



Steinschlagschutznetz, Sundlauenen

Permanenter Steinschlagverbau im Transitgebiet

- Flexibles Auffangsystem zum Rückhalt von Steinschlag-material
- Abbremsen, Auffangen und Rückhalten von Sturzkörpern im mittleren Energiebereich (bis 2'000 kJ), d.h. springende Steine mittlerer Kubatur (bis 2.5 m³)
- Werklänge: Insgesamt 50 lfm



Abb. 1: Installiertes Steinschlagnetz ISOSTOP 2000 kJ, Beatushöhlen (Foto: IMPULS AG, Thun)

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort:	Sundlauenen (BE), Beatushöhlen (2 626 315 / 1 170 425)
Bauherrschaft:	Beatushöhlen-Genossenschaft, 3800 Sundlauenen, M. Rupp
Oberbauleitung:	Amt für Wald Kanton Bern (KAWA), Abteilung Naturgefahren, 3800 Interlaken, J. Häberle
Planung und Bauleitung:	IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren, 3600 Thun, S. Fehr und H.-H. Utelli
Ausführung:	Ghelma AG Spezialtiefbau, 3860 Meiringen, L. Spori
Baujahr:	2013 – 2014

Funktion / Anwendungsgrenzen

Im Allgemeinen dienen Steinschlagnetze als flexible Schutzsysteme dem Abbremsen, Auffangen und Rückhalten von Steinschlag im Transit- und Ablagerungsgebiet. Personenschutz und Schutz von erheblichen Sachwerten stehen im Vordergrund. Im Grundprinzip bildet das Systemwerk mit Bremsen, flexiblen Netzen und bei Bedarf beweglichen Stützen eine effiziente Schutzmassnahme, da sie bereits auf kurzer Distanz hohe Sturzenenergien aufnehmen kann. Nach Sturzereignissen beschädigte oder in der Funktion beeinträchtigte Elemente (Verschleisssteile) werden ersetzt. Bisweilen liegt die technische Grenze der Energieaufnahme-Kapazität bei 8000 kJ (System RXE, Geobrug AG). Prinzipiell können Steinschlagnetze ungeachtet der Kosten nahezu an jedem beliebigen Standort erstellt werden, der eine Verankerung zulässt. Allen Steinschlagnetzen ist gemeinsam, dass ihre Stützen einem Restrisiko von Direkt-Treffern ausgesetzt sind. Die Lebensdauer wird bei rund 50 Jahren angenommen, sofern nach rund der halben Lebensdauer die Netze ersetzt werden.

Hauptmerkmale des im beschriebenen Projekt verwendeten Systems (ISOSTOP 2000, Pfeifer Isofer AG) sind folgende:

- Diagonaldrahtseilnetz, als Schlappnetz über Tragseile an Kippstützen aufgehängt
- Seilbremsen mit linearer Bremswirkung (an Rückhalteseilen, und oberen und unteren Tragseilen)
- Doppelparallelseilführung an den oberen und unteren Tragseilen (Nachspannen nach Ereignis möglich)

Zu den Vorteilen des Systems gehören auf technischer Seite die relativ geringen Ankerlasten, die aber mit einer erhöhten Anzahl an Ankern und Bremsen erkauft wird. Aus Sicht des Unterhalts besteht der Vorteil im geringen Aufwand an Personenstunden für die Wiederinstandstellung (u.a. Ersatz von Bremsen), sowie, im Gegensatz zu Ringnetzen, in der mehrmaligen Verwendbarkeit des Diagonaldrahtseilnetzes.

Nach der schweizerischen Typenprüfung (Gerber 2006) ist dieses System für Energieklassen von 250 kJ bis 2000 kJ für subventionierte Verbauungen zugelassen. Diese Typenprüfung ist jedoch ausser Kraft und wird neu durch europäische Prüfungen (ETAG 027 u. folgende) ersetzt, wonach dieses System bis zur Energieklasse 1000 kJ typengeprüft ist (Ende 2017). Künftig können Bauherren und Anwender Hinweise zum Produktvergleich aus einer neuen Anleitung für die Praxis (Baumann 2018) entnehmen.



Voraussetzungen Baugrund

Es bestehen grundsätzlich keine speziellen Anforderungen an den Baugrund bzw. ist zur Erreichung der nötigen Tragsicherheit (äusserer Tragwiderstand) die Ankerlänge so zu wählen, dass die Anker genügend im stabilen Untergrund verankert werden. Weiter muss der Boden injektionsfähig sein, d.h. zwischen Anker, Mörtel und dem umliegenden Baugrund muss ein kraftschlüssiger Verbund erfolgen können. Bei vorhandenen Klüften können für die Vermörtelung Ankerstrümpfe eingesetzt werden, welche einen unerwünschten Mörtelverlust verhindern und eine bessere Verankerung ermöglichen.

Sehr schwierig wird die Verankerung in Rutschhängen mit Gleithorizonten im Bereich der Verankerungslänge, oder in Hängen, die wasserführend sind (Hang- oder Grundwasser, temporär oder dauernd). Auch bieten sehr locker gelagerte Böden oder auch Lockermaterial mit einem hohen Anteil an Ton und Tonmineralien schwierige Verankerungsbedingungen. Daneben gelten Einschränkungen in Grundwasserschutz-Zonen.

Gesetze / Normen

Richtlinien

- ASTRA, 2007. Richtlinie Boden- und Felsanker. Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern, 38 S.
 - Baumann R, 2018. Grundlagen für die Qualitätssicherung von Steinschlagschutznetzen und deren Foundation. Anleitung für die Praxis. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Umwelt-Wissen Nr. 1805, Bern 42 S.
 - Baumann R, 2016. Typenliste Ankermörtel, Stand September 2016. Umwelt-Vollzug Nr. 1007, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ittigen, 4 S.
 - Gerber W, 2006. Richtlinie über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ittigen, 39 S.
- In Bezug auf Ankerarbeiten ist des Weiteren zu beachten:
- Margreth S., 2007: Lawinenverbau 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.

Normen

- SIA 260 Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke; SIA 261/1 Ergänzende Festlegungen
- SIA 267 Geotechnik; 267/1 Ergänzende Festlegungen

Aktuelles System- und Montagehandbuch: Pfeifer Isofer AG, ISOSTOP Energieklasse 7: 2'000 kJ, Pfeifer Isofer AG, Knonau, 21 S.



Projektierung

Normalie / Plan

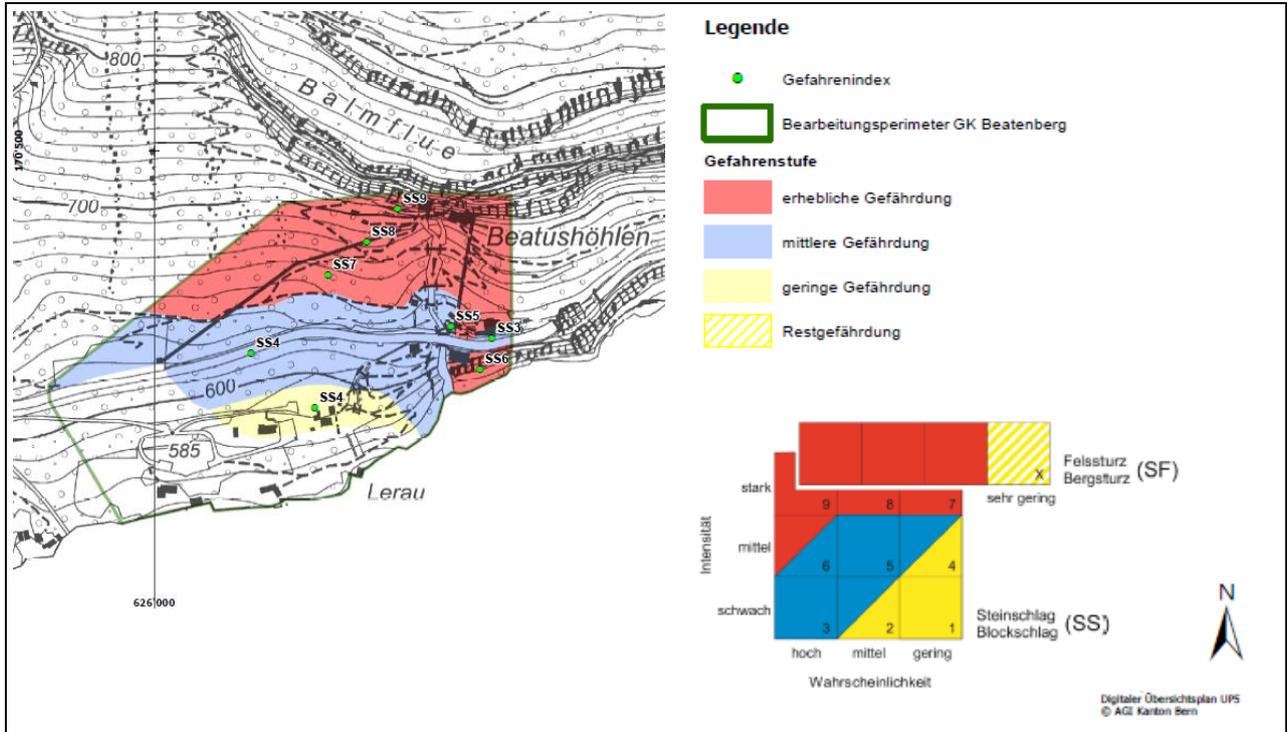


Abb. 2: Übersichtsplan des Projektperimeters mit den Gefahrenstufen gemäss Gefahrenkarte des Kantons Bern (Auszug Technischer Bericht IMPULS AG, 2014)

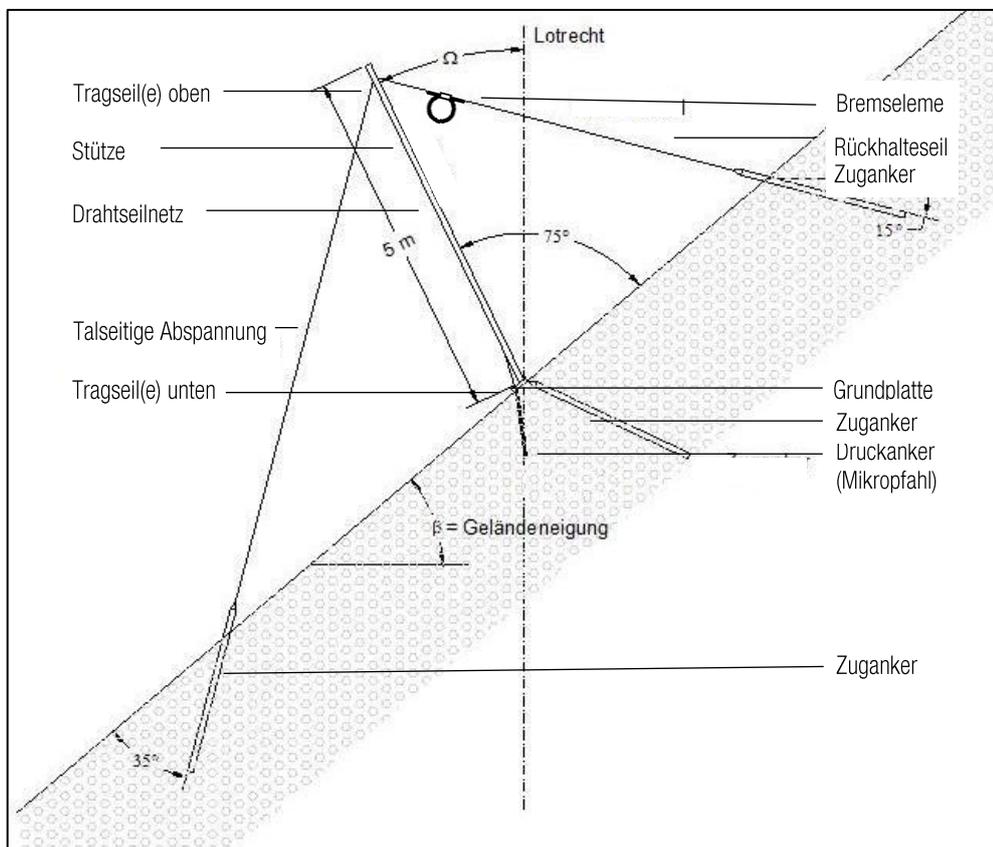


Abb. 3: Schematische Werk-skizze (Seitenansicht) der Steinschlagnetze im vorliegenden Projekt (IMPULS AG 2013, verändert)

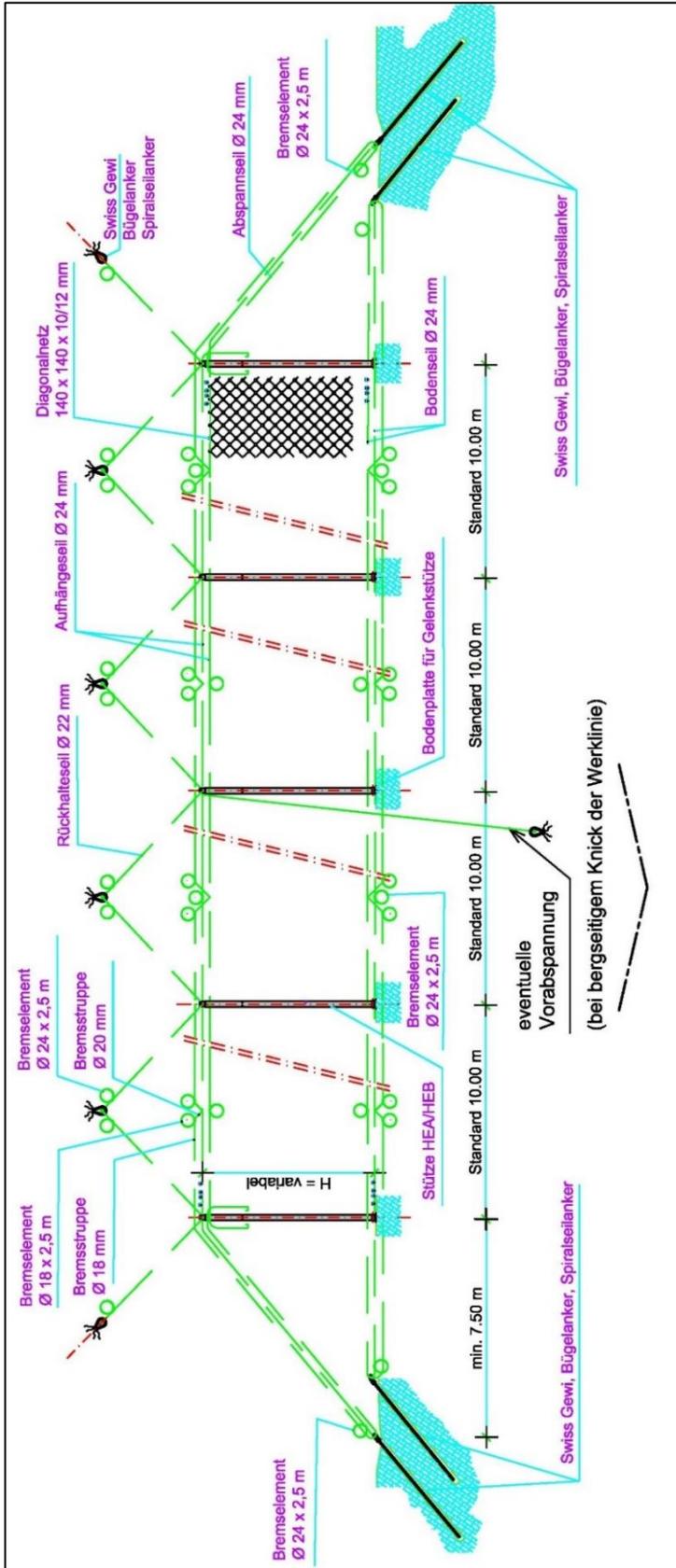


Abb. 4: Systemskizze des Systems Isostop der Energieklasse 7 (2000 kJ) des Herstellers Isofer AG (2005; zur Verfügung gestellt durch die IMPULS AG, verändert).



Tragwerksanalyse

Da Steinschlag-Schutznetze meist als fertige Produkte angeboten werden, ist die Tragwerksanalyse für Projektierende hinfällig, zumal diese Teil der Ausgestaltung des Systems/Produkts ist. Einzig der Baugrund muss noch als unbekannt Komponente des Tragwerks erfasst werden, um den äusseren Tragwiderstand der Anker und deren entsprechende Länge bemessen zu können.

Im vorliegenden Projekt besteht der Baugrund aus den schwach bis mittel aufgelockerten, grobblockigen bis massiven Kalksteinen und Kalksandsteinen der oberhalb liegenden Balmflue und der Gsteigleflue, welche zur Niederhorn-Hohgant-Kette gehören. Der Hang von der Strasse bis zu den Felsbändern besteht zu grossen Teilen aus deren Sturzschutt. Ein solcher Baugrund ist betreffend Verankerungen mässig geeignet, aber mit ausreichend langen Ankern grundsätzlich keine weiteren Probleme bezüglich Tragsicherheit darstellt.

Bemessung

Die Bemessung der Höhe und Energieklasse der Netze basiert auf einer gutachterlichen Erfassung des Prozessraumes mit Hilfe stummer Zeugen (inkl. Ereigniskataster) und den daraus gebildeten Szenarien. Zu den massgebenden Parametern gehören unter anderem:

– Geologischer Zustand (Trennflächenverhältnisse) im Liefergebiet	Gutachterlich
– Stumme Zeugen	Geländeaufnahmen
– Dokumentierte historische Ereignisse	Ereigniskataster
– Geometrie und Geologie der Sturzkörper und ihre Wiederkehrdauer	Gutachterlich
– Relief und Hangneigung	Höhenmodell
– Waldbestand	Gutachterlich
– Bodendämpfung und -rauigkeit (Energieabsorption der Sturzkörper)	Gutachterlich
– Höhe repräsentativer Hindernisse	Gutachterlich / Messwerte

Die adäquate Beurteilung der gutachterlich zu erhebenden Parameter im Prozessraum erfordert Erfahrung.

Die Szenarien finden zusammen mit weiteren Modellparametern anschliessend Eingang in Modellberechnungen (hier: Rockfall 6.1 - RockTree, Dr. Spang GmbH). Deren Resultate geben Aufschluss über Reichweite, Energien und Sprunghöhen, sodass eine möglichst ressourcenschonende Dimensionierung und Anordnung von Systemwerken möglich ist.

Im vorliegenden Projekt wurde als Bemessungssituation ein Ereignis mit einer Wiederkehrperiode von 300 Jahren vorgegeben (Sturzkörper von 2.5 m³), wobei der 90 %-Fraktilwert der auftretenden Energien als Bemessungsgrösse berücksichtigt wurde. Aufgrund dessen ist am Werkstandort mit einer Energie von 2000 kJ und einer Netzhöhe von 5 m zu rechnen.

Die Bemessung der Ankerlänge folgt dem Nachweis des äusseren Tragwiderstandes. Dieser beschreibt den Verbund zwischen Baugrund und dem vermörtelten Anker. Klassischerweise gehen zur Bestimmung des charakteristischen äusseren Tragwiderstandes Ausziehversuche voraus (versuchsgestützte Bemessung). Im vorliegenden Projekt wurde der charakteristische äussere Tragwiderstand nach Diagrammen (Margreth 2007) abgeschätzt und die Ankerlängen in der Annahme eines schlechten Bodens entsprechend bemessen. Sie variieren zwischen 3 und 8 Metern (siehe Abschnitt *Materialien*). Der oberste halbe Meter des Bodens wird bei der Bemessung des äusseren Tragwiderstandes jeweils nicht berücksichtigt (d. h. Zuschlag von 0.5 m auf die berechnete Ankerlänge sowie Aufrunden auf den nächsten halben Meter). Verifiziert wurde die Qualität und Zugfestigkeit schliesslich durch Zugproben an drei Ankern (nach SIA 267/1; Abb. 8), wodurch ausreichende Tragreserven nachgewiesen wurden.

Korrosionsschutz Unterbau: Die Werke wurden nach Korrosionsschutzstufe 1 eingebaut. Die Stabanker wurden roh eingebaut, für diese Anker wurde ein Abrostungszuschlag von 2 mm allseits zur Bemessung auf den inneren Tragwiderstand dazugeschlagen.

Um ein Ausknicken der Druckpfähle zu verhindern wurden diese mit gelochten Mantelrohren eingebaut.



Ø Kosten pro Einheit

Nachfolgend sind die Projektierungs- und Realisierungskosten gemäss Schlussabrechnung der Impuls AG (2014) aufgeführt (inkl. Mehrwertsteuern).

Position		Gesamtkosten [CHF]	Kosten [CHF] / lfm
Bauprojekt	(inkl. Baugesuch)	11'540.-	231.-
Baumeisterarbeiten	(inkl. Material und Lieferung)	161'630.-	3'232.-
Bauleitung	(inkl. Submission)	11'680.-	234.-
Ankerprüfungen	(3 Anker)	530.-	11.-
Total Projektkosten		185'380.-	3'708.-

Bei den Baumeisterarbeiten sind die Installationsarbeiten (siehe Abschnitt „Installation“) miteingeschlossen. Ankermörtelkontrollen wurden keine vorgenommen.

Tun und Vermeiden

Bei der Projektierung des vorliegenden Projekts war dem Schutz von vorhandenen Werkleitungen, wie auch den Erfordernissen von Schutzgebieten und Naturschutzinventaren Rechnung zu tragen.

Daneben mussten die Anforderungen der sicherheitsverantwortlichen Stelle (hier Betreibergesellschaft der Beatushöhle) wie auch der kantonalen Fachstelle von Anfang an berücksichtigt und allfällige Widersprüche geklärt werden.

Schliesslich mussten auch relevante Anforderungen des Grundeigentümers wie auch der Anstösser an den Bauablauf rechtzeitig geklärt werden (Zeitfenster, Erschliessung usw.).

Materialien

Namen

Steinschlagnetz ISOSTOP 2'000 kJ (Pfeifer Isofer AG) bestehend aus den Hauptkomponenten:

- Stützenkonstruktion (HEB 160, Werkhöhe 5 m, Stützenabstand 10 m), feuerverzinkt, 15° talseitig aus Hangneigung geneigt, im vorliegenden Projekt als Kippstützen ausgeführt
- Formstabiles Drahtseilnetz (Diagonaldrahtseilnetz gem. DIN 2078 u. SN EN 10244-2 standardmässig verzinkt; Ø 10 mm, Randseil Ø 12 mm)
Maschenweite 140x140 mm (Geflechtauflage 50x50 mm)
Netzhöhe 4.8 m
- Drahtseile: Tragseil Ø 24 mm; Rückhalteseil Ø 22 mm; Bremsseil Ø 18 mm
- Bremsselemente (in Trägerplatte mehrmals eingeschlaufes, an Bremsstruppen fixiertes Drahtseil)
- Klein- und Schraubmaterial (Schäkel, Seilklemmen etc.)

Verankerung (längen zw. 3 und 8 m)

- Anker für die Seile (alles Seilanker)
 - Ø 16 mm für Seitenabspannung Rückhalteseil: Im Fels 3 m, im Lockergestein 6 m
 - Ø 20 mm für Seitenabspannung unteres Tragseil: Im Fels 3 m, im Lockergestein 8 m
 - Ø 20 mm für Seitenabspannung Endfeldstruppe: Im Fels 3 m, im Lockergestein 6 m
 - Ø 20 mm für Seitenabspannung Abspannseil (Stütze): Im Fels 3 m, im Lockergestein 7 m
- Anker für die Grundplatten (alles Stabanker GEWI®Plus S670)
 - Ø 22 mm für Druckanker Feldstütze 3 m
 - Ø 35 mm für Zuganker Stütze 3 m
 - Ø 43 mm für Druckanker Randstütze 6 m

Zwischen der westlichen Randstütze und dem Anker des seitlichen Abspannseils liess man ein Dreiecksnetz einbauen, um Teile der darunterliegenden Infrastruktur vor kleineren Ereignissen zu schützen (Abb. 7).



NPK Kapitel / Position	Materiallieferung Steinschlagschutz aus Netzen	NPK 214.61X.XXX
	Materiallieferung Anker und Mikropfähle	NPK 214.67X.XXX
	Montage Steinschlagschutz aus Netzen	NPK 214.71X.XXX
	Montage Anker und Mikropfähle	NPK 214.77X.XXX
	Mörtel- und Ankerzugproben	NPK 214.774.XXX

Mindestanforderungen Bisweilen war die Typenprüfung für Steinschlagschutz-Netze nach BAFU (Gerber 2006) als Mindestanforderung massgeblich. Mit der Übernahme der europäischen Richtlinie ETAG 027 musste die Schweiz ihre Typenprüfung ausser Kraft setzen. Es existiert neu eine Praxisanleitung «Grundlagen für die Qualitätssicherung von Steinschlagschutznetzen und deren Fundation» (Baumann 2018), welche für Käufer und Projektierende nebst den bisherigen Typenprüfungen weitere Bewertungsgrundlagen liefert.

Die angewendeten Ankersysteme müssen gemäss Schweizerischer Technischer Zulassung (STA) geeignet und als konform bewertet sein. Ankerlieferanten und Bohrunternehmer haben ein zertifiziertes QM-System nach ISO 9001 vorzuweisen (ASTRA 2007).

Verarbeitung Tipp Es wurden keine Fundamente eingebaut (weder für die Anker der Rückhalteseile noch für die Stützen). Der Entscheid, ob Fundamente eingebaut werden sollen, ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Verlangter Korrosionsschutz
- Erosionsgefährdung
- Höhendifferenzen in der Werklinie

Wenn auf Fundamente verzichtet werden kann, können Investitions-Kosten eingespart werden, je nach Gelände erhöhen sich aber die Unterhaltskosten (bei Erosion).

Unbedingt Drehmomentschlüssel für Drahtseilklemmen verwenden und gemäss Werkhandbücher einsetzen.

Ø Menge pro Einheit Folgende Mörtelmengen waren für die Verankerung notwendig:

Bodentyp	Mörtelmenge
Fels	21 kg / m
Erde mit Lockergestein	77 kg / m

Mittel

Maschinen Helikopter (Transport Lagerplatz zum Bestimmungsort)

Geräte Material zum Abstecken (Werkhandbuch, Doppelmeter, Messband, Jalon, Neigungsmesser, Spray, Pflöcke, Hammer, Gertel)

Holzereiausrüstung, Ausrüstung für AnkerZugproben, Mörtelmischer und -pumpe, Bohrlafette, -maschine, -gestänge, Kompressor

Material für die Montage (Werkhandbuch, Habegger, Spanngurten, Winkelwasserwaage, Handwerkzeug gemäss Werkhandbuch, Drehmomentschlüssel, Seilfrösche, Ausrüstung für Arbeiten am hängenden Seil usw.)



Installation

Im vorliegenden Projekt konnte die Baustelle nur zu Fuss über bestehende Fusswege erreicht und das Material nur per Helikopter geliefert werden (Abb. 2). Als Umschlagplatz diente daher der nahegelegene Parkplatz der Beatushöhlen, von wo aus Material und Maschinen zum Installationsplatz in der Nähe der zukünftigen Werkpositionen geflogen werden konnten.

Da der Verbauungsperimeter im Wald liegt, waren zunächst Holzereiarbeiten notwendig (Abb. 5). Als Sicherheitsvorkehrung wurden oberhalb der Baustelle die Felsen gereinigt, während unterhalb der Baustelle Schutzpalisaden installiert wurden (Abb. 7).

Ausführung

Absteckung

Erste Anhaltspunkte über die optimale Position des Tragwerks ergeben sich grundsätzlich, wie im Abschnitt „Bemessung“ erwähnt, durch die Resultate der Steinschlagmodellierung, wobei natürliche Geländevertiefungen oftmals Vorteile bieten (Energievernichtung und geringere Sprunghöhen). Die Verbauung sollte möglichst auf einer Geländeebene (Berme) geradlinig und horizontal positioniert werden; dank des Schlappnetzes kann das Bauwerk an relativ grosse Unebenheiten angepasst werden. Als Stützenabstand ist beim beschriebenen System standardmässig 10 m zu wählen, obschon diese mit entsprechenden Auswirkungen auf die Aufnahmekapazität unter Umständen anpassbar ist.

Die Werklinie sollte - wenn möglich - leicht bogenförmig (Banane abwärts) sein (verhindert Rückkippen der Stützen, vereinfacht Montage, reduziert talseitige Abspanner).

Erdarbeiten

Grundsätzlich sind keine grösseren Erdarbeiten nötig. Allenfalls muss der Baugrund für die Stützenplatten geplant werden und grobe Geländeunebenheiten entlang der geplanten Verbauung ausgeglichen werden.

Arbeitsschritte

- (1) Vorbereiten der Baustellen inkl. Felsreinigung oberhalb Werkstandort (Arbeitssicherheit) und Holzereiarbeiten entlang der Werklinien
- (2) Detailabsteckung der Werklinien und Festlegung der Verankerungspunkte
- (3) Abrollschutz anlegen (Schutz der unterhalb befindlichen Infrastruktur)
- (4) Ausziehversuche Versuchsanker: Bestimmung der äusseren Tragfähigkeit und der Ankerlängen
- (5) Bohren der Ankerlöcher, Versetzen und Vermörteln der Anker
- (6) Zur Qualitätsprüfung Zugproben an ausgewählten Ankern durchführen
- (7) Montage der Steinschlagschutznetze (Kippstützen installieren, Netze mit Bremsenlementen einsetzen und vorspannen):
 - A) Montage der Boden-/Grundplatten
 - B) Montage der (Kipp-) Stützen
 - C) Montage der Rückhalteseile mit Bremsenlementen
 - D) Montage der Talseitigen und seitlichen Abspannungen
 - E) Montage der Aufhänge- und Bodenseile (oberes bzw. unteres Tragseil) mit Bremsenlementen
 - F) Montage der Netze inkl. Vernähen
 - G) Montage der Bremsseile und deren Bremsenlemente
 - H) Abschluss der Montage (Diagonalgeflecht montieren)

Tun und Vermeiden

Durchführung: Das Zeitfenster für die Realisierung musste vor der Saisonöffnung der Beatushöhlen vor Ostern (Beeinträchtigung Besucherverkehr), aber nach der Zeit mit Eisschlag (Arbeitssicherheit) aus der obliegenden Felswand gewählt werden.

Arbeitssicherheit: In Steinschlaggebieten sind vor der Ausführung Felsreinigungen durchzuführen. Bei allfälliger Gefährdung von unter dem Verbauungsgebiet befindlichen Infrastrukturen sind Schutzpalisaden zu installieren, z.T. kann auch eine temporäre Sperrung vorgesehen werden (im Winter bzw. bei Tauwetter ist allenfalls zusätzlich Eisschlag zu beachten).

Arbeitsergonomie: Zur Vereinfachung der Montagearbeiten ein Montage-Hilfsseil installieren (Seilzug auf gesamter Werkreihenlänge).

Verankerung: Anker möglichst in Zugrichtung einbauen (Querbelastrungen vermeiden).

Bauprozess: Nach Abschluss der Montage Kontrolle durchführen (Systemmontage mit relativ vielen, kleinen Verbindungsteilen, wo gerne etwas vergessen geht).



Absteckung: Bauleitung und Unternehmer führen die Feinabsteckung gemeinsam durch. Dadurch können die Bedürfnisse / Randbedingungen beider Seiten angemessen berücksichtigt werden.

Ankerprüfungen: Wenn der Unternehmer die Ankerprüfungen offeriert und organisiert, können die Reibungsverluste minimiert werden und allenfalls die Kosten reduziert werden. Bei der Prüfung ist die Anwesenheit der Bauleitung notwendig, um die Unabhängigkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

Holzereiarbeiten: Bei Holzereiarbeiten wie am vorliegenden Werkstandort können kostenreduzierende Synergien genutzt werden, indem diese Eingriffe mit weiteren Eingriffen koordiniert werden (hier Sicherheitsholzschlag entlang der Strasse, Schutzwaldbewirtschaftung).

Abschlussarbeiten Räumen der Baustelle und Abnahme des Bauprojekts.

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 checked="" type="checkbox"/> Strom auf der Baustelle (SUVA Publikation 67081, 67092) | <input type="checkbox"/> Zusammenarbeit mit Fremdfirmen (SUVA Publikation 66092/1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input checked="" 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

Betrieblich

Im vorliegenden Projekt wurde durch die Projektverfasser ein Unterhalts- und Überwachungskonzept erstellt, um die Gebrauchstauglichkeit und die Sicherheit durch die Steinschlagnetze langfristig zu gewährleisten. Dadurch sollen aufgetretene Schäden frühestmöglich erkannt und behoben werden. Die Verantwortung dafür liegt bei der Werkeigentümerschaft (Beatushöhlen-Genossenschaft).

Das Konzept sieht eine regelmässige Kontrolle der Steinschlagnetze und deren Verankerungen auf sichtbare Schäden vor. Hierzu wurde ein Formular erarbeitet, welches sich an das „Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt forstlicher Infrastruktur“ (KUF; AWN 2012) anlehnt.

Der dreistufige Aufbau des Konzepts vergleicht den aktuellen IST- mit dem gewünschten SOLL-Zustand:

- (1) Visuelle Kontrolle, jährlich oder bei Bedarf (Ereignisse). Die Resultate sollen der Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern (KAWA) übermittelt werden.
- (2) Detaillierte Inspektion durch eine Fachperson alle 5 Jahre oder bei Bedarf (Ereignisse), wobei der Werkzustand kontrolliert und die aktuelle Gefahrensituation eingeschätzt wird.

Bei groben Unregelmässigkeiten oder Änderungen im System findet eine generelle Überprüfung der Gefahrensituation inkl. Gesamtbeurteilung der Verbauung durch Fachpersonen statt (Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit).

Im Bedarfsfall sind Eingriffe im umliegenden Wald nötig, da im Wirkungsraum der Netze die Waldbäume niedrig zu halten sind, damit die Netzwirkung nicht beeinträchtigt wird. Nach einem Ereignis kann ein Ersatz von Verschleissteilen wie etwa der Seilbremsen oder Netzfelder notwendig sein.

Baulich

In Schadenfällen können zur Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit bauliche Massnahmen von Nöten sein. Im Wesentlichen ist dies der Fall, wenn Stützen, oder die Verankerung z.B. durch erosionsbedingte Freilegung verstärkt oder ersetzt werden müssen.

Rückbau

Ein Rückbau der Tragwerke beinhaltet die Zerlegung der Elemente in Einzelteile und den Abtransport mit dem Helikopter. Die Anker werden voraussichtlich im Boden belassen. Die Stahlteile können der Wiederaufbereitung zugeführt werden.



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

Die nachfolgend verwendeten Fotos sind Bildmaterial der Impuls AG, Thun.



Abb. 5: Geländebegehung vor Projekt, Foto vom 11.12.13.



Abb. 6: Installation der notwendigen Maschinen nach Abschluss der Vorarbeiten (Felsreinigung, Säubern Baustelle, prov. Wege anlegen), Foto vom 20.2.2014.



Abb. 7: Installierter Abrollschutz vor Beginn der Bauarbeiten, Foto vom 20.2.2014.



Abb. 8: Zugprobe vom 3.3.2014.



Abb. 5: Stützen mit provisorischen Rückhaltseilen vor der Netzmontage, Foto vom 12.03.2014.



Abb. 7: Dreiecksnetz am westlichen Rand der Verbauung, Foto mit unbekanntem Datum. Sichtbar das Schlappnetz.



Abb. 6: Abschlussarbeiten. Sichtbar die Doppelparallel-Seilführung, Foto vom 20.3.2014.



Abb. 8: Fertig montiertes Steinschlagschutznetz, Foto vom 20.3.2014.



Abb. 9: Bremsen- und Ankerköpfe des Netzes von der Ostseite der Verbauung, Foto vom 2.4.2014



Abb. 10: Baustelle nach Abschluss der Aufräumarbeiten und Werkübernahme, Foto vom 2.4.2014

Nachfolgende Fotos sind während einer Begehung am 14.12.2015 im Rahmen einer Projektarbeit von Studierenden entstanden (B. Scherer, P. Dietsch).



Abb. 11: Diagonaldrahtseilnetz mit und feinmaschigem Maschendrahtnetz. Gut sichtbar als Schlappnetz.



Abb. 12: Detail: Bremsen- und Ankerköpfe des Netzes in unbelastetem Zustand.



Abb. 13: Ankerkopf eines Felsankers.



Abb. 14 Ankerkopf eines Ankers im Lockergestein.



Abb. 15: Grundplatte einer Stütze mit dem Ankerkopf des Zugankers.