunkt	2	17,00	-3,748	Linker Ulm	2	17,00	-1,172	Rechter Ulm	2	17,00	-1,185
Firstpunkt	3	41,00	-3,748	Linker Ulm	3	41,00	-2,874	Rechter Ulm	3	41,00	0,487
Firstpunkt	4	92,00	-6,418	Linker Ulm	4	92,00	-1,905	Rechter Ulm	4	92,00	-0,826
Firstpunkt	5	162,00	-5,918	Linker Ulm	5	162,00	-2,071	Rechter Ulm	5	162,00	-0,744
Firstpunkt	6	402,00	-6,604	Linker Ulm	6	402,00	-2,792	Rechter Ulm	6	402,00	-0,194
Firstpunkt	7	425,00	-6,981	Linker Ulm	7	425,00	-2,709	Rechter Ulm	7	425,00	-0,003
Firstpunkt	8	426,00	-6,981	Linker Ulm	8	426,00	-2,709	Rechter Ulm	8	426,00	-0,003
Firstpunkt	9	449,00	-7,505	Linker Ulm				Rechter Ulm	9	449,00	-0,897
Firstpunkt	10	473,00	-7,805	Linker Ulm	10	473,00	-3,717	Rechter Ulm	10	473,00	-0,187
Firstpunkt	11	496,00	-7,092	Linker Ulm	11	496,00	-2,295	Rechter Ulm	11	496,00	-0,636
Firstpunkt	12	521,00	-7,251	Linker Ulm	12	521,00	-3,721	Rechter Ulm	12	521,00	-0,005
Firstpunkt	13	546,00	-6,645	Linker Ulm	13	546,00	-3,861	Rechter Ulm	13	546,00	0,263
Firstpunkt	14	570,00	-7,382	Linker Ulm	14	570,00	-3,035	Rechter Ulm	14	570,00	-1,148
Firstpunkt	15	593,00	-5,99	Linker Ulm	15	593,00	-2,758	Rechter Ulm	15	593,00	-0,448
Firstpunkt	16	617,00	-5,207	Linker Ulm	16	617,00	-2,212	Rechter Ulm	16	617,00	0,535
Firstpunkt	17	644,00	-7,012	Linker Ulm	17	644,00	-3,193	Rechter Ulm	17	644,00	-1,248
Firstpunkt	18	668,00	-6,523	Linker Ulm	18	668,00	-1,374	Rechter Ulm	18	668,00	-2,038
Firstpunkt	19	693,00	-7,847	Linker Ulm	19	693,00	-2,707	Rechter Ulm	19	693,00	-1,789
Firstpunkt	20	718,00	-7,338	Linker Ulm	20	718,00	-2,507	Rechter Ulm	20	718,00	-1,663
Firstpunkt	21	738,00	-7,756	Linker Ulm	21	738,00	-2,651	Rechter Ulm	21	738,00	-1,827
Firstpunkt	22	762,00	-7,847	Linker Ulm	22	762,00	-2,451	Rechter Ulm	22	762,00	-1,724
Firstpunkt	23	787,00	-7,957	Linker Ulm	23	787,00	-2,242	Rechter Ulm	23	787,00	-2,43
Firstpunkt	24	810,00	-8,995	Linker Ulm	24	810,00	-2,08	Rechter Ulm	24	810,00	-3,263
Firstpunkt	25	833,00	-9,265	Linker Ulm	25	833,00	-1,4	Rechter Ulm	25	833,00	-3,087
Firstpunkt	26	858,00	-8,205	Linker Ulm	26	858,00	-0,848	Rechter Ulm	26	858,00	-3,234
Firstpunkt	27	881,00	-8,428	Linker Ulm	27	881,00	-0,828	Rechter Ulm	27	881,00	-3,417
Firstpunkt	28	905,00	-8,11	Linker Ulm	28	905,00	-1,432	Rechter Ulm	28	905,00	-3,269
Firstpunkt	29	930,00	-7,803	Linker Ulm	29	930,00	-1,562	Rechter Ulm	29	930,00	-3,202
Firstpunkt	30	979,00	-8,086	Linker Ulm	30	979,00	-1,387	Rechter Ulm	30	979,00	-3,562
Firstpunkt	31	1002,00	-8,804	Linker Ulm	31	1002,00	-1,281	Rechter Ulm	31	1002,00	-4,428
Firstpunkt	32	1026,00	-8,291	Linker Ulm	32	1026,00	-0,4	Rechter Ulm	32	1026,00	-3,507
Firstpunkt	33	1076,00	-8,091	Linker Ulm	33	1076,00	-0,533	Rechter Ulm	33	1076,00	-3,16
Firstpunkt	34	1099,00	-7,697	Linker Ulm	34	1099,00	-0,071	Rechter Ulm	34	1099,00	-3,562
Firstpunkt	35	1124,00	-8,667	Linker Ulm	35	1124,00	-0,908	Rechter Ulm	35	1124,00	-3,715
Firstpunkt	36	1147,00	-8,585	Linker Ulm	36	1147,00	-0,698	Rechter Ulm	36	1147,00	-3,987
Firstpunkt	37	1169,00	-8,472	Linker Ulm	37	1169,00	-0,915	Rechter Ulm	37	1169,00	-4,185
Firstpunkt	38	1217,00	-8,107	Linker Ulm	38	1217,00	-0,853	Rechter Ulm	38	1217,00	-3,515
Firstpunkt	39	1265,00	-8,013	Linker Ulm	39	1265,00	-0,893	Rechter Ulm	39	1265,00	-3,685
Firstpunkt	40	1363,00	-8,771	Linker Ulm	40	1363,00	-1,648	Rechter Ulm	40	1363,00	-3,42
Firstpunkt	41	1434,00	-8,693	Linker Ulm	41	1434,00	-1,618	Rechter Ulm	41	1434,00	-3,87
Firstpunkt	42	1435,00	-8,693	Linker Ulm	42	1435,00	-1,618	Rechter Ulm	42	1435,00	-3,87
Firstpunkt	43	1818,00	-8,649	Linker Ulm	43	1818,00	-3,351	Rechter Ulm	43	1818,00	-3,87
Firstpunkt	44	2038,00	-8,376	Linker Ulm	44	2038,00	-1,818	Rechter Ulm	44	2038,00	-4,301
Firstpunkt	45	3019,00	-9,402	Linker Ulm	45	3019,00	-1,857	Rechter Ulm	45	3019,00	-4,791
Firstpunkt	46	3592,00	-10,959	Linker Ulm	46	3592,00	-2,647	Rechter Ulm	46	3592,00	-4,571
Firstpunkt	47	3593,00	-10,959	Linker Ulm	47	3593,00	-2,647	Rechter Ulm	47	3593,00	-4,571
Firstpunkt	48	7960,00	-12,481	Linker Ulm	48	7960,00	-3,798	Rechter Ulm	48	7960,00	-5,255
Firstpunkt	49	7961,00	-12,481	Linker Ulm	49	7961,00	-3,798	Rechter Ulm	49	7961,00	-5,255

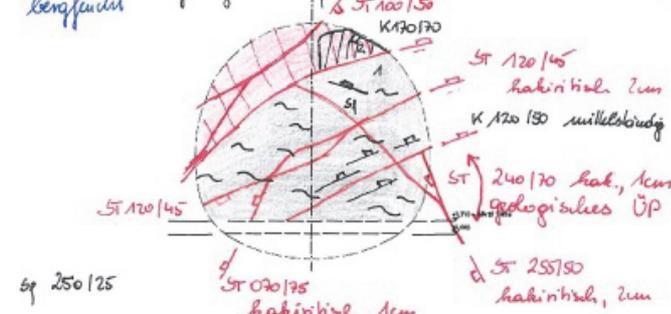


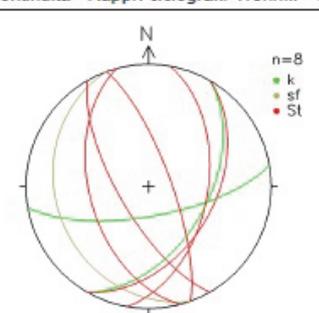
Firstpunkt	-12,48	<i>mm</i>
Linker Ulm	-3,86	<i>mm</i>
Rechter Ulm	-5,26	<i>mm</i>
Mittelwert	-7,20	<i>mm</i>

Firstpunkt	Linker Ulm	Rechter Ulm	Mittelwert
-12,48	-3,86	-5,26	-7,20

[A3] Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht 2088,00

	EKS Innsbruck - Ahrental /	EKS Innsbruck - Ahrental /	
	Documentazione geologica Relazione rilievo	Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht	
N° Documento / Dokumentnr.: 1			
Progressiva / Station m: 2088,80	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 751	Data / Datum: 10.02.2011	Ora / Zeit: 10:00
Operatori / Bearbeiter: Hofmann	Progress. prog. / Proj. km: 4189,03	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / Abschlagsl.: 1,30 [m]
Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Übertag.: 300,0 [m]		
Descrizione litologia / Gesteinsbeschreibung:			
Quarzphyllit: schiefrig- blättrig brechend, frisch, grau-dunkelgrau; Störungszone E einfallend in linker Ortsbrust ausbeißend,			
Descrizione ammasso roccioso / Gebirgsbeschreibung:			
Trockener Quarzphyllit mit einer Störungszone in der östlichen Kalotte und geringmächtigen kakiritischen Scherbändern.			
Condizioni idriche / Bergwasser:			
Bergfeucht. Aufgrund der geologisch-hydrogeologischen Aufnahmen ist davon auszugehen, dass die Ausschreibungsprognose nach wie vor gültig ist und auf den nächsten 500 m keine Teilabschnitte mit zusätzlicher Restbelastung zu erwarten sind.			
Comport. dell'ammasso roccioso - stabilità / Gebirgsverhalten - Standfestigkeit:			
Sprengvortrieb, Nachprofilieren mit Bagger; nach dem Ablauten permanent Nachfälle aus Firste und Kämpfern beobachtet (z.T. Lösen von ganzen Platten aus li. Kämpfer). Geologisch bedingtes Überprofil im re. Kämpfer-/Firstbereich.			
Rischio potenziale - Potenzielles Risiko:			
Ablösungen von Gesteinspaketen im Kämpfer- und Firstbereich parallel zur Schieferung sowie entlang steil - schräg aus Ortsbrust fallender Klufsysteme und Scherbänder bzw. Verschneidungen der flachen Schieferung mit steilen Trennflächen bzw. unterschiedlicher Trennflächensysteme untereinander (Keilbildung und Sargdeckel - v.a. im First- und Kämpferbereich) und Ablösung von aufgelockertem Festgestein aus Störungsbereich möglich.			
Descrizione di Discontinuità / Beschreibung von Trennflächen:			
Schieferung flach WSW einfallend, mittelsteil bis steil nach ENE einfallende Störzone, Klüfte S und SE einfallend.			
Tipo amm. rocc. / Gebirgsart:	Tipo comp. amm. rocc. / GVT:	Sovrascavo / Mehrausbr.: [m³]	Tendenza / Tendenz:
74% 26%	TCR 4-1		stabile
74% GA IQP-1QP-1a, 26% SZ-IQP-AS	GVT4-1		gleichbleibend
Sostegni / Stützmaßnahmen:		Anomalia rivestimento / Unregelmäßigkeiten Stützmaßnahmen:	
Created with 2doc®	created by: Michael Rapp	created on: 29.08.2011	Page 1

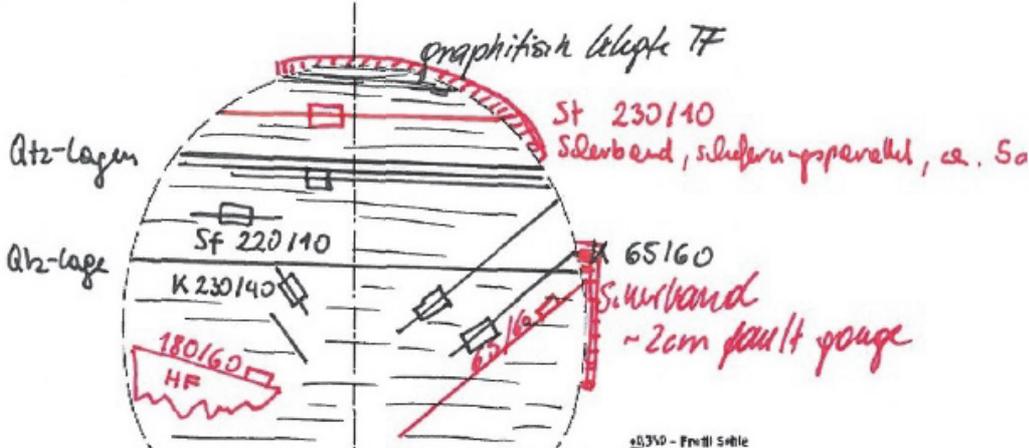
	EKS Innsbruck - Ahrental /	EKS Innsbruck - Ahrental /		
	Documentazione geologica Relazione rilievo	Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht		
N° Documento / Dokumentnr.: 1				
Progressiva / Station m: 2088,80	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 751	Data / Datum: 10.02.2011	Ora / Zeit: 10:00	Operatore / Bearbeiter: Hofmann
Progress. prog. / Proj. km: 4189,03	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / Abschlagsl.: 1,30 [m]	Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Übertag.: 300,0 [m]
Scala / Maßstab 1:150				
<p>GA 1QP-1QP-1a; GVT ; QUARZPHYLLIT ¹</p> <p>SE - 1QP- AS, GVT ; KAKIRIT / QUARZPHYLLIT ²</p> <p>schiefing- bläulng Brechend, frisch, dunkelgrau, benffucht genüge Nachfülle aus Ortsbrut beobachtet</p> 				
				
Created with 2doc®	created by: Michael Rapp	created on: 29.08.2011	Page 2	

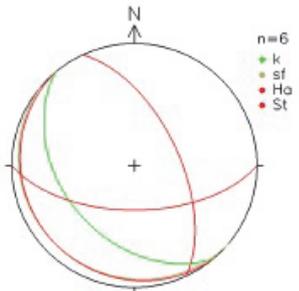
 EKS Innsbruck - Ahrental / Documentazione geologica Relazione rilievo		EKS Innsbruck - Ahrental / Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht	
N° Documento / Dokumentnr.: 1			
Progressiva / Station m: 2088,80	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 751	Data / Datum: 10.02.2011	Ora / Zeit: 10:00
Operatori / Bearbeiter: Hofmann	Progress. prog. / Proj. km: 4189,03	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / Abschlagsl.: 1,30 [m]
Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Überlag.: 300,0 [m]		
Dati rilievo / Aufnahmedaten			
Litholog. (+N° leg) Lithol. (+Nr. Leg)	% Farbe	Colore Farbe	Grand. granuli (mm) Korngröße (mm)
A) Fillade Quarzifera	100		Qu., Gl:
Quarzphyllit	100	grau bis...	Qu., Gl: frisch
Alterazione Verwitterung	Modif. i.pres. acqua Wasserempfindl.		Mart. di Schmidt Schmidt. H. (MPa)
non alterata	lieve influenza		Grado fratt. Zerleg.grad
frisch	mäßig wasserempfindlich		Campionam. Probenahme
			6cm-20cm
			engständig
Tipo strutt. Trennflächenart	Imm / Incl. Dip Dir / Dip	Spaziat. (mm) Abstand	Persist. (m) Durchgäng.
1) Scistosita	250 / 25	<20	1-3
Schieferung	250 / 25	<20	1-3
2) Giunti	120 / 50	200-600	1-3
Kluft	120 / 50	200-600	1-3
3) Giunti	170 / 70	>6000	1-3
Kluft	170 / 70	>6000	1-3
Scabrezza Rauh. (JRC)	Riempimento Füllung	Alteraz. Verwitt.	Acqua Wasser
4-6	assente	non alterata	Spess.app Verschnittl. [m]
4-6	keine	frisch	Strie / Hamisch Imm / Incl. Dip Dir / Dip
2-4	assente	non alterata	/
2-4	keine	frisch	/
2-4	assente	non alterata	/
2-4	keine	frisch	/
Faglie Störung	Imm / Incl. Dip Dir / Dip	Spess. Mächtigkeit [m]	Rocce di faglia Störungsgestein
1) Faglie	100 / 50	0,01	Cachirite
Störung	100 / 50	0,01	Kakirit
2) Faglie	120 / 45	0,02	Cachirite
Störung	120 / 45	0,02	Kakirit
3) Faglie	070 / 75	0,01	Cachirite
Störung	070 / 75	0,01	Kakirit
4) Faglie	240 / 70	0,01	Cachirite
Störung	240 / 70	0,01	Kakirit
5) Faglie	255 / 50	0,01	Cachirite
Störung	255 / 50	0,01	Kakirit
Acqua Bergwasser	Tipo venuta Austrittsart	Luogo venuta Austrittsort	Andamento port. Auslaufverhalten
assente			Portata [l/s] Schüttmenge
bergfeucht			Temperatura Temp. [°C]
			Valore PH PH-Wert
			Conducibilità Leitfah. [µS]
			Campione Probenahme
Elaborazioni / Auswertungen			
Discontinuità - Rappr. ciclograf. / Trennfl. - Großkreise		Distacchi gravitativi di blocchi / Gravitatives Versagen von Blöcken	
		Volume blocco / Blockvol. [m³]:	
		Peso blocco / Blockgewicht [t]:	
Geological strenght Index (GSI): 45 GSI Structure: Blocky/disturbed/seamy GSI Surface condition: Poor		Classe di agg. a causa di acqua / Wassererschwerkklasse:	
Created with 2doo®	created by: Michael Rapp	created on: 29.08.2011	Page 3

 BBT Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	EKS Innsbruck - Ahrental /	EKS Innsbruck - Ahrental /				
	Documentazione geologica Relazione rilievo	Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht				
N° Documento / Dokumentnr.: 1						
Progressiva / Station m: 2088,80	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 751	Data / Datum: 10.02.2011	Ora / Zeit: 10:00	Operatore / Bearbeiter: Hofmann		
Progress. prog. / Proj. km: 4189,03	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / Abschlagsl.: 1,30 [m]	Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Überlag.: 300,0 [m]		
Classificazione / Klassifizierung RMR						
Parameter/Parameter	Range dei valori / Wertebereich					
Resistenza roccia	Point load test	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	
Gesteinsfestigkeit	UCS	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 1-5 <1
		15	12	7	4	2 1 0
RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%
		20	17	13	8	3
Spaz.disc./Tr. abst.		> 2 m	0.6 -2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm
		20	15	10	8	5
Condizione delle discontinuità / Trennflächeneigenschaften	Persistenza	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m
	Durchgängigk.	6	4	2	1	0
	Apertura	serrata / keine	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm
	Öffnung	6	5	4	1	0
	Scabrezza	mo.rug./ s.rauh	Rugoso / rauh	po.rug./wenig r.	Piana / plan	Liscia / glatt
	Rauhigkeit	6	5	3	1	0
	Riempimento	assente / keine	duro/hart<5mm	duro/hart>5mm	plast./weich< 5	plast./weich>5
	Füllung	6	4	2	2	0
	Alterazione	assent./unverw.	scarsa/schwa.	moder./mäßig	elavata / stark	decomp./vollst.
Verwitterung	6	5	3	1	0	
Acqua / Wasser	Co.gen./Allg.B.	assente/trock.	umido/feucht	bagnato/nass	stillicidi/tropf.	venute/fließ.
	Q 10m Gal./Tun.	0 l/min	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	>125 l/min
		15	10	7	4	0
Orient. giunti-gall. / Orient.Klüfte-Tunn.		molto favorev. / sehr begünst.	favorevole / begünstigend	discreta / mäßig	sfavorevole / ungünstig	mo. sfavorev. / s. ungünstig
		0	-2	-5	-10	-12
RMR - Indice / Index:					40	
Classe amm. rocc. / Gebirgsklasse:					IV	
Firma / Fertigung						
	Nome / Name	Data / Datum	Firma / Unterschrift			
Direzione lavori / Bauleitung		10.02.2011				
Impresa / Baufirma		10.02.2011				
BBT-SE		10.02.2011				
Created with 2doo®	created by: Michael Rapp	created on: 29.08.2011	Page 4			

[A4] Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht 3092,5

 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	EKS Innsbruck - Ahrental / Documentazione geologica Relazione rilievo	EKS Innsbruck - Ahrental / Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht	 Direzione Lavori Brennero
N° Documento / Dokumentnr.:			
Progressiva / Station m: 3092,50	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 1098	Data / Datum: 15.07.2011	Ora / Zeit: 14:15
Operatori / Bearbeiter: Meudt	Progress. prog. / Proj. km: 5192,73	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / m pro Tag.: [m]
Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Überlag.: 374,6 [m]		
Descrizione litologia / Gesteinsbeschreibung: Quarzphyllit mit Übergängen zu Quarzitschiefer: Engständige, flach einfallende, gut verzahnte Schieferung; kompakt; frisch; grau bis dunkelgrau; graphitische Bestege im First/Kämpferbereich			
Descrizione ammasso roccioso / Gebirgsbeschreibung: Quarzphyllit mit Übergängen zu Quarzitschiefer; weitständig geklüftet; dünne Scherbänder max. 5 cm fault gouge;			
Condizioni idriche / Bergwasser: bergfeucht.			
Comport. dell'ammasso roccioso - stabilità / Gebirgsverhalten - Standfestigkeit: Sprengvortrieb, Nachprofilieren mit Bagger; nach dem Ablauten Nachfälle aus First/Kämpferbereich beobachtet, Sargdeckelbildung in der Firste. Geologisch bedingtes Überprofil im First/Kämpfer und rechter Laibung;			
Rischio potenziale - Potenzielles Risiko: Ablösungen von Gesteinspaketen im Firstbereich parallel zur flach liegenden Schieferung möglich ("Sargdeckel"). Verschneidungen der flachen Schieferung mit steilen Trennflächen bzw. unterschiedlicher Trennflächensysteme untereinander und damit Keilausbrüche möglich.			
Descrizione di faglie / Beschreibung von Störungszonen: Schieferung flach WSW einfallend; dünnes Scherband NW einfallend; Klüfte WSW bis WNW einfallend.			
Tipo amm. rocc. / Gebirgsart: 100%	Tipo comp. amm. rocc. / GVT: TCR2	Sovrascavo / Mehrausbr.: [m²]	Tendenza / Tendenz: stabile
100% GA IQP-1QP-1a	GVT2		gleichbleibend
Sostegni / Stützmaßnahmen:		Anomalie rivestimento / Unregelmäßigkeiten Stützmaßnahmen:	
Created with 2doc®	created by: Michael Rapp	created on: 30.08.2011	Page 1

 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	EKS Innsbruck - Ahrental / Documentazione geologica Relazione rilievo	EKS Innsbruck - Ahrental / Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht	 Direzione Lavori Brennero	
N° Documento / Dokumentnr.:				
Progressiva / Station m: 3092,50	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 1098	Data / Datum: 15.07.2011	Ora / Zeit: 14:15	Operatore / Bearbeiter: Meudt
Progress. prog. / Proj. km: 5192,73	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / m pro Tag.: [m]	Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Überlag.: 374,6 [m]
<p>1. gut voran in der Richtung, weil schon ein bisschen gekippt, für Scale / Maßstab: 1:75 gran; nach dem Ablängen leichter Nachfall aus dem First- seil beobachtet.</p>				
				
				
Created with 2doc®	created by: Michael Rapp	created on: 30.08.2011	Page 2	

 EKS Innsbruck - Ahrental / Documentazione geologica Relazione rilievo		EKS Innsbruck - Ahrental / Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht		 Direzione Lavori Brennero				
N° Documento / Dokumentnr.:								
Progressiva / Station m: 3092,50	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 1098	Data / Datum: 15.07.2011	Ora / Zeit: 14:15	Operatore / Bearbeiter: Meudt				
Progress. prog. / Proj. km: 5192,73	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / m pro Tag.: [m]	Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...	Copertura / Überlag.: 374,6 [m]				
Dati rilievo / AufnahmeDaten								
Litholog. (+N° leg) Lithol. (+Nr. Leg)	% Farbe	Colore Farbe	Grand. granuli (mm) Korngröße (mm)	Alterazione Verwitterung	Modif. i.pres. acqua Wasserempfindl.	Mart. di Schmidt Schmidt. H. (MPa)	Grado fratt. Zerleg.grad	Campionam. Probenahme
A) Fillade...	100		Qu., Gl:	non alterata	lieve influenza		60cm - 2,0m	
...	100	grau bis...	Qu., Gl:	frisch	mäßig wasserempfindlich		weitständig	
Tipo strutt. Trennflächenart	Imm / Incl. Dip Dir / Dip	Spaziat. Abstand	Persist. (m) Durchgäng.	Scabrezza Rauh. (JRC)	Riempimento Füllung	Alteraz. Verwitt.	Apertura Öffnung (mm)	
1) Scistosita	220 / 10	20-80	3-10	4-6	assente	non alterata		
Schieferung	220 / 10	20-80	3-10	4-6	keine	frisch	0	
2) Giunti	230 / 40	600-2000	1-3	4-8	assente	non alterata		
Kluft	230 / 40	600-2000	1-3	4-8	keine	frisch	0	
3) Giunti	065 / 60	600-2000	1-3	2-4	assente	non alterata		
Kluft	065 / 60	600-2000	1-3	2-4	keine	frisch	0	
Faglie Störung	Imm / Incl. Dip Dir / Dip	Spess. Mächtigkeit [m]	Rocce di faglia Störungsgestein	Alteraz. Verwitt.	Acqua Wasser	Spess.app Verschnittl. [m]	Strie / Harnisch Imm / Incl. Dip Dir / Dip	
1) Faglie	230 / 10	0,05	Fault gouge (argilla)	non alterata	assente		/	
Störung	230 / 10	0,05	Fault gouge	frisch	bergfeucht		/	
2) Faglie	065 / 60	0,02	Fault gouge (argilla)	non alterata	assente		/	
Störung	065 / 60	0,02	Fault gouge	frisch	bergfeucht		/	
3)	180 / 60						/	
Harnisch	180 / 60						/	
Acqua Bergwasser	Tipo venuta Austrittsart	Luogo venuta Austrittsort	Andamento port. Auslaufverhalten	Portata [l/s] Schüttmenge	Temperatura Temp. [°C]	Valore PH PH-Wert	Conducibilità Leitfah. [µS]	Campione Probenahme
	assente							
	bergfeucht							
Elaborazioni / Auswertungen								
Discontinuità - Rappr. ciclograf. / Trennfl. - Großkreise				Distacchi gravitativi di blocchi / Gravitatives Versagen von Blöcken				
				Volume blocco / Blockvol. [m³]: Peso blocco / Blockgewicht [t]:				
Geological strenght Index (GSI): 60 GSI Structure: Blocky GSI Surface condition: Fair				Classe di agg. a causa di acqua / Wassererschwerkklasse:				
Created with 2doc@ created by: Michael Rapp created on: 30.08.2011 Page 3								

 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	EKS Innsbruck - Ahrental / Documentazione geologica Relazione rilievo	EKS Innsbruck - Ahrental / Baugeologische Dokumentation Abschlagsbericht	 Direzione Lavori Brennero			
N° Documento / Dokumentnr.:						
Progressiva / Station m: 3092,50	Rilev. n° / Aufnahme Nr.: 1098	Data / Datum: 15.07.2011	Ora / Zeit: 14:15			
Progress. prog. / Proj. km: 5192,73	Tipo avanz. / Vortriebsart: Esplosivo/Sprengen	Lungh. volata / m pro Tag: [m]	Sez. tipo / Regelprofil: D0293-100...			
Operatore / Bearbeiter: Meudt						
Copertura / Überlag.: 374,6 [m]						
Classificazione / Klassifizierung RMR						
Parameter/Parameter	Range dei valori / Wertebereich					
Resistenza roccia	Point load test	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	
Gesteinsfestigkeit	UCS	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 1-5 <1
		15	12	7	4	2 1 0
RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%
		20	17	13	8	3
Spaz.disc./Tr. abst.		> 2 m	0.6 -2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm
		20	15	10	8	5
Condizione delle discontinuità / Trennflächeneigenschaften	Persistenza	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m
	Durchgängigk.	6	4	2	1	0
	Apertura	serrata / keine	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm
	Öffnung	6	5	4	1	0
	Scabrezza	mo.rug./ s.rauh	Rugoso / rauh	po.rug./wenig r.	Piana / plan	Liscia / glatt
	Rauhigkeit	6	5	3	1	0
	Riempimento	assente / keine	duro/hart<5mm	duro/hart>5mm	plast./weich< 5	plast./weich>5
	Füllung	6	4	2	2	0
	Alterazione	assent./unverw.	scarsa/schwa.	moder./mäßig	elavata / stark	decomp./vollst.
Verwitterung	6	5	3	1	0	
Acqua / Wasser	Co.gen./Allg.B.	assente/trock.	umido/feucht	bagnato/nass	stillicidi/tropf.	venute/fließ.
	Q 10m Gal./Tun.	0 l/min	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	>125 l/min
		15	10	7	4	0
Orient. giunti-gall. / Orient.Klüfte-Tunn.		molto favorev. / sehr begünst.	favorevole / begünstigend	discreta / mäßig	sfavorevole / ungünstig	mo. sfavorev. / s. ungünstig
		0	-2	-5	-10	-12
RMR - Indice / Index:						60
Classe amm. rocc. / Gebirgsklasse:						III
Firma / Fertigung						
	Nome / Name	Data / Datum		Firma / Unterschrift		
Direzione lavori / Bauleitung	Fabio Oliva	15.07.2011				
Impresa / Baufirma	Maria De Vita	15.07.2011				
BBT-SE	Stefan Skuk	15.07.2011				
Created with 2doc®						
created by: Michael Rapp			created on: 30.08.2011		Page 4	

[A6] Ausbaufestlegung CSS 46 TM 3068,78 – 3106,10

		Lfd. Nr.: CSS - 46
		gültig von Tunnelmeter: 3.068,78
ERKUNDUNGSABSCHNITT INNSBRUCK - AHRENTAL		gültig bis Tunnelmeter: 3.106,10

AUSBAUFESTLEGUNG

Erkundungsstollen Innsbruck				
PROFILTYP		CSS		
VORTRIEBSKLASSE				
1. OZ 3	1. OZ 4	1. OZ 5	1. OZ 6	1. OZ 7
<input type="checkbox"/> 3/2.38	<input type="checkbox"/> 4/2.85	<input checked="" type="checkbox"/> 5/4.36	<input type="checkbox"/> 6/est2.42	<input type="checkbox"/> 7/20.88
			<input type="checkbox"/> 6/red2.91	
			<input type="checkbox"/> 6/7.70	

ANGEORDNETES \bar{u}_{max}	$\bar{u}_m = 5$ cm
------------------------------	--------------------

Stützmittel		Kalotte+Strosse
Abschlagslänge	m	max. 1,70 m
Ortsbrüst - Spritzbeton	cm	5cm nach Erfordernis
Ortsbrüst - BST - Gitter	Type	_____
Ortsbrüstanker	Typ/Stk/L	_____
Stützkeil	J/N	_____
Tellflächen	Stück	_____
BST - Gitter hohlr.seitig	Type	_____
BST - Gitter bergseitig	Type	1 Lage AQ50
Kalottenfuß	J/N	_____
Bogen	Type	$W \geq 50 \text{ cm}^3 / F \geq 13 \text{ cm}^2$
Spritzbeton	cm	18 cm
Anker	Typ/Stk/L	SU-Anker 200 kN / 5,5 Stk. / L = 3,0 m
Anker	Typ/Stk/L	_____
Spiesse *)	Typ/Stk/L	_____
Fußpfähle	D/Stk/L	_____
max. / min. Ringschlußdistanz	_____	_____ m

*) Festlegung der Erfordernis / Anzahl zwischen AG und AN für jeden Abschlag, siehe Stützmitteleinbauprotokoll

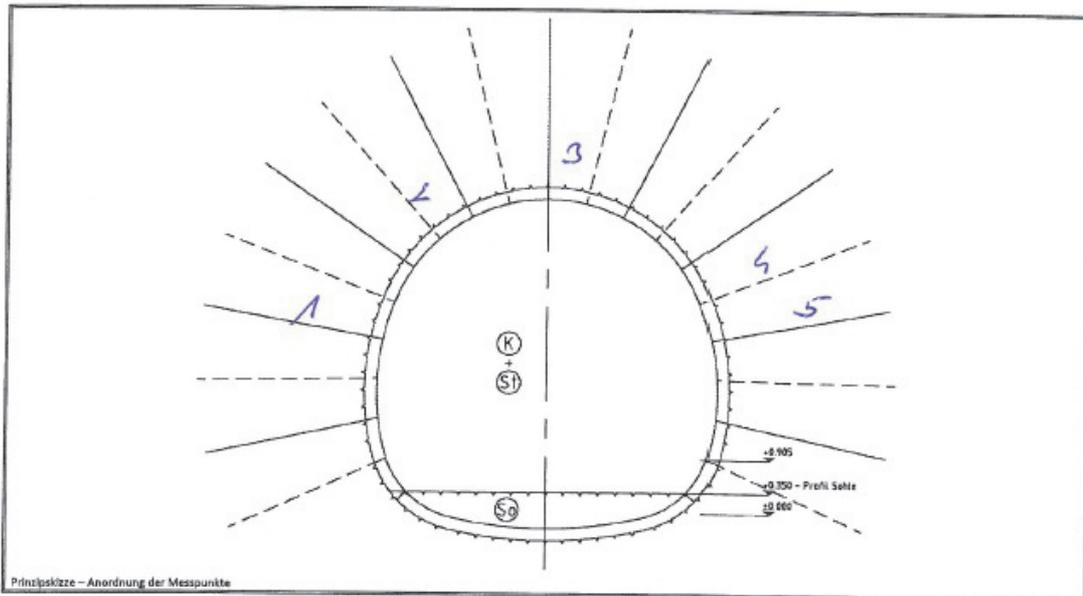
Die Stützmittelezahl errechnet sich als Mittelwert über den Gültigkeitsbereich dieser Ausbaufestlegung

Zugehörige Pläne:	@ 00058-00.00	
Zugehörige Anordnung zusätzlicher Maßnahmen und Stützmittel	von	CSS - _____
	bis	CSS - _____
Bellagen:	_____	
Anmerkungen:	_____	

für AN / ARGE		für AG / ÖBA		Datum:	10.07.2011
---------------	--	--------------	--	--------	------------

[A7] Spritzbetonstärkenmessung_0059_CSS Bereich QI

		Lfd. Nr.: CSS - 59
		Von TM: 2062.00
ERKUNDUNGSABSCHNITT INNSBRUCK - AHRENTAL		Bis TM: 2100.00

SPRITZBETONSTÄRKENMESSUNG

Die Messungen der Spritzbetonstärke haben alle 500 m² zu erfolgen (entspricht im Querschnitt CSS ca. 28 lfm Vortrieb).

Es sind mindestens 5 Punkte je Prüfbereich zur Messung heranzuziehen.

Nr.:	Profilbereich	SOLL-Stärke gem. ABFL [cm]	IST-Stärke [cm]
1	2099,00	20	25
2	—	20	43
3	—	20	21
4	—	20	35
5	—	20	27
6			
7			
8			
Mittelwert:			30,2

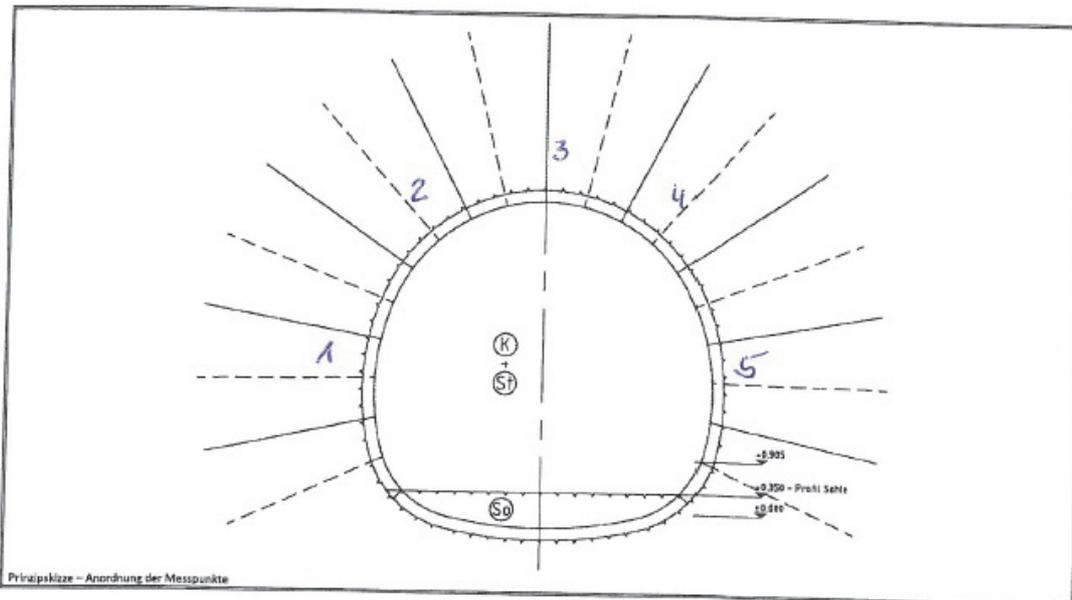
für AN / ARGE <i>As</i>	für AG / ÖBA <i>[Signature]</i>	Verteiler:	AN
Datum: 13.02.2011	Datum: 13.02.2011		ÖBA - Bauwart

EIA_FRM_SPBSTM_CSS_Rev00

Mai 2010

[A8] Spritzbetonstärkenmessung_0086_CSS Bereich QII

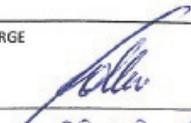
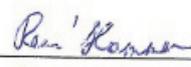
 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	 BERNARD BERND BRUNNER INGENIEUR INGENIEURFÜR INTERGEO TT GmbH	Lfd. Nr.: CSS - 86
		Von TM: 3088,00
ERKUNDUNGSABSCHNITT INNSBRUCK - AHRENTAL		Bis TM: 3126,00

SPRITZBETONSTÄRKENMESSUNG

Die Messungen der Spritzbetonstärke haben alle 500 m² zu erfolgen (entspricht im Querschnitt CSS ca. ³⁸28 lfm Vortrieb).

Es sind mindestens 5 Punkte je Prüfbereich zur Messung heranzuziehen.

Nr.:	Profilbereich	SOLL-Stärke gem. ABFL [cm]	IST-Stärke [cm]
1	3126,00	18	23
2	- - -	18	19
3	- - -	18	20
4	- - -	18	22
5	- - -	18	18
6			
7			
8			
Mittelwert:			20,4

für AN / ARGE 	für AG / ÖBA 	Verteiler:	AN
Datum: 09.08.2011	Datum: 09.08.2011		ÖBA - Bauwart

EIA_FRM_SPBSTM_CSS_Rev00

Mai 2010

[A9] Vortriebsdokumentation – Sprengzeiten Bereich QI

ERKUNDUNGSABSCHNITT
INNSBRUCK-AHRENTAL**SPRENGMITTELVERBRAUCH**Vortrieb 2 - ZS Sillschlucht/EKS Innsbruck
Regelprofil ZSS/CSS/ABL/USL - Kalotte

Tunnelmeter		Sprengung			Sprengstoff	Zünder	ABFL	Lfd.
von	bis	Datum	Zeit	Zeit Nachsprengen	[kg]	[Stk]		Nr.
2.015,50	2.016,80	01.02.2011	16:35	x	49,0	63		
2.016,80	2.018,10	01.02.2011	20:45	x	51,0	71		
2.018,10	2.019,40	01.02.2011	23:30	x	59,0	79		
2.019,40	2.020,70	02.02.2011	02:50	x	60,0	73		
2.020,70	2.022,00	02.02.2011	05:37	x	59,0	78		
2.022,00	2.023,30	02.02.2011	09:31	x	51,0	63		
2.023,30	2.024,60	02.02.2011	12:15	x	54,0	64		
2.024,60	2.025,90	02.02.2011	15:20	x	49,0	64		
2.025,90	2.027,20	02.02.2011	18:24	x	48,0	67		
2.027,20	2.028,50	02.02.2011	20:30	x	50,0	65		
2.028,50	2.029,80	02.02.2011	23:45	x	57,0	78		
2.029,80	2.031,10	03.02.2011	02:37	x	50,0	78		
2.031,10	2.032,40	03.02.2011	07:23	x	50,0	66		
2.032,40	2.033,70	03.02.2011	10:43	x	53,0	62		
2.033,70	2.035,00	03.02.2011	14:06	x	53,0	76		
2.035,00	2.036,30	03.02.2011	16:55	x	58,0	76		
2.036,30	2.037,60	03.02.2011	19:00	x	57,0	76		
2.037,60	2.038,90	03.02.2011	21:40	x	47,0	76		
2.038,90	2.040,20	04.02.2011	02:27	x	68,0	75		
2.040,20	2.041,50	04.02.2011	05:37	x	68,0	75		
2.041,50	2.042,80	04.02.2011	10:20	x	42,0	55		
2.042,80	2.044,10	04.02.2011	14:20	x	62,0	80		
2.044,10	2.045,40	04.02.2011	18:35	x	58,0	76		
2.045,40	2.046,70	04.02.2011	21:45	x	56,0	76		
2.046,70	2.048,00	05.02.2011	02:03	x	59,0	76		
2.048,00	2.049,30	05.02.2011	05:40	x	59,0	74		
2.049,30	2.050,60	05.02.2011	15:52	x	66,0	76		
2.050,60	2.051,90	05.02.2011	18:35	x	49,0	76		
2.051,90	2.053,20	05.02.2011	21:45	x	57,0	76		
2.053,20	2.054,50	06.02.2011	02:00	x	69,0	78		
2.054,50	2.055,80	06.02.2011	05:30	x	70,0	74		
2.055,80	2.057,10	06.02.2011	09:18	x	81,0	76		
2.057,10	2.058,40	06.02.2011	12:18	x	45,0	76		
2.058,40	2.059,70	06.02.2011	15:43	x	63,0	76		
2.059,70	2.061,00	06.02.2011	20:00	x	70,0	75		
2.061,00	2.062,30	06.02.2011	23:10	x	53,0	73		
2.062,30	2.063,60	07.02.2011	02:55	x	70,0	73		
2.063,60	2.065,30	07.02.2011	12:05	x	64,0	76		
2.065,30	2.067,00	07.02.2011	16:08	x	83,0	72		
2.067,00	2.068,70	07.02.2011	21:35	x	86,0	72		
2.068,70	2.070,40	08.02.2011	02:22	x	87,0	64		
2.070,40	2.072,10	08.02.2011	06:56	x	82,0	76		
2.072,10	2.073,80	08.02.2011	11:11	x	65,0	76		
2.073,80	2.075,50	08.02.2011	16:35	x	82,0	72		
2.075,50	2.077,20	08.02.2011	21:15	x	83,0	75		
2.077,20	2.078,90	09.02.2011	01:35	x	82,0	66		
2.078,90	2.080,60	09.02.2011	05:28	x	85,0	65		
2.080,60	2.082,30	09.02.2011	11:02	x	73,0	76		
2.082,30	2.083,60	09.02.2011	15:08	x	63,5	73		
2.083,60	2.084,90	09.02.2011	19:05	x	36,0	57		
2.084,90	2.086,20	09.02.2011	22:27	x	50,0	63		
2.086,20	2.087,50	10.02.2011	05:57	x	71,0	77		
2.087,50	2.088,80	10.02.2011	09:06	x	43,0	57		
2.088,80	2.090,10	10.02.2011	12:59	x	46,0	60		
2.090,10	2.091,40	10.02.2011	16:20	x	60,0	65		
2.091,40	2.092,70	10.02.2011	21:37	x	55,0	63		
2.092,70	2.094,00	11.02.2011	06:00	x	42,0	58		
2.094,00	2.095,30	11.02.2011	09:15	x	48,0	66		
2.095,30	2.096,60	11.02.2011	13:21	x	49,0	63		
2.096,60	2.097,90	11.02.2011	17:03	x	45,0	63		
2.097,90	2.099,20	11.02.2011	21:17	x	54,0	64		
2.099,20	2.100,50	12.02.2011	05:55	x	57,0	70		
2.100,50	2.101,80	12.02.2011	09:24	x	55,0	70		
2.101,80	2.103,10	12.02.2011	13:05	x	52,0	72		
2.103,10	2.104,40	12.02.2011	16:55	x	55,0	62		
2.104,40	2.105,70	12.02.2011	19:56	x	52,0	64		
2.105,70	2.107,00	13.02.2011	05:55	x	47,0	68		

[A10] Vortriebsdokumentation – Sprengzeiten Bereich QIIERKUNDUNGSABSCHNITT
INNSBRUCK-AHRENTAL**SPRENGMITTELVERBRAUCH**Vortrieb 2 - ZS Sillschlucht/EKS Innsbruck
Regelprofil ZSS/CSS/ABL/USL - Kalotte

Tunnelmeter		Sprengung			Sprengstoff	Zünder	ABFL	Lfd.
von	bis	Datum	Zeit	Zeit Nachsprengen	[kg]	[Stk]		Nr.
3.060,68	3.062,38	09.07.2011	05:30	x	211,0	125		
3.062,38	3.064,08	09.07.2011	13:35	x	261,0	128		
3.064,08	3.065,78	09.07.2011	20:30	x	290,0	134		
3.065,78	3.067,48	10.07.2011	05:40	x	234,0	132		
3.067,48	3.068,78	10.07.2011	13:30	x	285,0	131		
3.068,78	3.070,40	12.07.2011	13:20	x	225,0	86		
3.070,40	3.072,10	12.07.2011	21:01	x	161,0	105		
3.072,10	3.073,80	13.07.2011	01:00	x	156,0	90		
3.073,80	3.075,50	13.07.2011	05:45	x	171,0	85		
3.075,50	3.077,20	13.07.2011	11:30	x	172,0	86		
3.075,50	3.077,20	13.07.2011	14:15	Restmunition	0,0	1		
3.077,20	3.078,90	13.07.2011	17:06	x	178,0	101		
3.078,90	3.080,60	13.07.2011	21:45	x	164,0	100		
3.080,60	3.082,30	14.07.2011	02:00	x	161,0	85		
3.082,30	3.084,00	14.07.2011	10:15	x	153,0	97		
3.084,00	3.085,70	14.07.2011	16:02	x	171,0	85		
3.085,70	3.087,40	14.07.2011	19:55	x	165,0	89		
3.087,40	3.089,10	15.07.2011	00:30	x	187,0	99		
3.089,10	3.090,80	15.07.2011	05:42	x	194,0	100		
3.090,80	3.092,50	15.07.2011	12:56	x	159,0	97		
3.092,50	3.094,20	15.07.2011	17:27	x	188,0	87		
3.094,20	3.095,90	15.07.2011	21:26	x	168,0	86		
3.095,90	3.097,60	16.07.2011	03:15	x	192,0	108		
3.097,60	3.099,30	16.07.2011	08:56	x	157,0	100		
3.099,30	3.101,00	16.07.2011	15:00	x	211,0	102		
3.101,00	3.102,70	16.07.2011	19:30	x	207,0	100		
3.102,70	3.104,40	17.07.2011	00:00	x	215,0	103		
3.104,40	3.106,10	17.07.2011	05:30	x	204,0	98		
August 2011								
3.106,10	3.107,80	05.08.2011	19:15	x	225,0	108		
3.107,80	3.109,50	06.08.2011	01:19	x	192,0	109		
3.109,50	3.111,20	06.08.2011	05:38	x	195,0	102		
3.111,20	3.112,56	06.08.2011	10:30	x	180,0	86		
3.112,56	3.114,28	06.08.2011	16:18	x	204,0	92		
3.114,28	3.116,20	06.08.2011	21:18	x	220,0	91		
3.116,20	3.118,00	07.08.2011	02:25	x	175,0	101		
3.118,00	3.119,75	07.08.2011	08:15	x	210,0	92		
3.119,75	3.121,54	07.08.2011	12:43	x	206,0	91		
3.121,54	3.123,20	07.08.2011	17:18	x	164,0	88		
3.123,20	3.124,85	07.08.2011	21:50	x	150,0	92		
3.124,85	3.126,63	08.08.2011	02:06	x	175,0	97		
3.126,63	3.128,58	08.08.2011	07:28	x	188,0	90		
3.128,58	3.130,30	08.08.2011	11:55	x	166,0	92		
3.130,30	3.132,00	08.08.2011	16:21	x	157,0	94		
3.132,00	3.133,65	08.08.2011	20:45	x	152,0	96		
3.133,65	3.135,30	09.08.2011	01:05	x	140,0	81		
3.135,30	3.136,92	09.08.2011	05:30	x	143,0	79		
3.136,92	3.138,62	09.08.2011	10:40	x	188,0	98		
3.138,62	3.140,31	09.08.2011	15:30	x	165,0	97		
3.140,31	3.141,92	09.08.2011	20:45	x	156,0	99		
3.141,92	3.143,55	10.08.2011	01:14	x	122,0	80		
3.143,55	3.145,00	10.08.2011	05:35	x	135,0	79		
3.145,00	3.146,65	10.08.2011	11:00	x	170,0	96		
3.146,65	3.148,30	10.08.2011	15:50	x	143,0	96		
3.148,30	3.149,88	10.08.2011	21:00	x	153,0	99		
3.149,88	3.151,65	11.08.2011	01:35	x	144,0	84		
3.151,65	3.153,30	11.08.2011	08:00	x	168,0	93		
3.153,30	3.155,00	11.08.2011	12:20	x	175,0	97		
3.155,00	3.156,70	11.08.2011	17:25	x	135,0	101		
3.156,70	3.158,40	11.08.2011	21:28	x	142,0	82		
3.158,40	3.160,10	12.08.2011	02:05	x	148,0	87		
3.160,10	3.161,80	12.08.2011	08:10	x	146,0	96		
3.161,80	3.163,50	12.08.2011	12:40	x	175,0	97		
3.163,50	3.165,20	12.08.2011	17:10	x	140,0	82		
3.165,20	3.166,90	12.08.2011	21:20	x	156,0	84		
3.166,90	3.168,60	13.08.2011	02:56	x	174,0	96		
3.168,60	3.170,30	13.08.2011	08:40	x	195,0	105		

[A11] Konformitätsprüfung Spritzbeton Bereich QI**Prüfungen und Abnahmen**

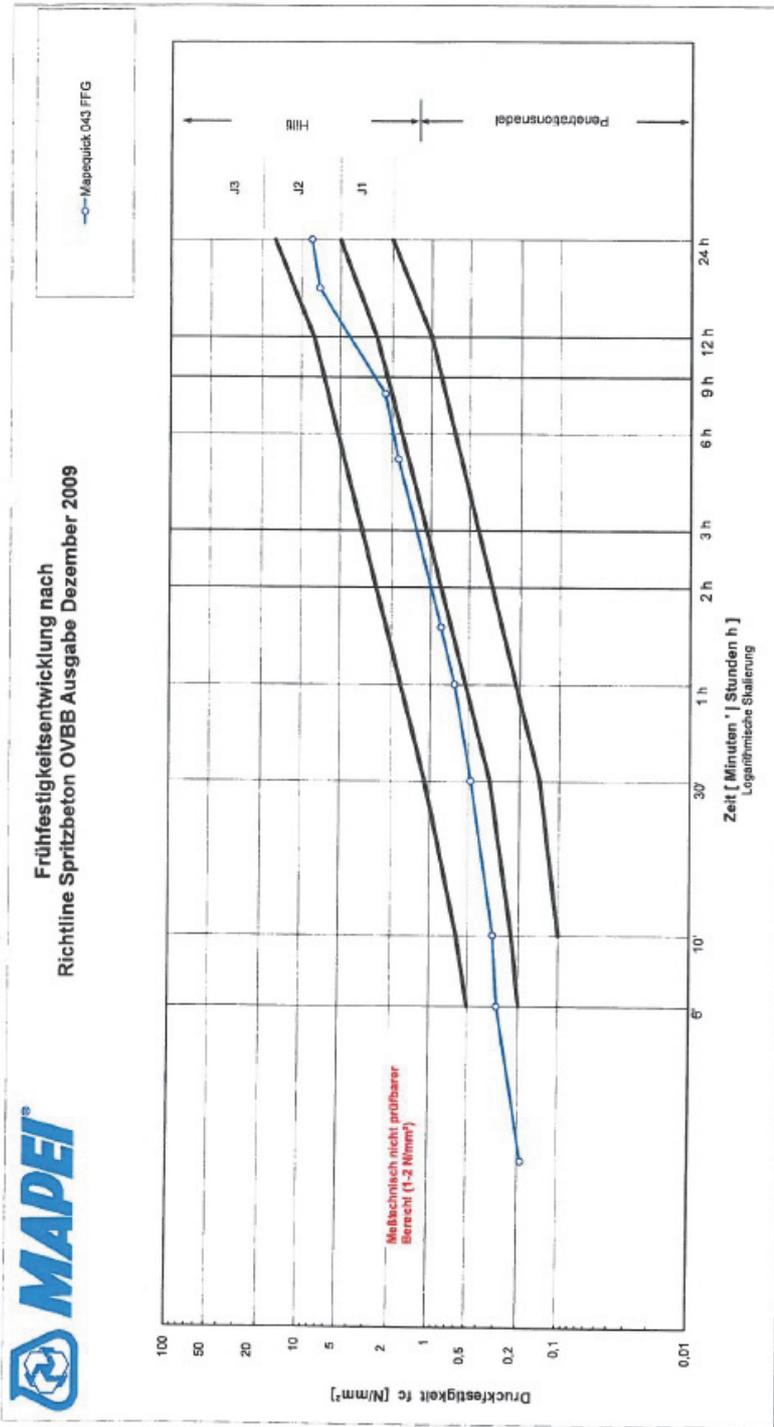
Dateiname:	EIA_QS_UT_SpC_KP_20110216_EKI
Prüfbereich:	Untertage Stützmaßnahmen Spritzbeton
Prüftyp:	Konformitätsprüfung Spritzbeton
Dokumentinhalt:	Frühfestigkeitsentwicklung 16.02.2011 / Druckfestigkeit 16.02.2011

Angaben zum Bauwerk:

Prüflos:	Erkundungsstollen Innsbruck
Bauwerk:	---
Bauteil:	---

Angaben zum Baustoff:

Baustoff:	Nassmischgut SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8
Lieferant/Hersteller:	Ernst Derfesser GmbH Industriestraße 2 AT 6134 Vomp



BAUSTELLE: ARGE Brenner Nord Sillschlucht
Bauort: Kitzbühler Sillschlucht TM 2133

MAPEI GmbH - Austria
 Filialendstelle 2
 A - 3134 Nußdorf ob der Traisen
Prüfdatum: 16.02.2011

Frischbetondaten:
Betonart: SPC 20/25 / II / J2 / GK8
Dosierung: 7,1% lt. Angabe
Förderleistung: 14m³/h

Beton:
Zement/ Typ: CEM II 42,5 R
Zementgehalt: 420 kg
Wasser/ Gehalt: 210 l/m³
W/B-Verhältnis: 0,50
Frischbetontemperatur: 19,7 °C
Ausbreitmaß 10 min.: 61 cm

Prüflos: LAIBUNGS Sillschlucht /vh ~ 2130 / 02-2011



An

VBE - Verein für Baustoffprüfung und -entwicklung

Wienerstraße 55
3380 Pöchlarn
AT

PRÜFBERICHT

Prüfung der Druckfestigkeit von Spritzbeton - Bohrkernen

gemäß ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2



Technisches Büro für Werkstoffprüfung

eingeschränkt auf Beton inkl. Ausgangsstoffe
Zertifikat über die Eignung als externes Prüflabor
im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle

Probenbezeichnung	Derfaser, Werk Siltschlucht		
Prüfbericht Nr.	Z-3210A	Bearbeiter	Anton Trenkwalder jun.
Seiten	3	Beilagen	0
		Ausfertigung	1-fach
Datum	02.03.2011		

Alle Proben werden nach 2 Wochen, ab Versand des Prüfberichtes, von der Firma MAPEI Betontechnik GmbH entsorgt. Das Prüfergebnis bezieht sich ausschließlich auf die geprüfte Probe.

MAPEI Betontechnik GmbH
Grazer Straße 80, A-8665 Langenwang
Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40
www.mapel-betontechnik.com
office@mapel-betontechnik.at

PRÜFBERICHT

Seite 2 von 3



Prüf.Nr. Z-3210A

1. Antragsteller

Firma	siehe Adressat
Baustelle	Derfeser, Werk Sillschlucht
Bauteil	TM 2135

2. Angaben zur Probe

Herstellungsdatum	16.02.2011
Bohrkernentnahme	22.02.2011, Michael Suppan
Betonlieferwerk	Fa. Derfeser, Werk Sillschlucht
Betonsorte	SpC 20/25 II J2 GK8 F59
Zusammensetzung	420 kg CEM III/A-S 42,5 R Eiberg, 0/4,4/8 Derfeser Vomperbach, 0,6% LZSXT5
Probeneingangsdatum	22.02.2011
Bezeichnung	Derfeser, Werk Sillschlucht
Lieferscheinnummer	-

3. Bezugnehmende Normen

ÖNORM B 3303 Betonprüfung, Pkt. 7.2 Druckfestigkeit von Probekörpern
Richtlinie Spritzbeton

4. Probenvorbereitung

Probekörperlagerung II. Richtlinie Spritzbeton, Ausgabe Dezember 2009

5. Mindestdruckfestigkeit

Die charakteristische Mindestdruckfestigkeit dieses Betones beträgt nach 28 Tagen: **25 N/mm²**

MAPEI Betontechnik GmbH
Grazer Straße 80, A-8665 Langenwang
Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40
www.mapei-betontechnik.com
office@mapei-betontechnik.at

PRÜFBERICHT

Seite 3 von 3



Prüf.Nr. Z-3210A

6. Prüfergebnisse

Druckfestigkeiten Tag 7

Prüfdatum 23.02.2011
 Prüfungsdurchführung Rainer Staberhofer

Probennummer	Z-3210A-7-1	Z-3210A-7-2	Z-3210A-7-3	Z-3210A-7-4	Z-3210A-7-5	Mittelwert
externe Bezeichnung	1	2	3	4	5	
Prüfalter (Tage)	7	7	7	7	7	7
Oberflächenzustand	lufttrocken					
Probekörperhöhe [mm]	100	100	99	99	101	-
Probekörperdurchmesser [mm]	99	99	99	99	99	-
Rohdichte [kg/m³]	2331	2328	2350	2340	2341	2338
Bruchlast [kN]	256,8	240,2	241,6	239,9	251,6	246,0
Druckfestigkeit [N/mm²]	33,4	31,2	31,4	31,2	32,7	32,0

Beurteilung: Die charakteristische Mindestdruckfestigkeit wurde bereits nach 7 Tagen erreicht.

Druckfestigkeiten Tag 28

Prüfdatum
 Prüfungsdurchführung

Probennummer						
externe Bezeichnung						
Prüfalter (Tage)						
Oberflächenzustand						
Probekörperhöhe [mm]						
Probekörperdurchmesser [mm]						
Rohdichte [kg/m³]						
Bruchlast [kN]						
Druckfestigkeit [N/mm²]						

Beurteilung:

Laborleiter

 Arnold Trenkwaldner

MAPEI Betontechnik GmbH
 Grazer Straße 60, A-8665 Langenwang
 Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40
 www.mapei-betontechnik.com
 office@mapei-betontechnik.at

[A12] Konformitätsprüfung Spritzbeton Bereich QII**Prüfungen und Abnahmen**

Dateiname:	EIA_QS_UT_SpC_KP_20110711_EKI
Prüfbereich:	Untertage Stützmaßnahmen Spritzbeton
Prüftyp:	Konformitätsprüfung Spritzbeton
Dokumentinhalt:	Frühfestigkeitsentwicklung 11.07.2011 / Druckfestigkeit 11.07.2011

Angaben zum Bauwerk:

Prüflos:	Erkundungsstollen Innsbruck
Bauwerk:	---
Bauteil:	---

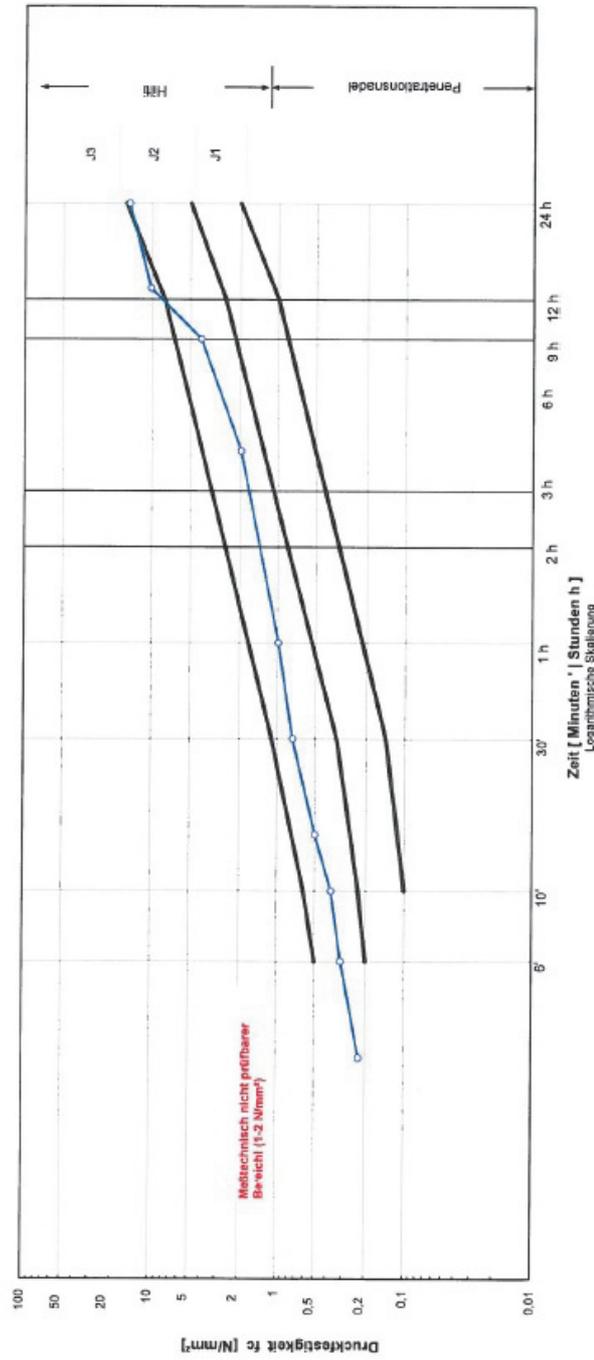
Angaben zum Baustoff:

Baustoff:	Nassmischgut SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8
Lieferant/Hersteller:	Ernst Derfesser GmbH Industriestraße 2 AT 6134 Vomp



Frühestfestigkeitsentwicklung nach Richtlinie Spritzbeton OVBB Ausgabe Dezember 2009

Maßequick 043 FFG 7,5%



BAUSTELLE: ARGE Brenner Nord Siltschlucht

Bauherr: Kitzle TM 3062,99
Kort an Bautechnik

MAPEI GmbH - Austria

Frühfestigkeitsentwicklung
A - 3134 Nußdorf ob der Traisen

Prüfdatum: 11.07.2011

Frischbetondeckungsdaten:

Betonart: SPC 20/25 / II / J2 / GK8

Zementtyp: CEM II 42,5 R

Zementgehalt: 410 kg/m³

Wassergehalt: 195 kg/m³

W/B-Verhältnis: 0,47

Frischbetontemperatur: 25,4 °C

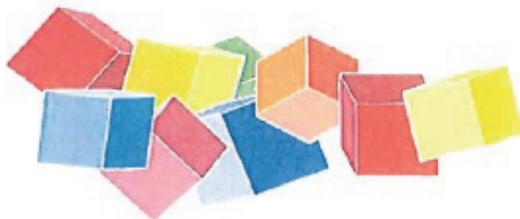
Ausbreitmaß: 10 min, 61 cm

Dicke: 7,50%

Frühfestigkeitsentwicklung: 15,5m³/h



Prüflos: Leibung Siltschlucht / VH 3062 / 07-2011



An

Mapei Betontechnik GmbH
Tirol
Tonwerkstraße 10
6122 Fritzens
AT

PRÜFBERICHT

Prüfung der Druckfestigkeit von Spritzbeton - Bohrkernen

gemäß ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2



Technisches Büro für Werkstoffprüfung

eingeschränkt auf Beton inkl. Ausgangsstoffe
Zertifikat über die Eignung als externes Prüflabor
im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle

Probenbezeichnung	Derfesser, Werk Ahrental		
Prüfbericht Nr.	Z-4004A	Bearbeiter	
Seiten	3	Bellagen	0
		Ausfertigung	1-fach
Datum	25.07.2011		

Alle Proben werden nach 2 Wochen, ab Versand des Prüfberichtes, von der Firma MAPEI Betontechnik GmbH entsorgt. Das Prüfergebnis bezieht sich ausschließlich auf die geprüfte Probe.

MAPEI Betontechnik GmbH
Grazer Straße 80, A-8665 Langenwang
Tel: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40
www.mapei-betontechnik.com
office@mapei-betontechnik.at

PRÜFBERICHT

Seite 2 von 3



Prüf.Nr. Z-4004A

1. Antragsteller

Firma	siehe Adressat
Baustelle	Derfeser, Werk Ahrental
Bauteil	TM 3070

2. Angaben zur Probe

Herstellungsdatum	11.07.2011
Bohrkernentnahme	15.07.2011, Martin Leitner
Betonlieferwerk	Fa. Derfeser, Werk Ahrental
Betonsorte	SpC 20/25 II J2 GK8 F59
Zusammensetzung	420 kg CEM III/A-S 42,5 R Eiberg, 0/4,4/8 Derfeser Vomperbach, 0,6% LZSXT5
Probeneingangsdatum	15.07.2011
Bezeichnung	Derfeser, Werk Ahrental
Lieferscheinnummer	-

3. Bezugnehmende Normen

ÖNORM B 3303 Betonprüfung, Pkt. 7.2 Druckfestigkeit von Probenkörpern
 Richtlinie Spritzbeton

4. Probenvorbereitung

Probenkörperlagerung II. Richtlinie Spritzbeton, Ausgabe Dezember 2009

5. Mindestdruckfestigkeit

Die charakteristische Mindestdruckfestigkeit dieses Betones beträgt nach 28 Tagen: 25 N/mm²

MAPEI Betontechnik GmbH
 Grazer Straße 80, A-8665 Langenwang
 Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40
 www.mapei-betontechnik.com
 office@mapei-betontechnik.at

PRÜFBERICHT

Seite 3 von 3



Prüf.Nr. Z-4004A

6. Prüfergebnisse**Druckfestigkeiten Tag 7**

Prüfdatum 18.07.2011
 Prüfungsdurchführung Rainer Staberhofer

Probennummer	Z-4004A-7-1	Z-4004A-7-2	Z-4004A-7-3	Z-4004A-7-4	Z-4004A-7-5	Mittelwert
externe Bezeichnung	1	2	3	4	5	
Prüfaller (Tage)	7	7	7	7	7	7
Oberflächenzustand	lufttrocken					
Probekörperhöhe [mm]	100	100	102	99	101	-
Probekörperdurchmesser [mm]	99	99	99	99	99	-
Rohdichte [kg/m ³]	2321	2309	2339	2335	2311	2323
Bruchlast [kN]	220,9	224,6	237,3	245,9	218,7	229,5
Druckfestigkeit [N/mm ²]	28,7	29,2	30,8	31,9	28,4	29,8

Beurteilung: Die charakteristische Mindestdruckfestigkeit wurde bereits nach 7 Tagen erreicht.

Druckfestigkeiten Tag 28

Prüfdatum
 Prüfungsdurchführung

Probennummer						
externe Bezeichnung						
Prüfaller (Tage)						
Oberflächenzustand						
Probekörperhöhe [mm]						
Probekörperdurchmesser [mm]						
Rohdichte [kg/m ³]						
Bruchlast [kN]						
Druckfestigkeit [N/mm ²]						

Beurteilung:

Laborleiter

MAPEI Betontechnik GmbH

 A-8665 Langenwang, Grazer Straße 80

 Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101 0

 Arnold Trenkwaller

MAPEI Betontechnik GmbH

 Grazer Straße 80, A-8665 Langenwang

 Tel.: +43 (0) 3854 / 25 101, Fax: +43 (0) 3854 / 25 101-40

 www.mapei-betontechnik.com

 office@mapei-betontechnik.at

[A13] Erstprüfung Spritzbeton und Ausgangsstoffe**Prüfungen und Abnahmen**

Dateiname:	EIA_QS_UT_SpC_EP_SpC-20-25-II-J2-XC3-XF3_Derfeser
Prüfbereich:	Untertage Stützmaßnahmen Spritzbeton
Prüftyp:	Erstprüfung Spritzbeton und Ausgangsstoffe
Dokumentinhalt:	Erstprüfung Spritzbeton inkl. Zusatzprüfung Expositionsklasse XF3

Angaben zum Bauwerk:

Prüflos:	---
Bauwerk:	---
Bauteil:	---

Angaben zum Baustoff:

Baustoff:	Nassmischgut SpC 20/25/II/J2/XC3/XF3/GK8
Lieferant/Hersteller:	Ernst Derfeser GmbH Industriestraße 2 AT 6134 Vomp

Kontakt:

Pöry Infra GmbH
Materialversuchsanstalt Strass
Staatlich akkreditierte
Prüf- und Inspektionsstelle

6261 Strass 103
Austria

UID-Nr. ATU 37037407

DI Thomas Oberthanner
Tel. +43 (0) 676 83878 500
Fax +43 (0) 676 83878 507
Mobil +43 (0) 676 83878 508
thomas.oberthanner@poyry.com

Allgemein:
mva-strass.at@poyry.com
<http://www.poyry.com>

1 ALLGEMEINES

Die MVA Strass wurde durch die Mapei GmbH beauftragt, am 27.01.2010 eine Erstprüfung für Spritzbeton der Sorte SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8 bzw. SpC 25/30(56)/III/J2/XC4/GK8 durchzuführen. Die Prüfung erfolgte in der Deponie Vomperbach der Firma Derfesser.

Der Spritzbeton wurde aus einem Nass-Mischgut (Firma Derfesser, vor Ort) mit einem modifizierten Bindemittel CEM II/A-S 42,5 R, der Firma SPZ Eiberg, mit Beschleunigerzugabe an der Spritzdüse hergestellt. Das Fördern des Nass-Mischgutes erfolgte im Dichtstromverfahren mittels Spritzmobil Normet Spraymec. Der eingesetzte Erstarrungsbeschleuniger war ein Mapequick 043 FFG der Firma Mapei GmbH. Als Fließmittel wurde LZ SX-T5 der Firma Mapei verwendet.

Die Erstprüfung erfolgt unter Berücksichtigung der Anforderungen aus Tabelle 11/1/0 des Gründrucks der Richtlinie Spritzbeton 2009 (Spritzbeton als Erstsicherung im Hohlraumbau).

2 BETONREZEPTUR (LT. CHARGENPROTOKOLL)

Zement	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert), Werk SPZ Eiberg	420kg/m ³
Wasser Nass-Mischgut (lt. Rezeptur)		189l/m ³
Gesteinskörnung (trocken)		
Gesamteinwaage		1795kg/m ³
	0/4 – Derfesser, Deponie Vomperbach	67%
	4/8 – Derfesser, Deponie Vomperbach	33%
Zusatzmittel	Erstarrungsbeschleuniger	Mapequick 043 FFG
	Fließmittel	LZ SX-T5

Das Fließmittel LZ SX-T5 wurde mit 0,6% (bezogen auf Masse Bindemittel) händisch in den Zwangsmischer dosiert.

3 EIGNUNGSNACHWEISE DER BETONAUSGANGSSTOFFE

Werden beim Schlussbericht nachgereicht:

- Zertifikate der werkseigenen Produktionskontrolle für alle Betonausgangsstoffe (Zement, EB, FM und Gesteinskörnungen)
- Zement: Aktueller Prüfbericht des Fremdüberwachers des Herstellwerks
- Erstarrungsbeschleuniger (siehe Anlage 8), Fließmittel, Gesteinskörnungen: Herstellererklärung Erstprüfung

4 PRÜFUNG DER BETONAUSGANGSSTOFFE

4.1 Zement (siehe Anlage 8)

Blainewert:	4900 cm ² /g
spez. Gewicht:	3,13 g/cm ³
1d Druckfestigkeit:	19,2 N/mm ²

4.2 Zugabewasser

FÜ überwachtes Transportbetonmischwerk

4.3 Gesteinskörnung

Kornzusammensetzung:	siehe Anlage 1
Gehalt an Feinteilen:	siehe Anlage 1
Wassergehalt:	siehe Anlage 1

4.4 Erstarrungsbeschleuniger

Relative Dichte bei 20°C:	1,374 g/cm ³
pH-Wert:	3,38
Feststoffgehalt (ÖNORM EN 480-8):	42,4 Masse-%
Erstarrungszeiten ohne FM:	siehe Anlage 2
Erstarrungszeiten mit FM:	siehe Anlage 9

4.5 Weitere Zusatzmittel

Fließmittel LZ SX T5

5 PRÜFUNG NASS-MISCHGUT

Die Mischungsherstellung erfolgte um 14:55 Uhr in der Betonmischanlage Vomperbach, Fa. Derfesser.

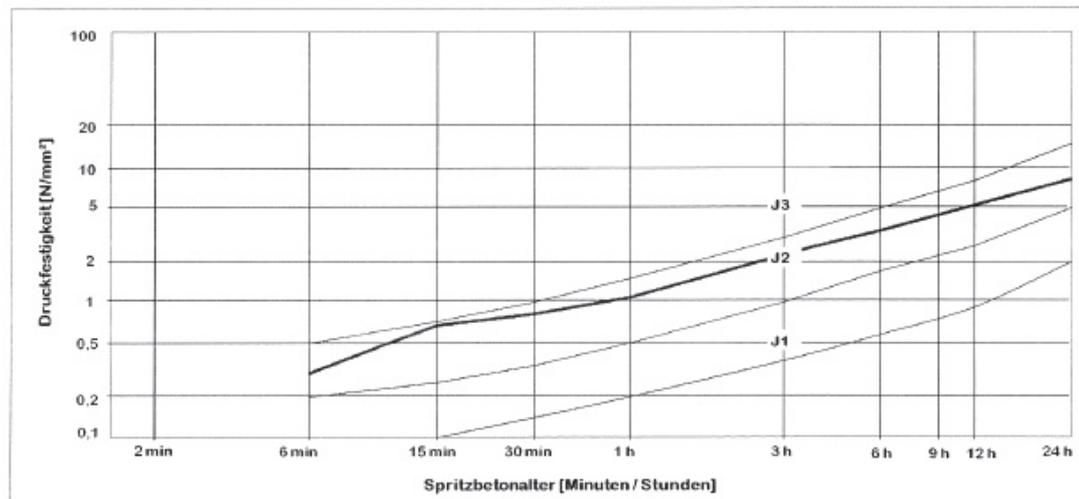
Mischguttemperatur:	17,0°C (nach 0h 10min)
Lufttemperatur:	0,2 °C
Ausbreitmaß:	65cm
Konsistenzverlauf:	Prüfergebnisse am Einbauort (Ende d. Verarbeitungszeit)
Rohdichte:	2350kg/m ³
Luftporengehalt:	4,2%
Gesamtwassergehalt:	192 l/m ³
W/B-Wert:	0,46
Betonalter bei Spritzbeginn:	1h 05min

6 PRÜFUNG SPRITZBETON

Die Ermittlung der Festbetonkennwerte erfolgte an Probekörpern aus Spritzkisten. Die Dosierung des Erstarrungsbeschleunigers betrug während des Spritzvorgangs gemäß Ausliterung (Stichmaß) 6,8%.

6.1 Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons (bis 24h)

Die geforderte Frühfestigkeitsklasse J2 des jungen Spritzbetons konnte über den gesamten Verlauf nachgewiesen werden.



6.2 Druckfestigkeit

6.2.1 Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen (Anlage 3)

35,1		
35,6		
37,6	i.M. 36,3N/mm ²	Rohdichte i.M. 2330 kg/m ³
37,5		
35,7		

6.2.2 Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 28 Tagen (Anlage 4)

51,0		
55,0		
51,0	i.M. 51,3 N/mm ²	Rohdichte i.M. 2320 kg/m ³
51,7		
47,8		

6.2.3 Druckfestigkeit an Bohrkernen (0 - Beton gespritzt) im Alter von 28 Tagen (Anlage 5)

59,8		
56,0		
57,8	i.M. 57,3 N/mm ²	Rohdichte i.M. 2410 kg/m ³
58,7		
54,1		

6.2.4 Festigkeitsabfall im Vergleich zum Nullbeton im Alter von 28 Tagen:

10,5%

6.2.5 Druckfestigkeit an Würfeln (0 - Beton gegossen) im Alter von 28 Tagen (Anlage 6)

57,0		
56,5	i.M. 57,2 N/mm ²	Rohdichte i.M. 2360 kg/m ³
58,0		

6.3 Wassereindringtiefe WU (XC3, bzw. XC4)

6.3.1 Wassereindringtiefe an Bohrkernen im Alter von 56 Tagen (Anlage 7)

i.M. 10mm Rohdichte i.M. 2334 kg/m³

7 ZUSAMMENFASSUNG

Am 27.01.2010 wurde in der Deponie Vomperbach der Firma Derfesser eine Erstprüfung für Spritzbeton der Sorte SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8, bzw. SpC 25/30(56)/III/J2/XC4/GK8 durchgeführt.

Es wurden ein modifizierter Zement CEM II/A-S 42,5 R, Werk SPZ Eiberg sowie der Erstarrungsbeschleuniger Mapequick 043 FFG der Firma Mapei und das Fließmittel LZ SX-T5 der Firma Mapei eingesetzt.

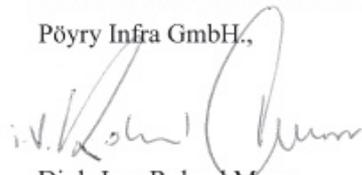
Im Zuge der Erstprüfung wurden die Betonausgangsstoffe, der Erstarrungsbeschleuniger, die Frühfestigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons, die Druckfestigkeit im Alter von 7 und 28 Tagen, sowie die Wassereindringtiefe (XC3, XC4) im Alter von 56 Tagen untersucht.

Die erforderliche Frühfestigkeitsklasse J2 des jungen Spritzbetons konnte über den gesamten Verlauf nachgewiesen werden.

Anhand der Druckfestigkeitsprüfung von Spritzbetonbohrkernen konnte die für den Spritzbeton SpC 20/25, bzw. SpC 25/30 erforderliche Festigkeit inkl. Vorhaltemaß bereits im Alter von 7, bzw. 28 Tagen nachgewiesen werden.

Der Nachweis der Expositionsklasse XC3 bzw. XC4 (Wassereindringtiefe) konnte im Alter von 56 Tagen positiv geführt werden.

Materialversuchsanstalt Strass,
Pöyry Infra GmbH,


Dipl.-Ing. Roland Murr
Leiter der Prüfstelle


Stefan Hellbert
Sschbearbeiter



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Anlage 1

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria		
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen		
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer 018-10	Prüfnummer 5604
			Protokoll Nr. 3312

PRÜFBERICHT

Nr. PB0137_10

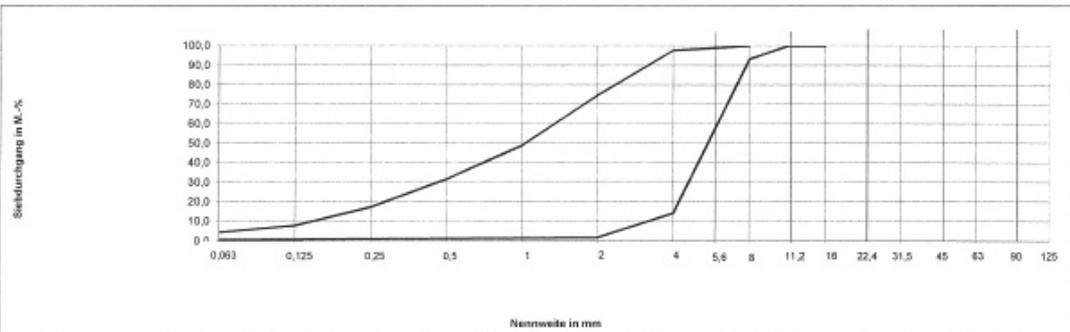
Korngrößenverteilung

lt. ÖN EN 933-1 (2006)

Probenahme durch:	MVA Strass	am:	27.01.10
Ort der Probenahme:	Deponie Derfaser Vomperbach		
Anlieferung zur Prüfstelle durch:	MVA Strass		
Gewinnungsort bzw. Herstellungsort:	0/4 + 4/8		
Art der Probe:	Stichprobe		
Art der Siebung:	Nasssiebung		
Bemerkungen:	-		

Feuchte der Gesteinskörnungen:	0/4	4/8							
	3,1%	1,4%							

Korngruppe	Einwaage in g		Sieboffnung in mm (Nennweite)																
			0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63	90	125
0/4	1499	Rückstand [g]	1432	1380	1236	1022	704	360	34										
		Rückstand [M-%]	95,6	92,1	82,6	68,2	47,0	24,0	2,3										
		Durchgang [M-%]	4,5	7,9	17,5	31,8	49,0	74,6	97,7	100,0									
4/8	2038	Rückstand [g]	2020					2000	1740			130	2	0					
		Rückstand [M-%]	99,4					98,1	85,9			6,4	0,1	0,0					
		Durchgang [M-%]	0,6					1,9	14,2			93,3	99,9	100,0					
		Rückstand [g]																	
		Rückstand [M-%]																	
		Durchgang [M-%]																	
		Rückstand [g]																	
		Rückstand [M-%]																	
		Durchgang [M-%]																	
		Rückstand [g]																	
		Rückstand [M-%]																	
		Durchgang [M-%]																	
		Rückstand [g]																	
		Rückstand [M-%]																	
		Durchgang [M-%]																	



Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite.

Strass, am 09.02.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Roland Murr

Dipl.-Ing. Thomas Oberthanner



Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AMG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

Anlage 2

MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria				
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen				
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5607	Protokoll Nr.: 377	Berichtsnummer E0033_10

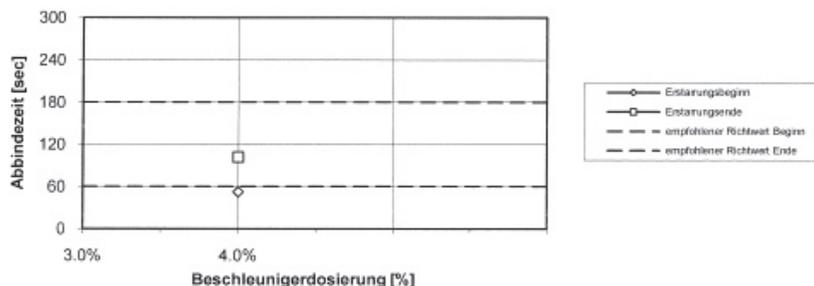
Versuchsergebnis Erstarrungsbeschleunigung

lt. ÖVBB Richtlinie "Spritzbeton", Gründruck 2009

Baustelle:	Erstprüfung bei Grube Derfesser Vomperbach			Bauteil:	-
	Bezeichnung	Hersteller	Entnahmedatum	Entnahmeort	Nr. intern
Zement:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	SPZ Eiberg	27.01.10	MA Derfesser	018/10
Beschleuniger:	Mapequick 043 FFG	Mapei	27.01.10	Kanister Spritzmobil	018/10
Fliessmittel:	-	-	-	-	-
Verzögerer:	-	-	-	-	-

Abbindezeiten		W/Z: 0,45		Zementeinwaage: 250 g			
Nr.	Beschleuniger	Fliessmittel	Verzögerer	Abbindezeiten			
	% v.Z.	% v.Z.	% v.Z.	Messung	1	2	MW
1	3,0%	-	-	Beginn			
				Ende	> 180		
2	4,0%	-	-	Beginn	51	54	53
				Ende	100	104	102
3				Beginn			
				Ende			
4				Beginn			
				Ende			

Abbindezeiten in Abhängigkeit der Beschleunigerdosierung



Bemerkungen:	-
--------------	---

Dieser Bericht umfasst 1 Seite

Strass, am 09.02.2010

Leiter der Prüfstelle:

Dipl.-Ing. Roland Murr

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Thomas Oberthanner

E0033_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Anlage 3 -

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5601	Protokoll Nr.: 9631

Prüfbericht

Nr. PB0107_10

Druckfestigkeit von Bohrkernen

lt. ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2, Ausgabe 01.09.2002 und ÖVBB Richtlinie Spritzbeton, Gründruck Ausgabe 2009

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle / Bauteil:	Erstprüfung bei Grube Derfesser Vomperbach		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	SpC 20/25(56)/III/J2/XC3/GK8
Herstellungstag:	27.01.10	Prüfungstag:	03.02.10
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m ³]: 420
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m ³]: 0
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m ³]: 1795
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m ³]: 2,52
Wassergehalt:	192 kg/m ³	W/B-Wert [-]:	0,46
LP-Gehalt [%]:	4,0 %		
Lagerung:	lt. Norm		

2. Ergebnisse der Prüfung:

Probeneingang:		27.01.10		Prüfdatum:		03.02.2010	
Oberflächenzustand		feucht		Probenalter:		7 Tage	
Nr.:	Bezeichnung:	Probenabmessung		Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit [N/mm ²]	
		D [mm]	H [mm]				
1	M/1	94,1	98,5	2340	244,3	35,1	
2	M/2	94,1	97,0	2330	247,4	35,6	
3	M/3	94,1	99,5	2340	261,6	37,6	
4	M/4	94,1	98,9	2320	260,8	37,5	
5	M/5	94,1	97,7	2330	248,2	35,7	
Mittelwert:				2330	252	36,3	
Bemerkungen:		BE Dosierung: 6,8%; Spritzkistenbezeichnung: M					

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite

Strass, am 03.02.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Dipl.-Ing. Roland Murr



Sachbearbeiter:

Oberthammer Thomas

Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AkkG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0107_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Anlage 4

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria			
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5602	Protokoll Nr.: 9660

Prüfbericht

Nr. PB0182_10

Druckfestigkeit von Bohrkernen

lt. ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2, Ausgabe 01.09.2002 und ÖVBB Richtlinie Spritzbeton, Gründruck Ausgabe 2009

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle / Bauteil:	Erstprüfung Grube Derfesser Vomperbach		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	SpC 20/25(56)/II/J2/XC3/GK8
Herstellungstag:	27.01.10	Prüfungstag:	24.03.10
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m³]: 420
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m³]: 0
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m³]: 1795
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m³]: 2,52
	Wassergehalt:	192 kg/m³	WB-Wert [-]: 0,46
LP-Gehalt [%]:	4,0 %		
Lagerung:	lt. Norm		

2. Ergebnisse der Prüfung:

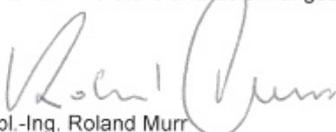
Probeneingang:	27.01.10	Prüfdatum:	24.02.2010			
Oberflächenzustand trocken		Probenalter:	28 Tage			
Nr.:	Bezeichnung:	Probenabmessung		Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit
		D [mm]	H [mm]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]
1	5602-1	94,1	95,1	2310	355	51,0
2	5602-2	94,1	94,1	2330	382,7	55,0
3	5602-3	94,1	91,9	2320	354,7	51,0
4	5602-4	94,1	95,2	2310	359,2	51,7
5	5602-5	94,1	95,9	2320	332,6	47,8
Mittelwert:				2320	357	51,3
Bemerkungen:	BE Dosierung: 6,8%; Spritzkistenbezeichnung: M					

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite

Strass, am 26.02.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Sachbearbeiter:


Dipl.-Ing. Roland Murr




Dipl.-Ing. Thomas Oberthanner

Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AkkG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/ÖNORMEN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Austerfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0182_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Anlage 5

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer:	Prüfnr.:	Protokoll Nr.:
		018-10	5606	9661

Prüfbericht

Nr. PB0181_10

Druckfestigkeit von Bohrkernen

lt. ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2, Ausgabe 01.09.2002 und ÖVBB Richtlinie Spritzbeton, Gründruck Ausgabe 2009

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle / Bauteil:	Erstprüfung Grube Derfesser Vomperbach		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	0 - Beton gespritzt
Herstellungstag:	27.01.10	Prüfungstag:	24.03.10
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m³]: 420
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m³]: 0
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m³]: 1795
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m³]: 2,52
Wassergehalt:	192 kg/m³	W/B-Wert [-]:	0,46
LP-Gehalt [%]:	4,0 %		
Lagerung:	lt. Norm		

2. Ergebnisse der Prüfung:

Probeneingang:	27.01.10	Prüfdatum:	24.02.2010			
Oberflächenzustand trocken		Probenalter:	28 Tage			
Nr.:	Bezeichnung:	Probenabmessung		Rohdichte	Bruchlast	Druckfestigkeit
		D [mm]	H [mm]	[kg/m³]	[kN]	[N/mm²]
1	5606-1	94,1	99,1	2400	415,9	59,8
2	5606-2	94,1	97,7	2420	389,5	56,0
3	5606-3	94,1	98,4	2410	402	57,8
4	5606-4	94,1	97,4	2400	408,3	58,7
5	5606-5	94,1	98,8	2410	376,1	54,1
Mittelwert:				2410	398	57,3
Bemerkungen:	Spritzkistenbezeichnung: M					

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite

Strass, am 26.02.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Roland Murr

Dipl.-Ing. Thomas Oberthanner

PB0181_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Anlage 6

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria			
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer:	Prüfnr.:	Protokoll Nr.:
		018-10	5605	9665

Prüfbericht

Nr. PB0180_10

Würfeldruckfestigkeitsprüfung

lt. ÖNORM B 3303, Pkt. 7.2, Ausgabe 01.09.2002

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle / Bauteil:	Erstprüfung Grube Derfesser Vomperbach		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	0 - Beton gegossen
Herstellungstag:	27.01.10	Prüfungstag:	24.03.10
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m ³]: 420
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m ³]: 0
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m ³]: 1795
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m ³]: 2,52
Wassergehalt [l/m ³]:	192	W/B-Wert [-]:	0,46
LP-Gehalt [%]:	4,0		
Lagerung:	lt. Norm		

2. Ergebnisse der Prüfung:

Probeneingang:		27.01.10		Prüfdatum:		24.02.2010	
Oberflächenzustand trocken				Probenalter:		28 Tage	
Nr.:	Bezeichnung:	Probenabmessung			Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit [N/mm ²]
		L [mm]	B [mm]	H [mm]			
1	5605-1	150,0	150,0	150,4	2360	1280	57,0
2	5605-2	150,0	149,9	150,3	2340	1269	56,5
3	5605-3	149,9	149,9	150,2	2370	1305	58,0
Mittelwert:					2360	1285	57,2
Bemerkungen:		Spritzkistenbezeichnung: M					

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite

Strass, am 26.02.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Dipl.-Ing. Roland Murr



Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Thomas Oberthanner

Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AkkG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0180_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria			
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5603	Protokoll Nr.: 30/10

Anlage 7

Prüfbericht

Nr. PB0272_10

Wasserundurchlässigkeit

lt. ÖNORM B 3303, Pkt. 7.8, Ausgabe 01.09.2002 und ÖVBB Richtlinie Spritzbeton, Gründruck Ausgabe 2009

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle / Bauteil:	Erstprüfung Grube Derfesser Vomperbach		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	SpC 20/25(56)/II/J2/XC3/GK8
Herstellungstag:	27.01.10	Prüfungstag:	24.03.10
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m³]: 420
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m³]:
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m³]: 1795
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m³]: 2,52
	Wassergehalt:	192 l/m³	W/B-Wert [-]: 0,46
LP-Gehalt:	4%		
Lagerung:	lt. Norm		

2. Ergebnisse der Prüfung:

Prüfzeitraum:	26.03.2010 - 09.04.2010		Probenvorbereitung:	lt. Norm		
Probeneingang:	22.01.2010		Prüfgerätnummer:	75		
Nr.:	Bezeichnung	Probenabmessung		Rohdichte [kg/m³]	Alter (Tage)	Wassereindringtiefe (mm)
		D [mm]	H [mm]			
1	A	191,2	151,8	2329	58	13,0
2	B	191,2	165,3	2326	58	9,8
3	C	191,2	150,6	2346	58	8,4
Mittelwert:						10
Maximal zulässiger Wert lt. RL Spritzbeton (Juli 2004) - Expositionsklasse XC3						40 mm
Bemerkungen:	BE Dosierung: 6,8%; Spritzkistenbezeichnung: M					

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite.

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Dipl.-Ing. Roland Murr



Strass, am 09.04.2010

Sachbearbeiter:

Stefan Hellbert

Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AMG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0272_10



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria			
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen			
Auftrag vom:	22.1.10	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5782	Protokoll Nr.: 2816

Anlage 8

PRÜFBERICHT

über die Prüfung von Zement (Bindemittel)
gemäß ÖN EN 196-1; ÖN EN 196-3; ÖN EN 196-6, bzw. ÖN B 3303
Nr. PB0191_10

1. Angaben des Auftraggebers:

Baustelle:	Erstprüfung bei Grube Derfesser Vomperbach	Bauteil:	Erstprüfung
Probenahmedatum:	27.01.10	Probennehmer:	MVA Strass (Hellbert)
Zementsorte:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Lieferwerk:	SPZ Eiberg

2. Ergebnisse der Prüfung:

Probeneingang am:	27.01.2010	Überbringer:	MVA Strass (Hellbert)					
Prüfzeitraum:	März 2010	Prüfer:	BAC					
Spez. Oberfläche:	(Blaine - cm ² /g)		4903					
Spez. Gewicht:	(g/cm ³)		3,13					
Bluten:	(cm ³)		-					
Hy-Wärme:	als Temp.differenz ΔT in K		-					
Abbindezeiten:	Erstarrungsbeginn in h:min		-					
	Erstarrungsende in h:min		-					
Siebrückstand:	90 μm		-					
	45 μm		-					
Raumbeständigkeit (Le-Chatelier)	Versuch 1	-	-					
	Versuch 2	-	-					
	Versuch 3	-	-					
Biegezugfestigkeit:	1 d	4,1	4,2	4,0	4,1			
	28 d							
	90 d							
	180 d							
Druckfestigkeit:	1 d	19,0	18,9	19,3	19,3	19,3	19,6	19,2
	28 d							
	90 d							
	180 d							
Bemerkungen:	-							

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite.

Strass, am 08.03.2010

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Roland Murr
Dipl.-Ing. Roland Murr

Sachbearbeiter:

Stefan Hellbert
Stefan Hellbert



Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AkkG per Bescheid des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0191_10

MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH – A-6261 Strass 103 – Tel: +43 (0)676 83878 500 – Fax: +43 (0)676 83878 507 – mva-strass.at@poyry.com

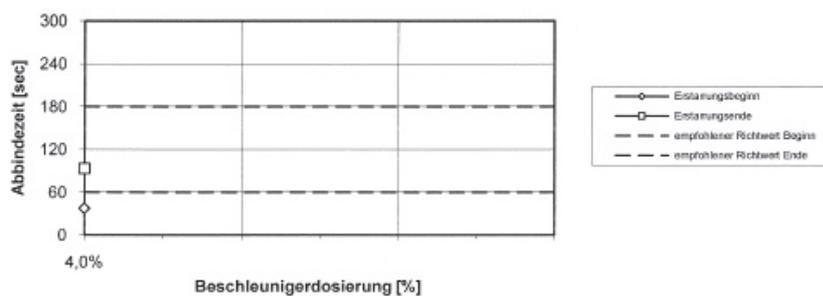
Auftraggeber:	Mapei GmbH - Austria				
	Fräuleinmühle 2 3134-Nußdorf o.d. Traisen				
Auftrag vom:	22.01.2010	Auftragsnummer: 018-10	Prüfnr.: 5781	Protokoll Nr.: 383	Berichtsnummer E0069_10

Versuchsergebnis Erstarrungsbeschleunigung

lt. ÖVBB Richtlinie "Spritzbeton", Gründruck Ausgabe 2009

Baustelle:	Erstprüfung bei Grube Derfesser Vomperbach			Bauteil:	Erstprüfung	
	Bezeichnung	Hersteller	Entnahmedatum	Entnahmeort	Nr. intern	
Zement:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	SPZ Eiberg	27.01.10	MA Derfesser	018/10	
Beschleuniger:	Mapequick 043 FFG	Mapei	27.01.10	Kanister Spritzmobil	018/10	
Fließmittel:	LZ SX-T5	Mapei	27.01.10	MA Derfesser	018/10	
Verzögerer:						

Abbindezeiten		W/Z: 0,45		Zementeinwaage: 250 g			
Nr.	Beschleuniger	Fließmittel	Verzögerer	Abbindezeiten			
	% v.Z.	% v.Z.	% v.Z.	Messung	1	2	MW
1	4,0%	0,6%	-	Beginn	36	39	38
				Ende	95	92	94
2				Beginn			
				Ende			
3				Beginn			
				Ende			
4				Beginn			
				Ende			

Abbindezeiten in Abhängigkeit der Beschleunigerdosierung

Bemerkungen:	-
--------------	---

Dieser Bericht umfasst 1 Seite

Strass, am 25.03.2010

Leiter der Prüfstelle:

Dipl.-Ing. Roland Murr

Sachbearbeiter:

Stefan Hellbert

E0069_10



ARGE Erkundungsstollen Brenner Nord

STRABAG – PORR Tunnelbau

Viller Berg
A-6020 Innsbruck

z.Hd. Hr. Ertl

STRABAG		ERKUNDUNGSSTOLLEN BRENNER NORD		Kopie:		
PT		Posteingang		Kopie:		
18. März 2011		Beurteiler: <i>[Signature]</i>		Kopie:		
ID	BL	ABR	BF	MM	EM	Verm

@ 04598

Pöyry Infra GmbH
Materialversuchsanstalt Strass
Staatlich akkreditierte
Prüf- und Inspektionstelle
6261 Strass / Zillertal 103
Austria
UID-Nr. ATU 37037407
Tel. +43 (0)676 83878 500
Fax +43 (0)676 83878 507
E-mail: mva-strass.at@poyry.com
http://www.poyry-infra.at

Datum 20110315
Projekt Nr. 296-10
Kontakt: DI Roland Murr
roland.murr@poyry.com
Tel.: 0043 676 83878 505
Seite 1 (1)

**ERKUNDUNGSSTOLLEN BRENNER NORD
SPRITZBETON
ERGÄNZENDE PRÜFUNG NACHWEIS DER EXPOSITIONSKLASSE XF3
(FROSTANGRIFF) FÜR DEN SPRITZBETON SpC 20/25(56)/II/J2/XC3/XF3/GK8**

1 ALLGEMEINES

Ergänzend zur Erstprüfung für den Spritzbeton der Sorte SpC 20/25(56)/II/J2/XC3/XF3/GK8, Erstprüfung siehe Bericht AB 1206 der MVA Strass, wurde die MVA Strass mit der Prüfung der Expositionsklasse XF3 am Festbeton durch die Arge EBN am 01.11.2010 beauftragt.

Die Herstellung des Spritzbetons und der Spritzkiste erfolgte durch die Arge. Die Betonzusammensetzung entsprach jener der Erstprüfung vom 27.01.2010, die Kornverteilung wurde aus Gründen der Verarbeitbarkeit (Verringerung des Rückpralls) durch eine geringe Anhebung des Sandanteils angepasst – Zusammensetzung des Beton lt. Angaben Lieferschein Nr. 504600, Anlage 1:

Zement CEM II/A-S 42,5 R	420 kg/m ³
Gesteinskörnung:	1745 kg/m ³
Sand 0/4	71%
Kies 4/8	29%
Wasser (lt Protokoll):	184 l/m ³

2 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

Der Abfall des E-Moduls nach 56 Frost Tau Wechseln betrug im Mittel 0%, die Prüfung der Probekörper führte zu einem positiven Prüfergebnis, siehe Bericht 062_11, Kopie als Anlage 2.

Mit freundlichen Grüßen
Pöyry-Infra GmbH
Materialversuchsanstalt Strass

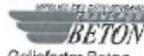
[Signature]
i. V. Dipl. Ing. Roland Murr
Leiter der MVA Strass

[Signature]
i. V. Bmstr. Ing. Hubert Dichtl
Leiter der Prüfstelle

Anlage 1



ERNST DERFESER GmbH
 Industriestraße 2, 6134 Vomp, Postfach 109, Tel. 05242/6989-0, Fax 05242/71056

Lieferschein-Nr.: 504600 Datum: 10.11.10 Beladezeit: 09:37 Werk: Werk 5 Sillschlucht TEL. 05242/64333, FAX. -DW 950		 Gelieferter Beton ist <input checked="" type="checkbox"/> überwacht <input type="checkbox"/> nicht überwacht		B 4710-1  Gilt nur für die im Lieferverzeichnis angegebenen Betonarten. Fremdüberwachende Stelle: Staatliche Akkreditierte Versuchsanstalt für Baustoffe an der Höheren Technischen Bundeslehranstalt Innsbruck		
Kunde: Kunden-Nr. 50118036 Arge Erkundungsst. Brenner Nord Strabag-Porr Viller Berg Id 6020 Innsbruck			Händler: Händler-Nr.			
Baustelle: Zone: 1 Baustellen-Nr. 1 Erkundungsstellen Sillschlucht - Innsbruck 6020 Innsbruck			Frächter: Frächter-Nr.			
Beton nach: ÖNORM B4710-1 (Eigenschaften)			Zustellung: Pol. Kennz.:	Abholung: Pol. Kennz.:		
Menge [m³]: 3,00 Expositionsklasse(n): XC3 Bes. Eigenschaften:	Betonarten-kurzbezeichnung: NM-T902	Artikel-Nr.: 990746	Festigkeitsklasse: C20/25	Konsistenzkl./Zielwert: F59	Größtkorn: B W/B-Wert: mind. Nachbehandlungstage bei einer mittleren Tagestemperatur von: >12°C: 5-12°C: 0-5°C:	Festigkeitsentwicklung: ES
Zement/Zusatzstoff: Cem II/A-S42, SR Zusatzmittel: 2,94kg/m³ DYNAMON SX-T5 Sonderleistungen:			Stand der Lieferung [m³]			
			Bestellt	Geliefert	Rest	
			Preis/m³	Mindermenge		
			Stehzeit	Nachzuschlag		
MENGE SAND 0-4 KIES 4-8 CIAS42, SR Frischw. WARM DYN SX-T5 1,50 1970kg 750kg 620kg 96kg 62kg 4,45kg 1,50 1970kg 750kg 632kg 98kg 62kg 4,41kg IN 3,00 3940kg 1500kg 1260kg 194kg 124kg 8,86kg SN 3,00 3947kg 1508kg 1260kg 194kg 122kg 8,82kg WASSER: 197l 7l 194l 124l 6,86l SPÜLWASSER: 2l WIRKSAMES WASSER: 532,85l <i>Handwritten:</i> 7247 kg/m³, 598 kg/m³, 733 kg/m³, 2500 kg/m³, 420 kg/m³, 784 kg/m³, 7745 kg/m³, 0/4 71%, 4/8 25%			Pöyry Infra GmbH Materialversuchsanstalt Strass A-8201, Strass 103 Telefon: +43 (0) 5242 6989-0			
Planmäßige nachträgliche Wasserzugabe Liter Gesamtwasser Max. erlaubte, planmäßig vorgesehene Wassermenge Tatsächliche Zugabemenge		Nachträgliche FW-Zugabe / Nachdosierung max. Zugabemenge: Liter/Fahrzeug Zugabemenge: Liter/Fahrzeug Zugabeart: Zugabezeit:		Die Bewehrung der Bauteile ist für die Betongüte nicht, will bei vereinbarungsgemäßer Konsistenz auf ausdrücklichen Wunsch des Abnehmers eine Wasserzugabe von Liter und/oder eine Zugabe von Betonzusätzen (Art.) und/oder Fasern erfolge.		
Abfahrt ab Werk	Ankunft Baustelle	Abfahrt Baustelle	Ankunft im Werk	Bemerkungen		
X  Die Übergabe erfolgt auf Grund der innen bekannten Verkaufs- und Lieferbedingungen!			Unterschrift des Fahrers	Lieferung übernommen		



MATERIALVERSUCHSANSTALT STRASS

STAATLICH AKKREDITIERTE PRÜF- UND INSPEKTIONSSTELLE

Pöyry Infra GmbH - A-6261 Strass 103 - Tel: +43 (0)676 83878 500 - Fax: +43 (0)676 83878 507 - mva-strass.at@poyry.com

Anlage 2

Auftraggeber:	ARGE Erkundungsstollen Brenner Nord STRABAG - PORR Tunnelbau Viller Berg 6020-Innsbruck			
Auftrag vom:	01.11.2010	Auftragsnummer: 380-10	Prüfnummer: 6946	Protokoll Nr.: 01/2011

AUSGEGANGEN

15. Feb. 2011

Prüfbericht

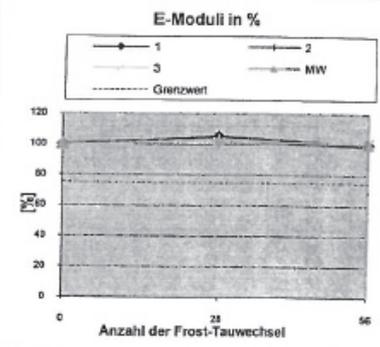
PB0062_11

Frostbeständigkeitsversuch

lt. Richtlinie Spritzbeton, Juli 2009 (Bohrkernproben)

Baustelle / Bauteil:	Erkundungsstollen Brenner Nord / Ahrental Stat.: 298m		
Prüfungsart:	Erstprüfung	Betonsorte:	SpC 20/25(56)/II/IJ2/XC3/XF3/GK8
Herstellungstag:	10.11.10	Prüfungstag:	11.01.2011
Betonzusammensetzung	Bindemittel:	CEM II/A-S 42,5 R (modifiziert)	Menge [kg/m³]: k.A.
	Zusatzstoff:	-	Menge [kg/m³]: -
	Gesteinskörnung:	GK8	Menge [kg/m³]: k.A.
	Zusatzmittel:	FM LZ SX-T5	Menge [kg/m³]: k.A.
Wassergehalt:	k.A.	W/B-Wert [-]:	k.A.
LP-Gehalt:	k.A.		
Lagerung:	lt. Norm		

Probe	A	B	C	Mittelwert
Höhe [mm]	201	199,1	198,1	
Durchmesser [mm]	93,2	93,2	93,9	
Rohdichte [kg/m³]	2310	2333	2303	2315
Unterlast [kN]	3,9	3,9	3,9	3,9
Oberlast [kN]	54,0	52,8	54,2	53,7
Nullmessung				
E-Modul [N/mm²]	35999	35309	35781	35696
nach 28 FTW				
E-Modul [N/mm²]	37854	35839	36318	36670
[%]	105	102	102	103
nach 56 FTW				
E-Modul [N/mm²]	35999	34965	36318	35760
[%]	100	99	102	100



XF3 Prüfung bestanden

Bemerkungen:	k.A...keine Angaben des Auftraggebers; Herstellung der Spritzkisten erfolgte durch den AG in Beisein eines Vertreters der MVA Strass (Hr. Bachmann)
--------------	---

Dieser Prüfbericht umfasst 1 Seite

Strass, am 10.02.2011

Leiter der Prüfstelle und Zeichnungsberechtigter:

Hubert Dichtl
Bmstr. Ing. Hubert Dichtl



Sachbearbeiter:

Draxl Rainer
Draxl Rainer

Die MVA Strass ist akkreditiert als Prüf- und Inspektionsstelle gemäß AkkG per Beschluss des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit auf Basis der ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17020 sowie gemäß Salzburger Bauproduktgesetz per Akkreditierungsbescheid des Österreichischen Institutes für Bautechnik auf Basis der ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17025 und ÖVE/NORM EN ISO/IEC 17020. Die Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und sind kein allgemeiner Qualitätsnachweis. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden. Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der MVA Strass.

PB0062_11.xls

[A14] Identitätsprüfung Mischgut/Spritzbeton**Prüfungen und Abnahmen**

Dateiname:	EIA_QS_UT_SpC_ID_PB-201108-0013
Prüfbereich:	Untertage Stützmaßnahmen Spritzbeton
Prüfotyp:	Identitätsprüfung Mischgut/Spritzbeton
Dokumentinhalt:	Akkreditierter Prüfbericht PB 201108-0013, Leistungsabruf SpC-ID_05

Angaben zum Bauwerk:

Prüflos:	Erkundungsstollen Innsbruck
Bauwerk:	---
Bauteil:	---

Angaben zum Baustoff:

Baustoff:	Nassmischgut SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8
Lieferant/Hersteller:	Ernst Derfesser GmbH Industriestraße 2 AT 6134 Vomp



Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Technische Versuchs- und Forschungsanstalt TVFA

Akkreditierte Prüfstelle nach EN ISO/IEC 17025

Bescheid: BMWA-92.714/0684-I/12/2008 Prüfstelle Nr.: 281

Leiter: Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. Gerhard Lener



Akkreditierter Prüfbericht

zum Projekt: (BBT, ID Prüfungen)

Identitätsprüfung

Prüfung des Nassmischgutes (NM) und des Spritzbetons SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8

nach

ÖVBB Richtlinie Spritzbeton: 2004

ONR 23303: 2010

Auftrag vom:	23.08.2010	Hauptprojektnummer:	201108-0013
Sachbearbeiter:	Dr. Niederegger Ingo Färberböck	Prüfberichtsnummer:	PB 201108-0013
Seiten:	11	Laborant:	Schneitter, Bucher
Anlagen / Seiten:	-	Revision:	-
Datum:	28.09.2011		

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Gegenstand der Untersuchung. Ohne schriftliche Genehmigung der TVFA Innsbruck darf dieses Dokument nicht auszugsweise vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

A-6020 Innsbruck, Technikerstrasse 13

Tel: +43 512 507 6881

Fax: +43 512 507 36901

E-Mail: TVFA@uibk.ac.at

Internet: TVFA.uibk.ac.at

UID: ATU57495437

Bank: Hypo Tirol Bank KT.Nr.: 21011130470

IBAN: AT475700021011130470

BIC: HYPTAT22

Gerichtstand Innsbruck

Inhaltsverzeichnis

1	Angaben zum Prüfungsauftrag.....	4
2	Bezugnehmende Richtlinien.....	4
3	Betonausgangsstoffe.....	5
3.1	Zusammensetzung des Nassmischgutes lt. Chargenprotokoll (507575) am 10.08.2011.....	5
3.2	Eignungsnachweis der Betonausgangsstoffe (informativ).....	5
4	Prüfung des Spritzbetons SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8.....	6
4.1	Prüfung des Nass – Mischgutes lt. Chargenprotokoll (507575) am 10.08.2011.....	6
4.2	Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons (bis 24h).....	7
4.3	Festbetoneigenschaften.....	8
4.3.1	Druckfestigkeit an Bohrkern im Alter von 7 Tagen.....	8
4.3.2	Druckfestigkeit an Bohrkern im Alter von 28 Tagen.....	9
4.3.3	Druckfestigkeit an Bohrkern (Nullbeton gespritzt) im Alter von 28 Tagen.....	9
4.3.4	Festigkeitsabfall im Vergleich zum Nullbeton im Alter von 28 Tagen.....	9
4.3.5	Druckfestigkeit an Würfeln (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen.....	10
4.3.6	Bestimmung der Expositionsklasse XC3.....	10
4.3.7	Bestimmung der Normsteife nach ÖNORM EN 196-3:2005.....	11

PB

PB 201108-0013

TVFA Innsbruck

Seite: 3/11

Auftraggeber: ARGE Erkundungsstollen Brenner Nord

Adresse: Villerberg 1d
6020 Innsbruck
Österreich

Zusammenfassung:

Die Frühfestigkeitsklasse J2 wurde über den gesamten Verlauf nachgewiesen. Im Alter von 6 Stunden wird der J3 Bereich erreicht.

Die erforderliche Druckfestigkeit für die Festigkeitsklasse SpC 20/25 wurde erreicht.

Der Nachweis der Expositionsklasse XC3 wurde erbracht.

1 Angaben zum Prüfungsauftrag

Am 23.08.2010 wurde die Technische Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Innsbruck von der ARGE Erkundungsstollen Brenner Nord, Villerberg 1d, 6020 Innsbruck, beauftragt Identitätsprüfungen am Spritzbeton nach ÖVBB Richtlinie Spritzbeton: 2004, Tab. 11/2/4: Prüfung des Mischgutes und des Spritzbetons der Bezeichnung SpC 20/25/III/J2/XC3/GK 8 durchzuführen.

Am 10.08.2011 wurde von Vertretern der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt (TVFA) der Universität Innsbruck als akkreditierte Prüfstelle eine Prüfung an Nassspritzbeton der Klasse SpC 20/25/III/J2/XC3/GK8 auf der Baustelle ARGE Erkundungsstollen Silsschlucht, BBT Maya Stollen, durchgeführt.

Das Nassmischgut (NM) wurde im mobilen Mischwerk der Firma Derfesser (am Baustellengelände situiert) hergestellt. Als Bindemittel kam ein modifizierter CEM II A-S 42,5 R der Firma SPZ Eisberg zum Einsatz.

Die Verarbeitung des Spritzbetons erfolgte mittels Dichtstromverfahren unter Zudosierung eines Erstarrungsbeschleunigers der Firma Mapei GmbH.

Als Zusatzmittel kam das Produkt DYNAMON SX-T5 der Firma Mapei GmbH zum Einsatz.

Die Prüfung erfolgte im Erkundungsstollen Silsschlucht, BBT Maya Stollen auf Kilometer 3,145.

2 Bezugnehmende Richtlinien

ÖVBB Richtlinie Spritzbeton. 2004

ONR 23303

ÖNORM EN 196-3: 2005

3 Betonausgangsstoffe

Gesteinskörnung	GK8, Derfeser / Werk 5 Sillschlucht
Bindemittel	CEM II A-S 42,5 R, SPZ Eiberg
Zusatzstoff	-
Erstarrungsbeschleuniger	MAPEQUICK 043 FFG
Zusatzmittel außer EB	DYNAMON SX-T5

3.1 Zusammensetzung des Nassmischgutes lt. Chargenprotokoll (507575) am 10.08.2011

Gesteinskörnung	72,2 % 0/4 Ernst Derfeser, Werk 5 Sillschlucht 27,8 % 4/8 Ernst Derfeser, Werk 5 Sillschlucht
Bindemittel	420 kg/m ³ CEM II A-S 42,5 R, SPZ Eiberg
Zusatzstoff	-
Zusatzmittel außer EB	DYNAMON SX-T5 ; 0,85 % v. BMG
Frischwassermenge	368 L
Warmwassermenge	-
Wirksames Wasser	181,7 L/m ³
Festigkeitsklasse	SpC20/25
Konsistenzklasse / Zielwert	F59
Größtkorn	8 mm
Festigkeitsentwicklung	ES
Interne Betonsortenbezeichnung	T902
Lieferscheinnummer	507575, 10.08.2011, 11:37 Uhr
Menge	3,5 m ³

3.2 Eignungsnachweis der Betonausgangsstoffe (informativ)

Siehe Abschlußbericht AB 1206 der Pöyry Infra GmbH, MVA Strass.

4 Prüfung des Spritzbetons SpC 20/25/III/J2/XC3/GK8

Die Ermittlung der nachfolgend aufgelisteten Kennwerte erfolgte an Probekörpern aus vor Ort hergestellten Spritzkisten.

Die EB Dosierung betrug während des Spritzvorganges lt. Ausliterung 6,2% v. BMG und lt. Maschineneinstellung 7% v. BMG.

4.1 Prüfung des Nass – Mischgutes lt. Chargenprotokoll (507575) am 10.08.2011

Frischbetontemperatur	26,1 °C
Lufttemperatur	17,5 °C (vorm Portal)
Ausbreitmaß	65 cm
Ausbreitfließmaß	47,5 cm
Frischbetonrohddichte	2285 kg/m ³
Luftporengehalt	5 %
Gesamtwassergehalt zufolge Rückröstung	8,54 % entspricht 195,1 l
W/B- Wert gemessen	0,46
W/B-Wert lt. Lieferschein	0,43
SpC Alter bei Verarbeitung	35 min

4.2 Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons (bis 24h)

Im Zuge der Prüfung des Spritzbetons wurden im laufenden Vortrieb Spritzkisten an der Ortsbrust hergestellt.

Die Ermittlung der Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons erfolgte an den gefertigten Spritzkisten nach zugrundeliegenden Regelwerken.

Zusammensetzung des Nassmischgutes lt. Chargenprotokoll (507575) am 10.08.2011

Gesteinskörnung	72,2 % 0/4 Ernst Derfesser, Werk 5 Siltschlucht 27,8 % 4/8 Ernst Derfesser, Werk 5 Siltschlucht
Bindemittel	420 kg/m ³ CEM II A-S 42,5 R, SPZ Eiberg
Zusatzstoff	-
Erstarrungsbeschleuniger (nicht aus Chargenprotokoll)	MAPEQUICK 043 FFG, 7 % v. BMG
Erstarrungsbeschleuniger lt. Ausliterung	MAPEQUICK 043 FFG, 6,2 % v. BMG
Zusatzmittel außer EB	DYNAMON SX-T5 ; 0,85 % v. BMG
Frischwassermenge	368 L
Warmwassermenge	-
Wirksames Wasser	181,7 L/m ³
Festigkeitsklasse	SpC20/25
Konsistenzklasse / Zielwert	F59
Größtkorn	8 mm
Festigkeitsentwicklung	ES
Interne Betonsortenbezeichnung	T902
Lieferscheinnummer	507575, 10.08.2011, 11:37 Uhr
Menge	3,5 m ³

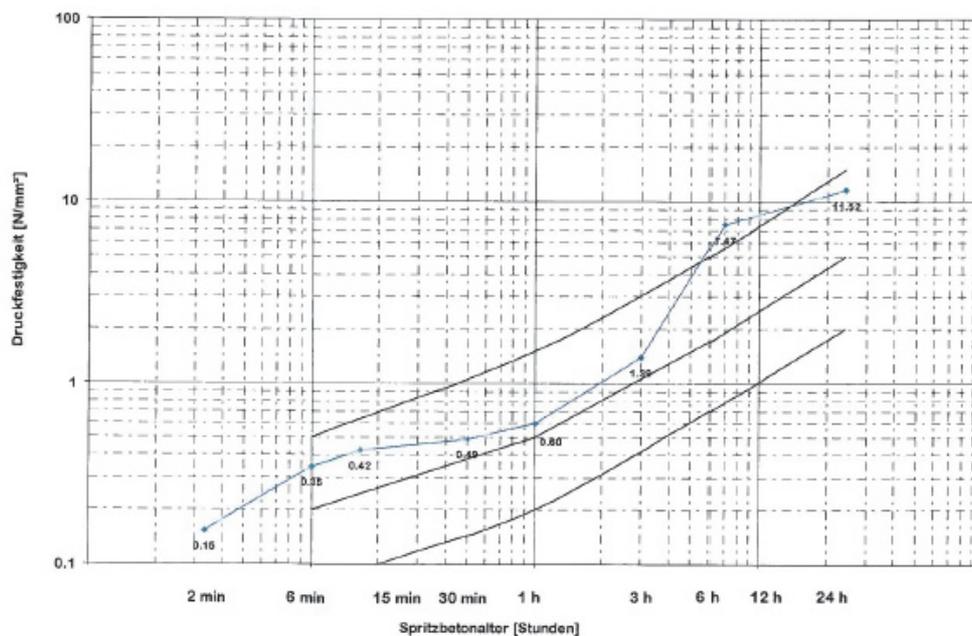


Bild 1: Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons bis 24 Stunden

4.3 Festbetoneigenschaften

Im Zuge der Eignungsprüfung des Spritzbetons wurden im laufenden Vortrieb Spritzkisten an der Ortsbrust hergestellt.

Die Ermittlung der Festbetoneigenschaften erfolgte an aus den Spitzkisten gewonnen Bohrkernen nach zugrundeliegender Richtlinie Spritzbeton:2004 und ÖNORM B 3303.

4.3.1 Druckfestigkeit an Bohrkernen im Alter von 7 Tagen

Probe	Herstellung	Prüfung	Rohdichte [kg/m³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 7d-1	10.08.2011	17.08.2011	2308	7	Bucher	45,87
BBT 7d-2	10.08.2011	17.08.2011	2323	7	Bucher	45,94
BBT 7d-3	10.08.2011	17.08.2011	2340	7	Bucher	46,92
Mittelwert			2320			46
Standardabweichung			15,7			0,6

PB**PB 201108-0013**

TVFA Innsbruck

Seite: 9/11

4.3.2 Druckfestigkeit an Bohrkern im Alter von 28 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 28d-1	10.08.2011	07.09.2011	2386	28	Schneitter	56,32
BBT 28d-2	10.08.2011	07.09.2011	2369	28	Schneitter	50,02
BBT 28d-3	10.08.2011	07.09.2011	2372	28	Schneitter	49,90
Mittelwert			2376			52
Standardabweichung			7,4			3,7

4.3.3 Druckfestigkeit an Bohrkern (Nullbeton gespritzt) im Alter von 28 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 28d-1	10.08.2011	07.09.2011	2448	28	Schneitter	64,05
BBT 28d-2	10.08.2011	07.09.2011	2407	28	Schneitter	58,39
BBT 28d-3	10.08.2011	07.09.2011	2427	28	Schneitter	61,58
Mittelwert			2430			61
Standardabweichung			20,5			2,8

4.3.4 Festigkeitsabfall im Vergleich zum Nullbeton im Alter von 28 Tagen

14,8%

PB**PB 201108-0013**

TVFA Innsbruck

Seite: 10/11

4.3.5 Druckfestigkeit an Würfeln (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 28d-1	10.08.2011	07.09.2011	2290	28	Schneitter	53,68
BBT 28d-2	10.08.2011	07.09.2011	2280	28	Schneitter	53,14
BBT 28d-3	10.08.2011	07.09.2011	2280	28	Schneitter	52,13
Mittelwert			2280			53
Standardabweichung			7,3			0,8

4.3.6 Bestimmung der Expositionsklasse XC3

Probe	Druck [bar]	Mittlere Eindring- tiefe [mm]
1. BK DM 150mm	1-3 Tage: 1,75 4-14 Tage: 7,0	15
2. BK DM 150mm	1-3 Tage: 1,75 4-14 Tage: 7,0	5
3. BK DM 150mm	1-3 Tage: 1,75 4-14 Tage: 7,0	14
Mittelwert		11
Standardabweichung		4,2

Darstellung des Durchfeuchtungsverlaufes

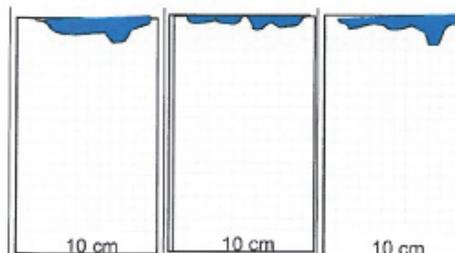


Abbildung 1.: Qualitativer Verlauf der Durchfeuchtung der 3 Probekörper

PB

PB 201108-0013

TVFA Innsbruck

Seite: 11/11

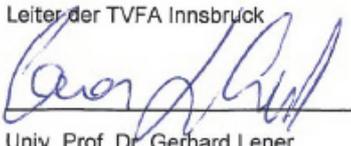
4.3.7 Bestimmung der Normsteife nach ÖNORM EN 196-3:2005

Probe	Erstarrungs- beginn	Erstarrungs- ende	Normsteife
CEM II A-S 42,5 R	2 h 15 min	3 h 02 min	31,4 %

Zeichnungsberechtigter Sachbearbeiter


Dipl.-Ing. Dr. techn. Christoph Niederegger

Leiter der TVFA Innsbruck


Univ. Prof. Dr. Gerhard Lener

 Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	 BERNARD INGENIEURBÜRO BERGHOFFSTRASSE 11 6020 INNSBRUCK	Dok. Nr.: SpC-ID_ 05
		Prüfer: EKS Innsbruck
ERKUNDUNGSABSCHNITT INNSBRUCK - AHRENTAL		Vorgangsnummer:

LEISTUNGSABRUF IDENTITÄTSPRÜFUNG

GEM. ÖVBB-RICHTLINIE „SPRITZBETON“ UND BAUVERTRAG TEIL C-I

Betonsorte	Bauwerk	Prüfdatum
SpC 20/25(S6)/II/02/XC3/G18	EKS Innsbruck	10.08.2011

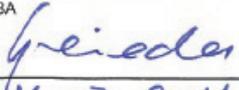
Eigenschaft	im Zuge der Identitätsprüfung zu prüfen...			
	Trocken-Mischgut TM	Feucht-Mischgut FM-L	Feucht-Mischgut FM-S	Nass-Mischgut NM
Prüfungen am Mischgut				
Ausbreitmaß		-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Bindemittelgehalt	<input type="checkbox"/>	-	-	-
Druckfestigkeit 28 d	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Feuchte	<input type="checkbox"/>	-	-	-
Feuchte der Gesteinskörnungen	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Frischbetontemperatur	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Gleichmäßigkeit (Entmischung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Kornzusammensetzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
LP	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Mischungsverhältnis, Chargenprotokolle	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nullbeton	-	<input type="checkbox"/>	-	-
Schüttdichte	<input type="checkbox"/>	-	-	-
Temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Verarbeitungszeit	-	<input type="checkbox"/>	-	-
Prüfungen am Spritzbeton				
Dosierung EB	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Druckfestigkeit 7 d, 28 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Frostbeständigkeit XF3	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ^{1) u. evf. 3)}
Frühfestigkeitsklasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Haftzugfestigkeit	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/> ^{1) u. evf. 3)}
Nullbeton gespritzt	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Spritzbetondicke	- ²⁾	- ²⁾	- ²⁾	- ²⁾
W/B-Wert	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Wasserundurchlässigkeit XC3/XC4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ¹⁾

1) gem. ÖVBB-Richtlinie „Spritzbeton“ sowie Bauvertrag Teil C-I bei Bedarf zu prüfen

2) die Spritzbetondicke wird im Zuge der Abnahmeprüfungen durch ÖBA und AN geprüft

3) u. evf. - nicht erforderlich

Des Weiteren sind alle zusätzlich geforderten – jedoch in diesem Leistungsabruf nicht angeführten – Prüfungen gem. ÖVBB-Richtlinie „Spritzbeton“ und ÖNORM B 4710-1 durchzuführen.

für AN / ARGE	für AG / ÖBA	Verteiler:	ÖBA Leitung (Original)
			AN
Datum: 15.7.2011	Datum: 16.07.2011		

[A15] Prüfung des statischen Elastizitätsmoduls

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Technische Versuchs- und Forschungsanstalt TVFA

Akkreditierte Prüfstelle nach EN ISO/IEC 17025

Bescheid: BMWA-92.714/0684-I/12/2008 Prüfstelle Nr.: 281

Leiter: Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. Gerhard Lener



Akkreditierter Prüfbericht

zum Projekt: (BBT, ID Prüfungen)

Prüfung des statischen Elastizitätsmoduls

nach

ONR 23303: 2010

Auftrag vom:	15.09.2010	Hauptprojektnummer:	201206-0006
Sachbearbeiter:	Dr. Niederegger Ingo Färberböck	Prüfberichtsnummer:	PB 201206-0006
Seiten:	8	Laborant:	Schneitter, Bucher
Anlagen / Seiten:	-	Revision:	-
Datum:	28.06.2012		

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Gegenstand der Untersuchung. Ohne schriftliche Genehmigung der TVFA Innsbruck darf dieses Dokument nicht auszugsweise vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

A-6020 Innsbruck, Technikerstrasse 13

Tel: +43 512 507 6881

Fax: + 43 512 507 36901

E-Mail: TVFA@uibk.ac.at

Internet: TVFA.uibk.ac.at

UID: ATU57495437

Bank: Hypo Tirol Bank KT.Nr.: 21011130470

IBAN: AT475700021011130470

BIC: HYPTAT22

Gerichtstand Innsbruck

Inhaltsverzeichnis

1	Angaben zum Prüfungsauftrag	4
2	Bezugnehmende Richtlinien	4
3	Betonausgangsstoffe.....	5
3.1	Zusammensetzung des Nassmischgutes lt. Chargenprotokoll (705093) am 25.04.2012.....	5
4	Prüfung des Spritzbetons SpC 20/25/III/J2/XC3/GK8.....	6
4.1	Prüfung des Nass –Mischgutes lt. Chargenprotokoll (705093) am 25.04.2012.....	6
4.2	Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 7 Tagen.....	6
4.3	E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 7 Tagen	6
4.4	Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 14 Tagen.....	7
4.5	E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 14 Tagen	7
4.6	Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen.....	7
4.7	E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen	7
4.8	Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 56 Tagen.....	8
4.9	E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 56 Tagen	8

PB

PB 201206-0006

TVFA Innsbruck

Seite: 3/8

Auftraggeber: ARGE Erkundungsstollen Brenner
Nord

Adresse: Villerberg 1d
6020 Innsbruck
Österreich

1 Angaben zum Prüfungsauftrag

Am 18.04.2012 wurde die Technische Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Innsbruck von der ARGE Erkundungsstollen Brenner Nord, Villerberg 1d, 6020 Innsbruck, beauftragt, statische E-Modul Prüfungen des Spritzbetons der Bezeichnung SpC 20/25/11/J2/XC3/GK8 durchzuführen.

Am 25.04.2012 wurde von Vertretern der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt (TVFA) der Universität Innsbruck als akkreditierte Prüfstelle die Herstellung der Prüfkörper vor Ort (Ahrental) durchgeführt.

Das Nassmischgut (NM) wurde im mobilen Mischwerk der Firma Derfesser (am Baustellengelände situiert) hergestellt. Als Bindemittel kam ein modifizierter CEM II A-S 42,5 R der Firma SPZ Eiberg zum Einsatz.

2 Bezugnehmende Richtlinien

ONR 23303: 2010

PB**PB 201206-0006**

TVFA Innsbruck

Seite: 5/8

3 Betonausgangsstoffe

Gesteinskörnung	GK8, Derfesser / Werk 6 Ahrental
Bindemittel	CEM II A-S 42,5 R, SPZ Eiberg
Zusatzstoff	-
Erstarrungsbeschleuniger	MAPEQUICK 043 FFG
Zusatzmittel außer EP	DYNAMON SX-T5

Tabelle 1.: siehe PB-201205-0001 (ID-Prüfung Ahrental am 25.04.2012)

3.1 Zusammensetzung des Nassmischgutes lt. Chargenprotokoll (705093) am 25.04.2012

Gesteinskörnung	72,5 % KK 0/4 Ernst Derfesser, Werk 6 Ahrental 27,5 % 4/8 Ernst Derfesser, Werk 6 Ahrental
Bindemittel	420,4 kg CEM II A-S 42,5 R, SPZ Eiberg
Zusatzstoff	-
Zusatzmittel außer EB	DYNAMON SX-T5 ; 0,85% v. BMG
Frischwassermenge	143 L
Warmwassermenge	225 L
Wirksames Wasser	162,49L/m ³
Festigkeitsklasse	SpC20/25
Konsistenzklasse / Zielwert	F59
Größtkorn	8 mm
Festigkeitsentwicklung	ES
Interne Betonsortenbezeichnung	NM-T923
Lieferscheinnummer	705093, 25.04.2012, 08:19 Uhr
Menge	5 m ³

Tabelle 2.: siehe PB-201205-0001 (ID-Prüfung Ahrental am 25.04.2012)

4 Prüfung des Spritzbetons SpC 20/25/II/J2/XC3/GK8

Die Ermittlung der nachfolgend aufgelisteten Kennwerte erfolgte an vor Ort hergestellten Probekörper.

Die EB Dosierung betrug während des Spritzvorganges lt. lt. Maschineneinstellung 8% v. BMG.

4.1 Prüfung des Nass –Mischgutes lt. Chargenprotokoll (705093) am 25.04.2012

Frischbetontemperatur	18,8 °C
Lufttemperatur	20,8 °C (Ortsbrust)
Ausbreitmaß	49 cm
Ausbreitfließmaß	31 cm
Frischbetonrohddichte	2356,25 kg/m ³
Luftporengehalt	7,2 %
Gesamtwassergehalt zufolge Rückröstung	8 % entspricht 188,5 l
W/B- Wert gemessen	0,45
W/B-Wert lt. Lieferschein	0,39
SpC Alter bei Verarbeitung	31 min

Tabelle 3.: siehe PB-201205-0001 (ID-Prüfung Ahrental am 25.04.2012)

4.2 Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 7 Tagen

Probe	Herstellung	Prüfung	Rohddichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 7d-1	25.04.2012	02.05.2012	2340	7	Bucher	49,47

4.3 E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 7 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Alter [d]	Prüfer	E-Modul [N/mm ²]
BBT 7d-EM1	25.04.2012	02.05.2012	7	Bucher	32230
BBT 7d-EM2	25.04.2012	02.05.2012	7	Bucher	32260
BBT 7d-EM3	25.04.2012	02.05.2012	7	Bucher	32020
Mittelwert					32171
Standardabweichung					130,5

PB**PB 201206-0006**

TVFA Innsbruck

Seite: 7/8

4.4 Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 14 Tagen

Probe	Herstellung	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 14d-1	25.04.2012	09.05.2012	2320	14	Bucher	60,39

4.5 E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 14 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Alter [d]	Prüfer	E-Modul [N/mm ²]
BBT 14d-EM1	25.04.2012	09.05.2012	14	Bucher	33180
BBT 14d-EM2	25.04.2012	09.05.2012	14	Bucher	35210
BBT 14d-EM3	25.04.2012	09.05.2012	14	Bucher	34040
Mittelwert					34140
Standardabweichung					1017,1

4.6 Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 28d-1	25.04.2012	22.05.2012	2290	28	Schneitter	60,71
BBT 28d-2	25.04.2012	22.05.2012	2320	28	Schneitter	62,13
BBT 28d-3	25.04.2012	22.05.2012	2290	28	Schneitter	56,68
Mittelwert			2300			60
Standardabweichung			15,6			2,8

4.7 E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 28 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Alter [d]	Prüfer	E-Modul [N/mm ²]
BBT 28d-EM1	25.04.2012	22.05.2012	28	Schneitter	35220
BBT 28d-EM2	25.04.2012	22.05.2012	28	Schneitter	34470
BBT 28d-EM3	25.04.2012	22.05.2012	28	Schneitter	35110
Mittelwert					34931
Standardabweichung					406,9

PB**PB 201206-0006**

TVFA Innsbruck

Seite: 8/8

4.8 Druckfestigkeit an Würfel (Nullbeton gegossen) im Alter von 56 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Rohdichte [kg/m ³]	Alter [d]	Prüfer	Druckfestigkeit [MPa]
BBT 56d-1	25.04.2012	19.06.2012	2290	56	Schneitter	64,80

4.9 E-Modul an Prisma (Nullbeton gegossen) im Alter von 56 Tagen

Probe	Herst.	Prüfung	Alter [d]	Prüfer	E-Modul [N/mm ²]
BBT 56d-EM1	25.04.2012	19.06.2012	56	Schneitter	35700
BBT 56d-EM2	25.04.2012	19.06.2012	56	Schneitter	35140
BBT 56d-EM3	25.04.2012	19.06.2012	56	Schneitter	36510
Mittelwert					35784
Standardabweichung					686,6

Zeichnungsberechtigter Sachbearbeiter

Leiter der TVFA Innsbruck

 Dipl.-Ing. Dr. techn. Christoph Niederegger

 Univ. Prof. Dr. Gerhard Lener

[A16] Technischer Bericht G1.2b 06; Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen, Störzone-Entwässerungsstollen

Langbericht Nr. Codice generale	Einlage Allegato	U-III.0-1.0-02-05	Ausfertigung Identificativo copia		
AUSBAU EISENBahnACHSE MÜNCHEN - VERONA		POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA			
BRENNER BASISTUNNEL		GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO			
UVE		DCA			
Technische Projektaufbereitung		Elaborazione tecnica del progetto			
Fachbereich		Settore			
Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie		Geologia, geotecnica, idrogeologia			
Thema		Tema			
Haupttunnel		Galleria principale			
Technischer Bericht G 1.2b-06		Relazione tecnica G 1.2b-06			
Titel		Titolo			
Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen, Störzone - Entwässerungsstollen		Tipi di ammassi rocciosi, comportamento, Zone di faglia - cunicolo di drenaggio			
Ausgangssprache :	Deutsch	Maßstab / Scala			
Lingua di partenza :	Tedesco				
Projektkilometer / Progressiva di progetto		<p style="text-align: center;"> <small>DIESES PROJEKT WIRD VON DER EUROPÄISCHEN UNION KOFINANZIERT</small>  <small>QUESTO PROGETTO È COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA</small> </p> <p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;"> Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE </p> <p style="text-align: center;"> <small>Piazza Stazione, 1 Grabenweg 3 I-39100 Bolzano A-6020 Innsbruck</small> </p> <p style="text-align: center;"> <small>Vorstand / Organo di gestione</small> </p> <p style="text-align: center;">   </p> <p style="text-align: center;"> <small>Konrad Bergmeister Ezio Facchin</small> </p>			
Von da 1+701,000	Bis a 4+757,000			Bei	al
Verfasser: Projektista:				Fertigung: Firma:	
				Max John	
		Datum: Data: 29-02-2008			
Kostenstelle Centro di costo	Anlage Impianto	Kilometrierung Progressiva chilometrica	Gegenstand Oggetto		
1	01 000 - HT	000 000 - GT	D0154 - TB - 00023 - 10		
			Vertrag Contratto		
			Dok Typ Tipo doc		
			Nummer Numero		
			Revision Revisione		

Galleria di Base del Brennero

Brenner Basistunnel BBT SE

Fachbereich: Technische Projektaufbereitung

Gegenstand: Geotechnik

Seite/pagina 2 von/di 2

Settore: Progettazione tecnica

Oggetto: Geotecnica

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione			
Revision Revisione	Änderungen Cambiamenti	Verantwortlicher Dokument Responsabile documento	Datum Data
10	Einreichexemplar Esemplare per la procedura autorizzativa	John	29.02.2008

* DER IN DER TABELLE ANGEFÜHRTE VERANTWORTLICHE IST VERANTWORTLICH FÜR DIE BEARBEITUNG, DIE PRÜFUNG UND DIE NORMPRÜFUNG DES DOKUMENTES

* IL RESPONSABILE INDICATO NELLA TABELLA É RESPONSABILE PER L'ELABORAZIONE, LA VERIFICA E LA CONFORMITÀ ALLE NORMATIVE

**Galleria di Base del Brennero
Brenner Basistunnel BBT SE**
Fachbereich: Technische Planung
Gegenstand: Basistunnel

Settore: Progettazione Tecnica
Oggetto: Tunnel di Base

**Abschnitt:
Entwässerungstollen Innsbruck**

- Gebirgsarten
- Gebirgsverhaltenstypen
- Störzonen

**Settore:
Cunicolo di drenaggio Innsbruck**

- Tipo dell' ammasso roccioso
- Tipo di compartimento dell' amasso
- Zone di faglia

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Gebirgsart IQP-EQP-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-EQP-1a-E		
Lithologie	Quarzphyllit; untergeordnet: Quarzite, Gneise, Porphyroide, Kalkmarmor- und Grünschieferereinschaltungen		
Litologia	Fillade quarzifera; subordinatamente: quarzite, gneiss, porfiroide, intercalazioni di metabasite e marmi calcarei		
Schieferung: Orientierung/Abstand	250-050 / 05-45	6 - 30 cm	
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 065 - 100/45-75	RTF 1a: 305 - 320/50 - 90	RTF4: 340-010/50-90
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 235 - 300/40 - 85 RTF 6: 020 - 045/60 - 85		
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: 0,3 - 3,0 m	RTF 1a: 2,5 - 5,0 m	RTF 4: 0,05 - 2,0 m
Distanza della discontinuità	RTF 2w: 0,4 - 4,0 m	RTF 6: 0,4 - 1,0 m	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 1,0 - 3,0 m	RTF 1a: 0,5 - 1,0 m	RTF 4: 0,1 - 0,5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 1,0 - 5,0 m	RTF 6: 1,0 - 5,0 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 1 mm	RTF 1a: 1 mm	RTF 4: 1 mm
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 1 mm	RTF 6: 3 mm	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 3	RTF 1a: 3	RTF 4: 3 - 4
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 4	RTF 6: 1 - 2	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero delle prove
UCS [MPa]	20	5	3
mi [-] (Hoek&Brown)	15		
E [GPa]	14	3	3
v [-]	0,2		
CAI [-]	3,25		
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	25 - 35°		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,04 - 0,30		
Coesione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	45	30 - 70	
GSI [-] (Hoek)	40	30 - 50	
RMR (Bieniawski, 1999)	55		
σ_m / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	3,42 / 0,66		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	0,3 Mpa	H = 20 m - 55 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	47°	H = 20 m - 55 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	4000 / 2500		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	13300 / 11800		
E [MPa] BLA			
E [MPa] empfohlen/raccomandati	2.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	0,3		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	40		
Hinweise	E.... Entfestigt Schieferung teils südfallend		
Annotazioni	E.... Detensionato Immersione della scistosità in parte verso sud		

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Gebirgsart IQP-QP-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-QP-1a-E		
Lithologie	Quarzphyllit, untergeordnet: Quarzite, Gneise, Porphyroide, Kalkmarmor-Einschaltungen		
Litologia	Filade quarziteria subordinamente: quarziti, gneiss, porfiroidi, marmi calcerci		
Schieferung: Orientierung/Abstand	190 - 240/0 - 10//340 - 020/0 - 20		6 - 20 cm
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 065 - 100/53 - 54	RTF 1a: 305 - 320/50 - 90	RTF 4: 340-010/50-90
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 245 - 320/50 - 90 RTF 6: 020 - 045/60 - 85		
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: > 60 cm	RTF 1a: > 60 cm	RTF 4: > 60 cm
Distanza della discontinuità	RTF 2w: > 60 cm	RTF 6: > 60 cm	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 2,0 - 5,0 m	RTF 1a: 0,5 - 2,0 m	RTF 4: 0,1 - 0,5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 2,0 - 5,0 m	RTF 6: > 5 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 0	RTF 1a: 0	RTF 4: 0
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 0	RTF 6: 0	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 3	RTF 1a: 3	RTF 4: 3 - 4
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 4	RTF 6: 1 - 2	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero delle prove
UCS [MPa]	40	15	10
mi [-] (Hoek&Brown)	12	3	18
E [GPa]	30	8	9
v [-]	0,19	0,05	8
CAI [-]	3,7	0,9	4
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	25 - 35 °		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,04 - 0,30		
Coessione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	60	40 - 80	
GSI [-] (Hoek)	50	45 - 55	
RMR (Bieniawski, 1999)	61		
σ_m / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	7,61 / 2,41		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	0,6 / 1,2 MPa	H = 100 - 350 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	49° / 39°	H = 100 - 350 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	9300 / 6300		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	18800 / 17300		
E [MPa] BLA	15.000	3.000 - 26.000	
E [MPa] empfohlen/raccomandati	5.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	1,0		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	35		
Hinweise	Schieferung teils nord- teils südfallend		
Annotazioni	Scistosità in parte a nord in parte a sud		

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Gebirgsart IQP-Gn-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-Gn-1a-E		
Lithologie	Quarzit, Gneis, Porphyroid		
Litologia	Quarziti, Gneiss, Porfiroidi		
Schieferung: Orientierung/Abstand	225 - 315/0 - 30	6 - 20 cm	
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 065 - 100/50 - 60	RTF 1a: 305 - 320/50 - 90	RTF 4: 340-010/50-90
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 235 - 300/40 - 80 RTF 6: 020 - 045/60 - 85		
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: > 60 cm	RTF 1a: > 60 cm	RTF 4: > 60 cm
Distanza della discontinuità	RTF 2w: > 60 cm	RTF 6: > 60 cm	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 2,0 - 5,0 m	RTF 1a: 0,5 - 2,0 m	RTF 4: 0,1 - 0,5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 2,0 - 5,0 m	RTF 6: > 5 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 0	RTF 1a: 0	RTF 4: 0
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 0	RTF 6: 0	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 3	RTF 1a: 3	RTF 4: 3 - 4
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 4	RTF 6: 1 - 2	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero dello prove
UCS [MPa]	50		
mi [-] (Hoek&Brown)	15		
E [GPa]	40		
v [-]	0,18		
CAI [-]			
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	35 - 40°		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,1 - 0,3		
Coessione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	70	60 - 80	
GSI [-] (Hoek)	60	50 - 70	
RMR (Bieniawski, 1999)	66		
σ_{cm} / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	13,1 / 5,35		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	0,9 / 1,7 MPa	H = 100 - 350 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	54° / 46°	H = 100 - 350 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	20400 / 12600		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	25100 / 23300		
E [MPa] BLA			
E [MPa] empfohlen/raccomandati	10.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	1,0		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	45		
Hinweise			
Annotazioni			

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Gebirgsart IQP-D-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-D-1a-E		
Lithologie	Dolomitmarmor, schwach kalkig; bis 25 m mächtig		
Litologia	Marmor dolomitico in parte calcareo; spessore ≤25m		
Schieferung: Orientierung/Abstand	340 - 020/10 - 25		> 60 cm
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 050 - 120/60 - 85	RTF 1a: 315 - 340/80 - 90	RTF 4: 160-185/50-90
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 250 - 280/50 - 85	RTF 6: 040 - 060/60 - 90	
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: 20 cm - > 60 cm	RTF 1a: > 60 cm	RTF 4: 20 - >60 cm
Distanza della discontinuità	RTF 2w: 6 - > 60 cm	RTF 6: > 60 cm	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 0,5 - 2 m	RTF 1a: 2 - > 5 m	RTF 4: 0,1 - 0,5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 0,5 - 2 m	RTF 6: 2 - > 5 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 1 mm	RTF 1a: 1 - 2 mm	RTF 4: 0
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 0	RTF 6: 0	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 4	RTF 1a: 5 - 6	RTF 4: 3 - 4
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 3 - 4	RTF 6: 5 - 6	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero delle prove
UCS [MPa]	30		
mi [-] (Hoek&Brown)	10		
E [GPa]	25		
v [-]	0,2		
CAI [-]			
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	25 - 35°		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,01 - 0,10		
Coessione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	85	70 - 100	
GSI [-] (Hoek)	65	60 - 70	
RMR (Bieniawski, 1999)	67		
σ_m / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	7,39 / 4,26		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	0,8 / 1,4 MPa	H = 100 - 350 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	49° / 40°	H = 100 - 350 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	28700 / 13000		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	26600 / 24700		
E [MPa] BLA			
E [MPa] empfohlen/raccomandati	10.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	1,0		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	40		
Hinweise	untergeordnet Klufthkarst (Mikrokarst)		
Annotazioni	microcarsismo di basso grado		

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Gebirgsart IQP-G-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-G-1a-E		
Lithologie	Grünschiefer; tw. kalkführend; bis 10 m mächtig		
Litologia	Schisti verdi parzialmente calcare; spessore ≤10m		
Schieferung: Orientierung/Abstand	340 - 020/10 - 25	0,06 - > 60 cm	
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 050 - 120/60 - 85	RTF 1a: 310 - 325/50 - 75	RTF 6: 020-035/60-85
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 270 - 290/40 - 60 RTF 4: 170 - 190/45 - 60		
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: > 60 cm	RTF 1a: > 60 cm	RTF 6: > 60 cm
Distanza della discontinuità	RTF 2w: > 60 cm	RTF 4: > 60 cm	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 2 - 5 m	RTF 1a: > 5 m	RTF 6: > 5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 0,5 - 5 m	RTF 4: 2,0 - > 5 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 0	RTF 1a: 0	RTF 6: 3 mm
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 0	RTF 4: 0	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 2	RTF 1a: 3 - 4	RTF 6: 1 - 2
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 2	RTF 4: 3 - 4	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero delle prove
UCS [MPa]	55		
mi [-] (Hoek&Brown)	15		
E [GPa]	40		
v [-]	0,15		
CAI [-]			
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	35 - 40°		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,05 - 0,10		
Coesione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	60	40 - 80	
GSI [-] (Hoek)	50	45 - 55	
RMR (Bieniawski, 1999)	64		
σ_m / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	11,65 / 3,31		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	0,7 / 1,5 MPa	H = 100 - 350 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	53° / 44°	H = 100 - 350 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	9300 / 7400		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	22400 / 20800		
E [MPa] BLA			
E [MPa] empfohlen/raccomandati	7.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	1,0		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	45		
Hinweise			
Annotazioni			

Entwässerungsstollen Innsbruck

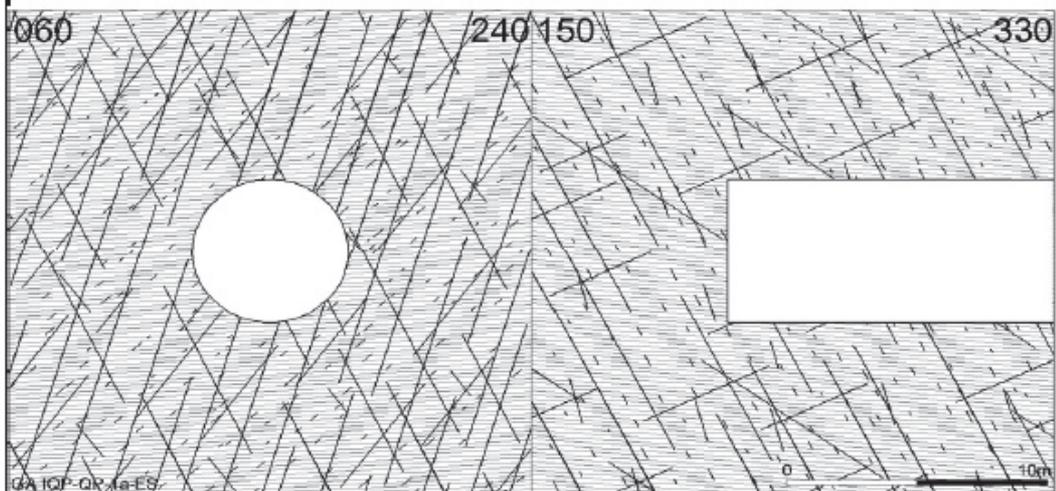
Kriterien	Gebirgsart IQP-GS-1a-E		
Criterio	Tipo dell'ammasso roccioso IQP-GS-1a-E		
Lithologie	Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer, quarzitisches-gneisige Einschaltungen		
Litologia			
Schieferung: Orientierung/Abstand	190 - 240/0 - 10/340 - 020/0 - 20	6 - 20 cm	
Scistosità: Orientamento/Distanza			
Trennflächenorientierung	RTF 2e: 065 - 100/50 - 60	RTF 1a: 305 - 320/50 - 90	RTF 4: 340-010/50-90
Orientamento della discontinuità	RTF 2w: 235 - 300/40 - 80 RTF 6: 020 - 045/60 - 85		
Trennflächenabstände (cm)	RTF 2e: > 60 cm	RTF 1a: > 60 cm	RTF 4: > 60 cm
Distanza della discontinuità	RTF 2w: > 60 cm	RTF 6: > 60 cm	
Trennflächenlänge (m)	RTF 2e: 2,0 - 5,0 m	RTF 1a: 0,5 - 2,0 m	RTF 4: 0,1 - 0,5 m
Lunghezza di discontinuità	RTF 2w: 2,0 - 5,0 m	RTF 6: > 5 m	
Trennflächenöffnung (mm)	RTF 2e: 0	RTF 1a: 0	RTF 4: 0
Apertura della discontinuità	RTF 2w: 0	RTF 6: 0	
Trennflächenbeschaffenheit	RTF 2e: 3	RTF 1a: 3	RTF 4: 3 - 4
Caratterizzazione della discontinuità	RTF 2w: 4	RTF 6: 1 - 2	
Gesteinskennwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Versuchszahl
Parametri dell' roccia	Valori medio	deviazione standard	Numero delle prove
UCS [MPa]	50		
mi [-] (Hoek&Brown)	12		
E [GPa]	40		
v [-]	0,15		
CAI [-]			
Quellpotential	keines		
Potenziale di swelling	niente		
Quelldaten (Labor) [MPa]/%			
Dati di swelling			
Trennflächenkennwerte	Bandbreite		
Parametri dell' discontinuità	Range		
Reibungswinkel [°]	30 - 40 °		
l'angolo di attrito [°]			
Kohäsion [MPa]	0,05 - 0,10		
Coesione [MPa]			
Gebirgskennwerte	Mittelwert	Bandbreite	
Parametri dell' amasso roccioso	Valori medio	Range	
RQD (ISRM)	65	45 - 90	
GSI [-] (Hoek)	55	50 - 60	
RMR (Bieniawski, 1999)	70		
σ_m / UCS [MPa] (Hoek&Brown)	10,59 / 4,02		
c [MPa] (Mohr - Coulomb)	1,2 / 1,3 MPa	H = 250 - 290 m	
φ [°] (Mohr - Coulomb)	45° / 44°	H = 250 - 290 m	
E [MPa] (Hoek 2005 / 2002)	14000 / 9400		
E [MPa] (Serafim / Boyd)	31600 / 29100		
E [MPa] BLA			
E [MPa] empfohlen/raccomandati	8.000		
c [MPa] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	1,2		
φ [°] (Mohr - Coulomb) empf./rac.	40		
Hinweise	Trennflächencharakteristiken tendenziell günstiger als IQP-QP-1a-E		
Annotazioni	Caratteristiche di discontinuità tendenzialmente più vantaggiose rispetto IQP-QP-1a-E		

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT 3	
Gebirgsarten	IQP-EQP-1a-E H = 10 - 100 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	keine ausgeprägte Orientierung
Orientazione di fratture	nessuno orientamento manifestato
Gebirgsbeanspruchung	1,2 - 6,8: nachbrüchig
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	1,2 - 6,8: friabile
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	ausgedehnte gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust nachbrüchig
Compartimento dell' amasso	molto distacchi di origine strutturale, Fronte friabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 10 cm
Tropia / Deformazione radialmente	isotropia < 10 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT



Gebirgsarten	IQP-QP-1a-E H = 100 - 350 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	überwiegend steilstehend
Orientazione di fratture	subverticale
Gebirgsbeanspruchung	0,7 - 2,6: nachbrüchig - leicht druckhaft
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	0,7 - 2,6: friabile - bocco springente
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	Oberflächige Ablösungen, gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust stabil
Compartimento dell' amasso	Distacchi superficiale, Distacchi lungo le discontinuita, Fronte stabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 5 cm
Tropia / Deformatione radialmente	isotropia < 5 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
Gebirgsarten	IQP-Gn-1a-E H = 100 - 350 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	überwiegend steilstehend
Orientazione di fratture	subverticale
Gebirgsbeanspruchung	1,2 - 4,5: nachbrüchig
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	1,2 - 4,5: friabile
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	Oberflächige Ablösungen, gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust stabil
Compartimento dell' amasso	Distacchi superficiale, Distacchi lungo le discontinuita, Fronte stabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 5 cm
Tropia / Deformazione radialmente	isotropia < 5 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
Gebirgsarten	IQP-D-1a-E H = 100 - 350 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	keine ausgeprägte Orientierung
Orientazione di fratture	nessun orientamento manifestato
Gebirgsbeanspruchung	0,7 - 2,5: nachbrüchig
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	0,7 - 2,5: friabile
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	Oberflächige Ablösungen, gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust stabil
Compartimento dell' amasso	Distacchi superficiale, Distacchi lungo le discontinuita, Fronte stabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 5 cm
Tropia / Deformazione radialmente	isotropia < 5 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
Gebirgsarten	IQP-G-1a-E H = 100 - 350 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	überwiegend steilstehend
Orientazione di fratture	subverticale
Gebirgsbeanspruchung	1,1 - 4,0: nachbrüchig
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	1,1 - 4,0: friabile
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	Oberflächige Ablösungen, gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust stabil
Compartimento dell' amasso	Distacchi superficiale, Distacchi lungo le discontinuita, Fronte stabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 5 cm
Tropia / Deformazione radialmente	isotropia < 5 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Gebirgsverhaltenstyp GVT 2	
Gebirgsarten	IQP-GS-1a-E H = 250 - 290 m
Tipo dell'ammasso roccioso	
Orientierung der Haupttrennflächen	überwiegend steilstehend
Orientazione di fratture	subverticale
Gebirgsbeanspruchung	1,2 - 1,6: nachbrüchig
Sollecitazione dell' ammasso roccioso	1,2 - 1,6: friabile
Einfluss Bergwasser	keine Einfluss
Influenza aqua di montagna	senza influenza
Quelldruck	keiner
Pressione di gonfiamento	niente
Gebirgsverhalten	Oberflächige Ablösungen, gefügebedingte Ausbrüche, Ortsbrust stabil
Compartimento dell' amasso	Distacchi superficiale, Distacchi lungo le discontinuita, Fronte stabile
Tropie / Radialdeformation	isotrop < 5 cm
Tropia / Deformazione radialmente	isotropia < 5 cm

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-A-1-E	
Criterio	Zone di faglia SZ-IQP-A-1-E	
Bezeichnung	IQP: Ahmtalstörung, sehr mächtig	
Denominazione	IQP: Faglia Ahmtal, potenza elevata	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	15 / 20 / 15	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	Entfestigung	Entfestigung
Modello deformativo: DZ/CZ	strain softening	strain softening
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	40 - 60 m / 1 Stk.	
Lungo alla galleria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	querschlägig	geneigt (nordfallend)
Orientazione alla galleria: hor./vert.	transversale	inclinato
Primärspannung	Entlastung im Störungsbereich, Konzentration am Rand	
Tensione primaria	strain softening della faglia	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	1.500 - 2.500	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,4 - 0,8	0,20 - 0,40
ϕ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 30	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,5 - 1,0	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Influss Bergwasser: DZ/CZ	leicht erhöhter Wasserzutritt	wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	basso afflusso	sensibilità d'acqua
Wasserzutritt [l/s/10m]	0,6 - 1,0	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	stark relevant	
Importanza geotechnica	alta rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 4-2: stark druckhaft	
Comportamento dell'amasso	GVT 4-2: molto spingente	
Radialdeformation	symmetrisch: < 30 cm	
Deformation	isotropia: < 30 cm	
Ortsbruststabilität	verstärkte Ausbrüche in DZ, Druckerscheinungen in CZ	
Stabilità di fronte	frequenti distacchi a DZ, spingente a CZ	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-A-2-E	
Criterio	Zone di faglia SZ-IQP-A-2-E	
Bezeichnung	IQP: Ahmtal-Störungen, gering mächtig	
Denominazione	IQP: Sistema di Faglia Ahmtal, potenza bassa	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	2 / 1 / 2	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	kein Einfluss	kein Einfluss
Modello deformativo: DZ/CZ	senza influenza	senza influenza
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	10 m / 4 - 5 Stk.	
Lungo alla galleria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	querschlägig	geneigt (nord-fallend)
Orientazione alla galleria: hor./vert.	transversale	inclinato
Primärspannung	kein Einfluss	
Tensione primaria	senza influenza	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
ϕ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,8 - 1,2	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	Materialaustrag möglich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	Rischio flusso di materiale
Wasserzutritt [l/s/10m]	< 0,4	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	gering relevant	
Importanza geotechnica	bassa rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: verstärkte Ausbrüche am Störungsrand	
Comportamento dell'ammasso	GVT 3: frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	asymmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	anisotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	örtliche Instabilitäten möglich	
Stabilità di fronte	Instabilità potenziale locale	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-IT-1-E	
Criteriono	Zone di faglia SZ-IQP-IT-1-E	
Bezeichnung	IQP: Inntal Störungen: sehr mächtig	
Denominazione	IQP: Sistema di Faglia Inntal: potenza elevata	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	5 / 2 in Summe bis 5 / 5 (CZ: enge Abfolge von Kakiriten)	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	Entfestigung	elasto-plastisch
Modello deformativo: DZ/CZ	strain softening	elasto-plastic
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	20 m / 1 - 2 Stk.	
Lungo alla galleria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	querschläglich	steil einfallend
Orientazione alla galleria: hor./vert.	transversale	subverticale
Primärspannung	Entlastung im Störungsbereich, Konzentration am Rand	
Tensione primaria	strain softening della faglia	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
φ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,8 - 1,2	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	gering wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	bassa sensibilita d'acqua
Wasserzutritt [l/s/10m]	0,6 - 1,0	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	gering relevant	
Inportanza geotechnica	bassa rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: verstärkte Ausbrüche am Störungsrand	
Comportamento dell'amasso	GVT 3: frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	symmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	isotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	örtliche Instabilitäten möglich	
Stabilità di fronte	Instabilità potenziale locale	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien Criterio	Störungszone SZ-IQP-IT-2-E Zone di faglia SZ-IQP-IT-2-E	
Bezeichnung	IQP: Inntal-Störungen; mittel mächtig	
Denominazione	IQP: Sistema di Faglia Inntal; potenza media	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	1 / 1 / 1	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ: stark geklüftet	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD: discontinuità frequenti	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	geringer Einfluss	geringer Einfluss
Modello deformativo: DZ/CZ	bassa influenza	bassa influenza
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	10 m / 5 - 7 Stk.	
Lungo alla galleria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	querschlägig	steil nord-südfallend
Orientazione alla galleria: hor./vert.	trasversale	subverticale
Primärspannung	kein Einfluss	
Tensione primaria	senza influenza	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
φ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,8 - 1,2	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	sensibilità d'acqua
Wasserzutritt [l/s/10m]	0,4 - 1	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	mittel relevant	
Importanza geotechnica	media rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: verstärkte Ausbrüche am Störungsrand	
Comportamento dell'amasso	GVT 3: frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	symmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	isotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	Ausbrüche wahrscheinlich	
Stabilità di fronte	Distacchi potenziali	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-HS-E	
Criterio	Zone di faglia SZ-IQP-HS-E	
Bezeichnung	IQP: Halsstörungen	
Denominazione	IQP: Sistema di Faglia Halsl	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	4 / 2 in Summe bis 5 / 4 (CZ: enge Abfolge von Kakiriten)	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	geringer Einfluss	geringer Einfluss
Modello deformativo: DZ/CZ	basso influenza	basso influenza
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	20 m / 2 - 3 Stk.	
Lungo alla galeria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	spitzwinkelig	steil nord-süd einfallend
Orientazione alla galeria: hor./vert.	angulo acuto	subverticale
Primärspannung	kein Einfluss	
Tensione primaria	senza influenza	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
φ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,8 - 1,2	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	gering wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	bassa sensibilita d'acqua
Wasserzutritt [l/s/10m]	< 0,4	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	gering relevant	
Importanza geotechnica	bassa rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: verstärkte Ausbrüche am Störungsrand	
Comportamento dell'ammasso	GVT 3: frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	symmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	isotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	örtliche Instabilitäten möglich	
Stabilità di fronte	Instabilità potenziale locale	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-AS-E	
Criterio	Zone di faglia SZ-IQP-AS-E	
Bezeichnung	IQP: N-S streichende Wipptal-Abschiebungen	
Denominazione	IQP: N-S Faglia Wipptal	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	1 / 1 / 1 (CZ: enge Abfolge von Kakiriten)	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	Entfestigung	elasto-plastisch
Modello deformativo: DZ/CZ	strain softening	elasto-plastic
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	15 m / 4 - 5 Stk.	
Lungo alla galeria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	spitzwinkelig	geneigt
Orientazione alla galeria: hor./vert.	acutangolo	inclinato
Primärspannung	Entlastung im Störungsbereich, Konzentration am Rand	
Tensione primaria	strain softening della faglia,	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
ϕ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,5 - 1,0	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	Wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	sensibilità d'acqua (materiale)
Wasserzutritt [l/s/10m]	0,4 - 0,6	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	stark relevant	
Importanza geotechnica	alta rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: verstärkte Ausbrüche am Störungsrund	
Comportamento dell'amasso	GVT 3: frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	asymmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	anisotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	Ausbrüche wahrscheinlich	
Stabilità di fronte	Distacchi potenziali	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien Criterio	Störungszone SZ-IQP-WI-1-E Zone di faglia SZ-IQP-WI-1-E	
Bezeichnung	vorw. SSW-fallende Abschiebungen, mittel mächtig	
Denominazione	Faglie normale, prev. imm. verso SSW, spessore media	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	4 / < 1 / 4	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	Entfestigung	elasto-plastisch
Modello deformativo: DZ/CZ	strain softening	elasto-plastic
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl Lungo alla galeria:	25 m / 2 - 3 Stk.	
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	spitzwinklig	geneigt
Orientazione alla galeria: hor./vert.	angolo acuto	inclinato
Primärspannung	Entlastung im Störungsbereich, Konzentration am Rand	
Tensione primaria	strain softening della faglia,	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
ϕ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,5 - 1,0	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	Wasserempfindlich
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	sensibilità d'acqua (mat. fine)
Wasserzutritt [l/s/10m]	0,4 - 0,6	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	mittel relevant	
Importanza geotechnica	mediamente rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 3: Verstärkte Ausbrüche am Störungsrund	
Comportamento dell'ammasso	GVT 3: Frequenti distacchi di faglia	
Radialdeformation	asymmetrisch: < 10 cm	
Deformazione	anisotropia: < 10 cm	
Ortsbruststabilität	lokale Ausbrüche	
Stabilità di fronte	distacchi locale	
Hinweise:	Vortrieb Nord -> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

Entwässerungsstollen Innsbruck

Kriterien	Störungszone SZ-IQP-WI-2-E	
Criteriono	Zone di faglia SZ-IQP-WI-2-E	
Bezeichnung	vorw. SSW-fallende Abschiebungen, gering mächtig	
Denominazione	Faglie normale, prev. imm. verso SSW, spessore bassa	
Mächtigkeit: DZ/CZ/DZ [m]	4 / < 0,5 / 4	
Spessore reale: DZ/CZ/DZ [m]		
Material: DZ/CZ	ALZ, (Kakirit, fault gouge)	Kakirit, (fault gouge)
Materiale: DZ/CZ	ZdD, Cachirite (fault gouge)	Cachirite, (fault gouge)
Deformationsverhalten: DZ/CZ	Entfestigung	kein Einfluss
Modello deformativo: DZ/CZ	strain softening	senza influenza
Länge im Tunnel: Summe/Anzahl	25 m / 3 - 4 Stk.	
Lungo alla galeria:		
Orientierung zur T.A.: hor./vert.	spitzwinklig	geneigt
Orientazione alla galeria: hor./vert.	angolo acuto	inclinato
Primärspannung	Entlastung im Störungsbereich, Konzentration am Rand	
Tensione primaria	strain softening della faglia,	
Empf. Kennwerte / Parametri sugg.	DZ	CZ
E [Mpa]	2.500 - 5.000	500 - 1.000
c [Mpa] Kohäsion / Coesione	0,5 - 1,0	0,20 - 0,40
ϕ [°] Reibungsw. / l'angolo di attrito	28 - 32	25 - 28
Seitendruckbeiwert K_0	0,5 - 1,0	
Coeff. di pressione laterale K_0		
Einfluss Bergwasser: DZ/CZ	verstärkter Wasserzutritt	kein Einfluss
Influenza acqua di montagna: DZ/CZ	afflusso maggiore	senza influenza
Wasserzutritt [l/s/10m]	< 0,4	
acqua di montagna [l/s/10m]		
Geotechnische Relevanz	mittel relevant	
Importanza geotechnica	mediamente rilevante	
Gebirgsverhalten	GVT 2: Ausbrüche am Störungsrand	
Comportamento dell'amasso	GVT 2: Distacchi di faglia	
Radialdeformation	asymmetrisch: < 5 cm	
Deformation	anisotropia: < 5 cm	
Ortsbruststabilität	lokale Ausbrüche	
Stabilità di fronte	Distacchi locale	
Hinweise:	Vortrieb Nord --> Süd	
Annotazioni:	avanzamento da nord verso sud	

[A17] Analysis Information Report Phase² - QI-2088

Phase2 Analysis Information

QI-2088, 3mCZ+ 6mDZ, scheinbares Einfallen 52°

Project Summary

File Name: EKS_Model 2088 final V1 spb variation
Last saved with Phase2 version: 8.011
Project Title: QI-2088, 3mCZ+ 6mDZ, scheinbares Einfallen 52°
Analysis: Vorentlastung je 10% Reduzierung des E-Moduls,aktivieren SpB Schale, Ausbruch inkl. Aktivierung der Systemankerung
Author: Michael Rapp
Company: BBT-SE, MU Leoben

General Settings

Number of Stages: 10
Analysis Type: Plane Strain
Solver Type: Gaussian Elimination
Units: Metric, stress as MPa

Analysis Options

Maximum Number of Iterations: 500
Tolerance: 0.001
Number of Load Steps: Automatic
Convergence Type: Absolute Energy
Tensile Failure: Reduces Shear Strength
Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

Groundwater Analysis

Method: Piezometric Lines
Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³
Probability: None

Field Stress

Field stress: gravity
Ground surface elevation: 303.395 m
Unit weight of overburden: 0.026 MN/m³
Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1
Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Mesh

Mesh type: graded
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Primärzustand: 8447
 Number of nodes on Primärzustand: 4323
 Number of elements on VE 0,9: 8447
 Number of nodes on VE 0,9: 4323
 Number of elements on VE 0,8: 8447
 Number of nodes on VE 0,8: 4323
 Number of elements on VE 0,7: 8447
 Number of nodes on VE 0,7: 4323
 Number of elements on VE 0,6: 8447
 Number of nodes on VE 0,6: 4323
 Number of elements on VE 0,5: 8447
 Number of nodes on VE 0,5: 4323
 Number of elements on VE 0,4: 8447
 Number of nodes on VE 0,4: 4323
 Number of elements on aktivieren SpB 1500 15: 8447
 Number of nodes on aktivieren SpB 1500 15: 4323
 Number of elements on aktivieren SpB 18500 25: 8447
 Number of nodes on aktivieren SpB 18500 25: 4323
 Number of elements on Ausbruch: 7460
 Number of nodes on Ausbruch: 3914

Mesh Quality

All elements are of good quality

Poor quality elements defined as:

Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
 Minimum interior angle < 2.0 degrees
 Maximum interior angle > 175.0 degrees

Areas of Excavated and Filled Elements

Ausbruch

Material: E 0,4 DZ, Area Excavated: 19.442 m²
 Material: E 0,4 CZ, Area Excavated: 6.295 m²

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

Excavation Area: 25.737 m²
 Excavation Perimeter: 18.643 m
 External Boundary Area: 10000.000 m²
 External Boundary Perimeter: 400.000 m

Primärzustand

Excavation Area: 25.737 m² (-4.61853e-014 m² change from original area)
 Excavation Perimeter: 18.643 m (-3.55271e-015 m change from original perimeter)
 External Boundary Area: 10000.000 m² (0 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 400.000 m (0 m change from original perimeter)
 Volume Loss to Excavation: 0 %

VE 0,9

Values not available until this stage is viewed in a window

VE 0,8

Values not available until this stage is viewed in a window

VE 0,7

Values not available until this stage is viewed in a window

VE 0,6

Values not available until this stage is viewed in a window

VE 0,5

Values not available until this stage is viewed in a window

VE 0,4

Values not available until this stage is viewed in a window

aktivieren SpB 1500 15

Excavation Area: 24.713 m² (-1.02478 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 18.317 m (-0.326564 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 10000.000 m² (0 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 400.000 m (0 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: 0 %

aktivieren SpB 18500 25

Excavation Area: 24.712 m² (-1.02484 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 18.317 m (-0.326585 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 10000.000 m² (0 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 400.000 m (0 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: 0 %

Ausbruch

Excavation Area: 23.787 m² (-1.95036 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 18.075 m (-0.568421 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 10000.000 m² (0 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 400.000 m (0 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: 0 %

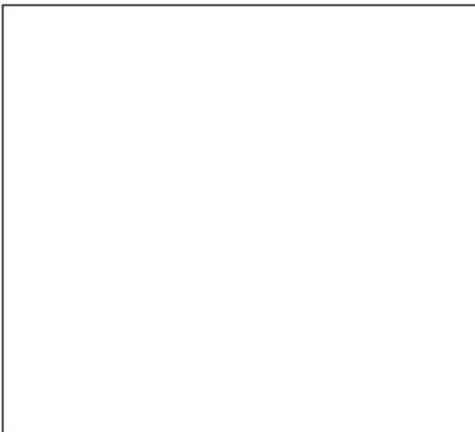
Material Properties**Material: IQP 1QP 1a**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.026 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	5000 MPa
Poisson's ratio	0.19
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	35 degrees
Peak cohesion	1 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	35 degrees
Residual Cohesion	1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: damage zone

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.026 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	800 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: core zone



Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.026 MN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	300 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,9 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	720 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,9 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	270 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,8 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	640 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,8 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	240 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,7 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	560 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,7 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	210 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,6 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	480 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,6 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	180 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,5 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	400 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,5 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	150 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,4 DZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	320 MPa
Poisson's ratio	0.22
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.25 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0.5 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: E 0,4 CZ

Color	
Initial element loading	No initial element loading
Elastic type	isotropic
Young's modulus	120 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0.2 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	0.1 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Liner Properties

Liner: SpB inkl. Bewehrung

Color	
Liner Type	Reinforced Concrete
Equivalent Young's modulus	1871.73 MPa
Equivalent thickness	0.284362 m
Poisson ratio	0

Reinforcement Properties

Type	Wire Mesh(Canada): #6 (diameter=6mm)
Spacing	0.1 m
Section Depth	0.006 m
Area	2.83e-005 m ²
Moment of inertia	6.362e-011 m ⁴
Young's modulus	200000 MPa
Poisson ratio	0.25
Compressive strength	400 MPa
Tensile strength	400 MPa

Concrete Properties

Thickness	0.302 m
Young's modulus	1500 MPa
Poisson ratio	0.2
Compressive strength	15 MPa
Tensile strength	3 MPa

Properties changed in Primärzustand

Thickness: 0 m (factor = 0)
 Young's modulus: 0 MPa (factor = 0)
 Compressive strength: 0 MPa (factor = 0)
 Tensile strength: 0 MPa (factor = 0)

Properties changed in aktivieren SpB 1500 15

Young's modulus: 2.25e+006 MPa (factor = 1500)
 Compressive strength: 225 MPa (factor = 15)
 Tensile strength: 3 MPa (factor = 1)

Properties changed in aktivieren SpB 18500 25

Young's modulus: 2.775e+007 MPa (factor = 18500)
 Compressive strength: 375 MPa (factor = 25)
 Tensile strength: 9 MPa (factor = 3)

Bolt Properties



Bolt name	Anker
Color	
Bolt Type	Fully bonded bolt
Diameter	20 mm
Young's modulus	200000 MPa
Tensile capacity	0.1 MN
Residual Tensile capacity	0.01 MN
Pre-tensioning	0 MN
Pre-tensioning force	Constant in install stage
Out-of-plane spacing	1 m
Allow Joints to Shear Bolt	Yes

Displacements

Displacement data is not available for Primärzustand until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,9 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,8 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,7 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,6 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,5 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for VE 0,4 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for aktivieren SpB 1500 15 until total displacement is viewed in a window
 Displacement data is not available for aktivieren SpB 18500 25 until total displacement is viewed in a window
 Maximum total displacement for Ausbruch: 0.182612 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Primärzustand: 0
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,9 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,8 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,7 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,6 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,5 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements is not available for VE 0,4 until the stage is viewed in a window
 Number of yielded mesh elements on aktivieren SpB 1500 15: 1291
 Number of yielded mesh elements on aktivieren SpB 18500 25: 1291
 Number of yielded mesh elements on Ausbruch: 1600

List of All Coordinates

Excavation boundary

X	Y
2.2777	0.35
2.33268	0.353033
2.387	0.362095
2.44	0.377075
2.49102	0.397793
2.53946	0.423997
2.58472	0.455369
2.62626	0.491528
2.66357	0.532036

2.6962	0.576401
2.72375	0.624085
2.74689	0.67162
2.76853	0.719859
2.78863	0.768755
2.80719	0.818259
2.82418	0.868323
2.83959	0.918897
2.86635	1.02073
2.88258	1.08886
2.89767	1.15726
2.91161	1.22591
2.9244	1.29477
2.93603	1.36384
2.9465	1.4331
2.95581	1.50252
2.96396	1.57209
2.97094	1.64178
2.97675	1.71159
2.98139	1.78148
2.98486	1.85143
2.98716	1.92144
2.98828	1.99148
2.98823	2.06152
2.98701	2.13155
2.98461	2.20155
2.98104	2.27151
2.9763	2.34139
2.97038	2.41118
2.9633	2.48087
2.95505	2.55043
2.94564	2.61983
2.93507	2.68908
2.92334	2.75813
2.91045	2.82698
2.89641	2.8956
2.88122	2.96398
2.86489	3.03209
2.84742	3.09992
2.82882	3.16745
2.80908	3.23465
2.78823	3.30152
2.76625	3.36803
2.74317	3.43416
2.71898	3.49989
2.69369	3.56521
2.66731	3.6301
2.63984	3.69453
2.5687	3.84556
2.48891	3.99221
2.40077	4.134
2.30456	4.27043
2.2006	4.40106
2.08925	4.52545
1.97088	4.64318
1.84589	4.75385

1.71469	4.8571
1.57773	4.95257
1.43547	5.03994
1.28839	5.11892
1.13698	5.18925
0.981746	5.25068
0.823213	5.30302
0.661915	5.34608
0.594253	5.36
0.498392	5.37973
0.333195	5.40384
0.166878	5.41834
2.84023e-013	5.42318
-0.166878	5.41834
-0.333195	5.40384
-0.498392	5.37973
-0.661915	5.34608
-0.823213	5.30302
-0.981746	5.25068
-1.13698	5.18925
-1.28839	5.11892
-1.43547	5.03994
-1.57773	4.95257
-1.71469	4.8571
-1.84589	4.75385
-1.97088	4.64318
-2.08925	4.52545
-2.2006	4.40106
-2.30456	4.27043
-2.40077	4.134
-2.48891	3.99221
-2.5687	3.84556
-2.63984	3.69453
-2.66731	3.6301
-2.69369	3.56521
-2.71898	3.49989
-2.74317	3.43416
-2.76625	3.36803
-2.78823	3.30152
-2.80908	3.23465
-2.82882	3.16745
-2.84742	3.09992
-2.86489	3.03209
-2.88122	2.96398
-2.89641	2.8956
-2.91045	2.82698
-2.92334	2.75813
-2.93507	2.68908
-2.94564	2.61983
-2.95505	2.55043
-2.9633	2.48087
-2.97038	2.41118
-2.9763	2.34139
-2.98104	2.27151
-2.98461	2.20155
-2.98701	2.13155

-2.98823	2.06152
-2.98828	1.99148
-2.98716	1.92144
-2.98486	1.85143
-2.98139	1.78148
-2.97675	1.71159
-2.97094	1.64178
-2.96396	1.57209
-2.95581	1.50252
-2.9465	1.4331
-2.93603	1.36384
-2.9244	1.29477
-2.91161	1.22591
-2.89767	1.15726
-2.88258	1.08886
-2.86635	1.02073
-2.84898	0.952871
-2.83463	0.901985
-2.81869	0.851576
-2.80118	0.801693
-2.7821	0.752386
-2.76148	0.703704
-2.73934	0.655694
-2.71063	0.599863
-2.6805	0.553769
-2.64547	0.511268
-2.60599	0.472876
-2.56253	0.439059
-2.5156	0.410228
-2.4658	0.386731
-2.41371	0.368855
-2.35997	0.356815
-2.2777	0.35

External boundary

X	Y
-50	-47.4568
-44.4778	-47.4568
-40.6708	-47.4568
-33.0567	-47.4568
50	-47.4568
50	52.5432
45.0719	52.5432
37.4578	52.5432
33.6507	52.5432
26.0366	52.5432
-50	52.5432
-50	-44.7793

Material boundary



X	Y
37.4578	52.5432
0.594253	5.36
-2.84898	0.952871
-40.6708	-47.4568

Material boundary

X	Y
33.6507	52.5432
-44.4778	-47.4568

Material boundary

X	Y
26.0366	52.5432
-50	-44.7793

Material boundary

X	Y
45.0719	52.5432
-33.0567	-47.4568

Bolt

X	Y
2.833e-013	5.42318
2.833e-013	8.42318

Bolt

X	Y
-1.92367	4.68652
-3.92749	6.91916

Bolt

X	Y
-2.82777	3.17111
-5.75643	3.82145

Bolt

X	Y
1.92367	4.68652
3.92749	6.91916

Bolt

X	Y
2.82777	3.17111
5.75643	3.82145