Ausschreibung von Injektionsarbeiten - Unterschiede zwischen hydraulischen Bindemitteln und Kunstharzen



FORUM INJEKTIONS TECHNIK

03.11.2022 Köln
Ein Vortrag im Rahmen des Forums Injektionstechnik
Dipl.-Ing. Bernd Aberle

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Beispiel für eine Ausschreibung

LV-Bezeichnung: Spezial-Tiefbauarbeiten

erstellt mit AVAPLAN 2020 Base (Free-Edition)

OZ	Menge Einheit	Einheitspreis €	Gesamtbetrag €
02	**Baugrundverbesserung durch Injektion**		
02.001	**Boden durch Injizieren verfestigen** Boden durch Injizieren von Einpressgut verfestigen unter Fundamenten, einschl. Bohrlöcher herstellen und Einpressgut liefern, Einpressgut nach Wahl des AN geeignet für die Bodenbeschaffenheit gemäß Bodengutachten, Einpresstiefe bis ca. 2,5 m, unter Bestandsfundamenten, Das Bodengutachten liegt als Anlage bei, Bodenverfestigung mind. 200 kN/m2, Ausführung gemäß Ausführungsbeschreibung und beiliegenden Zeichnungen, Dicke der verfestigten Bodenschichten mind. 2 m. Mindestbreite der Stützkörpers unten 1 m.		
	360 m³	.....	.....

14:01

Hinweise zum Injektionsgut

1. Geltungsbereich und Ausführungsgrundlage
Die Ausführung der Verbauarbeiten erfolgt nach VOB Teil C DIN 18303.
Es gelten alle zum Zeitpunkt der Erstellung des Leistungsverzeichnis gültigen DIN-Vorschriften und gewerkespezifischen und / oder gewerketangierenden Regelwerke, wie:

- DIN 18304 - Rammarbeiten,
- DIN 18309 - Einpressarbeiten,
- DIN 4095 - Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen,
- DIN 81321 Drüsenstrahlarbeiten

sowie, die den allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik und den Eingeführten Technischen Baubestimmungen (ETB) entsprechen.
Zusätzlich zu den Empfehlungen und Vorschriften sind die Richtlinien der Industrie- und Fachverbände und die Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller genauestens zu beachten.

03.002	**Entnahmen von Proben aus dem Frischmörtel** Entnahmen von Proben aus dem Frischmörtel zum Prüfen der Festigkeit nach 14 und 28 Tagen, inkl. Dokumentation. **1 Stk**	.....	.....

Boden durch Injizieren von Einpressgut verfestigen unter Fundamenten, einschl. Bohrlöcher herstellen und Einpressgut liefern,
Einpressgut nach Wahl des AN geeignet für die Bodenbeschaffenheit gemäß Bodengutachten,
Einpresstiefe bis ca. 2,5 m,
unter Bestandsfundamenten,
Das Bodengutachten liegt als Anlage bei,
Bodenverfestigung mind. 200 kN/m2,
Ausführung gemäß Ausführungsbeschreibung und beiliegenden Zeichnungen,

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Bieterfrage

folgende Bieterfrage wurde zur Ausschreibung gestellt:

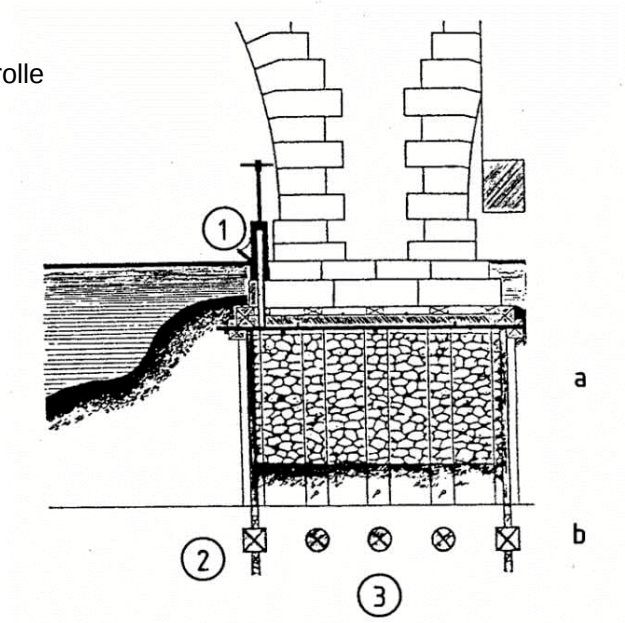
Frage 1 : gemäß Ihren bisherigen Antworten soll die Vergütung der Pos. 2.1 für die tatsächlich in den Boden injizierten Massen erfolgen. Wie ist der Nachweis zu führen?
Frage 2: Die 2.1 hat einen Vordersatz von 360 m³, ist dieser Vordersatz nicht zu hoch? Es wird doch die tatsächliche Menge vergütet und nicht der vergütete Bodenkörper?

Antwort:

Zu Frage 2:
Es sind 360m³ anzubieten. Wenn Mehr- oder Mindermassen in der Abrechnung auftreten, gelten gemäß Vertragsbedingungen die Regelungen der VOB.

Entwicklung der Injektion

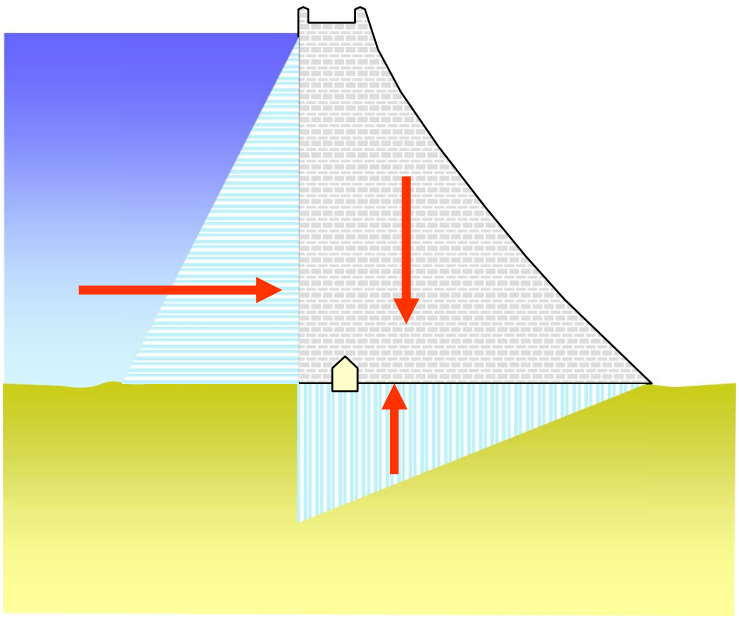
1802	Charles Bérigny verpresst eine Suspension aus Wasser und Puzzolanzement unter einer Schleuse
ab 1850	Injektionen im Berg- und Tunnelbau
1876	Kluftinjektion unter einer Talsperre in England
1926	erste Chemikalinjektion - Joostenverfahren
1950	verstärkter Einsatz von Kunstharzinjektion Einsatz von Packern und kontinuierlicher Druckkontrolle
1951	DIN 4093 Einpressen in Untergrund und Baugrund
1962	Einsatz von Feinstbindemitteln, HDI- Verfahren
1993	DIN EN 12715 Injektion



Injektion eines Brückenpfeilers (um 1910)

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Dichtungsschleier Talsperre



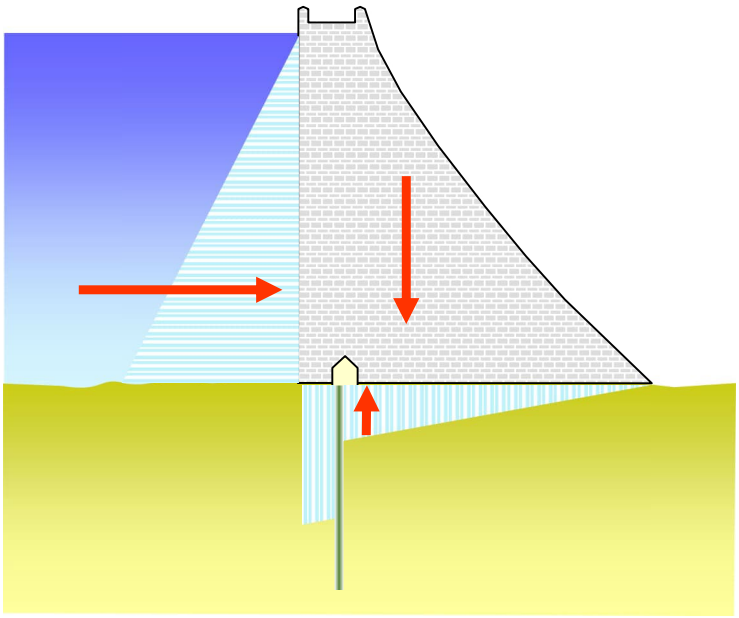
Wesentliche Anforderung an die Standsicherheit einer Gewichtsstaumauer: Reduzierung des Auftriebs durch einen Dichtungsschleier



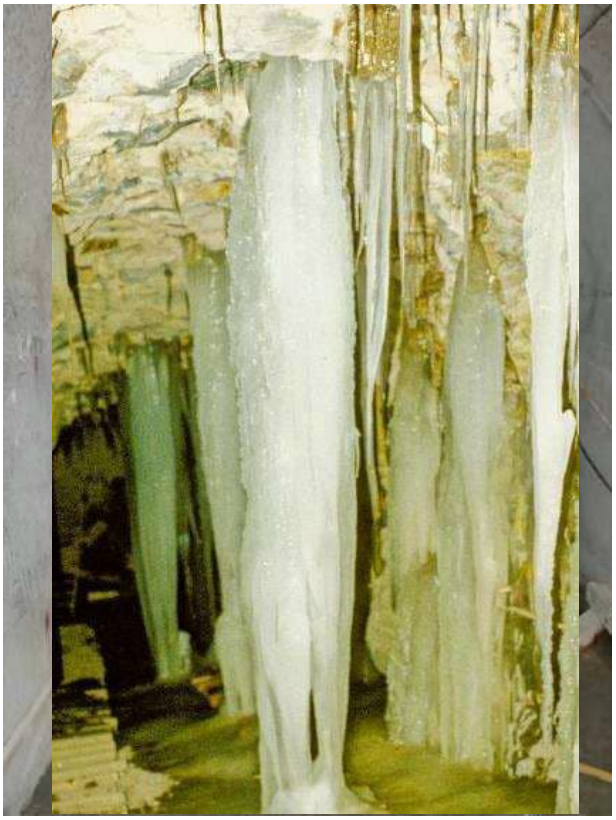
Borçka dam, Türkei

14:01

Dichtungsschleier Talsperre



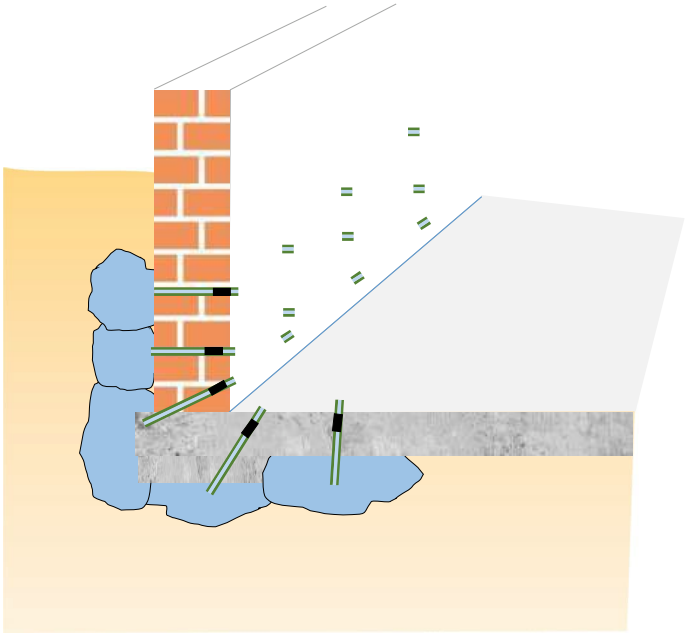
Wesentliche Anforderung an die Standsicherheit einer Gewichtsstaumauer:
Reduzierung des Auftriebs durch einen Dichtungsschleier



Kontrollgang der Diemelstaumauer, Sauerland

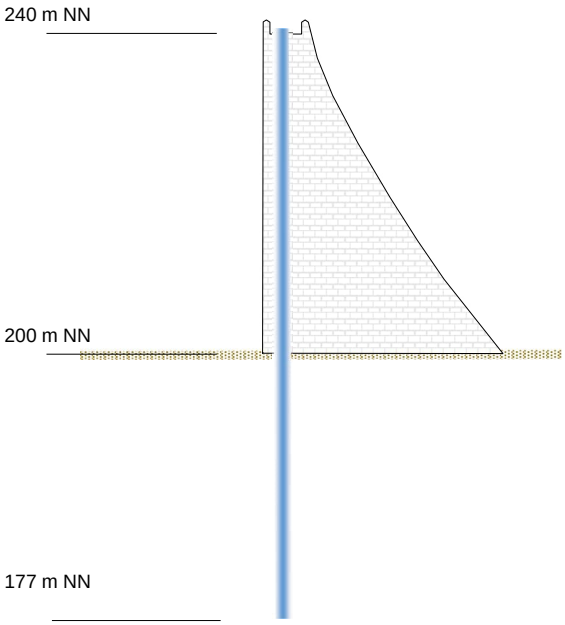
Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

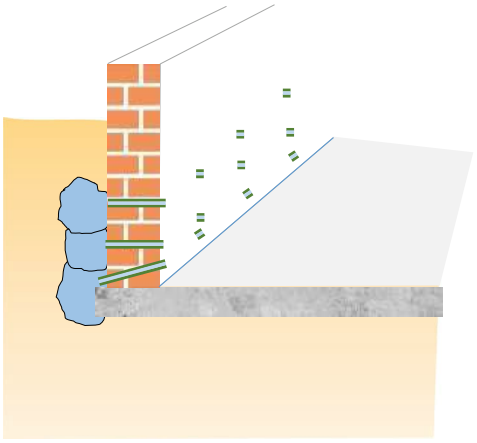
Dichtungsschleier Tiefgarage





Gemeinsamkeiten





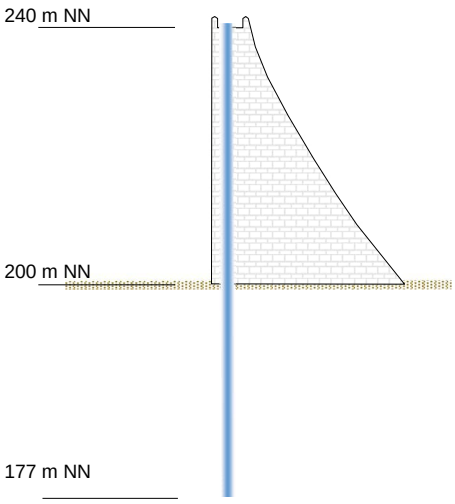
Schleierinjektion Talsperre

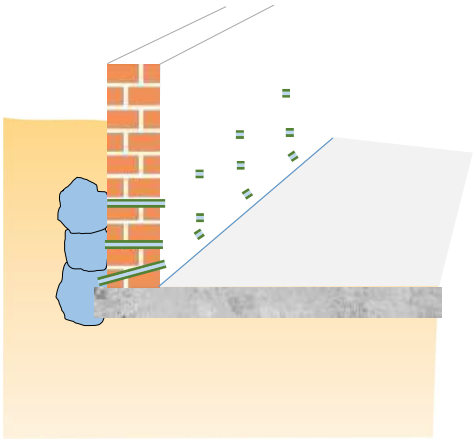
Ziele:	Abdichtung
Ort:	Mauerwerk, Beton, Baugrund
Injektionsgut:	Hydraulische Bindemittel
	aber auch Kunstharze
Einbau:	mit Bohrungen
Abdichten:	mit Packern

Schleierinjektion Tiefgarage

Abdichtung
Mauerwerk, Beton, Baugrund
Kunstharze
aber auch hydraulische Bindemittel
mit Bohrungen
mit Packern

Unterschiede





Schleierinjektion Talsperre

Hoher Aufwand für Bohrungen
(Bauzeit und Kosten)

Geringe Kosten für Injektionsgut
In der Regel Zementsuspension

Hoher Aufwand für Packer
Einbau und Anschaffung

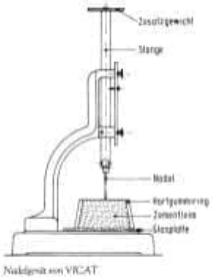
Schleierinjektion Tiefgarage

Hoher Aufwand für Bohrungen
(Bauzeit und Kosten)

Höhere Kosten für Injektionsgut
In der Regel Kunstharze (Gele)

geringer Aufwand für Packer
Einbau und Anschaffung

Reichweite des Injektionsgutes





Talsperre Leibis/Lichte





Wird beeinflusst durch:

- Erstarrungsverhalten
- Größtkorn
- Rheologische Eigenschaften
- Verpressdruck
- Fließgeschwindigkeit
- .....

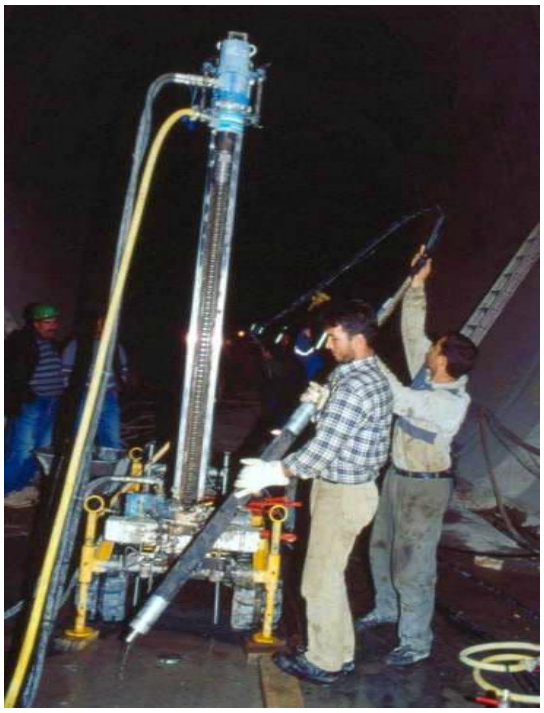
Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Bohrausrüstung





Packer









4. Unterschiede in Zeit und Geld





Tabelle 1 Preisbeispiele für zwei Dichtungsschleier

	Dichtungsschleier Talsperre	Dichtungsschleier Tiefgaragenwand
Injektionsgut Kosten	Zementsuspension 0,30 EUR/l	Acrylatgel 10,00 EUR/l
Bohrlänge Bohrungsart Zeitaufwand Kosten	60 m Kernbohrung 2 – 3 Tage 300 EUR/m	1 m Vollbohrung 0,5 Stunden 30 EUR/Stück
Packerart Kosten	Pneumatischer Packer 800 EUR/Stück	Mechanischer Packer 8 EUR/Stück
Bauzeit	2 Jahre	2 Wochen

Ausschreibung als Herausforderung für den Kalkulator

4.1.1 Alternativ Injektion
Unterfangung mit Injektion als Alternative zu der Bohrpfahlwand

Unterfangung der vorhandenen Hallenfundamente und Bodenplatte mittels Bodeninjektion inkl. eventuell erforderlicher dauerhafter Rückverankerung des Unterfangungskörpers.

Länge 22,80 m, Abmessung siehe Planung und Vorposition

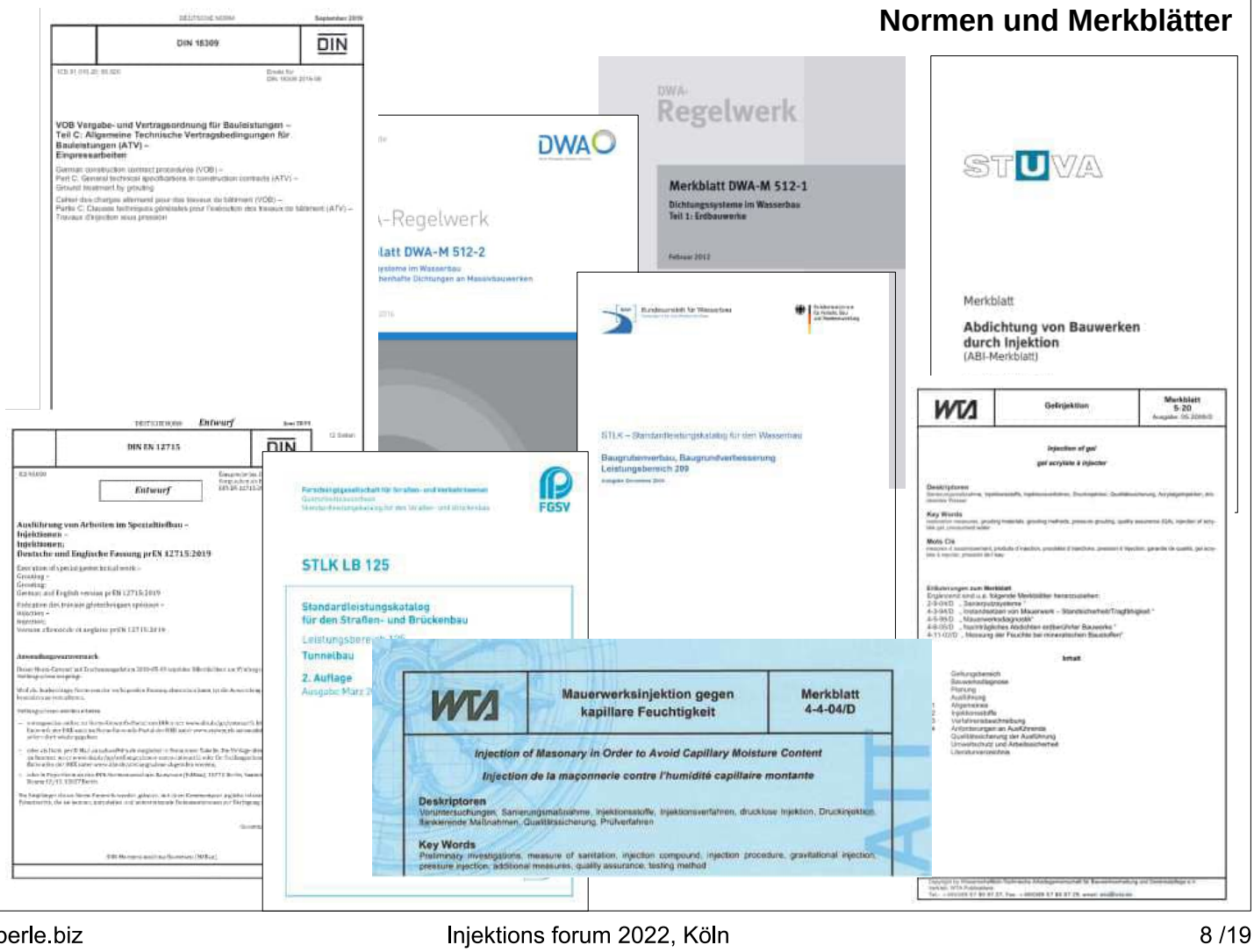
Ausführung in hindernisfreien Böden Klasse 3-5 gem. Bodengutachten.

Überschusssuspension auffangen, laden und beseitigen.

22,800 m ....

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Normen und Merkblätter



14:01

Empfehlung in Normen und Merkblättern

Anhang A.3.1: Vorschlag Leistungsverzeichnis für Injektionsarbeiten

Positionsnr.	Obergruppe	Hauptgruppe	Untergruppe	Einheit	Menge	Preis	Einheitspreis
1.01	Transport, Einrichtung, Abtransport	Generelle Einrichtung	Büros, Lagerräume, Aufenthaltsräume, Unterkünfte, Maschinen/Werkstatt, Fahrzeuge, etc	Pauschale			
1.02		Bohr- & Injektionsanlagen	Dosierungs-/Mischanlage	Pauschale			
1.03			Bohrgerät (Typ)	Pauschale			
1.04			Injektionspumpen (einzeln, oder in Container)	Pauschale			
1.05			getrennte Mess- und/oder Prüfeinheit	Pauschale			
1.06		Zusatzequipment	Typ entweder wie oben angeführt oder weitere, gesondert spezifizierte	Pauschale			
1.091	Umstellen Bohranlagen & andere Einrichtung gem Pos 1.02 bis 1.06	innerhalb des Projektgebiets	je Position 1.02-1.06	Pauschale			
1.092		zwischen Projektgebieten	je Position 1.02-1.06	Pauschale			
2.01	Miete Anlagen und Geräte	Generelle Einrichtung		Kalenderwoche			
2.02		Bohr- und Injektionsanlagen, Versuchs- & Messgeräte	je Position (wie oben)	Kalenderwoche			
3.0	Stillliegezeit/Ausfälle (wie spezifiziert)	Personal (Kategorie)	vor Ort	Arbeitsstunden			
4.00	Einrichten Bohranlage über Bohrloch						
4.01		Umbau/Versatz >2.5m		Stk			
4.02		ohne Umbau/Versatz		Stk			
5.00	Bohren für Kerngewinn oder Injektion, in allen Bodenarten, alle Richtungen und Neigungen, Bohr-Ansatzpunkt <2.0m über Arbeitsfläche						
5.01		Kernbohrung, Durchmesser 75-115mm					
5.011			0-15m	m			
5.012			15-30m	m			
5.013			30-60m	m			
5.014			Zuschlag für Verrohrung	m			
5.02		Rotations-Schlagbohrung 56 bis 76mm					
5.021			0-6m	m			

Kommentar zur EN 12715 der Arbeitsgruppe Geotechnik der ÖGG

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

Empfehlung in Normen und Merkblättern

0 Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung

Diese Hinweise ergänzen die ATV DIN 18299 „Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art", Abschnitt 0. Die Beachtung dieser Hinweise ist Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Leistungsbeschreibung gemäß §§ 7 ff., §§ 7 EU ff. beziehungsweise §§ 7 VS ff. VOB/A.

Die Hinweise werden nicht Vertragsbestandteil.

In der Leistungsbeschreibung sind nach den Erfordernissen des Einzelfalls insbesondere anzugeben:

0.1 Angaben zur Baustelle

0.1.1 *Zweck der Baumaßnahme und der Einpressungen, z. B. Bauhilfsmaßnahme oder endgültiges Bauwerk und Nutzungsdauer.*

0.1.2 *Ergebnisse der Planung und von Verpress- sowie Injektionsversuchen.*

0.1.3 *Grenzwerte, Auflagen, Bedingungen und Gebühren für das Einleiten von Betriebswasser in die Vorfluter oder Entwässerungsanlagen.*

0.1.4 *Lage künstlicher Hohlräume, früherer Bauhilfsmaßnahmen, Anker, Einpressungen und deren Eigentümer.*

0.1.5 *Angaben zu dem zu injizierenden Bauwerk.*

0.2.3 *Eigenschaften, Art und Zusammensetzung des Einpressstoffes.*

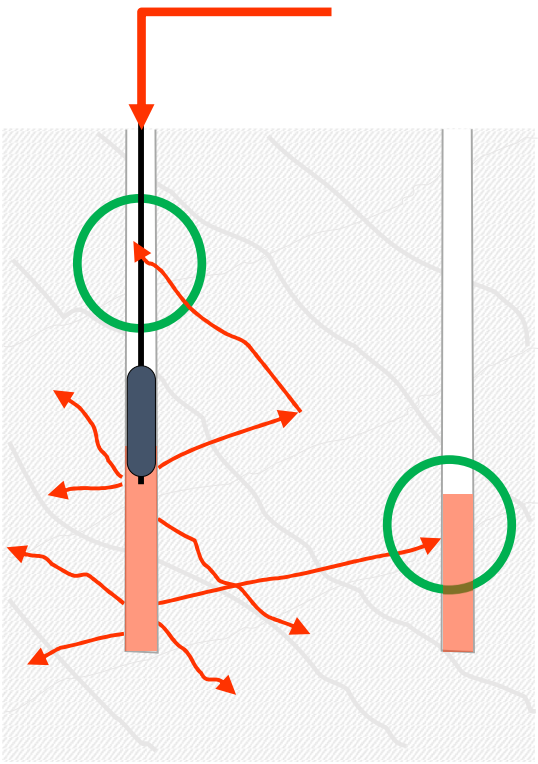
0.2.4 *Geforderte und zulässige Einpressdrücke und Einpressmengen, ggf. Abbruchkriterien.*

0.2.5 *Umfang und Genauigkeit der Messung und Dokumentation der Einpressparameter.*

0.2.6 *Art, Anzahl und Umfang von Proben und Prüfungen.*

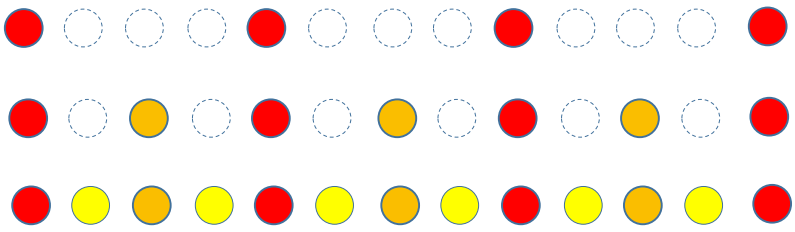
DIN 18 309

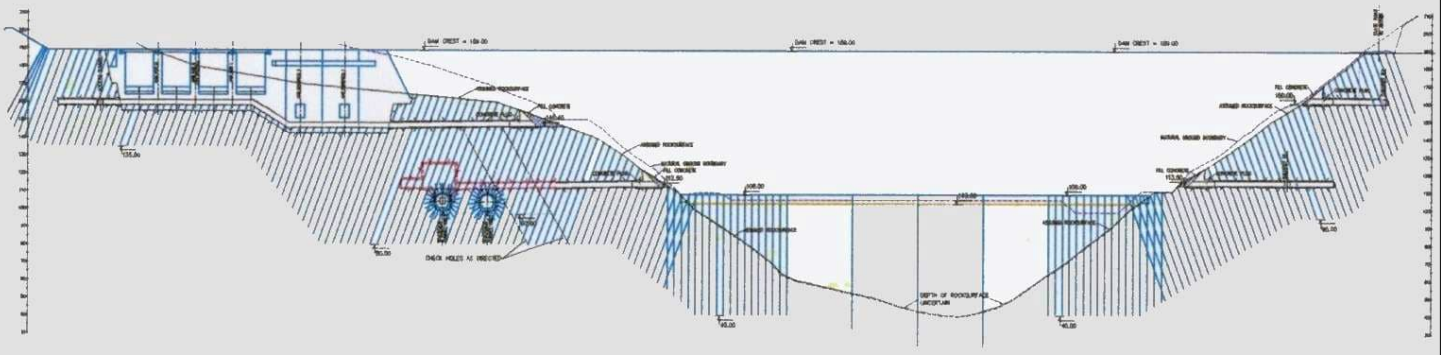
Umläufigkeit



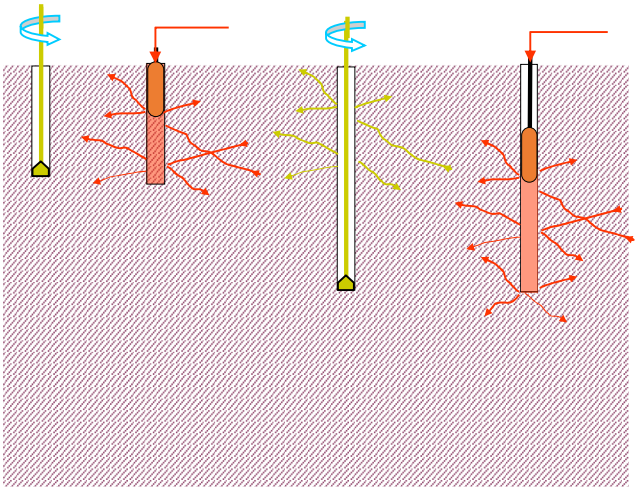


Pilgerschrittverfahren



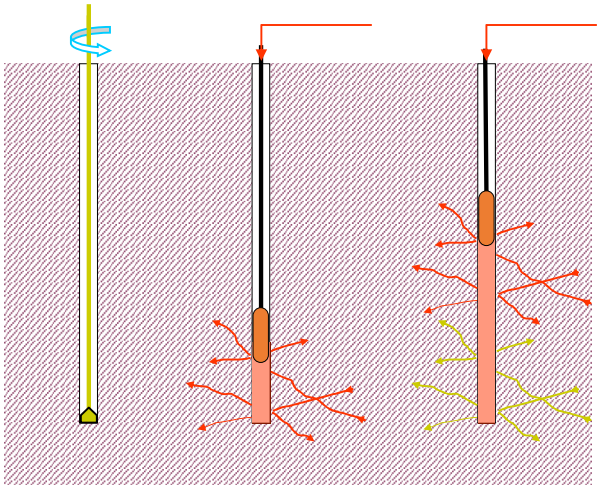


Verpressrichtung



Von „Oben nach Unten“

1. Abteufen der ersten Packerstufe
2.Verpressen
3.Wiederaufbohren
4. Abteufen der zweiten Stufe
5. Verpressen der zweiten Stufe



Von „Unten nach Oben“

1. Abteufen der Bohrung
2. Verpressen der untersten Stufe 3. Packer bereichsweise ziehen

Bedarfsposition mit 1 kg

02.03.100	Liefern von Injektionszement 980,000 t	_____	_____
02.03.110	Liefern von Bentonit 9.800,000 kg	_____	_____

Bedarfsposition mit 1 kg

```
                                                  _____________   _____________

02.03.100       Liefern von Injektionszement
                980,000     t                     _____________   _____________

02.03.110       Liefern von Bentonit
                9.800,000   kg                    _____________   _____________

            *** Bedarfsposition mit GB
02.03.120       Liefern von Feinbindemittel
                1,000       kg                    _____________   _____________
```

Der Kalkulator hat einen sehr auskömmlichen Preis eingefügt, der keinen Einfluss auf die Angebotssumme hatte. Die Baustelle im Altmühltal konnte 1.227.600 kg Feinbindemittel abrechnen.

Geotechnik Aberle, Forum 2022 Injektionstechnik, 03.11.2022 Köln

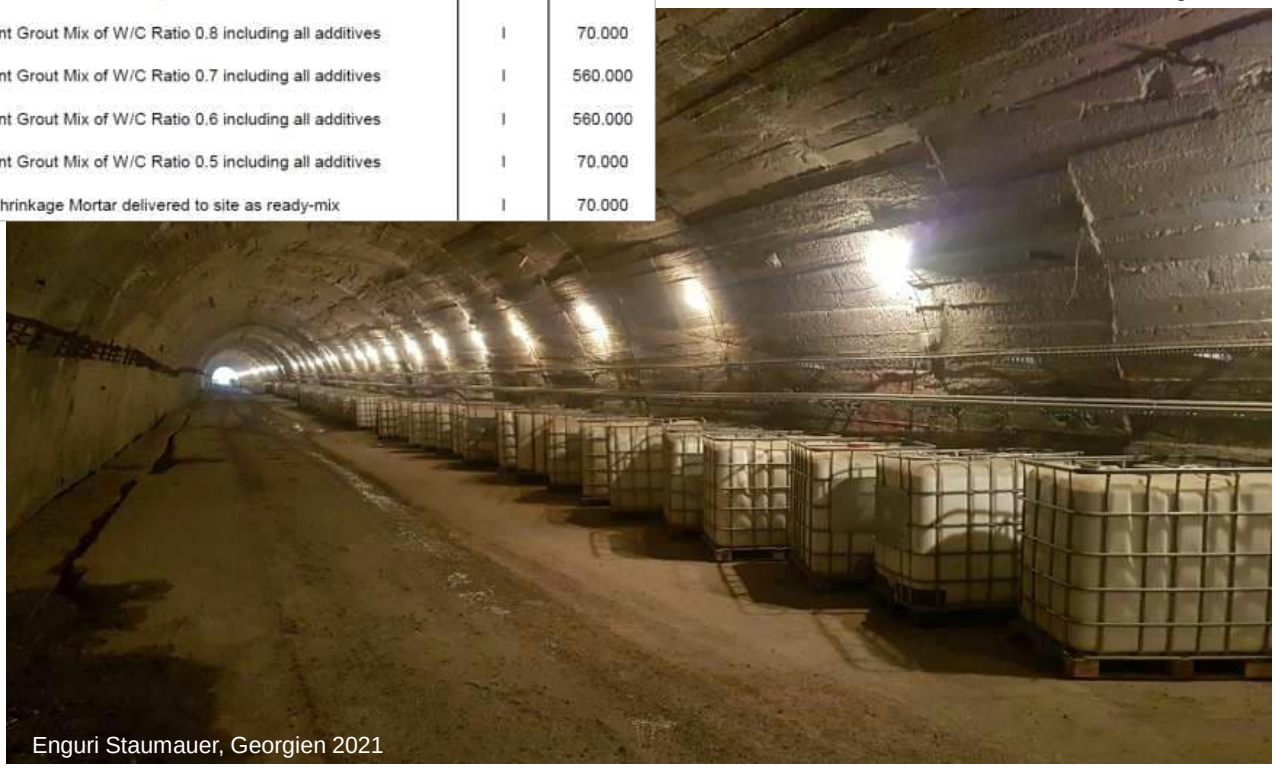
Mengenrisiko

	Chemical Umbrella Grouting Materials:		
9.4.160	Chemical Acrylic Gel Grout Material as specified including all additives	l	460.000
9.4.170	Chemical PU-Foam Grout Material as specified including all additives	l	14.000
9.4.180	Cement/PU-Grout Mix - Proportion of Cement Grout Mix	l	100.000
9.4.190	Cement/PU-Grout Mix - Proportion of PU-Grout Mix	l	20.000
	Cement Umbrella Grouting Materials		
9.4.200	Cement Grout Mix of W/C Ratio 0.8 including all additives	l	70.000
9.4.210	Cement Grout Mix of W/C Ratio 0.7 including all additives	l	560.000
9.4.220	Cement Grout Mix of W/C Ratio 0.6 including all additives	l	560.000
9.4.230	Cement Grout Mix of W/C Ratio 0.5 including all additives	l	70.000
9.4.240	Non Shrinkage Mortar delivered to site as ready-mix	l	70.000

- 3 Monate Bauzeit
- Start 20.01.2021
- 3.772 km
- Grenzregion Abchasien/ Georgien

=> Nachlieferung nicht möglich

Wer zahlt das Material, wenn Material übrigbleibt?



Enguri Staumauer, Georgien 2021

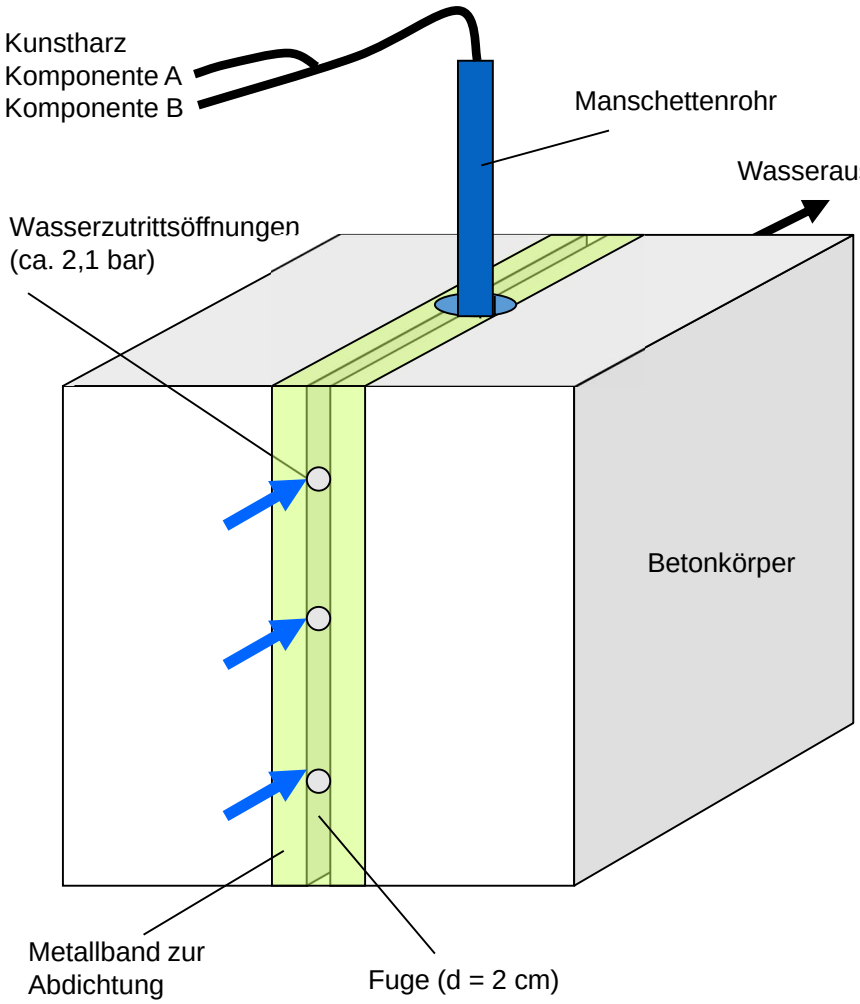
Probefeld







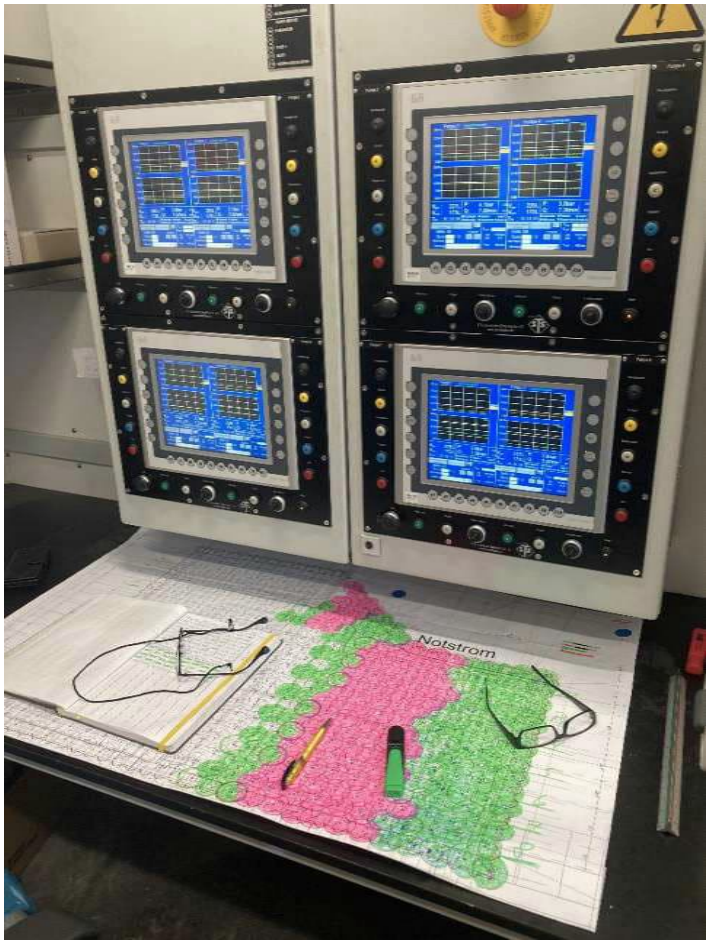
Injektionsversuch

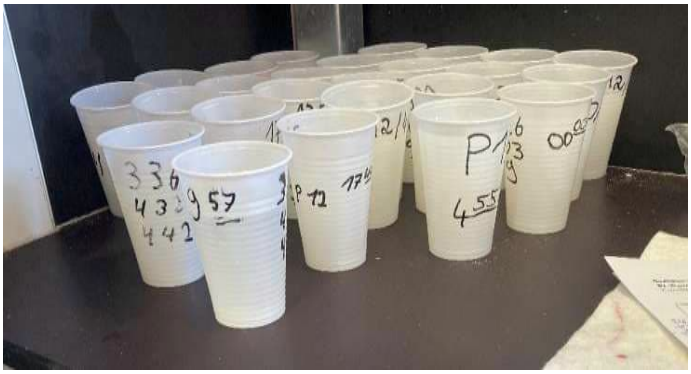


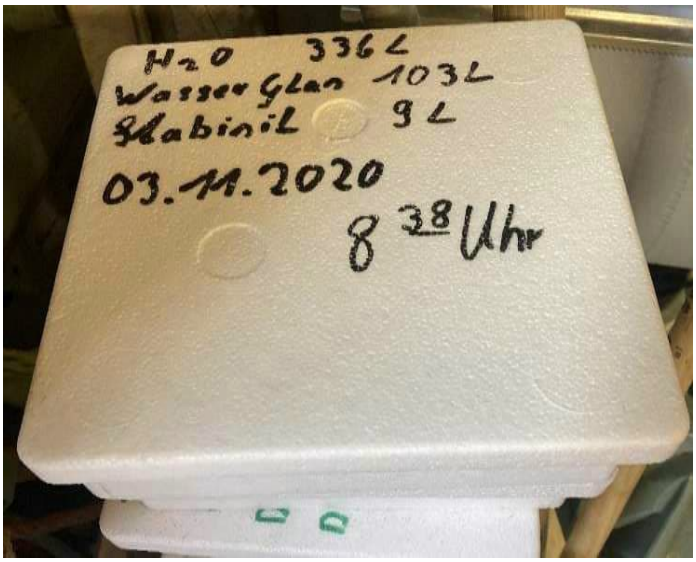
Ziel: Abdichtung eines defekten Fugenbandes in der Wiehltalsperre



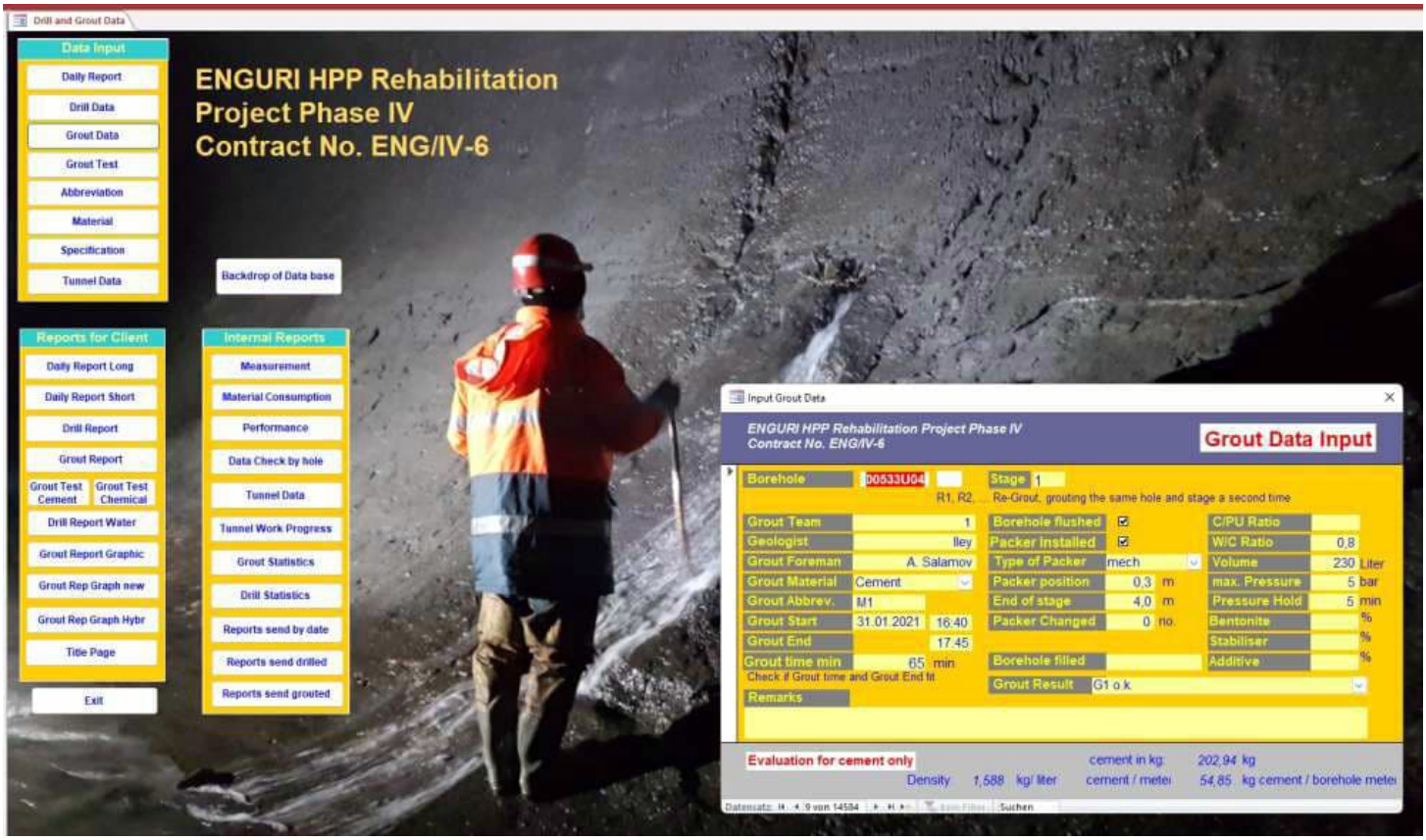
Dokumentation



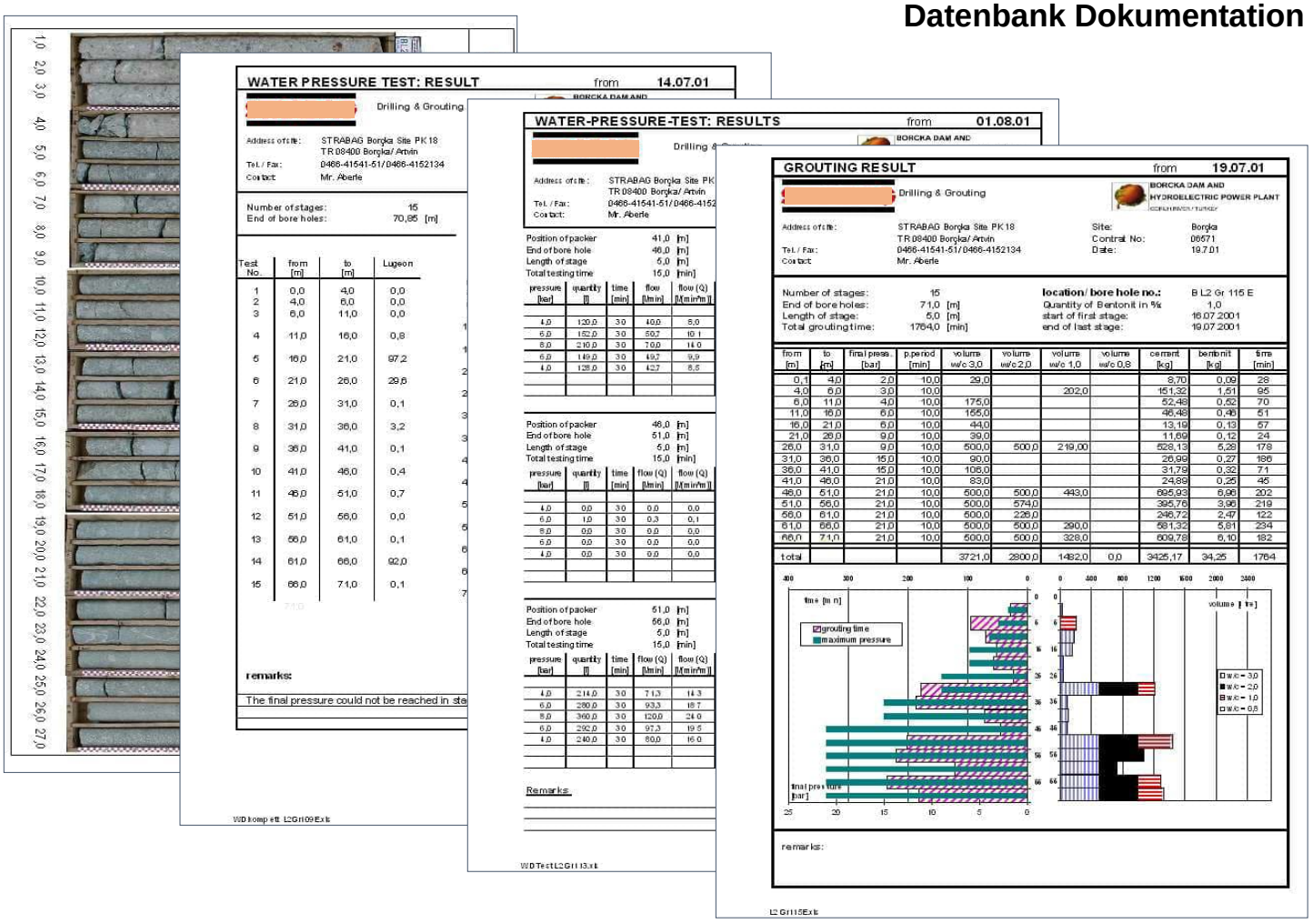




Datenbank Eingabe



Datenbank Dokumentation



WATER PRESSURE TEST: RESULT from 14.07.01

Drilling & Grouting

Address of site: STRABAG Borgka Site PK 18 TR 08400 Borgka/ Artvin
Tel. / Fax: 0466-41541-51/0466-4152134
Contact: Mr. Aberle

Number of stages: 15
End of bore holes: 70,85 [m]

Test No.	from [m]	to [m]	Lugeon
1	0,0	4,0	0,0
2	4,0	6,0	0,0
3	6,0	11,0	0,0
4	11,0	16,0	0,8
5	16,0	21,0	97,2
6	21,0	26,0	29,6
7	26,0	31,0	0,1
8	31,0	36,0	3,2
9	36,0	41,0	0,1
10	41,0	46,0	0,4
11	46,0	51,0	0,7
12	51,0	56,0	0,0
13	56,0	61,0	0,1
14	61,0	66,0	92,0
15	66,0	71,0	0,1

remarks:

The final pressure could not be reached in ste

WATER-PRESSURE-TEST: RESULTS from 01.08.01

Drilling & Grouting

Address of site: STRABAG Borgka Site PK
TR 08400 Borgka/ Artvin
Tel. / Fax: 0466-41541-51/0466-4152
Contact: Mr. Aberle

Position of packer 41,0 [m]
End of bore hole 46,0 [m]
Length of stage 5,0 [m]
Total testing time 15,0 [min]

pressure [bar]	quantity [l]	time [min]	flow [l/min]	flow (Q) [l/(min*m*)]
4,0	120,0	30	40,0	8,0
6,0	152,0	30	50,7	10,1
8,0	210,0	30	70,0	14,0
6,0	149,0	30	49,7	9,9
4,0	128,0	30	42,7	8,5

Position of packer 46,0 [m]
End of bore hole 51,0 [m]
Length of stage 5,0 [m]
Total testing time 15,0 [min]

pressure [bar]	quantity [l]	time [min]	flow (Q) [l/min]	flow (Q) [l/(min*m*)]
4,0	0,0	30	0,0	0,0
6,0	1,0	30	0,3	0,1
8,0	0,0	30	0,0	0,0
6,0	0,0	30	0,0	0,0
4,0	0,0	30	0,0	0,0

Position of packer 51,0 [m]
End of bore hole 56,0 [m]
Length of stage 5,0 [m]
Total testing time 15,0 [min]

pressure [bar]	quantity [l]	time [min]	flow (Q) [l/min]	flow (Q) [l/(min*m*)]
4,0	214,0	30	71,3	14,3
6,0	280,0	30	93,3	18,7
8,0	360,0	30	120,0	24,0
6,0	292,0	30	97,3	19,5
4,0	240,0	30	80,0	16,0

Remarks:

GROUTING RESULT from 19.07.01

Drilling & Grouting

BORCKA DAM AND HYDROELECTRIC POWER PLANT

Address of site: STRABAG Borgka Site PK 18 TR 08400 Borgka/ Artvin
Tel. / Fax: 0466-41541-51/0466-4152134
Contact: Mr. Aberle

Site: Borgka
Contrat No: 06571
Date: 19.7.01

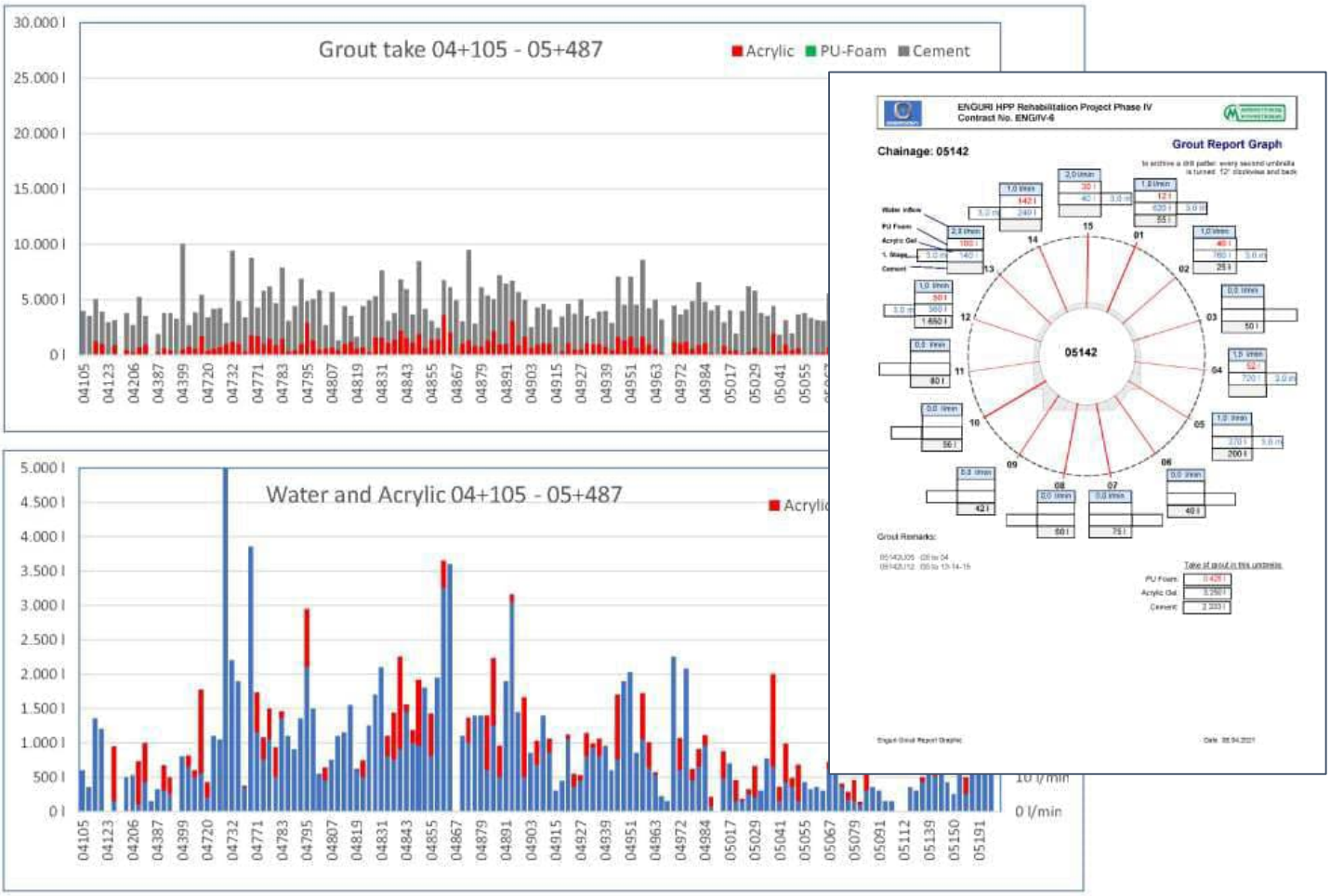
Number of stages: 15
End of bore holes: 71,0 [m]
Length of stage: 5,0 [m]
Total grouting time: 1764,0 [min]

location / bore hole no.: B L2 Gr 115 E
Quantity of Bentonit in %: 1,0
start of first stage: 16.07.2001
end of last stage: 19.07.2001

from [m]	to [m]	final press. [bar]	p.period [min]	volume w/c 3,0	volume w/c 2,0	volume w/c 1,0	volume w/c 0,8	cement [kg]	bentonit [kg]	time [min]
0,1	4,0	2,0	10,0	29,0				8,70	0,09	28
4,0	6,0	3,0	10,0			202,0		151,32	1,51	95
6,0	11,0	4,0	10,0	175,0				52,48	0,52	70
11,0	16,0	6,0	10,0	155,0				46,48	0,46	51
16,0	21,0	6,0	10,0	44,0				13,19	0,13	57
21,0	26,0	9,0	10,0	39,0				11,69	0,12	24
26,0	31,0	9,0	10,0	500,0	500,0	219,00		528,13	5,28	178
31,0	36,0	15,0	10,0	90,0				26,99	0,27	186
36,0	41,0	15,0	10,0	105,0				31,79	0,32	71
41,0	46,0	21,0	10,0	83,0				24,88	0,25	45
46,0	51,0	21,0	10,0	500,0	500,0	443,0		695,93	6,96	202
51,0	56,0	21,0	10,0	500,0	574,0			395,76	3,96	219
56,0	61,0	21,0	10,0	500,0	226,0			246,72	2,47	122
61,0	66,0	21,0	10,0	500,0	500,0	290,0		581,32	5,81	234
66,0	71,0	21,0	10,0	500,0	500,0	328,0		609,78	6,10	182
total				3721,0	2800,0	1482,0	0,0	3425,17	34,25	1764

remarks:

Datenbank Auswertung



ENGURI HPP Rehabilitation Project Phase IV
Contract No. ENGIV-6

Chainage: 05142

Grout Report Graph

05142

Grout Remarks:

Nachweis durch Schürf





Borcka dam, Türkei, 2001

Nachweis durch Kernbohrung



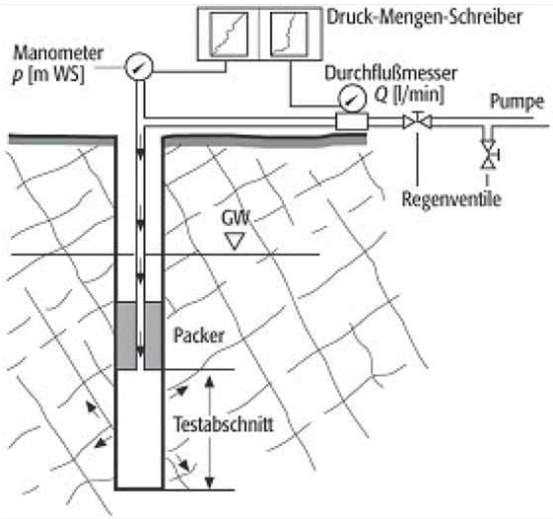
Wahnbachtalsperre, Untergrundabdichtung,
Ortstermin 13. 5. 2015

Rammsondierung



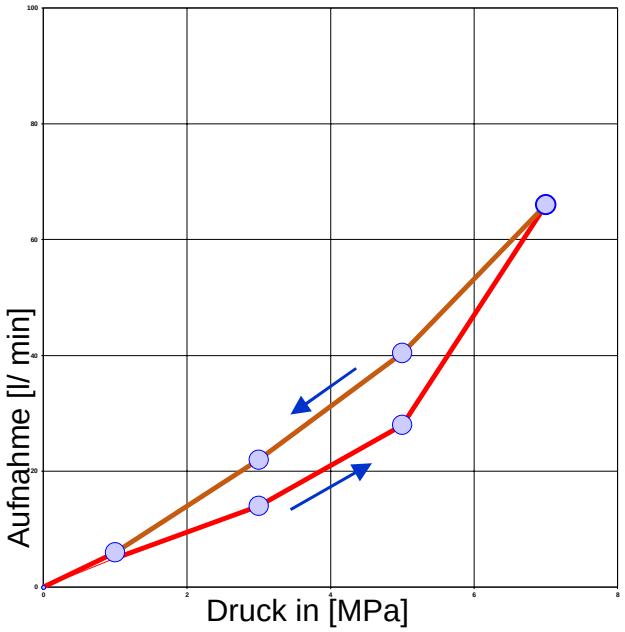


Lugeon/ WD- Test



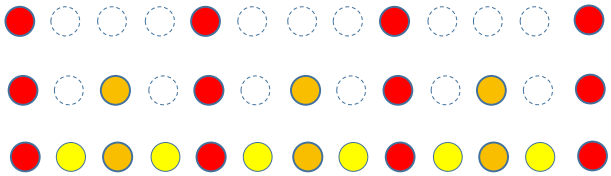


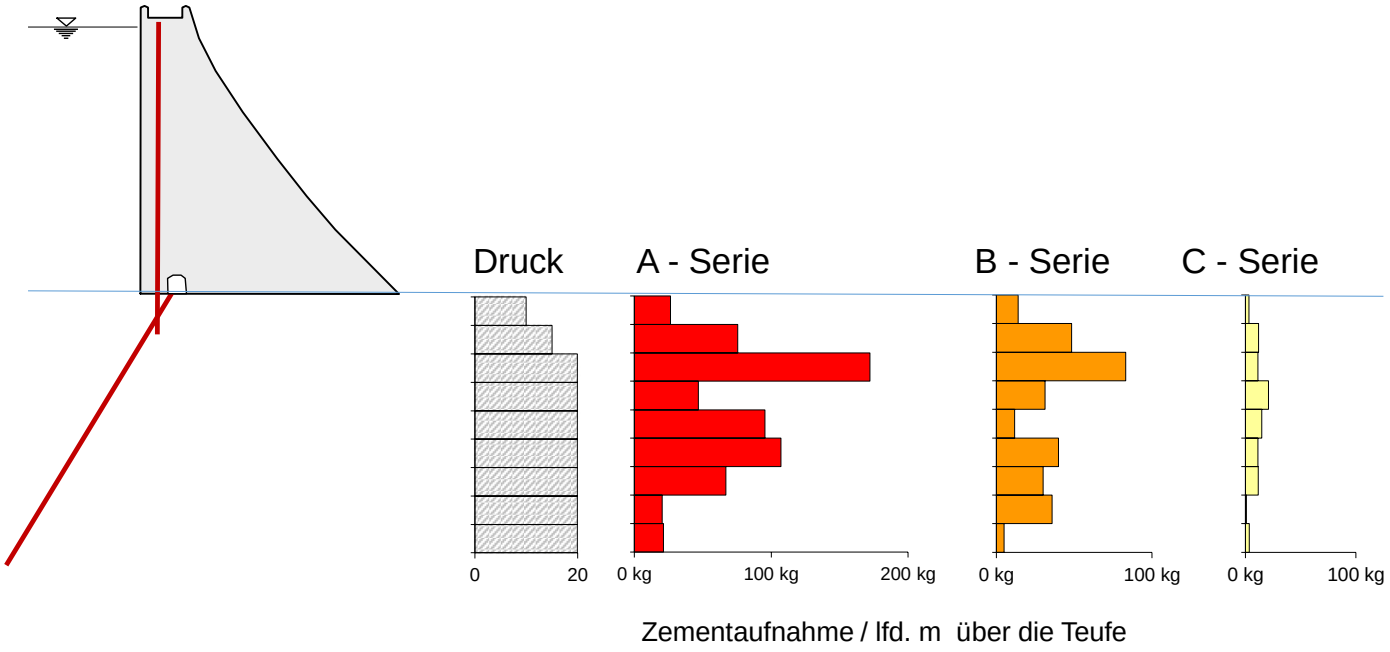
Ergebnis eines WD- Tests



Auswertung







Genehmigung, Umweltbelastung

Durch eine Injektion werden fremde Stoffe in den Baugrund und damit in die Natur eingebracht.
Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) § 9 (1) 4 - Benutzungen ist für das Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer eine behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung erforderlich ..., (§ 49): wenn sich das Einbringen nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken kann.



Heben

Verdichten des Baugrundes in zwei Injektionsebenen und Verbesserung der Bodenschichten unter Fundamenten und tragenden Bauteilen wie folgt ausführen:

- Einbau der Injektionslanzen alle 60 bis 80cm, bis in eine Tiefe von 2,50m unter Bohransatzpunkt
- Liefern und Verpressen der zur Baugrundverbesserung erforderlichen Materialien in **zwei** Injektionsebenen bis eine Anhebungsreaktion an dem vorhandenen Baukörper von ca. 1mm auftritt (gemessen mit einem Nivellierlasermessgerät), sowie allen Nebenarbeiten zum Umsetzen der Injektionspistole
- Entfernen des überschüssigen Injektionsmaterials
- Injektionsmaterial:
  Reaktionsharz, bestehend aus zwei Komponenten eines thermogehärteten expandierenden Kunststoffs, der innerhalb weniger Minuten ausgehärtet ist;
  Expansionsfaktor: mehr als das zehnfache der Volumengröße des Ausgangsmaterials;
  Gelierungszeit < 1 Minute; Dichte < 400 kg/m³;
  Druckfestigkeit mind. 40 kg/cm²
- Bodenart: gemäß Baugrundgutachten

Durch den Bieter anzugeben:



Bad Frankenhausen