

Professor Dr.-Ing. Rudolf Floss
Ordinarius für Grundbau, Bodenmechanik und Felsmechanik
an der Technischen Universität München

29.9.1988
Baumbachstraße 7
8000 München 60
Telefon (089) 8895-200
Telefax (089) 834 92 91

Proj.Nr. 9784/41
F/Gr/Os/Kt

Stadtwerke Passau
Postfach 2460

8390 Passau

1. FERTIGUNG

Betr.: Kraftwerk Hals - Erneuerung der Wehranlage
hier: Gleitsicherheit der Wehranlage und Auftriebssicherheit der
Wehrsohle
Bezug: Gutachten 9784/27 vom 6.5.1988 und 9784/35 vom 7.7.1988

1. Gleitsicherheit

Zur Erkundung der unterhalb der Aufstandsfläche des Wehrkörpers anstehenden Untergrundverhältnisse wurden von der Firma Stump Bohr GmbH, Ismaning, insgesamt 9 Kernbohrungen ausgeführt, und zwar:

- B 1 - B 6: Unterwasser Sohlplatte Feld 1-3
(vgl. Plan 882849/6 Ing.-Büro Breinbauer)
- B 7 - B 9: Südl. Ufermauer am Jägerweg.

Insbesondere sollten diese Bohrungen darüber Aufschluß geben, ob der Wehrkörper - wie bisher angenommen - auf Fels gegründet ist und welcher Reibungsbeiwert in Abhängigkeit vom Gesteinszustand für den Nachweis der Gleitsicherheit zugelassen werden kann. Anhand der im Feld 2 und 3 am 5.5.1988 aufgenommenen Schurfgruben war bereichsweise zu Ton verwitterter Gneis in der Aufstandsfläche des Wehrkörpers zu erwarten. Durch die Aufschlußbohrungen sollten Bodenproben aus diesen potentiellen Gleitebenen zur näheren Untersuchung im Labor entnommen werden. Da es der Bohrfirma nicht gelang, Bohrproben entsprechender Güteklasse zu entnehmen, wurde mit der aus dem tonigen Verwitterungsmaterial im Schurf am Wehrfeld 3 entnommenen Probe im Labor des Prüfamts für Grundbau, Bodenmechanik und Felsmechanik der TU München ein Rahmenscherversuch durchgeführt.

Dabei wurde die im gestörten Zustand eingebaute und unter einer Normalspannung von $0,6 \text{ MN/m}^2$ konsolidierte Probe bei Normalspannungen zwischen $0,075$ und $0,3 \text{ MN/m}^2$ mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit abgeschert. Als Ergebnis sind die Spitzenwerte der Scherfestigkeit auf Anlage 1 als Funktion der Normalspannung aufgezeichnet und zu einem Scherdiagramm verbunden, aus dem die Scherparameter ϕ' und c' entnommen werden können:

Reibungswinkel $\phi' = 48^\circ$

Kohäsion $c' = 20 \text{ kN/m}^2$ bei $\max \sigma \cong 0,6 \text{ MN/m}^2$

Die Bohrkern von sieben der neun Aufschlußbohrungen wurden in Kisten ausgelegt und an das Prüfamt überstellt. Die Ergebnisse der Bohrkernansprache im Labor sind auf Anlage 2 tabellarisch zusammengestellt.

Danach ist der Wehrkörper nicht auf dem kompakten Fels gegründet, sondern es stehen in der Gründungssohle vielmehr bindige und nichtbindige Verwitterungsstufen des granitischen Gneises als Tone, Schluffe und Sande an. Schichten mit Kieskorn sowie Rippen aus brüchigem, zerklüfteten und verwitterten Fels kommen ebenfalls vor.

Unter Vernachlässigung der Kohäsion kann daher ein den stark wechselnden Auflagerbedingungen in der Aufstandsfläche des Wehrkörpers angepaßter Reibungswert von $\mu = 0,74$ ($= \frac{1}{1,5} \tan 48^\circ$ mit $\eta_g = 1,5$) zum Nachweis der Gleitsicherheit zugelassen werden.

2. Auftriebssicherheit der Wehrsohle

Die unterwasserseitige Wehrsohle wurde mit GEWI-Pfählen \emptyset 50 mm (Verpreßpfahl mit kleinem Durchmesser nach DIN 4128) gegen Aufschwimmen rückverankert.

Bei Herstellung der bis zu 7,0 m langen Zugpfähle, die ausreichend tief in den kompakten Fels einbinden sollen, wurde bei den neben Pfeiler 3 angeordneten Pfählen P 13 und P 14 bis zur Endteufe kein Fels angetroffen.

Zum Nachweis der äußeren Tragfähigkeit wurden daraufhin auf meine Empfehlung an insgesamt 3 Bauwerkspfählen Probelastungen ausgeführt. Hierfür wurden die in einer offensichtlich mit Kiesen, Schottern und Sanden gefüllten Rinne liegenden Pfähle P 13 und P 14 sowie der im kompakten Fels hergestellte Pfahl P 17 (alle Wehrfeld 4) ausgewählt.

Die von der Fa. Stump durchgeführte Probelastung ergab ausreichende Tragfähigkeiten. Die bleibenden Verschiebungen (Hebungen) bei 1,75- bzw. 2facher Gebrauchslast lagen zwischen 0,5 und 1,08 mm. Auf Anlage 3 sind die Ergebnisse der Probelastungen zusammengestellt. Die Anforderungen der DIN 1054, Tab. 8 bzw. DIN 4128 wurden eingehalten.

Die im Lockergestein bei Gebrauchslast erreichten Mantelreibungswerte τ_m liegen unter den im Gutachten 9784/35 zugelassenen.

$$\tau_m = \frac{F}{A_m} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot l} = \frac{0,141}{\pi \cdot 0,114 \cdot 6,25} = 0,063 \text{ MN/m}^2 < 0,07 \text{ MN/m}^2$$

Für die Durchführung der Probelastung sollte die Belastungseinrichtung so angelegt werden, daß die Widerlager außerhalb des aktivierten Boden- bzw. Felskörpers zu liegen kommen. Nach den Unterlagen des Ingenieurbüros Breinbauer sollten die Widerlager einen Abstand von mindestens 2,70 m aufweisen. Dieses Maß ist den mir am 20.9.1988 übersandten Unterlagen nicht zu entnehmen. Um Überprüfung wird gebeten.



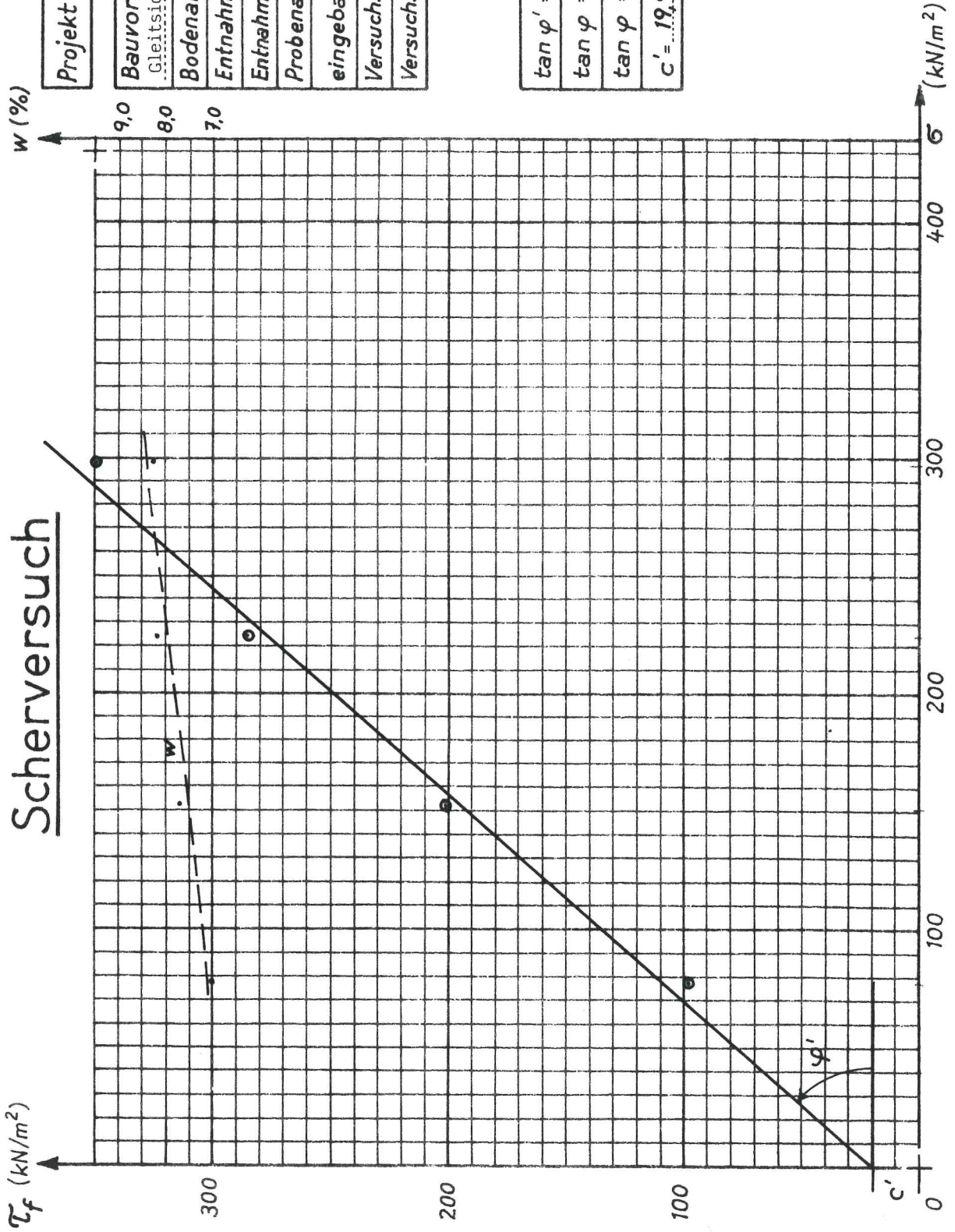
Dr.-Ing. R. Floss
o. Prof.

3 Anlagen

Verteiler:

- 1 x Bauherr
- 1 x Büro Breinbauer
- 1 x Fa. Pfaffinger

Scherversuch



Projekt Nr.: 28.74	Probe Nr.: 17.233
--------------------	-------------------

Bauvorhaben:	Sanierung Kraftwerk Hals
Gleitsicherheit	Wehrkörper
Bodenart	Verwitterungsmaterial
Entnahmestelle	Weberfeld 3 unt. Betonplatte
Entnahmetiefe	
Probenart	
eingebaut	gestört < 2.0 mm ϕ
Versuchsart:	ungeeßt
Versuchsgerät:	

$\tan \varphi' = 1.1425$	$\varphi' = 48^\circ 48'$
$\tan \varphi =$	$\varphi =$
$\tan \varphi =$	$\varphi =$
$c' = 19.9 \text{ kN/m}^2 \text{ bei } \sigma_{\max} = 591 \text{ kN/m}^2$	

München, den 27.09.1988.

Betriebsleiter

Betr.: Kraftwerk Hals - Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Art	Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer
tiefe								
m								
1	2	3	4	5	6	7	8	
± 0,0	≙ OK. Sohlplatte							
B 1	0 - 0,4 m	17 501	K e r n k i s t e	Betonbrocken (hellgrau)				
	- 1,00			Grobkies und Gneis- schotter, steinig (braungrau, grau, grün- grau)				
	- 1,35			Gneisschotter, schwach sandig (grau und grüngrau)				
	- 1,80			Gneisschotter, stark sandig, schwach kiesig (grüngrau)				
	- 3,00			Gneisschotter und Gneisbruchstücke (grüngrau)				
B 2	0 - 0,50	17 502		Betonbrocken (hellgrau)				
	- 2,40			Klein -bis Grob- schotter, stark schluffig, sandig (grüngrau)				
	- 2,80			Ton, schluffig, san- dig, schwach kiesig (braungrau, weißgrau)				
	- 5,00			Gneisbruchstücke (grüngrau, dunkelgrau)				

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Betr.: Kraftwerk Hals, - Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer
	m						
1	2	3	4	5	6	7	8
± 0,0	∓ OK. Sohlplatte						
B 3	0 - 0,40	17 503		Betonbrocken (hellgrau)			
	- 1,00			Kies, schluffig, schwach sandig, schwach steinig mit Ton, schwach kie- sigen Lagen (braungrau, dunkelgrau)			
	- 2,00			Ton, schluffig, sandig, kiesig (beigegräu)			
	- 2,60			Kies, stark sandig, stark tonig (beigegräu)			
	- 3,15			Kleinschotter (grüngräu)			
	- 4,00			Grobschotter und Gneis- Bruchstücke (grüngräu)			

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Betr.: Kraftwerk Hals, - Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer
tiefe		Art					
m							
1	2	3	4	5	6	7	8
± 0,00	⊆ OK. Sohlplatte						
B 4	0 - 0,40	17 504		Betonbrocken (hellgrau)			
	- 0,50			Zementstein (hellgrau)			
	- 1,45			Kleinschotter, steinig, bei 1,35 m Zementstein (grüngrau, hellgrau)			
	- 1,60			Fein-bis Mittelsand, schwach kiesig, schwach schluffig (beige)			
	- 1,70			Gneisbruchstücke (grüngrau)			
	- 3,40			Fein-bis Mittelsand, schluffig, schwach kiesig (beigebraun Kernverlust)			
	- 5,00						
	- 5,80			Klein-bis Grobschotter, bei 5,5 m Zementstein (grün-u. dunkelgrau, hellgrau)			
	- 6,50			Grobschotter und Gneis- Bruchstücke (grün-u. dunkelgrau)			

b
+
s
r
x
c
r
e
x

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Betr.: Kraftwerk Hals, Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Art	Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer	
	tiefe								
m									
1	2	3	4	5	6	7	8		
± 0,0	≈ 0K.Sohlplatte								
B 5	0 - 0,35	17 699			Grobschotter und Bruchstücke (Gneis) (grüngrau, dunkelgrau)				
	- 3,00				Klein -bis Grobschotter, stark sandig, stark schluffig (braungrau)				
	- 3,80				Ton, sandig, kiesig (hellgrau, grüngrau)				
	- 5,30				Mittelsand, schwach grobsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig (graubraun)				
	- 5,60				Grobschotter und Bruchstücke (grüngrau, olivgrau)				
	- 6,00				Mittelsand, schwach grobsandig, schwach feinsandig, schwach kiesig (graubraun)				

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Betr.: Kraftwerk Hals, Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Art	Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer
	tiefe							
1	2	3	4	5	6	7	8	
± 0,0	≙ OK. Sohlplatte							
B 6	0 - 0,15	17 505		Mittel - bis Grobsand, kiesig (braungrau)				
	- 2,00			Mittel - bis Grobsand, stark kiesig, schluffig (braun)				
	- 2,63			Kernverlust				
	- 3,80			Schluff, sandig bis stark sandig, kiesig (braungrau, beigebraun)				
	- 5,00		K e i s t e r i c k e	Sand, stark schluffig, schwach kiesig (beige, grüngrau)				
	- 5,15			Klein-bis Grobschotter, stark sandig (grüngrau, dunkelgrau)				
	- 6,00			Sand, stark schluffig, schwach kiesig (beigebraun)				
	- 6,80			Klein-bis Grobschotter, Gneisbruchstücke (grüngrau, dunkelgrau)				

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Betr.: Kraftwerk Hals - Gleitsicherheit Wehrkörper

Proben - Kurzbeurteilung

Entnahme- stelle		Probe Nr.		Bodenart (Farbe)	Bemerkung	Kalkgeh. nach DIN 4022	Penetrometer
m							
1	2	3	4	5	6	7	8
± 0,0	OK: Ufermauer						
B 8	17 506	0 - 6,00	K e i n k i s t e	Kernverlust			
		6,0-6,55		ein 13 cm Kernstück aus Kies, stark schluffig, tonig, sandig, schwach steinig sowie etwas Mittel-bis Grobkies (braungrau)			
		- 8,70		Klein-bis Grobschotter, Bruchstücke (braungrau)			
		- 9,00		Mittel - bis Grobkies (braungrau)			
		- 9,70		Klein-bis Grobschotter, Bruchstücke (braungrau)			
		- 11,50	Klein-bis Grobschotter, Bruchstücke (grün, dunkelgrau)				

Erläuterung: 0 nicht enthalten
+ normal enthalten
++ stark enthalten

MÜNCHEN, den 6. 10. 1988

Kraftwerk Hals, Auftriebsicherung Sohlplatte durch Verpreßfähle DIN 4128

Probebelastung

Pfählnr.	Last max.		Sicherheitsvorh. η	Sicherheit η erf. η Tab. 8 DIN 1054	Prüflast kN	Prüflast kN	Verschiebung mm	Verschiebung bei Laststufe u. Wartezeit mm / min	Kriechmaß k_s DIN 4125 mm	bleibende Verschiebung mm	Bemerkung
	Gebrauchslast kN	Prüflast kN									
13	141	250	1,77	1,75	141 250	0,85 2,12	0,03 / 30 0,16 / 60	0 0	0,5		lt. Statik S. 10, LF 2 DIN 1054 für LF Notverschluss mit Durchlaufwirkung maßgebend
14	141	250	1,77	1,75	141 250	1,94 3,88	0,0 / 15 0,20 / 120	0 0	1,08		
17	156,4	313	2,0	2,0	156 250 313	0,76 1,71 2,36	0,0 / 15 0,06 / 30 0,11 / 120	0 0 0	0,52		lt. Statik S. 12, LF 1 DIN 1054 für LF Normalverschluss? maßgebend

P 13, P 14 Verankerungsstrecke im Schotter, Kies und Sand
 P 17 Verankerungsstrecke im Fels

- ① : Erstbelastung
- ② : bei Vorlast 50 kN nach Versuchsende
- ③ : nach 4. Belastungszyklus
- ④ : nach 5. Belastungszyklus
- ⑤ : für \geq 2 Probebelastungen