

**DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN**
AKTIENGESELLSCHAFT

Abschlussbericht AB1354

Feldmechanische Versuche



Erstellt	Pöyry Infra	J. Patzelt	22.02.2013
Geprüft	Pöyry Infra	J. Dölzlmüller	22.02.2013
Freigegeben	DKJ / ES-R	D. Mayr	22.02.2013
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

[illegible]

TECHNISCHER BERICHT ABSCHLUSSBERICHT

Pöyry Infra GmbH
Materialversuchsanstalt Strass
Staatl. akkreditierte Prüf- und Inspektionsstelle

AB1354
3BX134550/310-12
22.02.2013
rev00



DONAUKRAFTWERK JOCHENSTEIN AG
Energiespeicher Riedl

Bericht Laborversuche Fels

Kontakt:

**Pöyry Infra GmbH
Materialversuchsanstalt Strass**

Staatlich akkreditierte
Prüf- und Inspektionsstelle

6261 Strass 103
Austria

UID-Nr. ATU 37037407

Tel. +43 (0) 676 83878 500
Fax +43 (0) 676 83878 507
mva-strass.at@poyry.com
<http://www.poyry.com>

Business Manager der Materialtechnologie

Mag. Johannes Dölzlmüller MBA

johannes.doelzlmueeller@poyry.com
Tel: +43 (0)676 83878 320
Fax: +43 (0)676 83878 507

Sachbearbeiterin

Johanna Patzelt, M.Sc.

johanna.patzelt@poyry.com
Tel: +43 (0)676 83878 614
Fax: +43 (0)676 83878 507

Copyright © Pöyry Infra GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Weder Teile des Berichts noch der Bericht im Ganzen dürfen ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Pöyry Infra GmbH in irgendeiner Form vervielfältigt werden.

Kontrollblatt

Kunde	Donaukraftwerk Jochenstein AG Innstraße 121 94036 Passau
Titel	Bericht Laborversuche AB1354
Projekt	Energiespeicher Riedl
Phase	
Projekt Nr.	3BX134550 / 310/12
Klassifikation	
Plan/Reg./Serien Nr.	
Dateiname	AB1354
Ablageort	N:\Projekte\3BX134550 Energiespeicher Riedl\4 Produkt\41 Bericht\AB1354_310-12_ES Riedl_felsmechanische Laborversuche.doc
System	Microsoft Word 11.0
Verteiler extern	AG
Verteiler intern	AKT, AB
Beiträge	
Verantwortliche Geschäftseinheit	MVA Strass
Revisionen	
Original/1. Zwischenbericht	
Datum	22.02.2013
Verfasser/Position/Unterschrift	Johanna Patzelt, Sachbearbeiterin
Kontrolldatum	22.02.2013
Überprüft von/Position/Unterschrift	Johannes Dölzlmüller, Business Manager
A	
Datum	
Verfasser/Position/Unterschrift	
Kontrolldatum	
Überprüft von/Position/Unterschrift	
B	
Datum	
Verfasser/Position/Unterschrift	
Kontrolldatum	
Überprüft von/Position/Unterschrift	

Änderung bei letzter Revision

Inhalt

1	ALLGEMEINES	5
2	VERWENDETE UNTERLAGEN	5
2.1	Normen und Regelwerke	5
2.2	Literatur	5
3	BEPROBUNG	6
3.1	Probenahme	6
3.2	Probenlagerung	6
3.3	Probenvorbereitung	6
3.4	Prüfprogramm und Zuordnung lt. AG	6
4	VERSUCHSBESCHREIBUNG	6
4.1	Einaxialer Druckversuch	6
4.2	Elastizitätsmodul, Verformungsmodul und Querdehnzahl bei einaxialer Druckbelastung	6
4.3	Spaltzugversuch	6
4.4	Dreiaxialer Druckversuch (Triaxialversuch)	6
4.5	Abrasivität nach Cerchar	7
4.6	Petrographische Dünnschliffanalysen	7
5	VERSUCHSERGEBNISSE	8
5.1	Ergebnisse Einaxiale Druckversuche	8
5.2	Ergebnisse E,V,Q – Versuche	9
5.3	Spaltzugfestigkeit	12
5.4	Triaxialversuch	14
5.5	Abrasivitätsindex nach Cerchar	15
5.6	Gesteinsdünnschliffe	17

Anlagen

Anlage 1	Ergebnisse Einaxialer Druckversuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 2	Ergebnisse EVQ Versuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 3	Ergebnisse Spaltzugversuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 4	Ergebnisse Triaxversuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 5	Bericht Cercharversuche, Unteraufträge 4764 und 4770 Technische Universität München, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie
Anlage 6	Berichte Dünnschliffanalysen, Unteraufträge 4767 und 4772 Institut für angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur Wien

1 ALLGEMEINES

Die Materialversuchsanstalt (MVA) Strass wurde am 17.10.2012 beauftragt, für das Projekt „Energiespeicher Riedl“ an beigestellten Proben felsmechanische Laborversuche durchzuführen. Grundlage des Auftrages ist das Angebot A050-12 „Energiespeicher Riedl – geologische und mineralogische Untersuchungen“ der MVA Strass vom 24.09.2012 und die Bestellung Nr. 30122898 vom 17.10.2012. Die Auswahl des Probenmaterials und der Probentransport, sowie die Festlegung des Versuchsumfanges erfolgte durch den Auftraggeber.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

2.1 Normen und Regelwerke

Den Laborversuchen wurden folgende Normen und Regelwerke zu Grunde gelegt:

- [1] Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Einaxiale Druckversuche an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern (Bautechnik 10/2004)
- [2] ÖNORM EN 1936- Prüfung von Naturstein; Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität
- [3] Empfehlung Nr. 10 des Arbeitskreises „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Indirekter Zugversuch an Gesteinsproben - Spaltzugversuch (Bautechnik 9/2008)
- [4] Empfehlung E-2 des Arbeitskreises „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Dreiaxiale Druckversuche an geklüfteten Großbohrkernen im Labor (Sonderdruck aus Bautechnik 7/1979)
- [5] Empfehlung E-12 des Arbeitskreises „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Mehrstufentechnik bei dreiaxialen Druckversuchen und direkten Scherversuchen (Bautechnik 11/1987)
- [6] AFNOR P84-430-1: Roches: Détermination du pouvoir abrasif d'une roche. Partie 1: Essai de rayure avec une pointe. Paris, 2000

2.2 Literatur

- [I] Hoek E., Carranza C. -Torres, B. Corkum: The Hoek-Brown Failure Criterion - 2002 Edition
5th North American Rock Mechanics Symposium and 17th Tunneling Association of Canada Conference: NARMS-TAC, 2002, pp. 267-271
- [II] Hoek E., Brown E.T: The Hoek-Brown Failure Criterion - a 1988 Update
15th Canadian Rock Mechanics Symposium, 1988, pp. 31-38
- [III] Thuro, K. (1996): Bohrbarkeit beim konventionellen Sprengvortrieb. Geologisch-felsmechanische Untersuchungen anhand sieben ausgewählter Tunnelprojekte. - 145 p., Münchner Geologische Hefte, Reihe B: Angewandte Geologie, B1.

3 BEPROBUNG

3.1 Probenahme

Die Proben stammen aus Kernbohrungen. Die Probenauswahl und Festlegung des Versuchsumfanges wurde in Abstimmung mit dem betreuenden Geologen Mag. Andreas Blauhut durchgeführt.

3.2 Probenlagerung

Die nach Strass gelieferten Proben lagerten vor und nach der Probenvorbereitung unter Laborbedingungen.

3.3 Probenvorbereitung

Die zu prüfenden Festgesteinsproben wurden im Nassschneideverfahren abgelängt. Die Druckflächen der Druckfestigkeitsproben (UCS) wurden mittels Planschleifmaschine weiter bearbeitet.

3.4 Prüfprogramm und Zuordnung lt. AG

Das Prüfprogramm wurde vom Auftraggeber erstellt und zur Verfügung gestellt.

4 VERSUCHSBESCHREIBUNG

4.1 Einaxialer Druckversuch

Der einaxiale Druckversuch erfolgte gemäß Empfehlung Nr. 1 der DGGT. Das Aufbringen der Last erfolgte mit einer kalibrierten Druckprüfmaschine der Klasse 1. Die Probe wurde bis zum Bruch belastet und die Bruchspannung ausgewertet.

4.2 Elastizitätsmodul, Verformungsmodul und Querdehnzahl bei einaxialer Druckbelastung

Zur Durchführung der E,V,Q-Versuche ist eine vorhergehende Bestimmung der Druckfestigkeit der Gesteinsproben erforderlich. Die Prüfung von Elastizitätsmodul, Arbeitslinie, Verformungsmodul und Querdehnzahl bei einaxialer Druckbelastung erfolgte gemäß Empfehlung Nr. 1 der DGGT.

4.3 Spaltzugversuch

Die Ermittlung der Spaltzugfestigkeiten erfolgte gemäß Empfehlung Nr. 10 der DGGT.

4.4 Dreiaxialer Druckversuch (Triaxialversuch)

Die Dreiaxialen Druckversuche erfolgten gemäß Empfehlung E-12 DGGT.

Die Ermittlung der Längsverformung erfolgte durch induktive Wegaufnehmer, die Querverformung wurde mittels induktiven Wegaufnehmer ermittelt. Die Bruchlastaufbringung wurde mit einer Druckfestigkeitsprüfmaschine der Klasse 1

durchgeführt. Seitendruck, Bruchlast und Verformungen wurden elektronisch mit einem Datenerfassungsgerät aufgezeichnet. Die Belastung erfolgte weggesteuert mit einer Dehnungsgeschwindigkeit von 0,05 mm/m pro Minute. Die Auswertung erfolgte nach Hoek und Brown (vgl. [I], [II]).

4.5 **Abrasivität nach Cerchar**

Die Cercharversuche wurden als Unterauftrag der MVA Strass (Unterauftrag Nr. 4764 und 4770) durch den Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der TU München durchgeführt.

Methodik - Abrasivität nach CERCHAR:

Fünf Prüfstifte mit genormter Härte ($HRC\ 55 \pm 1$) und definierter statischer Auflast (70 N) wurden auf den bruchrauen Flächen der Bohrkern je einen Zentimeter über das bruchraue Gestein gezogen. Der Test erfolgte möglichst normal zu Schieferung. Die Abplattung der Kegelspitzen wird unter dem Mikroskop gemessen. Der Mittelwert aus den Messungen stellt ein Maß für die Abrasivität des Gesteins dar.

Die Einstufung der Abrasivität folgt dem Abrasivitätsindex CAI:

CAI	Bezeichnung
0,0 - 0,5	kaum abrasiv
0,5 - 1,0	schwach abrasiv
1,0 - 2,0	abrasiv
2,0 - 4,0	sehr abrasiv
4,0 - 6,0	extrem abrasiv

4.6 **Petrographische Dünnschliffanalysen**

Die petrographischen Dünnschliffanalysen wurden als Unterauftrag der MVA Strass (Unterauftrag Nr. 4767 und 4772) durch das Institut für angewandte Geologie an der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt.

5 VERSUCHSERGEBNISSE

5.1 Ergebnisse Einaxiale Druckversuche

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Bruch- spannung
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
2	SB 21	32,28	101,0	198,0	4253,0	2,681	70	12,80
10	SB 21	53,36	101,9	196,9	4306,0	2,682	85	167,20
13	SB 21	65,40	102,0	197,6	4369,0	2,706	60	12,10
16	SB 21	76,12	101,9	196,9	4342,0	2,706	65	150,30
25	SB 21	87,40	101,9	199,1	4360,0	2,686	70	126,00
32	SB 21	94,90	102,0	198,1	4317,0	2,668	60	205,60
37	SB 21	113,68	101,9	196,3	4310,0	2,690	70	59,40
39	SB 21	125,13	102,1	196,3	4248,0	2,645	90	168,50
45	SB 21	144,15	101,8	198,1	4264,0	2,646	50	183,10
50	SB 21	166,15	102,0	197,0	4266,0	2,650	55	173,20
56	SB 21	198,56	102,1	195,5	4257,0	2,660	45	179,10
59	SB 21	211,17	102,1	198,9	4453,0	2,735	45	31,10
63	SB 21	225,54	102,1	200,4	4353,0	2,654	65	78,50
66	SB 21	240,36	102,1	198,1	4414,0	2,724	50	118,00
72	SB 21	262,59	102,0	197,9	4417,0	2,732	55	118,90
73	SB 21	280,20	84,6	174,5	2599,0	2,650	60	106,10
77	SB 21	314,14	84,7	169,4	2537,0	2,657	50	120,60
83	SB 21	324,64	84,6	169,5	2533,0	2,660	65	111,00
86	SB 21	386,13	84,8	171,1	2624,0	2,718	60	96,40
93	SB 21	393,44	84,7	169,3	2603,0	2,729	50	72,30
95	SB 21	440,24	84,7	146,2	2215,0	2,690	85	15,00
99	SB 21	417,61	84,6	173,7	2493,0	2,551	75	46,10
105	SB 23	57,54	102,0	197,6	4208,0	2,609	75	87,40
108	SB 23	117,49	85,0	175,0	2615,0	2,633	50	87,20
113	SB 23	161,24	85,0	171,1	2669,0	2,748	80	175,00
117	SB 23	216,12	85,1	147,2	2283,0	2,729	75	132,20
122	SB 23	250,28	84,8	174,0	2566,0	2,610	75	72,90
126	SB 23	295,13	84,8	140,8	2094,0	2,633	90	139,20
132	SB 24	365,58	101,9	198,0	4421,0	2,740	45	84,80
137	SB 25	43,28	101,9	196,5	4244,0	2,650	65	128,30
142	SB 25	67,11	102,0	197,8	4275,0	2,648	40	105,60
146	SB 25	86,38	102,1	198,4	4246,0	2,615	50	72,60
152	SB 25	134,15	102,0	196,2	4553,0	2,839	45	86,70
155	SB 25	155,11	102,0	194,7	4294,0	2,700	45	40,90
163	SB 25	178,14	102,0	195,5	4428,0	2,771	65	169,40
165	SB 26	38,17	121,0	222,9	6716,0	2,623	55	50,00
170	SB 26	58,14	101,9	197,2	4240,0	2,636	50	142,70
175	SB 26	76,70	101,9	197,0	4417,0	2,751	70	54,10

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Bruch- spannung
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
180	SB 26	105,36	102,1	198,8	4419,0	2,715	55	122,40
184	SB 26	116,44	102,2	198,4	4246,0	2,608	55	50,20
186	SB 26	139,73	102,0	196,2	4167,0	2,600	45	64,20
201	SB 27	110,17	101,9	198,1	4367,0	2,704	30	123,10
218	SB 22	249,37	101,7	174,1	3685,0	2,607	25	46,10
222	SB 22	359,74	102,0	171,6	3661,0	2,613	20	46,90
225	SB 22	518,22	84,9	169,7	2548,0	2,650	0	60,80
234	EB 33	34,23	101,7	197,0	4349,0	2,720	55	143,20
242	EB 33	46,19	102,0	193,8	4338,0	2,739	60	160,70
255	EB 33	57,42	102,0	183,0	4022,0	2,692	65	111,50
261	EB 31	29,14	102,0	199,4	4258,0	2,616	30	87,10
268	EB 31	35,17	102,1	196,9	4223,0	2,622	10	105,90

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 1 zu entnehmen.

5.2

Ergebnisse E,V,Q – Versuche

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Bruchlast
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[kN]
17	SB 21	76,33	101,9	195,6	4223,0	2,648	60	1547,05
26	SB 21	87,61	101,9	196,9	4266,0	2,657	45	1291,79
30	SB 21	94,51	102,0	194,6	4247,0	2,672	40	1159,50
35	SB 21	113,28	101,9	195,7	4357,0	2,730	45	587,18
40	SB 21	125,33	102,0	197,7	4267,0	2,643	65	1372,77
57	SB 21	198,35	102,1	195,0	4254,0	2,664	60	1015,23
65	SB 21	240,16	102,1	197,1	4427,0	2,746	55	971,83
78	SB 21	314,32	84,7	169,8	2560,0	2,677	50	947,16
84	SB 21	329,46	84,6	168,5	2519,0	2,662	65	833,06
87	SB 21	386,30	84,8	173,4	2674,0	2,730	60	770,36
92	SB 21	393,60	84,8	170,8	2578,0	2,673	55	308,37
103	SB 23	57,13	102,0	197,5	4245,0	2,631	85	1037,75
109	SB 23	117,66	85,0	171,9	2572,0	2,640	70	853,44
114	SB 23	161,42	85,0	166,8	2612,0	2,761	90	678,67
118	SB 23	216,27	85,1	166,4	2598,0	2,743	75	320,23
123	SB 23	250,46	84,9	174,0	2575,0	2,616	40	255,88
128	SB 23	295,50	84,9	174,0	2588,0	2,628	80	815,21
138	SB 25	43,48	101,9	166,3	3602,0	2,656	65	592,07
144	SB 25	67,90	101,8	197,1	4264,0	2,657	50	1225,77
153	SB 25	134,35	101,8	197,4	4509,0	2,806	50	1110,20
167	SB 26	38,52	121,0	218,1	6593,0	2,629	55	1217,74
171	SB 26	58,35	101,9	192,3	4138,0	2,640	50	1649,81
183	SB 26	116,63	102,2	196,2	4238,0	2,634	75	1045,11
187	SB 26	139,51	102,0	197,6	4198,0	2,601	50	916,82

Probennr.	Bohrung	Tiefe	Durchmesser	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Bruchlast
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm³]	[°]	[kN]
192	SB 27	49,87	102,0	195,8	4373,0	2,732	5	768,10
196	SB 27	60,37	101,7	196,4	4313,0	2,703	10	311,12
202	SB 27	110,36	101,9	195,3	4318,0	2,711	35	460,77
217	SB 22	249,17	101,5	190,1	4077,0	2,650	30	521,89
226	SB 22	518,40	84,8	169,2	2555,0	2,676	0	616,18
238	EB 33	34,64	101,5	196,8	4330,0	2,719	70	1486,38
246	EB 33	46,88	102,1	196,4	4392,0	2,732	70	1123,30
249	EB 33	56,17	101,7	196,3	4241,0	2,662	65	0,00
250	EB 33	56,45	101,6	199,0	4378,0	2,713	65	734,52
256	EB 33	57,62	101,8	179,1	3910,0	2,685	55	474,52
262	EB 31	29,34	101,8	191,1	4079,0	2,624	25	0,00
269	EB 31	35,37	101,9	194,1	4187,0	2,645	30	664,65
276	EB 31	52,39	101,8	195,8	4438,0	2,783	40	279,99
282	EB 34	27,55	101,8	197,2	4240,0	2,643	60	1367,40
289	EB 34	56,26	102,0	178,8	3763,0	2,574	30	365,26
294	EB 32	30,37	102,0	188,4	4596,0	2,989	40	2274,88
295	EB 32	30,57	102,0	196,9	4639,0	2,885	50	1691,45
302	EB 23	27,35	101,9	193,4	4180,0	2,652	75	1582,94
310	EB 23	32,88	101,8	195,0	4252,0	2,680	25	1308,79
314	EB 23	47,48	102,1	197,2	4244,0	2,631	55	1215,00
319	EB 28	30,15	101,8	196,2	4157,0	2,604	50	970,20
325	EB 28	45,76	101,9	195,3	4189,0	2,632	70	1201,27
338	EB 28	67,60	101,7	194,1	4339,0	2,751	55	1047,90
341	EB 29	47,18	102,1	196,4	4152,0	2,584	30	688,55
347	EB 29	66,45	101,9	196,7	4188,0	2,611	45	1007,99
349	EB 29	72,21	102,1	195,5	4356,0	2,724	50	1102,01

Probennr.	Bruchspannung	Zerstörungsarbeit		Verformungsmodul	Elastizitätsmodul	Querdehnzahl
		bis Bruchlast	bis max. Längsdehnung			
	[MPa]	[kJ/m³]	[kJ/m³]	[GPa]	[GPa]	[-]
17	189,70	2426	1857	51,0	52,5	0,08
26	158,40	1237	1037	49,5	51,0	0,20
30	141,90	574	572	52,5	50,0	0,21
35	72,00	193	282	40,5	42,5	0,13
40	168,00	1129	1334	54,0	56,5	0,2
57	124,00	294	452	55,0	56,0	0,15
65	118,70	339	382	52,0	53,0	0,16
78	168,10	313	649	52,5	53,5	0,13
84	148,20	259	567	47,0	49,0	0,14
87	136,40	234	429	51,0	51,0	0,16

Probennr.	Bruch- spannung	Zerstörungsarbeit		Verformungs- modul	Elastizitäts- modul	Quer- dehnzahl
		bis Bruchlast	bis max. Längsdehnung			
	[MPa]	[kJ/m³]	[kJ/m³]	[GPa]	[GPa]	[-]
92	54,60	100	159	36,5	37,0	0,26
103	127,00	446	511	48,5	51,0	0,14
109	150,40	32	373	50,5	51,0	0,14
114	119,60	737	695	45,5	45,0	0,21
118	56,30	58	114	32,5	33,5	0,02
123	45,20	52	113	35,0	37,0	0,02
128	144,00	92	693	48,0	48,5	0,02
138	72,60	190	223	28,0	31,0	0,43
144	150,60	509	566	58,0	59,5	0,17
153	66,30	67	126	35,5	38,5	0,15
167	105,90	105	295	33,0	34,0	0,06
171	202,30	346	925	57,0	59,0	0,14
183	127,40	412	509	42,5	35,5	0,12
187	112,20	222	358	51,0	52,0	0,11
192	94,00	120	212	57,5	57,5	0,11
196	38,30	18	37	38,5	36,0	0,05
202	56,50	66	134	42,5	43,5	0,05
217	64,50	69	118	42,5	38,5	0,20
226	109,10	150	326	58,5	59,5	0,25
238	183,70	1426	1070	60,0	61,0	0,14
246	137,20	337	508	58,0	59,0	0,14
249	72,70	110	153	43,5	43,5	0,16
250	90,60	358	390	48,5	42,0	0,15
256	58,30	72	119	38,5	43,5	0,02
262	50,00	65	94	34,5	35,5	0,04
269	81,50	189	245	43,0	43,0	0,07
276	34,40	12	38	30,5	28,0	0,25
282	168,00	242	51	51,0	51,0	0,12
289	44,70	58	92	28,5	30,5	0,26
294	278,40	3859	2531	84,0	81,5	0,15
295	207,00	1482	1476	79,0	78,5	0,20
302	194,10	1358	1248	53,0	52,0	0,17
310	160,80	638	659	59,5	58,0	0,12
314	148,40	1003	962	56,0	57,5	0,16
319	119,20	123	320	47,0	47,5	0,12
325	147,30	1233	977	58,5	55,5	0,25
338	129,00	414	457	53,5	54,5	0,16
341	84,10	156	213	44,0	46,0	0,07
347	123,60	355	455	48,5	49,5	0,16
349	134,60	409	456	58,0	58,5	0,15

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 2 zu entnehmen.

5.3

Spaltzugfestigkeit

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Spaltzug- festigkeit
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
3	SB 21	32,39	102,1	52,4	1144,9	2,669	90	4,23
9	SB 21	53,16	102,1	50,8	1134,7	2,728	20	8,55
15	SB 21	65,73	102,0	50,2	1098,8	2,679	65	14,45
19	SB 21	76,95	102,0	50,1	1070,1	2,614	45	14,66
23	SB 21	87,14	102,0	50,5	1101,0	2,668	60	13,37
29	SB 21	94,39	102,1	52,0	1134,5	2,665	70	13,57
34	SB 21	113,16	102,0	53,6	1191,7	2,721	90	11,99
42	SB 21	125,66	102,1	52,6	1180,9	2,742	20	10,61
46	SB 21	144,28	101,9	50,9	1083,4	2,610	5	13,09
52	SB 21	166,49	102,1	52,6	1132,8	2,630	65	13,74
55	SB 21	198,69	102,1	51,2	1113,3	2,656	60	14,65
60	SB 21	211,05	102,1	50,5	1112,7	2,691	50	5,80
62	SB 21	225,42	102,2	53,3	1152,3	2,635	55	8,74
68	SB 21	240,69	102,0	50,0	1119,3	2,740	90	10,03
71	SB 21	262,46	102,1	50,8	1123,5	2,701	30	11,27
74	SB 21	282,30	84,7	42,9	638,3	2,641	0	5,28
82	SB 21	329,74	84,6	41,5	611,6	2,622	70	12,86
89	SB 21	386,58	84,8	41,9	636,7	2,691	90	13,88
94	SB 21	393,32	84,8	43,3	655,3	2,680	50	13,24
102	SB 21	417,90	84,8	40,6	589,1	2,569	0	2,41
104	SB 23	57,25	102,2	52,7	1134,9	2,625	55	10,12
110	SB 23	117,76	85,0	43,0	629,3	2,579	35	12,01
116	SB 23	161,69	85,0	42,0	647,7	2,718	45	19,99
119	SB 23	216,38	85,1	42,5	654,6	2,708	40	14,56
121	SB 23	250,14	85,3	42,9	630,9	2,573	45	1,69
129	SB 23	295,59	84,9	41,5	612,1	2,605	65	15,80
133	SB 24	365,90	101,9	54,4	1188,2	2,678	30	6,67
134	SB 25	43,03	102,1	51,2	1121,8	2,676	90	13,08
143	SB 25	67,23	102,1	50,4	1091,3	2,645	45	9,96
147	SB 25	86,73	102,1	53,7	1207,7	2,747	40	6,58
151	SB 25	134,03	102,1	54,7	1256,5	2,806	90	8,03
157	SB 25	155,43	102,1	51,6	1135,4	2,688	80	12,34
160	SB 25	174,93	102,1	52,1	1162,2	2,725	90	10,69
164	SB 25	178,27	102,1	52,6	1184,1	2,750	30	14,99
168	SB 26	38,69	120,6	60,1	1788,3	2,605	85	7,29
173	SB 26	58,68	102,0	53,1	1143,1	2,635	60	13,49
176	SB 26	76,83	102,0	51,8	1165,0	2,752	60	12,53
179	SB 26	105,24	102,1	51,7	1177,1	2,781	80	10,34
182	SB 26	116,74	102,3	50,8	1134,1	2,716	30	8,78

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Spaltzug- festigkeit
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm³]	[°]	[MPa]
188	SB 26	139,40	102,1	53,7	1141,5	2,596	60	4,74
193	SB 27	49,73	102,1	53,1	1183,5	2,722	60	11,76
195	SB 27	60,24	102,1	51,8	1146,0	2,702	40	9,44
203	SB 27	110,48	102,1	52,1	1158,7	2,716	30	10,78
219	SB 22	249,52	101,6	52,3	1081,6	2,551	45	3,10
223	SB 22	359,86	102,1	54,9	1154,1	2,568	90	7,08
227	SB 22	518,49	84,9	43,7	658,1	2,660	25	8,87
228	SB 22	518,54	84,9	43,4	651,4	2,651	45	10,64
231	SB 22	544,47	85,0	44,6	687,3	2,716	0	3,19
235	EB 33	34,34	101,6	51,9	1142,3	2,715	25	12,49
236	EB 33	34,39	101,7	53,4	1170,5	2,698	90	14,11
237	EB 33	34,44	101,6	51,6	1128,0	2,696	25	11,30
241	EB 33	46,07	102,1	52,6	1154,6	2,681	70	13,93
251	EB 33	56,89	101,9	52,9	1155,1	2,677	50	7,52
252	EB 33	56,95	101,9	51,6	1136,9	2,702	50	12,43
257	EB 33	57,75	101,9	51,2	1124,0	2,692	30	13,90
258	EB 33	57,80	101,9	51,5	1125,5	2,680	55	9,88
263	EB 31	29,48	102,0	49,5	1066,2	2,636	30	4,85
264	EB 31	29,75	101,7	53,2	1203,2	2,784	0	8,45
265	EB 31	29,81	101,8	52,4	1148,7	2,693	20	8,13
271	EB 31	35,71	102,1	51,3	1098,8	2,616	90	10,02
272	EB 31	35,76	102,1	51,2	1101,8	2,628	35	10,64
275	EB 31	52,26	102,1	51,8	1149,1	2,709	50	5,46
279	EB 31	52,92	102,1	55,5	1227,4	2,701	50	6,46
280	EB 31	52,97	102,1	49,9	1115,2	2,730	70	6,73
281	EB 34	27,04	102,2	53,2	1098,2	2,516	20	10,62
286	EB 34	34,22	102,2	52,9	1184,3	2,729	45	4,14
287	EB 34	34,27	102,1	52,5	1146,3	2,667	60	4,46
291	EB 34	56,65	102,2	51,3	1076,3	2,558	0	9,34
292	EB 34	56,70	102,4	50,5	1065,4	2,562	45	8,39
296	EB 32	30,70	102,1	51,2	1251,9	2,986	90	14,72
299	EB 32	50,51	101,7	52,6	1158,7	2,712	50	3,87
300	EB 32	50,56	101,7	52,9	1137,0	2,646	45	6,32
304	EB 23	27,68	102,1	50,3	1061,6	2,578	20	12,81
306	EB 23	32,46	102,0	51,8	1131,3	2,673	70	5,87
307	EB 23	32,51	102,0	50,4	1082,9	2,629	90	14,96
308	EB 23	32,56	102,0	51,2	1100,5	2,630	20	10,59
312	EB 23	47,27	102,2	53,1	1152,3	2,645	90	5,49
313	EB 23	47,32	102,2	50,2	1086,4	2,638	50	10,15
316	EB 23	57,25	102,0	52,0	1147,8	2,700	35	9,27
317	EB 23	57,30	101,9	51,9	1196,9	2,828	25	9,06
320	EB 28	30,28	102,0	50,3	1065,5	2,592	60	9,68

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Spaltzug- festigkeit
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
321	EB 28	30,33	102,0	49,8	1057,8	2,599	0	6,06
324	EB 28	45,65	102,1	50,3	1055,9	2,564	75	11,98
330	EB 28	46,35	102,1	50,1	1088,6	2,654	45	6,99
332	EB 28	49,08	102,0	49,3	1159,3	2,787	30	7,79
336	EB 28	62,31	101,9	49,9	1126,6	2,768	70	9,61
339	EB 28	67,73	101,9	50,3	1089,6	2,656	0	9,85
343	EB 29	47,51	102,0	51,4	1057,7	2,518	25	6,51
346	EB 29	66,56	102,1	51,0	1089,7	2,608	0	7,14
350	EB 29	72,32	102,2	51,4	1151,3	2,730	40	9,72

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 3 zu entnehmen.

5.4

Triaxialversuch

Proben- nr.	Bohrung	Tiefe	Durch- messer	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Bruchlast
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[kN]
11	SB 21	53,57	101,9	197,7	4311,8	2,673	65	1688,95
14	SB 21	65,61	102,0	194,4	4244,7	2,674	45	1232,23
18	SB 21	76,69	101,9	197,4	4259,8	2,645	60	1431,25
27	SB 21	87,82	101,9	195,6	4240,2	2,658	60	1737,89
31	SB 21	94,71	102,0	193,8	4228,2	2,669	40	1599,94
36	SB 21	113,48	101,9	195,7	4339,7	2,719	55	609,20
41	SB 21	125,53	102,0	198,2	4300,6	2,665	65	1244,49
51	SB 21	166,35	102,0	195,4	4232,3	2,651	60	1661,22
67	SB 21	240,56	101,9	196,4	4380,1	2,734	35	888,92
79	SB 21	314,49	84,7	169,3	2545,7	2,671	55	792,78
88	SB 21	386,49	84,8	172,6	2671,1	2,739	60	1230,66
100	SB 21	417,43	84,7	173,1	2616,0	2,683	70	441,18
115	SB 23	161,56	85,0	167,8	2630,8	2,762	75	829,61
127	SB 23	295,30	84,8	172,1	2561,7	2,636	60	1384,28
139	SB 25	43,67	101,9	195,8	4232,5	2,681	55	601,86
156	SB 25	155,31	102,1	194,7	4270,7	2,651	70	867,04
172	SB 26	58,55	101,9	192,3	4133,0	2,636	50	1069,15
197	SB 27	60,57	101,6	194,6	4225,8	2,681	15	736,14
245	EB 33	46,68	102,0	193,4	4305,3	2,727	65	1430,79
254	EB 33	57,22	102,0	193,8	4257,6	2,690	75	1076,97
278	EB 31	52,79	102,0	195,0	4347,3	2,728	40	445,33
290	EB 34	56,46	102,0	195,8	4182,5	2,616	80	440,43
303	EB 23	27,55	102,0	197,5	4265,9	2,643	55	368,52
309	EB 23	32,68	101,8	183,6	3983,1	2,664	45	990,55
342	EB 29	47,38	101,9	193,4	4088,0	2,594	20	207,96

Probennr.	Bruchspannung	Verformungsmodul	Querdehnzahl
	[MPa]	[GPa]	[-]
11	207,10	44,0	0,15
14	150,80	47,0	0,14
18	175,50	46,0	0,16
27	213,10	47,3	0,06
31	195,80	59,5	0,07
36	74,70	33,3	0,16
41	152,30	49,0	0,07
51	203,30	46,2	0,27
67	109,00	46,2	0,15
79	140,70	44,0	0,18
88	217,90	48,5	0,47
100	78,30	37,7	0,35
115	146,20	50,7	0,12
127	245,10	52,0	0,19
139	73,80	31,2	0,64
156	105,90	50,0	0,08
172	131,10	42,2	0,06
197	90,80	42,3	0,36
245	175,10	53,2	0,2
254	131,80	45,2	0,17
278	54,50	35,8	0,07
290	53,90	35,8	0,27
303	45,10	23,2	0,26
309	121,70	46,0	0,13
342	25,50	25,2	0,04

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 4 zu entnehmen.

5.5

Abrasivitätsindex nach Cerchar

Probennr.	Bohrung	Tiefe	CAI
1	SB 21	32,14	4,4
6	SB 21	42,90	4,8
7	SB 21	53,07	4,0
12	SB 21	65,20	2,0
21	SB 21	76,95	4,2
22	SB 21	87,20	4,4
28	SB 21	94,05	5,0
33	SB 21	113,10	3,9
43	SB 21	125,90	2,6
44	SB 21	144,03	3,8
47	SB 21	161,17	3,3
49	SB 21	166,05	4,6

Probennr.	Bohrung	Tiefe	CAI
54	SB 21	198,77	5,3
58	SB 21	211,30	3,2
61	SB 21	225,35	4,3
69	SB 21	240,75	4,1
70	SB 21	262,37	3,2
75	SB 21	280,95	4,0
80	SB 21	314,59	4,6
81	SB 21	329,78	4,4
85	SB 21	386,03	4,3
91	SB 21	393,72	3,5
96	SB 21	440,84	1,4
97	SB 21	441,45	3,9
101	SB 21	417,14	2,5
106	SB 23	57,85	3,7
111	SB 23	117,95	4,8
112	SB 23	161,03	3,2
120	SB 23	216,95	4,6
124	SB 23	250,95	3,8
125	SB 23	295,03	5,1
131	SB 24	365,48	3,4
135	SB 25	43,09	4,6
140	SB 25	52,91	3,7
145	SB 25	67,46	4,2
148	SB 25	86,78	2,2
149	SB 25	108,12	4,3
154	SB 25	134,48	3,8
158	SB 25	155,48	4,5
159	SB 25	174,89	3,8
162	SB 25	178,02	4,1
166	SB 26	38,38	4,7
169	SB 26	58,03	4,8
174	SB 26	76,57	3,7
177	SB 26	105,13	3,7
181	SB 26	116,80	4,1
185	SB 26	139,86	2,9
189	SB 27	47,60	4,1
191	SB 27	49,25	4,7
194	SB 27	60,18	3,9
199	SB 27	89,95	3,7
200	SB 27	110,04	4,6
204	SB 22	79,20	2,0
206	SB 22	107,46	3,3
208	SB 22	118,47	4,6

Probennr.	Bohrung	Tiefe	CAI
210	SB 22	150,41	3,0
212	SB 22	183,70	4,2
214	SB 22	249,84	3,8
216	SB 22	249,05	2,9
220	SB 22	294,14	3,8
221	SB 22	359,60	5,0
224	SB 22	518,04	4,1
229	SB 22	544,04	4,2
233	EB 33	34,07	4,3
244	EB 33	46,51	3,8
248	EB 33	56,05	2,9
253	EB 33	57,04	3,8
259	EB 33	57,90	4,1
260	EB 31	29,03	3,2
266	EB 31	29,96	3,0
267	EB 31	35,03	5,3
274	EB 31	52,07	2,1
283	EB 34	27,83	4,3
285	EB 34	34,08	3,6
288	EB 34	56,02	4,4
293	EB 32	30,11	5,1
297	EB 32	50,03	5,2
301	EB 23	27,20	3,8
305	EB 23	32,18	4,2
311	EB 23	47,22	3,5
315	EB 23	57,19	3,3
322	EB 28	30,95	3,3
327	EB 28	45,97	4,1
329	EB 28	46,29	5,8
331	EB 28	49,03	3,9
335	EB 28	62,26	4,3
337	EB 28	67,48	3,8
344	EB 29	47,56	4,8
345	EB 29	66,62	5,1
348	EB 29	72,06	4,5

Detaillierte Ergebnisse sowie Fotodokumentation der Ermittlung der Abrasivität nach Cerchar siehe Bericht des Lehrstuhls für Ingenieurgeologie der Technischen Universität München, Unteraufträge Nr. 4764 und 4770 (Anlage 5).

5.6 Gesteinsdünnschliffe

Detaillierte Ergebnisse der Proben, sowie die Fotodokumentation der Analysen der Dünnschliffe sind dem Bericht des Instituts für angewandte Geologie der Universität für

Bodenkultur Wien zu entnehmen. Die Untersuchungen wurden unter den Unteraufträgen Nr. 4767 und 4772 durchgeführt (Anlage 6).

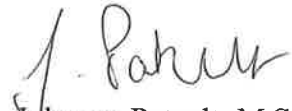
Materialversuchsanstalt Strass

PÖYRY Infra GmbH



i.V. Mag. Johannes Dölzlmüller MBA

Business Manager Materialtechnologie



i.A. Johanna Patzelt, M.Sc.

Sachbearbeiterin