DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Deutsches Talsperren Komitee e.V. German COLD

19. Deutsches Talsperrensymposium
Mit Talsperren nachhaltig in die Zukunft

04.–06. Juli 2023 I Inselhalle Lindau
www.talsperrensymposium.de

Sanierungsarbeiten am Drucktunnel der Enguri-Stauanlage



Geotechnik Aberle
06537 Kelbra, Ziegelhüttenstraße 3
034751 90985 oder 0176 41818267
www.aberle.biz, geotechnik@aberle.biz

Bernd Aberle

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Enguri-Stauanlage

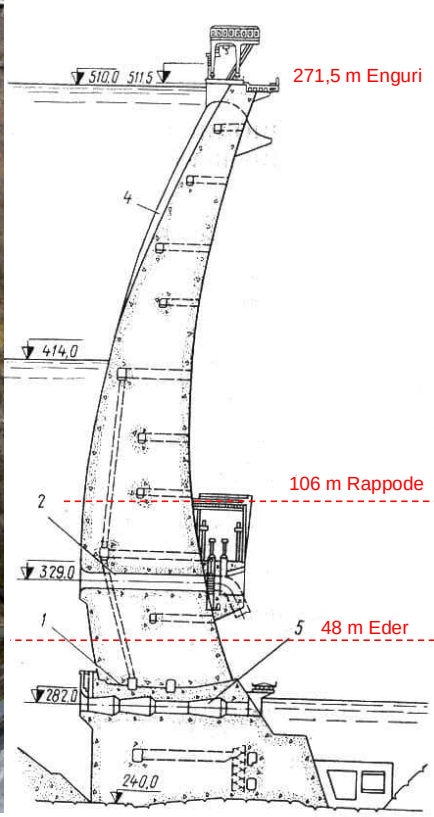


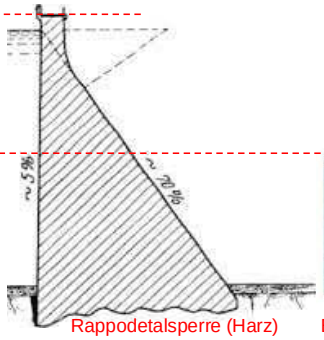
Daten	
Bauzeit:	1968–1988
Höhe über Gründungssohle:	271,5 m
Bauwerksvolumen:	4 Mio. m³
Kronenlänge:	750 m
Höhenlage (bei Stauziel):	510 m
Wasseroberfläche:	13,13 km²
Speicherraum:	1.100 Mio. m³

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

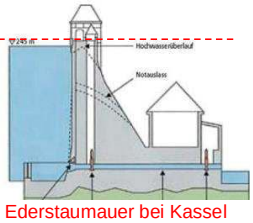
Die Staumauer im Vergleich







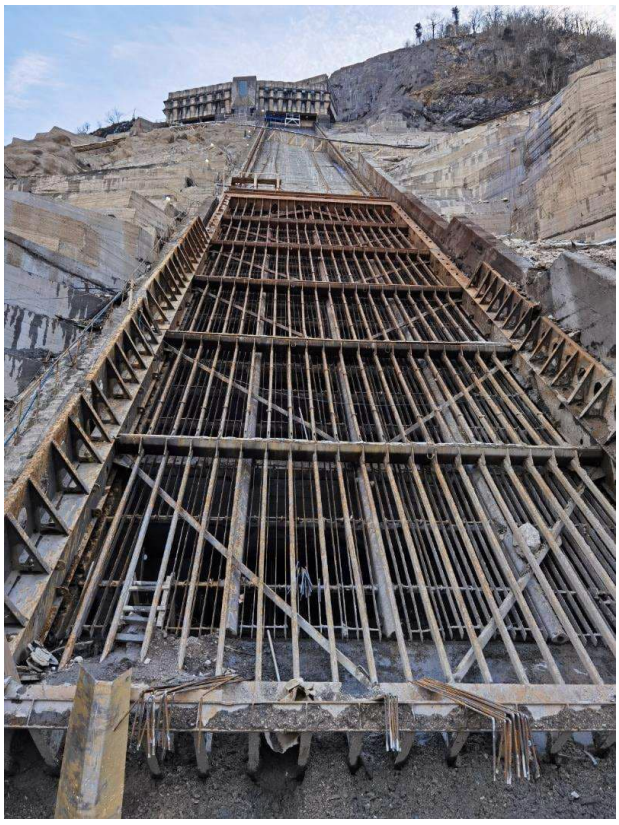
Rappodetalsperre (Harz)

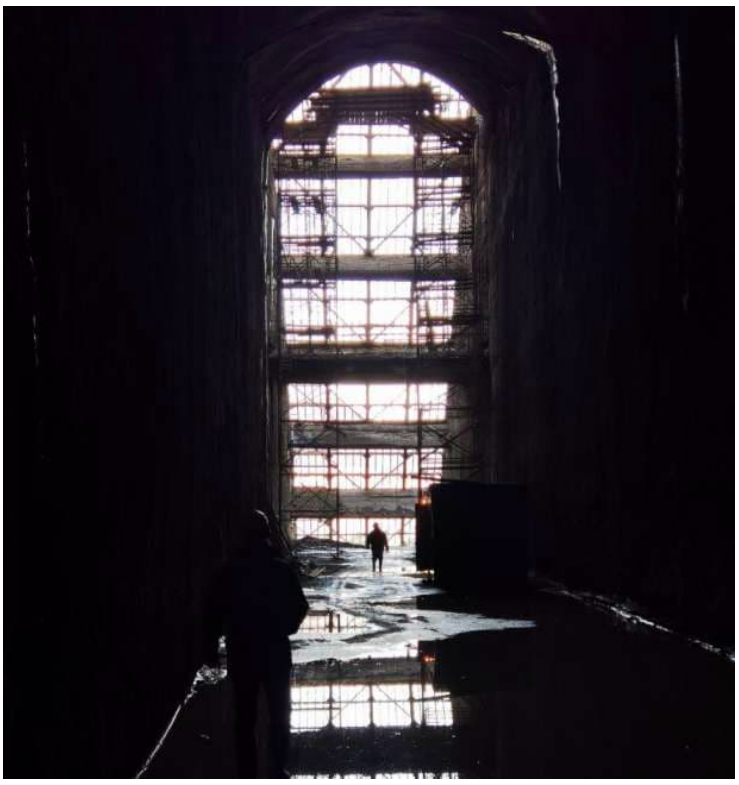


Ederstaumauer bei Kassel

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Einlaufbauwerk



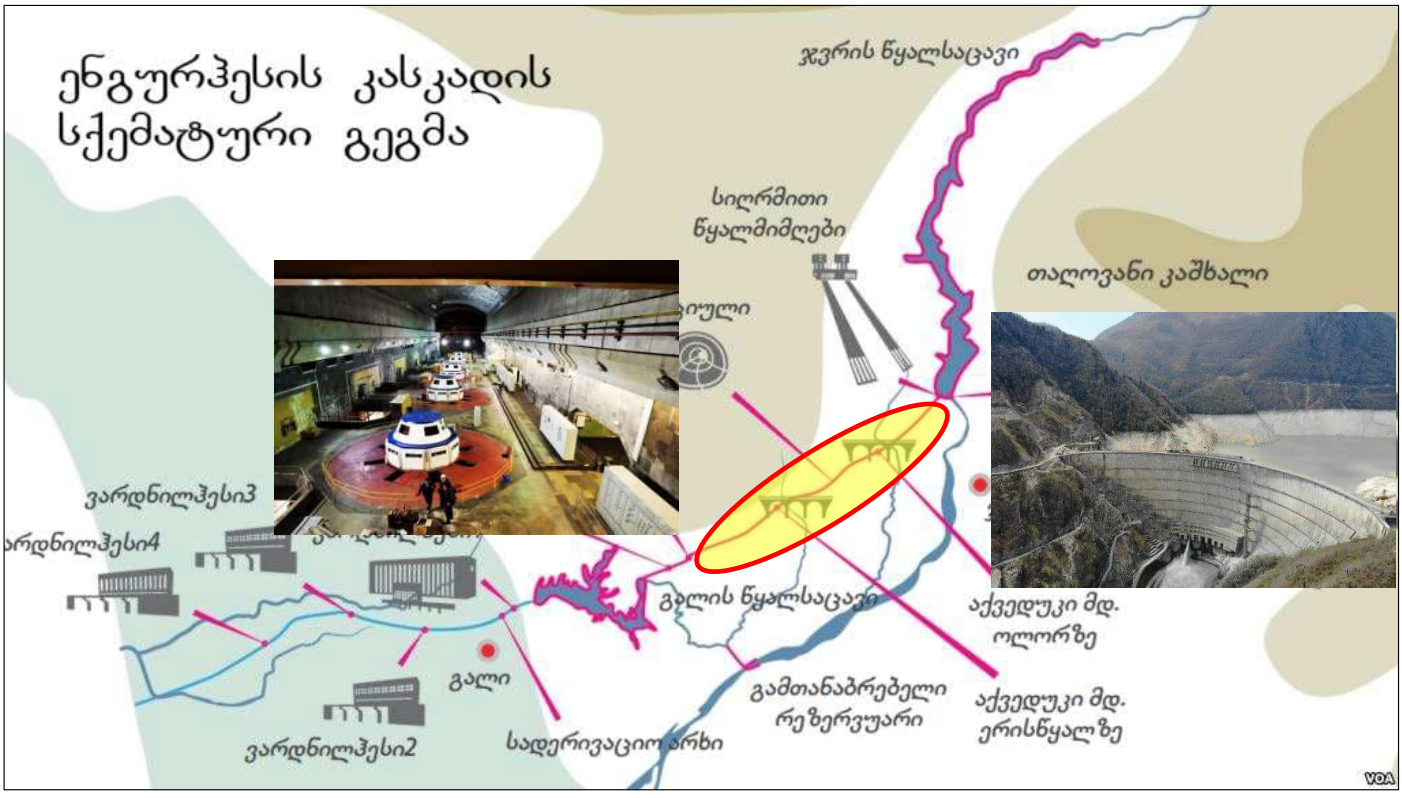


Das Kraftwerk



DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Die Wasserkraftanlage



DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Drucktunnel im Talbereich

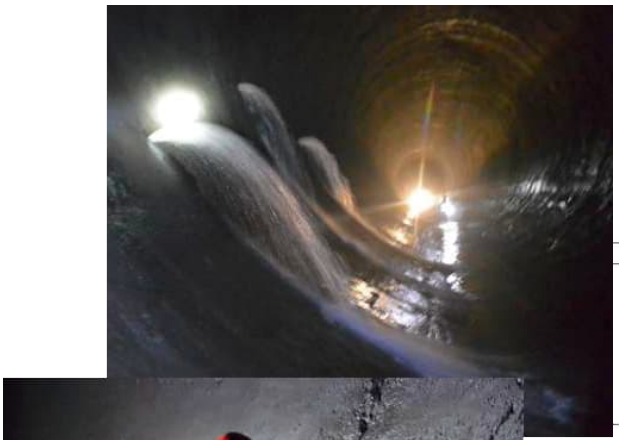




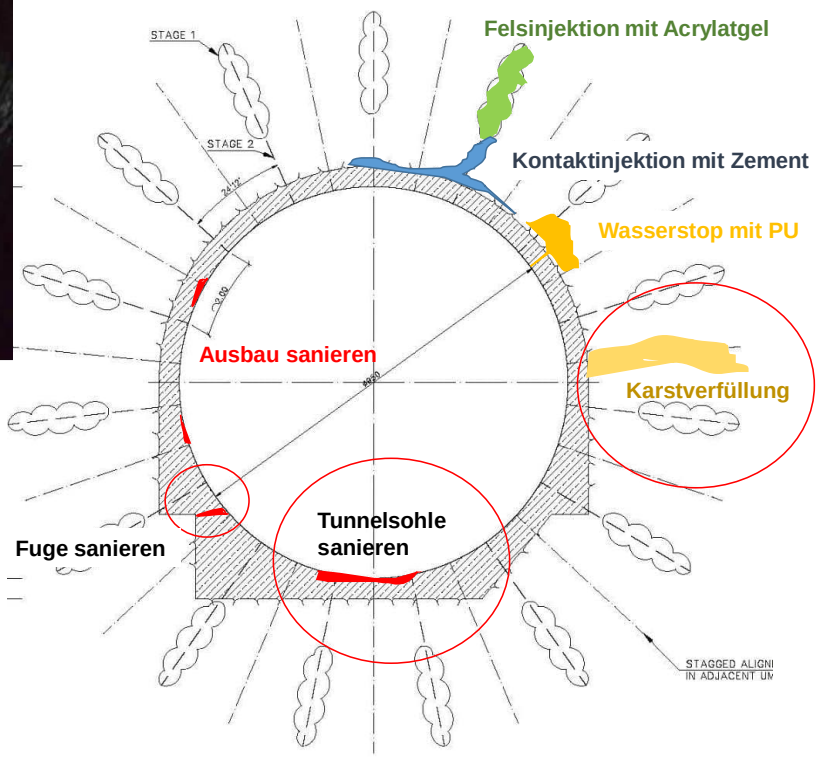
Drucktunnel	
Länge:	15.037 m
Durchmesser innen:	9,5 m
Durchfluss:	~450 m³/s
Wasserverlust:	**10 - 20 m³/s**

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

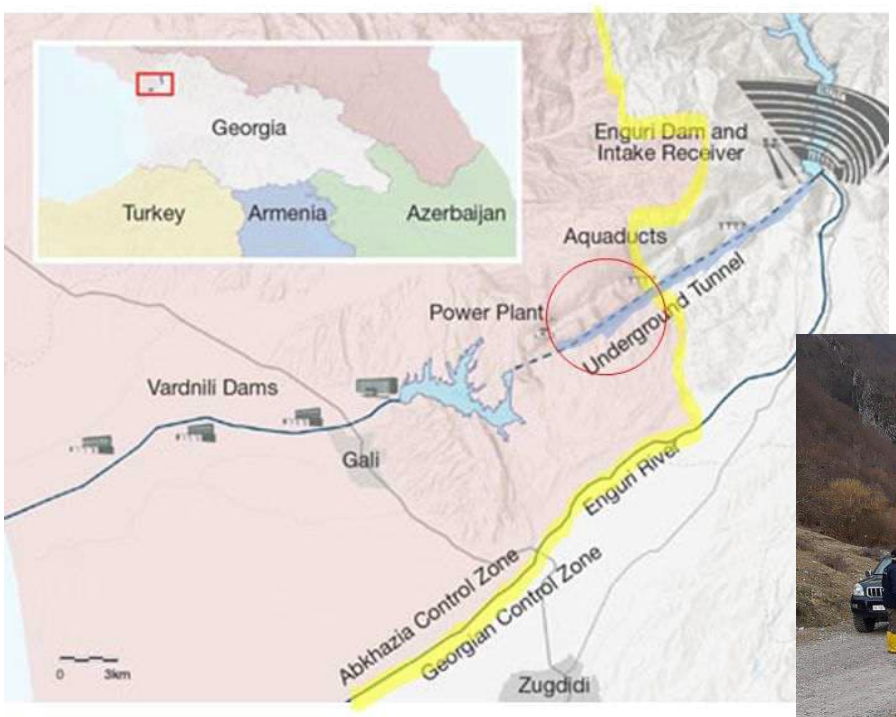
Unser Auftrag







Herausforderung 1 – die politische Lage





DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Herausforderung 1 – die politische Lage



DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Herausforderung 2 - Bauzeit





	Bau-Soll	Bau-Ist
Bohrmeter	78.540 m	54.743,1 m
Acrylatgel	500.000 l	419.339 l
PU	18.000 l	11.576 l
Hybridinjektion	128.000 l	12.559,5 l
Zementsuspension	1.260.000 l	2.376.230 l
Pumpenstunden (Harz)	2.100 h	1.421,1 h
Pumpenstunden (Zement)	2.100 h	4.182,6 h
Packer setzen	25.000 St	29.086 St
Bauzeit im Tunnel	**83 Tage**	**81 Tage**

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Herausforderung 2 - Bauzeit



Herausforderung 2 - Bauzeit

Tägliche Razzien auf Krypto-Farmen, während Abchasien das Mining-Durchgreifen intensiviert

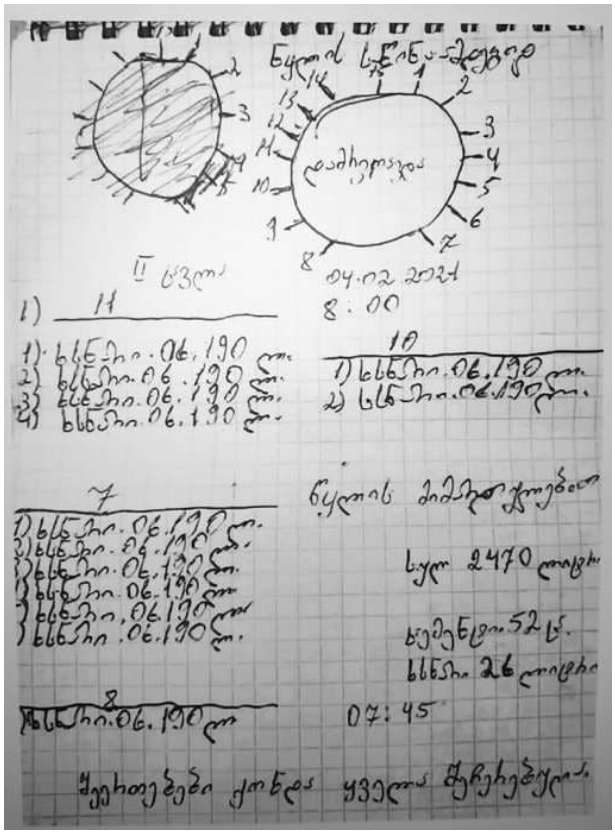
cryptopumpnews.com • 12 Februar 2023 09:15, UTC



Die Polizei in Abchasien führt tägliche Razzien durch, um Bergbauzentren zu erkennen, die tatsächlich unrechtmäßig an das Stromnetz angeschlossen wurden, sowie ehemals geschlossene Krypto-Ranches zu bewerten, wie das Innenministerium der teilweise identifizierten Republik im Nordwesten Georgiens in einer Pressemitteilung aufdeckte .

https://cryptonews.net/de/news/mining/20550607/

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz



Herausforderung 3 – eine Sprache sprechen

Planer
aus der Türkei, Griechenland, ?

Bauherr
aus Georgien

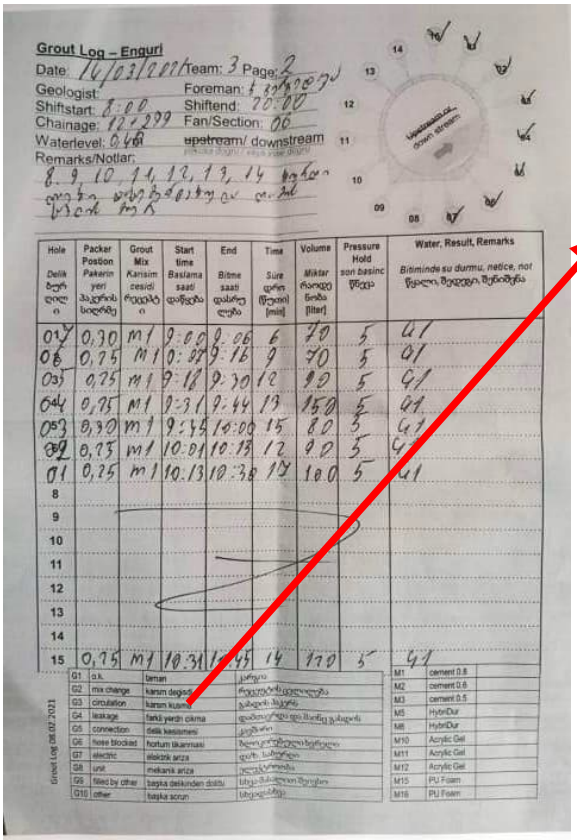
Berater
aus Kelbra, Deutschland

Ausführung
4 Teams zum Bohren aus der Türkei

8 Teams für Kunstharze aus Aserbaidschan

10 Teams für Zementinjektion aus Georgien

Lösung


Grout Log – Enguri

Date: 14/03/2021 Team: 3 Page: 2

Geologist: Foreman:

Shiftstart: 8:00 Shiftend: 20:00

Chainage: 12+299 Fan/Section: 06

Waterlevel: 0.46 ~~upstream~~/ downstream

Remarks/Notlar:

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Hole Delik	Packer Postion Pakerin yeri	Grout Mix Karisim cesidi	Start time Baslama saati	End Bitme saati	Time Sure	Volume Miktar	Pressure Hold son basinc	Water, Result, Remarks
07	0,30	M1	9:00	9:06	6	70	5	G1
06	0,75	M1	10:37	9:16	9	70	5	G1
03	0,25	M1	9:18	9:30	12	90	5	G1
04	0,75	M1	9:31	9:44	13	150	5	G1
05	0,30	M1	9:45	10:00	15	80	5	G1
02	0,75	M1	10:01	10:13	12	90	5	G1
01	0,25	M1	10.13	10:38	12	100	5	G1
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15	0,75	M1	10.31	10:45	14	170	5	G1

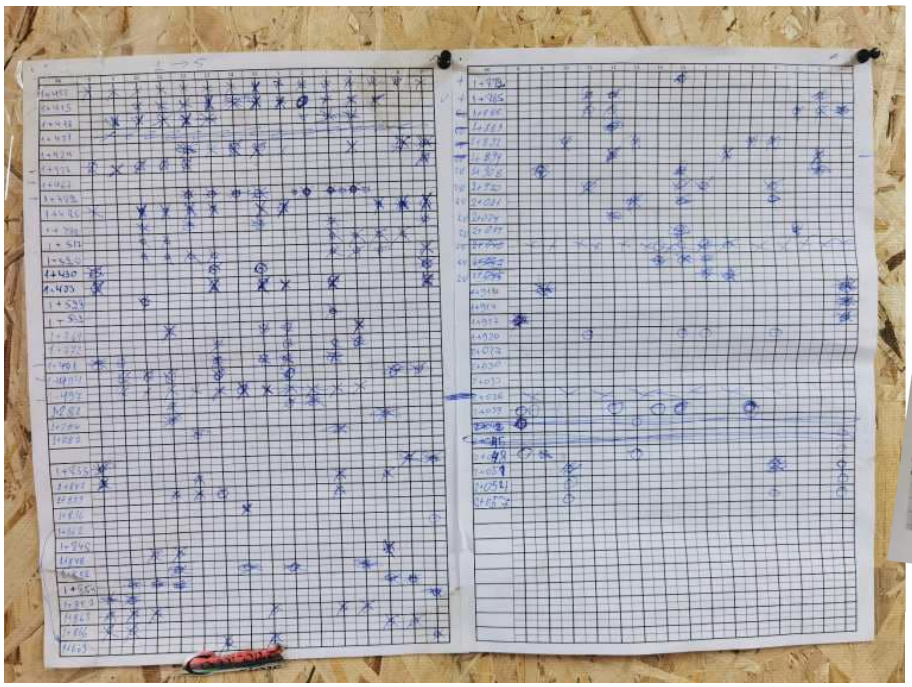
G1	o.k.	Taman	არგია
G2	mix change	karsm degisdi	რეცეპტის ცვლილება
G3	circulation	karsm kusma	გასდის პაკერს
G4	leakage	farkli yerdn cikma	დამთავრდა და მაინც გასდის
G5	connection	Delik kesismesi	კავშირი
G6	hose blocked	hortum tikanmasi	ბლოკირებული ხვრელი
G7	electric	elektrik ariza	დაზ. საბურღი
G8	unit	Mekanik ariza	ელექტროობა
G9	other	Başka sorun	სხვადასხვა

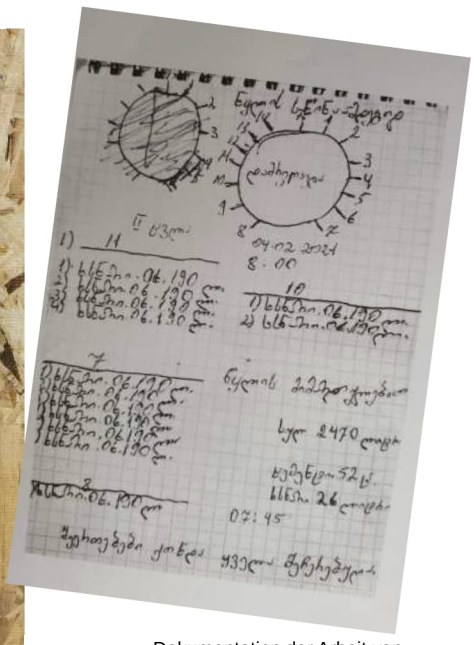
M1	cement 0.8
M2	cement 0.6
M3	cement 0.5
M5	HybriDur
M8	HybriDur
M10	Acrylic Gel
M11	Acrylic Gel
M12	Acrylic Gel
M15	PU Foam
M16	PU Foam

Grout Log 08.07.2021



Herausforderung 4 – Dokumentation just in time



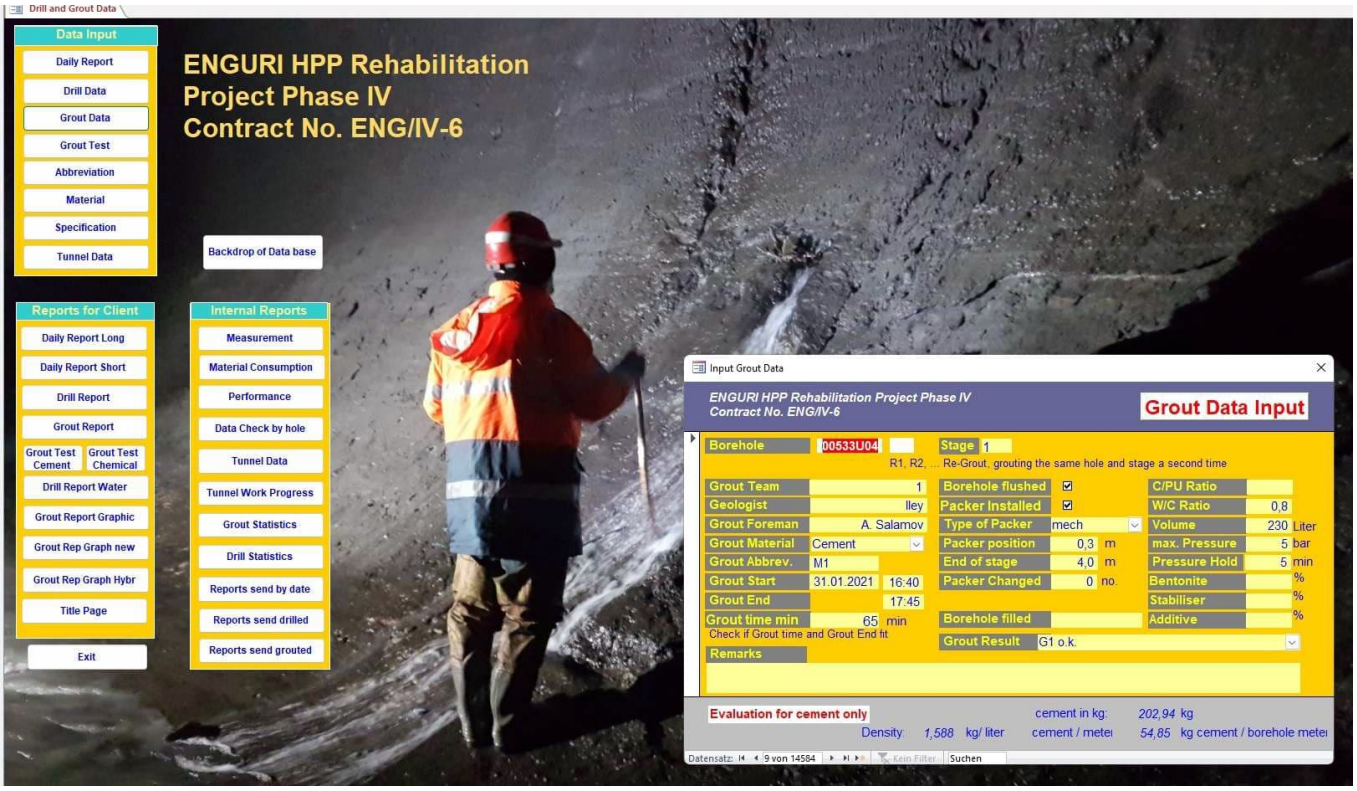


Dokumentation der Arbeit von
- 4 Bohrmannschaften
- 12 Injektionsteams
- Bauzeitenplan verfolgen
- Material

- 2 Schichtbetrieb - 7 Tage/ Woche

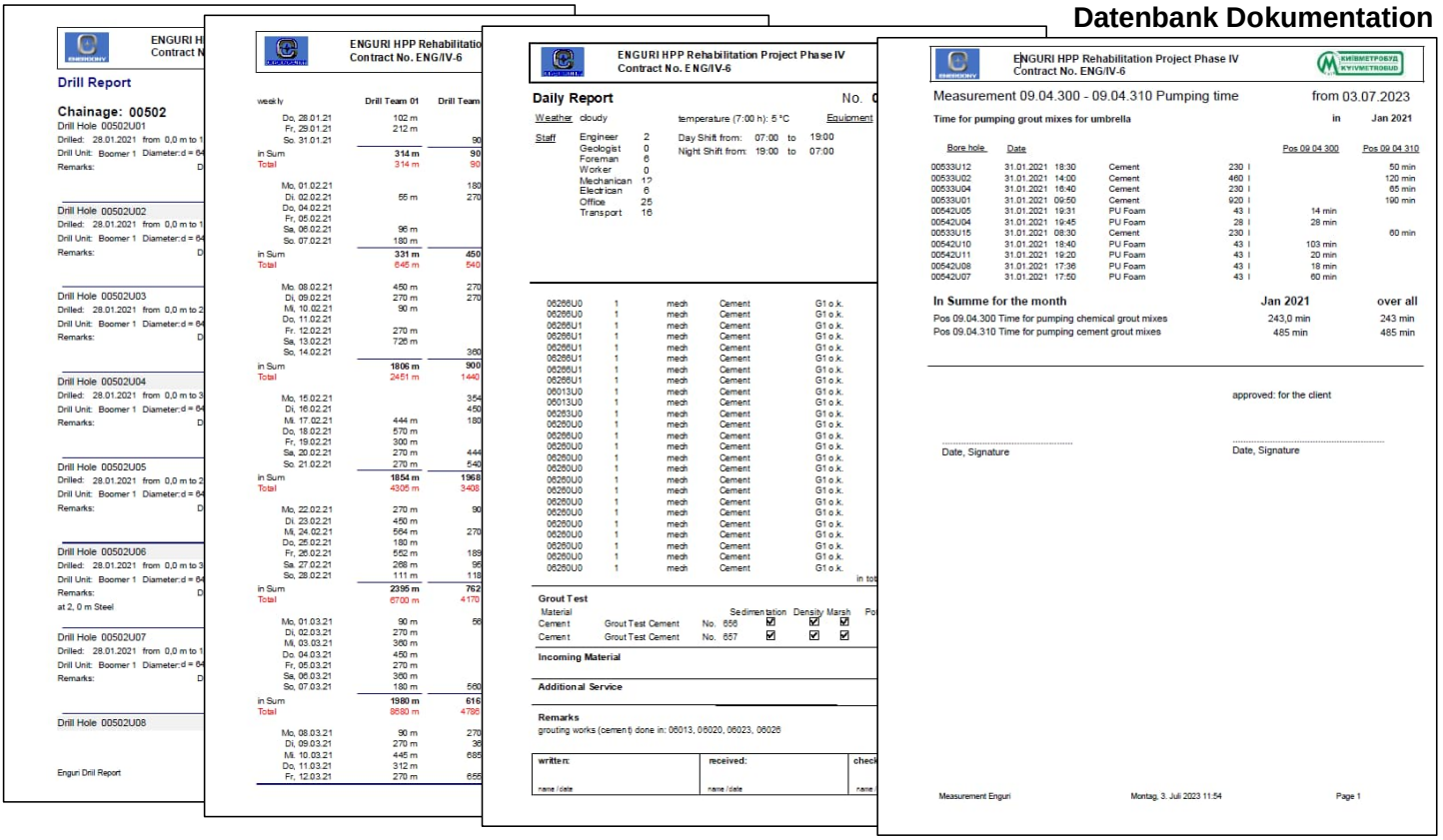
DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Lösung: Datenbank



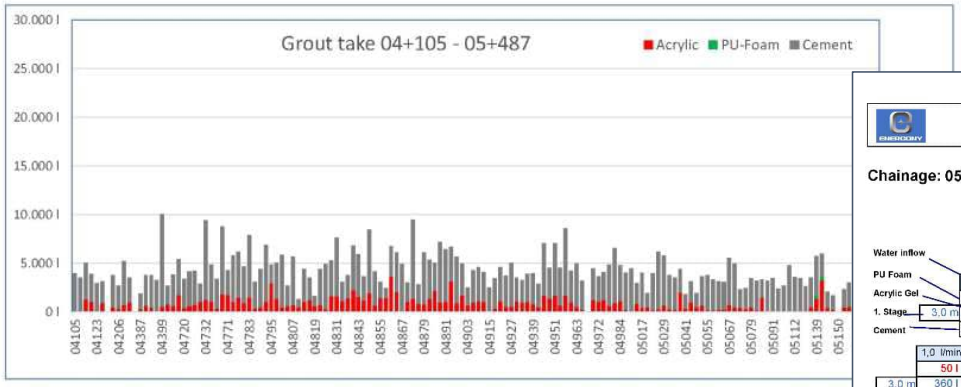
DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

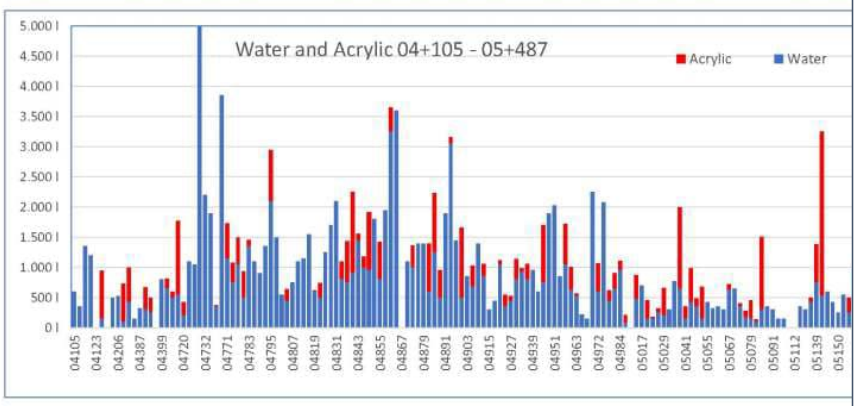
Datenbank Dokumentation

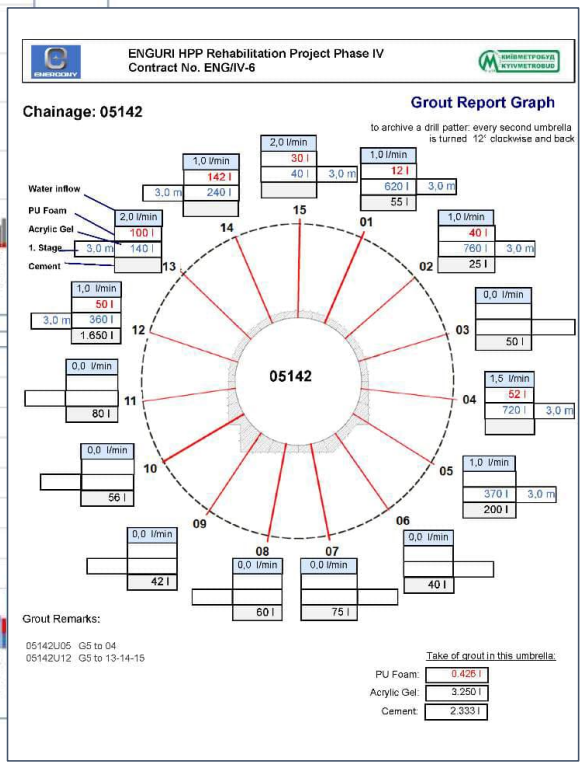


DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Datenbank Auswertung

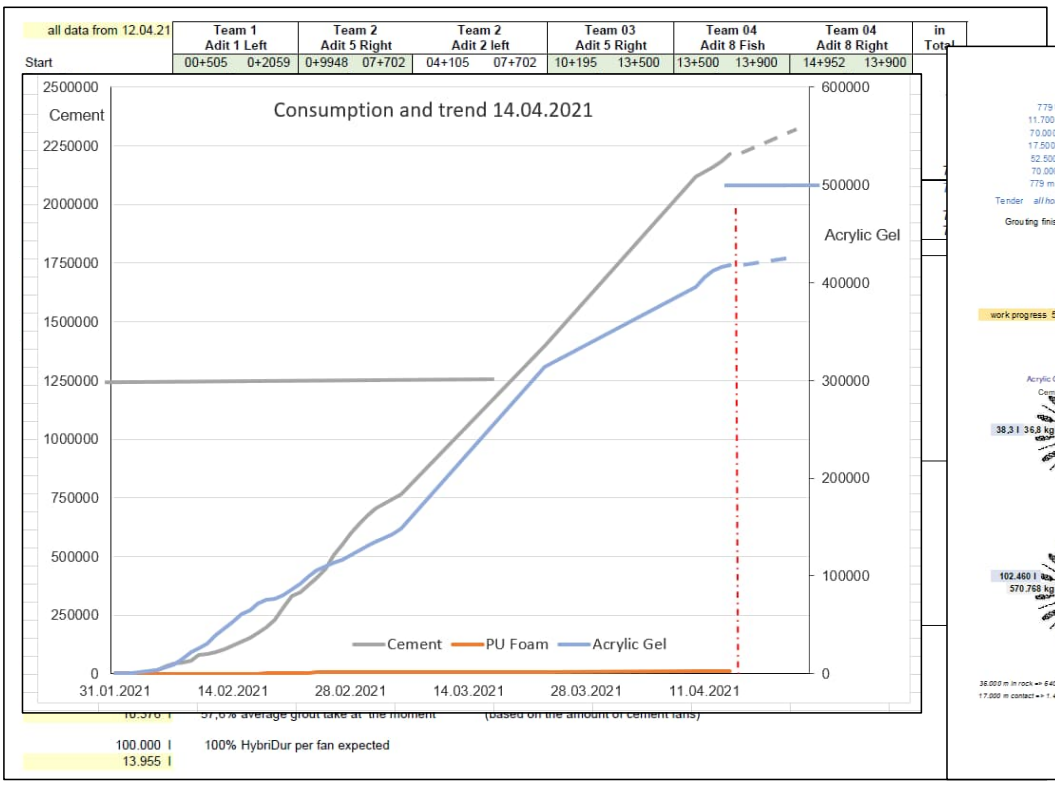


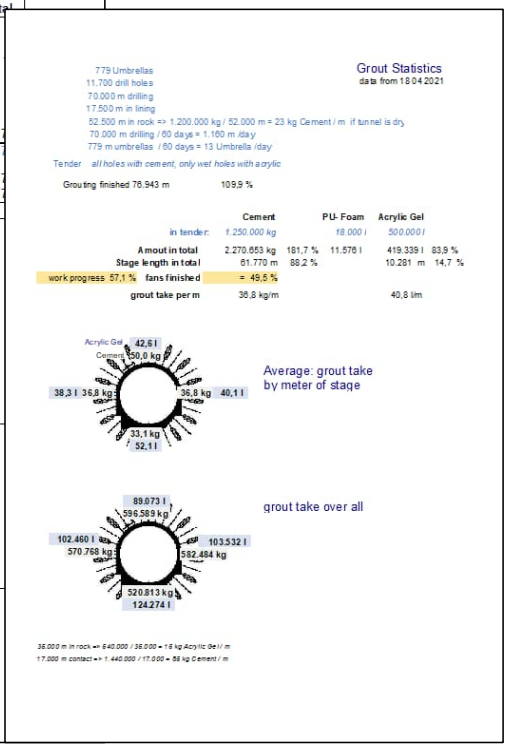




DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Täglich Bauzeit- und Mengenverfolgung





Herausforderung 5: Karst

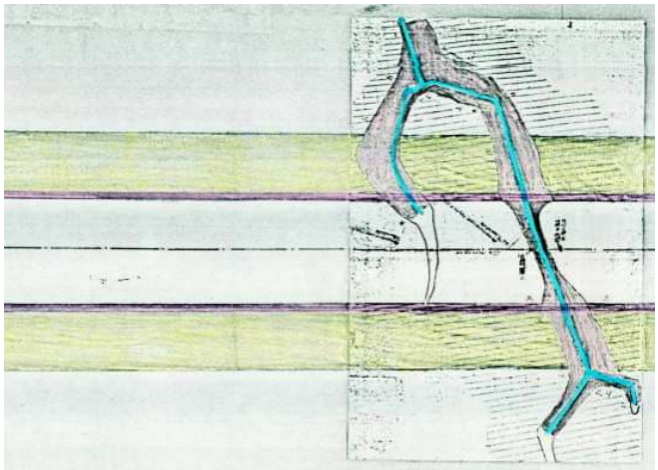


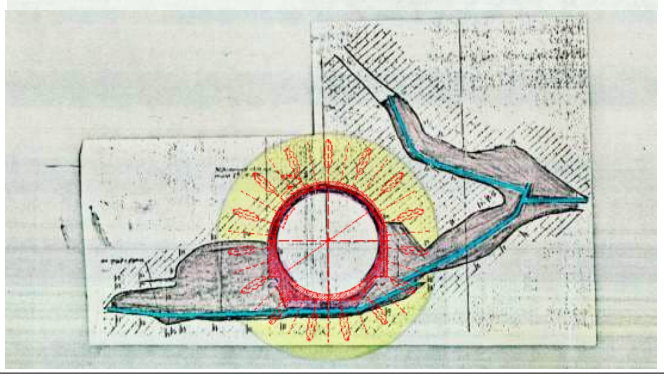


Typ	Karbonatgestein	Sulfatgestein		Salzgestein, Kali
Mineral	Kalkmergel, Muschelkalk Dolomit ($MgCa(CO_3)_2$) Kalziumkarbonat ($CaCO_3$)	Anhydrit ($CaSO_4$)	Gips ($CaSO_4 \times 2H_2O$)	Halit (NaCl), Sylvin (KCl), Carnallit ($KMgCl_3 \cdot 6\ H_2O$) Kainit ($KMg[Cl\|SO_4] \cdot 3\ H_2O$) Kieserit ($MgSO_4 \cdot H_2O$)
	$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$ (Kohlensäure) $H_2CO_3 + CaCO_3 \leftrightharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$ Kalziumhydrogenkarbonat	wasserfrei Anhydrit + H_20 => Gips	Hydratisiert	$NaCl \xrightarrow{H_20} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
Härte/ Dichte	3 – 4 Mohs / 2,3 – 2,9 g/cm³	3,0 – 3,6 Mohs / >2,9 g/cm³	1,5 – 2,0 Mohs / bis 2,3 g/cm³	1,5 – 2,0 Mohs / 1,9 – 2,3 g/cm³
Löslichkeit im Grund-wasser	CO_2 -frei bei 10°C: 0,014 g/l Regenwasser: bis 0,050 g/l Sickerwasser*) bis 0,200 g/l *) hoher CO_2-Gehalt aus Bodenluft	Volumen bis 61 % Quelldruck 1,3- 4,5 MPa	schwer löslich*) bis 2,1 g/l *) Bad Sachsa über 100 Jahre Ablaugung von 10- 30 cm/a	NaCl bei 10 °C bis 358 g/l bewegtes Grundwasser 100 g/l Nordsee 35 g/l

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Karsthohlräume







Lösung - Hybridinjektion

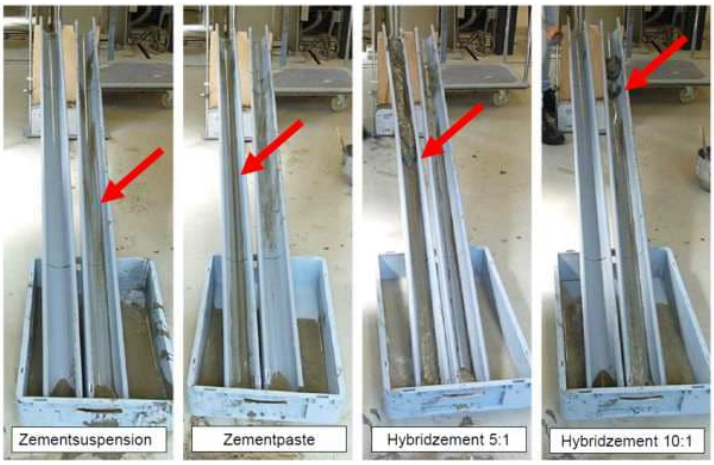


Abbildung 9: Auswaschen von Zementgemischen durch Wasser in Rahmen der ersten Versuchsreihe des Fließrinnen-Versuchs (privat)¶

Auszug aus der Bachelorarbeit von Ricarda Schramke, 2021, THGA Bochum

Hybridzement:
5 Teile Zement
1 Teil PU

Test Date: 22.02.2021

W/C - HB2 – HB 1250 Trial Mix 5:1

Mix	A		B	Mixing
	W/C	HD-2 (gr)	HD-1250 (gr)	Time (min)
1	0.30 Cement 2000 Water 667	5.56% (111)	20 % (558.2)	5

Test Results

Setting (Vikat) Time (hr)			Marsh Cone - Fluidity	Sedimentation 2 hrs	Fluidity-Pipe
Start	End	Final Setting (hr)			
15:45	09:00	16hr 15min	330 sec	1.5%	18 sec

Remarks:
Setting time starts after mixing in 30 min and finished in 16 hr and 15 min.

b) Comparison of standard cement with HybriDur

Test Date: 22.02.2021

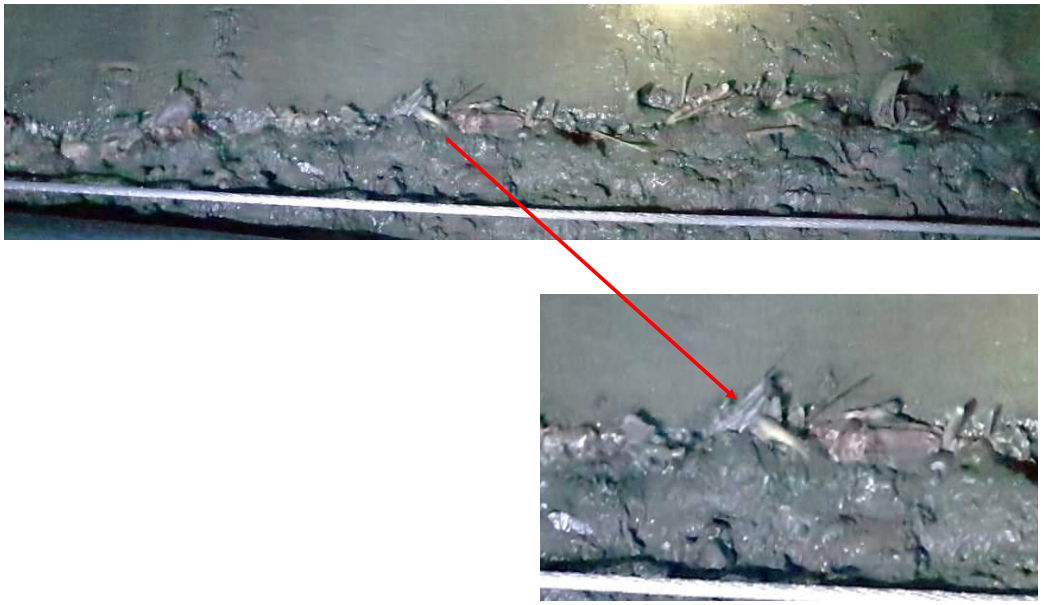
	W/C	GANTRE 3041 (gr)	Mixing Time (min)
1	0.50 Cement 2000 Water 1000	1% (20)	5

Test Results

Setting (Vikat) Time (hr)			Marsh Cone - Fluidity	Sedimentation 2 hrs	Fluidity-Pipe
Start	End	Final Setting (hr)			
			39 sec	2 %	5 sec

DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Herausforderung 5 – Fish Area



fish area - Film



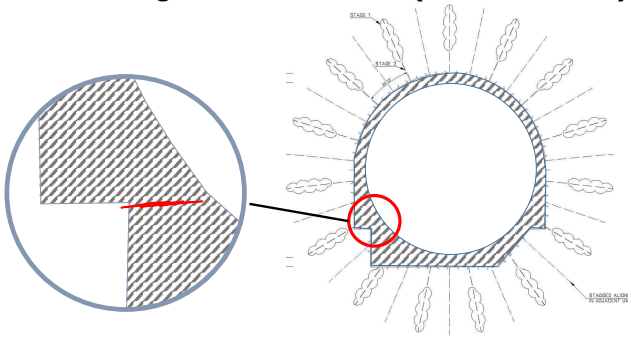
DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

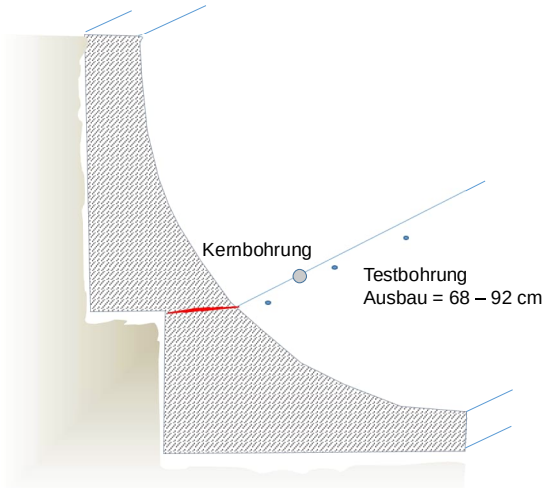
Arbeitsfuge +13,700, links (down stream)

Arbeitsfuge bei +13,700 gefüllt mit Fischen (bis 8 cm), Blätter, Äste und Plastikmüll.

Länge des Bereichs ca. 40 m. Klaffende Fuge mit einer Öffnungsweite von 0 bis 30 mm. Mit einem Lineal konnte eine Tiefe von mehr als 20 cm gemessen.

⇒ Kernbohrung in der Fuge
⇒ Kamerabefahrung
⇒ Erkundungsbohrungen zeigten eine Betonstärke von 68, 91 und 92 cm mit einem Hohlraum hinter dem Beton



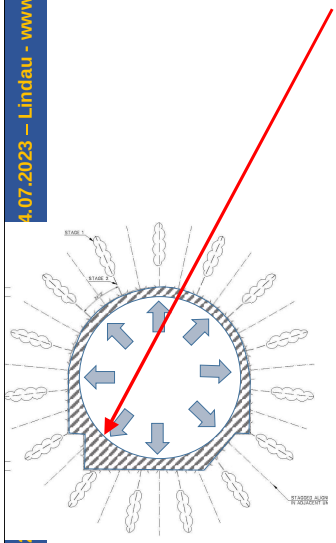


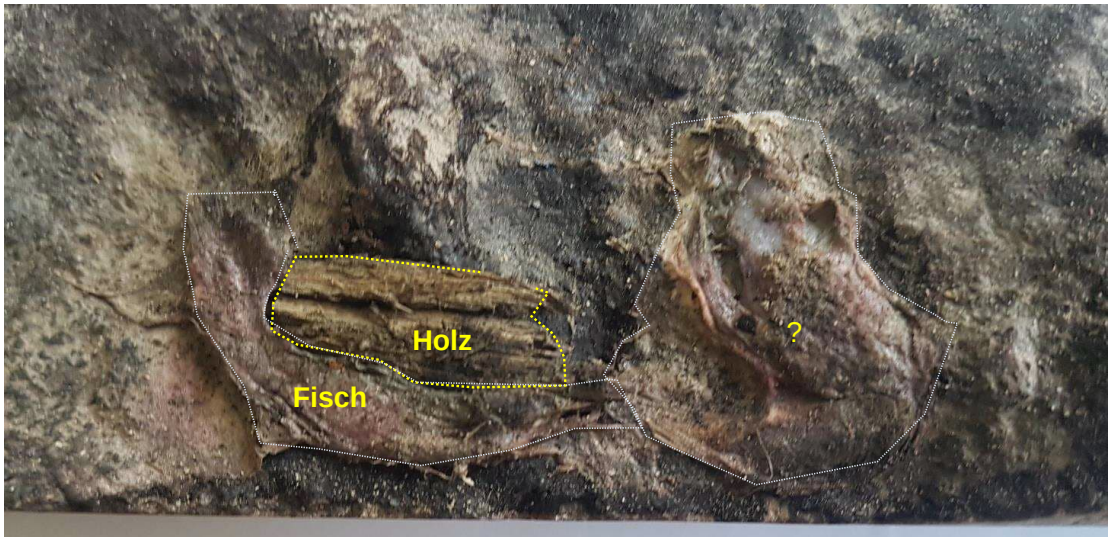


Kernbohrung

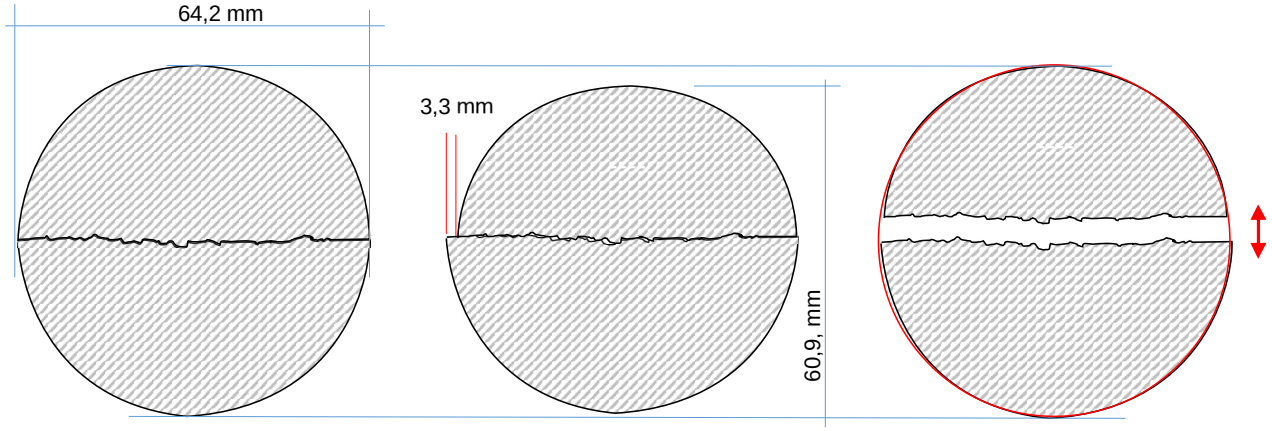


Kernbohrung vom 01.02.21





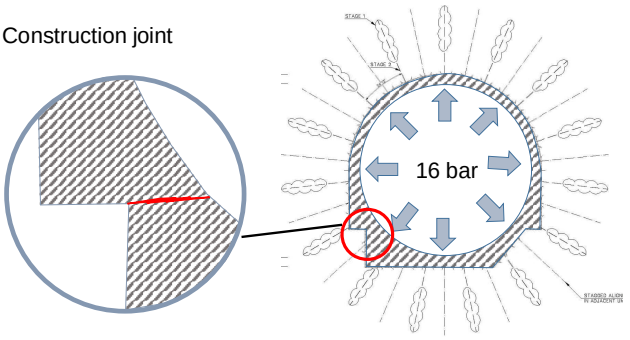
Ergebnis der Kernbohrung



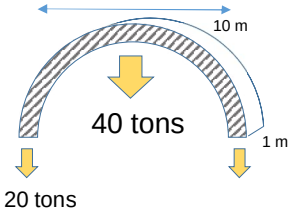
Klaffende Fuge
mindestens. 3,3 mm

Very simplified calculation for the size ratios

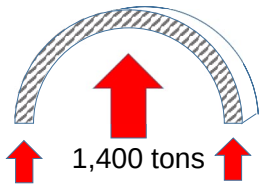
Construction joint



Dead weight of lining
10 * 3,14 / 2 = 15,7 m
15,7 * 2,5 tons = 40 tons



Uplift
16 bars = 160 tons/ m²
160 `* 9 m = 1440 tons



700 tons = 7,000,000 N

tangential stress for internal pressure in thin-walled tubes

$$\sigma_t = P_i * \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} * \left(\frac{r_a^2}{r_x^2} + 1\right)$$

$$x\ [\text{N/mm}^2] = 1.6\ [\text{N/mm}^2] * \frac{4500^2}{5500^2 - 4500^2} * \left(\frac{5500^2}{5000^2} + 1\right)$$

3.9 [N/mm²] = 1.6 * 2.0 * 1.2

Assumptions for the concrete
- lining of 1.0 m, weight: 2.5 tons/m³
- Compresive : tensile stress = 10 : 1
- No force transfer by concrete in joint

- Steel with 420 MPa
- Steel bar with diameter 40 mm = 1,256 mm²

To take the power from uplift, without dead weight or any safety factors

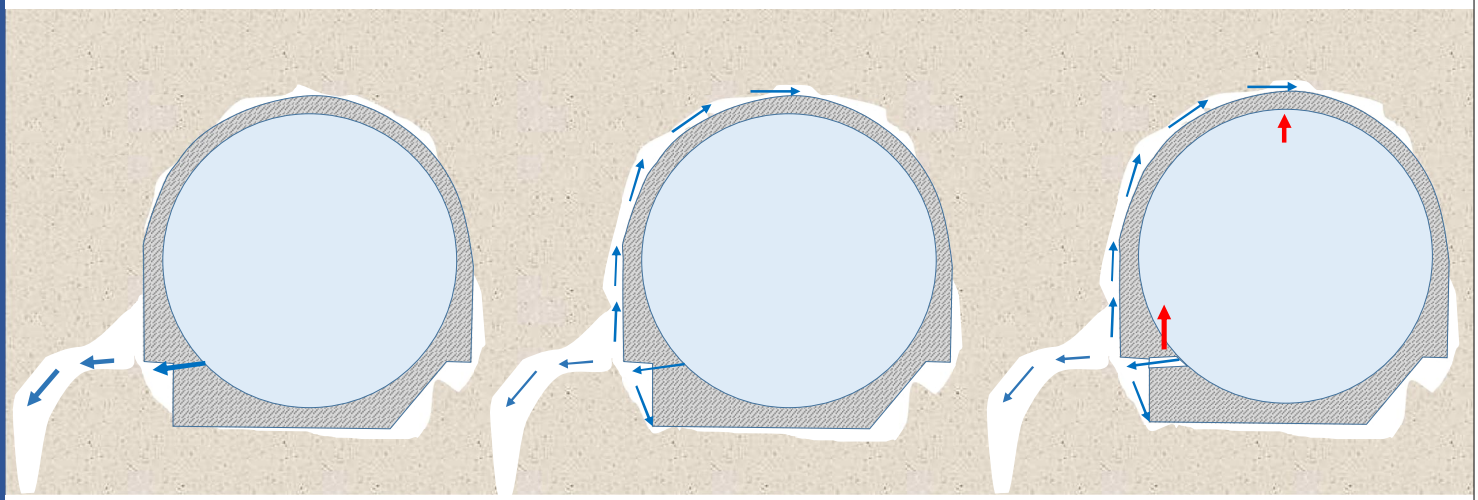
7,000,000 N / 420 MPa = 17,000 mm²

17,000 mm² / 1,256 = 18 steel bars with d = 40 mm for every running meter of tunnel lining

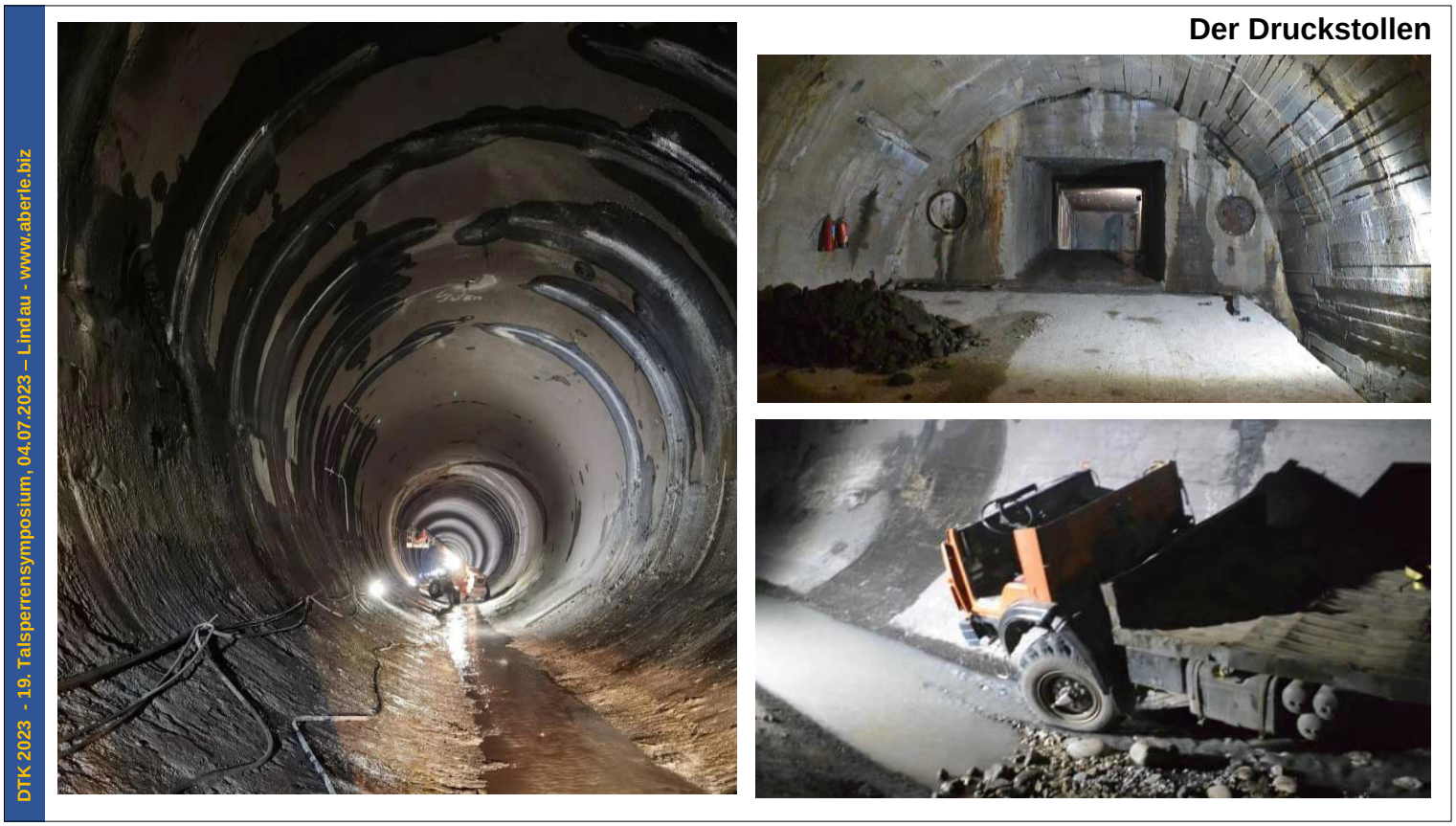


DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz

Folgen




Vielen Dank
DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz


Der Druckstollen
DTK 2023 - 19. Talsperrensymposium, 04.07.2023 – Lindau - www.aberle.biz







Warmes Essen



