



rempar grischun, Trin

Temporäre modulare Schneebrücke

- Stützen und Stabilisieren der Schneedecke im Anbruchgebiet
- Temporäre Massnahme in Kombination mit Wiederaufforstung
- Modulartiger Aufbau durch einzelne Werkelemente, welche z.T. wiederverwendbar sind
- An verschiedene Standortfaktoren anpassbar



rempar grischun mit Januarschnee in Runca, Trin (2011)

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Trin (GR), Runca (Waldbrandfläche vom April 2010) (2 745 650 / 1 189 260)

Bauherrschaft: Gemeinde Trin

Projektverfasser: Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden (AWN), Region Rheintal/Schanfigg

Bauleitung: Christian Malär, Revierförster der Bauherrschaft

Beratung und Teilarbeiten: CRESTAGEO AG, 7004 Chur, David Baselgia

Ausführung: Forstgruppe Gemeinde Trin, Christian Malär, Revierförster

Baujahr: 2010-2015

Systemhersteller: CRESTAGEO AG, 7004 Chur

Funktion / Anwendungsgrenzen

Stützverbauungen sollen die Schneedecke so abstützen, damit das Anreissen einer Lawine oder eines Schneebrettes verhindert wird. Bedingung ist dabei eine, entsprechend der maximal möglichen Schneehöhe dimensionierte Werkhöhe D_k und die richtige Positionierung im Hang. Die rempar grischun-Elemente können für Werkhöhen D_k zwischen 1.5 und 3.0 m erstellt werden. Im vorliegenden Projekt wurden die Werke auf eine D_k von 2.0 m ausgelegt.

Grundsätzlich ist das System rempar grischun durch den normierten modularen Aufbau flexibel in der Geländeanpassung und kann bei Hangneigungen zwischen (25°) 30° bis 46° auch auf schwierigem Fels- oder Lockergestein unterhalb der Waldgrenze eingesetzt werden. Durch die Stahlträger und die einfach ersetzbaren Holzbalken und -stützen ist eine für Holzkonstruktionen relativ lange Wirkungsdauer gegeben. Die Holzelemente haben keinen Bodenkontakt.

Die Vorfabrikation/Vormontage der modularen Elemente auf einem Installationsplatz ermöglicht eine hohe Arbeitssicherheit. Im Gelände erfolgt nach dem Erstellen / Vorbereiten der Foundationen und einem sicheren und rationellen Helikoptertransport nur noch eine relativ rasche und sichere Endmontage.

Der Schneedruck wird über die Holzbalken und Stahlträger über die Stützen (Druckkraft des Rostes sowie Querdruck durch den Schnee zwischen Rost und Stütze) und bergseitige Verankerung (Druck- und Zugkraft) in den Boden abgeleitet. Auf Fels kommen Mikropfähle, auf Lockermaterial Fertigfundamentplatten zum Einsatz.

Temporärer Einsatz kann sowohl durch temporäre Schutzbedürfnisse (bspw. Zufahrtsabschnitt zu Baustellen, etc.) oder allmähliche Übernahme der Schutzfunktion durch Wald begründet sein. Die Aussicht auf Aufforstungserfolg ist daher häufig Bedingung. Nach Aufkommen des Schutzwaldes haben die rempar grischun Werke ihr Ziel erreicht und können rückgebaut werden.

Das System rempar grischun ist patentrechtlich geschützt. Für temporäre Werke gibt es keine Typenprüfung. Die nötigen statischen Nachweise werden projektbezogen erbracht, damit die Flexibilität bei der Stützenlänge und die Möglichkeit für allfällige Änderungen erhalten bleibt.



Voraussetzungen Baugrund

Keine besonderen, d.h. das System rempar grischun kann sowohl im Fels- wie auch im Lockergestein zum Einsatz kommen. Weiter stellen auch eine kleine Steinschlaggefährdung ($\ll 50$ kJ, mögliches Ersetzen der Rostbalken) und Erosionserscheinungen keine Einschränkung dar.

Im vorliegenden Projekt: Quintnerkalk der Tschep-Decke aus dem Infrahelvetikum (map.geo.admin.ch, 20.05.16).

Gesetze / Normen

Margreth S., 2007: Lawinerverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug Nr. 0704. Bundesamt für Umwelt, Bern. WSL, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos. 136 S.

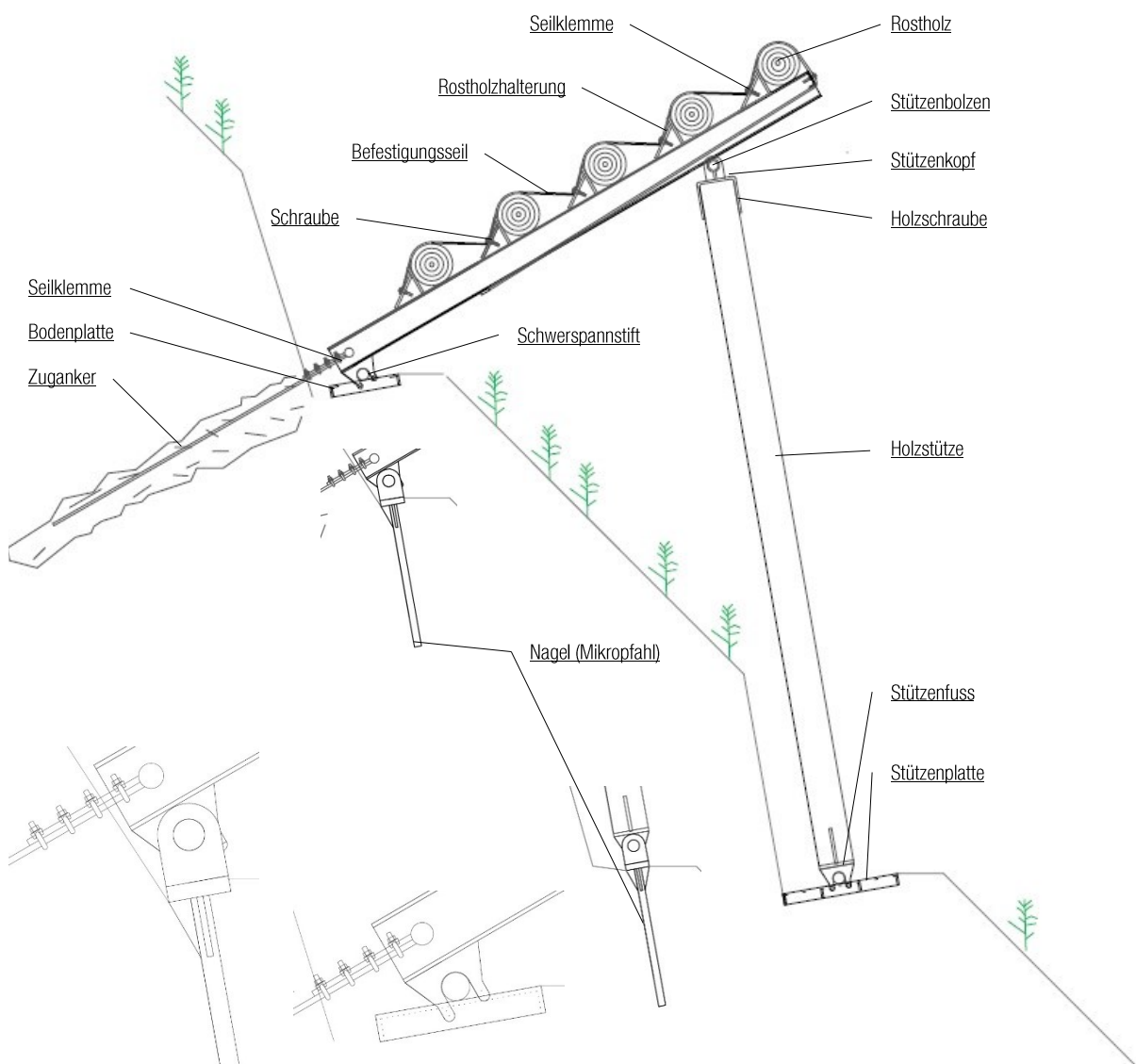
Leuenberger, F., 2003: Bauanleitung Gleitschneeschutz und temporärer Stützverbau. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung- 97 S. + Anhang.

CRESTAGEO AG, 2012: rempar grischun Lawinenschutzsystem. Montagehandbuch. Ausgabe Mai 2012. CRESTAGEO AG, Chur. 34 S.
<http://www.crestageo.ch>

SIA 265 Holzbau

Projektierung

Normalie / Plan



Normalie zum rempar grischun D_k 2.0 m Lockermaterial; mit Details zu Fels- und Lockermaterialfuss (CRESTAGEO 2016; verändert)



Tragwerksanalyse

Die Entwicklung des Tragwerkmodells des Systems geschah an Hand der Technischen Richtlinie „Lawinverbau im Anbruchgebiet“ des BAFU (Margreth 2007). Die rempar grischun-Elemente bestehen aus Normteilen und nur die Holzabmessungen und die Stützenlängen der einzelnen Werke sind variabel und werden jeweils für eine bestimmte Position im Gelände individuell bemessen.

Seit Einführung des Systems rempar grischun wurden schon mehrere Verbesserungen durchgeführt (Montagehandbuch 2005, 2012, demnächst: 2015/16).

Bemessung

Die Bemessung erfolgt nach Richtlinie (Margreth 2007), entsprechend den örtlichen Gegebenheiten (Hangneigung, Gleitfaktor max. Schneehöhe, Baugrund). Auf Anfrage Bauleitung/-herrschaft wird das zu verbauende Projektgebiet vom Werklieferanten meistens in Begleitung der Projektleitung begutachtet und die Anordnung projektiert. Die Einzelwerke können in durchgehenden Reihen, in aufgelöster, unterbrochener Verbauweise mit Zwischendistanzen von 0 – 1 m oder aufgelöst, gestaffelt (schachbrettartig) angeordnet werden, was entsprechend die Dimensionierung beeinflusst.

Die statischen Nachweise werden projektbezogen durch ein externes Ingenieurbüro erbracht, woraus sich die Anzahl Werke und deren Dimensionierung ergibt (D_k , Holzstärke Balken und Stützen). Diese Daten gehen als Bestellung beim Werklieferanten ein, wo die Vorfabrikation der Stahlteile durchgeführt wird.

Die Berechnungsgrundlagen der Statik des Systems rempar grischun wurden durch das SLF geprüft und in einem Prüfbericht Nr. 2004.01 bestätigt.

Grundsätzlich ist das System in Werktypen mit wirksamen Werkhöhen D_k von 1.5 m bis 3.0 m lieferbar, wobei noch zwischen der Variante Lockermaterial und Fels unterschieden wird. Die Stahlelemente bestehen aus Normteilen, die Holzteile werden projektspezifisch bemessen (Holzstärke und Stützenlänge).

Um allfälligen Randkräften zu begegnen, werden Randwerke mit Doppelstützen/-trägern eingesetzt. Die einzelnen Komponenten des rempar grischuns sowie die nötigen Arbeiten bleiben identisch.

Die Ankerlänge wird durch die Bauleitung festgelegt (Empfehlung: Ausziehversuche).

Im vorliegenden Projekt waren folgende Werte massgebend:

- rund 1'400 m ü. M., Hangneigung 42°, Gleitfaktor N 2.4, Extreme Schneehöhe H_{ext} 2.61 m
- 53 rempar grischun (1. Etappe); D_k 2 m, rund 250 lfm, aufgelöst, unterbrochene Verbauweise

Ø Kosten pro Einheit

Grundsätzlich projektabhängig, da die Ausführung oftmals extern ausgeführt wird (d.h. nicht durch den Werklieferanten) und die Kosten daher auch stark erfahrungsabhängig sind.

Durchschnittspreis: CHF 600.-/lfm bzw. CHF 480.-/lfm Werkreihe, mit 1 m Zwischendistanz

Tun und Vermeiden

Einen möglichst grossen und nahen Installationsplatz wählen bzw. Abwägung, ob für einen grösseren Montageplatz längere Rotationen lohnend sind (mehr Elemente zum selben Zeitpunkt vormontiert und flugfertig, d.h. es sind weniger Flugtage nötig).

Den Angaben im aktuellen Montagehandbuch rempar grischun (CRESTAGEO AG) Folge leisten.

Materialien

Namen

Die Zuganker sind gemäss Margreth, 2007 dimensioniert (durch Werklieferant projektbezogen berechnet) und bestehen aus einem verzinkten Stahlseil Ø 10 mm. Sind die Bohrlöcher nicht standfest, wird mittels Sprengfundation eine Verankerungskaverne geschaffen.

Für den Einsatz auf Fels (FS) oder Lockermaterial (LM) wird nachfolgend das Material unterschieden:

Für die jeweiligen D_k werden die analogen Typenbezeichnungen RG 1.5 bis 3.0 verwendet.

Bezeichnung Werkteil	Menge pro Werk
Brückenträger (LM, FS; 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 m)	2
Bodenplatte (300 x 300, 400 x 400, 500 x 500mm) <i>cder</i> Felsfuss	2 <i> bzw. </i> 2
Stützenplatte (400 x 400, 500 x 500, 650 x 650mm) <i>cder</i> Felsfuss	2 <i> bzw. </i> 2



Bezeichnung Werkteil	Menge pro Werk
Stützenkopf	2
Stützenfuss	2
Stützenfuss verstärkt	2
Stützenbolzen	2
Erdnagel	8 (nur LM)
Sprenganker (1.0, 1.5 oder 2 m)	Je 2 (nur LM)
Seilanker 10 mm	2
Seilklemmen (6.5 und 10)	9 bzw. 8
Befestigungssseil (6 mm; bei RG 3.0 8 mm)	2
Schrauben und Kleinteile	1 Set

Holzteile (Ø projektbezogen; hier: Rosthölzer: 18 cm, Stützen zwischen 16.5 und 17.5 cm)					
Position	Werktyp				Länge in [m]
	RG 3.0	RG 2.5	RG 2.0	RG 1.5	
	Stück/Werk	Stück/Werk	Stück/Werk	Stück/Werk	
Luftbalken	5	5	4	3	4.0
Bodenbalken	2	1	1	1	4.0
Stützen	2	2	2	2	3.0 – 4.5

Holzmenge [m³]	1.5	0.9	0.75	0.6
Stahl FS [kg]	285.6	158.6	131.6	-
Stahl LM [kg]	391.8	215.4	157.4	-
Eichenholz (ca. 800 [kg/m³])	1'200	720	600	480
Gesamtgewicht [kg]	1'485.6 – 1'591.8	879.0 – 935.4	731.6 – 757.4	ca. 600

Anmerkung: Werktyp RG 3.0 wird wegen des Gewichtes in zwei Teilen mit dem Helikopter transportiert.

Mögliche Holzarten (gemäss Leuenberger 2003):

- a) Edelkastanie, Robinie/Akazie und Eiche (im vorliegende Projekt wurde Edelkastanie verwendet)
- b) Kernholz Lärche

Holz kann mit den Werkelementen aus Stahl mitbestellt werden (Eiche D) oder extern organisiert werden.

NPK Kapitel / Position	Materiallieferung für Lawinenbau:	NPK 214.4XX.XXX
	Montage von Lawinenverbau:	NPK 214.5XX.XXX
	Anker und Mikropfähle:	NPK 214.57X.XXX

Mindestanforderungen Bohrlochdurchmesser mind. 45 mm und den Baugrundverhältnissen angepasst

Verarbeitung Tipp Für die Holzwahl wird Eiche empfohlen (Offerte des Werklieferanten enthält dies i.d.R), da Edelkastanie oft sperriger, härter, weniger bearbeitungsfreundlich und von krummem Wuchs ist.

Gemäss Leuenberger 2003 wären auch imprägnierte Fichte, Föhre oder Weisstanne möglich, jedoch erfüllen diese die Festigkeitsklasse 2 nicht (SIA 265/1 Abschnitt 5).

Das Holz möglichst wenig einschneiden, d.h. möglichst wenig Angriffsfläche für Witterung bzw. Wasser bieten (Abbauprozess -> Lebensdauer).

Um den höheren Randkräften an den Randwerken der Verbauungsfläche zu begegnen, können diese mit einer zusätzlichen Stütze/Träger versehen werden. Im Übergang zu bewaldeten Nachbarflächen sind



diese Verstärkungen z.T. nicht nötig, da kaum (nur schwache) Randkräfte auftreten.

Den Angaben im Montagehandbuch Folge leisten.

Ø Menge pro Einheit

s. o. Materialliste

Mittel

Maschinen

Transportmaschine zum Installationsplatz (Fahrzeug oder Seilbahn); Maschine mit Kranarm zur Unterstützung bei der Vormontage (bspw. Stand- oder Fahrbagger), Helikopter zur Montage

Geräte

Handbohrgerät mit Kompressor, Injektionslanze und Mörtelpumpe

Installation

Übliche Installationen für den Lawinenverbau; vorgelagerter Installations- und Depotplatz für die Anlieferung und Montage der Elemente.

Allenfalls ist ein Steinschlagschutz für gefährdete Infrastrukturen und die Verkehrsführung sicherzustellen.

Ausführung

Absteckung

Absteckung der Nulllinie auf der Höhe(nlinie) der jeweiligen Werkreihe. Eine korrekte Positionierung ist wichtig, da diese die Dimension der einzelnen Elemente (Normteile) sowie die variablen Stützenlängen bestimmt.

Erdarbeiten

Grundsätzlich keine grösseren Erdarbeiten neben dem Versetzen der Fundamentplatten im Lockergestein nötig (geringe Erdbewegungen von Hand). Ggf. werden eher die Stützenlängen angepasst.

Arbeitsschritte

- (1) Absteckung der Nulllinie bzw. Ermittlung der Werkpositionen
- (2) Ermittlung des äusseren Tragwiderstandes (Ankerzugversuche; Ausziehversuche nach SIA 267/1 Abschnitt 7.1.2 zur Ermittlung des äusseren Tragwiderstandes, woraus sich die Ankerlänge ergibt). **Wird normalerweise ein Jahr früher gemacht.** Weiter sollte die Kompatibilität der Mörtel-Mischpumpenkombination falls erforderlich in Vorversuchen geprüft werden.
- (3) Bohren der Ankerlöcher und Handaushub für Bodenplatten
- (4) Versetzen der Anker (Stütznägel und Zuganker (LM) oder Erdnägel (FS) versetzen und einmörteln). Bei nicht standfestem Lockergestein werden zusätzliche Erdnägel eingeschlagen oder allenfalls mit Sprengfundation gearbeitet. Qualitätsprüfung mittels Zugproben und Konformitätsprüfungen am Ankermörtel.
- (5) Aufnahme der positionsabhängigen Konstruktionsmasse (Dimension, Stützenlänge durch Baulehre)
- (6) Vormontage der Einzelelemente auf dem Installationsplatz (Stahlgerüst, Holzbrücke); Montagelehre erhältlich
- (7) Helikoptertransport zum Verwendungsort am Vierergehänge (RG 3.0 zweiteilig -> Gewicht)
- (8) Helikoptermontage; Elemente werden auf den vorbereiteten Fundamentplatten oder Erdnägeln festgesetzt.
- (9) Endmontage; das Befestigungsseil fixieren

Anmerkungen: Bei der Offerte des Werklieferanten ist eine Instruktion im Gelände im Preis inbegriffen (1 – 2 Tage; Fundationsplatten verlegen, Einmessen, Bohren, Vormontage, Montage)

Je nach Auftrag werden nur die Werke geliefert oder auch Arbeiten ausgeführt (Bohren, Injizieren etc.)

Lockermaterial: Sprengfundationen werden entweder ganz durch CRESTAGEO oder ganz extern durchgeführt (kein Verkauf von Sprengmaterial)

Tun und Vermeiden

Angaben im aktuellen Montagehandbuch (s.o.) Folge leisten. Als Montagehandbuch gelten: Statische Berechnungen (projektbezogen), Ausführungsplan Baustelle und die eigentliche Montageanleitung

Der Mörtel sollte vor Montagebeginn in jedem Fall mind. 7Tage aushärten; bei Temperaturen unter + 5°C sollte nicht gemörtelt werden, da sonst der Mörtel nicht genügend abbindet (erforderliche Festigkeit wird nicht erreicht). Nicht bei zu heissem (trockenem) Wetter Mörtelarbeiten ausführen, da dies zu



ungleichmässigem Abbinden und Rissbildungen führen kann.

Eine saubere Arbeitsausführung ist für die Erreichung der berechneten Werte stark mitentscheidend
Abstand zwischen Boden und Holz einhalten (Lebensdauer Holz)

- Details:
- Bohrwinkel müssen genau eingehalten werden (Toleranz + 2° / - 1°)
 - Die Zuganker müssen die Mitte der Platte um 40 cm überragen.

Abschlussarbeiten

Befestigungsseile fixieren: Verspannung, Sicherung Fuss, Ankerseile anbringen

Sicherheit

Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- immer
- **9 lebenswichtige Regeln** für den Verkehrsweg- und Tiefbau (SUVA Publikation 88820)
 - **Notfallplanung** (SUVA Publikation 67061)
 - **Arbeitsvorbereitung (AVOR)** (SUVA Publikation 67124)
- | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Naturgefahren, Gebirge (SUVA Publikation 33019, 67154) | <input checked="" type="checkbox"/> | Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang (SUVA Publikation 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maschineneinsatz (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574) | <input type="checkbox"/> | Graben und Baugruben (SUVA Publikation 67148) |
| <input type="checkbox"/> | Strom auf der Baustelle (SUVA Publikation 67081, 67092) | <input checked="" type="checkbox"/> | Zusammenarbeit mit Fremdfirmen (SUVA Publikation 66092/1) |
| <input type="checkbox"/> | Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input type="checkbox"/> | Waldarbeiten (SUVA Publikation 84034) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9 lebenswichtige Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal (SUVA Publikation 88819) | <input type="checkbox"/> | Arbeiten am, im oder über Wasser (SUVA Publikation 67153) |

Werterhalt

laufend

Sichtkontrolle

periodisch

Ersatz beschädigter oder sich am Ende der Lebensdauer befindender Rundhölzer (Balken und Stützen).
Durch Installation eines Habegger-Seilzuges können die Holzstützen ersetzt werden (eher selten).

Rückbau

Ein klassischer Rückbau ist nicht nötig; die Elemente können mit dem Helikopter ausgeflogen und die Stahlteile bei Bedarf an einem anderen Ort eingesetzt werden. Die Holzteile können entsprechend der Holzkaskadennutzung anderswo eingesetzt, thermisch verwertet werden oder nach Abklärungen mit dem Forstdienst allenfalls im Gelände verbleiben. Die Anker verbleiben, zumindest im Untergrund.

Haftungsausschluss:

Die vorliegende Dokumentation ist ein Erfahrungsbericht eines konkret realisierten Bauobjektes. Sie soll Planern und Ausführenden Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, zum Nachdenken über die eigenen Vorgehensweisen anregen und Anhaltspunkte zur ähnlichen Realisierung geben. Obwohl alle Sorgfalt bei der Erarbeitung der Dokumentation verwendet wurde, können Fehler enthalten sein und kann für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten weder eine explizite noch implizite Zusage und Gewährleistung abgegeben werden. Für die inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Auswahl lehnt die Fachstelle für forstliche Bautechnik jede Haftung ab. Bei Verwendung von Informationen zu eigenen Zwecken sind die übergeordneten Normen einzuhalten und sind die Angaben situativ an die eigenen Gegebenheiten anzupassen.

Die Nutzung der Daten erfolgt somit auf eigene Gefahr. Insbesondere ist die Fachstelle für forstliche Bautechnik nicht verantwortlich, wenn der Nutzer im Vertrauen auf die Fehlerfreiheit und Vollständigkeit der Inhalte Handlungen vornimmt oder unterlässt und ihm im Folgenden daraus ein Schaden erwächst.



Bilder (Quelle: CRESTAGEO AG 2011 – 2014)



Abbildung 1: Blick von der Verbauungsfläche Runca (alte Waldbrandfläche) talwärts Richtung Trin (März 2014)



Abbildung 2: Die steile Hangneigung bei Runca (-42°) erfordert lange Stützen; aufgelöst, gestaffelte Anordnung (März 2014)



Abbildung 3: Bergwärtiger Blick in die apere Verbauungsfläche Runca; jeweilige Werkabstände von 1 m (Dezember 2013)



Abbildung 4: Bergwärtiger Blick mit Ansicht unter die rempar grischun Werke (Dezember 2013)



Abbildung 5: Talwärtiger Blick über mit Januarschnee belastete rempar grischun (Januar 2011)



Abbildung 6: Inhomogene Schneedecke durch das Abstützen mit den rempar grischun (Januar 2011)



Abbildung 7: Vormontage der Brückenträger mithilfe eines kleinen Fahrbaggers (Seehorn, Davos 2014)



Abbildung 8: Bestücken des Brückenträgers mit den Rosthölzern auf dem Installationsplatz (Seehorn, Davos 2014)



Abbildung 9: Transporter mit Kranarm zur Vormontage der repar grischun Rahmen (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 10: Abgesteckte und markierte Werkpositionen (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 11: Ausheben der Fundamente für die Bodenplatten (Seehorn, Davos 2014)



Abbildung 12: Mithilfe der Baulehre werden die genauen Positionen der Bodenplatten festgelegt (Seehorn, Davos 2014)



Abbildung 13: Mit dem Handbohrgerät wird das Bohrloch für den Erdnagel vorgebohrt (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 14: Vorbohren der Ankerlöcher für die Zuganker (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 15: Fertiggestellte Erdnägeln (für die Brückenträger) und Stützenplatten (für die Stützen) (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 16: Vorbereitete Stützenplatte mit Aufsetzdorn im Vordergrund (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 17: Detailansicht zum vorbereiteten Erdnagel und bergseitigem Zuganker (Seehorn, Davos 2014)



Abbildung 18: Der Rahmen wird auf die vorbereiteten Boden- und Stützenplatten aufgesetzt (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 19: Helikoptertransport der Holzbrücke für den zweigeteilten Werktyp RG 3.0 m (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 21: Die Brückenhölzer werden mit dem gespannten Befestigungsseil fixiert (Torrent, Leukerbad 2014)



Abbildung 20: Mit Schwernspannstift gesicherter Brückenträger und mit Seilklemmen fixiertes Ankerseil (Seehorn, Davos 2014)