

**DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN**
AKTIENGESELLSCHAFT

Abschlussbericht AB1362

Felsmechanische Versuche

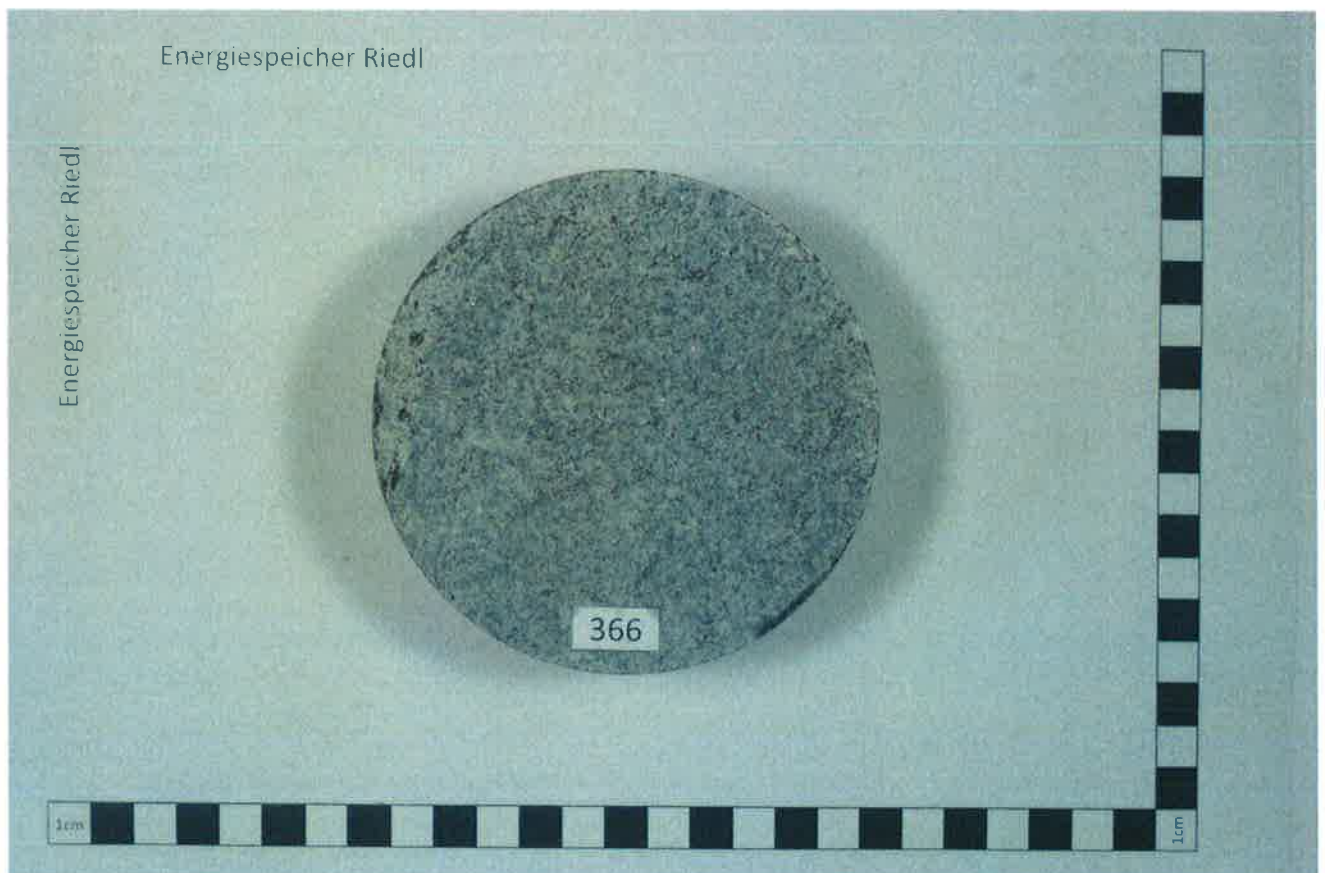


Erstellt	Pöyry Infra	J. Patzelt	05.06.2013
Geprüft	Pöyry Infra	J. Dölzlmüller	05.06.2013
Freigegeben	DKJ / ES-R	D. Mayr	05.06.2013
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

[illegible]

AB1362

3BX134550/310-12
05.06.2013
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

Stv. Leiterin der Prüfstelle

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 Projekt Phase	Bericht Laborversuche AB1354 Energiespeicher Riedl
Projekt Nr.	3BX134550 / 310/12
Klassifikation Plan/Reg./Serien Nr.	
Dateiname Ablageort	AB1362 N:\Projekte\3BX134550 Energiespeicher Riedl\4 Produkt\41 Bericht\AB1362_310-12_ES Riedl_felsmechanische Laborversuche.doc
System	Microsoft Word 11.0
Verteiler extern Verteiler intern	AG AKT, AB
Beiträge Verantwortliche Geschäftseinheit	MVA Strass
Revisionen	
Original/1. Zwischenbericht	
Datum	05.06.2013
Verfasser/Position/Unterschrift	Johanna Patzelt, Stv. Leiterin der Prüfstelle
Kontrolldatum	05.06.2013
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	5
3.1	Probenahme	5
3.2	Probenlagerung	5
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	Abrasivität nach Cerchar	6
4.5	Petrographische Dünnschliffanalysen	7
4.6	Frost-Tau-Versuche	7
5	VERSUCHSERGEBNISSE	8
5.1	Ergebnisse Einaxiale Druckversuche	8
5.2	Ergebnisse E,V,Q – Versuche	8
5.3	Spaltzugfestigkeit	9
5.4	Abrasivitätsindex nach Cerchar	9
5.5	Gesteinsdünnschliffe	9
5.6	Frost-Tau-Versuche	10

Anlagen

Anlage 1	Ergebnisse Einaxialer Druckversuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 2	Ergebnisse EVQ Versuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 3	Ergebnisse Spaltzugversuche inkl. Fotodokumentation
Anlage 4	Bericht Cercharversuche, Unterauftrag 4792, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie
Anlage 5	Bericht Dünnschliffanalysen, Unterauftrag 4767, 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] AFNOR P84-430-1: Roches: Détermination du pouvoir abrasif d'une roche. Partie 1: Essai de rayure avec une pointe. Paris, 2000
- [5] DIN EN 1367-1: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen Teil 1: Bestimmung des Widerstands gegen Frost-Tau-Wechsel
- [6] ÖN EN 13242: Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau

2.2 Literatur

- [I] 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 Abrasivität nach Cerchar

Die Cercharversuche wurden als Unterauftrag der MVA Strass (Unterauftrag Nr. 4792) 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

4.5 Petrographische Dünnschliffanalysen

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

4.6 Frost-Tau-Versuche

Die Frost-Tau-Versuche werden gemäß DIN EN 1367-1 an gebrochenem Kantkorn der Klasse 8/16 durchgeführt. Jeweils 3 Einzelmessproben zu je 2 kg ergeben eine Gesamtprobe. Nach 10 Frost-Tau-Zyklen werden die Einzelmessproben auf dem 4 mm Sieb nass gesiebt und zur Massekonstanz getrocknet. Die Einstufung der Ergebnisse erfolgt nach EN 13242 Tab. 20 und Tab. B1.

5 VERSUCHSERGEBNISSE

Petrographische Kurzbeschreibungen sind den Versuchsergebnissen in den Anlagen zu entnehmen.

5.1 Ergebnisse Einaxiale Druckversuche

Probennr.	Bohrung	Tiefe	Durchmesser	Höhe	Masse	Dichte	Winkel*	Bruchspannung
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
359	SB24	92,41	101,8	201,2	4348,0	2,655	35	113,8
365	SB24	202,7	102,0	203,9	4392,0	2,637	45	146
370	SB24	303,15	102,0	204,0	4351,0	2,610	45	87
375	EB33	74,38	101,9	198,2	4247,0	2,624	40	206,4

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 1 zu entnehmen.

5.2 Ergebnisse E,V,Q – Versuche

Probennr.	Bohrung	Tiefe	Durchmesser	Höhe	Masse	Dichte	Winkel*	Bruchlast
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[kN]
352	SB24	373,15	101,7	202,8	4540,0	2,754	50	782,27
355	SB24	257,47	101,9	200,6	4314,0	2,637	50	1029,19
363	SB24	114,16	102,0	201,0	4391,0	2,675	30	1497,79
377	EB33	79,53	102,0	198,5	4573,0	2,818	55	1090,05

Probennr.	Bruchspannung	Zerstörungsarbeit		Verformungsmodul	Elastizitätsmodul	Querdehnzahl
		bis Bruchlast	bis max. Längsdehnung			
	[MPa]	[kJ/m ³]	[kJ/m ³]	[GPa]	[GPa]	[-]
352	96,3	240	265	56	57,5	0,14
355	126,2	521	480	53	53	0,14
363	183,3	2053	1471	55	55	0,13
377	133,4	361	471	53,5	54	0,11

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 2 zu entnehmen.

* Winkel zwischen Schieferung und Belastungsrichtung

5.3

Spaltzugfestigkeit

Probennr.	Bohrung	Tiefe	Durchmesser	Höhe	Masse	Dichte	Winkel	Spaltzugfestigkeit
		[m]	[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[°]	[MPa]
353	SB24	373,29	101,8	52,3	1166,7	2,741	70	15,36
356	SB24	257,58	102,0	51,3	1082,1	2,581	90	11,15
360	SB24	92,54	102,0	53,8	1164,6	2,649	65	4,62
364	SB24	114,3	102,0	53,3	1161,7	2,667	50	12,75
366	SB24	202,85	101,7	52,3	1127,3	2,653	30	10,86
371	SB24	303,28	102,0	53,5	1145,9	2,621	70	5,86
374	EB33	74,25	102,0	53,5	1145,9	2,576	70	7,76

Die Versuchsergebnisse sind Anlage 3 zu entnehmen.

5.4

Abrasivitätsindex nach Cerchar

Probennr.	Bohrung	Tiefe	CAI
		[m]	[-]
351	SB24	373,04	1,9
354	SB24	257,33	3,6
358	SB24	92,26	4,0
362	SB24	114,03	3,2
367	SB24	202,9	3,6
369	SB24	303,02	2,7
373	EB33	74,19	3,2

Detaillierte Ergebnisse sowie Fotodokumentation der Ermittlung der Abrasivität nach Cerchar siehe Bericht des Lehrstuhls für Ingenieurgeologie der Technischen Universität München, Unterauftrag Nr. 4797 (Anlage 4).

5.5

Gesteinsdünnchliffe

Detaillierte Ergebnisse der Proben, sowie die Fotodokumentation der Analysen der Dünnchliffe sind dem Bericht des Instituts für angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur Wien zu entnehmen. Die Untersuchungen wurden unter dem Unterauftrag Nr. 4767 durchgeführt (Anlage 5).

5.6 Frost-Tau-Versuche

Bohrung	Bohrkern		F	Einstufung EN 13242 Tab. 20	Einstufung EN 13242 Tab. B1	Geologie
	von [m]	bis [m]				
EB 1	13	14	14,20%	F _{angegeben}	nicht geeignet	Gneis, mylonitisch, grobkörnig
EB 4	9	10	2,40%	F ₄	nicht geeignet	Gneis, mylonitisch, grobkörnig
EB 21	10	12	1,50%	F ₂	nicht geeignet	Gneis, granitisch/Diatexit, mylonitisch
SB 24	257	258	1,20%	F ₂	nicht geeignet	Granit, flaserig
SB 24	372	373	0,61%	F ₁	geeignet	Granit, flaserig
EB 23	26	28	0,95%	F ₁	geeignet	Granit, mylonitisch
EB 28	46	48	0,75%	F ₁	geeignet	Granit, pegmatoid
EB 28	62	64	0,42%	F ₁	geeignet	Gneis, mylonitisch
EB 29	46	48	0,30%	F ₁	geeignet	Granit, pegmatoid
EB 31	34	36	0,40%	F ₁	geeignet	Granit, mylonitisch
EB 32	50	52	1,15%	F ₂	nicht geeignet	Wechselfolge dunkler Mylonitgneis - Quarz/Pegmatit
EB 33	34	36	0,29%	F ₁	geeignet	Gneis, mylonitisch
EB 34	26	28	2,65%	F ₄	nicht geeignet	Granit, mylonitisch
SB 25	42	44	0,60%	F ₁	geeignet	Gneis, mylonitisch
SB 26	38	40	0,58%	F ₁	geeignet	Granit, mylonitisch
SB 27	60	62	0,45%	F ₁	geeignet	Gneis, mylonitisch

Die oben aufgeführten Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der getesteten Gesteine Frost Tau beständig ist. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei der SB 24 (372-373) nach dem Siebdurchgang bei 4 mm festgestellt wurde, dass sich die Körner plattig zerlegt haben. Plattige Körner sind ungünstig für den Einbau.

Die Einstufung der Ergebnisse erfolgte nach EN 13242 Tab. 20 und Tab. B. 1 (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2). Da bei der Beurteilung davon ausgegangen wurde, dass der Drainagefilter als „Gesättigt“ anzunehmen ist und das Projektgebiet kontinentales Klima aufweist, ist die Klasse F1 für die Einstufung zu verwenden.

Tabelle 1: Einstufung des Masseverlustes nach EN 13242 Tab. 20.

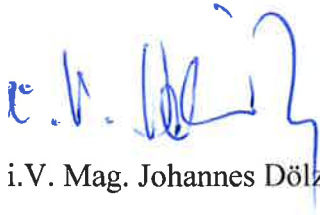
EN 13242 Tab. 20	
Frost-Tau-Wechselbeständigkeit	Kategorie
Masseverlust in Prozent	F
≤1	F ₁
≤2	F ₂
≤4	F ₄
>4	F _{angegeben}

Tabelle 2: Einstufung der Ergebnisse von Tab. 20 (EN 13242) nach Tab. B.1.

EN 13242 Tab B.1			
Umweltbedingungen	Klima		
	Mediterran	Atlantisch	Kontinental
Frostfreie oder trockene Umgebung	NR	NR	NR
Teilweise gesättigt	NR	F ₄ oder MS ₃₅	F ₂ oder MS ₂₅
Gesättigt	NR	F ₂ oder MS ₂₅	F ₁ oder MS ₁₈


Materialversuchsanstalt Strass

PÖYRY Infra GmbH

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Dölzlmüller', with a stylized flourish at the end.

i.V. Mag. Johannes Dölzlmüller MBA

Business Manager Materialtechnologie

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Patzelt', with a stylized flourish at the end.

i.A. Johanna Patzelt, M.Sc.

Sachbearbeiterin