
Bauherrschaft

Kanton Glarus
Departement Bau und Umwelt

Auftragsbezeichnung

Steinschlagschutz Radweg Gäsi



BAUPROJEKT - BAUEINGABE

Technischer Bericht

Ziegelbrückstrasse 58
8866 Ziegelbrücke
T +41 (0)55 617 27 17

Allmeindhoschet 151
8762 Schwändi
T +41 (0)55 647 80 20

www.marty-ing.ch
info@marty-ing.ch

Auftrag Nr.	1184
Bericht Nr.	2
Datum	Schwändi, 13.08.2021



TECHNISCHER BERICHT

Inhalt

1.	Ausgangslage und Auftrag.....	4
2.	Verwendete Grundlagen.....	5
3.	Situationsübersicht / Grundeigentum.....	6
4.	Gefahrensituation	6
4.1	Geologie und Topografie.....	6
4.2	Liefergebiete für Sturzprozesse	7
4.3	Zuverlässigkeit bestehender Schutzbauten	7
4.4	Einwirkung auf den Radweg.....	8
5.	Risikosituation	11
5.1	Streckeneinteilung / Sturzscenarien	11
5.2	Weitere Eingangsgrößen	12
5.3	Resultate	13
5.3.1	Individualrisiken.....	13
5.3.2	Kollektivrisiken	14
5.4	Schutzdefizitanalyse	15
5.5	Bewertung der Risiken	15
6.	Massnahmenplanung.....	16
6.1	Zielsetzungen.....	16
6.2	Organisatorische Massnahmen	16
6.3	Waldbauliche Massnahmen	16
6.4	Bauliche Massnahmen, Variantenstudium.....	16
7.	Geplante Steinschlagschutzmassnahmen Radweg Gäsi – Weisswandtunnel.....	18
7.1	Schutzdamm Couloir Ofenegg	18
7.2	Steinschlagschutznetze: Systemwahl und Anordnung der Systemtypen.....	18
7.3	Beschreibung der Systemtypen.....	19
7.3.1	Typ 1 – Canopy SC 500, Montage an Felswand.....	19
7.3.2	Typ 2 – Canopy SC 500, Stützen an Stützmauer und Netzaufhängung an Galeriedach	20
7.3.3	Typ 3 – Canopy SC 500, Stützen an Stützmauer und Netzaufhängung an Galeriedach	21
7.3.4	Typ 4 – Netzdach Tecco G65/4 und AXI 250 im Bereich Wegaufgang	22
7.4	Verlegung Radweg	23
8.	Statischer Nachweis Lasteinleitung Autobahngalerie.....	24
9.	Kostenschätzung ± 15 %	25
10.	Massnahmenwirkungen.....	26
10.1	Auswirkungen auf die Gefahren- und Risikosituation	26
10.2	Auswirkungen auf das Waldareal	26
10.3	Auswirkungen auf Naturschutz / Wild.....	27
10.4	Landschaftsschutz.....	29
10.5	Grundwasser / Quellschutz.....	29
10.6	Gewässer / Gewässerraum	30
10.7	Neophyten	30
10.8	Zonenkonformität	30



Anhang

- A) Risikoanalyse
- B) Statiknachweis Lasteinleitung Autobahngalerie Astra

Planbeilagen

- 1184-012 Übersichtsplan 1:5000
- 1184-010 Situation 1:500
- 1184-011 Profile 1:100
- 1184-013 Detailplan Stahl (Verbindungen zu Galerie) 1:10 / 1:50

1. Ausgangslage und Auftrag

Der Radweg entlang des südlichen Ufers des Walensees ist durch Stein-/ Blockschläge gefährdet. Es handelt sich um einen beliebten und viel befahrenen Abschnitt der Seen-Route Nr. 9 von SchweizMobil. Auf dem Radweg verläuft auch ein offizieller Wanderweg. Somit sind auch viele Fussgänger auf dem Weg unterwegs.

Die massgebenden Gefahrenabschnitte befinden sich zwischen dem Ofenegg und dem Weisswandtunnel. Dieser Abschnitt weist eine Länge von ca. 500 m auf. Die massgebenden Liefergebiete für Primärsturprozesse bilden die mehrere Zehnmeter hohen Felswände unmittelbar oberhalb des Velowegs sowie verschiedene Felsbänder in den steilen darüberliegenden Waldungen (Dachsenfad, Wisswandwald, Ludiwald) zwischen Kote ca. 520 und 640. Es können aber auch Sekundärsturprozesse aus diesen Waldungen auf den Veloweg einwirken. Die Autobahn A3 verläuft in diesem Abschnitt im Tunnel oder ist mit Galerien geschützt.

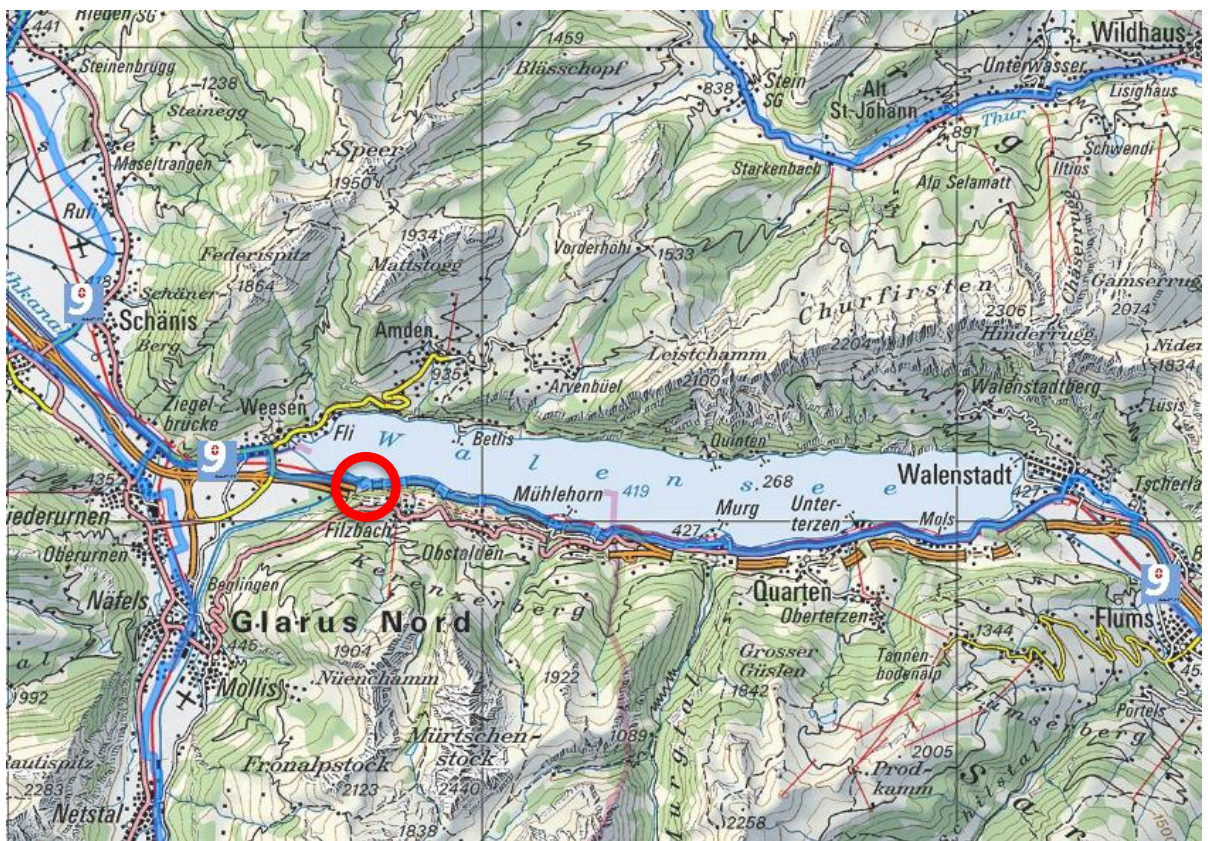


Abb. Nr. 1 Übersicht

Entlang der oberen Felskante auf Kote ca. 500 bis 520 finden sich alte Schutznetze verschiedener Altersklassen (verrostete Drahtmaschenzäune und Kunststoffnetze [S&P-Schutznetze]). Diese Schutznetze wurden mit Draht- und Nylonseilen an den Bäumen befestigt. Das Erstellungsjahr ist nicht bekannt. Zumindest die älteren Schutznetze dürften vermutlich aus der Zeit des Baus der A3 stammen. Die «neueren» S&P-Netze wurden vermutlich zu einem späteren Zeitpunkt zum Schutz des Radweges erstellt.

Diese Schutznetze waren weitgehend zerstört, stark beschädigt und hinterfüllt, sodass es immer wieder zu einer Überlastung ganzer Abschnitte der Schutzbauten gekommen ist. Weder die Gebrauchstauglichkeit, die Tragsicherheit noch die Dauerhaftigkeit der Verbauungen war gegeben. Der Zustand wurde als alarmierend beurteilt. Für die Sicherstellung der Verkehrssicherheit auf dem Radweg drängten sich unmittelbare Sofortmassnahmen auf.



Im Rahmen der Sofortmassnahmen wurden im April 2020 die Netze entleert und saniert, eine Felsräumung wurde durchgeführt und im Netztrasse liegende Bäume wurden entfernt. Wo bestehende Schutznetze am Boden lagen, wurden neue Netze zwischen die Bäume gespannt. Der Radweg musste während den Sofortmassnahmen gesperrt und gesichert werden. Mit den Sofortmassnahmen konnte die Gefahrensituation so weit reduziert werden, dass der Radweg zurzeit noch offengehalten werden kann.

Für die Sicherung des Radweges vor Steinschlägen prüfte der Kanton Glarus als weiterführende Massnahme das Anbringen von Steinschlagschutznetzen.

Die Marty Ingenieure AG wurde im März 2020 von der Abt. Tiefbau des Dep. Bau und Umwelt mit der Ausarbeitung eines Projektes für die Erarbeitung eines Schutzbautenprojektes beauftragt.

2. **Verwendete Grundlagen**

- [1] Technischer Bericht – Vorprojekt Steinschlagschutz Radweg Gäsi – Sofortmassnahmen 2020; Marty Ingenieure AG (23.3.2020)
- [2] Zwischenbericht mit Fotodokumentation – Ausführung Steinschlagschutz Radweg Gäsi – Sofortmassnahmen 2020; Marty Ingenieure AG (20.4.2020)
- [3] Technischer Bericht, Steinschlagschutz Dachsenfad – Vorprojekt im Auftrag der SBB; Marty Ingenieure AG (20.8.2020)
- [4] Naturgefahrenverordnung NGV Kanton Glarus (10. Mai 2016, Stand 10. Juni 2016)
- [5] Bericht «Risikoanalyse Naturgefahren Bereich Wisswand» aus dem Massnahmenprojekt N03/70 STE Weisswand – Mühlehorn, TDcost-Nummer 090207 im Auftrag des ASTRA, Büro Ing. Pedrozzi & Associati SA (Stand 24.07.2015)
- [6] Expertise und Variantenstudium zum Steinschlagschutz für den Radweg im Abschnitt Gäsi – Ofenegg; Büro Lombardi AG, November 2020
- [7] Beurteilung Lösungsvorschlag Kanton Glarus vom 27.1.2021 zum Steinschlagschutz für den Radweg im Abschnitt Gäsi – Ofenegg; Büro Lombardi AG, März 2021
- [8] Statiknachweis Lasteinleitung Autobahngalerie; Schläpfer&Partner, 5.8.2021

3. Situationsübersicht / Grundeigentum

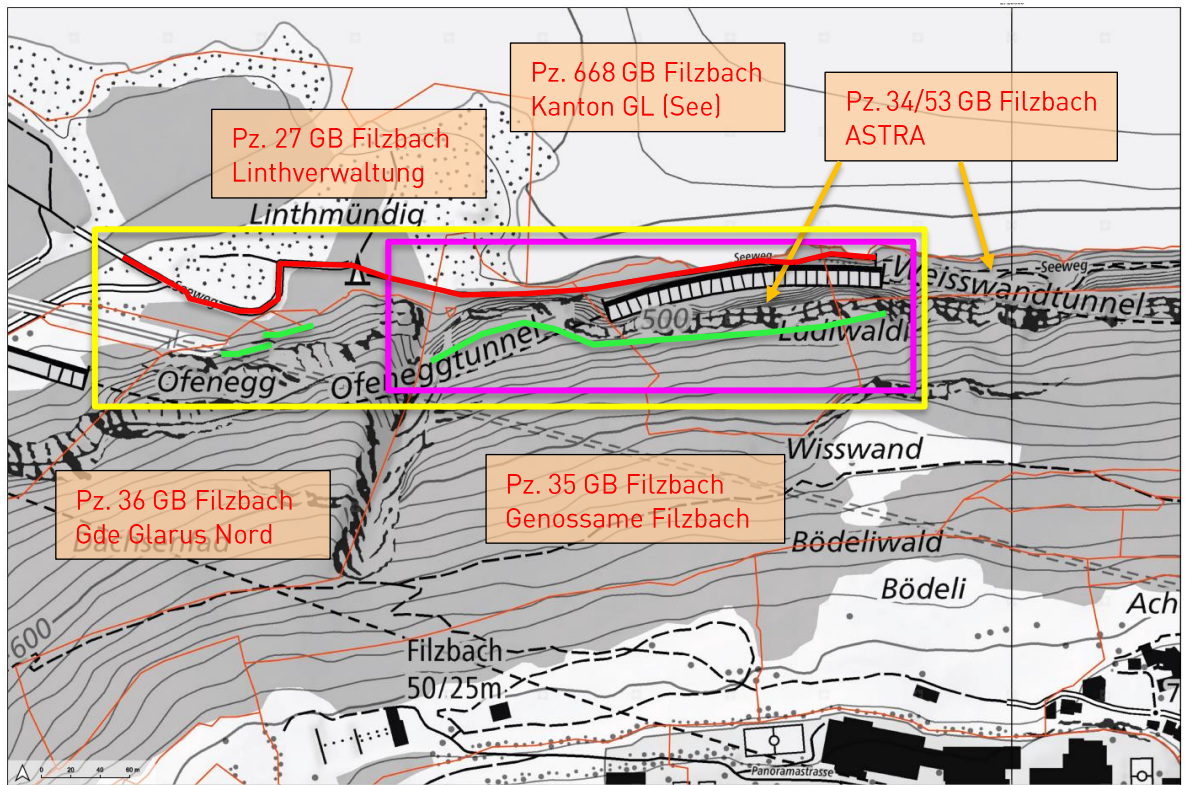


Abb. Nr. 2 Projektperimeter und betroffene Liegenschaften:
rot = Radweg;
pink = Projektperimeter Schutzbauten
gelb = Projektperimeter Risikoanalyse
grün = bestehende Schutznetze / Schutzpalisaden

Folgende Liegenschaften und Grundeigentümer sind durch die geplanten Massnahmen betroffen (alle Grundbuch Filzbach):

- Pz. 27 Linthverwaltung Uznach
- Pz. 34/35 Bundesamt für Strassen, ASTRA
- Pz. 35 Genossame Filzbach

4. Gefahrensituation

4.1 Geologie und Topografie

Im Untersuchungsperimeter verläuft der Radweg ab der Linth zunächst über das flach ausgebildete Linthdelta und führt anschliessend dem Walenseeufer entlang. Bis zum Portal des Weisswandtunnels sind bergseitig des Radwegs steile Hänge und Felswände vorzufinden. Oberhalb des Ludiwald, ab ca. 650 m. ü. M., wird das Gelände über den Felsbändern gegen Süden hin wieder flacher.

Die Felswand unmittelbar neben dem Radweg besteht aus Öhrlikalk. Darüber sind Felswände des Helvetischen Kieselkalks aufgeschlossen. Weiter folgen darüber die Mergel der Drusberg-Formation, jedoch ohne grössere Aufschlüsse auszubilden. Ab rund 620 m ü. M. bilden die Kalke des Oberen Schratenkalkes kleinere Felswände aus. Durch die talparallele Klüftung sind vor

allem aus dem unteren Bereich grössere Ausbrüche möglich. Die Schichtung ist flach bis mit rund 20° nach Süden einfallend. Im Untersuchungsperimeter sind mehrere Brüche bekannt. Entlang des längsten dieser Brüche erstreckt sich das Ofenegg-Couloir.

4.2 Liefergebiete für Sturzprozesse

Die massgebenden Liefergebiete für Primärsturzprozesse bilden die mehrere Zehnmeter hohen Felswände unmittelbar oberhalb des Velowegs sowie verschiedene Felsbänder in den steilen darüberliegenden Waldungen (Dachsenfad, Wisswandwald, Ludiwald) zwischen Kote ca. 520 und 640. Es können aber auch Sekundärsturzprozesse (durch Windwurf oder Wildwechsel ausgelöst) aus diesen Waldungen auf den Veloweg einwirken.

4.3 Zuverlässigkeit bestehender Schutzbauten

Die Wirkung der bestehenden Schutznetze konnte im Rahmen der Sofortmassnahmen 2020 stark verbessert werden. Bei den Felsräumarbeiten konnten zahlreiche potenzielle Sturzkörper entfernt werden. Die stark gefüllten Netze wurden entleert und instand gestellt.

Gemäss PLANAT Protect-Richtlinien haben Schutzbauten die Kriterien der Gebrauchstauglichkeit, der Tragsicherheit und der Dauerhaftigkeit zu erfüllen. Vor allem letzteres ist bei temporären Schutzbauten nicht gegeben. Die Netze können nur niedrige Sturzenergien aufnehmen und werden rasch wieder hinterfüllt. Massgebender Schwachpunkt ist jedoch deren Aufhängung. Sämtliche Schutznetze sind mit Drahtseilen an Bäumen befestigt. Wenn die Bäume infolge Windwurf oder Schneedruck umstürzen, werden diese die Schutzbauten mitreissen und die Hinterfüllung mobilisieren. Die folgenden Fotos zeigen die Situation vor Ausführung der Sofortmassnahmen im Frühling 2020.



Alte Maschendrahtzäune

Vermutlich noch aus der Zeit des Baus der A3 (Galerie).

Der Zaun ist stellenweise stark mit Steinen und Blöcken verfüllt. Einzelne Blöcke können jederzeit abstürzen.

Die grössten Blöcke sind rund 0.4 m³ gross und wiegen gegen eine Tonne.



Stark verfüllter Maschendrahtzaun

Unter der Annahme, dass der Zaun rund 40 Jahre alt ist, kann gefolgert werden, dass pro m² pro Jahr ein Stein anfällt!



Das S&P-Netz ist vollständig verfüllt. Die Aufhängepunkte können jederzeit reißen. Das Netz wurde auf einem – ebenfalls vollständig verfüllten – Drahtmaschenzaun gebaut.



Aufhängepunkte bestehen aus Nylonseilen. Die Tragseile wurden mit Schäkel an diese angebunden. Die Nylonschnüre sind meistens stark eingewachsen oder sogar gerissen.



Durch die geworfene Buche wurde auch das Netz mitgerissen.



Das S&P Netz kann Steinschlag von sehr geringer Intensität aufnehmen. Steinschlagprozesse von über ca. 10 kJ – insbesondere, wenn die Steine einen grösseren Rotationsenergieanteil aufweisen – können das Netz problemlos zerschneiden.

Beim alten Eisenbahntunnel bei Ofenegg (westlichster Abschnitt im Perimeter) sind alte Stahlpalisaden vorhanden, welche aber aufgrund von starken Hinterfüllungen und fehlender Tragsicherheit nicht mehr gebrauchstauglich sind. Diese Stahlpalisaden werden im Rahmen eines Drittprojekts (Projekt SBB, Sicherung Steinschlagschutz Tunnelportal Kerenzerberg) zurückgebaut. Der Rückbau dieser Schutzbauten ist nicht Bestandteil dieser Projektvorlage.

4.4 Einwirkung auf den Radweg

Im kantonalen Ereigniskataster sind keine Schadenereignisse dokumentiert. Es ist bisher nie zu einem Personenschaden oder einem grossen Sachschaden gekommen. Vor Ort finden sich aber immer wieder zahlreiche Spuren, welche auf die Häufigkeit und Intensität der Ereignisse hindeuten.

Jährlich treffen mehrere Steine auf dem Radweg auf. Die Steine werden regelmässig vom Unterhaltsdienst geräumt. Aufgrund der hohen Fallhöhe erreichen bereits kleine Steine mittlere bis starke Intensitäten und aufgrund der Häufigkeit der Ereignisse müsste der Radweg im Rahmen einer Gefahrenkartierung dem roten Gefahrengbiet zugeordnet werden.



Foto Nr. 1:

25.01.2020

Junge Steinschlagablagerungen auf dem Radweg

Koordinaten:

2'727'790, 1'220'790



Foto Nr. 2:

25.01.2020

Frische Steinschlagablagerungen auf dem Radweg unmittelbar vor dem Portal Weisswandtunnel, Personentreffer sind lebensbedrohlich

Koordinaten:

2'727'905, 1'220'795



Foto Nr. 3:

22.4.2020

Nach einem Sturzereignis durchschlagene Betonplatte des Radweges vor dem Weisswandtunnelportal

Das Ereignis erfolgte während der Ausführung der Sofortmassnahmen, als sich ein Block aus dem beschädigten Schutznetz löste und ohne Galerieberührung auf den Radweg stürzte.



Foto Nr. 4:

Ablagerung durch die Räumung der Hinterfüllung der Schutznetze vom April 2020

Durch die Räumung der Hinterfüllung der alten Schutznetze wurden viele Steine gelöst. Ohne das Schutznetz wären diese Steine ebenfalls auf die Strasse gestürzt. Das Bild zeigt, dass ohne Schutzbauten extrem häufig mit Steinschlag auf den Radweg zu rechnen ist.



Foto Nr. 5:

Auch die vielen Steinschlagtrefferspuren an den Absturzsicherungen und an der Fahrbahn zeigen die Häufigkeit der Ereignisse.

Im Rahmen dieser Projektvorlage wurden keine Steinschlagmodellierungen durchgeführt. Solche Modellierungen wurden im Rahmen der Studie [5] durchgeführt. Die in dieser Studie durchgeführte Simulation hat gezeigt, dass die aus der Felswand ausbrechenden Blöcke durch ein 3 m hohes 250 kJ-Netz auf der Schutzgalerie aufgehalten werden können und Blöcke, welche sich bereits weiter oben im Steilhang lösen, unter Umständen eine so weite Flugbahn entwickeln und diese ohne vorherige Galerieberührung den Radweg überfliegen. Die meisten dieser Blöcke treffen gemäss Simulation den Radweg nicht.

Die Erkenntnisse aus der Felsräumung der Instandstellung der S&P-Netze zeigen aber ein ganz anders Bild. Die vielen Direkttreffer auf dem Radweg zeigen, dass dieser sehr wohl durch Steine und Blöcke getroffen wird.

5. Risikosituation

Für die Risikoanalyse wurde eine vereinfachte Berechnung der Personenrisiken für Sturzprozesse durchgeführt. Andere gravitative Naturgefahren sind für den Streckenabschnitt nicht relevant und wurden in der Risikoanalyse nicht berücksichtigt. Das Schadenpotential bilden die beiden Nutzergruppen «Fussgänger» und «Radfahrer». Angewendet wurden die gängigen Risiko-Formeln gemäss EconoMe (Tool zur Berechnung der Wirkung und Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren).

5.1 Streckeneinteilung / Sturzzenarien

Die Streckeneinteilung erfolgte primär anhand der Gefährdungseinschätzung. Wo sich die Sturzzenarien, der Charakter von Prozessquelle und/oder Sturzbahn ändert, wurde ein neuer Abschnitt begonnen. Von der Linth bis zum Portal Weisswandtunnel wurden 9 Streckenabschnitte mit Abschnittslängen von 37 bis 88 Meter festgelegt. Der gesamte untersuchte Streckenabschnitt ist rund 530 m lang.

Für die Risikoberechnung wurden die Trefferwahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Streckenabschnitte geschätzt. Die Einschätzung basiert vorwiegend auf den Erkenntnissen der Felsräumung vom April 2020 und auf den bisher beobachteten Ereignissen im Untersuchungsgebiet.

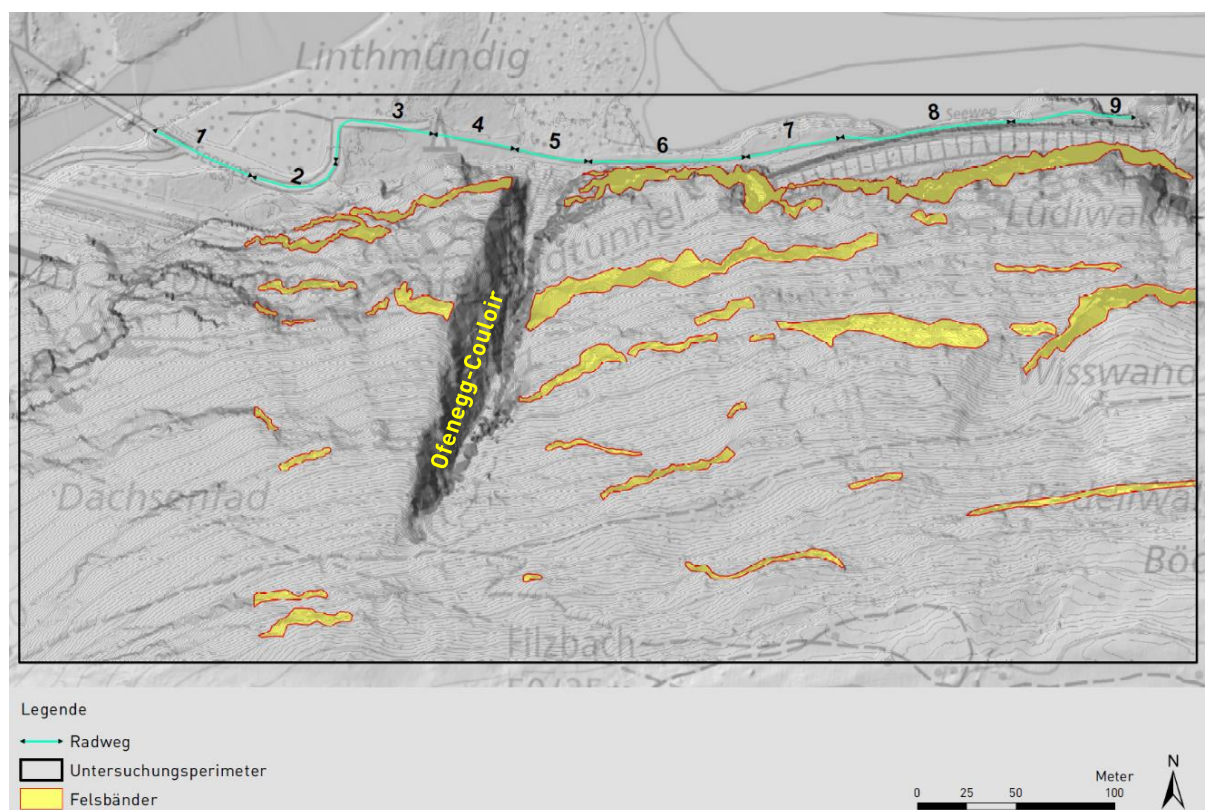


Abb. Nr. 3 Streckeneinteilung des untersuchten Radwegabschnittes

Abschnitt	Länge	Anzahl Treffer pro Jahr	Wiederkehrperiode (a)
1	55.9	0.05	20
2	49.3	5.00	0.2
3	66.9	0.10	10
4	41.9	5.00	0.2
5	37.9	30.00	0.033



6	80.0	5.00	0.2
7	49.0	10.00	0.1
8	87.5	5.00	0.2
9	64.1	25.00	0.04

Geschätzte Trefferwahrscheinlichkeiten pro Streckenabschnitt

Wichtige Bemerkung zu Szenarien:

Die Szenarien gelten für die Situation vor Ausführung der Sofortmassnahmen. Die Sofortmassnahmen haben die Gefahrensituation zwar vorübergehend entschärft. Bei fortschreitender Einwirkung und Hinterfüllung der Schutznetze ist jedoch wieder mit einer Erhöhung der Steinschlaggefahr zu rechnen.

5.2 Weitere Eingangsgrössen

Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV)

Bei Fussgängern und Radfahrern sind während Wochenenden und Ferienzeiten im Sommerhalbjahr mehrere hundert Passagen möglich. Ausserhalb dieser Spitzenzeiten sind es deutlich weniger und an Schlechtwettertagen sind sogar gegen Null Passagen möglich. Für die Risikoanalyse wurden die Mittelwerte für das Sommerhalbjahr abgeschätzt. Es wurde mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 100 Fahrradfahrern und 20 Fussgängern gerechnet. Dies entspricht über 40'000 Personen pro Jahr.

Anzahl Passagen

Die Anzahl Passagen pro Person werden auf 1.2 resp. 1.5 geschätzt. Es wird davon ausgegangen, dass die meisten Radfahrer den Wegabschnitt jeweils in nur eine Richtung zurücklegen. Der Radwegabschnitt wird vor allem zu Freizeit Zwecken benützt und wird daher nicht als Pendlerstrecke eingestuft.

Geschwindigkeit (v)

Bei Fahrradfahrern wurde eine mittlere Geschwindigkeit von 15 km/h angenommen. Für Fussgänger wurde eine mittlere Geschwindigkeit von 4 km/h gewählt. Dies entspricht der DIN 33466 Norm zur Berechnung von Wanderzeiten für ebene Strecken.

Effektiver Gefahrenbereich

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Passant oder ein Fahrzeug von einem Stein getroffen wird (Trefferwahrscheinlichkeit), hängt neben den bereits erwähnten Eingangsgrössen auch vom effektiven Gefahrenbereich ab. Der effektive Gefahrenbereich wird entweder über die Länge des Fahrzeugs resp. Breite eines Fussgängers oder, im Falle des Steinschlags, über die Grösse des Steins resp. Blocks definiert. In die Risikoberechnung fliesst jeweils der grössere der beiden Werte ein. Bei den Fahrradfahrern wird zur Bestimmung der Trefferwahrscheinlichkeit die Fahrradlänge (1.5 m) verwendet. Beim Fussgänger werden 0.5 m angenommen.

Wegtreffer pro Jahr

Die Anzahl der jährlichen Sturzereignisse, welche auf den Radweg treffen, wurden je Streckenabschnitt abgeschätzt. Die Abschätzung erfolgte anhand der Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Felsräumung im April 2020 und anhand bisher beobachteter Ereignisse.

Letalität

Um die verschiedenen Sturzzenarien bei der Risikoberechnung berücksichtigen zu können, wurde die Letalität je nach Abschnitt und je nach Nutzergruppe angepasst. Für Ereignisse in den



Abschnitten 1 bis 5 ist die Letalität tiefer als in den Abschnitten 6 bis 9, da angenommen wird, dass ein rollender Stein geringere Schäden anrichtet als ein direkt auf den Passanten fallenden Stein. Für Fahrradfahrer ist die Letalität eher geringer, da ein Treffer das Fahrrad oder den Fahrradfahrer direkt treffen kann. Die höchste Letalität wird mit 0.8 (Todesfolge bei 8 von 10 Treffern) für Fussgänger im Abschnitt 6 bis 9 angenommen. Die Grösse und Energie eines Sturzkörpers wird in der Risikoanalyse nicht berücksichtigt (vereinfachte Methode). Bei einem Treffer wird immer mit dem gleichen Letalitätswert des jeweiligen Abschnitts gerechnet.

Abschnitt	Länge	Letalität Radfahrer	Letalität Fussgänger
1	55.9	0.2	0.3
2	49.3		
3	66.9		
4	41.9		
5	37.9		
6	80.0	0.6	0.8
7	49.0		
8	87.5		
9	64.1		

Gewählte Letalitäten pro Streckenabschnitt

5.3 Resultate

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Risikoanalyse zusammengefasst. In Anhang A sind alle Resultate und Eingangsgrössen tabellarisch festgehalten.

5.3.1 Individualrisiken

Das Individualrisiko für die gesamte untersuchte Strecke von der Linthbrücke bis zum Weisswandtunnelportal berechnet sich auf $5.51 \cdot 10^{-4}$ (beide Nutzergruppen, aufsummiert). Der Fussgänger hat aufgrund der geringeren Geschwindigkeit resp. der längeren Aufenthaltsdauer im Gefahrenbereich ein höheres individuelles Todesfallrisiko als der Radfahrer. Das mit Abstand höchste Individualrisiko besteht für den Wegabschnitt 9 unmittelbar vor dem Weisswandtunnelportal mit $2.31 \cdot 10^{-4}$ (Fussgänger und Radfahrer). Die Wegabschnitte 5 bis 8 weisen für beide Nutzergruppen ebenfalls ein hohes Individualrisiko auf.

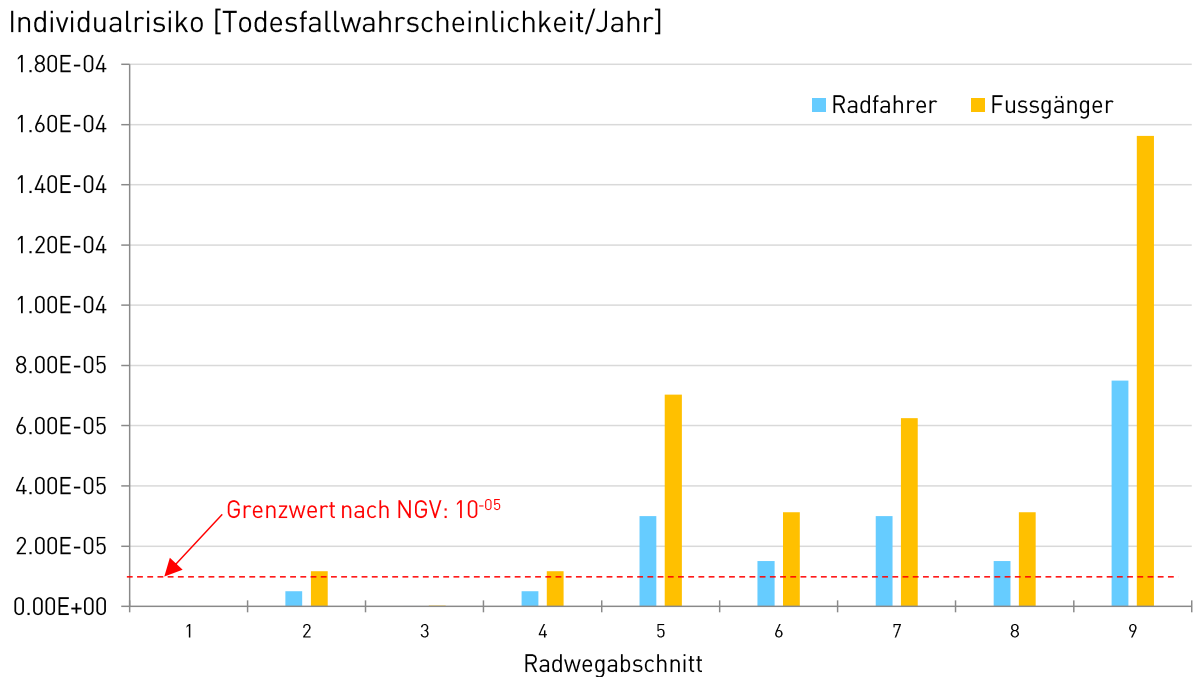


Abb. Nr. 4 Diagramm Individualrisiken

5.3.2 Kollektivrisiken

Das kollektive Risiko ist für die Nutzergruppe Radfahrer mit einem Wert von rund CHF 96'000.00 pro Jahr für die gesamte untersuchte Wegstrecke fast dreimal so hoch wie für die Nutzergruppe Fussgänger mit CHF 33'000.- pro Jahr. Dies ist unter anderem auf die hohe Frequentierung der Radfahrer zurückzuführen.

Gesamthaft berechnen sich die Kollektivrisiken auf CHF 129'000.--/Jahr. Die Wegstrecke unmittelbar vor dem Tunnelportal zeigt für alle Nutzergruppen mit Abstand die grössten Kollektivrisiken. Die Kollektivrisiken für den Wegabschnitt 5 bis 9 berechnen sich auf CHF 122'000.--. Dies entspricht rund 95 % des Gesamtrisikos.

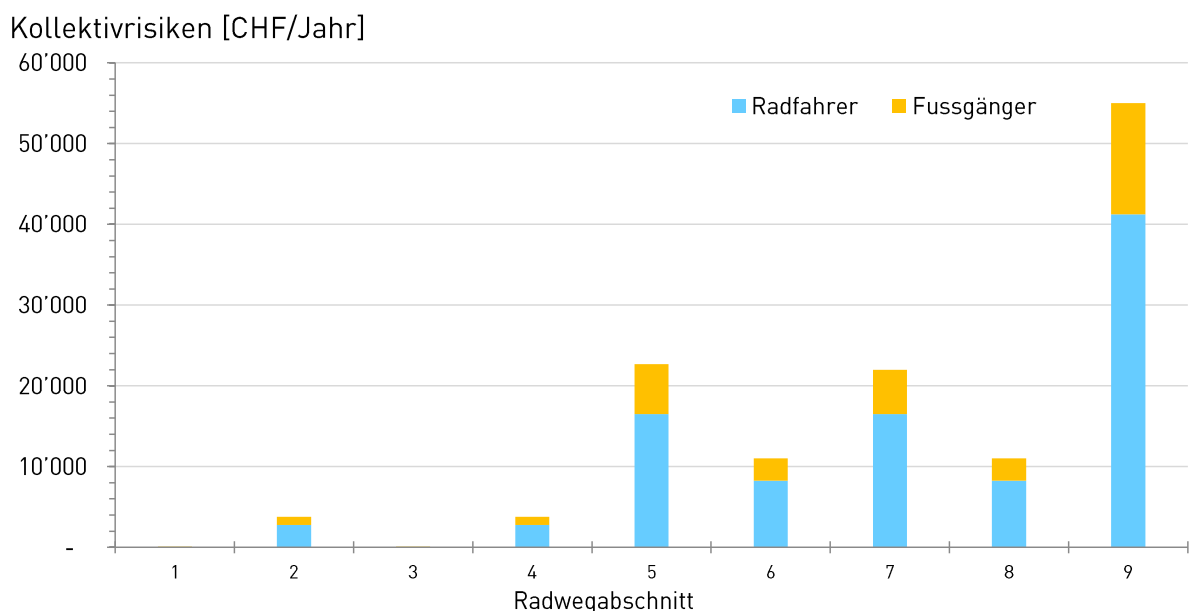


Abb. Nr. 5 Diagramm Kollektivrisiken

5.4 Schutzdefizitanalyse

In der Naturgefahrenverordnung des Kantons Glarus (NGV) ist der Grenzwert für das Todesfallrisiko eines Menschen mit 1:100'000 pro Jahr festgelegt. Der Grenzwert für das Todesfallrisiko wird für Fussgänger auf 7 der 9 Radwegabschnitten und bei den Radfahrern bei 5 der 9 Wegabschnitte übertroffen. Bei 7 Wegabschnitten besteht somit ein Schutzdefizit nach NGV. Lediglich die Wegabschnitte 1 und 3 zeigen für beide Nutzergruppen kein Schutzdefizit.

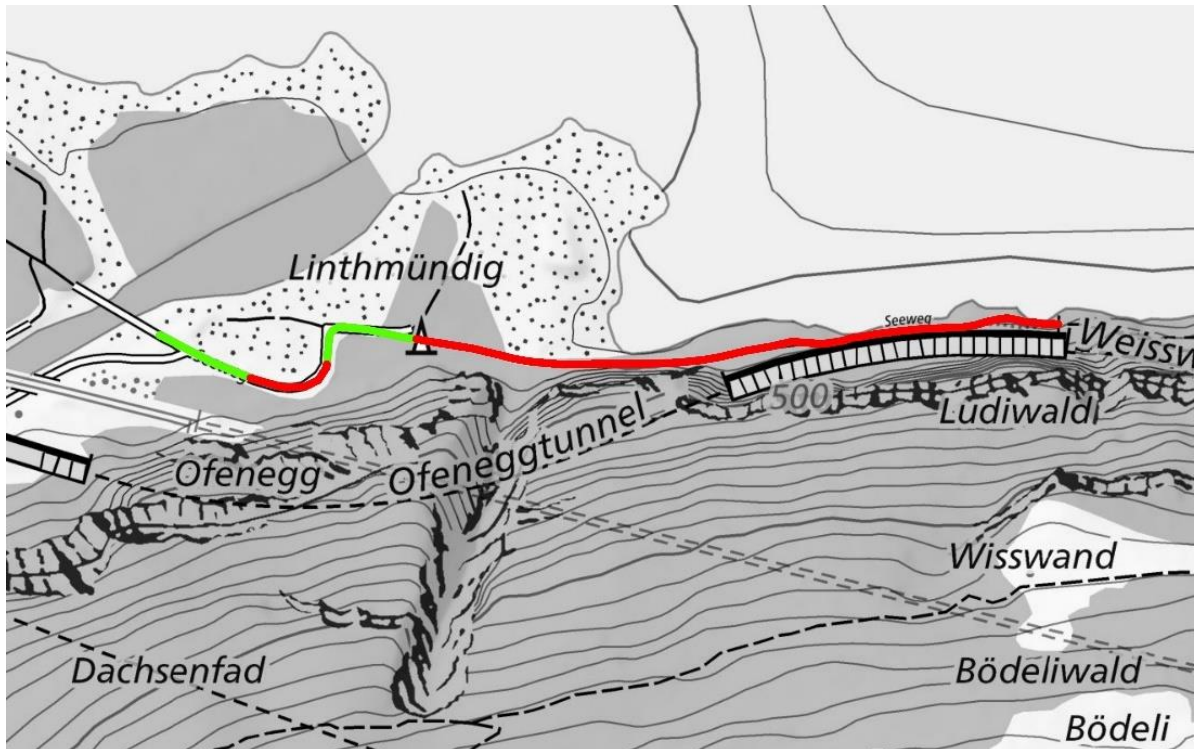


Abb. Nr. 6 Schutzdefizite Personenrisiken
Rot: Schutzdefizit nach NGV
Grün: keine Schutzdefizit

5.5 Bewertung der Risiken

Der untersuchte Radwegabschnitt zwischen Linthmündung bis Portal Weisswandtunnel ist Naturgefahren, massgeblich Stein- und Blockschlag, ausgesetzt. Auf einem Abschnitt von rund 410 m kann ein Schutzdefizit festgestellt werden. Besonders hoch sind die Risiken auf dem Radwegabschnitt vor dem Portal des Weisswandtunnels. Auch im Bereich des Ofenegg-Couloirs sind die Wegbenutzer einem erhöhten Risiko ausgesetzt.

Die Resultate der Risikoanalyse bestätigen, dass ein Handlungsbedarf zum Schutz des Personenverkehrs angezeigt ist.

Der untersuchte Radwegabschnitt ist Teil der nationalen Radroute Nr. 9. Benützer dürfen davon ausgehen können, dass auf einer entsprechend markierten Route der Grenzwert des Individualrisikos nicht überschritten wird.

6. Massnahmenplanung

6.1 Zielsetzungen

Für das Massnahmenkonzept stehen folgende Zielsetzungen im Vordergrund:

- Den Schutzdefiziten entgegenwirken, zuverlässiger Schutz der Personen auf dem Radweg
- Sicherstellung von Gebrauchs- und Tragsicherheit der Massnahmen
- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Massnahmen
- Kosten-Nutzen-optimierte Massnahmen
- Unterhaltsintensive Massnahmen nach Möglichkeit vermeiden
- Möglichst landschafts- und naturverträgliche Massnahmen

6.2 Organisatorische Massnahmen

Die meisten Ereignisse treten in den Wintermonaten auf (Frost-Tau-Wechselphasen). Im Winter wird der Radweg nicht unterhalten. Auf eine Sperrung des Radweges wird aber verzichtet. Die Gefahrensituation ist mit Steinschlagtafeln signalisiert und es wird auch auf den Verzicht des Winterunterhalts hingewiesen.

6.3 Waldbauliche Massnahmen

Im Rahmen der Sofortmassnahmen wurde entlang der Hangkante ein Holzschlag ausgeführt. Insbesondere wurden hängende und liegende Bäume stehend gefällt und mit dem Helikopter ausgeflogen.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes sind keine weiteren Holzschläge oder waldbauliche Massnahmen vorgesehen.

Mittelfristiges Ziel ist die Verjüngung der Waldbestände oberhalb der Felskante. Es sollte eine Dauerwaldgesellschaft mit einer hohen Stammzahl angestrebt werden.

6.4 Bauliche Massnahmen, Variantenstudium

Im Rahmen des Vorprojekts wurden verschiedene Massnahmenvarianten diskutiert.

Variante regelmässige Felsräumungen / Unterhalt der S&P Netze

Diese Massnahmenvariante zeigt eine geringe Zuverlässigkeit. Die S&P Netze weisen ein beschränktes Energieaufnahmevermögen auf. Die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit solcher Schutzbauten sind nicht gegeben. Insbesondere die Aufhängevorrichtung an Bäumen muss als untauglich betrachtet werden. Im Falle eines Unfalls infolge eines Bauwerksversagens stellen sich haftrechtliche Fragen. Auch temporäre Schutzbauten gelten als Werke und sind der Werkhaftpflicht unterstellt.

Mit regelmässigen Felsräumungen ist immer wieder mit Schäden an den bestehenden Einrichtungen des Radweges und der Galerie des ASTRA zu rechnen. Mit der Variante hätten die Schutzziele auch nicht erreicht werden können. Die Variante wird nicht favorisiert.

Variante Steinschlagschutzbarriere oberhalb Felswand

Diese Variante hätte einen Ersatz der bestehenden S&P-Netze im Bereich der Hangkante vorgesehen. Mit dieser Variante hätte aber der Radweg nicht vor Steinschlagprozessen, welche sich aus der unterliegenden Felswand ereignen, geschützt werden können. Diese Felswände hätten regelmässig einer Felsreinigung unterzogen werden müssen.

Die Schutzbaute wäre im Waldareal zu stehen gekommen. Innerhalb eines Waldareals ist die Schutzbaute selbst durch Baumschlag gefährdet. Entsprechend hätte zum Schutz der Schutznetze der Wald auf einem Streifen von rund 30 m vollständig abgeräumt werden müssen. Dies wiederum hätte die bereits heute vorhandenen Neophyten-Problematik stark erhöht.

Aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der Schutznetze wäre auch der Aufwand und die Kontrolle der Schutzbauten gross. Die Variante wurde nicht favorisiert.

Variante durchgehender Kopfschutz

Diese Variante sieht einen durchgehenden Kopfschutz in Form einer Steinschlagschutz-Netzdecke vor. Vorgesehen ist die Erstellung eines Steinschlagschutznetzes des Typs Canopy SC 500 der Firma Geobru gg AG. Es handelt sich dabei um eine selbstreinigende Steinschlagbarriere. Die Netzdecke wird seitlich an die Galerie des ASTRA und der Felswand gehängt. Diese Variante bildet die Bestvariante, weil der Schutz des Radweges am umfassendsten und nachhaltigsten gewährleistet und der Unterhalt am einfachsten ausgeführt werden kann. Die Risikoreduktion ist von allen Massnahmen am grössten.

Beim ASTRA wurden bereits Vorabklärungen getroffen, ob das Schutznetz an die Autobahngalerie Ofenegg und damit auf dem Boden des ASTRA erstellt werden darf. Die ersten Rückmeldungen des ASTRA waren positiv, womit diese Variante als Bestvariante weiterverfolgt wurde.

Variantenstudium der Lombardi AG im Auftrag des ASTRA [6]

Im Auftrag des ASTRA hat das Büro Lombardi AG die von der Marty Ingenieure AG vorgeschlagene Lösung mit dem durchgehenden selbstreinigenden Schutznetz Canopy SC 500 beurteilt.

Die Lombardi AG kommt zum Schluss, dass die vorgeschlagene Lösung eines selbstreinigenden Netzes mit ablenkender Funktion (Weiterleitung der Blöcke über den Radweg hinweg in den See) für die gegebene Situation grundsätzlich sinnvoll ist. Solange eine Montage des Systems unabhängig von der Galerie möglich ist, kann dieses System gut eingesetzt werden. Lediglich die Montage an der Galerie kann statisch und auch ausführungstechnisch (z.B. Beschädigung der Struktur, Abdichtung etc.) zu Problemen führen.

Die Höhenlage des Radweges relativ zur Lage der Galerie Ofenegg variiert sehr stark. Im westlichen Bereich der Galerie liegt der Radweg deutlich tiefer, so dass eine Montage des Schutznetzes an der Felswand bzw. der dort bestehenden Stützmauer möglich ist. Richtung Osten steigt der Radweg an und nähert sich in der Höhenlage der Galerie, so dass hier keine Montage des vorgesehenen Systems ohne direkte Galerieberührung möglich ist. Aus diesem Grund wurde von der Lombardi AG nochmals eine Beurteilung abhängig von der Lage entlang der Galerie vorgenommen.

Die verschiedenen Varianten und Massnahmenoptimierungen sind in [6] beschrieben. Dabei wurden insbesondere auch folgende Varianten untersucht:

- Variante Schutznetz auf Galeriedecke in Kombination mit Schutznetz oberhalb der Felswand
- Variante Netzabdeckung / Netzvorhang ganze Felswand in Kombination mit Schutznetz oberhalb der Felswand
- Massnahmenoptimierung Canopy ohne Kontakt mit der Galeriestruktur

Nach einer ersten Einschätzung erachtet das ASTRA die Lösung mit der Verankerung der Stahlprofile an den bestehenden Stützen der Galerie als kritisch. Aus diesem Grund wurden Befestigungspunkte angepasst und optimiert, so dass der Kontakt mit der Galeriestruktur stark

reduziert werden konnte. Das optimierte Schutzkonzept wurde vom Büro Lombardi AG nochmals beurteilt.

7. Geplante Steinschlagschutzmassnahmen Radweg Gäsi – Weisswandtunnel

7.1 Schutzdamm Couloir Ofenegg

Das Ofenegg-Couloir ist eine Erosionsrinne, welche bei Starkniederschlag kleine Murgänge führen kann. Im Couloir tritt gehäuft Steinschlag auf. Sowohl die Steinschlagprozesse wie auch die Murgangprozesse gefährden den Radweg.

Bereits heute wird der Radweg durch einen kleinen Schutzdamm geschützt. Das vorliegende Bauprojekt sieht die Verlängerung und die Erhöhung des Schutzdammes vor. Bergseitig wird der Schutzdamm mit einem Blocksatz abgefangen und so eine Prallwand erstellt. Der bergseitige Ablagerungsraum hinter dem Schutzdamm kann problemlos mit einem Radbagger oder mit einem Muck geleert werden.

Für die Vergrösserung des Schutzdammes wird der Radweg um rund 2 m seeseitig verlegt. Der Schutzdamm kann zu einem grossen Teil mit dem Aushubmaterial gebaut werden, welcher für die Erstellung der Fundamente oder der bergseitigen Verlegung des Radweges anfällt.

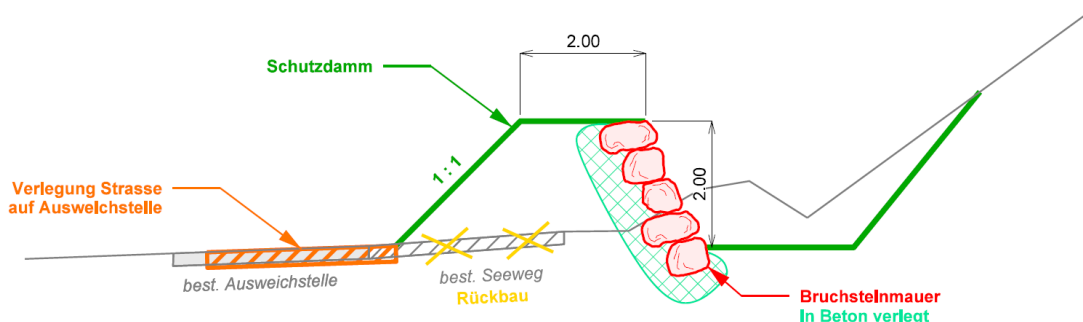


Abb. Nr. 7 Normalprofil Schutzdamm beim Ofenegg-Couloir

7.2 Steinschlagschutznetze: Systemwahl und Anordnung der Systemtypen

Basierend auf der Expertise der Lombardi AG [6] wurde das Steinschlagschutzkonzept insbesondere im hinteren Teil und im Bereich des Treppenaufgangs überarbeitet. Die Inputs aus der Expertise konnten weitgehend umgesetzt und als Lösung eine Kombination aus zwei Systemen beschrieben werden.

Das vorgeschlagene Netzdach (Typ Canopy SC 500 von Geobrugg) wird in verschiedenen Ausführungstypen (Typ 1 bis 3) auf der gesamten Strecke eingesetzt werden. So kann dasselbe System auf der gesamten Länge der Strecke eingesetzt werden. Die Ausführungstypen 1 bis 3 unterscheiden sich lediglich hinsichtlich ihrer Montage an der vorhandenen Galeriestruktur. Im Bereich des Treppenaufgangs wird eine Kombination aus einem Netzdach und einem darüberliegenden dynamischen Schutznetz vorgesehen. Diese Sonderlösung (Typ 4) wird nur in einem

Netzfeld angewendet, da hier das andere System nicht montiert werden kann, ohne den Aufgang auf die Galerie zu behindern.

Bei der Systemwahl wurden die S&P-Netze, welche oberhalb der Felswand im Wald angebracht sind, nicht berücksichtigt, da die Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit dieses Systems langfristig nicht gewährleistet sind.

Die vorgesehenen Netze des Typs Canopy SC 500 (Energieklasse bis 500 kJ) werden gemäss [6] für die Anwendung auf der gesamten Strecke als geeignet beurteilt.

Die Anordnung der verschiedenen Systemtypen ist aus dem Plan 1184-010 ersichtlich.

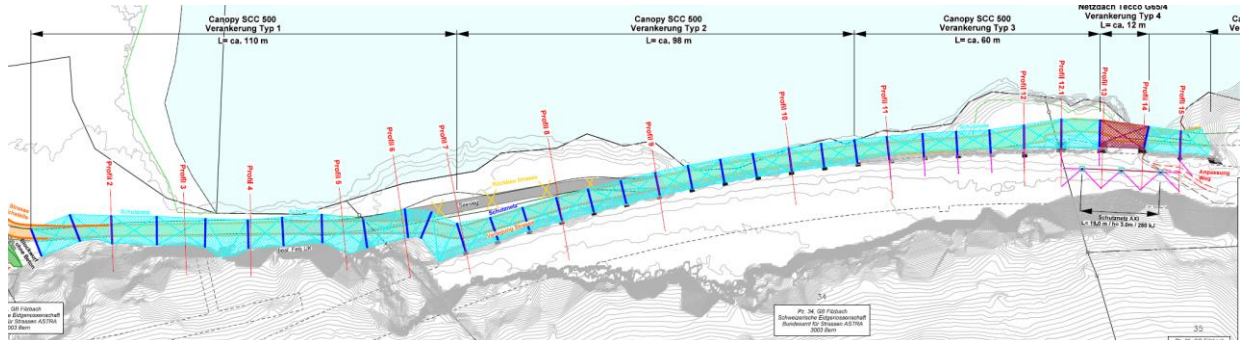


Abb. Nr. 8 Anordnung der Systemtypen 1 bis 4

7.3 Beschreibung der Systemtypen

7.3.1 Typ 1 – Canopy SC 500, Montage an Felswand

Dieser Typ kommt auf einer Länge von rund 110 m (Profile 1-6) zur Anwendung. Die Montage aller Elemente (Stützen, Verankerungen) erfolgt an den bestehenden Felsen. Es findet keine Galerieberührung statt.

Die Verankerung des Netzes erfolgt über Seilanker, welche in die Felswand eingelassen werden. Die Stützenverankerung erfolgt über in die Felswand eingebaute Stabanker.

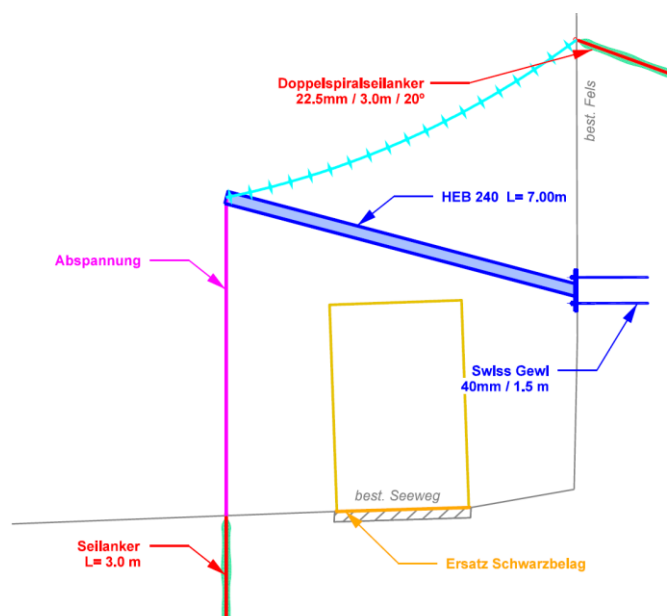


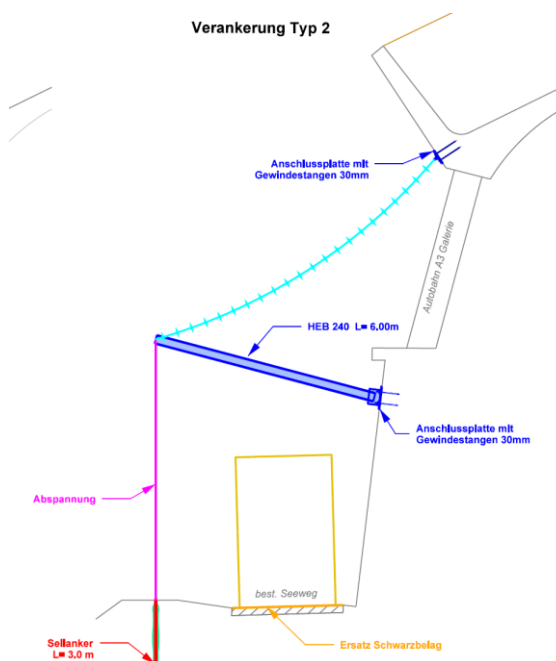
Abb. Nr. 9 Systemskizze Typ 1 – Canopy SC 500 entlang Felswand



Abb. Nr. 10 Referenzprojekt Canopy SC 500 Chalais-Vercorin VS

7.3.2 Typ 2 – Canopy SC 500, Stützen an Stützmauer und Netzaufhängung an Galeriedach

Dieser Typ kommt auf einer Länge von rund 100 m (Profile 7-10) zur Anwendung. Die Stützen werden über eine Fussplatte an die Stützmauer der Galerie montiert und die Netzabspannungen am Galeriedach.



Der Anschluss der Seilverankerung erfolgt im Druckgewölbe der Galerie. Die Seile werden über eine Stahlplatte mittels Ankerstangen im Beton der Galerie befestigt.

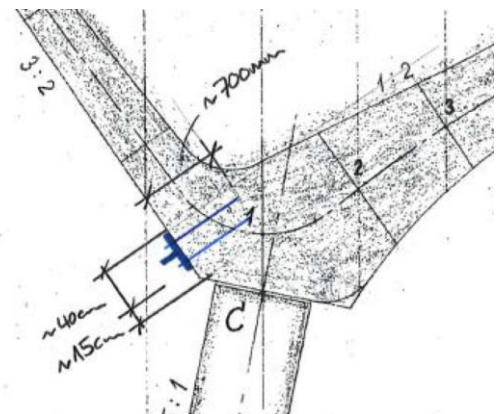


Abb. Nr. 11 Systemskizze Typ 2 – Canopy SC 500 entlang Galerie auf hoher Stützmauer

7.3.3 Typ 3 – Canopy SC 500, Stützen an Stützmauer und Netzaufhängung an Galeriedach

Dieser Typ kommt in zwei Abschnitten auf einer Gesamtlänge von rund 76 m (Profile 11-12;15) zur Anwendung.

Die Montage der Stütze erfolgt an einem der Galeriestütze vorgestellten Verteilträger HEB 300. Auf den HEB-Träger wird für die Aufnahme des Stützenschuhs ein Breitflachstahl BLE 300/300/20 aufgeschweisst. Die Stützen können anschliessend über den Stützenschuh mit dem BLE verschraubt werden. Die Fundation bzw. die Bodenverbindung des Verteilträgers erfolgt über eine Schuhverbindung, welche die Kräfte über Ankerstangen in ein Betonkopffundament einleitet.

Der Verteilträger wird nicht direkt an die Galeriestütze verankert, sondern mit dem Druckgewölbe der Galerie verbunden. Ins Gewölbe werden nur Druckkräfte übertragen. Die Anschlussplatte wird in der best. Konstruktion analog zur Seilverankerung mit Ankerstangen befestigt.

Die Montage der Netzaufhängung erfolgt über ein Rückhalteseil, welches über das Galeriedach geführt wird. Auf dem Kordon wird ein Stahlschuh montiert, welcher im Belastungsfalle eine Druckkraft abgibt. Hauptzweck des Stahlschuhs ist die Führung des Rückhalteseils. Dieses wird entweder an der dahinterliegenden Felswand verankert oder - wo es die Geometrien der Überschüttung notwendig machen - wird der Rückspanner mit einem Seilanker in der Galerieüberschüttung verankert. Anstelle des Seilankers kann auch ein KSB-Anker mit einem Flexkopf zur Anwendung kommen. Mit dieser Montage entstehen keine Hebelarmkräfte, welche statisch ungünstig auf das Galeriedach einwirken.

Der Stahlschuh wird in Absprache mit dem Netzhersteller so ausgeführt, dass das reibungslose «Laufen» des Rückhalteseils auch bei möglicher Verschmutzung gewährleistet ist.

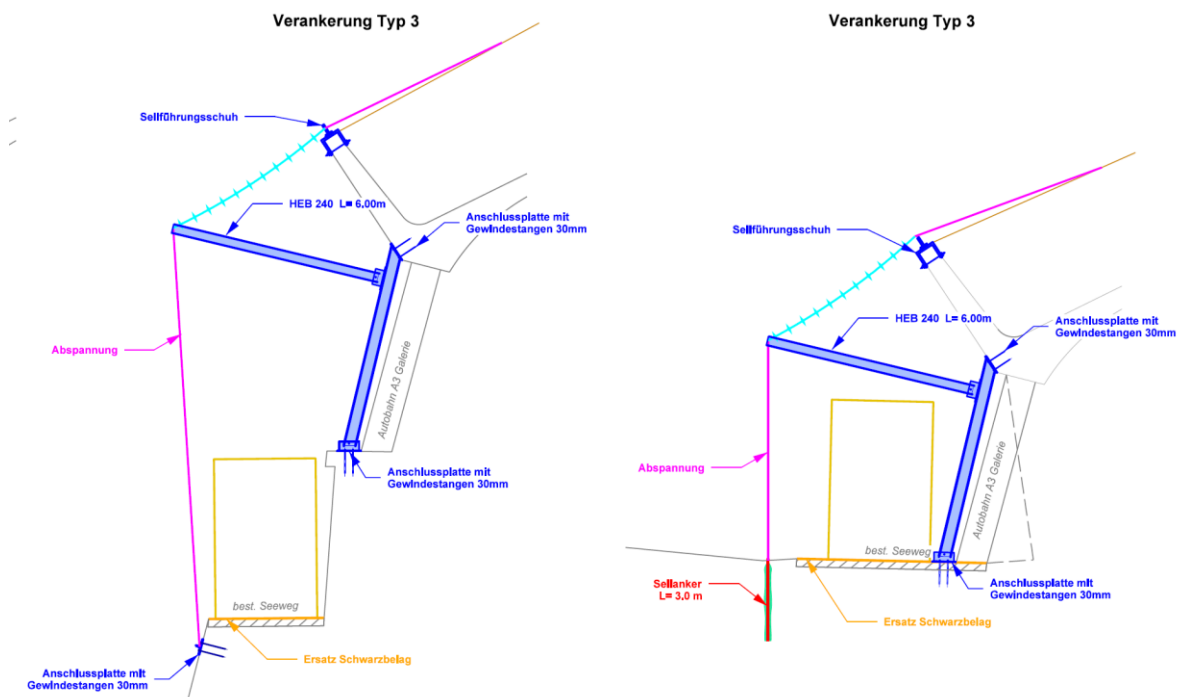


Abb. Nr. 12 Systemskizze Typ 3 – Canopy SC 500 mit Verteilstütze und Netzseilführung über Galeriedach

Beim Treppenaufgang sind drei Galeriestützen mit einer massiven Stützenverbreiterung versehen.

Die Druckkräfte aus der Steinschlagschutzkonstruktion, welche auf die Vorstütze wirken, werden über eine Kopfplatte über Kontakt eingeleitet. Konstruktiv wird diese Kopfplatte mit Ankerstangen an der Konstruktion der Vorstütze befestigt. Die Vollstütze ist massiv genug, damit die Kräfte über Druck ins Gewölbe oder den Fuss abgeleitet werden können, womit die Stütze nicht geschwächt wird.

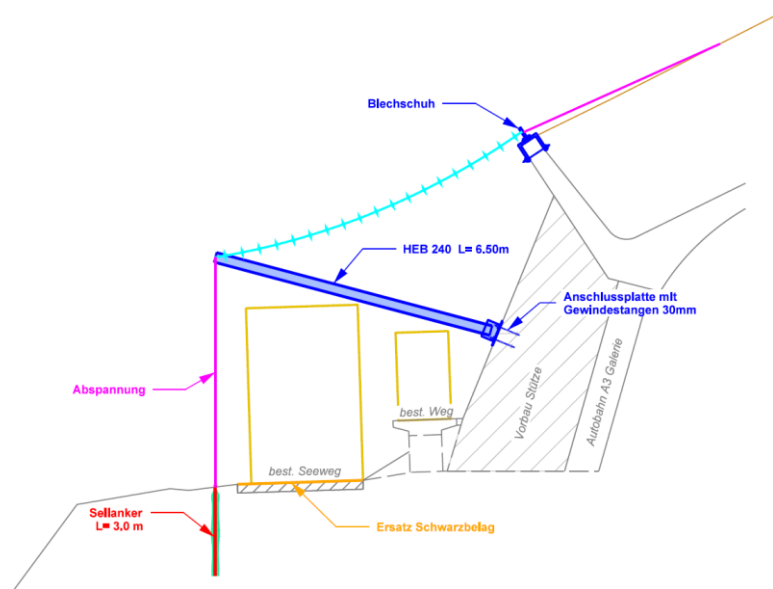


Abb. Nr. 13 Systemskizze Typ 3a – Canopy SC 500 Direktmontage auf Vorstütze

7.3.4 Typ 4 – Netzdach Tecco G65/4 und AXI 250 im Bereich Wegaufgang

Dieser Typ kommt beim Treppenaufgang (Profile 13-14) zur Anwendung. Im Bereich des Treppenaufgangs ist eine Kombination aus einem Netzdach und einem darüberliegenden dynamischen Schutznetz vorgesehen. Wegen des Treppenaufgangs kann das Canopy SC 500 nicht durchgezogen werden. Aus diesem Grund wird auf dem Galeriedach ein stehendes, flexibles 250 kJ-Netz erstellt und das Schutzsystem für den Überlastfall mit einem Tecco G65/4 als Netzdach ergänzt. Das 16 m lange 250 kJ-Netz wird wegen der geringen Überschüttungstiefe im Bereich der Fundamente mit «schwimmenden» Betonfundamenten auf dem Galeriedach fundiert. Die Betonfundamente müssen weiter oben verankert werden. Mittels vorgängigen Ankerzugversuchen werden die notwendigen Anker dimensioniert.

Der Wanderweg muss lokal umgelegt werden.

Das Netzdach (Tecco G65/4) ist in der folgenden Abbildung dunkelrot dargestellt. Zur Verstärkung wird das Netzfeld mit quergespannten Drahtseilen 16 mm verstärkt. Das Auffangvermögen ist kleiner als 250 kJ, das System ist nicht zertifiziert. Im Belastungsfall wird das Lichtraumprofil für LKW (h=4.0 m) verletzt, der Schutz für Fussgänger und Radfahrer wird aber als genügend beurteilt, weil diese ein deutlich kleineres Lichtraumprofil benötigen.

Das Netzdach wird an die beiden angrenzenden Stützen des Canopy-Systems befestigt. Mit dem Netzhersteller sind verschiedene Details zu definieren (Befestigung an den Stützen, Gestaltung Randbereiche, Verschluss der Lücken, Definition der zusätzlichen Kräfte), welche auf die Netzstützen abgegeben werden können. Diese Abklärungen erfolgen im Rahmen des Ausführungsprojekts.

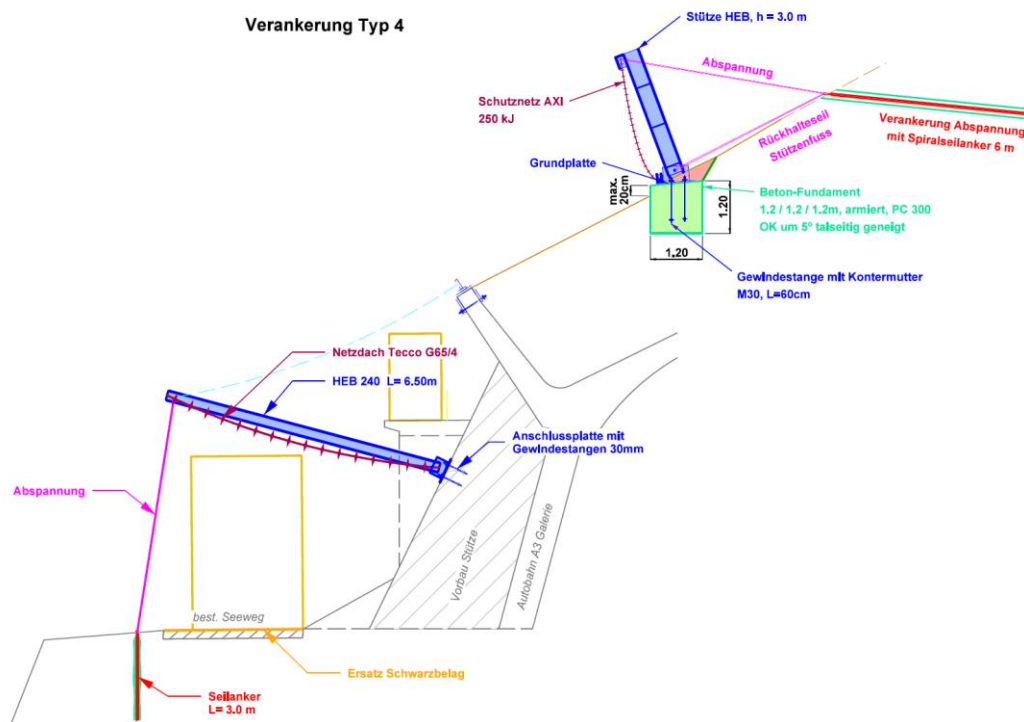


Abb. Nr. 14 Systemskizze Typ 4– 250 kJ-Netz AXI250 mit Netzdach Tecco G65/4 mit Querverseilung

7.4 Verlegung Radweg

Der Radweg wird an zwei Stellen verlegt (Lageverlegung):

- Seeseitige Verschiebung beim Ofenegg-Couloir, Verlegungslänge ca. 30 m: Sicherstellung notwendiger Platz für Erstellung Schutzdamm.
- Bergseitige Verlegung zwischen Profil 4 und 9, Verlegungslänge ca. 120 m: Sicherstellen, dass Radweg unter das Schutznetz zu liegen kommt.

Der Radweg wird innerhalb des Projektperimeters durchgehend mit einem neuen Schwarzbelag versehen.

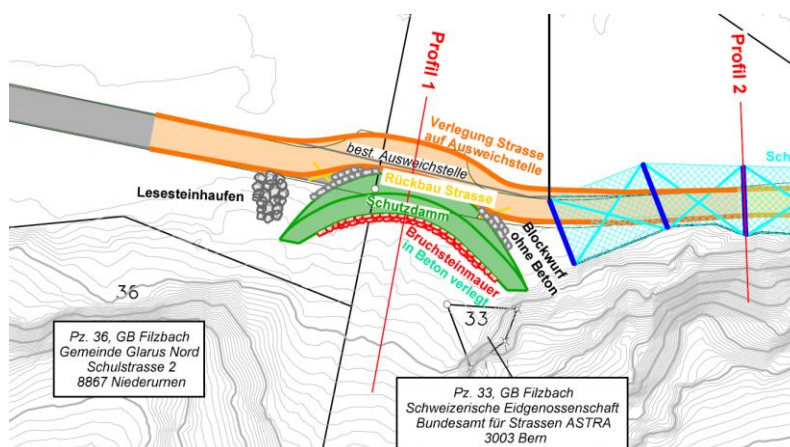


Abb. Nr. 15 Verlegung Radweg im Bereich des Schutzdamms Ofenegg-Couloir

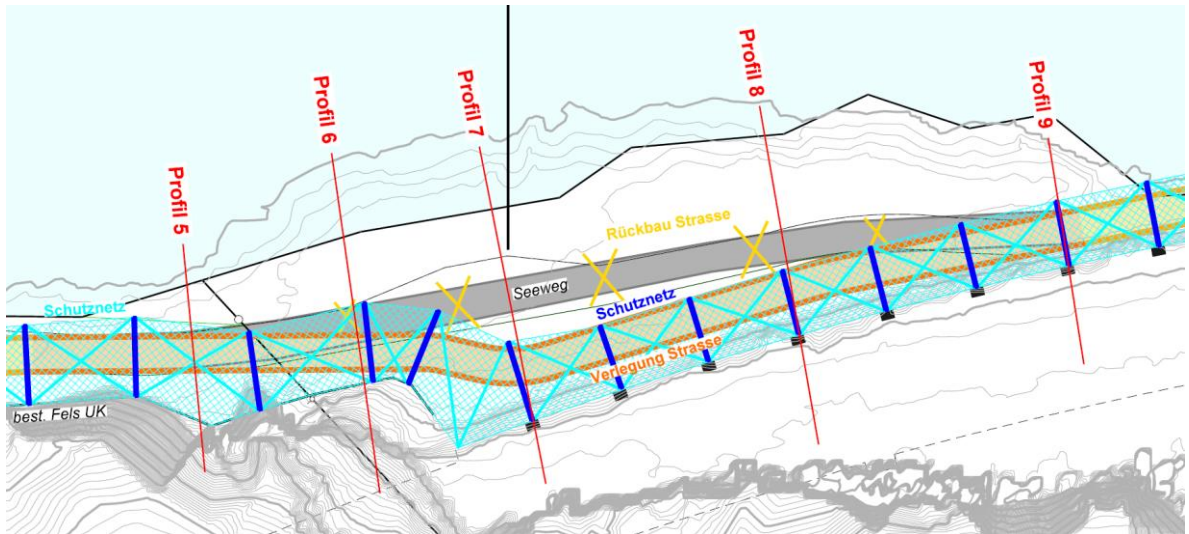


Abb. Nr. 16 Verlegung Radweg zwischen Profil 4 und 9

8. Statischer Nachweis Lasteinleitung Autobahngalerie

Die vom ASTRA geforderten statischen Nachweise wurden vom Büro Schläpfer&Partner AG, Zürich erbracht [8].

Die wirkenden Lasten im Ereignisfall werden als aussergewöhnliche Einwirkungen in den statischen Nachweisen berücksichtigt. Die entsprechenden Lasten wurden vom Systemhersteller angegeben.

Für die statischen Nachweise wurde dieselbe Modellbildung für die Gesamtkonstruktion der Autobahngalerie verwendet, wie in den ursprünglichen Berechnungen aus den 1960er-Jahren. Die Kräfte wirken im Modell an einem 3-Gelenkbogen, welcher seeseitig eine Pendelstütze besitzt.

Die Nachweisführung für die bestehende Tragkonstruktion erfolgt anhand der Norm SIA 269 «Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken» mit Hilfe von Sicherheitsüberlegungen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Tragkonstruktion den geforderten Erfüllungsgrad im jetzigen Zustand einhält.

Die zusätzlichen Konstruktionen werden nach den aktuellen Normen bemessen.

Es wird gezeigt, dass die zusätzlichen Auswirkungen infolge Steinschlagschutznetz klein genug sind, sodass aus Sicherheitsüberlegungen die statischen Nachweise für die bestehende Autobahngalerie erfüllt sind. Zudem werden konstruktive Details für den Anschluss am bestehenden Tragwerk vorgeschlagen. Weitere Details sind dem Statiknachweis zu entnehmen.



9. Kostenschätzung ± 15 %

Die Kostenschätzung sieht Gesamtkosten von CHF 1.56 Mio. Franken vor.

Bezeichnung	Einh.	Ausmass	Einh.-Preis	Kosten
M1) Schutzdamm Strasse				Fr. 14'250.00
Baustelleninstallation	p	1.00	5'000.00	Fr. 5'000.00
Muckarbeiten	Std	25.00	250.00	Fr. 6'250.00
Instandstellung Gelände, Handarbeit	p	1.00	3'000.00	Fr. 3'000.00
M2) Steinschlagschutznetz Canopy SCC 500				Fr. 947'500.00
Baustelleninstallation	p	1.00	30'000.00	Fr. 30'000.00
Materiallieferungen gemäss Richtofferte Geobrug	p	1.00	500'000.00	Fr. 500'000.00
ausserordentliche Materialteuerung seit Richtofferte	p	30%	500'000.00	Fr. 150'000.00
Material für Spezialbefestigungen Galeriepfeiler	Stk	10.00	2'000.00	Fr. 20'000.00
Material für Spezialseilschuhe	Stk	10.00	1'000.00	Fr. 10'000.00
Seilanker Rückverankerung bohren und setzen	m'	150.00	150.00	Fr. 22'500.00
Seilanker Vorabspannung bohren und setzen	m'	100.00	150.00	Fr. 15'000.00
Montage Schutznetz	m'	200.00	1'000.00	Fr. 200'000.00
M3) Steinschlagschutz 250 kJ auf Galeriedach				Fr. 65'500.00
Baustelleninstallation	p	1.00	5'000.00	Fr. 5'000.00
Beton-Flachfundamente inkl. Grabarbeiten	m³	10.00	2'500.00	Fr. 25'000.00
Materiallieferung Netz und Anker	m'	20.00	1'000.00	Fr. 20'000.00
Seilanker Rückverankerung bohren und setzen	m'	50.00	150.00	Fr. 7'500.00
Montage Schutznetz	m'	20.00	400.00	Fr. 8'000.00
M4) Instandstellungen Schadstellen nach Felsräumung				Fr. 20'000.00
Baustelleninstallation	p	1.00	2'000.00	Fr. 2'000.00
Material	p	1.00	13'000.00	Fr. 13'000.00
Arbeit	Std	50.00	100.00	Fr. 5'000.00
M5) Verschiebung Strasse				Fr. 109'250.00
Baustelleninstallation	p	1.00	10'000.00	Fr. 10'000.00
Grabarbeiten	m³	250.00	35.00	Fr. 8'750.00
Tragschicht	m³	360.00	50.00	Fr. 18'000.00
Schwarzbelag	m²	900.00	75.00	Fr. 67'500.00
Rückbau alte Strasse / Geländeinstandstellungen	p	1.00	5'000.00	Fr. 5'000.00
Diverses				Fr. 289'125.00
Regiearbeiten (Pos. M1 bis M5)	5%			Fr. 57'825.00
Projekt und Bauleitung	10%			Fr. 115'650.00
Reserven, Unvorhergesehenes	10%			Fr. 115'650.00
Zusammenstellung				
M1) Schutzdamm Strasse				Fr. 14'250.00
M2) Steinschlagschutznetz Canopy SCC 500				Fr. 947'500.00
M3) Steinschlagschutz 250 kJ auf Galeriedach				Fr. 65'500.00
M4) Instandstellungen Schadstellen nach Felsräumung				Fr. 20'000.00
M5) Verschiebung Strasse				Fr. 109'250.00
Diverses				Fr. 289'125.00
Total exkl. MWST				Fr. 1'445'625.00
MWST		7.7%		Fr. 111'313.15
Rundungen				Fr. 3'061.85
TOTAL Steinschlagschutz Gäsi				Fr. 1'560'000.00

10. Massnahmenwirkungen

10.1 Auswirkungen auf die Gefahren- und Risikosituation

Mit den geplanten baulichen Massnahmen können die Radwegabschnitte 5-9 nachhaltig gesichert und die Personenrisiken stark reduziert werden. Das Restrisiko auf den Radwegabschnitten 5-9 wird auf 10 % des berechneten Kollektivrisikos (vor Massnahmen) festgelegt. Dies entspricht einer jährlichen Risikoreduktion von rund CHF 110'000 pro Jahr.

Die jährlichen Kosten der Schutzmassnahmen wurden mit den EconoMe-Richtwerten bestimmt.

Bei Gegenüberstellung der jährlichen Risikoreduktion und den jährlichen Kosten der Schutzmassnahmen von rund CHF 75'000.- berechnet sich ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.5. Die Schutzmassnahmen sind somit als wirtschaftlich zu bezeichnen.

Eingangsrößen			
Investitionskosten	Fr.	1'560'000	Investitionskosten
jährl. Unterhalts-/Reparaturkosten	%	2	jährl. Anteil der Investitionskosten (EconoMe)
Untersuchungszeitraum	Jahre	50	Wert EconoMe
Restwert	Fr.	0	Annahme
Zinssatz	%	1.65	(Nominalzins minus Teuerung)
Zwischenresultate			
jährlichen Betriebskosten	Fr.	31200	Baukosten+Unterhaltskosten+Reparaturkosten
Amortisationskosten	Fr.	44070	Anteil Investitionskosten
Kosten-Nutzen			
jährliche Todesfallverminderung	T/J	1.66E-02	aus Risikoanalyse
jährliche Todesfallverminderung	Fr./J	109518.75	aus Risikoanalyse
jährliche Kosten	Fr.	75270	
Kosten pro verh. Todesf.	Fr./T	4.54	Investition in Mio. Fr. / vermind. Todesfall
Kosten-Nutzen-Verhältnis	-	1.5	

Berechnung Kosten-Nutzen-Verhältnis Abschnitt 5-9

10.2 Auswirkungen auf das Waldareal

Das Projekt liegt teils im Wald und tangiert Waldflächen unterschiedlicher Vorrangfunktionen: Schützenswerte Waldgesellschaft Gäsi (Orchideen-Buchenwald), Naturwaldreservat Gäsi-Rietterwald (ohne Holznutzung) und Schutzwald (Quelle: kant. Geoportal, abgerufen am 10.08.2021). Die Eingriffe in Waldbiotope werden im nachfolgenden Kapitel «Natur und Landschaftsschutz» beschrieben.

Die Massnahmen dienen zum Schutz vor Steinschlaggefahr und liegen somit in einem übergeordneten Interesse. Das Bauvorhaben ist standortgebunden.

Schutzdamm

Mit der Umsetzung des Schutzdamms wird die Schutzfunktion des Waldes ergänzt. Es erfolgt keine Zweckentfremdung des Waldes. Teile des Schutzdamms kommen im Bereich der bestehenden Strasse zu liegen. Temporärer Eingriff Wald: ca. 40 m². Der Schutzdamm gilt als forstliche Baute, eine Bewilligung der Abteilung Wald und Naturgefahren ist erforderlich, wird aber in Aussicht gestellt (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung mit der AWN, 12.08.21).

Strassenverlegung

Der Radweg wird in zwei Abschnitten in seiner Lage verschoben. Die bestehende Strasse wird in diesen Bereichen zurückgebaut und der Schwarobelag fachgerecht entsorgt.

Profil 1: Die Strasse wird auf die heutige Ausweichstelle verschoben. Somit wird gegenüber dem heutigen Zustand keine zusätzliche Waldfläche beansprucht, vgl. untenstehendes Foto.



Abb. Nr. 17 Ausweichstelle, Aufnahme August 2021, S. Gygli

Profil 5-9: Entgegen den Grundlagen der Amtlichen Vermessung ist heute vor Ort kein Wald, somit ist keine Rodung erforderlich (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung mit der AWN, 12.08.21).

Schutznetze

Die Steinschlagschutznetze werden an den Felsen oder an bestehenden Mauern verankert. Durch die Erstellung der Schutznetze wird keine Waldfläche tangiert. Es handelt sich um forstliche Bauten, eine Bewilligung der Abteilung Wald und Naturgefahren ist erforderlich (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung mit der AWN, 12.08.21).

10.3 Auswirkungen auf Naturschutz / Wild

Die aufgeführten Massnahmen tangieren neben dem Waldreservat «Gäsi-Rieterwald» das Auengebiet «Linth Delta», welches ein Naturschutz Biotop von nationaler Bedeutung ist sowie die schützenswerte Waldgesellschaft Gäsi (Orchideen-Buchenwald) (Quelle: kant. Geoportal, abgerufen am 10.08.2021). Gemäss dem Natur- und Heimatschutzgesetz sind technische Eingriffe in schützenswerte Lebensräume zu ersetzen, sofern sie nicht zu vermeiden sind.

Die betroffenen Wegabschnitte befinden sich nicht in Wildruhezonen oder Wildtierkorridoren (Quelle: kant. Geoportal & map.geo.admin, abgerufen am 10.08.2021).

Beim Radweg Gäsi handelt es sich um eine bestehende Verbindung und wichtige Route des Langsamverkehrs (Schweiz-Mobil, Seen-Route). Die Massnahmen zum Schutz des Verkehrsweges liegen in einem übergeordneten Interesse. Aufgrund des bestehenden Verkehrsnetzes und der topografischen Situation des Weges zwischen Felsfuss und Walensee ist das Bauvorhaben standortgebunden. Innerhalb des Projektgebiets ist der gesamte Hangfuss bis zum See als geschützter Lebensraum kartiert. Es besteht daher keine Möglichkeit, die Biotope zu umgehen bzw. den Eingriff zu vermeiden.

Da die Schutznetze jedoch mehrheitlich an Kunstbauten befestigt werden und es sich beim Dach der Galerie entgegen der Biotopkartierung um eine künstliche Schüttung mit Sommerflieder-Bestand handelt, werden die Eingriffe als gering beurteilt. Eine Biotopkartierung und die Umsetzung von Ersatzmassnahmen sind nicht erforderlich (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung mit der AUE, 12.08.21).

Schutzdamm und Strassenverlegung

Schutzdamm und Strassenverlegung Profil 1: Der bestehende Radweg führt im Bereich des geplanten Schutzdamms und der Strassenverlegung bei Profil 1 durch das Naturwaldreservat Gäsi-Rieterwald und das Auengebiet. Das westliche Schutzdammende liegt innerhalb des Auenbiotops. Somit kommen diese zwei Massnahmen innerhalb dieser Biotope zu liegen. Die Biotopflächen werden durch die Strassenverlegung jedoch nicht geschmälert bzw. beeinträchtigt. Der Radweg wird auf die bestehende Ausweichstelle gelegt. Die bestehende Strasse wird in diesem Bereich zurückgebaut. Der Fuss des Schutzdamms wird mit Blöcken ohne Beton gestaltet, so dass dort ein Lebensraum entsteht. Zudem wird seeseitig des Damms ein Lesesteinhaufen errichtet.

Strassenverlegung Profil 5-9: Entgegen den Grundlagen der Amtlichen Vermessung ist heute vor Ort kein Wald, somit handelt es sich nicht um einen Biotopeingriff (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung mit der AUE, 12.08.21). Die neue Strassenfläche beträgt rund 170 m². Mit dem Strassenrückbau werden seeseitig wieder 180 m² befestigte Fläche zu Naturfläche. Diese Fläche wird mit Pflanzengruppen bepflanzt werden, um dem Neophytendruck entgegenzuwirken.

Schutznetze

Insgesamt ist über eine Strecke von rund 290 m die Erstellung von Steinschlagschutznetzen geplant.

Profile 7-15: Über ca. 200 m werden die Schutznetze an bestehenden Stützmauern der Autobahn-Galerie A3 befestigt. Dadurch wird kein schützenswerter Lebensraum tangiert.

Profile 1-6: Die Schutznetze werden in den Felsen verankert, Länge = ca. 90 m. Dieser Abschnitt liegt einerseits innerhalb der schützenswerten Waldgesellschaft (Orchideen-Buchenwald), andererseits ist hier das Brüten der Felsenschwalbe bekannt. Diese wird auf der Roten Liste als nicht gefährdet (LC) eingestuft, es handelt sich nicht um eine Prioritätsart. Durch den Bau der Schutznetze wird der Wald bzw. die Vegetation nicht beeinträchtigt. Mit dem Netz wird der Lebensraum jedoch zerschnitten. Da es sich vorwiegend um überhängende Felspartien handelt, sind vor allem fliegende Arten betroffen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Einschränkungen für diese gering sind und sie ihre Nischen ober- oder unterhalb des Netzes finden. Die Netze sind gut sichtbar, es ist nicht bekannt, dass sie als «Fallen» wirken. Um negative Auswirkungen auf die Felsenschwalben möglichst zu minimieren, sind die Massnahmen ausserhalb der Hauptbrutzeit auszuführen.

Zwischen den Profilen 12.1 und 15 wird ein zusätzliches Schutznetz ob der Autobahn-Galerie erstellt. Die betroffene Strecke beträgt rund 25 m. Gemäss Biotopkataster liegt die Galerie innerhalb der schützenswerten Waldgesellschaft Orchideen-Buchenwald, die Feldarbeiten zeigen jedoch, dass die Vegetation auf der künstlichen Schüttung auf dem Galeriedach fast ausschliesslich aus Sommerflieder (*Buddleja davidii*) besteht, einer Art auf der Schwarzen Liste der invasiven Neophyten. Ober- und unterhalb des Netzes ist das Gelände passierbar, womit das Schutznetz kein Hindernis für die Fauna darstellt. Es sind keine Ersatzmassnahmen erforderlich (E-Mail S. Gygli, TBA nach Abklärung bei der AUE, 12.08.21).



Abb. Nr. 18 Galeriedach durch Sommerflieder bedeckt, Aufnahme August 2021, S. Gygli

10.4 Landschaftsschutz

Gemäss kantonalem GIS liegt der Projektperimeter ausserhalb von Landschaftsschutzgebieten. Die geplanten Steinschlagschutznetze kommen oberhalb des bestehenden Radwegs und parallel zur Autobahngalerie zu liegen, vgl. Profile, Plan-Nr. 1084-011. Der Radweg ist asphaltiert und die Stützen sowie Stützmauern der Autobahngalerie sind aus Beton. Mit dem Errichten der Schutznetze werden die bereits bestehenden technischen Bauten um ein weiteres Bauwerk ergänzt. Aus diesem Grund sind die Eingriffe in das Landschaftsbild besonders im Bereich der Autobahngalerie nicht als relevant zu beurteilen.

Im westlichen Abschnitt (Profile 1-6), wo die Steinschlagschutznetze an den Felsen verankert werden, ist der landschaftliche Eingriff besser sichtbar. Wobei zumindest ein Teil der Bauwerke durch höhere Bäume seeseitig des Radwegs kaschiert wird. Der Eingriff ist v.a. vom Walensee aus sichtbar.



Abb. Nr. 19 Panoramaaufnahme, Januar 2020 und ungefähre Lage der Schutznetze

10.5 Grundwasser / Quellschutz

Die Baustelle tangiert keine Quellschutzzonen oder Grundwasserschutzzonen. Die Baustelle befindet sich innerhalb der Gewässerschutzbereiche Ao und Au. Die geplanten Massnahmen stehen

nicht in Konflikt zu den Zielsetzungen der Gewässerschutzbereiche Ao und Au. Die notwendigen Verankerungen werden an einer bestehenden Kunstbaute oder einer Felswand erstellt. Grabungen sind nur im Bereich der Galerienüberschüttung notwendig.

10.6 Gewässer / Gewässerraum

Durch das Bauvorhaben werden keine Oberflächengewässer tangiert. Die Massnahmen liegen teils innerhalb des Gewässerraums des Walensees, wobei durch die Steinschlagschutznetze der Gewässerraum nicht beeinträchtigt wird. Der Schutzdamm und die Strassenverlegung bei Profil 1 liegen zur Hälfte im Gewässerraum gemäss kant. Geoportal, abgerufen am 10.08.2021. Der Gewässerraum wird dadurch aber nicht negativ verändert. Eine Ausnahmegewilligung für die Massnahmen innerhalb des Gewässerraums ist erforderlich.

10.7 Neophyten

In der Umgebung des Projektperimeters sind Vorkommen verschiedener Neophyten-Arten bekannt. Es sind überwiegend die Arten: Schmetterlingsstrauch, Einjähriges Berufkraut, Kanadische Goldrute (Feldaufnahmen & Infoflora, abgerufen am 10.08.21). Das Dach der Autobahngalerie ist vollständig durch Sommerflieder (=Schmetterlingsstrauch) bedeckt.

Zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung sind vorgängig zur Massnahmenumsetzung die Neophytenbestände innerhalb des Projektperimeters zu bekämpfen. Die Neophytenbestände werden dokumentiert und kartiert. Während den Bauarbeiten erfolgt eine laufende Kontrolle auf allenfalls aufkommende Neophyten und eine direkte Bekämpfung, etwa im Rahmen einer Umweltbaubegleitung. Durch eine rasche Ansaat und Pflanzung abgeschlossener Bauten wird dem Neophytendruck möglichst entgegengewirkt.

Die Neophytenbekämpfung erfolgt durch den Strassenunterhaltungsdienst des Kantons Glarus oder Drittunternehmer im Auftrag des Kantons. Anfallendes Neophytenmaterial wird fachgerecht entsorgt.

10.8 Zonenkonformität

Bei den geplanten Massnahmen handelt es sich um Bauten ausserhalb der Bauzone in der Forstwirtschaftszone und in der weiteren Zone übriges Gemeindegebiet. Die Schutzbauten sind standortgebunden und deren Erstellung liegt im öffentlichen Interesse.

Schwändi, 13.8.2021

MARTY INGENIEURE AG

Markus Gächter

James Leuzinger

Fabienne Gaffuri