

Ankerstrümpfe im forstlichen Verbau aus Sicht der Subventionsbehörde

Gian Cla Feuerstein

Schutzbautenspezialist AWN Region 5

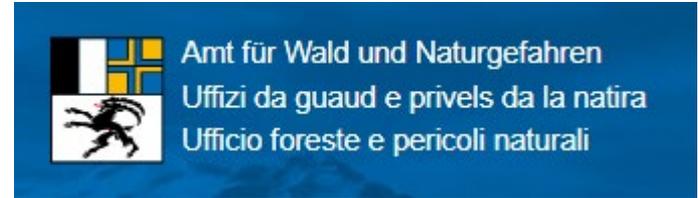
Fachtagung vom 17.11.2022



Amt für Wald und Naturgefahren
Uffizi da guaud e privels da la natira
Ufficio foreste e pericoli naturali

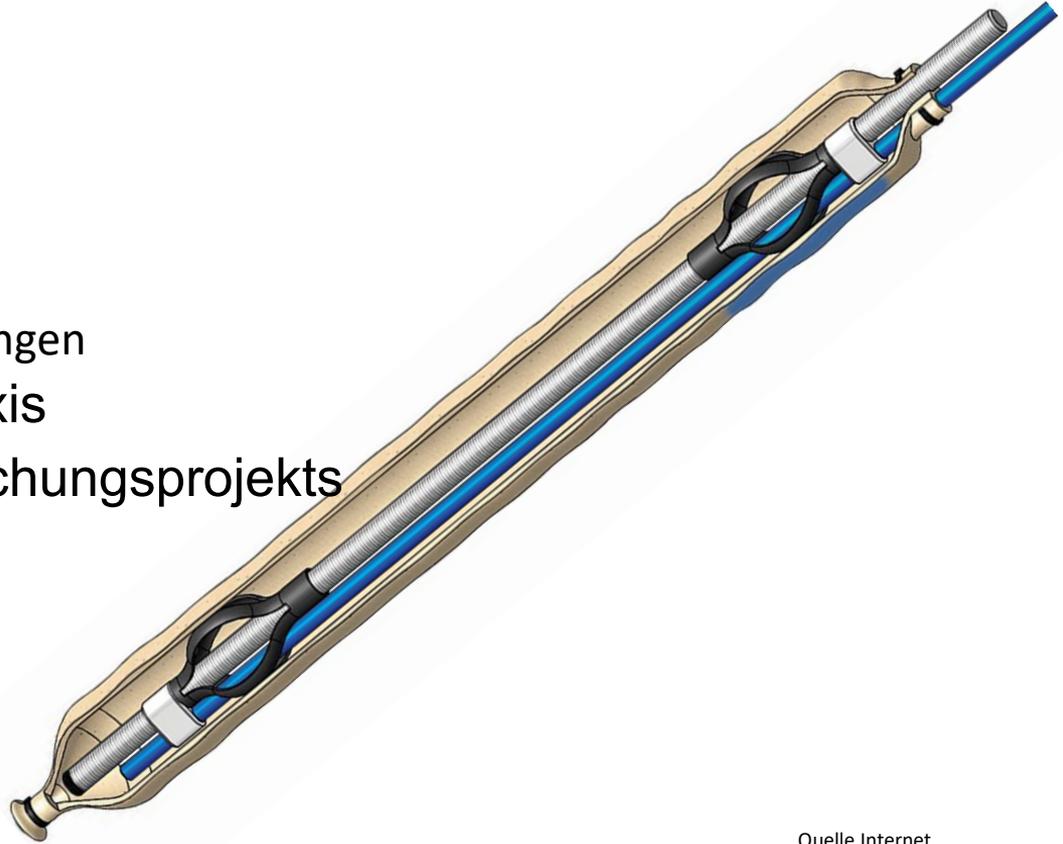
Referent: Gian Cla Feuerstein

- Dipl. Forsting. ETH/SIA (1997)
- Schutzbautenspezialist Region Südbünden beim AWN seit 2002
- Regionalleiter Region Südbünden seit 2006
- Arbeitsort AWN, Regionalzentrum Zuoz



Inhalt

- Ausgangslage:
das AWN
Schutzbauten mit Verankerungen
- Probleme aus Sicht der Praxis
- Zur Notwendigkeit des Forschungsprojekts



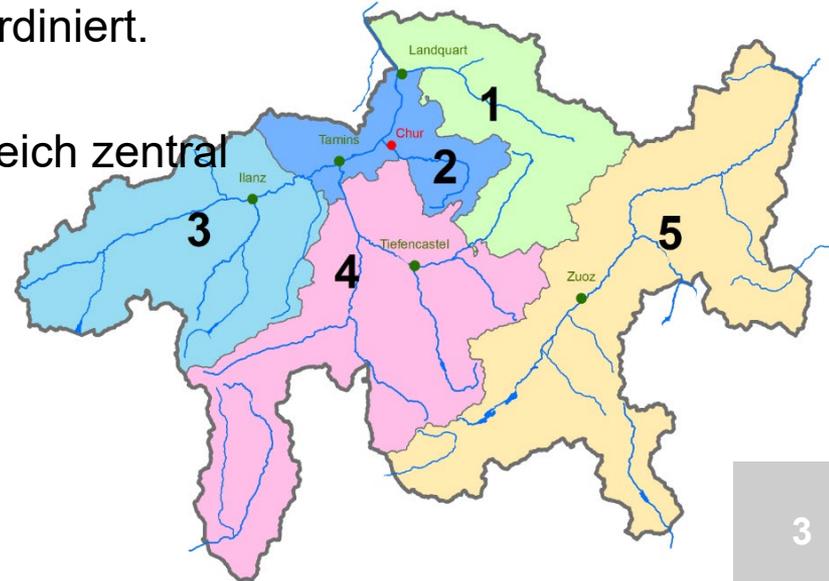
Quelle Internet

 DESOI GmbH
DESOI Ankerstrumpf Ø 25 mm (40 mm breit) | www.desoi.de



Das Amt für Wald und Naturgefahren GR ...

- konzipiert, realisiert u. subventioniert Schutzbauten gegen Naturgefahren.
- Kanton ist in 5 Regionen eingeteilt, wobei je ein Schutzbautenspezialist für die Realisierung der Schutzbauten zuständig ist. Die 5 Spezialisten werden von einer Produkteverantwortlichen in Chur koordiniert.
- Ankerfundationen sind im Schutzbautenbereich zentral

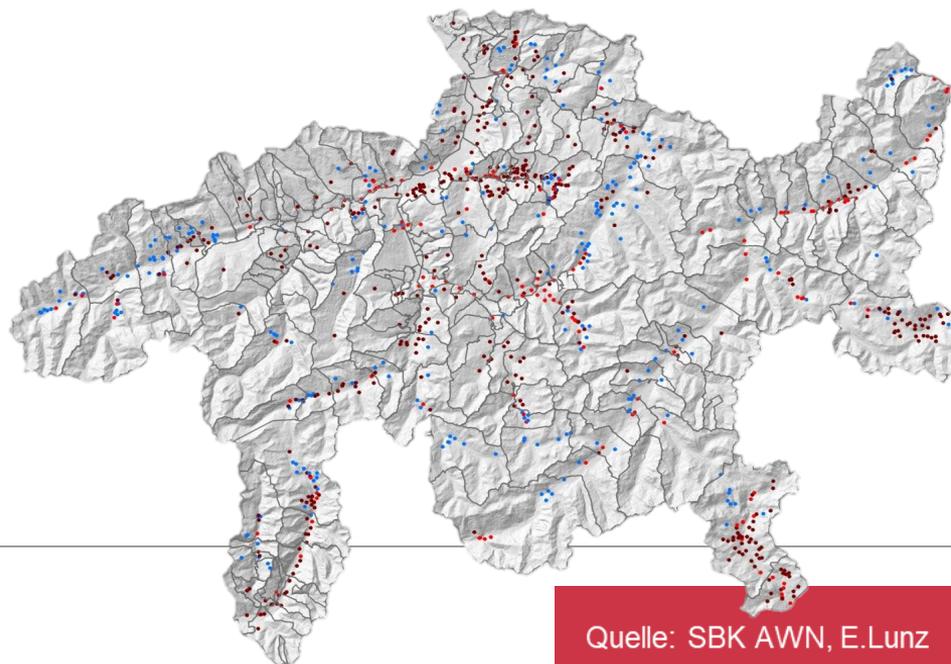


Schutzbauten in Graubünden

Werkarten	Gesamtlänge in km
Holzschneebrücken und -rechen	54
Stahlverbauungen	156
Betonverbauungen	18
Trockenmauern, Mauern	48
Schneenetze	9
Lawinendämme	12
Verwehungsverbau, Schneezäune	7
Total Lawinerverbau	304

Werkarten	Gesamtlänge in km
Wildbachsperrn, -schwellen	91
Holzkasten	25
Seitlicher Erosionsschutz	86
Entwässerungen	215
Murgangnetze	0.2
Total Hang-/Bachverbau	416

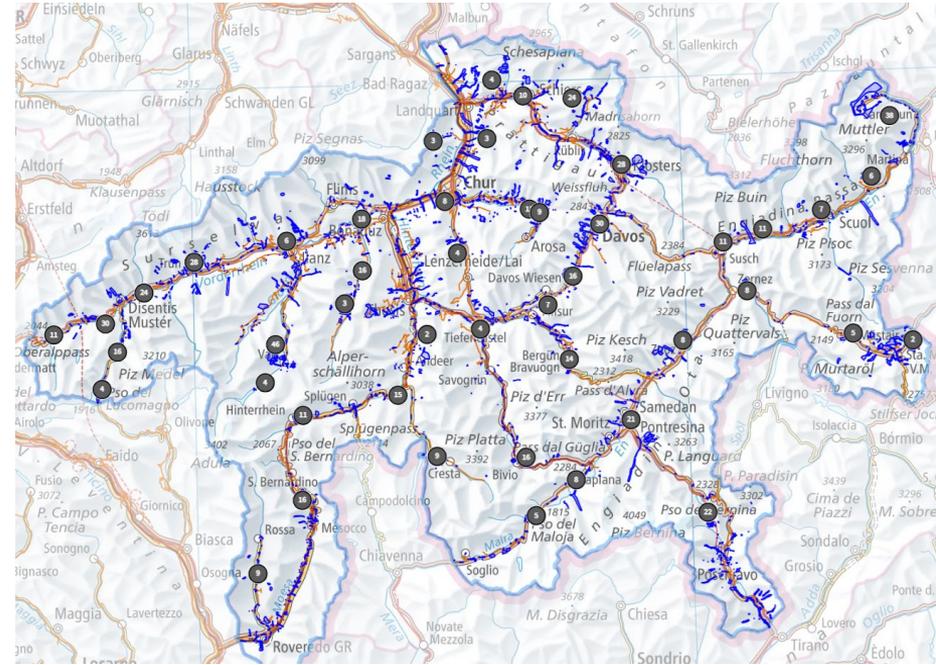
Werkarten	Gesamtlänge in km
Steinschlagnetze	31
Palisaden	14
Auffangdämme	17
Total Steinschlagverbau	62



Auszug SBK 2.0

- **616** LV-Verbauungsgebiete in GR
- **445** SSV-Verbauungsgebiete in GR

Die meisten Werke davon mit
Ankerfundation



Lawinenverbauung Schafberg



Werktyp	Gesamtlänge
VOBAG Typ B	1'479m
Dämme	588m
Stahlwerk Typ BEDO	21m
Stahlwerk BIS VAM Typ VA-BT	435m
Stahlwerk FATZER Typ Mair	490m
Stahlwerk VOEST-ALPINE Typ Fromm FS	997m
Stahlwerk VOEST-ALPINE Typ VA-BT	799m
Stahlwerk Züllig Typ SA	434m
Schneenetze Geobrugge Typ GL	750m
Trockenmauer	11'068m
Total Bauwerkslänge am Schafberg	≈ 17'500m



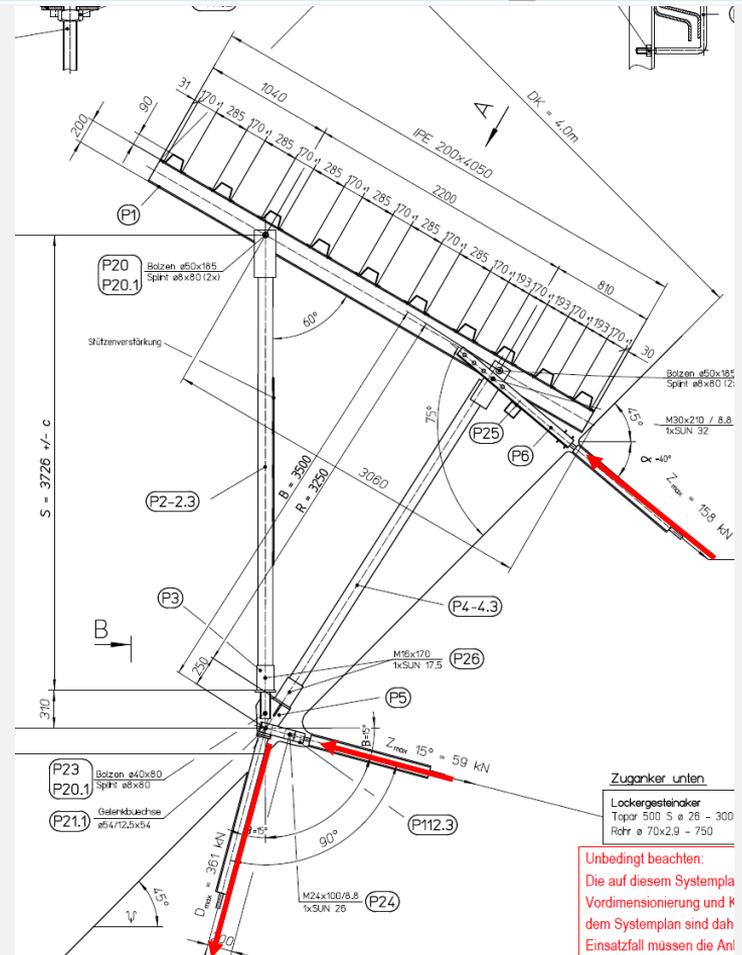
Simple Hochrechnung

Total 155km LV-Stahlwerke in GR

(mit Ankerfundation)

- Alle ca. 3m Foundation notwendig
- 50'000 Foundationen
- À 5m Zuganker oben
- À 2m Zuganker unten
- À 5m Mikropfahl

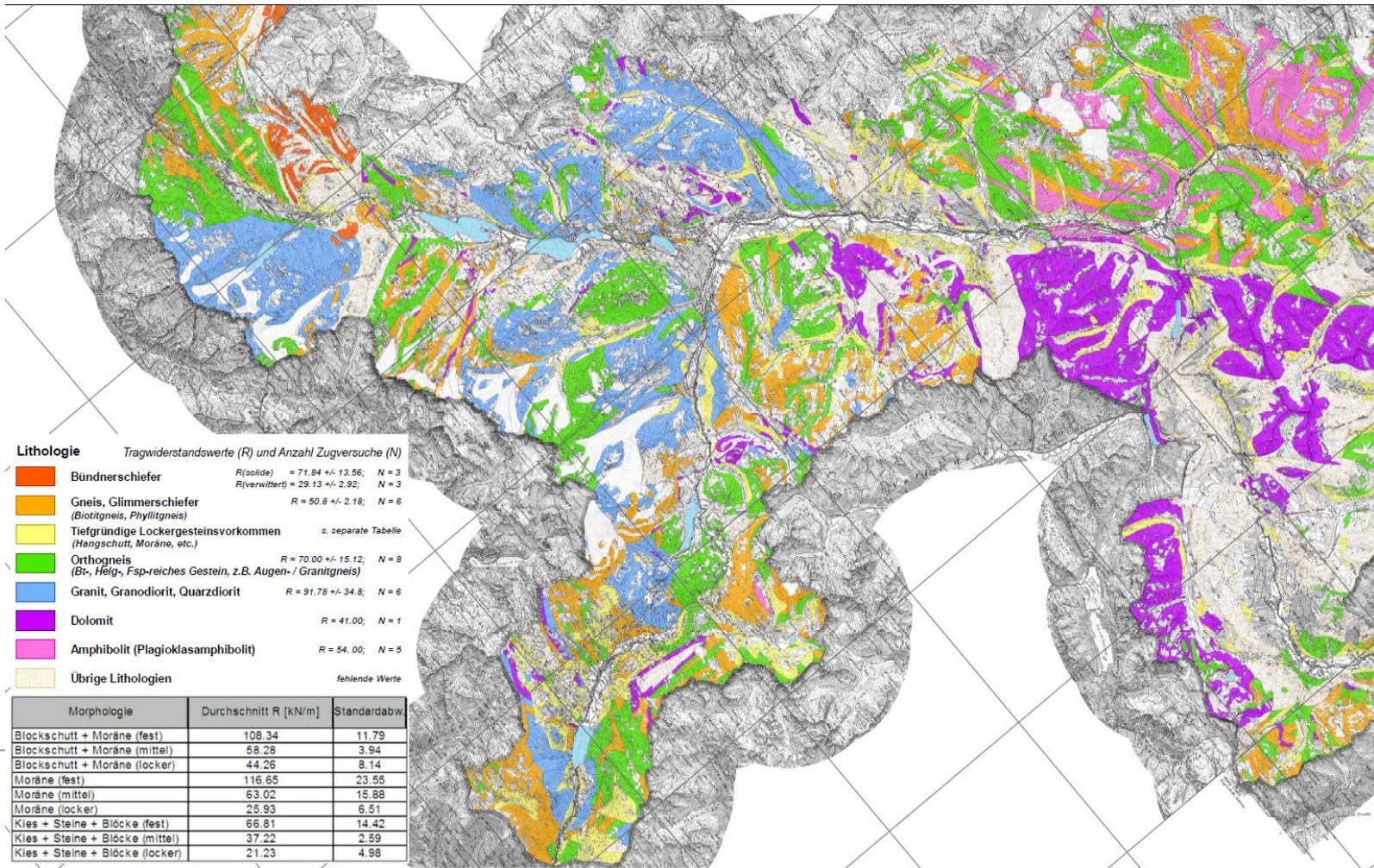
Total ca. 620km Verankerungen nur schon im Lawinenstahlverbau!



Probleme aus Sicht der Praxis im Zusammenhang mit Ankerstrümpfen

1. Tendenziell unberechenbares Tragverhalten der Anker (Inhomogenität der Böden)
2. Einsatz verschiedener Strümpfe/Produkte u. jeder davon ist "eine geheime, heilige Kuh" des Unternehmers
3. Schwierige, unüberschaubare Anwendung in der Praxis, keine fachlichen Grundlagen vorhanden



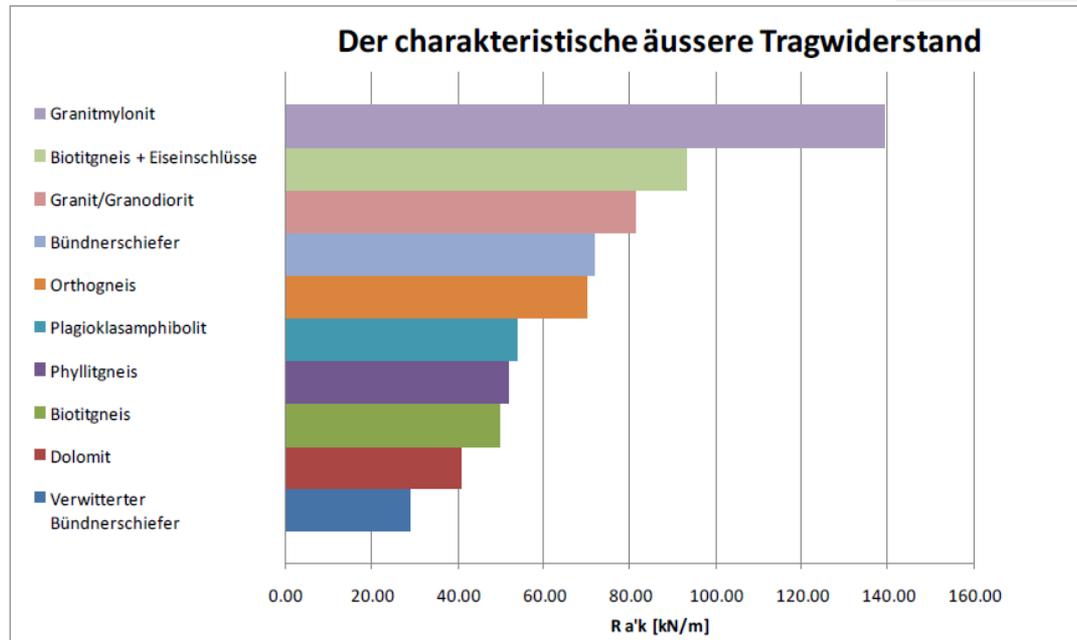


Lithologie Tragwiderstandswerte (R) und Anzahl Zugversuche (N)

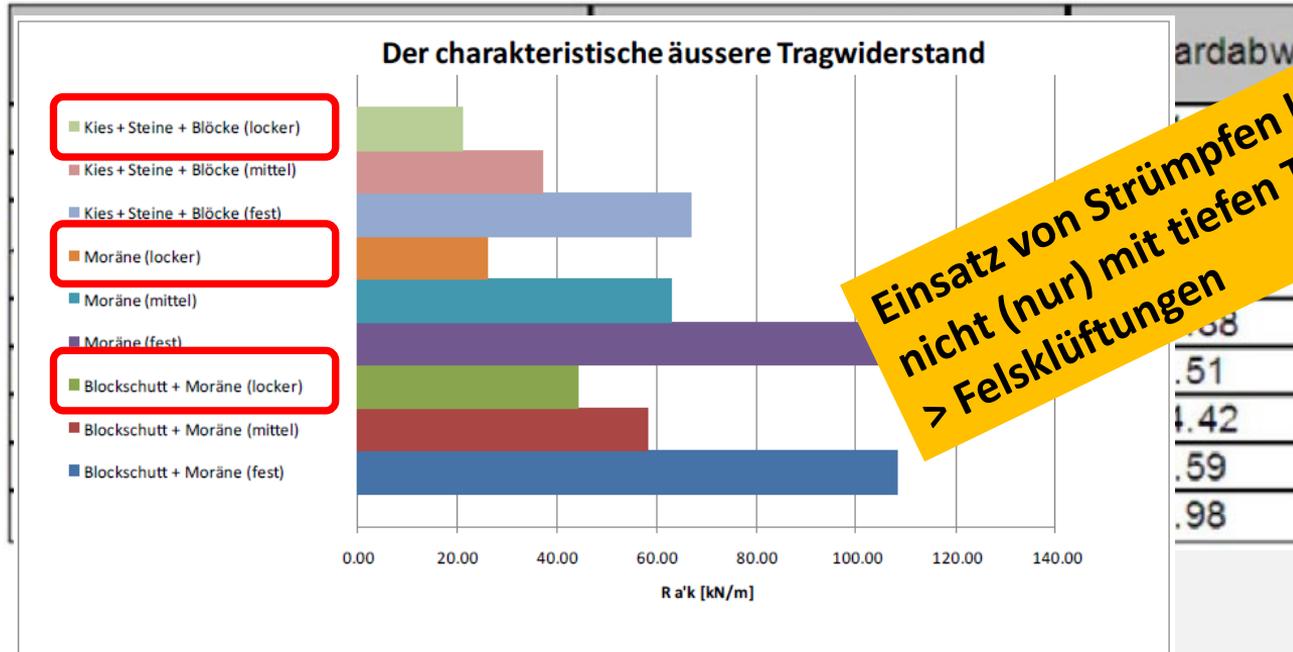
- Bündnerschiefer $R(\text{solide}) = 71.84 \pm 13.56; N = 3$
 $R(\text{verwittert}) = 29.13 \pm 2.92; N = 3$
- Gneis, Glimmerschiefer (Biotitgneis, Phyllitgneis) $R = 50.8 \pm 2.18; N = 6$
- Tiefgründige Lockergesteinsvorkommen (Hangschutt, Moräne, etc.) *s. separate Tabelle*
- Orthogneis (Br., Hölz-, Fsp-reiches Gestein, z.B. Augen- / Granitgneis) $R = 70.00 \pm 15.12; N = 8$
- Granit, Granodiorit, Quarzdiorit $R = 91.78 \pm 34.8; N = 6$
- Dolomit $R = 41.00; N = 1$
- Amphibolit (Plagioklasamphibolit) $R = 54.00; N = 5$
- Übrige Lithologien *fehlende Werte*

Morphologie	Durchschnitt R [kN/m]	Standardabw
Blockschutt + Moräne (fest)	108.34	11.79
Blockschutt + Moräne (mittel)	58.28	3.94
Blockschutt + Moräne (locker)	44.26	8.14
Moräne (fest)	116.65	23.55
Moräne (mittel)	63.02	15.88
Moräne (locker)	25.93	6.51
Kies + Steine + Blöcke (fest)	66.81	14.42
Kies + Steine + Blöcke (mittel)	37.22	2.59
Kies + Steine + Blöcke (locker)	21.23	4.98

Einfluss der Geologie auf den Tragwiderstand



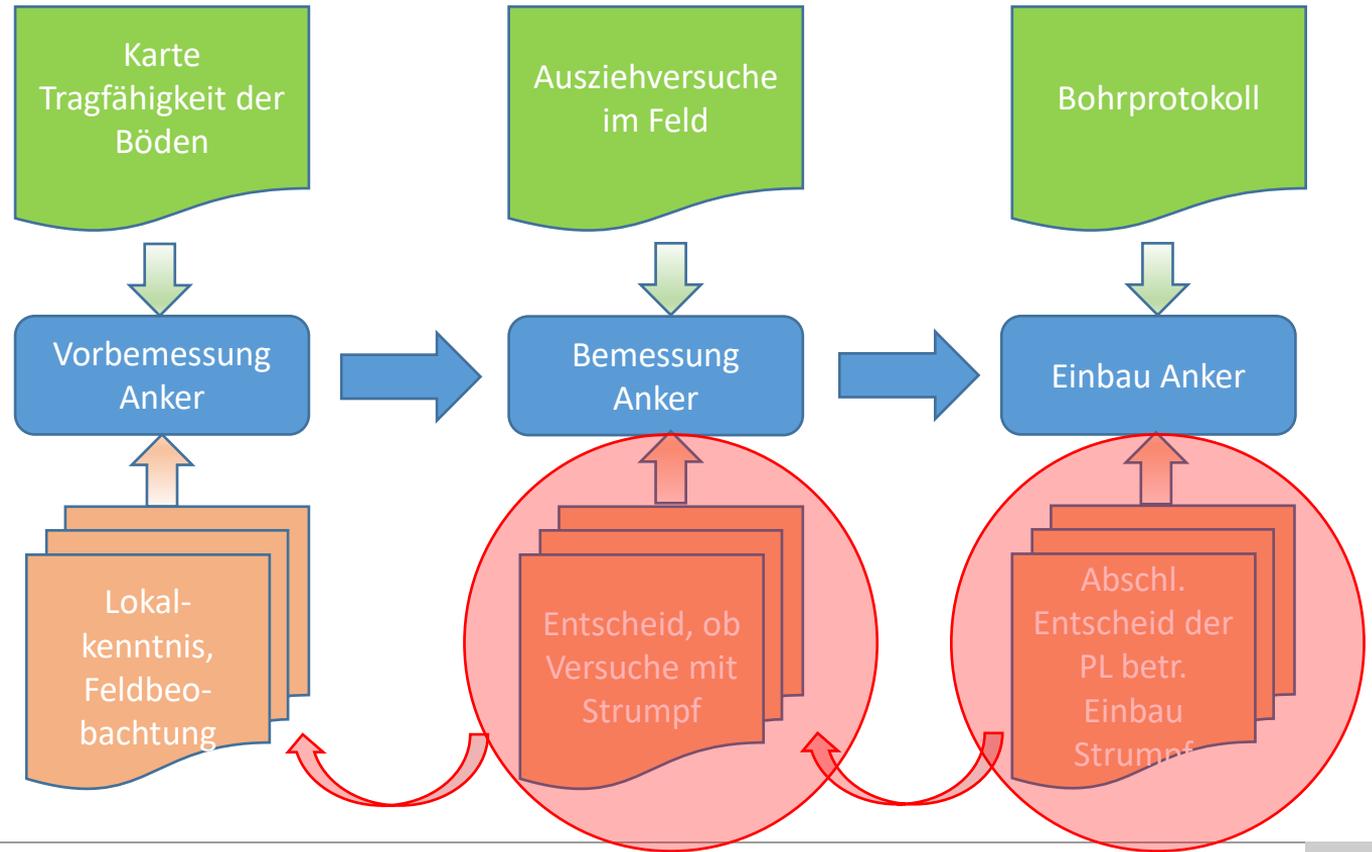
Einfluss der Morphologie auf den Tragwiderstand



Einsatz von Strümpfen korreliert aber nicht (nur) mit tiefen Tragwiderständen > Felsklüftungen

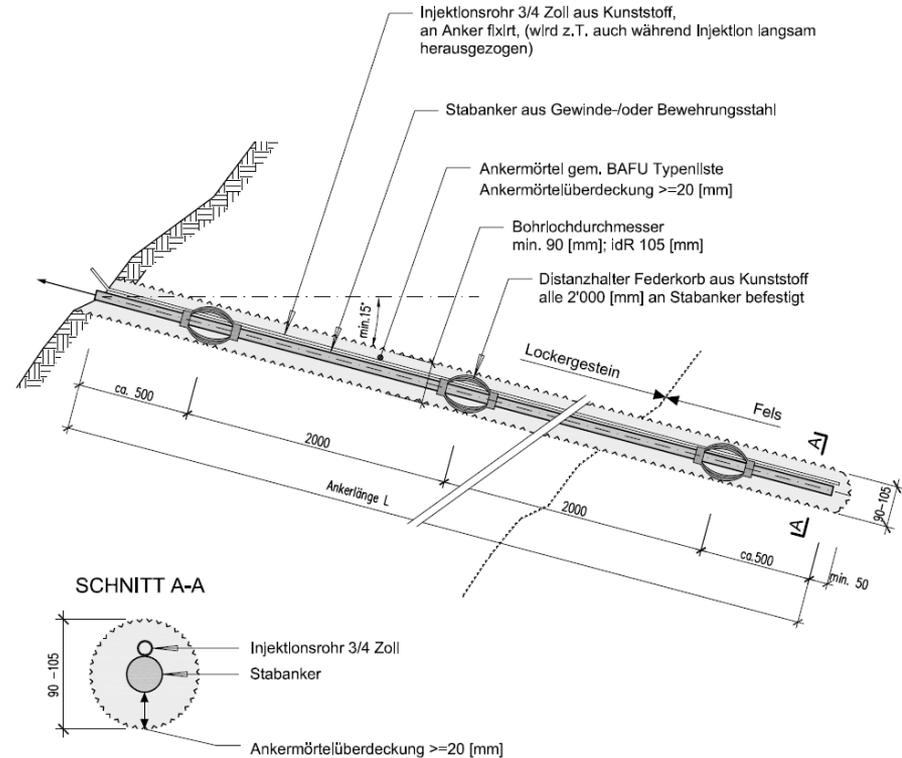


Ablauf von der Vorbemessung bis zum Einbau des Ankers



Fundationsnormalie AWN

Lockergestein, unverrohrt >
Keine Angaben zu Ankerstrümpfe

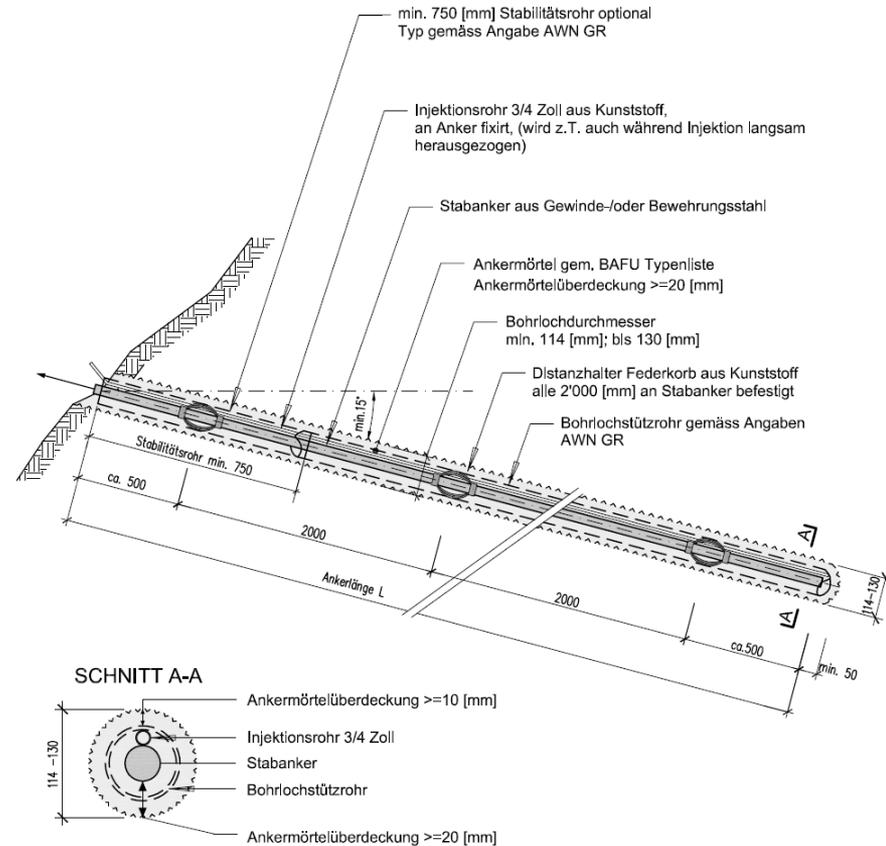


Fundationsnormalie AWN

Lockergestein, verrohrt >

Keine Angaben zu Ankerstrümpfe

Dito für Felsanker u. Spiralseilanker



Relevanz des Problems

Bohrlaufmeter in der Region
Südbünden pro Bauperiode zwischen
4'000 u. 5'000m'

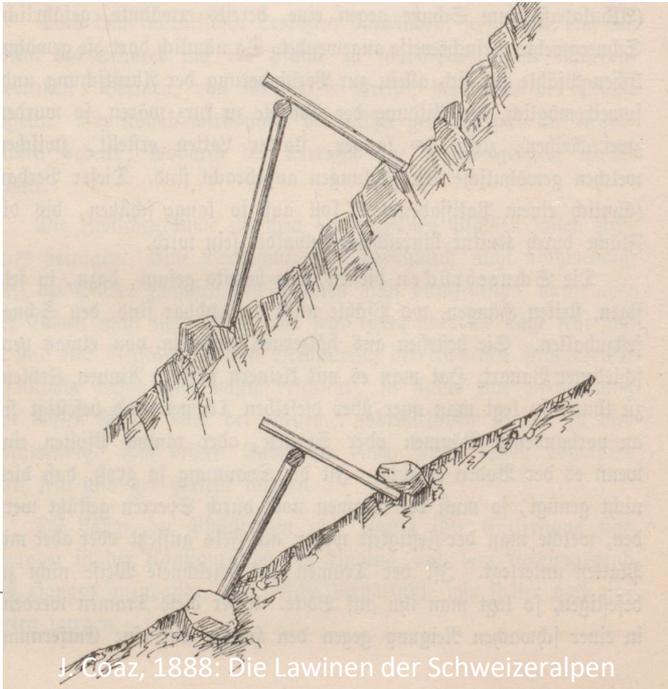
Baugrund generell relativ gut

Wirklich schwierige Bohrverhältnisse
sind eher selten (tendenziell im
einstelligen Prozentbereich)



Relevanz des Problems

Ankersversagen in der Praxis ist in den letzten Jahren äusserst selten



J. Coaz, 1888: Die Lawinen der Schweizeralpen

Forschungsprojekt Munt Lü

Erste statistische, kritische Hinweise hinsichtlich Wirkung der Nachverpressung u. Einsatz von Ankerstrümpfen im Rahmen der Forschungsarbeit in der LV Munt Lü (2008/2009)

Langzeitverhalten von Ankern im Lawinenverbau – Erste Erkenntnisse

Der gewaltige Schneefall in diesem Winter hat auch die Frage nach den Schutzmassnahmen vor Lawinen wieder aktuell gemacht. Wie sicher sind die Verankerungen in Schutzbauten, die zum Teil schon 20 Jahre alt sind? Halten Sie der Schneelast stand? Die Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Chur hat dies untersucht und kann nun erste Ergebnisse aufweisen.



Abb. 1: Schadensbild bergseitige Verankerung.



Abb 2: Zugprobe an einer bestehenden Schneebrücke, LV Munt da Lü.



Relevanz des Problems

Auch in sehr schwierigem Bohrgrund muss nicht zwingend mit Strümpfen gearbeitet werden

Sofern Strümpfe unerlässlich sind spielt die Ankertechnik eine zentrale Rolle (Länge, Ankertyp, Verrohrung etc.)

Problem ist nicht prinzipiell finanzieller, sondern technischer Natur > unvermörtelter Anker

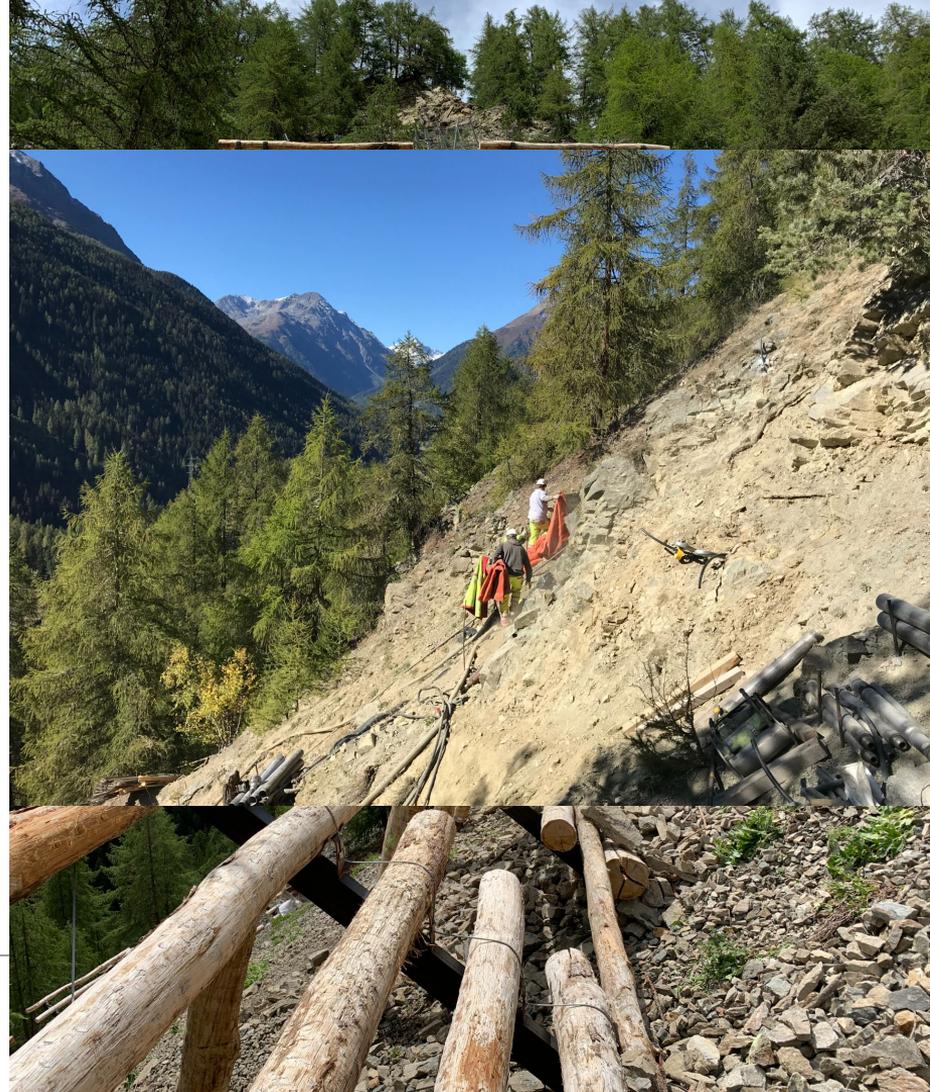


Bsp. LV Magnacun (TBA)

Bohrprotokoll

Blatt 2 Bauobjekt: WR1 LV Magnacun

Datum	Bohrlochtiefe m'			Injizieren		M
	Nr.	Total	davon Fels Lockergestein	Datum	Ankermörtel kg	
	11	3.00	3.00	3.10	160	
	12	"	"	"	"	
	13	5.00	5.00	"	265	x



Alternativen zu Strümpfen

Etappenweise Vermörtelung mit Ankermörtel mit guten thixotropischen Eigenschaften

Zusätzliche Mörtelschläuche auf verschiedenen Höhen notwendig, oder Einsatz der Injektionslanze



Qualitätssicherung im LV/SSV

Elemente:

1. Konzeptionell korrekt (nach RL, 
am "richtigen Ort")
2. Mörtelproben
3. **Ankerzugversuche** 
4. Kontrolle der Montage 

Ursache???

6. Qualitätskriterien nach SIA 267/1, Kapitel 7.1.4

Verschiebungszunahme zwischen 5 und 15 Minuten
(Verlangter Wert: ≤ 0.5 mm):

$$\Delta l_{15} - \Delta l_5 = 1.3 \quad \text{Nicht erfüllt}$$

Bleibende Verschiebung (Verlangter Wert: ≤ 5.0 mm):

$$\Delta l_{bl} = 20.15 \quad \text{Nicht erfüllt}$$

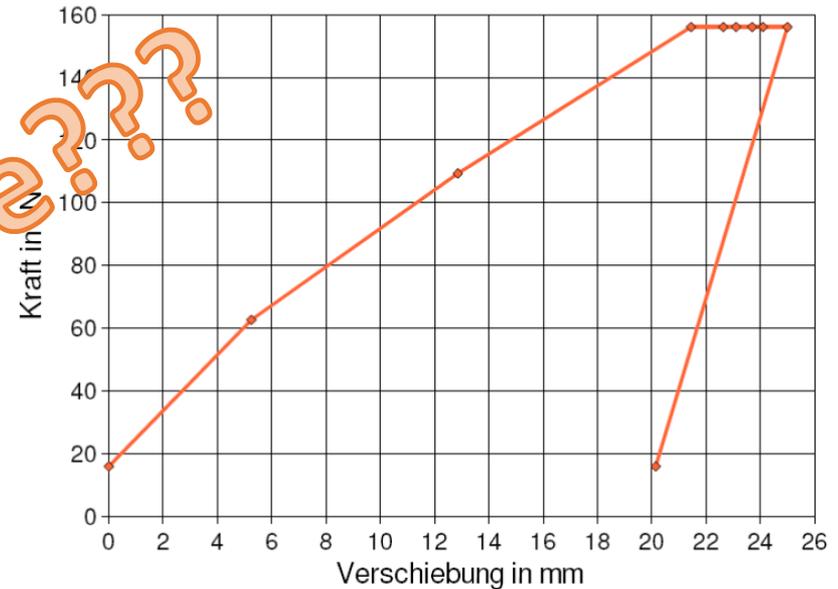
Rechnerische freie Ankerlänge in mm

$$l_f = 4'474$$

Verbundlösung (Verlangter Wert: ≤ 1000 mm):

$$l_f - l_{fr} = 3'154 \quad \text{Nicht erfüllt}$$

7. Versuchsdiagramm



Viele offene Fragen

Zusammenhang Bodengefüge u.
Strumpf?

Zusammenhang Mörtelkörnung u.
Strumpf?

Zusammenhang Ankertyp u. Strumpf?

Prüfverfahren für Strümpfe:
Vergleich von Produkten



Fazit

- Wir sind sehr froh um die Forschungsaktivität in diesem Bereich
- Neue Erkenntnisse sind wichtig für die Praxis
- Ein standardisiertes Prüfverfahren wäre wünschenswert



**Vielen Dank an die FHGR
für Ihren Einsatz!**

