Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

17. Christian Veder Kolloquium

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Dipl.-Ing. J. Linortner
Verbundplan GmbH

Dipl.-Ing. B. Aberle
Strabag AG
Dir. 17 Spezialtiefbau

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Staudämme in der Türkei (ICOLD, 2001)

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



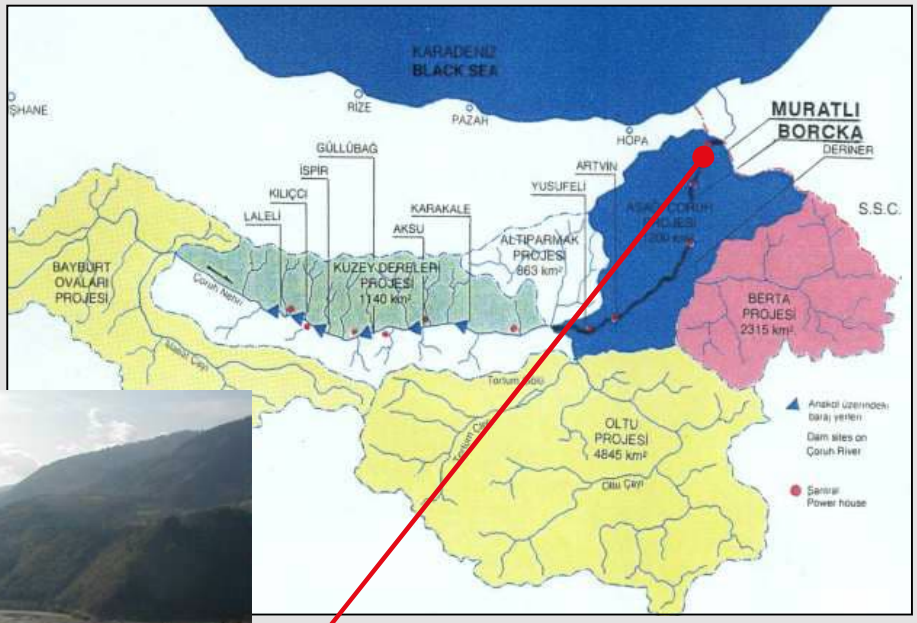
Wasserkraftprojekte	in Betrieb	in Bau
Large dams	199	
Small dams	302	
	501	103
Kraftwerke	125	102 (Investmentprogramm DSI)

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Çoruh river

STRABAG Spezialtiefbau

Verbundplan





Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Projektbeteiligte

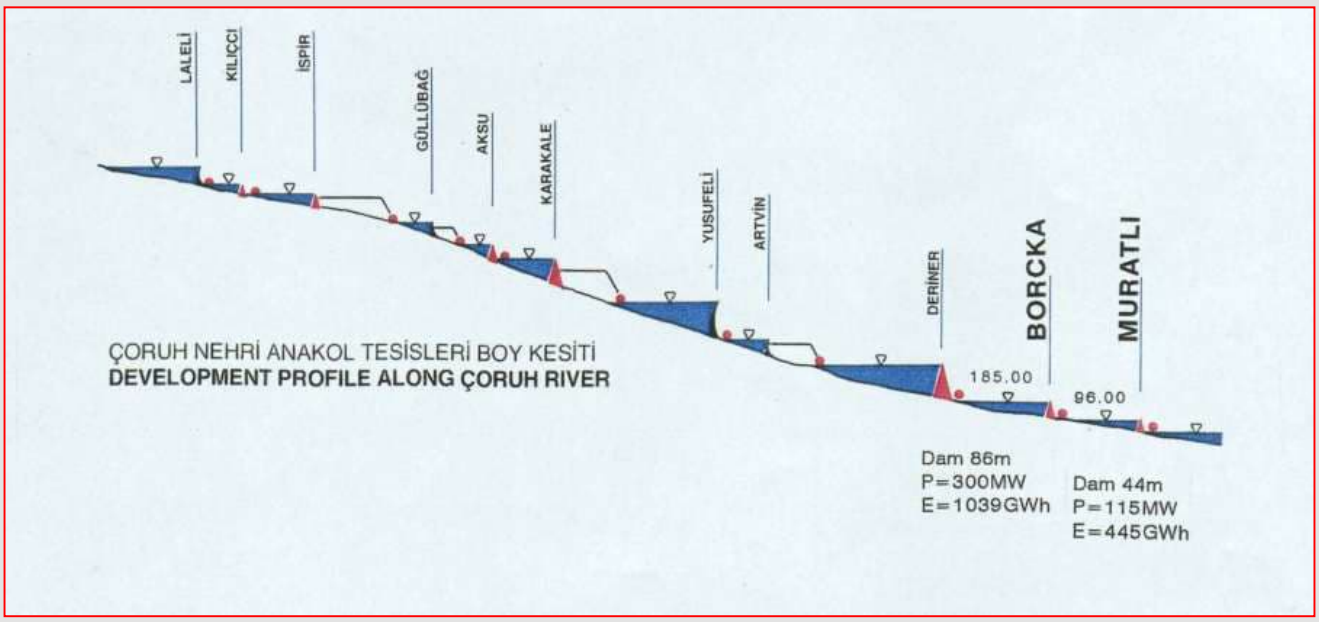
STRABAG Spezialtiefbau

Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Çoruh river



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Regen

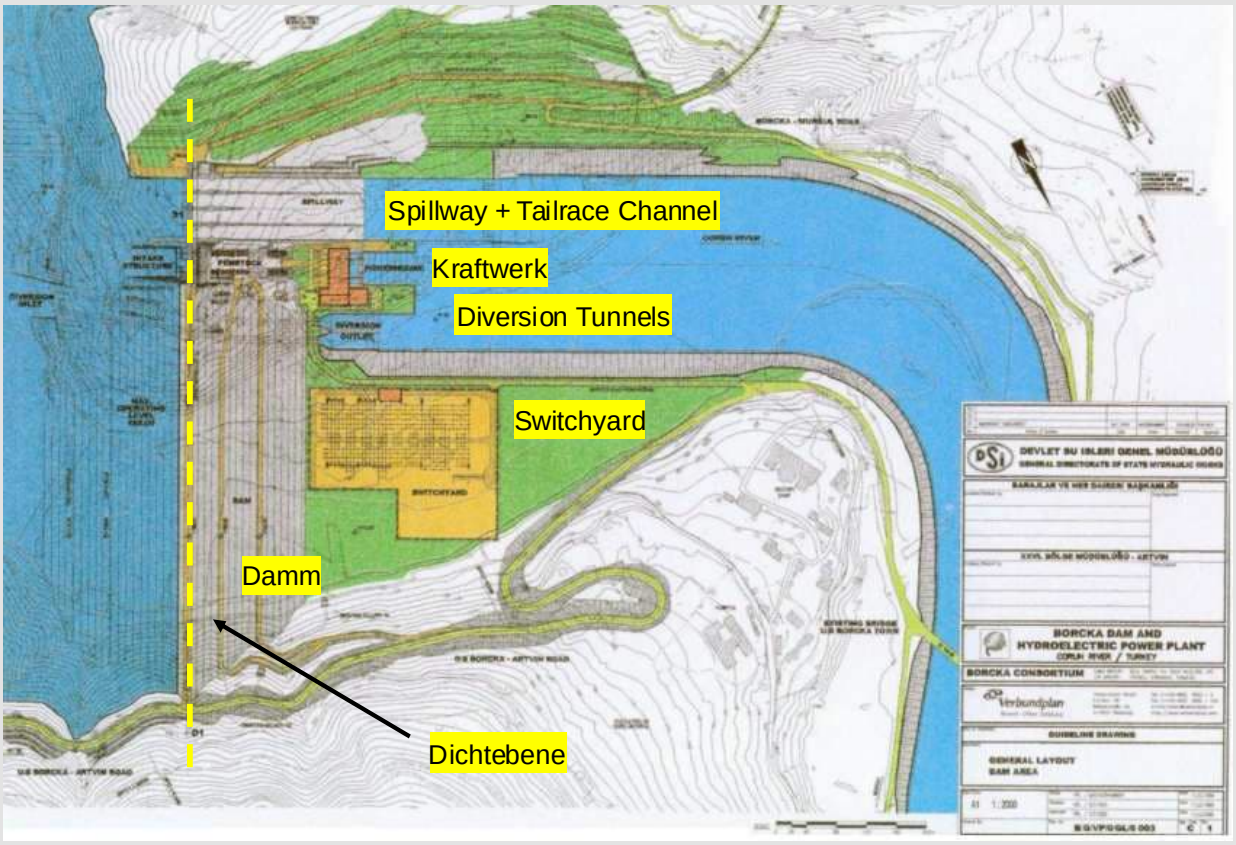




Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Lageplan Borçka Damm

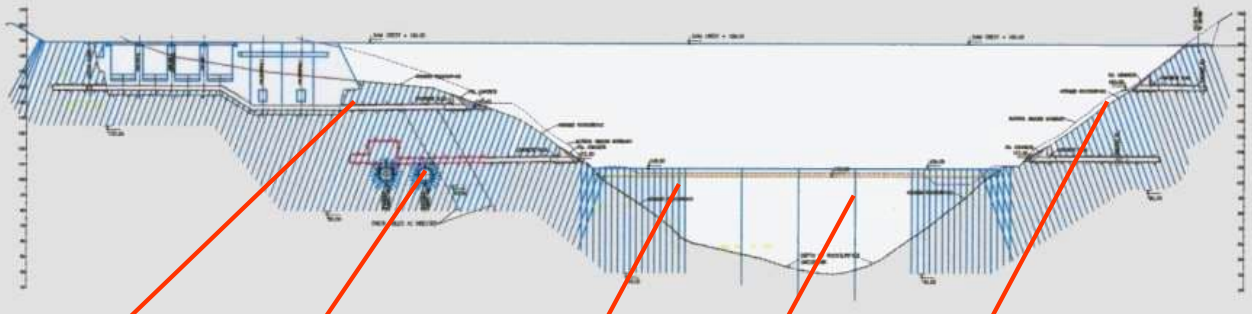
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Dichtungsschleier

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Galerien
Kontakt
Konsolidierung
Schleier

Diversion Tunnel
Kontakt
Konsolidierung
Schleier

Alluvium
Schleier

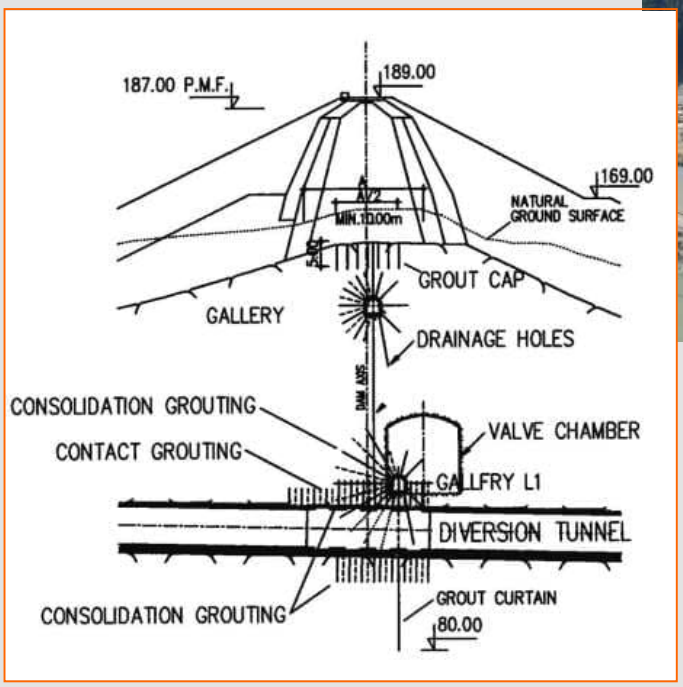
Schlitzwand
Kontrollbohrung

Oberfläche
Grout Cap
Schleier

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Querschnitt im Bereich der Schieberkammer

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan





Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Ergebnis der Wasserabpressversuche (Final Design)

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

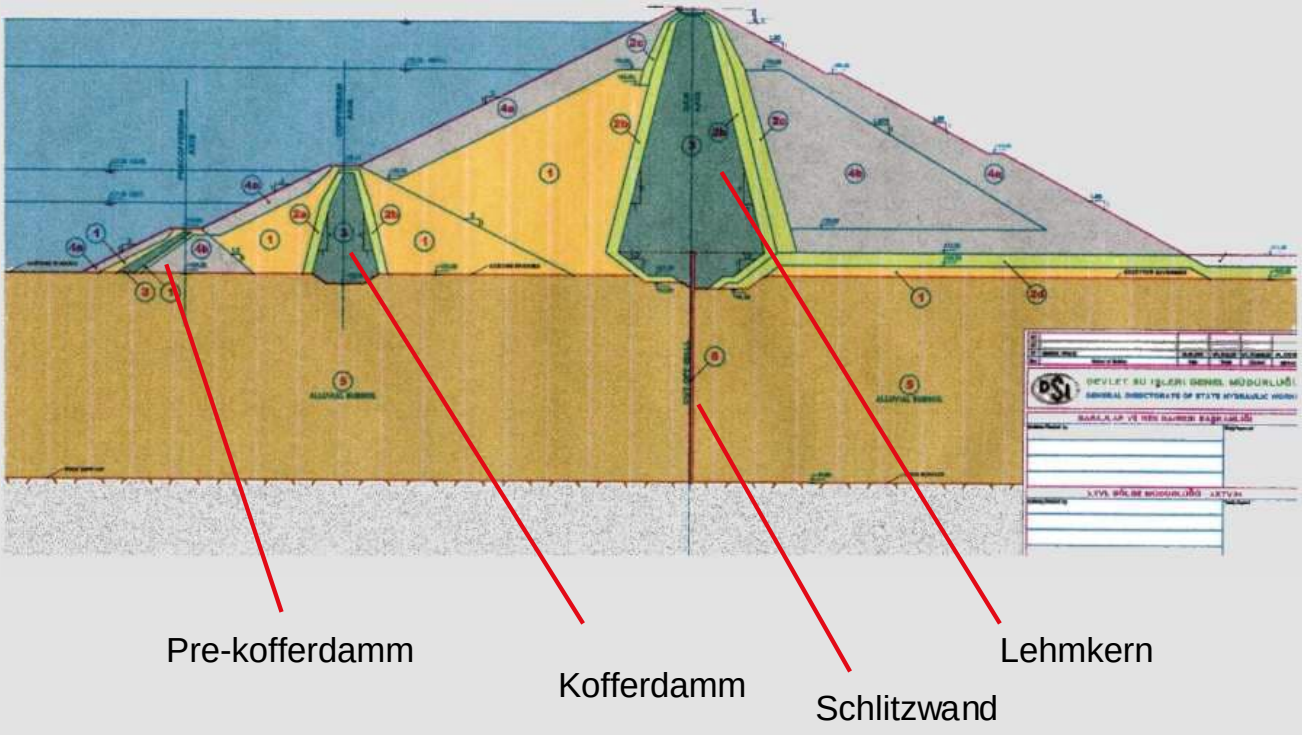
Lugeon	Lu ≤ 1	1 < Lu ≤ 5	5 < Lu ≤ 25	Lu > 25	Σ
Testmeter	479 m	300 m	215 m	159 m	1.153 m
Anteil in %	41,5 %	26,0 %	18,7 %	13,8 %	100,0 %

- 48 % reversible, lineare Beziehung zwischen Wasseraufnahme und Wasserdruck
- 28 % zeigten geringe Aufnahmen während fallenden Druck => schließende Klüfte
- 24 % höhere Aufnahme bei fallendem Druck => Auswaschen der Klüfte

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Borçka, Schnitt durch den Schüttdamm

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Baustellenansicht

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Geologie

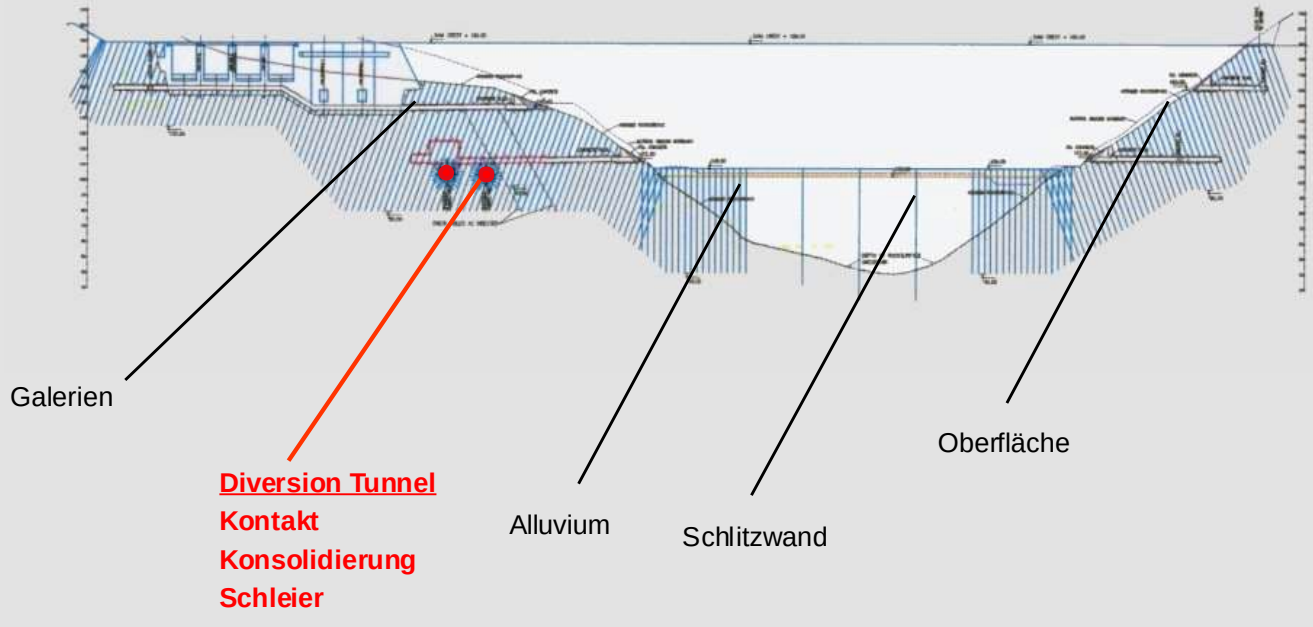
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

- Alluviale Schotter
- Vulkanische Agglomerate
- Tuff (75 MPa)
- Feinstsedimente aus Bergbau



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Dichtungsschleier

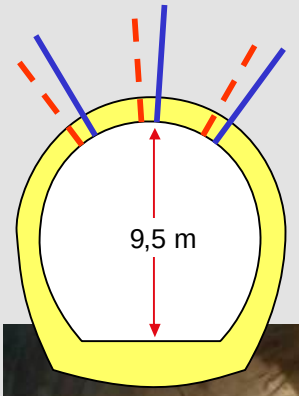
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Diversion Tunnel - Kontaktinjektion

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



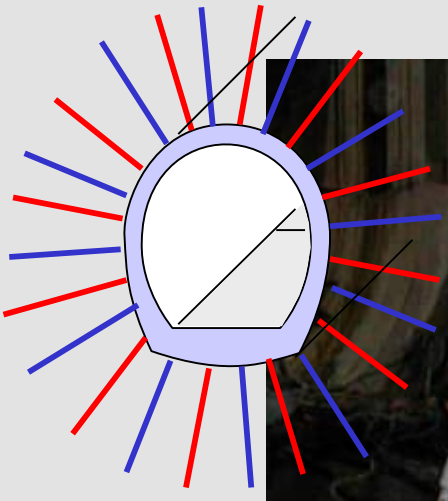




Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Diversion Tunnel- Konsolidierung

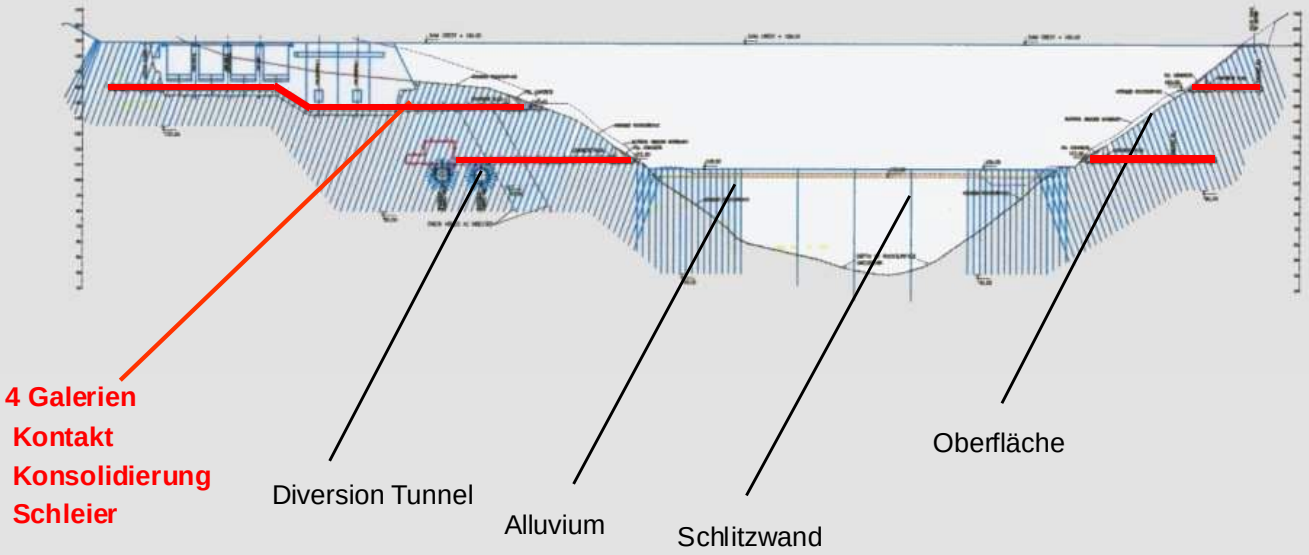
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan





Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Dichtungsschleier

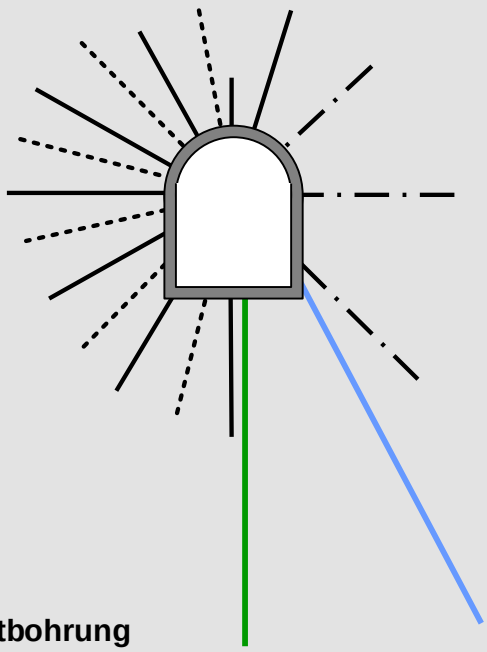
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Galerie

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

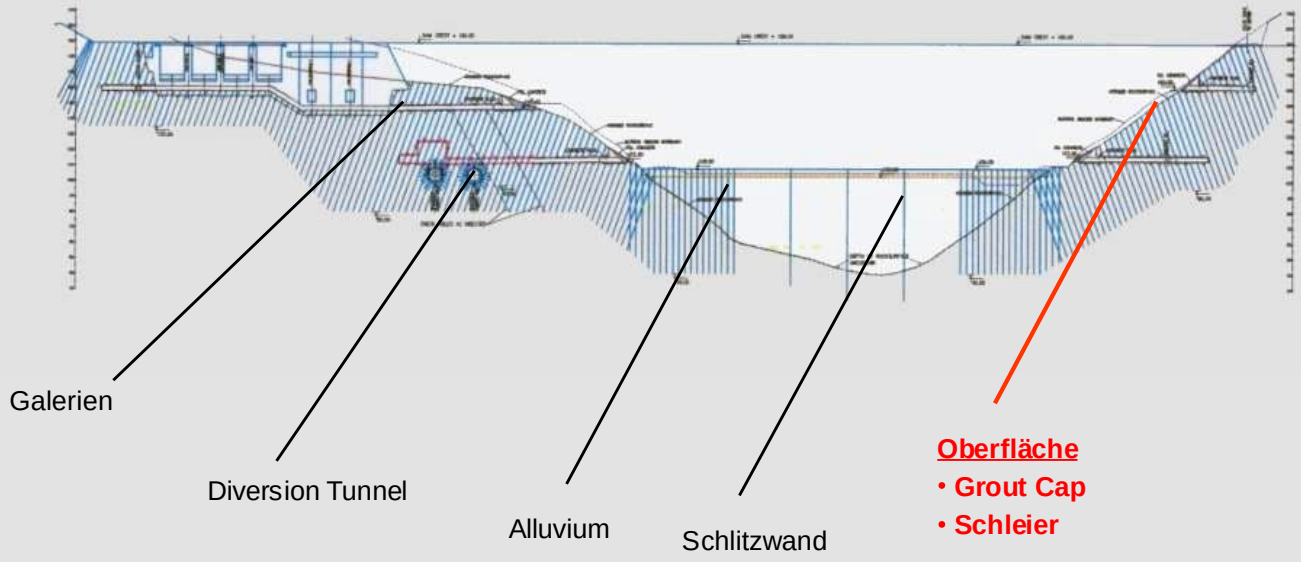




- **Kontaktbohrung**
- **Konsolidierungsbohrungen**
- **Dichtungsschleier**
- **Explotary- und Checkholes**
- **Dränage**

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Dichtungsschleier

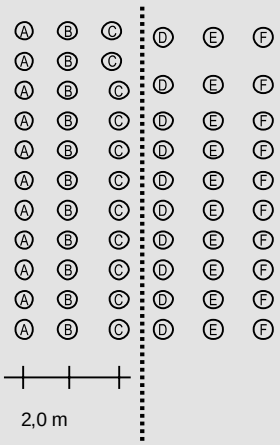
STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Grout Cap an den Hänge

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan





Schleierachse

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Grout Cap an den Hänge

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

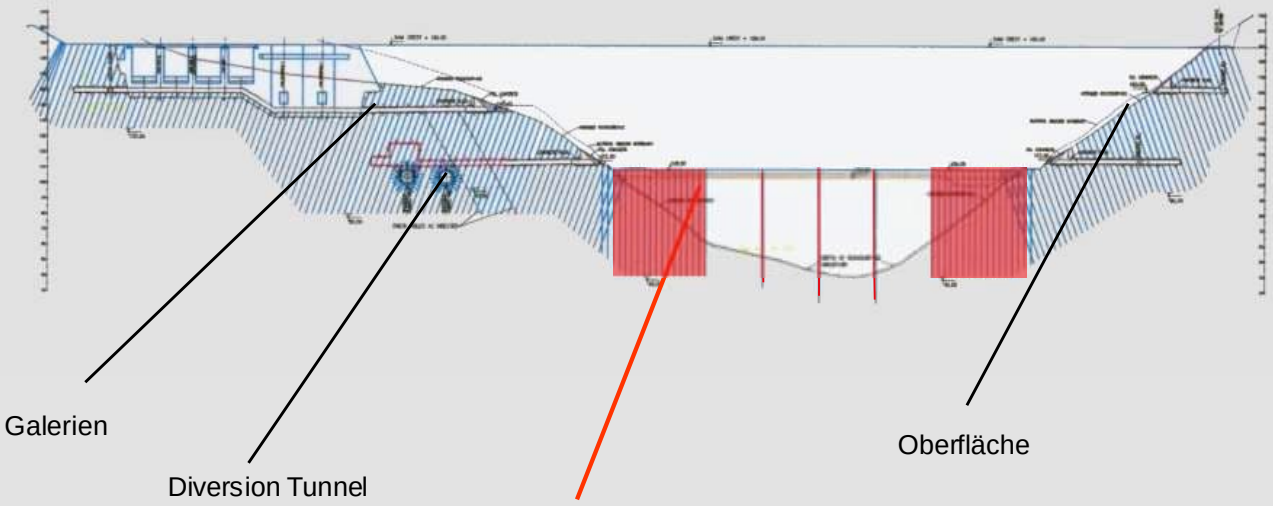
Linker Hang

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Dichtungsschleier

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Baugrundverbesserung in Muratlı

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Verpresskriterien

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

- Zementsuspension
- Mit 1,0 bis 1,5 % Bentonit
- Zugabe von Additiven
- Verpressdrücke bis 30 bar
- Packerstufen bis 5 m
- Pilgerschrittverfahren
- Abbruchkriterien:
  Aufnahme < 1 l/min über 10 min



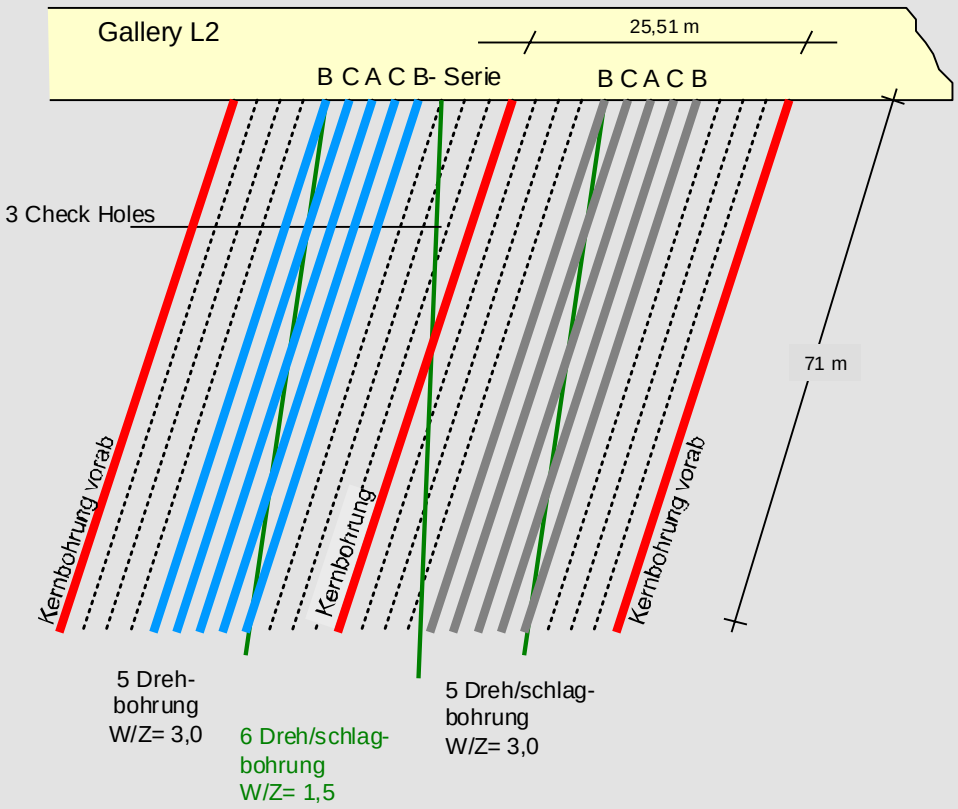
Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Bohrverfahren

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

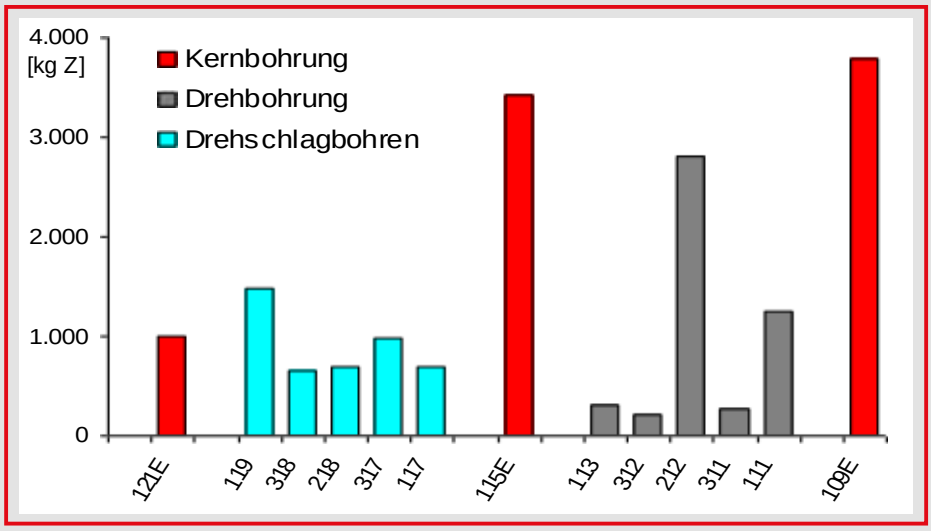








Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Vergleich der Zementaufnahme

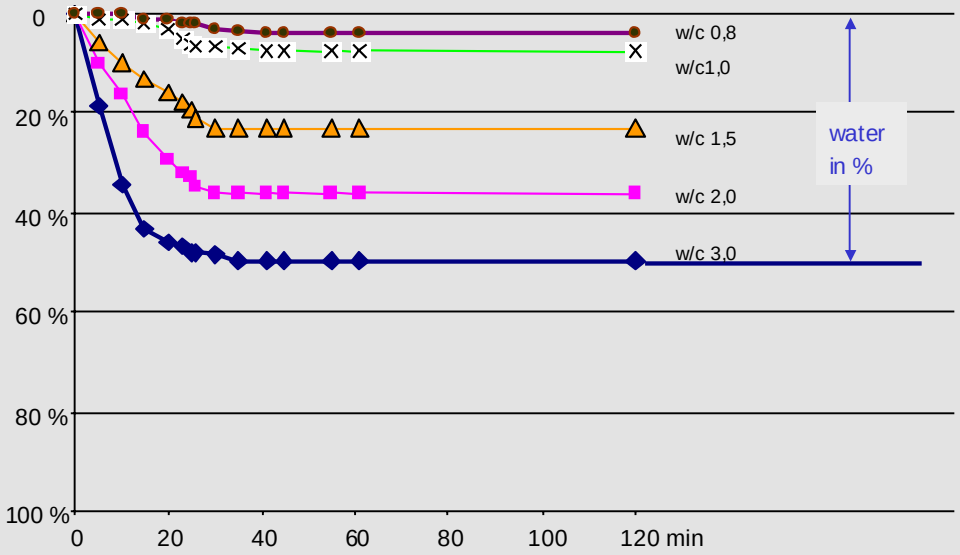


Vergleich der Zementaufnahme in den Dreh- und Drehschlagbohrungen

Mittlere Zementaufnahme

Drehschlagbohrung:	13,7 [kg Z/ lfd.m]
Drehbohrverfahren:	12,7 [kg Z/ lfd.m]

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Sedimentation ohne Bentonit







Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Zementaufnahme bei unterschiedlichen W/Z- Werten

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

Zement	PKC 32,5 B von KARS
Typ	Portland-Tasszement
Blaine- Wert	4000 cm²/g
Siebdurchgang	13,2 % bei 0,032 mm;
	0,3 % bei 0,090 mm
Wasserzementwert	W/Z = 1,0
Wassertemperatur	15 – 20 °C
Zugabe	1,5 % Aktivbentonit KAR-BEN Dogal von Karakaya
	0,3 % PGA 1 von Addiment (= IH 1)
Mischzeit	7 min

W/Z- Wert				**3,0**
untersuchte Bohrmeter				1.236
verpresstes Suspensionsvolumen				34.797
Suspensionsaufnahme pro Bohrmeter				28,2
Zementaufnahme				**10.460**
Zementmenge pro Bohrmeter				**8,5**

Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Sedimentationsverhalten und Marsh- Zeit

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan

Test	Temp	PGA 1	Marshzeit in [sec] nach			Sedimentation in [%] nach			Misch-
Nr.	[°C]	[%]	1 min	60 min	100 min	30 min	60 min	120 min	zeit
2	16	0,20	37	**38**		1,0	1,5	2,5	7 min
3	18	0,20	37	**38**		1,0	1,5	3,0	7 min
9	16	0,40	32	35		1,0	**3,5**	**7,0**	7 min
10	18	0,30	33	**37**	**37**	1,5	2,0	**3,5**	7 min
11	19	0,25	33	**38**	**38**	1,0	2,0	3,0	7 min
13	16	0,30	34	**36**		1,0	1,5	2,5	7 min
17	17	0,30	31	35		1,0	2,0	**3,5**	7 min
19	17	0,30	33	**36**		1,0	2,0	2,5	7 min
20	18	0,30	34	35		1,0	2,5	3,0	7 min

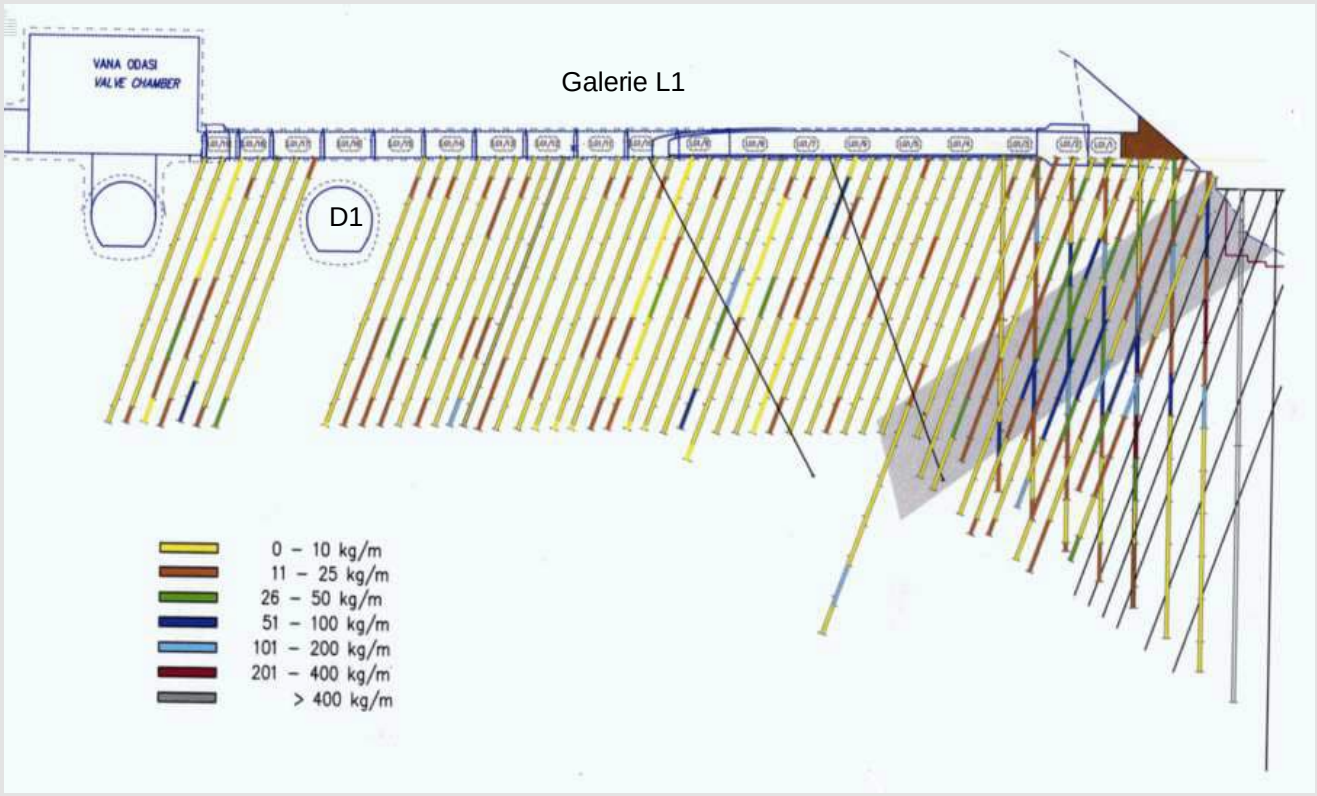






Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Verpressergebnis

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı
Verpressergebnis

STRABAG Spezialtiefbau
Verbundplan



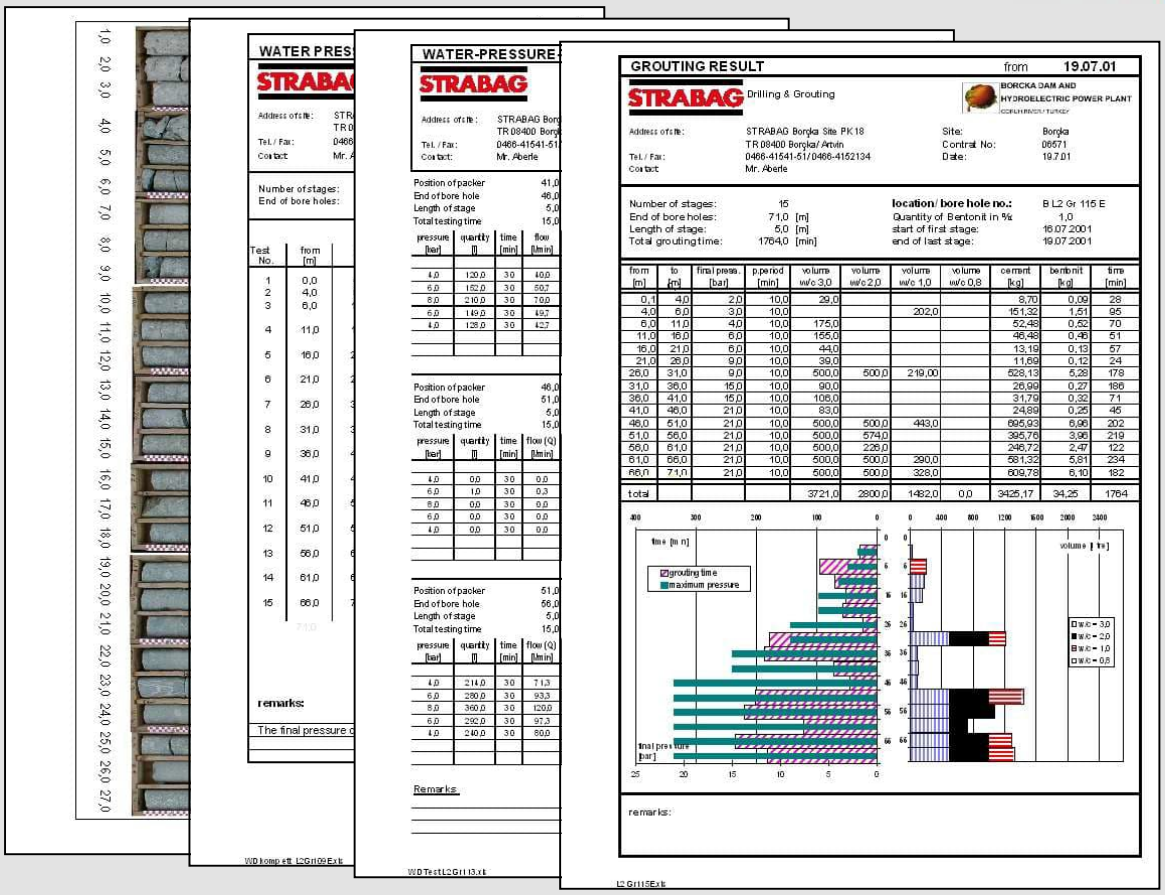


Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Dokumentation

STRABAG Spezialtiefbau

Verbundplan



Injektionen in Boden und Fels in Borçka und Muratlı

Bauen in der Türkei

STRABAG Spezialtiefbau

Verbundplan

