

# Stabilisation im ländlichen Strassenbau Vorgehen und Erfahrungen aus Unternehmenssicht

Roland Müller  
Rotomag Sargans



# Inhalt

- Bautechnik
  - Technikeinsatz und –Möglichkeiten
  - Produkte oder Mischungen
  - Diskrepanz zwischen Labor und Praxis
  - Problem der Stichprobe bei Linienbaustellen
- Projektabwicklung
  - Abgekürztes Vorgehen für kleine Volumen
  - Ausschreibungen von Stabiarbeiten
- Grenzen des Einsatzes
- Beispiele

# Bautechnik

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Arbeitsgänge Maschineneinsatz



## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Aufbereitung/Vorbereitung



Grupper NS 25 7TP Anbaugerät

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Aufbereitung /Vorbereitung



# Bautechnik | Technikeinsatz und -Möglichkeiten

- Streuen



Streugerät MAN TGS 6\*6

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Mischen/Einarbeitung Bindemittel



Anbaufräse GM 250 an Traktor Fendt 930 Vario



## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Mischen Einarbeiten Bindemittel (Vorbereitung/Aufbereitung)



Kaltrecycler Wirtgen WR 2000

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Mischen /Nachbehandlung



Wassertank direkt oder indirekte Zugabe

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Planie Verdichtung



Grader F 106A

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Planie Verdichtung



Walzenzug BW 213DH BVC Variomatic



Pneuradwalze HD 150TT

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Schichtstärken Abhängigkeit Maschineneinsatz und Geologie
- Vorbereitung /Aufbereitung
  - mobiler Brecher -35 cm
  - Grupper -50 cm

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Streuen
- Bis 140 kg/m<sup>3</sup> fest pro Streuvorgang

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Schichtstärken Abhängigkeit Maschineneinsatz und Geologie
- Mischen/Einarbeitung Bindemittel
  - Kaltrecycler WR 2000 -50cm
  - Traktor mit Anbaufräse -50 cm

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Schichtstärken Abhängigkeit Maschineneinsatz und Geologie
- Mischen/Einarbeitung Bindemittel
- Verdichtung
  - Walzenzug 15 to - 60 cm
  - Walzenzug 8 to - 40 cm



## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Verarbeitungszeit zwischen Einarbeiten des Bindemittels und Verdichten des Mischgutes

Bindemittel	-	Zement CEM I	Mischbinde- mittel	Feinkalk CL90Q
Reaktionszeit	h	1	3 - 5	>6

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



Fundationsstabilisierung  
mit zusätzlichem Brechen  
der Verschleisschicht

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



Fundationsstabilisierung als Vorbereitung OB (3-Fach)

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



Fundationsstabilisierung als Vorbereitung Planie/Asphalt

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



Schüttungen Dämme/Aufschüttungen/Planum etc.

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



### Bodenverbesserungen (Kalk)

## Bautechnik | Technikeinsatz und –Möglichkeiten

- Ausgeführte Schichtkombinationen



Kaltemischverfahren als Vorbereitung Planie Asphalt

## Bautechnik | Bindemittel

- Bindemittel Auswahl
  - Ziel der Bodenbehandlung
  - Bodenklassifikation
  - Statische Anforderungen an das Bauwerk
  - Nachhaltigkeit der Bodenverfestigung od. Bodenverbesserung
- Mineralogische und bodenmechanische Untersuchung



## Bautechnik | Bindemittel

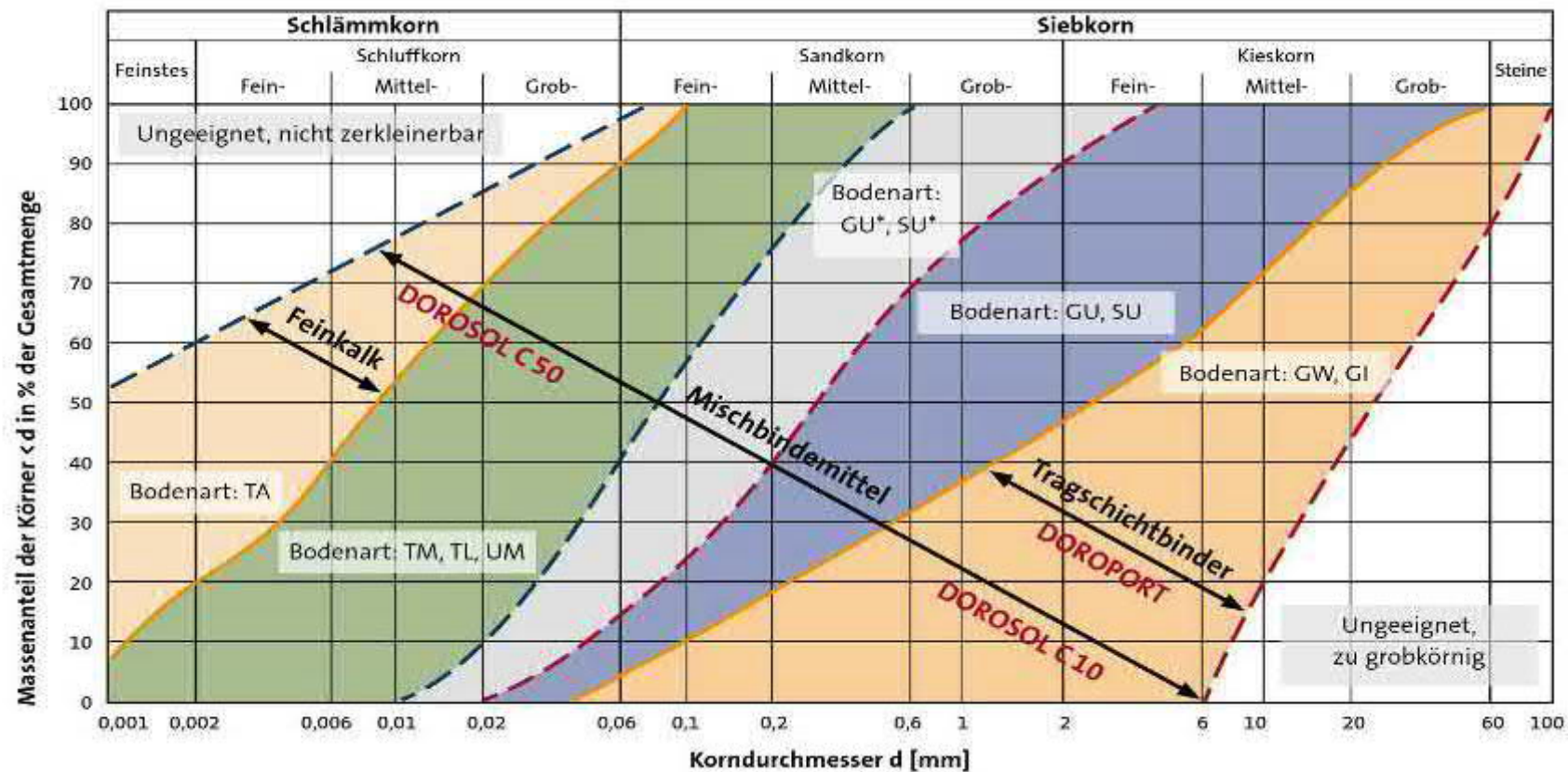
- Bindemittelarten
  - Zemente
  - Baukalke
  - Tragschichtbinder
  - Mischbindemittel (Kalk-Zement)

Können ohne weitere Vereinbarung eingesetzt werden wenn sie die der jeweiligen Norm entsprechen

## Bautechnik | Bindemittel

- Bindemittel mit besonderen Eigenschaften
- Staubarme Bindemittel

# Bautechnik | Bindemittel



# Bautechnik | Bindemittel

Tabelle: Bodenspezifische Erfahrungswerte für die Bindemittelmenge bei Bodenverfestigungen, Bodenverbesserungen und qualifizierten Bodenverbesserungen

		Bindemittelmenge in M.-%				
Bodengruppe		Feinkalk nach DIN EN 459-1	Kalkhydrat nach DIN EN 459-1	Zement nach DIN EN 197-1 DIN-1164-10	Hydraulischer Boden- u. Tragschichtbinder nach DIN 18506	Mischbindemittel
Bodenverfestigung	Grobkörnige Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI)	–	–	3-7	3-7	3-7
	Gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*)	4-6*	4-8*	4-12	4-12	4-12
	Feinkörnige Böden (UL, TL, UM, UA, TM, TA)	4-6	4-8	7-16	7-16	4-16
	Künstliche Gesteinskörnungen	–	–	5-12	5-12	5-12
	RC-Baustoffe	–	–	4-10	4-10	4-10
Bodenverbesserung**	Grobkörnige Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI)	–	–	3-6	3-6	3-6
	Gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*)	2 (3)-4	2 (3)-5	3-6	3-6	2 (3)-6
	Feinkörnige Böden (UL, TL, UM, UA, TM, TA)	2 (3)-4	2 (3)-5	3-6	3-6	2 (3)-6

\* Nur bei genügend großen Anteilen reaktionsfähiger Stoffe im Boden

\*\* Die eingeklammerten Werte beziehen sich auf die qualifizierte Bodenverbesserung

Spannweite  
Dossierungen

## Bautechnik | Bindemittel

- Optimaler Wirkungsbereich bei Mischbindemittel bei gemischtkörnigen und leicht-bis mittelplastischen Böden
- In einen Arbeitsgang wird eine Reduzierung des natürlichen Wassergehaltes (Kalkanteil) und eine Steigerung der Tragfähigkeit erreicht (Zement)

# Bautechnik | Diskrepanz zwischen Labor und Praxis

- Eignungsprüfung, Probefläche, Ausschreibung

Bindemittel		Dorosol C30								
FELD										
Minimalanforderung nach SN 640 496-NA				Projektbezogene Anforderung						
Druckfestigkeit (7 Tage) nach Norm		[N/mm <sup>2</sup> ]	2.0	Druckfestigkeit		[N/mm <sup>2</sup> ]	2.0			
<b>Ausführung im Feld</b>										
min. Dosierung Bindemittel im Feld		[kg/m <sup>3</sup> ]	<b>668.5</b>	R <sub>d,opt</sub> Feld		[Mg/m <sup>3</sup> ]	<b>1.848</b>			
min. Dosierung Bindemittel im Feld		[M-%]	<b>66.0</b>	w <sub>opt</sub> Feld		[M-%]	<b>14.6</b>			
Bemerkung										
			P-30%	P-20%	P-10%	P	P+10%	P+20%	P+30%	
Überkomanteil		[M-%]	-21.0	-11.0	-1.0	<b>9.0</b>	19.0	29.0	39.0	
opt. Feinbauwassergeh. w <sub>opt</sub> Feld		[M-%]	18.7	17.3	16.0	<b>14.6</b>	13.2	11.8	10.4	
Trockenrohdichte R <sub>d,opt</sub> Feld		[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.659	1.722	1.785	<b>1.848</b>	1.911	1.974	2.037	
Sättigungsgrad S <sub>r</sub> Feld		[%]	81.0	83.0	84.7	<b>86.0</b>	87.0	87.6	87.5	
w <sub>s</sub> (= w <sub>opt</sub> max)		[M-%]	19.6	17.7	16.0	<b>14.4</b>	12.9	11.4	10.1	
min. Dosierung Bindemittel im Feld		[kg/m <sup>3</sup> ]	798.1	759.9	716.7	<b>668.5</b>	615.3	557.1	493.9	
Bindemittel pro Fläche		[kg/m <sup>2</sup> ]	0	P-20%	P-10%	P	P+10%	P+20%	P+30%	
Tiefe Stabilisierung		[cm]	10	79.8	76.0	71.7	<b>66.9</b>	61.5	55.7	49.4
			20	159.6	152.0	143.3	<b>133.7</b>	123.1	111.4	98.8
			30	239.4	228.0	215.0	<b>200.6</b>	184.6	167.1	148.2
			40	319.2	304.0	286.7	<b>267.4</b>	246.1	222.9	197.6
			50	399.0	379.9	358.4	<b>334.3</b>	307.7	278.6	247.0
			60	478.8	455.9	430.0	<b>401.1</b>	369.2	334.3	296.4

## Bautechnik | Diskrepanz zwischen Labor und Praxis

- Probeflächen mit verschiedenen Dossierungen
  - ME-Messungen nach 3 Tagen 7 Tagen
- Probeflächen mit verschiedenen Bindemitteltypen und Dossierungen
  - ME Messungen nach 3 Tagen 7 Tagen

## Bautechnik | Problem der Stichprobe bei Linienbaustellen

- Strassengeschichte, Geologie
  - Sanierungen
  - Auf-/Abtragsbereich
  - Unterschiedliche Oberbauschichten
  - Schadensbilder

Dementsprechend die Probennahmen planen (Menge etc)



# Projektentwicklung

## Projektentwicklung | Abgekürztes Vorgehen für kleine Volumina

- Probeentnahme
- Kurzeignungsprüfung (Siebkurve/Bindemittelgehalt)
- Ausarbeitung Projekt (Schichtstärken/Aufbau etc)
- Ausschreibung

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Linienbaustellen (Strassen/Wege)

100	Bodenstabilisierung im Ortmischverfahren (mix-in-place)				
	Betreffend Vergütungsregelungen, Ausmassbestimmungen und Begriffsdefinitionen gelten die Bedingungen in Pos. 000.200.				
110	Baustelleneinrichtung				
111	Allgemeine Baustelleneinrichtung.				
.002	Zusätzliches Inventar zur Installation im Kap. 113 für die Stabilisierungsarbeiten. LE = gl.	1	LE	.....	.....
120	Vorarbeiten				
121	Erd- oder Kiesmaterial auflockern, nach Anordnung Bauleitung.				
.100	Auflockern.				
.101	t m 0,40 für sämtliche Breiten.	10'500	m2	.....	.....
.200	Mehrleistung für das Aufreis-				

Zwischentotal NPK 173 D/11 (V'17) Baugrundverbesserungen	.....
--	-------

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Linienbaustellen (Strassen/Wege)

.201	t m 0,40.	6'000	m2	.....	.....
.301	Brechen des aufgelockerten Materials mit mobilem Brecher. LE = m2. t = m 0,40; b = sämtliche; Grösstkorn mm 100. Inkl. Rohplanie erstellen.	10'500	LE	.....	.....
122	Steine entfernen.				
.100	Auflad der Steine auf Transportmittel.				
.102	Ausmass: Volumen lose, Steindurchmesser über mm 200.	50	m3	.....	.....
.200	Transport inner- und ausserhalb der Baustelle. Inkl. Ablad.				
.210	In Lager Unternehmer oder Bauherr. Ausmass: Volumen lose.				
.211	Standort Lager Unternehmer: .....	63	m3	.....	.....

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Linienbaustellen (Strassen/Wege)

	.300	Gebühren für Lagerung oder Abgabe von Material, inkl. Bearbeitung Material in Lager.				
	.310	In Lager Unternehmer.				
	.311	Steine Zu Pos. 122.211.	63	m3	.....	.....
R	129	Wassergabe vor der Stabilisierung.				
	.001	Wassergabe bis W.opt. gemäss Angaben Labor und vorgängiger Tarierung vor Zement-Vorlage.	10'500	m2	.....	.....

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Linienbaustellen (Strassen/Wege)

130	Stabilisierungsarbeiten				
<hr/>					
131	Bindemittel liefern				
.100	Ausmass: effektiver Verbrauch				
.110	Zement				
.113	Hydraulischer Tragschichtbinder HRB 32.5 oder gleichwertiges. Dosierung kg/m <sup>3</sup> 100.	420	t	.....	.....
132	Bindemittel verteilen und in den Boden einarbeiten; Material verdichten und Ober- fläche planieren. Bindemittel- dosierung aufgrund von Labor- resultaten.				
.301	Bindemittelart: Hydraulischer Tragschichtbinder oder gleichwertiges. Bearbeitungstiefe m 0,40. Inkl. Rohplanie und Verdichtung.	10'500	m <sup>2</sup>	.....	.....

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Linienbaustellen (Strassen/Wege)

R	139	Nebenarbeiten.				
R	.900	Mehraufwand bei Stabilisierungsarbeiten längs Mauern, Randsteinen und Fahrbahnabschlüssen u dgl. sowie Wasserableitungen und Schächten.				
	.901	Bei Mauern, Ribbertverbau, BaFix, Einlaufsicherungen u.a. Aushub Kiessandmaterial, Breite cm 50, Tiefe cm 40, mit Verlagerung des Materials gegen Strassenmitte und Wiedereinbringen nach Durchmischung mit Zement.	2'500	m	.....	.....
	.902	Best. und neu erstellte Schächte.	30	St	.....	.....
	.904	Anpressen der freien talseitigen Ränder der Stabilisierung, maschinell.	4'000	m	.....	.....

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Baugrundverbesserungen (Planum/Dämme etc)

211 D/11		Baugruben und Erdbau (V*17)					
800	Stabilisierung von Untergrund und Unterbau						
	Betreffend Vergütungsregelungen, Ausmassbestimmungen und Begriffsdefinitionen gelten die Bedingungen in Pos. 000,200.						
810	Stabilisierung im Ortmschverfahren						
811	Steine herauslesen, soweit für das Mischgerät erforderlich. Inkl. Auflad der Steine auf Transportmittel.						
.001	Ausmass: Steinvolumen lose.	ZA	A	230.00	m3		



# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Baugrundverbesserungen (Planum/Dämme etc)

812	Bindemittel zur Verwendungs- stelle liefern, inkl. allfälliges Zwischenlagern oder Umschlag.					
.400	Zement CEM					
.403	Lieferart nach Vorschlag Unternehmer Zu Pos. 814.003					
	ZA	A	1'020.00	t	.....	.....
.404	Lieferart nach Vorschlag Unternehmer Zu Pos. 814.004					
	ZA	A	220.00	t	.....	.....

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Baugrundverbesserungen (Planum/Dämme etc)

814	Stabilisierung im Abtragsbereich, als Mehrleistung zu den Schüttpositionen. Bindemittel verteilen, mit Bodenmischgerät durchmischen, bis Farbton und Struktur des Gemischs einheitlich sind. Ausmass: Volumen der fest eingebauten Schicht. Bindemittellieferung in Pos. 812.					
.003	Schichtdicke m bis 0,40. Zusammensetzung zu stabilisierende Schicht: Unterboden gem. Normal 1.10 Bindemitteldosierung kg/m3 ca. 100	ZA	A	10'200.00	m3	
.004	Schichtdicke m bis 0,20. Zusammensetzung zu stabilisierende Schicht: Schwemmlagerungen und Thurtalschotter gem. geologischem Bericht, gem. Normal 1.12 Bindemitteldosierung kg/m3 ca. 100	ZA	A	2'200.00	m3	

# Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Baugrundverbesserungen (Planum/Dämme etc)

815	Planum auf stabilisierter Schicht erstellen. Leistungen aus Pos. 381 und 815 bzw. 621 werden nicht kumuliert.					
.003	ME>=MN/m2 15 Zu. Pos. 814.003					
	ZA	A	25'400.00	m2	.....	.....
.004	ME>=MN/m2 15 Zu. Pos. 814.004					
	ZA	A	10'600.00	m2	.....	.....

## Projektentwicklung | Ausschreibungen von Stabiarbeiten

- Stabi als Variante
  - Materialaustausch
  - Erhöhung Tragfähigkeit (Nutzung)
  - Abfahren Deponiegebühren
  - Ausbauasphalt

# Grenzen des Einsatzes

Grenzen des Einsatzes | **geotechnisch**

Organische Böden

Gewässerschutz zonen

Hangbewegungen

## Grenzen des Einsatzes | bautechnisch

- minimale Breite 2.50m<sup>1</sup>
- Neigung 15%
- Schächte Leitungen
- Berandungen

# Beispiele



## Beispiele | Beispiel 1

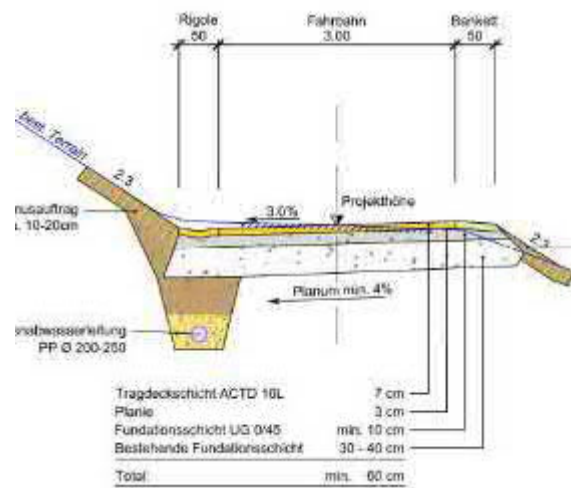
- Sanierung Rivaboard Grösch

# Sanierung Rivabord

**Bauprojekt**  
Normalprofile 1:50



Gemeinde Grösch, Kanton Graubünden



Länge: 500m1

Varinate:

Vorprofilieren mit 2 KI Kies 0-80

Granulieren des bestehenden  
Strassenkörpers

Zementstabilisierung

Vorteil:

Homogener Strassenkörper

Mengenrisiko

Einsparung 10%

## Beispiele | Beispiel 2

- Sanierung Scadonsstrasse Bad Ragaz



Ausschreibung Fundationsschicht Ersatz

Variante:

Kaltmischverfahren Stärke 35 cm

Vorteile:

Schonung der Ressourcen

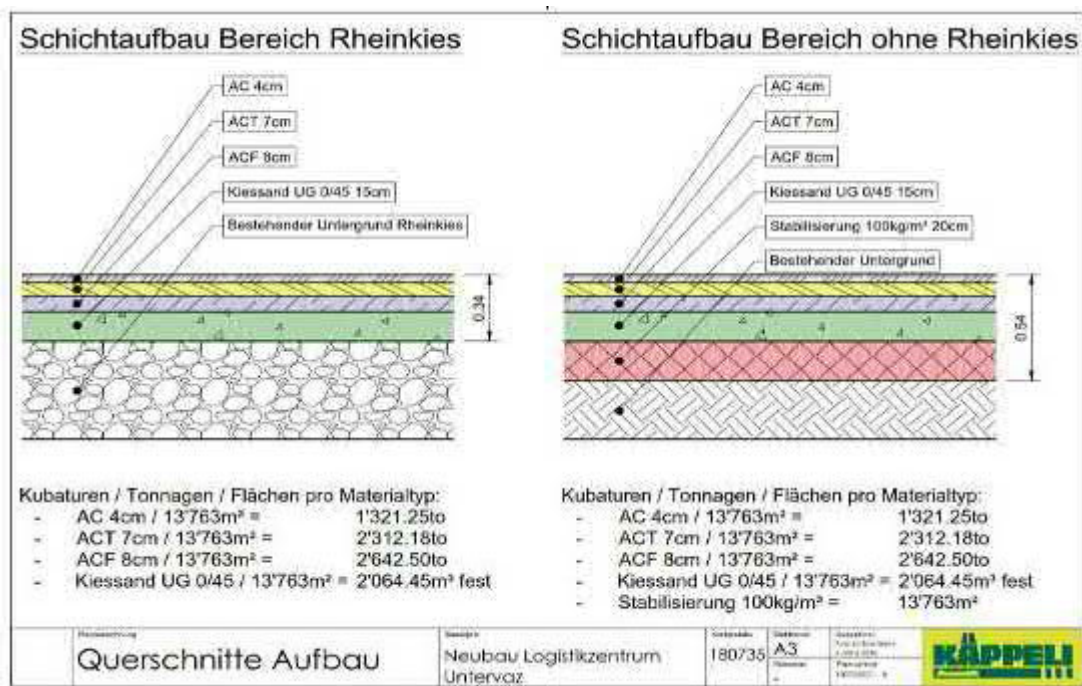
Einbindung Ausbauasphalt

Schnelle Bauzeit

Einsparung 15 %

# Beispiele | Beispiel 3

## ■ Logistigcenter Post Untervaz



### Nachweis Frostdimensionierung

Zur Berechnung der Frostsicherheit bzw. -dimensionierung sind folgende Parameter notwendig:

- Oberbaudicke
- Frostdimensionierungsfaktor
- Mittlere Frosteindringtiefe

Zudem wird die Frostepfindlichkeit der Böden abgeschätzt (Norm SN 640 140b, Tabelle 1, Einteilung der Böden in Frostepfindlichkeitsklassen).

In unserem vorliegenden Fall wäre das Klasse GI-G2 (GI = vernachlässigbar/G2 = leicht). Durch die Stabilisierung des Untergrundes (keine organischen Böden vorhanden) wird die Frostepfindlichkeit verbessert (Norm SN 670 140b), so dass damit ebenfalls von der Klasse GI-G2 ausgegangen werden kann.

Der Frostdimensionierungsfaktor (gemäss Norm SN 640 324) wäre damit ermittelt bzw. dass keine Frostdimensionierung erforderlich ist, wäre damit erwiesen.

DANKE!

Roland Müller  
Rotomag Sargans

## Kurz-CV

Roland Müller  
Geschäftsführer Rotomag seit 2010