



SNOWSTOP-G, Val Müstair

Gleitschneeverbau im Anbruchgebiet

- Stützen der Schneedecke im Anbruchgebiet
- Massnahme in Kombination mit Begrünung und/oder Wiederaufforstung
- Modularer Aufbau durch einzelne Werkelemente, welche wiederverwendbar sind
- An verschiedene Standortfaktoren anpassbar



SNOWSTOP-G im Einsatz bei Buffalora, Ofenpass (GR)

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Ofenpass (GR), Buffalora (2 817 690 / 1 169 780)

Bauherrschaft: Tiefbauamt (TBA) GR, Bezirk 4 Scuol

Bauleitung: TBA GR

Ausführung und Planung: Gasser Felstechnik AG, 6078 Lungern (OW)

Baujahr: 2014 zusammen mit Netzabdeckungen verlegt, nach Rückbau alter Rasengittersteine

Funktion / Anwendungsgrenzen

Stützverbauungen sollen die Schneedecke so abstützen, damit das Anreissen einer Lawine oder eines Schneebrettes verhindert wird bzw. nur minime Gleitschnee- oder Kriechschneeprozesse auftreten. Bedingung ist dabei eine, entsprechend der maximal möglichen Schneehöhe dimensionierte Werkhöhe D_k und die richtige Positionierung im Hang. Im vorliegenden Projekt wurden die Werke auf eine D_k von 1.5 m bemessen (Hangneigung $45^\circ - 55^\circ$, Gleitfaktor $N = 3.2$).

Die SNOWSTOP-G-Elemente bestehen aus einem starren Stahlrahmen mit talseitiger Abstützung und bergseitiger Abspannung. Innerhalb des Rahmens wird ein Drahtgeflecht eingespannt. Die Füsse der talseitigen Stütze werden mit den Trägerfüssen des Stahlrahmens mittels eines Drahtseils verbunden. Das jeweilige Werk wird mit je zwei weiteren am Träger und den Trägerfüssen des Stahlrahmens befestigten Drahtseilen beidseitig an einem Ankerpunkt abgespannt. Deren Längen werden so eingestellt, dass der Stahlrahmen die vorgesehene, talwärtige Neigung aus der Hangsenkrechten von rund 15° erreicht.

Die Werke werden aus vorfabrizierten und projektbezogen dimensionierten Bauteilen auf einem vorgelagerten Installationsplatz vormontiert. Von dort aus werden sie per Helikopter zum Verwendungsort transportiert und können an den vormontierten Ankerplatten direkt befestigt werden. Nach dem Versetzen besteht die Montage nur noch aus wenigen Arbeitsschritten (Drahtseillänge einstellen und festziehen). Diese Arbeitstrennung ermöglicht auch eine hohe Arbeitssicherheit.

- Hangneigungen zwischen 25° und 55°
- Locker- oder Felsmaterial

Die Elemente können grundsätzlich in verschiedenen Dimensionen hergestellt werden und sind nach allfälliger Übernahme der Schutzfunktion durch den aufkommenden Schutzwald wiederverwendbar. Eine Beschränkung für die Dimensionierung ergibt sich aus der max. Traglast des Helikopters (ca. 800 kg als Vorgabe).

SNOWSTOP-G ist nicht typengeprüft durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU). Die nötigen statischen Nachweise sollen projektbezogen erbracht werden, damit eine gewisse Flexibilität bei der Dimensionierung erhalten bleibt (immer neue Typenprüfungen würden das System enorm verteuern).

Das SNOWSTOP-G wurde bis anhin nur an diesem Standort angewendet und kann als Prototyp angesehen werden. Ein kritischer Punkt betrifft die Querbelastrung der Anker, die im vorliegenden Fall gleichzeitig der Fixierung der Netze zur Oberflächensicherung dienen. Die Ankerneigung soll bei künftigen Projekten möglichst entsprechend der Richtung der eingeleiteten Kraft gewählt werden.



Voraussetzungen Baugrund

Keine besonderen, d.h. der Einsatz ist sowohl im Lockermaterial wie auch im felsigen Gelände möglich, da das Befestigungssystem mit Drahtseilen flexibel ist und den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden kann. Das System ist auch bei Erosionserscheinungen und bei schwierigen Baugrundverhältnissen einsetzbar.

Im vorliegenden Projekt: Vallatscha-Dolomit ([gemäß map.geo.admin.ch]; gemäß Bohrprotokoll wies das Felsgestein kompakt-weiche, leicht spröde Eigenschaften auf).

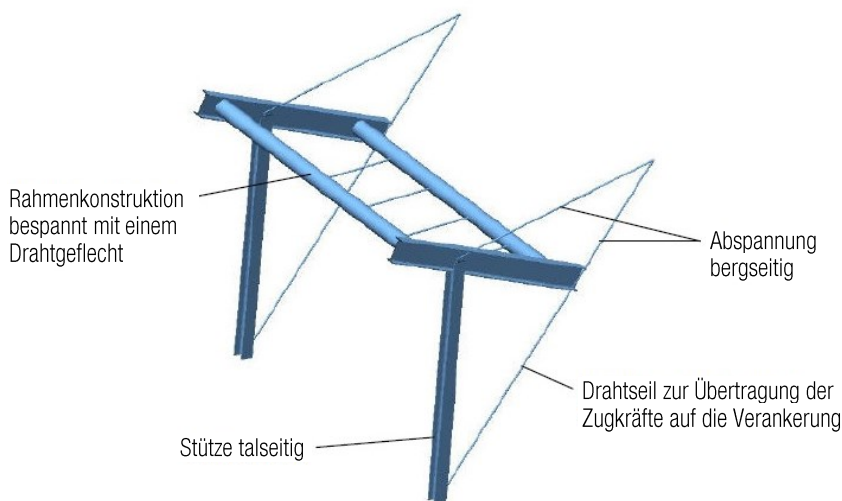
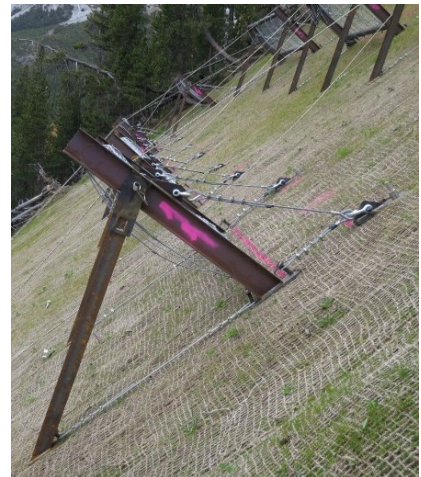
Gesetze / Normen

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.

Baumann R., 2010: Typenliste Ankermörtel. Aktualisierte Ausgabe, März 2016; Erstausgabe 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1007; 4 S.

Projektierung

Normalie / Plan



Grundaufbau SNOWSTOP-G; Fotos mit Details (Quelle: Gasser Felstechnik 2014, Auszug Systembeschreibung SNOWSTOP-G (verändert))

Tragwerksanalyse

Die Entwicklung des Tragwerkmodells des Systems lehnt sich an die Technische Richtlinie „Lawinerverbau im Anbruchgebiet“ an (Margreth 2007). Ebenso erfolgt die Werkanordnung nach dieser Richtlinie, variiert aber projektbezogen. Die Konstruktion der einzelnen Werke wird jeweils für eine bestimmte Position im Gelände individuell konzipiert (Stützenlängen, etc.).

Bemessung

Bemessung nach Richtlinie (Margreth 2007) und entsprechend den örtlichen Gegebenheiten (Hangneigung, max. Schneehöhe, Baugrund) und der max. Traglast des Helikopters

Die statischen Nachweise erfolgen projektbezogen und umfassen die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit. Eine saubere Arbeitsausführung ist für die Erreichung der berechneten Werte stark mitentscheidend.

Da die Verbauung mit Erosionsschutzmassnahmen kombiniert wurde, wurden die Verankerungen ebenfalls kombiniert benutzt (Erosionsschutzabdeckung und Stützbauwerke). Auf Versuchsanker



	oder Zugproben wurde in Rücksprache mit der Bauleitung zugunsten von Erfahrungswerten verzichtet.
Ø Kosten pro Einheit	Die Kosten hängen stark von den einzelnen Projektbedingungen ab. Wenige Erfahrungswerte und die mit Erosionsschutzmassnahme kombinierte Bauweise verunmöglichen sinnvolle Angaben
Tun und Vermeiden	Eine gründliche, gut organisierte Projektierung und Umsetzungsplanung ist sehr wichtig. Der Absteckung bzw. Positionierung der einzelnen Elemente ist höchste Beachtung zu schenken. Die Arbeitsvorbereitung durch Zusammenarbeit von Planer und Ausfühler muss von Anfang an gut organisiert werden; dann ist ein rationelles Arbeiten möglich, was die Kosten senkt. Wann immer möglich, einen möglichst grossen und nahen Installationsplatz wählen (kürzere Helikopter-Rotationen). Auf weichem Untergrund ist die Wahl von grösseren Stützenfüssen gegen Einsinken zu prüfen. Die Wirkung des Schneedrucks auf die Seilabspannungen ist bei der statischen Bemessung zu berücksichtigen.

Materialien

Namen	Konstruktion, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none">- Stahlprofile, roh (Rostzuschlag) oder verzinkt- verzinkte Stahlseile mit Schäkeln und Bügelseilklemmen- Drahtgeflechte Verankerung, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none">- Stabanker (Gewi, Selbstbohranker) mit Ankerkopfplatte; wo nötig/sinnvoll mit Hüllrohr versehen (v.a. in Übergangsschichten zwischen Lockergestein und Fels) oder- Seilanker➔ Wahl situativ und in Abklärung mit dem Planer- Mörtel entsprechend der Richtlinie Die jeweiligen Dimensionen sind projektabhängig.
NPK Kapitel / Position	Stützverbau aus Stahl: Material: NPK 214.41X.XXX Montage: NPK 214.51X.XXX Verankerung: NPK 214.57X.XXX
Mindestanforderungen	Ausschliesslich verzinkte Stahlseile verwenden
Verarbeitung Tipp	Saubere Arbeit des Stahlbauers (winkeltreu, schöne Schweissnähte etc.) Anmerkung: Im vorliegenden Projekt waren keine erhöhten Anforderungen bezüglich Randkraftverstärkungen vorhanden, da das Gebiet rund um die Verbauungsfläche bewaldet ist. Randwerksverstärkungen sind jedoch möglich.
Ø Menge pro Einheit	s.o. unter Namen

Mittel

Maschinen	Die zu verwendenden Maschinen sind situativ zu bestimmen. Im vorliegenden Projekt kamen folgende zum Einsatz: Helikopter für die Montage Mobile Seilwinde für den Materialtransport von Vorteil (bspw. Waldrapp) Falls möglich und angebracht/vorteilhaft Bohrschlitten verwenden
Geräte	Die zu verwendenden Geräte sind situativ zu bestimmen. Im vorliegenden Projekt kamen folgende zum Einsatz:



Bohrgeräte und Kompressor (entsprechend nötiger Durchmesser aus der Projektierung), Mörtelpumpe, Handseilzug und Seilspannklemmen

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 Präzise Positionierung ist entscheidend; jedes einzelne Werk bekommt eine bestimmte Position zugewiesen und wird dem Gelände entsprechend vorgefertigt.

Erdarbeiten Grundsätzlich keine nötig. Ev. grosse Geländeunebenheiten etwas ausgleichen (Stahlrahmen muss flach aufsetzbar sein)

Arbeitsschritte

- (1) Ermittlung und Absteckung der Werkpositionen
- (2) Bohren und Versetzen der Anker (im vorliegenden Projekt war das Ankerraster durch die Kombination mit der Erosionsschutzabdeckung bestimmt)
- (3) Aufnahme der positionsabhängigen Konstruktionsmasse (Stützenlänge, Seildistanzen)
- (4) Vormontage der Stahlrahmenkonstruktionen auf dem Installationsplatz
- (5) Helikoptertransport zum Verwendungsort
- (6) Elemente werden an vorbereiteten Drahtseilen direkt an den Ankern befestigt
- (7) Endeinstellungen am Einzelwerk.

Tun und Vermeiden Das Anordnungskonzept, die genaue Vermessung, die Arbeitsvorbereitung und Organisation sind essentiell. Nur so ist eine qualitativ genaue und wirtschaftliche Realisierung möglich.

Abschlussarbeiten Nach erster Belastung der Werke (schneereicher Winter) Bügelseilklemmen (Brieden) nachziehen

Sicherheit Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- | | | |
|-------------------------------------|--|---|
| immer | <ul style="list-style-type: none">▪ 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 checked="" 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 Bei grossen Schneemengen allenfalls Kontrollgang durchführen

Periodisch Sichtkontrollen und allfälliger Austausch einzelner Komponenten oder ganzer Elemente möglich (durch den modularen Aufbau bedingt)

Rückbau

Ein klassischer Rückbau ist nicht nötig; die Elemente können mit dem Helikopter ausgeflogen und bei Bedarf an einem anderen Ort eingesetzt werden. Die Anker verbleiben 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 Zusicherung 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 (Wenn nicht anders bezeichnet, sind alle Bilder von Gasser Felstechnik AG)



Abbildung 1: Für Helikoptermontage vorbereitete und markierte Ankerplatten; im Hintergrund Steinschlagschutz Kantonsstrasse



Abbildung 2: Vormontierte Elemente auf dem Installationsplatz



Abbildung 3: Für die Helikoptermontage vorbereitetes Element



Abbildung 4: Element am Lasthaken des Helikopters



Abbildung 5: Helikoptermontage, d.h. Fixieren der Drahtseile an den Anker



Abbildung 6 + 7: Ankerbefestigungen; links Anker zwischen zwei Elementen, rechts am Rande der Verbauungsfläche



Abbildung 8: Unterste fertiggestellte Werkreihe



Abbildung 9: SNOWSTOP-G „im Betrieb“



Abbildung 10: Blick von der Kantonsstrasse ins Verbauungsgebiet (fobatec 2015)