

Lenzburg, 29.01.2000

Bericht

Nr. : R ü 0 0 0 5

Auftraggeber: Gebr. Müller AG, Steinbetrieb, Alte Uznabergstr. Postfach,
8732 Neuhaus SG

Auftrag: Materialtechnische Prüfungen:
Frostbeständigkeit gemäss DIN 52 104-1, Verfahren A (25 Zyklen)
Wasseraufnahme analog DIN 52 102 und DIN 52 113
Quellen bei Wasserlagerung
Druckfestigkeit DIN 52 105
Ankerdornausbruchfestigkeit (Verfahren LGA Würzburg)
Biegezugfestigkeit DIN 52 112

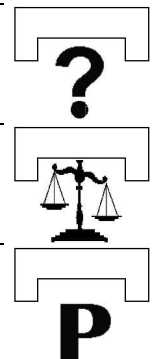
Baustoff: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach

Probenmaterial: Platten ab Werk, geliefert durch den Auftraggeber

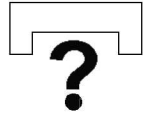
Inhalt: 1. Auftragsbeschreibung

2. Ergebnisse

3. Untersuchungsprotokolle



1. Auftragsbeschreibung



Gemäss Auftrag sollen an den beiden angelieferten Gesteinssorten die auf dem Titelblatt des Berichtes aufgeführten Prüfungen ausgeführt werden. Das Probenmaterial wurde in Absprache mit dem Prüfenden ausgesucht. Folgendes Material wurde zur Verfügung gestellt:

4 Platten 50x50x3cm südliches Lager

1 Platte 40x40x7cm, südliches Lager, senkrecht zur Bankung im Bruch

1 Platte 40x40x7cm, südliches Lager, parallel zur Bankung im Bruch

4 Platten 50x50x3cm nördliches Lager

1 Platte 40x40x7cm, nördliches Lager, senkrecht zur Bankung im Bruch

1 Platte 40x40x7cm, nördliches Lager, parallel zur Bankung im Bruch

Das gelieferte Material entsprach bei Anlieferung dem anlässlich der Begehung vom 17.11.99 im Steinbruch vorliegenden Material. Die zur Prüfung notwendigen Probekörper wurden aus dem angelieferten Plattenmaterial von der Prüfstelle hergestellt (bzw. gefräst).

2. Ergebnisse und Kommentar



Beobachtungen vor Ort (Siehe auch Photo 1)

Anlässlich der Begehung vom 17.11.1999 wurde das im Steinbruch Brand anstehende Material begutachtet. Es handelt sich um zwei beinahe senkrecht stehende Sandsteinbänke ohne ausgeprägte Stratifikation oder Textur innerhalb der Bänke. Diese beiden „Lager“ werden durch eine dicke Mergellage voneinander getrennt. Das „Nördliche Lager“ erscheint massig und enthält fein- bis mittelkörnigen Sandstein. Das „Südliche Lager“ ist in der Regel feinkörnig und enthält lokal schlierenartig verteilte Mergelanreicherungen. Nach Aussage des Auftraggebers bestehen aus letztgenanntem Grund gewisse Zweifel an der Dauerhaftigkeit des Materials aus dem „Südlichen Lager“ bei stark exponierter Anwendung.

Nachfolgend werden die Ergebnisse in tabellarischer Form gegenübergestellt und kurz kommentiert.

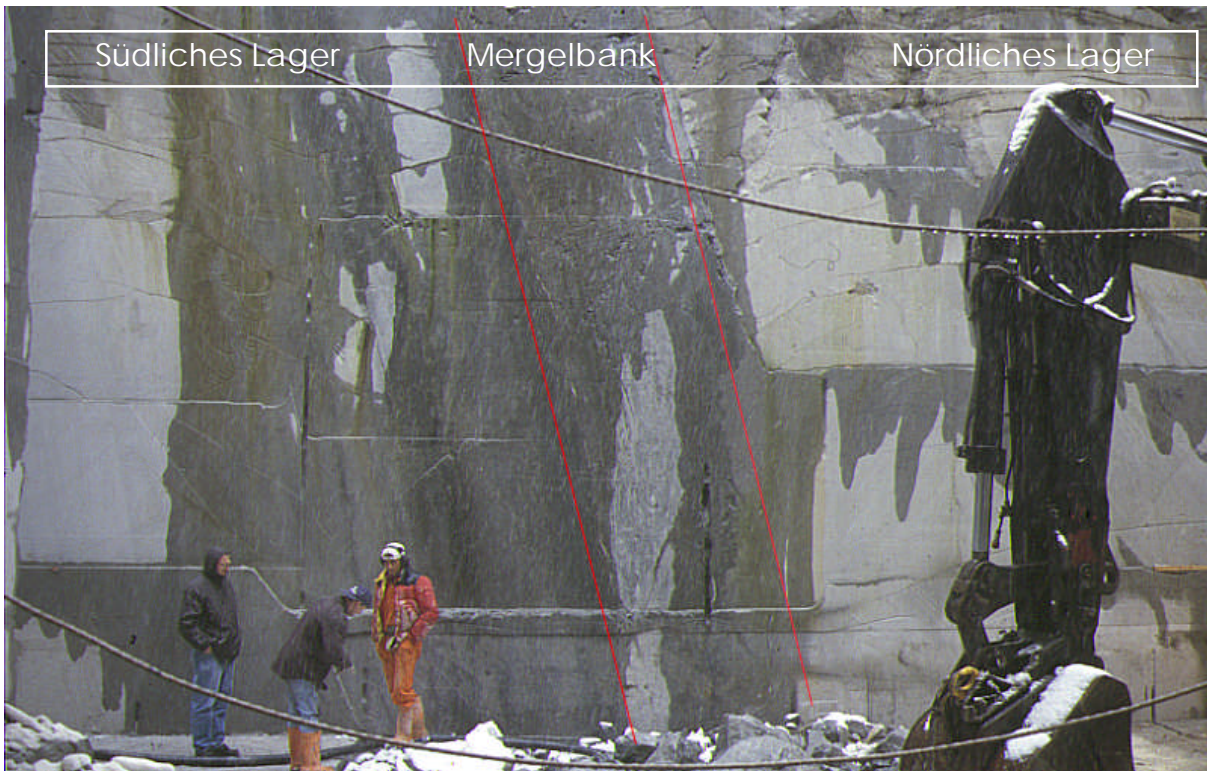


Photo 1: Seilgesägte Abbauoberfläche mit Mergelbank in der Mitte; nach oben hin zunehmende Verwitterungsklüftung senkrecht zur Bankung

Sammeltabelle Prüfergebnisse

	Wasseraufnahme Porosität (AV) und Rohdichte			Quellen bei Wasserlagerung	Ankerdornausbruchfestigkeit (4cm)	Biegezugfestigkeit	Druckfestigkeit
	Masse %	Vol%	kg/m ³	Promille	N	N/mm ²	N/mm ²
Südliches Lager	2.2	6.3	2505	0.86	1993	7.3	109.5 92.6
Nördliches Lager	3.0	9.1	2417	0.32	2063	7.2	87.2 72.0
Anmerkungen	Mittelwerte aus 3 Messungen			Orientierung zur Bankung nicht definiert Mittelwert aus 3 Messungen	Orientierung zur Bankung nicht definiert Mittelwert aus 10 Messungen	Orientierung zur Bankung nicht definiert Mittelwert aus 6 Messungen	Kursiv: senkrecht zur Bankung normal: parallel zur Bankung Mittelwert aus 5 Messungen

Die Frostbeständigkeit nach DIN 52 104, Verfahren A ist für beide Gesteinssorten gegeben (Anwendung für Fassaden).



Bezüglich Festigkeit erreichen beide Gesteinsorten gesteinstypische mittlere Werte. Das Material ist ein typischer Vertreter der Unteren Süsswassermolasse (USM). Die Druckfestigkeit ist in den feinkörnigen Lagen etwas höher (90-100N/mm²) als in den mittelkörnigen Lagen. Bei der Biegezugfestigkeit sind keine erheblichen Unterschiede zwischen nördlichem und südlichem Lager feststellbar. Die Ankerdornausbruchfestigkeit für 4cm dicke Platten erwartungsgemäss nicht sehr hoch - bei der Verwendung als vorgehängte Fassadenplatte muss die Plattendicke in Abhängigkeit der Plattengrösse angepasst werden oder eine Alternative zur Befestigung mit Ankerdornen gewählt werden.

Typisch für das vorliegende Gestein ist das Ansteigen des hygrischen Quellens in den feinkörnigeren Lagen (Südliches Lager). Der Quellbetrag ist hier fast dreimal so hoch, jedoch immer noch in einem für mineralische Baustoffe normalen Bereich. Sehr langfristig (100Jahre) wirkt sich dieser Umstand beschleunigend auf die Verwitterung aus (stärkere Tendenz zur Schalenbildung).

Die Frostbeständigkeit des Materials darf als gut bezeichnet werden, solange das Material nicht in Staunässesituationen starkem Frost unterliegt. Grobkörnige Lagen dürfen allgemein als noch resistenter als feinkörnige bezeichnet werden.

Abschliessend kann hier festgestellt werden, dass das vorliegende Material seit Jahrhunderten ein bewährtes Baumaterial für traditionelle und moderne Anwendungen im Aussen- und Innenbereich darstellt. Seine erfolgreiche Verwendung bedarf allerdings der entsprechenden fachtechnischen Kenntnisse.

Materialtechnik am Bau, Dr. Ph. Rück

Ph. Rück

3. Untersuchungsprotokolle



T515: Frost-Tau-Wechsel-Versuch nach DIN 52 104, Verfahren A

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach
 Probendimension: Würfel 50x50x50mm
 Probenvorbereitung:
 1. Würfel nass diamantgesägt
 2. 24 Std. getrocknet bei 110°C
 3. 24 Std. Wasserlagerung
 4. Start Frost-Tau-Wechsel (4 Std. bei -20°C an Luft / 1 Std. bei +20°C im Wasserbad)
 Zyklenzahl: 25, gemäss DIN 18 516, Anforderungen für Fassadenbekleidungen

Gewicht	A	B	C	D	E	F
	trocken, vor FT-Wechsel (g)	nass, nach 24 Std. Wasserlagerung (g)	Wasser-aufnahme (Gew%)	nach FT-Wechseln, nass (g)	nach FT-Wechseln, trocken (g)	Gewichtsverlust nach FT-Wechseln (Gew%)
N1	316.1		-100.0		315.6	0.2
N2	314.9		-100.0		314.6	0.1
N3	313.4		-100.0		313.0	0.1
S1	325.8		-100.0		325.4	0.1
S2	321.2		-100.0		320.9	0.1
S3	322.8		-100.0		322.4	0.1

Beobachtungen	nach 5 Zyklen	nach 10 Zyklen	nach 15 Zyklen	nach 20 Zyklen	nach 25 Zyklen	Prüfdatum:
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	24.12.99
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	
	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	k.V.	
Symbole:	k.V.	keine Veränderung		l. Abs.	leichtes Abschuppen	
	As.	leichtes Absanden		s. Abs.	starkes Abschalen	
	R.	Rissbildung		v.Z.	vollständiger Zerfall	

Kommentar: Die Proben zeigen keinerlei Zerfallserscheinungen.



K203: Ausbruchfestigkeit am Ankerdornloch gemäss Prüfverfahren LGA
Würzburg (prEN 246-010)

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, Nördliches Lager
Probenvorbereitung: 1. Dornlöcher diamantgebohrt, nass, 2. 48 Std. bei 70°C getrocknet
Plattengrösse (cm): 25x25
Plattendicke d (mm): 40
Bohrtiefe (mm): 50
Durchmesser Ankerdorn (mm): 5
Einbindungstiefe (mm): 40
Einbindung: Portlandzement
Ankertyp: Lutz
Bohrung: mittig, Gesteinslager: nicht erkennbar

Prüfdatum: 05.00.99			
Ausbruchversuch	Ausbruchkraft (N)	Steghöhe ds (mm)	Ausbruchbreite a (mm)
1	1790	13.9	110
2	2170	15.0	140
3	1810	15.6	120
4	2130	14.9	140
5	2020	14.6	130
6	1990	14.3	175
7	2150	15.5	135
8	2200	14.8	150
9	2090	14.0	135
10	2280	14.8	160
Mittelwert	2063	14.7	139.5
Standardabweichung	154	0.5	17.8



K203: Ausbruchfestigkeit am Ankerdornloch gemäss Prüfverfahren LGA
Würzburg (prEN 246-010)

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, Südliches Lager
Probenvorbereitung: 1. Dornlöcher diamantgebohrt, nass, 2. 48 Std. bei 70°C getrocknet
Plattengrösse (cm): 25x25
Plattendicke d (mm): 40
Bohrtiefe (mm): 50
Durchmesser Ankerdorn (mm): 5
Einbindungstiefe (mm): 40
Einbindung: Portlandzement
Ankertyp: Lutz
Bohrung: mittig, Gesteinslager: nicht erkennbar

Prüfdatum: 05.00.99			
Ausbruchversuch	Ausbruchkraft (N)	Steghöhe ds (mm)	Ausbruchbreite a (mm)
1	2190	15.5	120
2	2080	17.0	145
3	2050	14.5	85
4	1860	13.5	125
5	2200	14.0	140
6	2060	16.0	150
7	2350	14.0	110
8	1310	14.0	120
9	2100	14.2	100
10	1730	13.6	105
Mittelwert	1993	14.6	120.0
Standardabweichung	281	1.1	19.7



**P300: Porenkennwerte, Wasseraufnahme, Sättigungswert und Rohdichte
 (analog DIN 52 102 und DIN 52 113)**

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. 48 Std. bei 110°C getrocknet
 Probendimension: Prismen ca. 4x4x12 cm
 Tränkungsmedium: Wasser
 A5: 5 Tage Wasserlagerung unter Normaldruck
 AV: Vakuumsättigung in Wasser unter Vakuumrestdruck <30mbar, danach 2 Tage Wasserlagerung
 LG: Unter Normaldruck kapillar nicht aktiver Porenraum (Differenz AV-A5)
 Sättigungswert S : Koeffizient A5/AV

							Prüfdatum:	
Probe Nr.		S1	S2	S3	N1	N2	N3	05.01.00
Trockengewicht	g	115.09	167.09	117.35	129.88	161.23	149.18	
Gewicht A5	g	117.51	171.12	119.89	133.63	166.11	153.64	
Gewicht A5, unter Wasser	g	71.72	104.46	73.17	80.12	99.40	91.92	
Trockengewicht	g	115.09	167.09	117.35	129.88	161.23	149.18	
Gewicht AV	g	117.81	171.46	120.18	134.74	167.23	154.85	

Volumen A5	cm ³	45.87	66.78	46.81	53.60	66.83	61.83
Volumen AV	cm ³	45.87	66.78	46.81	53.60	66.83	61.83

Probennummer		S1	S2	S3	N1	N2	N3	Mittelwerte
Kapillarporosität A5	Vol.%	5.3	6.0	5.4	7.0	7.3	7.2	6.4
Gesamtporosität AV	Vol.%	5.9	6.5	6.1	9.1	9.0	9.2	7.6
Hohlraumgehalt LG	Vol.%	0.6	0.5	0.6	2.1	1.7	2.0	1.2
Trockenrohddichte Rd	kg/m ³	2509	2502	2507	2423	2413	2413	2461.1
Wasseraufnahme A5	Gew. %	2.1	2.4	2.2	2.9	3.0	3.0	2.6
Wasseraufnahme AV	Gew. %	2.4	2.6	2.4	3.7	3.7	3.8	3.1
Sättigungswert S		0.89	0.92	0.90	0.77	0.81	0.79	0.8



K202: Biegezugfestigkeit nach DIN 52 112, Verfahren A

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. 48 Std. bei 70°C getrocknet
 Probendimension: Prismen 25 x 7 x 3 cm
 Bruchbild: direkt unter der Biegeschneide verlaufende, relativ ebene Bruchfläche mit körniger Oberfläche
 Stützweite: 200 mm
 Spannungszunahme: 0.2 N/mm²/s

nördliches Lager

Probe Nr.	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Datum:
Länge (mm)	250	250	250	250	250	250	05.01.00
Breite (mm)	80.1	80.8	80.3	79.8	79.9	80.3	
Höhe (mm)	40.3	40.4	40.3	40.3	40.2	40.3	
Bruchlast (N)	2734	3389	3433	3561	3582	2056	Mittelwert
Biegezugfestigkeit (N/mm ²)	6.3	7.7	7.9	8.2	8.3	4.7	7.2
						STDABW	1.29

südliches Lager

Probe Nr.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
Länge (mm)	250	250	250	250	250	250	
Breite (mm)	87.3	87.5	86.5	86.6	86.9	86.1	
Höhe (mm)	40.5	40.4	40.4	40.3	40.3	40.4	
Bruchlast (N)	3043	3294	3470	3770	3693	3444.0	Mittelwert
Biegezugfestigkeit (N/mm ²)	6.4	6.9	7.4	8.0	7.9	7.4	7.3
						STDABW	0.6



K201: Druckfestigkeit gemäss DIN 52 105 mit Angabe der Trockenrohdichte

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, südliches Lager
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. Druckflächen nass geschliffen, 3. 48 Std. bei 70°C getrocknet
 Probendimension: Zylinder, Durchmesser 50mm, Höhe 50mm
 Bruchbild: Ausbildung einer Vielzahl konjugierter Scherflächen mit kontinuierlicher Stauchung bis zu vollständigen Zerfall
 Spannungszunahme: $1 \pm 0.5 \text{ N/mm}^2/\text{Sekunde}$

Serie:	Beanspruchung parallel zum Lager					Datum: 05.01.00
Probe Nr.	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S1.5	
Durchmesser (mm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Höhe (mm)	50.0	50.2	50.5	51.0	50.8	
Gewicht (g)	247.8	248.0	249.4	253.0	252.0	
Bruchlast (N)	173400	182300	183900	186300	183200	Mittelwert
Trockenrohdichte (Kg/m3)	2525	2517	2516	2528	2528	2523
Druckfestigkeit (N/mm2)	88.4	92.9	93.7	94.9	93.4	92.6

Serie:	Beanspruchung senkrecht zum Lager					Datum: 05.01.00
Probe Nr.	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S2.5	
Durchmesser (mm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Höhe (mm)	51.6	51.5	51.4	51.0	51.5	
Gewicht (g)	256.6	256.4	255.4	253.6	255.3	
Bruchlast (N)	209100	217600	225500	199900	222200	Mittelwert
Trockenrohdichte (Kg/m3)	2534	2537	2532	2534	2526	2533
Druckfestigkeit (N/mm2)	106.5	110.9	114.9	101.9	113.2	109.5



K201: Druckfestigkeit gemäss DIN 52 105 mit Angabe der Trockenrohddichte

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, nördliches Lager
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. Druckflächen nass geschliffen, 3. 48 Std. bei 70°C getrocknet
 Probendimension: Zylinder, Durchmesser 50mm, Höhe 50mm
 Bruchbild: Ausbildung einer Vielzahl konjugierter Scherflächen mit kontinuierlicher Stauchung bis zu vollständigen Zerfall
 Spannungszunahme: $1 \pm 0.5 \text{ N/mm}^2/\text{Sekunde}$

Serie:	Beanspruchung parallel zum Lager					Datum: 05.01.00
Probe Nr.	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S1.5	
Durchmesser (mm)	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	
Höhe (mm)	51.3	50.8	50.6	51.2	50.9	
Gewicht (g)	247.8	244.3	243.0	244.1	243.2	
Bruchlast (N)	152100	131100	149600	136500	140500	Mittelwert
Trockenrohddichte (Kg/m3)	2452	2441	2437	2420	2425	2435
Druckfestigkeit (N/mm2)	77.2	66.5	75.9	69.3	71.3	72.0

Serie:	Beanspruchung senkrecht zum Lager					Datum: 05.01.00
Probe Nr.	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S2.5	
Durchmesser (mm)	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	
Höhe (mm)	51.0	51.4	51.1	51.1	51.0	
Gewicht (g)	245.3	245.2	243.4	245.5	244.5	
Bruchlast (N)	175600	161700	164600	183000	173900	Mittelwert
Trockenrohddichte (Kg/m3)	2441	2421	2417	2438	2433	2430
Druckfestigkeit (N/mm2)	89.1	82.1	83.5	92.9	88.3	87.2

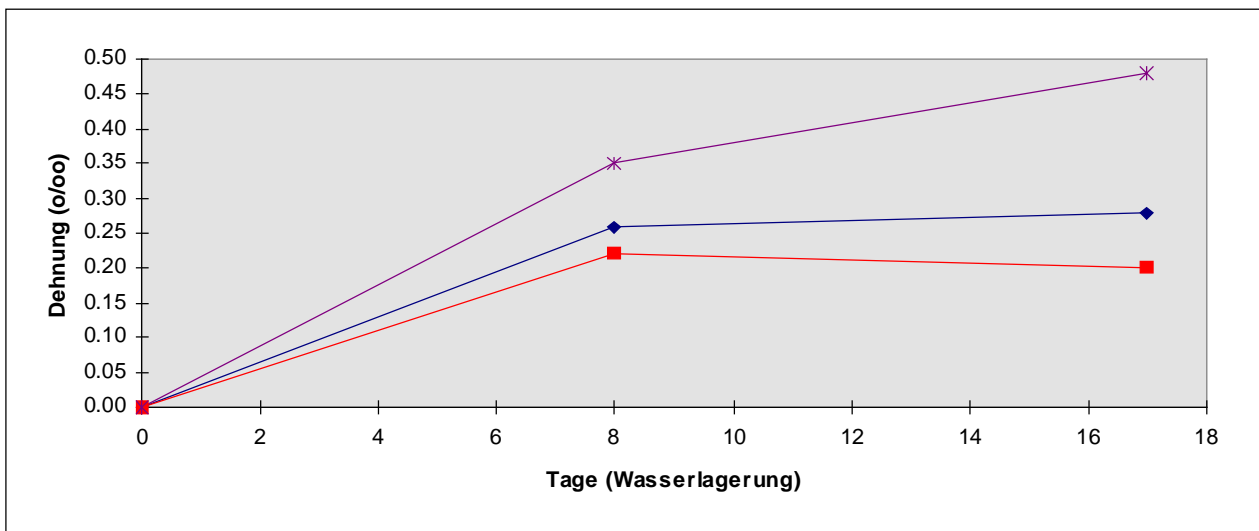


P304: Raumbeständigkeit (Quellen)

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, nördliches Lager
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. 48 Std. bei 70°C getrocknet, dann
 Wasserlagerung bei 20°C
 Probendimension: Prismen, 20x20x120mm
 Messung: mit Hilfe aufgeleimter Messnieten, Messstrecke = 100mm

Messstrecken		N1	N2	N3
Angaben in mü	Datum	100000	100000	100000
Nullmessung	10.12.99	31	-80	-76
1. Messung	18.12.99	57	-58	-41
2. Messung	27.12.99	59	-60	-28
3. Messung				
kumuliert		100000	100000	100000
Nullmessung		31	-80	-76
1. Messung		57	-58	-41
2. Messung		59	-60	-28
3. Messung		0	0	0
Probekörper	nach Tagen	N1	N2	N3
Dehnung (‰)	0	0.00	0.00	0.00
Dehnung (‰)	8	0.26	0.22	0.35
Dehnung (‰)	17	0.28	0.20	0.48
Dehnung (‰)				

Mittelwert (nach 17 Tagen Wasserlagerung): 0.32 ‰





P304: Raumbeständigkeit (Quellen)

Gesteinsart: Schmeriker Sandstein, Steinbruch Brand, Eschenbach, südliches Lager
 Probenvorbereitung: 1. diamantgesägt, nass, 2. 48 Std. bei 70°C getrocknet, dann
 Wasserlagerung bei 20°C
 Probendimension: Prismen, 20x20x120mm
 Messung: mit Hilfe aufgeleimter Messnieten, Messstrecke = 100mm

Messstrecken		S1	S2	S3
Angaben in mü	Datum	100000	100000	100000
Nullmessung	10.12.99	-366	-102	-661
1. Messung	18.12.99	-297	-28	-583
2. Messung	27.12.99	-280	-20	-572
3. Messung				
kumuliert		100000	100000	100000
Nullmessung		-366	-102	-661
1. Messung		-297	-28	-583
2. Messung		-280	-20	-572
3. Messung		0	0	0
Probekörper	nach Tagen	S1	S2	S3
Dehnung (‰)	0	0.00	0.00	0.00
Dehnung (‰)	8	0.69	0.74	0.78
Dehnung (‰)	17	0.86	0.82	0.89
Dehnung (‰)				

Mittelwert (nach 17 Tagen Wasserlagerung): 0.86 ‰

