

Tabelle 5:

Labor-Nr. der Probe	Nr.	—	M3	M4		
Bodenart	—	—	T, u, s°	T, u, s°, g'		
Farbe - Beschaffenheit	—	—	graubraun	graubraun		
Bohrung/Schürfe	Nr.	—	Sch. 3 + 8	Sch. 1 - 7		
Bodenschicht	—	—	Schluff + Gneiszersatz	Schluff + Gneiszersatz		
Entnahmetiefe	von-bis	m	0,80 - 1,70	0,40 - 1,50		
gestört (g), Sonderprobe (S)	—	—	g	g		
Tongehalt (Feinstes)	< 0,002 mm	%	17	14		
Schlämmkorn	< 0,063 mm	%	50	43		
Kornkennziffern	—	-	2 3 5 0 0	1 3 5 1 0		
Ungleichförmigkeitszahl	U	1	-	-		
Krümmungszahl	C _c	1	-	-		
Gruppensymbol DIN 18196	—	—	TM	TM		
Korndichte	ρ _s	t/m ³	2,682	2,679		
Wassergehalt	w	%	18,8#	13,3	20,3	16,1#
Feuchtdichte	ρ	t/m ³		2,17		2,15
Trockendichte	ρ _d	t/m ³		1,92		1,85
Porenanteil	n	1		0,29		0,31
Porenzahl	e	1		0,40		0,45
Glühverlust/org. Substanz	V _{gl}	%				
Kalkgehalt	V _{Ca}	%				
Fließgrenze	w _L	%	35,7			39,8
Ausrollgrenze	w _P	%	19,7			24,5
Plastizitätszahl	I _P	%	16,0			15,2
Konsistenzzahl	I _C	1	0,694			0,758
Schrumpfgrenze	w _S	%	-			-
Aktivitätszahl	I _A	1	-			0,8
Proctordichte	ρ _{Pr}	t/m ³	1,93			1,86
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	%	12,0			14,3
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	1				
Steifemodul (100 kN/m ²)	E _{S1}	MN/m ²				
Steifemodul (200 kN/m ²)	E _{S2}	MN/m ²				
Steifemodul (300 kN/m ²)	E _{S3}	MN/m ²				
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²				
Innerer Reibungswinkel (dräniert)	φ'	Grad	36,0			33,1
Kohäsion (dräniert)	c'	kN/m ²	22			27
Reibungswinkel	φ _u	Grad				
Kohäsion	c _u	kN/m ²				
Durchlässigkeitsbeiwert	k ₁₀	m/s	1,3x10 ⁻¹⁰			2,9x10 ⁻¹⁰
Wasseraufnahme nach Enslin/Neff	w _A	%	38,3			40,8
Bemerkung: # Einbauwerte Durchlässigkeitsversuch						

Tabelle 4:

Labor-Nr. der Probe	Nr.	—	M1	M2		
Bodenart	—	—	T, u, s*	T, u, s*		
Farbe - Beschaffenheit	—	—	graubraun	graubraun		
Bohrung/Schürfe	Nr.	—	Sch. 1 - 7	Sch. 4 + 7		
Bodenschicht	—	—	Schluff	Schluff + Gneiszersatz		
Entnahmetiefe	von-bis	m	0,40 - 1,50	1,00 - 2,80		
gestört (g), Sonderprobe (S)	—	—	g	g		
Tongehalt (Feinstes)	< 0,002 mm	%	17	18		
Schlammkorn	< 0,063 mm	%	54	61		
Kornkennziffern	—	-	2 4 4 0 0	2 4 4 0 0		
Ungleichförmigkeitszahl	U	1	-	-		
Krümmungszahl	C _c	1	-	-		
Gruppensymbol DIN 18196	—	—	TM	TM		
Korndichte	ρ_s	t/m ³	2,657	2,677		
Wassergehalt	w	%	22,7	16,8#	21,0	16,3#
Feuchtdichte	ρ	t/m ³		2,08		2,12
Trockendichte	ρ_d	t/m ³		1,78		1,82
Porenanteil	n	1		0,33		0,32
Porenzahl	e	1		0,49		0,47
Glühverlust/org. Substanz	V _{gl}	%				
Kalkgehalt	V _{Ca}	%				
Fließgrenze	w _L	%	39,9		43,9	
Ausrollgrenze	w _P	%	19,7		19,7	
Plastizitätszahl	I _P	%	20,1		24,2	
Konsistenzzahl	I _C	1	0,560		0,769	
Schrumpfgrenze	w _S	%	-		-	
Aktivitätszahl	I _A	1	0,9		1,1	
Proctordichte	ρ_{Pr}	t/m ³	1,81		1,84	
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	%	13,5		14,6	
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	1				
Steifemodul (100 kN/m ²)	E _{S1}	MN/m ²				
Steifemodul (200 kN/m ²)	E _{S2}	MN/m ²				
Steifemodul (300 kN/m ²)	E _{S3}	MN/m ²				
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²				
Innerer Reibungswinkel (dräniert)	φ'	Grad	31,9		31,6	
Kohäsion (dräniert)	c'	kN/m ²	36		42	
Reibungswinkel	φ_u	Grad				
Kohäsion	c _u	kN/m ²				
Durchlässigkeitsbeiwert	k ₁₀	m/s		1,9x10 ⁻⁹		6,0x10 ⁻¹¹
Wasseraufnahme nach Enslin/Neff	w _A	%	40,7		44,8	
Bemerkung: # Einbauwerte Durchlässigkeitsversuch						

Tabelle 3:

Labor-Nr. der Probe	Nr.	---	8041	8051
Bodenart	---	---	T, u, s ^a	T, u, s ^a , g'
Farbe - Beschaffenheit	---	---	graubraun	graubraun
Bohrung/Schürfe	Nr.	---	Sch. 4	Sch. 8
Bodenschicht	---	---	Schluff	Schluff
Entnahmetiefe	von - bis	m	1,00 - 1,50	0,50 - 0,80
gestört (g), Sonderprobe (S)	---	---	g	g
Tongehalt (Feinstes)	< 0,002 mm	%	17	16
Schlämmerkorn	< 0,063 mm	%	62	46
Kornkennziffern	---	-	2 4 4 0 0	1 3 5 1 0
Ungleichförmigkeitszahl	U	1	-	-
Krümmungszahl	C _c	1	-	-
Gruppensymbol DIN 18196	---	---	TM	TM
Korndichte	ρ _s	t/m ³	2,671	2,673
Wassergehalt	w	%	21,4 16,8#	20,5 15,8#
Feuchtdichte	ρ	t/m ³	2,08	2,12
Trockendichte	ρ _d	t/m ³	1,78	1,83
Porenanteil	n	1	0,36	0,32
Porenzahl	e	1	0,50	0,46
Glühverlust/org. Substanz	V _{gl}	%	3,3	
Kalkgehalt	V _{Ca}	%		
Fließgrenze	w _L	%	39,8	40,2
Ausrollgrenze	w _P	%	19,0	18,9
Plastizitätszahl	I _P	%	20,8	21,3
Konsistenzzahl	I _C	1	0,695	0,496
Schrumpfgrenze	w _S	%	-	-
Aktivitätszahl	I _A	1	1,0	0,9
Proctordichte	ρ _{Pr}	t/m ³	1,81	1,87
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	%	16,1	13,4
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	1		
Steifemodul (100 kN/m ²)	E _{S1}	MN/m ²		
Steifemodul (200 kN/m ²)	E _{S2}	MN/m ²		
Steifemodul (300 kN/m ²)	E _{S3}	MN/m ²		
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²		
Innerer Reibungswinkel (dräniert)	φ'	Grad	32,	33,7
Kohäsion (dräniert)	c'	kN/m ²	31	32
Reibungswinkel	φ _u	Grad		
Kohäsion	c _u	kN/m ²		
Durchlässigkeitsbeiwert	k ₁₀	m/s	9,4x10 ⁻¹⁰	1,2x10 ⁻¹⁰
Wasseraufnahme nach Enslin/Neff	w _A	%	43,2	38,5
Bemerkung: # Einbauwerte Durchlässigkeitsversuch				

Tabelle 2:

Labor-Nr. der Probe	Nr.	—	8031	8033	8037	8050
Bodenart	—	—	S, u, t', g'	S, g, x, u, t'	T, u, s*, g	T, u, s*, x', g'
Farbe - Beschaffenheit	—	—	graubraun	braun	braun	graubraun
Bohrung/Schürfe	Nr.	—	Sch. 1	Sch. 2	Sch. 3	Sch. 7
Bodenschicht	—	—	Gneiszersatz	Gneiszersatz	Gneiszersatz	Gneiszersatz
Entnahmetiefe	von - bis	m	1,80 - 2,20	2,00 - 2,40	- 1,70	2,40 - 2,80
gestört (g), Sonderprobe (S)	—	—	g	g	g	g
Tongehalt (Feinstes)	< 0,002 mm	%	12	5	14	16
Schlammkorn	< 0,063 mm	%	32	23	41	47
Kornkennziffern	—	-	1 2 6 1 0	0 2 4 2 2	1 3 4 2 0	2 3 3 1 1
Ungleichförmigkeitszahl	U	1	-	163	-	-
Krümmungszahl	C _c	1	-	0,9	-	-
Gruppensymbol DIN 18196	—	—	ST*	ST*	TM	TM
Korndichte	ρ _s	t/m ³	2,705	2,691	2,673	2,678
Wassergehalt	w	%	19,2 14,8#	13,9 13,9#	15,7 14,1#	17,0 19,5#
Feuchtdichte	ρ	t/m ³	2,15	2,16	2,13	2,08
Trockendichte	ρ _d	t/m ³	1,87	1,90	1,86	1,74
Porenanteil	n	1	0,31	0,30	0,30	0,35
Porenzahl	e	1	0,44	0,42	0,43	0,56
Glühverlust/org. Substanz	V _{gl}	%			2,9	
Kalkgehalt	V _{Ca}	%				
Fließgrenze	w _L	%	40,1	34,4	41,6	48,9
Ausrollgrenze	w _P	%	22,7	21,4	22,1	24,0
Plastizitätszahl	I _P	%	17,4	13,1	19,5	24,9
Konsistenzzahl	I _C	1	-	-	0,877	0,907
Schrumpfgrenze	w _S	%	-	-	-	-
Aktivitätszahl	I _A	1	0,9	1,1	0,9	1,0
Proctordichte	ρ _{Pr}	t/m ³	1,91	1,94	1,89	1,79
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	%	13,1	11,8	13,8	16,5
Verdichtungsgrad	D _{Pr}	1				
Steifemodul (100 kN/m ²)	E _{S1}	MN/m ²				
Steifemodul (200 kN/m ²)	E _{S2}	MN/m ²				
Steifemodul (300 kN/m ²)	E _{S3}	MN/m ²				
Einaxiale Druckfestigkeit	q _u	MN/m ²				
Innerer Reibungswinkel (dränert)	φ'	Grad	33,9	39,4	33,4	28,6
Kohäsion (dränert)	c'	kN/m ²	34	11	34	35
Reibungswinkel	φ _u	Grad				
Kohäsion	c _u	kN/m ²				
Durchlässigkeitsbeiwert	k ₁₀	m/s	3,3x10 ⁻¹⁰	6,3x10 ⁻¹⁰	2,2x10 ⁻¹⁰	1,4x10 ⁻¹⁰
Wasseraufnahme nach Enslin/Neff	w _A	%	44,2	35,3	38,2	45,7
Bemerkung: # Einbauwerte Durchlässigkeitsversuch						

Auswertung der WD-Versuche

Bohrung	Anzahl	Tiefe [m]	k_j [m/s]
B 1	5	7 bis 9	8×10^{-6}
B 2	1	6,2 bis 8,3	8×10^{-5}
	1	8 bis 9,8	2×10^{-5}
B 3	2	8 bis 14,2	7×10^{-5}
	5	12 bis 14,2	4×10^{-7}
B 4	1	8 bis 10	3×10^{-5}
	1	10 bis 11,2	1×10^{-3}
	5	11 bis 12	9×10^{-7}

Univ. Prof. Dr.-Ing. Th. Strobl München	
Auftraggeber: Stadt Deggendorf	
Projekt: Hochwasserrückhaltebecken Aubach	
Datum: 28.2.96	Auswertung der Wasserdurchlässigkeitsversuche
L-Maßstab = 1:	Az.: Anlage: 4

Auswertung der Wasserabpreßversuche

Zur Feststellung der Gebirgsdurchlässigkeit wurden im Rahmen der Aufschlußbohrungen Wasserabpreßversuche (WD-Tests) im Bohrloch durchgeführt. Dabei konnte kein durchgehendes Durchlässigkeitsprofil im Bohrloch ermittelt werden, da der Packer im Gneiserzatz nicht wasserdicht an das Gebirge angeschlossen werden konnte. Erst im Gneis waren die WD-Versuche durchführbar. Umläufigkeiten des Packers, die geologisch bedingt waren und teilweise sehr hohe Wasseraufnahmen schränkten die Versuchsdurchführung ebenfalls in ihrem Umfang ein.

Theoretische Grundlagen für die Auswertung

Wasserabpreßversuche (WD-Versuche) sind im Talsperrenbau der häufigste Versuch zur Ermittlung der Gebirgsdurchlässigkeit. Versuche mit unterschiedlichen Druckstufen erlauben es, die Abhängigkeit der Gebirgsdurchlässigkeit vom Abpreßdruck und damit wichtige Randbedingungen für die Beurteilung der Durchlässigkeit und einer eventuell notwendigen Gebirgsinjektion zu bestimmen.

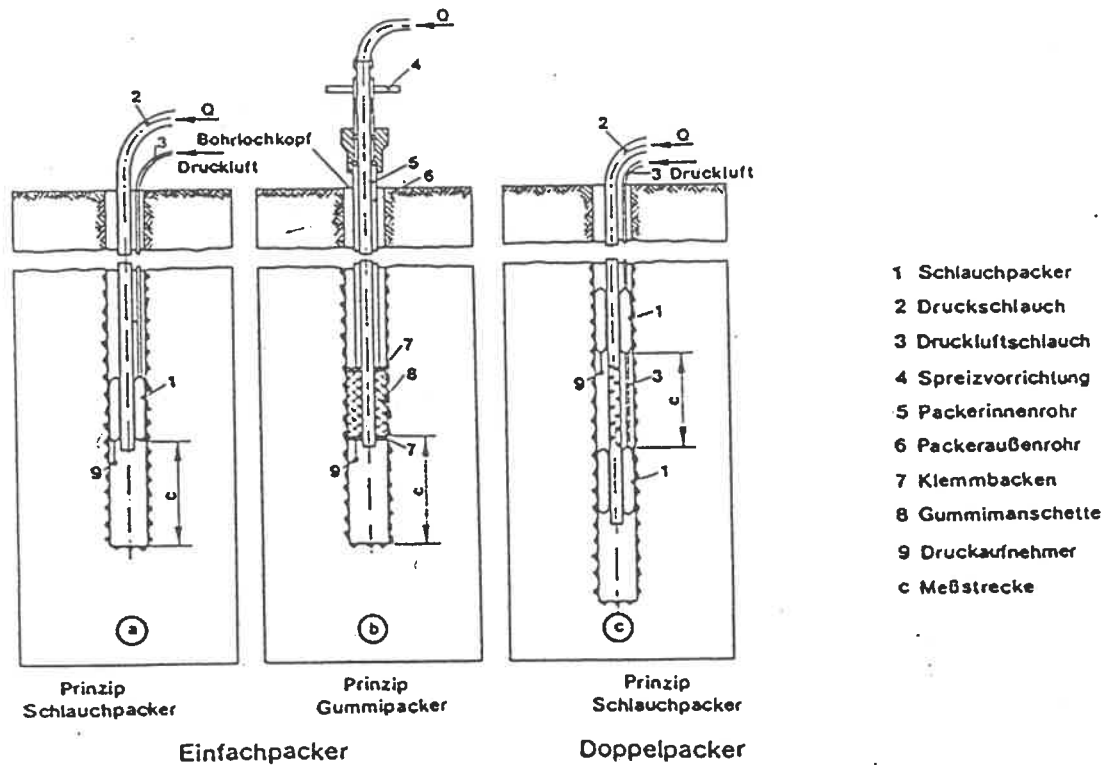
Das Schema des Wasserabpreßversuches mit Hilfe von Einfachpackern ist in unten stehender Abbildung dargestellt. Die mittlere Durchlässigkeit des Gebirges k_i in m/s in der Ebene der vom Bohrloch senkrecht geschnittenen Trennflächenschar i ergibt sich nach (DGEG 9, 1984) zu:

$$k_i = \frac{Q}{2 \cdot c \cdot \frac{P_0}{\gamma_w} \cdot \pi} \cdot \ln \frac{R}{r_0}$$

Darin bedeuten:

c	die Länge der Meßstrecke in m
R	die rechnerische Reichweite des Versuchs in m (in der Praxis kann $10 \text{ m} < R < 100 \text{ m}$ angenommen werden)
r_0	Bohrlochradius in m
Q	Durchfluß in m ³ /s
P_0/γ_w	Druckhöhe in m

Für die Auswertung wird ein laminarer Fließvorgang angenommen.



Schema des Wasserabpreßversuches [DGEG (9), 1984]

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Insgesamt wurden im Greis 8 WD-Versuche mit jeweils 1 - 5 Druckstufen ausgeführt. In der Anlage 1 sind die Versuche einzeln aufgeführt und die Ergebnisse der Auswertung zusammengefaßt. Danach schwankt die Durchlässigkeit zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $4 \cdot 10^{-7}$ m/s. Aus der graphischen Darstellung der Anlage 2 ist weiter zu entnehmen, daß das Gebirge ab etwa 10 m Tiefe dichter wird (WD-Versuche in B 3 und B 4).