

Panoramaweg Balmberg

Version 1.1 | 07.02.2020

Seilbrücke Gschliff

Machbarkeitsstudie



Impressum

Auftragsnummer	INF.190012
Auftraggeber	IG Gschliff
Datum	07.02.2020
Version	1.1
Vorversionen	-
Autor(en)	Jean-Pascal.Ammann@emchberger.ch
Freigabe	Richard.Thuerler@emchberger.ch
Verteiler	IG Gschliff z.Hd. Ruedi Fischer
Seitenanzahl	27
Copyright	© Emch+Berger

Inhalt

Zusammenfassung	ii
1 Einleitung	1
1.1 Gründung «IG Gschliff»	2
2 Grundlagen.....	3
2.1 Berichte.....	3
2.2 Plangrundlagen.....	3
3 Variantenstudium	4
3.1 Begehung	4
3.2 Randbedingungen.....	7
3.3 Entwicklung Brückenvarianten	8
3.3.1 Studium von Vergleichsobjekten	9
3.4 Prüfung Alternativlösungen	10
3.5 Empfehlung Bestvariante	11
3.5.1 Konzept.....	11
3.5.2 Umwelt.....	11
3.5.3 Geologie	12
3.5.4 Kosten und Termine	12
4 Vernehmlassung bei den Amtsstellen	13
4.1 Vorgehen.....	13
4.2 Ergebnisse der Vernehmlassung	13
5 Geologische Vorabklärungen	14
5.1 Vorgehen.....	14
5.2 Resultate.....	14
5.2.1 Sondagen vor Ort	14
5.2.2 Ankerversuche beim Südportal des Passwangtunnels	14
5.2.3 Umgang mit Naturgefahren	15
5.3 Fazit.....	15
6 Vordimensionierung der Seilbrücke.....	16
Anhang A Vernehmlassungsantwort der Amtsstellen	A-1
Anhang B Bericht Geologische Vorabklärungen	B-1

Zusammenfassung

Im Bereich des so genannten «Gschliffs» zwischen dem Hofbergli und dem Niederwiler Stierenberg ist die nationale Wanderroute Nr.5 «Jura-Höhenweg» seit anfangs 2017 wegen akuter Steinschlaggefährdung gesperrt. Weil die bestehende Umleitung aufgrund des grossen Höhenunterschieds keine befriedigende Lösung darstellt und die Gefahrenstelle trotz Verbot und Absperrung weiterhin rege begangen wird, besteht Handlungsbedarf. Anfangs 2019 hat sich aus diesem Grund die Interessensgemeinschaft IG Gschliff konstituiert und die vorliegende Machbarkeitsstudie für die Erarbeitung einer Brückenlösung in Auftrag gegeben.

In einer Variantenstudie wurden verschiedene Lösungen erarbeitet. Dabei hat sich gezeigt, dass eine leichte Seilbrücke als vorteilhafteste Variante empfohlen werden kann. Die rund 50 m lange und 80 cm breite Konstruktion würde eine schlichte und ortsgerechte Lösung ermöglichen. Das Bauwerk kann ausserhalb der Gefährdungszone platziert werden und würde somit die Wiederherstellung der Wanderroute ermöglichen. Seitens Projektverfasser wird mit Kosten von rund 430'000 CHF ($\pm$ 30%) gerechnet. Durch vertiefte geologische Untersuchungen sowie die Erarbeitung eines Baulogistikkonzepts können diese Kosten präzisiert werden. Ziel der IG Gschliff ist es, durch den Bau der Seilbrücke das beliebte Teilstück des Jura-Höhenwegs bis Ende 2021 dem Wanderland Schweiz wieder zugänglich zu machen.

Dem besonderen Standort des Bauwerks in der Juraschutzzone und im BLN-Gebiet wurde durch einen frühen Einbezug der zuständigen Amtsstellen Rechnung getragen. Im Rahmen einer ersten Vernehmlassung wurde festgestellt, dass eine Ausnahmegewilligung nach Art. 24 RPG grundsätzlich in Aussicht gestellt werden kann. Durch den Einbezug eines Geologen und erste geologische Vorabklärungen konnte aufgezeigt werden, dass die Machbarkeit der Brückenvariante gegeben ist. Weitere Sondagen in den kommenden Projektphasen sollen dabei Planungs- und Kostensicherheit schaffen.

1 Einleitung

Die nationale Wanderroute Nr.5 «Jura-Höhenweg» führt in den Gemeinden Günsberg und Balm b. G. zwischen dem Hofbergli und dem Balmberg beim sogenannten «Gschliff» vorbei. Seit dem Frühling 2017 ist der Weg in diesem Gebiet aufgrund akuter Steinschlaggefährdung gesperrt und wird provisorisch umgeleitet.

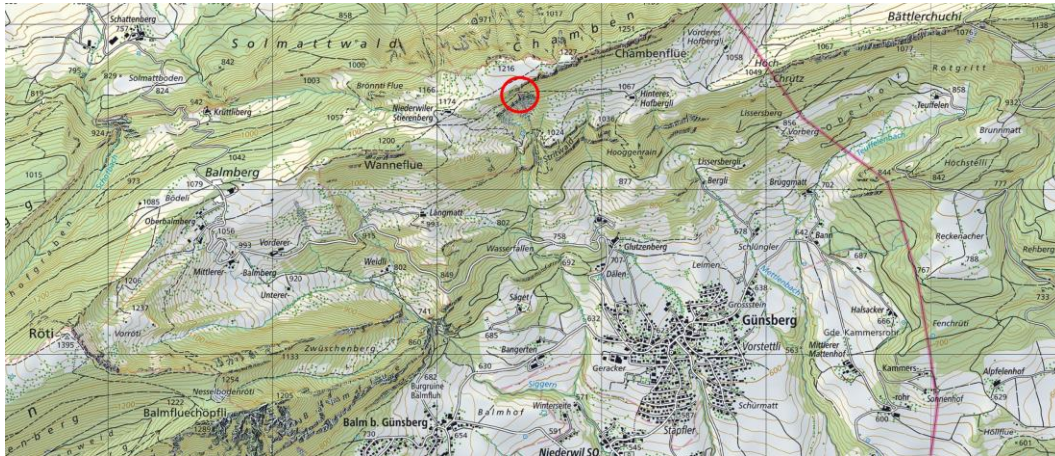


Abbildung 1: Lage des «Gschliffs» [Quelle: map.geo.admin.ch]

Durch die Wegumleitung ergibt sich ein steiler Abstieg und anschliessender Wiederaufstieg von jeweils bis zu rund 150 Höhenmetern. Diese Einschränkung mindert die Attraktivität des Jura-Höhenwegs beträchtlich. Da die Wegabspernungen oft ignoriert werden und die Gefahrenstelle somit weiter begangen wird, ergibt sich auch ein Sicherheitsrisiko.



Abbildung 2: rot – gesperrter Weg, grün – provisorische Umleitung [Quelle: map.schweizmobil.ch]

Eine im April 2018 angesetzte Felsreinigung und -sicherung musste aufgrund der geologischen Verhältnisse (stark zerklüfteter und unterschütteter Felsen) abgebrochen werden. Daraufhin wurde die Firma CSD-Ingenieure beauftragt auf Basis erster geologischer Untersuchungen eine Variantenstudie durchzuführen. Folgende langfristige Lösungen wurden Ende 2018 vertieft geprüft:

- Wegumleitung unten (als Sofortmassnahme bereits ausgeführt)
- Wegumleitung oben
- Felssprengung und Reinigung
- Stollen
- Galerie
- Hängebrücke

Als Bestvariante wurde nebst der bereits getätigten Wegumleitung die Möglichkeit einer Brücke evaluiert.

1.1 Gründung «IG Gschliff»

Die zurzeit bestehende Umleitung ist keine befriedigende Lösung: Weder für die Berggastwirtschaften, welche Umsatzeinbussen haben, Wandernde, die den steilen Umweg auf sich nehmen müssen, Mountainbiker, welche den Weg nicht mehr fahren können (zu steil). Zurzeit umgeht oder begeht jeder diese Stelle auf seine Weise (auch über den gesperrten Wegabschnitt). Deshalb setzt sich die «IG Gschliff» bestehend aus den Grundeigentümern, Gemeinderäten der beiden Gemeinden, Forstbetrieb, Pro Natura, Solothurn Tourismus, Solothurner Wanderwege und Amt für Raumplanung – Fachstelle Wanderwege dafür ein, dass zeitnah eine für alle Seiten befriedigende Lösung gefunden werden kann.

Tabelle 1: Mitglieder der IG Gschliff

Name	Funktion / Organisation
Ruedi Fischer (Vorsitz)	Hofbergli
Andreas Marti	Niederwiler Stierenberg
Pascale von Roll	Gemeinde Balm bei Günsberg
Walter Eggimann	Gemeinde Günsberg
Thomas Studer	Forstbetrieb Leberberg
Jürgen Hofer	Region Solothurn Tourismus
Thomas Stüdeli	Solothurner Wanderwege
Hans Küpfer	Solothurner Wanderwege
Max Jaggi	Pro Natura
Alexander Ruff	Amt für Raumplanung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Variantenstudie von CSD-Ingenieure ist die Firma Emch+Berger im Frühjahr 2019 durch die «IG Gschliff» beauftragt worden, eine Brückenvariante im Rahmen einer Machbarkeitsstudie näher zu untersuchen. Ziel war es dabei eine dauerhafte und zweckmässige Konstruktion zu entwickeln, die sich zurückhaltend in die sensible Juraschutzzone integriert.

2 Grundlagen

2.1 Berichte

- [1] Vorstudie für Steinschlag-Schutzmassnahmen beim Prozessgebiet „Gschliff“, Amt für Raumplanung, Panoramaweg Balmberg, CSD Ingenieure AG, 19.11.2018
- [2] Geologische Vorabklärungen, IG Gschliff, Gschliffbrücke, CSD Ingenieure AG, 04.10.2019

2.2 Plangrundlagen

- [3] Geoportal des Kantons Solothurn, www.geo.so.ch
- [4] Kartenplattform der Schweizerischen Eidgenossenschaft, www.map.geo.admin.ch

Gefahrenkarte

Das Gebiet «Gschliff» ist in der Gefahrenhinweiskarte als «übriges Steinschlaggebiet» ausgeschieden. Die Wanderwege zählen nach dem kantonalen Leitfaden zum Erstellen von Gefahrenkarten zur Objektkategorie «geringer bis mittlerer Schutzbedarf». Die Steinschlaghäufigkeit beim «Gschliff» liegt in der Kategorie «häufige Wiederkehrperiode» (0-30 Jahre).

Kantonaler Richtplan

Nach dem kantonalen Richtplan liegt das betroffene Gebiet im Wald und ist von der Juraschutzzone überlagert. Es liegt im BLN-Gebiet Weissenstein und im Vorranggebiet Natur und Landschaft.

Kommunale Pläne

Gemäss Gesamtplan der Gemeinde Balm bei Günsberg vom 3. September 2001 liegt das betroffene Gebiet im Wald bzw. Fels- und Geröllformationen und ist von der Juraschutzzone sowie vom kantonalen Vorranggebiet Natur und Landschaft überlagert. Nach dem Gesamtplan der Gemeinde Günsberg vom 13. Juni 2006 liegt das Gebiet ebenfalls im Wald und ist von der Juraschutzzone wie auch vom kantonalen Vorranggebiet Natur und Landschaft überlagert.

3 Variantenstudium

3.1 Begehung

Die Randbedingungen des Projekts wurden am 08.03.2019 durch den Projektverfasser im Beisein von Ruedi Fischer und Hans Küpfer an einer Vorortbegehung abgeklärt.



Abbildung 3: Zugang zum Gschliff von der Seite Hofbergli her kommend



Abbildung 4: Blick auf die Kalksteinwand (Mergel-Kalk) im Zentrum des Gschliffs



Abbildung 5: Ausblick in der Mitte des Einschnitts



Abbildung 6: Blick von der Einschnittsmitte in Wegrichtung Niederwiler Stierenberg



Abbildung 7: Blick auf das Gschliff, vom Niederwiler Stierenberg her kommend



Abbildung 8: Die Wegsperrung (rechts neben dem Weg), in diesem Fall vom Niederwiler Stierenberg her kommend, wird regelmässig entfernt, der gesperrte Weg rege begangen

3.2 Randbedingungen

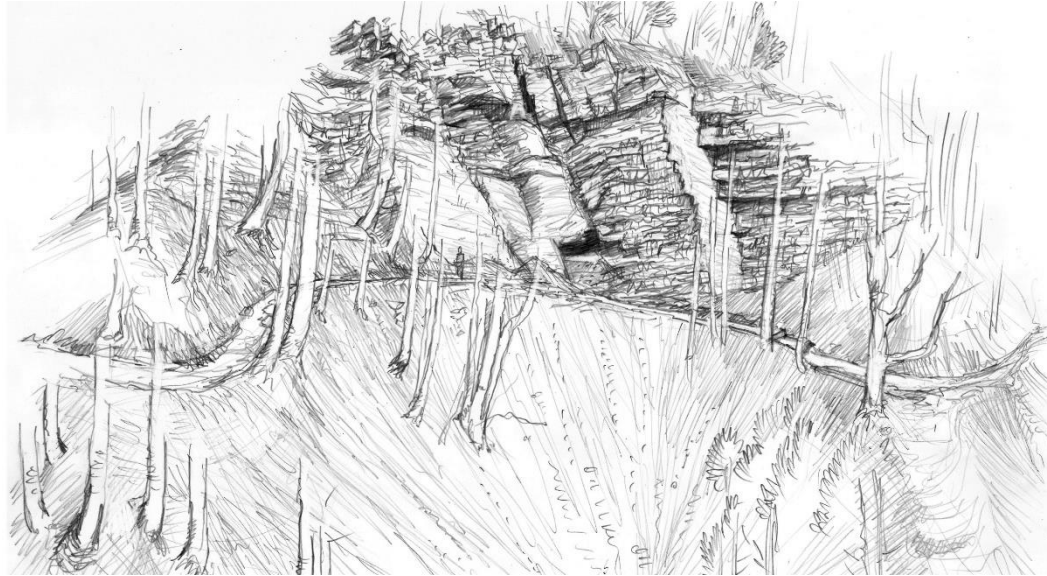


Abbildung 9: Darstellung der IST-Situation

Beim sogenannten «Gschliff» handelt es sich um einen Hangeinschnitt mit einer steil abfallenden Geländeerinne. Die Wandernden unterqueren dabei eine nahezu vertikale Felswand mit lockerem Kalkmergel. Steine und Blöcke auf dem Wanderweg zeugen von den häufigen Steinschlagereignissen. Aufgrund der Steilheit lagert sich die Mehrzahl der Bruchkörper jedoch erst rund 100m talwärts in flacherem Gebiet ab.

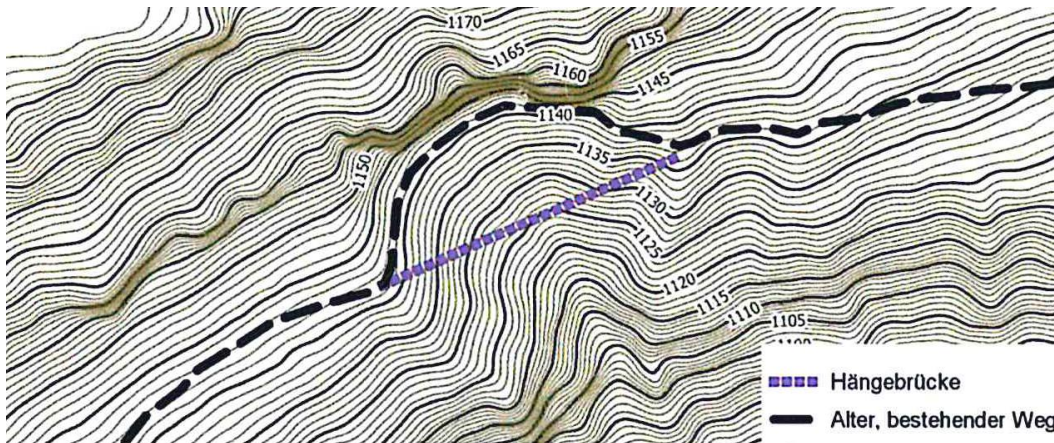


Abbildung 10: Vorschlag für den Standort der neuen Brücke [CSD-Ingenieure [1]]

Basierend auf der Empfehlung von CSD Ingenieure [1] soll die neue Brücke eine maximal mögliche Entfernung vom Gefahreng Gebiet aufweisen. Dadurch ergibt sich eine Brückenlänge von rund 50 Metern. In oben dargestelltem Situationsplan ist zudem anhand der Höhenlinien ersichtlich, dass das westliche Brückenwiderlager rund 5 Höhenmeter über dem östlichen Brückenkopf liegt.

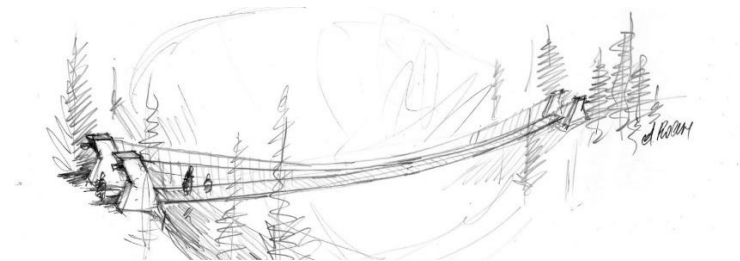
Beim Variantenstudium für die Entwicklung einer Brückenlösung wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Preiswerte, ästhetische und dauerhafte Brückenkonstruktion
- Geringer Unterhaltsaufwand
- Aktive Risikominimierung des Gefahrenbildes Steinschlag
- Berücksichtigung der erschwerten Zugänglichkeit für die Baulogistik
- Einhaltung sämtlicher Bestimmungen seitens Landschaftsschutz, kantonaler und nationaler Amtsstellen und Naturschutzorganisationen

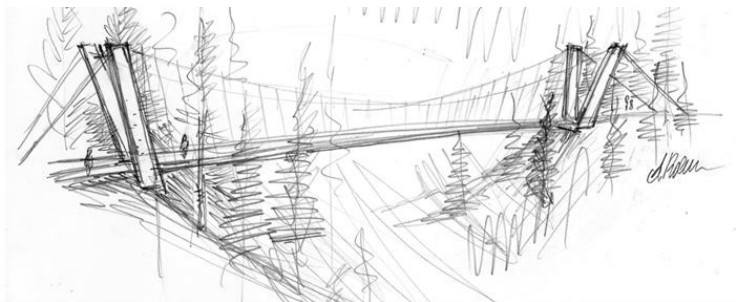
3.3 Entwicklung Brückenvarianten

An der IG-Sitzung vom 16. April 2019 wurden erste Lösungsvorschläge für eine Brückenlösung besprochen. Von den drei präsentierten Lösungen wurde klar die Variante Seilbrücke favorisiert.

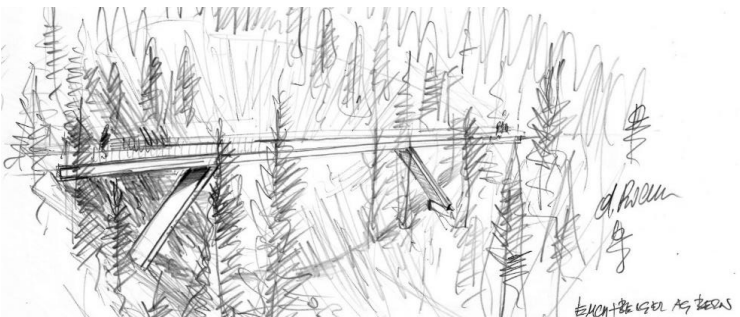
Das zugehörige Konzept grenzt sich gegenüber einer klassischen Hängebrücke durch das schlichtere Auftreten und die geringeren Verankerungskräfte ab. Es wurde entschieden, die Lösung hin zu einer Spannbandbrücke weiterzuentwickeln. Der Unterschied einer Spannbandbrücke im Vergleich zu einer Hängebrücke besteht darin, dass das Zugglied bzw. das Spannband direkt der Gehfläche folgt. Durch einen leichten Durchhang in Feldmitte können die Kräfte im Spannglied merklich reduziert werden. Die Weiterverfolgung einer als Sprengwerk ausgeführten Balkenbrücke wurde verworfen, da sich die Diagonalstützen im potentiell gefährdeten Steinschlagperimeter liegen.



Variante Seilbrücke
(Spannband)



Variante Hängebrücke



Variante Balkenbrücke
(Sprengwerk)

Abbildung 11: Entwicklung der ersten Brückenvarianten zuhanden der IG Gschliff (Sitzung vom 16.04.19)

3.3.1 Studium von Vergleichsobjekten

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden Vergleichsobjekte studiert und vorgestellt. Die Bauwerke wurden entweder persönlich entdeckt oder sind dem «Hängebrückeführer Schweiz» (Milo Häfliger, 38 abenteuerliche Wanderungen in schwindelerregender Höhe, 2., überarbeitete Auflage 2018, ISBN 978-3-85932-955-3) entnommen.



Abbildung 12: Seilbrücke Leissigen (Breite 1.20m)



Abbildung 13: Seilbrücke Sundbach, Beatenberg (Breite 0.80m)



Abbildung 14: Spannbandbrücke Bürgenstock, Stansstad (Breite 0.90m)

Die oben illustrierten Bauwerke weisen durch ihre Bauweise und Spannweiten Ähnlichkeiten zur geplanten Seilbrücke auf. Die Realisierung der Seilbrücke Leissigen wurde unter anderem durch die Emch+Berger AG Bern begleitet. Die Brücken auf dem Beatenberg und dem Bürgenstock haben analog zur Brücke auf dem Balmberg einen Höhenunterschied zwischen den beiden Brückenköpfen zu überwinden und lösen dies geschickt durch Treppenstufen. Die meisten der untersuchten Bauwerke wiesen eine Gehwegbreite von 0.80 – 1.20 Metern auf.

3.4 Prüfung Alternativlösungen

Im Rahmen des Variantenstudiums wurde die Brückenlösung bewusst hinterfragt, um zu prüfen, ob sich nicht «einfachere» und kostengünstigere Schutzmassnahmen anbieten würden.

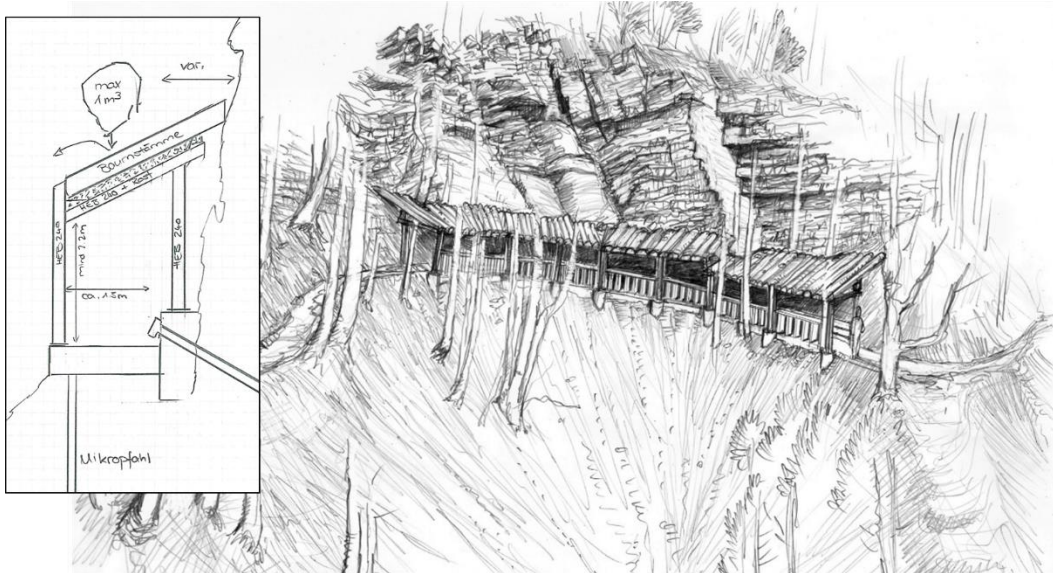


Abbildung 15: Konzept einer Steinschlaggalerie

Dabei wurde das Konzept einer rund 20-30 Meter langen, ca. 1.5m breiten Galerie entwickelt. Deren Eindeckung würde durch ihre Neigung die herunterfallenden Steine und Blöcke abgelenken. Durch den Ablenkungsprozess verringert sich die durch den Aufprall entstehende Belastung. Die Variante, wie sie beispielsweise auch beim Rothorn zwischen Lenzerheide und Arosa zum Einsatz kommt, wurde jedoch verworfen, da sie in der Ausführung grosse Sicherheitsrisiken aufweist.

Die Realisierung könnte nur bei trockener Witterung und mit aufwendigen Schutzmassnahmen in Angriff genommen werden. Die abgebrochene, durch eine Spezialunternehmung angegangen Fels-sicherung im Frühjahr 2018 (vgl. Kapitel 1) zeigt jedoch deutlich auf, dass Arbeiten in der stark zerklüfteten und hinterschnittenen Felswand ein nicht kalkulierbares Sicherheitsrisiko für die Arbeitenden darstellen.

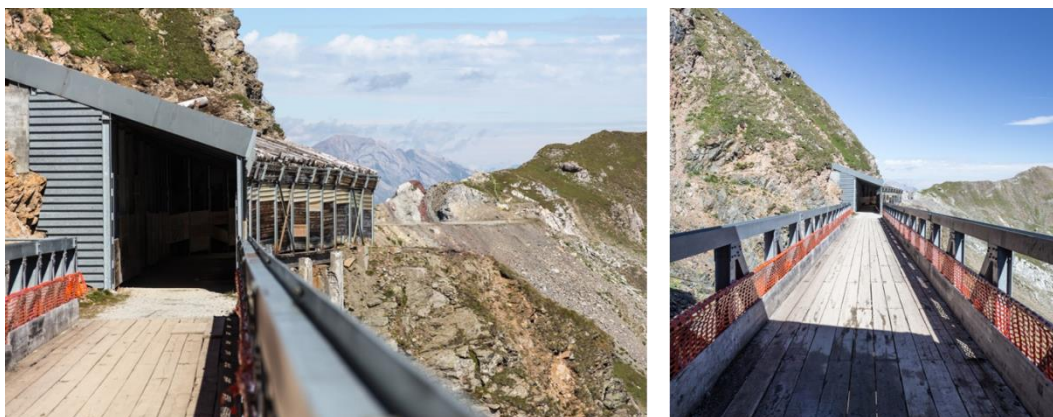


Abbildung 16: Steinschlaggalerie auf dem Rothorn zwischen der Lenzerheide und Arosa

Die dargelegten Erläuterungen unterstreichen die Notwendigkeit die Gefahrenstelle möglichst zu umgehen und sprechen somit für die Weiterverfolgung einer Brückenlösung.

3.5 Empfehlung Bestvariante

3.5.1 Konzept

Basierend auf dem Variantenstudium wird eine rund 50 Meter lange Seilbrücke zur Weiterbearbeitung empfohlen. Es handelt sich um eine schlichte, ortsgerechte Lösung, die es erlaubt den ursprünglichen Jura-Höhenweg wieder für die Allgemeinheit zugänglich zu machen.

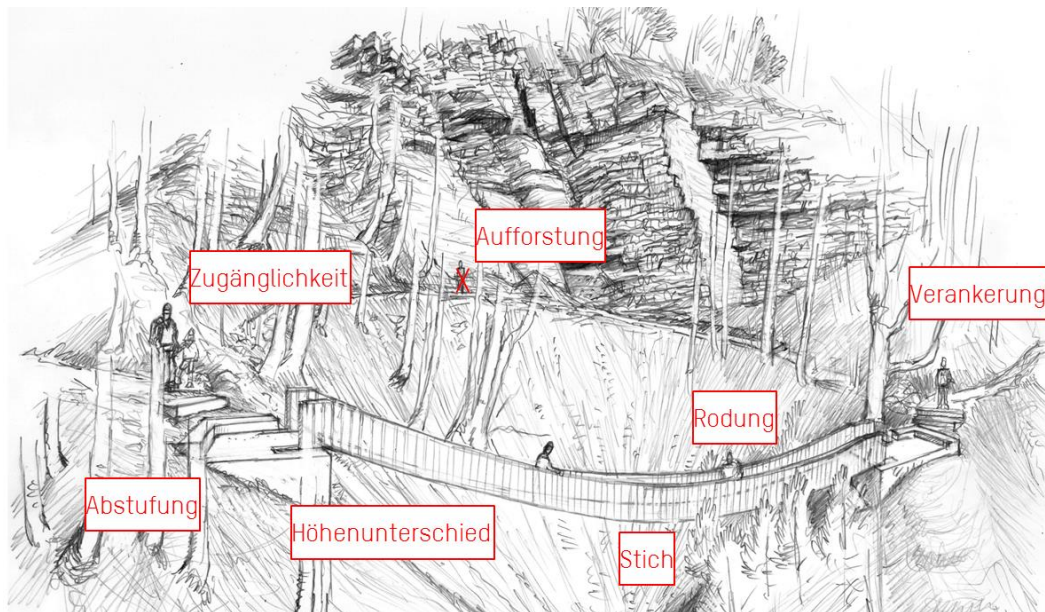


Abbildung 17: Skizze der Bestvariante mit den wichtigsten Stichworten (Stand 16.04.19). Die Darstellung präsentiert die ursprüngliche an der Sitzung besprochene Variante. Im Nachgang wurde im Austausch mit den zuständigen Amtsstellen die Variante weiter optimiert (vgl. Kapitel 4 und Skizze in Kapitel 6)

In Abstimmung mit den Mitgliedern der IG Gschliff wird die Breite des Bauwerks auf ein Minimum beschränkt. Wie im Kapitel 3.3.1 (Studium von Vergleichsobjekten) ersichtlich ist, ist eine Mindestbreite von 80cm vertretbar. Die Breite hat einen direkten Einfluss auf die zu verankernden Kräfte und damit auf die Baukosten. Die geringe Breite ist bei der kurzen Spannweite von 50 Metern zudem insofern annehmbar, als es möglich ist am Brückende entgegenkommende Wandernde oder Biker abzuwarten.

Ein zentrales Anliegen der IG Gschliff bestand darin, die Brücke für Biker begehbare – jedoch nicht befahrbar – zu machen. Diesem Anliegen soll einerseits durch Hinweistafeln Rechnung getragen werden. Andererseits sollen Abstufungen und die bereits erwähnte geringe Brückenbreite dazu beitragen, dass die Biker absteigen. Durch den Höhenunterschied zwischen den beiden Brückenden von rund 5 Metern und den Durchhang (Stich) von ungefähr 2 Metern in Brückenmitte entsteht zudem auf der Seite Stierenberg ein Gefälle von circa 20%, dem mit Trittstufen auf der Brücke begegnet wird.

Unter der Brücke sind Rodungen durchzuführen, die durch den Rückbau der bestehenden Wegbefestigung und dessen Aufforstung kompensiert werden sollen. Durch gezielte Bepflanzungen soll zudem die Zugänglichkeit zum Gefahrenraum eingeschränkt werden.

3.5.2 Umwelt

Für die Natur und die Wildtiere kann die neue Brücke zu einer Beruhigung führen. Aktuell werden sowohl die eigentlich gesperrte Route wie auch Ausweichrouten ober und unterhalb des Gschliffs rege benutzt. Durch die Wiederherstellung der ursprünglichen Wegführung ergibt sich eine Kanalisierung und eine Entspannung insbesondere im Gebiet unterhalb der Brücke entlang der

Wegumleitung. Dies ist aus wildtierbiologischer Sicht insofern positiv, als dass es sich um ein Einstandsgebiet von Gämsen handelt.

Durch die Seilbrücke gewinnt die Route an Attraktivität und dürfte somit potentiell mehr Besucherinnen und Besucher anziehen. Jedoch soll die zurückhaltende Gestaltung und der Verzicht auf Extravaganzen (keine Aussichtsplattform, keine Auskragungen und dergleichen) sowie die Beschränkung auf eine Breite von rund 80cm der Brücke primär eine funktionale Rolle zuweisen.

Durch eine Umweltbaubegleitung soll sichergestellt werden, dass die Umweltemissionen während des Baus auf ein Minimum beschränkt werden können. Im Endzustand sind Fragen und Umgang mit Abfallproblematik und Littering zu klären.

3.5.3 Geologie

Als relevanteste technische Herausforderung wird die Ausführung der Rückverankerungen angesehen. Gemeinsam mit der im Vorprojekt auszuarbeitenden Baulogistik bildet die Geologie den grössten Kostentreiber. Da die Verankerung aufgrund der Topologie parallel und nicht senkrecht zum Hangrücken ausgeführt werden muss, ergeben sich tendenziell grosse Verankerungslängen im stark zerklüfteten Felsen. Eine frühe Abklärung der Verankerungen und zugehörige Sondagen schaffen Kosten- und Planungssicherheit.

3.5.4 Kosten und Termine

Die Baukosten werden basierend auf einer einfachen Grobkostenermittlung und im Abgleich mit den Kosten von Vergleichsobjekten auf rund 430'000 CHF ($\pm 30\%$) geschätzt. Die Nutzungsdauer eines Brückenbauwerks wird bei moderatem Unterhaltsaufwand auf rund 80 Jahre angesetzt. Der Realisierungszeitraum inklusive Arbeitsvorbereitung kann auf rund 4 Monate beziffert werden, wobei die zentralen Arbeiten (Bohren der Verankerungen, Bau der Widerlager und Einbau der Seilbrücke) möglichst konzentriert erfolgen sollen.

4 Vernehmlassung bei den Amtsstellen

4.1 Vorgehen

Der Standort für die geplante Seilbrücke befindet sich ausserhalb der Bauzone, im Wald, in der Jurasschutzzone und im BLN-Gebiet. Bevor das Brückenkonzept weiterentwickelt wurde, war es der IG Gschliff daher ein Anliegen, bereits in dieser frühen Phase Anliegen und Meinungen der verschiedenen Fachstellen und Ämter einzuholen. Ziel dieser Vorabklärung war es festzustellen, ob der Bau einer Seilbrücke am vorgesehenen Standort möglich ist und welche Bedingungen dabei einzuhalten sind. Dazu wurde am 22. Mai 2019 eine Vorortsbegehung organisiert und folgende Ämter eingeladen:

- Amt für Raumplanung (Fachstelle Heimatschutz & Abteilung Natur und Landschaft)
- Amt für Umwelt
- Amt für Wald, Jagd und Fischerei

Durch den Einsitz von Max Jaggi ist zudem die Pro Natura direkt in der IG Gschliff vertreten. Eine Projektvorstellung beim Vorstand von Pro Natura Solothurn hat im Sommer 2019 ebenfalls stattgefunden.

4.2 Ergebnisse der Vernehmlassung

Die Ergebnisse der Vernehmlassung sind im Schreiben des Amtes für Raumplanung vom 11. Juni 2019 festgehalten und können im Anhang A nachgelesen werden. Es wurde festgestellt, dass eine Ausnahmebewilligung nach Art. 24 RPG und die erforderlichen wald-rechtlichen Bewilligungen grundsätzlich in Aussicht gestellt werden können.

Für die Weiterbearbeitung des Projektes wurden seitens der einzelnen Amtsstellen folgende Anmerkungen eingebracht. Sie sind im Folgenden stichwortartig wiedergegeben und können im Anhang A detailliert studiert werden.

Amt für Raumplanung, Fachstelle Heimatschutz

- Die beiden Auflager aus Beton sollen möglichst schlicht und einfach bleiben (wenn möglich, kein seitliches Hochziehen des Betons)
- Vereinfachung der Zugänge zu den Brückenköpfen (keine betonierten Stufen)
- Beschränkung der Rodungstätigkeiten auf ein Minimum

Amt für Umwelt

- Durchführung von Steinschlagmodellierungen durch ein spezialisiertes Geologiebüro zur Prüfung der Widerlagerstandorte und der Gefährdung des Brückenkörpers
- Prüfung von allfälligen Rutschhangaktivitäten und Lawinenprozessen
- Umgang mit Windeinfluss bei der Konzeptionierung des Bauwerks

Die aufgeführten Hinweise und deren stufengerechte Umsetzung wurden vor dem definitiven Abschluss der Vorstudie namentlich mit Markus Schmid (Amt für Raumplanung, Fachstelle Heimatschutz, Besprechung am 05.02.2020) und Karl Stransky (Amt für Umwelt, Telefonat am 16.01.2020) persönlich besprochen.

5 Geologische Vorabklärungen

5.1 Vorgehen

Durch den Einbezug eines Geologen (CSD Ingenieure) wurde die technische Realisierbarkeit der Verankerung der geplanten Brückenlösung geprüft. Der Geologe wurde zudem mandatiert, die vom Amt für Umwelt (vgl. Kapitel 4.2) vorgeschlagenen Abklärungen zum Thema Naturgefahren vorzunehmen.

Da die finanziellen Mittel der IG Gschliff begrenzt waren, wurde der Umfang der Vorabklärungen wie folgt limitiert, respektive optimiert:

- Erstellung von zwei lokaler Sondageschlitzen und destruktive Sondagebohrungen zur Ermittlung des Felshorizonts mit einem kleinen Handbohrgerät vor Ort bei den geplanten Widerlagerstandorten
- Ankerversuche beim Südportal des Passwangtunnels (vergleichbare geologische Formation) zur Ermittlung der geotechnischen Felskennwerte

Die Ausführung von umfangreicheren Sondagebohrungen vor Ort hätte einen Kostensprung von rund 20'000 CHF bedeutet. Daher wurde entschieden zunächst mit einfacheren Mitteln die Tiefe des Felshorizontes zu detektieren und die für die Vordimensionierung benötigten Ankerversuche im Rahmen von laufenden Arbeiten Dritter beim Südportal des Passwangtunnels durchzuführen. Da die ausführende Firma Gasser Felstechnik beim genannten Tunnelportal bereits vor Ort war, konnten so sehr kostengünstig Versuche zur Ermittlung der Felskennwerte durchgeführt werden.

5.2 Resultate

Die Resultate der Vorabklärungen können im Bericht in Anhang B entnommen werden. Nebst der allgemeinen Beschreibung der Baugrundverhältnisse und der Präzisierung der Kluffflächen sind die oben beschriebenen Untersuchungen und Modellierungen im Zentrum des Interesses.

5.2.1 Sondagen vor Ort

Bei beiden Sondierungen im Sommer 2019 konnte der Fels nicht erreicht werden. Es wurde bis in eine Tiefe von 2.50 respektive 3.50 Metern sondiert. Die Hoffnung der Fels würde sehr oberflächennah anstehen, hat sich somit leider nicht erfüllt. Aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse vermutet der Geologe die Felsoberfläche, am Standort der Widerlager, in einer Tiefe von ca. 4m bis 14m. Für die Darstellung des Felshorizontes in den Plänen wurde in Absprache mit dem Geologen eine Tiefe von rund 7m gewählt.

Für die nächste Planungsphase verbleibt vorerst die Unsicherheit bezüglich der genauen Tiefe des Felsuntergrundes. Es wird empfohlen, in der kommenden Projektphase weitergehende Sondagebohrungen durchzuführen. Durch die daraus zu gewinnenden Informationen kann die Verankerung so optimiert werden, dass die aus den Sondagen entstehenden Kosten kompensiert werden können. Zur Gewährleistung der Planungs- und Kostensicherheit erscheinen diese Sondagen somit unabdingbar.

5.2.2 Ankerversuche beim Südportal des Passwangtunnels

Im September 2019 wurden beim Passwangtunnel zwei Ankerversuche durchgeführt. Das Gebiet hat eine vergleichbare Geologie wie das Projektgebiet Gschliff. Die Versuche ergaben sehr gute Widerstandswerte. Für die Vordimensionierung wird durch den Geologen empfohlen mit einem erhöhten äusseren Tragwiderstand R_a von 305 kN/m² zu rechnen. Zum Vergleich liegen Richtwerte aus der Literatur für Mantelreibungen (Traglast) im Felsgestein (Mergel-Kalk) zwischen 200 – 300 kN/m² vor.

5.2.3 Umgang mit Naturgefahren

Im Prozessgebiet „Gschliff“ ist gemäss der Naturgefahrenhinweiskarte des Kantons Solothurn kein Potential für Rutschungen ausgewiesen. Mit einer Begehung im Juli 2019 wurde das Gebiet in Bezug auf Rutschungen vor Ort begutachtet und beurteilt. Es wurden durch den Geologen keine Anzeichen auf mögliche Rutschungen beobachtet.

Gemäss der Naturgefahrenhinweiskarte des Kantons Solothurn liegt das Prozessgebiet „Gschliff“ hingegen in einem Steinschlaggebiet. Die Steinschlagsituation vor Ort wurde bereits im Rahmen der Vorstudie durch CSD Ingenieure im Jahr 2018 beschrieben [1] und ist im angehängte Bericht nochmals wiedergegeben. In der Vorstudie wurden verschiedene Sturzzenarien aufgrund der bekannten Ereignisse und der kartierten Phänomene definiert und anschliessend mit Rockyfor3D modelliert.

Damit sich die Brücke ausserhalb der Gefahrenzone befindet, empfiehlt der Geologe aufgrund der Rotation und möglichen gestreckten Blockform die Höhe der geplanten Brücke im Rinnenbereich mindestens 2 m über der maximalen Sprunghöhe des Sturzkörpersschwerpunktes von 3 m senkrecht zur Geländeoberfläche einzuhalten. Somit sollte die Brücke im Rinnenbereich mindestens 5 m über Terrain befinden.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Sturzkörper den Bereich der geplanten Brückenwiderlager erreicht, ist gemäss Modellierung gering. Die Blöcke werden in diesen Bereichen auch kaum springen, sondern vor allem rollen. Ablenkende Terraingestaltung sollte hier einen ausreichenden Schutz der Brückenköpfe gewährleisten.

5.3 Fazit

Die Baugrunduntersuchungen einerseits und die Abschätzung der Naturgefahren (Steinschlag) andererseits haben aufgezeigt, dass die Machbarkeit der Brückenvariante gegeben ist. Die Gefährdung durch Steinschlag kann dahingehend eliminiert werden, dass der Brückenkörper einen entsprechenden Abstand zum Terrain (mind. 5.0 m im Bereich der Geländerinne) aufweist.

In den weiteren Planungsphasen ist neben dem eigentlichen Brückenkörper der Fokus auf die beiden Brückenwiderlager und die zugehörigen Foundationen und Verankerungen zu legen. Die Tiefe des anstehenden Felshorizonts sollte mittels einer Sondagebohrung ermittelt werden. Die daraus gewonnen Erkenntnisse führen zu einer Klärung und Optimierung des aktuell mit Unsicherheiten behafteten Verankerungskonzepts¹. Die Optimierungen rechtfertigen die Investition in die Sondagen und schaffen Planungs- und Kostensicherheit.

¹ Durch die unklare Tiefe des Felshorizonts muss auf der konservativen Seite liegend mit längeren und/oder verlänger- und koppelbaren Ankern und Mikropfählen kalkuliert werden. Um die Wirkungsweise der Foundationen zu gewährleisten, müssen diese über eine bestimmte Länge im Fels eingebunden sein.

6 Vordimensionierung der Seilbrücke

Basierend auf den Vorabklärungen des Geologen (vgl. Kapitel 5) wurde die zu realisierende Seilbrücke vordimensioniert. Die Gehwegbreite wurde dabei auf eine Mindestbreite von 80cm festgelegt. Durch einen vertikalen Öffnungswinkel erhöht sich die Brückenbreite im Bereich der Tragseile auf 1.20m. Um eine möglichst hohe Transparenz zu schaffen, wird mit einem nicht rostenden Edelstahl-Netzgeländer (z.B. Webnet der Firma Jakob) gearbeitet. Die Maschenweite von 40mmx40mm ist für Brücken zertifiziert und gilt als nicht übersteigbar. Die Geländerhöhe wird basierend auf den gültigen VSS-Normen auf den hohen Wert von 1.30m festgelegt. Der Gehbelag soll mit rutschfesten Leichtprofilroste ausgestaltet werden.

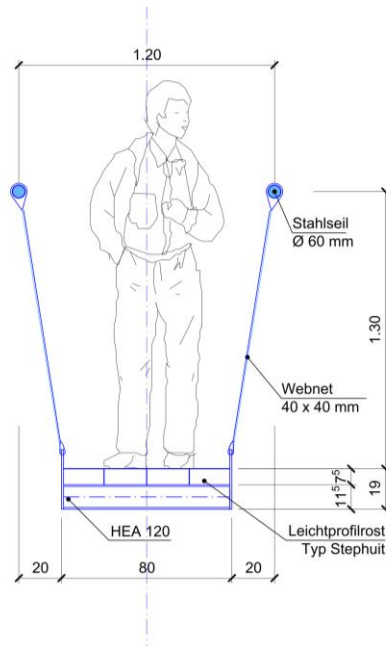


Abbildung 18: Querschnitt der Brückenlösung (Ausschnitt aus dem Übersichtsplan)

Im Längsschnitt wird das Trag- und Verankerungskonzept der Brücke ersichtlich. Zur besseren Sichtbarkeit ist untenstehend nur die westliche Brückenhälfte dargestellt. Das Tragseil bildet die Oberkante der Brücke und funktioniert zugleich als Handlauf. Es ist im Widerlagerkopf verankert. Die dabei sichtbare Betonfläche (unten in dunklerem rot dargestellt) ist dabei auf ein Minimum reduziert. Der Grossteil des benötigten Stahlbetons ist unterirdisch und nicht sichtbar (unten in hellem rot dargestellt).

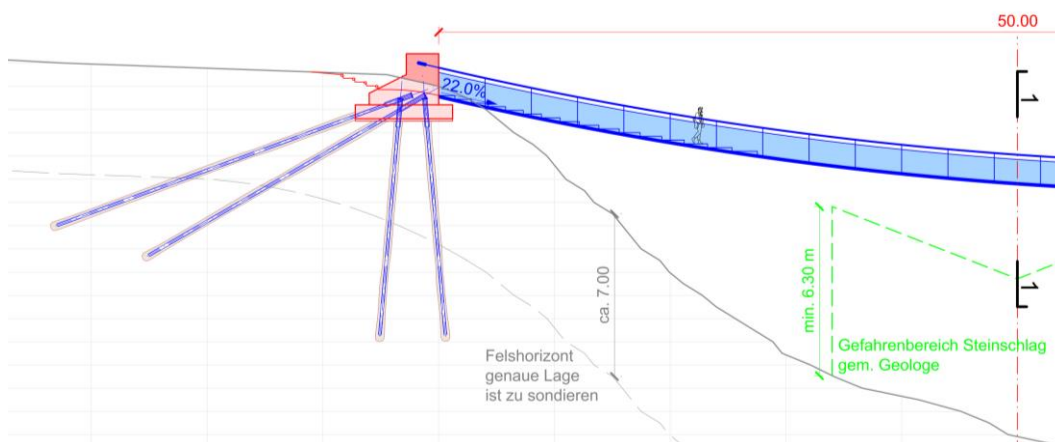


Abbildung 19: Längsschnitt der Brückenlösung, Teil West (Ausschnitt aus dem Übersichtsplan)

Die Brücke weist einen Durchhang (Stich) von rund 2 Metern auf. Die zu verankernden Seilkräfte reduzieren sich proportional zur Stichhöhe. Mit dem festgelegten Durchhang wurden im Rahmen einer Vorstatik die zu verankernden Kräfte ermittelt und das Fundationskonzept erarbeitet. Das Konzept sieht vor, die Widerlager pro Brückenkopf vertikal auf 2 x 2 Mikropfählen abzustützen und mit 2 x 2 Anker rückzuverankern. Die benötigte Einbindetiefe der Anker in den Fels wurde rechnerisch mit rund 6 Metern ermittelt. In den kommenden Projektphasen ist für die Einbindung eine detaillierte Betrachtung der Trennflächengefüge vorgesehen. Durch den leichten Versatz der Anker respektive der Mikropfähle wird die Tragwirkung der Verankerung optimiert und insbesondere die allfällige Aufnahme leichter Scherkräfte im Übergang vom weichen Bodenmaterial zum Felsuntergrund ermöglicht.

Die im Längsschnitt dargestellte Foundation vermittelt anschaulich den Mehrwert von weitergehenden Sondierbohrungen in der kommenden Projektphase. Zwar sind die Verankerungen später nicht sichtbar, bilden jedoch das technische Herzstück der Seilbrücke. Um unnötig lange Anker zu vermeiden, aber auch um «negativen Überraschungen» bei der Realisierung vorzubeugen, lohnen sich Investitionen in weitere Sondagen. Sie schaffen Planungs- und Kostensicherheit.

Durch den Höhenunterschied zwischen den beiden Widerlagerstandorten und den Durchhang entsteht insbesondere beim westlichen Brückenkopf ein grosses Gefälle, dem mit integrierten Trittstufen begegnet wird. In Brückenmitte befindet sich die Unterkante der Seilbrücke deutlich über dem vom Geologen definierten Steinschlag-Gefahrenbereich (vgl. grüne Markierung im Längsschnitt). Da die geforderten 5 Meter Mindestabstand senkrecht zum Hang anzusetzen sind, erhöhen sie sich bei einer Hangneigung von 37° zur Horizontalen im Bereich der Geländerinne durch trigonometrische Beziehungen auf rund 6.3 Meter. Die Brücke überspannt somit den Prozessraum des Hauptausbruchgebietes in ausreichender Höhe.

Nebst den detaillierten Betrachtungen der geotechnischen Aspekte wird in der kommenden Projektphase die Seilkonstruktion detaillierter untersucht. Dabei soll unter anderem geklärt werden, ob Eigenschwingungen und Anregungen durch Windkräfte mit zusätzlichen seitlichen Abspannungen begegnet werden soll.

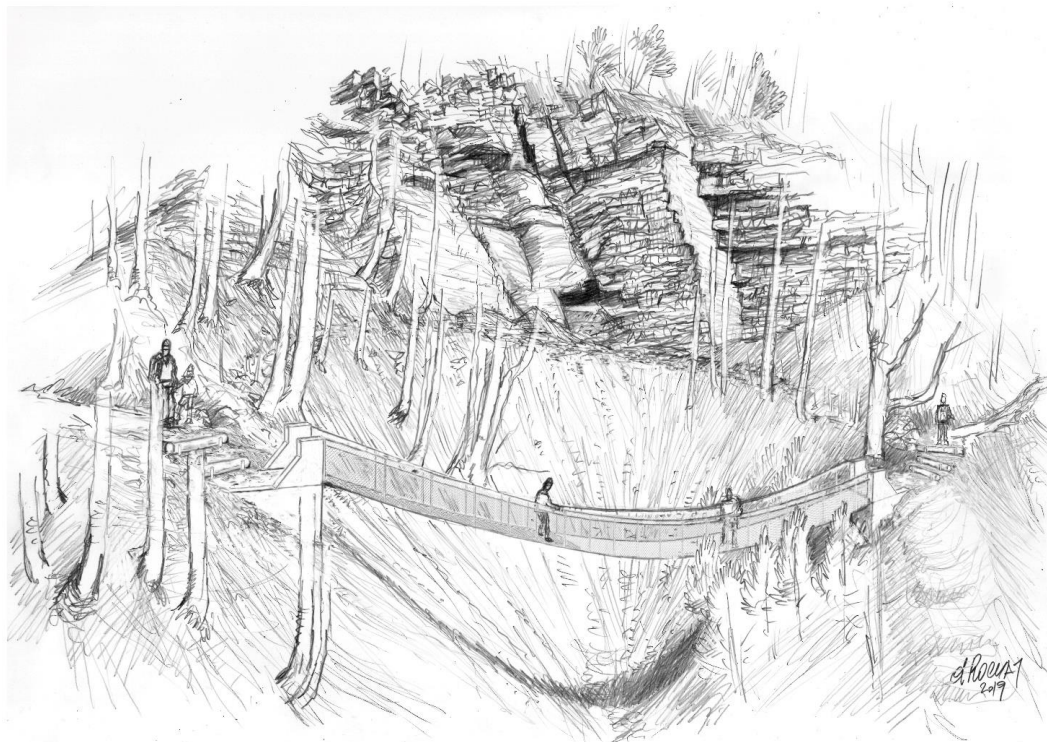


Abbildung 20: Skizze der geplanten Seilbrücke; Die genaue Ausgestaltung der Widerlager wird vor der Eingabe der Vorstudie noch mit der Fachstelle Heimatschutz des Amts für Raumplanung bereinigt.

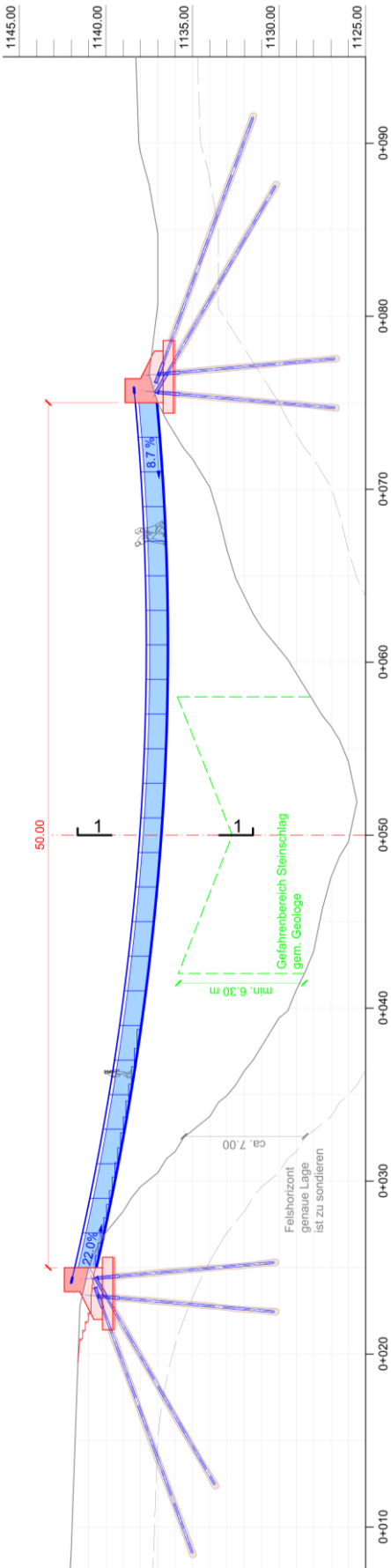


Abbildung 21: Längsschnitt der Brückenlösung, (Ausschnitt aus dem Übersichtsplan)

Anhang A Vernehmlassungsantwort der Amtsstellen

Bau- und Justizdepartement
Amt für Raumplanung

Rötihof, Werkhofstr. 59
4509 Solothurn
Telefon 032 627 25 43

Thomas Gerber
Sachbearbeiter Baugesuche
Telefon 032 627 25 70
thomas.gerber@bd.so.ch

IIIIII KANTON **solothurn**

Amt für Raumplanung
Abt. Grundlagen / Richtplanung

11. Juni 2019 Gr

Günsberg/Balm bei Günsberg; Voranfrage Nr. 39'725 / Hängebrücke im Gschliff
Ergebnis der Vernehmlassung

Sehr geehrte Damen und Herren

Sie haben uns die Gesuchsunterlagen für das Erstellen einer Hängebrücke im Gschliff auf GB Günsberg Nr. 2 und Balm bei Günsberg Nr. 4, im Sinne einer Voranfrage, zur Prüfung überwiesen. Das Bauvorhaben liegt ausserhalb der Bauzone im Wald, überlagert mit der Juraschutzzone, einem kantonalen Vorranggebiet Natur und Landschaft und einem BLN-Gebiet weshalb neben der ordentlichen Baubewilligung zusätzlich gemäss § 38^{bis} Abs. 1 Planungs- und Baugesetz (PBG; BGS 711.1) die Zustimmung durch das kantonale Bau- und Justizdepartement nötig ist. Wir haben die Gesuchsunterlagen durch die kantonalen Fachstellen prüfen lassen und geben Ihnen dazu folgenden Bericht:

Rechtliche Prüfung

Bei Bauvorhaben ausserhalb der Bauzone wird geprüft, ob die Baute oder Anlage zonenkonform ist und eine Bewilligung nach Art. 22 Abs. 2 des Raumplanungsgesetzes (RPG; SR 700) erteilt werden kann, oder ob eine Ausnahmbewilligung nach Art. 24 ff. RPG in Frage kommt. Dem Bauvorhaben dürfen dabei keine überwiegenden Interessen entgegenstehen.

Zonenkonformität nach Raumplanungsgesetz

Gemäss § 8 WaGSO dürfen im Wald nur forstbetriebliche Bauten und Anlagen sowie unter gewissen Voraussetzungen einfache, offene Erholungseinrichtungen erstellt werden. Die vorliegende Hängebrücke ist im Wald somit nicht zonenkonform. Eine Bewilligung nach Art. 22 Abs. 2 RPG kann deshalb nicht erteilt werden.

Prüfung einer Ausnahmbewilligung nach Art. 24 RPG

Nach Art. 24 RPG kann ausnahmsweise eine Bewilligung erteilt werden, wenn der Zweck der Baute oder Anlage einen Standort ausserhalb der Bauzone erfordert und dem Vorhaben keine überwiegenden Interessen entgegenstehen. Standortgebunden ist eine Baute oder Anlage dann, wenn sie aus technischen oder betriebswirtschaftlichen Gründen auf einen Standort ausserhalb der Bauzone angewiesen oder aus besonderen Gründen auf einen Standort in der Bauzone ausgeschlossen ist. Die geplante Hängebrücke ist standortgebunden. Eine Ausnahmbewilligung nach Art. 24 RPG kann grundsätzlich in Aussicht gestellt werden.

H:\BARPA\03_Baugesuche\2019\008s39725a.docx

2

Waldrechtliche Prüfung

1. Ausgangslage

Der Wanderweg durchs Gschliff wurde wegen Steinschlag gesperrt. Die Umleitung hat sich wegen grossen Umwegen mit vielen zusätzlichen Höhenmetern als unbefriedigend herausgestellt. Der gesperrte Weg wird immer noch rege begangen. Eine Hängebrücke soll nun den Wanderweg wieder begehbar machen.

2. Waldrechtliche Beurteilung

Der Bau der Hängebrücke erfordert 3 verschiedene waldrechtliche Bewilligungen:

- 2.1. Baupiste entlang Wanderweg: temporäre Rodung
- 2.2. Bereich der Fundamente: definitive Rodung
- 2.3. Bereich unterhalb der Brücke: Ist im Amt für Wald, Jagd und Fischerei noch in Abklärung.

Die Baute kanalisiert die Besucher entsprechend dem ursprünglichen Zustand und trägt zur Beruhigung des Gebiets bei. Positiv ist dies auch aus wildtierbiologischer Sicht, da es sich um ein Einstandsgebiet von Gämsen handelt.

Das Gebiet ist als Schutzwald gegen Rutschungen ausgeschieden. Es handelt sich um eine Schutthalde mit geringer Wüchsigkeit und einer tiefen waldbaulichen Bedeutung. Daher sind keine negativen Auswirkungen auf den Wald oder die Waldbewirtschaftung zu erwarten.

Das Amt für Wald, Jagd und Fischerei steht dem Projekt grundsätzlich positiv gegenüber.

3. Antrag

Das Gesuch kann nicht abschliessend behandelt werden. Die Abklärung für den Bereich unterhalb der Brücke wird durch das Amt für Wald, Jagd und Fischerei noch erfolgen. Eine Bewilligung kann jedoch grundsätzlich in Aussicht gestellt werden. Der Rückbau des alten Geländers resp. der Metallpfosten entlang des Weges ist als Auflage bei einer allfälligen Bewilligung zu erwarten.

Für die Weiterbearbeitung des Bauvorhabens sind die einzelnen Stellungnahmen aus der Vernehmlassung bei den kantonalen Fachstellen zu beachten:

Amt für Raumplanung, Fachstelle Heimatschutz

Das Anliegen, die Gefahrenstelle mit einer Seilbrücke zu lösen, ist aus Sicht Heimatschutz nachvollziehbar. Gemäss den Vergleichsbeispielen soll eine möglichst schlichte und schlanke Konstruktion gewählt werden.

Die beiden Auflager aus Beton sollen ebenfalls möglichst schlicht und einfach bleiben (wenn immer möglich Beton seitlich nicht hochziehen, wie das beim Vergleichsbeispiel Hängeseilbrücke Leissigen gezeigt wird). Die Zugänge zu den Brückenköpfen sollen der Situation entsprechend ebenfalls einfach bleiben (keine betonierten Stufen, wie das in der Visualisierung angedeutet ist).

Das Fällen von Bäumen soll auf ein notwendiges Minimum beschränkt bleiben.

Die Fachstelle Heimatschutz empfiehlt, die Gestaltung rechtzeitig vor Baueingabe mit dem Beauftragten für Heimatschutz (Markus Schmid, 032 627 25 75) abzusprechen.

Amt für Raumplanung, Abt. Natur und Landschaft

Die Abteilung Natur und Landschaft hat keine Einwände zum geplanten Bauvorhaben.

3

Amt für Umwelt

Beurteilung Naturgefahren

Folgende Punkte sehen wir für die weitere Planung aus Sicht der Naturgefahren als wesentlich an, damit eine langfristig sichere Lösung gefunden werden kann.

Steinschlag:

Es sind Sturzmodellierungen durch ein spezialisiertes Geologiebüro durchzuführen, welche aufzeigen, dass die Brücke und die Zugangswege nicht von Sturzkörpern getroffen werden. Dabei ist zu beachten, dass es zwei Ablösungsgebiete hat. Eines befindet sich direkt über dem alten Wanderweg, ein zweites weiter oben in Richtung Krete. Die Sturzmodellierungen müssen für die zwei Widerlager auf beiden Seiten der Brücke durchgeführt werden.

Rutschungen:

Es muss mit einer zusätzlichen Untersuchung aufgezeigt werden, dass sich die Widerlager der Brücke nicht in einem Rutschgebiet befinden. Die Geologie und allfällige Rutschhorizonte müssen in jedem Fall bei der Dimensionierung der Verankerungen im Bereich der Widerlager beachtet werden.

Lawinen:

Der Prozess Lawinen sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Letztlich ist auch das Thema Wind zu behandeln, dies im Hinblick auf mögliche Schäden an der Brücke.

Am 22. Mai 2019 fand im Übrigen ein Augenschein statt, an welchem auch Karl Stransky teilnahmen. Wir verweisen auch auf die Hinweise anlässlich dieser Begehung.

Fazit

Die Ausnahmegewilligung nach Art. 24 RPG und die erforderlichen waldrechtlichen Bewilligungen können grundsätzlich in Aussicht gestellt werden. Bei der Weiterbearbeitung des Projektes sind die obengenannten Bemerkungen der kantonalen Fachstellen zu berücksichtigen. Das definitive Baugesuch ist, da zwei Gemeinden betroffen sind (Günsberg und Balm bei Günsberg), bei beiden örtlichen Baubehörden einzureichen. Vorbehalten bleibt in jedem Fall das Resultat des ordentlichen Baubewilligungs- und Einspracheverfahrens.

Gemäss Gebührentarif (GT; BGS 615.11) ist die vorliegende Dienstleistung des Bau- und Justizdepartementes gebührenpflichtig. Da es sich um ein kantonales Bauvorhaben handelt, wird auf eine Gebühr verzichtet.

Mit freundlichen Grüssen


Lilian Schwarz
Leiterin

Kopie an: - Amt für Raumplanung (3), mit Akten
- Amt für Wald, Jagd und Fischerei
- Amt für Umwelt

Beilagen: - Gesuchsunterlagen

Anhang B Bericht Geologische Vorabklärungen



IG GSCHLIFF GSCHLIFFBRÜCKE

GEOLOGISCHE VORABKLÄRUNGEN UND BEGLEITUNG VORPROJEKT

Pratteln, den 24.10.2019
DI01155.200

CSD INGENIEURE AG
Hohenrainstrasse 12c
CH-4133 Pratteln
t +41 61 813 53 53
f +41 61 813 53 54
e basel@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. AUSGANGSLAGE	1
1.1 Projekt und Auftrag	1
1.2 Bauvorhaben	1
1.3 Ziel der Untersuchungen	1
1.4 Verwendete Grundlagen	1
2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	2
2.1 Baugrunduntersuchungen	2
2.2 Bestandsuntersuchungen	2
2.2.1 Rutschungen	2
2.2.2 Steinschlag	2
2.3 Ankerzugversuche	3
3. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	4
3.1 Geologie	4
3.1.1 Allgemeine Geologie im Gebiet	4
3.1.2 Geologie in Bezug auf die geplanten Widerlager	4
3.2 Baugrundeigenschaften	5
3.3 Naturgefahren	6
4. FAZIT UND WEITERES VORGEHEN	7

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bohrprotokoll für die ungespannten Versuchsanker	3
Tabelle 2: Auswertung Ankerzugversuch	3
Tabelle 3: Orientierung, Abstand und Durchtrennungsgrad der Haupttrennflächen	4
Tabelle 4: Baugrundwerte	5
Tabelle 5: Szenarien im Hauptausbruchgebiet anhand Beobachtungen (entspricht Tabelle aus [1])	6
Tabelle 6: Ergebnisse der Modellierungen (Zusammenfassung von [1])	6

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Situation 1:10'000	8
Anhang B	Situation mit Sondierungen	9
Anhang C	Skizze geologischer Aufbau & Situation mit Lage der Profile	10

Anhang D	Skizze Sprunghöhen	11
Anhang E	Lage der Anker bei Südportal Passwangtunnel	12
Anhang F	Resultate Ankerzugversuche	13
Anhang G	Fotodokumentation	14

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. Ausgangslage

1.1 Projekt und Auftrag

Die nationale Wanderoute Jura-Höhenweg Nr. 5 führt beim ‚Gschliff‘ nahe Balmberg vorbei. Aufgrund akuter Steinschlaggefahr in diesem Abschnitt des Wanderweges ist der Weg seit Frühling 2017 gesperrt. Der provisorische Weg verläuft unterhalb des gefährdeten Gebietes.

Eine Felsreinigung und Felssicherung mit Netzabdeckung führten nicht zum erwünschten Ergebnis, daher wurde durch die CSD Ingenieure AG im Jahr 2018 ein Varianten-Studium durchgeführt. Es wurden unterschiedliche Massnahmen ausgearbeitet und beurteilt.

Am 25. Januar 2019 wurde an der Startsitzenz der IG Gschliff entschieden, dass die Brückenlösung einen sicheren Übergang des Bereiches „Gschliff“ bietet und weiterverfolgt werden soll. Die CSD Ingenieure AG unterstützt den Projektverfasser der Seilbrücke (Emch+Berger AG Bern) im Rahmen von geologischen Vorabklärungen und bei der Erarbeitung des Vorprojekts.

1.2 Bauvorhaben

Für die Wiederherstellung der nationalen Wanderoute soll den Prozessraum des Hauptausbruchgebietes beim „Gschliff“ mit einer Brücke in einer ausreichenden Höhe überspannt werden.

1.3 Ziel der Untersuchungen

Gemäss der Offerte [2] werden im Rahmen dieser Untersuchungen folgende Ziele verfolgt:

- Nachweis der Machbarkeit der Brückenlösung auf der Basis von Sondagebohrungen und der Analyse allfälliger Rutschgebiete. Die Bohrungen dienen ferner zur Übermittlung der benötigten geotechnischen Kenngrössen (Verankerung, Widerlager etc.) an den Projektverfasser. Allfällige Rutschhorizonte müssen beschrieben und für die Dimensionierungsvorgaben berücksichtigt werden.
- Festlegung der Widerlagerstandorte durch Abgrenzung des Steinschlag-Gefährdungsgebietes. Als Option wird eine Steinschlagmodellierung angeboten. Nach Möglichkeit sollen die Widerlager so weit vom Gschliff entfernt platziert werden, dass aufwendige Modellierungen hinfällig werden.

1.4 Verwendete Grundlagen

- [1] Vorstudie für Steinschlag-Schutzmassnahmen beim Prozessgebiet „Gschliff“, Amt für Raumplanung, Panoramaweg Balmberg, CSD Ingenieure AG, 19.11.2018 (DI01155.100)
- [2] Honorarofferte für geologische Vorabklärungen und Begleitung Vorprojekt, Gschliffbrücke, CSD Ingenieure AG, 05.07.2019 (DI01155.002)
- [3] Geoportal des Kantons Solothurn, www.geo.so.ch (letzter Zugriff: 26.08.2019)
- [4] Kartenplattform der Schweizerischen Eidgenossenschaft, www.map.geo.admin.ch (letzter Zugriff: 26.08.2019)

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Baugrunduntersuchungen

Anhang A Situationsplan 1:10'000

Anhang B Sondierplan und Lage der geplanten Brücke

Anhang G Fotodokumentation

Am 14.08.2019 wurde durch die Firma Gasser Felstechnik AG Sondierungen ausgeführt. Dabei wurden an den zwei im Voraus definierten Standorten folgende Arbeiten vorgenommen:

- Handaushub bis auf 1.50 m Tiefe (ohne Bearbeitung des Felses)
- Sondagebohrungen (Ø 34 mm, Typ: Luftkompressor-Benzinmotorgestinstbohrer, zerstörerische Bohrung) im Bereich der Handschlitze bis max. 2 m Tiefe ab Tiefe Handaushub.
- Insgesamt konnte somit diese Tiefen erreicht werden:
 - Standort P1: 3.50 m Tiefe ab Oberkante Terrain
 - Standort P2: 2.50 m Tiefe ab Oberkante Terrain

Die zwei Standorte entsprechen dem ungefähren Widerlager der in der Vorstudie vorgeschlagenen Brücke [1].

2.2 Bestandsuntersuchungen

2.2.1 Rutschungen

Im Prozessgebiet „Gschliff“ ist gemäss der Naturgefahrenhinweiskarte des Kantons Solothurn kein Potential für Rutschungen ausgewiesen. Mit einer Begehung im Juli 2019 wurde das Gebiet in Bezug auf Rutschungen vor Ort begutachtet und beurteilt.

Es wurden keine Anzeichen auf mögliche Rutschungen beobachtet.

2.2.2 Steinschlag

Gemäss der Naturgefahrenhinweiskarte des Kantons Solothurn liegt das Prozessgebiet „Gschliff“ in einem Steinschlaggebiet [3].

Die Steinschlagsituation vor Ort wurde bereits im Rahmen der Vorstudie im Jahr 2018 beschrieben [1]. Im Folgenden eine Zusammenfassung der Beobachtungen:

- Unterhalb der Felswand bzw. des Wanderweges gibt es eine steile Geländerinne
- Aufgrund der Steilheit der Geländerinne gibt es dort kaum Ablagerungen von Sturzkörper
- Bäume unterhalb der Felswand weisen Schlagmarken auf
- Sturzkörper / Gehängeschutt lagern sich erst ca. 100 m hangabwärts, unterhalb der Felswand, im flacheren Gebiet ab
- In der Schutthalde kleine Bruchstücke; wahrscheinlich wurden die Blöcke im Transitbereich verkleinert durch wiederholtes Aufschlagen.
- Es sind keine Schutzbauten vorhanden

2.3 Ankerzugversuche

Anhang E Lage der Anker bei Südportal Passwangtunnel

Anhang F Auswertung Ankerzugversuch

Anhang G Fotodokumentation

Am 16.09.2019 wurden durch die Fp Ankerprüfung Durrer GmbH zwei Anker geprüft.

Diese zwei Anker wurden durch die Firma Gasser Felstechnik AG am 03./04.09.2019 im Rahmen eines Felssicherungsprojektes am Südportal des Passwangtunnels installiert.

Dieses Gebiet hat eine vergleichbare Geologie wie das Projektgebiet Gschliff. Der anstehende Fels besteht aus Kalk und gehört zur Hauptrogenstein-Formation (Dogger). Die Kalkbanken weisen eine Mächtigkeit zwischen ca. 20 bis 40 cm auf und fallen mit ca. 35° Richtung Norden ein.

Die Anker wurden wie folgt ausgeführt (gemäss Bohr-/Injektionsprotokoll Gasser Felstechnik AG):

Tabelle 1: Bohrprotokoll für die ungespannten Versuchsanker

Anker				Bohrart	Ankerinjektionen Wasserzementwert (W/Z-Wert)	Bemerkungen
Nr.	Neigung zur Felsober- fläche	Länge [m]	Ankertyp			
V1	15°	6 inkl. 1m freie Ankerlänge	Gewi Ø 32 mm, verzinkt	unverroht, Ø 90 mm	0.5 Verbrauch: 195 kg	stark zerklüfteter Fels Verwenden eines Strumpfes
V2	15°	6 inkl. 1m freie Ankerlänge	Gewi Ø 32 mm, verzinkt	unverroht, Ø 90 mm	0.5 Verbrauch: 195 kg	stark zerklüfteter Fels Verwenden eines Strumpfes

Die Ankerzugversuche wurden gemäss den Vorgaben der SIA 267/1 durchgeführt. Dabei wurde die Ankerkraft stufenweise bis auf den festgelegten Prüfwert von 360 kN erhöht und dabei das Deformationsverhalten des Ankers gemessen.

Beide Anker haben die maximalen zulässigen Kriechverschiebungen pro Laststufe nicht überschritten. Die Anker waren somit stabil.

Der Ankerzugversuch lässt sich somit wie folgt auswerten:

Tabelle 2: Auswertung Ankerzugversuch

Prüfkraft	P_p	360 kN
Verankerungslänge	l_v	5.0 m
Bohrlochdurchmesser	d	90 mm
Mantelfläche	$M_F = d \cdot \pi \cdot l_v$	1.41 m ²
Spez. Mantelreibung	P_p/M_F	255 kN/m²

Im Ausziehversuch wurde der äussere Tragwiderstand des Ankers (Kriechmass $k > 2.0$ mm) bei Weitem nicht erreicht. Wird der Grenzwert unter Versuchsbelastung nicht erreicht, entspricht der Tragwiderstand R_a in der Regel der letzten im Versuch aufgebrauchten Kraft.

In Anbetracht der sehr geringen Verschiebung in beiden Versuchen empfehlen wir für die weiten Dimensionierungen mit einem erhöhten **äusseren Tragwiderstand R_a von 305 kN/m^2** zu rechnen.

Zum Vergleich liegen Richtwerte aus der Literatur für Mantelreibungen (Traglast) im Felsgestein (Mergel-Kalk) zwischen $200 - 300 \text{ kN/m}^2$ vor.

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Geologie

3.1.1 Allgemeine Geologie im Gebiet

Das Gebiet setzt sich aus Oolith (bioklastischer Kalk) der Günsberg-Schichten (Balsthal-Formation, Malm) zusammen [3]. Die gelbliche Farbe der Felsoberfläche weist auf Verwitterung hin. Zudem ist der Fels aufgelockert, zerrüttet und zerklüftet.

Der Kalkstein weist eine Bankung im dm-Bereich und mehrere Klüftflächen auf. Im mittleren Bereich des Hauptausbruchgebietes ist eine Verwerfung sichtbar. Am westlichen Ende gibt es eine Klüftstörzone.

In der folgenden Tabelle sind die gemessenen Orientierungen der Schicht- und Klüftflächen aufgeführt [1].

Tabelle 3: Orientierung, Abstand und Durchtrennungsgrad der Haupttrennflächen

System	Orientierung	Trennflächenabstand [m]
Schichten (S)	320 / 30	0.1 – 1
Klüftung (K1)	102 / 66 – 100 / 75	0.1 – 2.0
Klüftung (K2)	220 / 85	0.1 – 2.0

3.1.2 Geologie in Bezug auf die geplanten Widerlager

Anhang C Skizze des Geologischen Aufbaus bei den geplanten Widerlager und Situationsplan mit Lage der Profile

Bei beiden Sondierungen im Juli 2018 konnte der Fels nicht erreicht werden. Folgende Geologie konnte beobachtet werden:

- Standort P1
 - 0 – 1.50 m Tiefe OK Terrain:
Waldboden (Sand mit Ton) mit Geröll / Gesteinsblöcke ($\varnothing < 15 \text{ cm}$), durchwurzelt, locker (standfest) dunkelbraun, erdfeucht bis trocken
 - 1.50 – 3.50 m Tiefe OK Terrain
Lehmiges Material, Kies mit Silt und Ton, dicht (standfest), bindig, mittelsteif, gelblich-beige, erdfeucht
Ab 1.80 m Tiefe leicht härteres Material mit lehmigen, mergeligen, weichen Lagen
 - Bei 3.50 m: Bohrung aufgrund nicht durchbohrbarem Widerstand (z.B. Wurzel, Stein, zu lehmiges Material) fertig

- Standort P2
 - 0 – 0.30 m Tiefe OK Terrain
Waldboden (Sand mit Ton) mit Geröll / Gesteinsblöcke ($\varnothing < 15$ cm), durchwurzelt, locker (standfest), dunkelbraun, erdfeucht bis trocken
 - 0.30 – 1.50 m Tiefe OK Terrain
Lehmiges Material, Kies mit Silt und Ton, kantiger Kalkkies ($\varnothing$ ca. 10 cm), dicht, bindig, mittelsteif, gelblich-beige (ab 0.50 m beige-grau), erdfeucht
 - Bei 2.50 m: Bohrer kann aufgrund zu lehmigem / weichem Material nicht weiter bohren

Fazit:

Auf die Ausführung von Sondierbohrungen wurde zum heutigen Zeitpunkt aus Kostengründen bewusst verzichtet. Die Hoffnung der Fels würde oberflächennah anstehen, hat sich leider nicht erfüllt.

Aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse vermuten wir die Felsoberfläche am Standort der Widerlager in einer Tiefe von ca. 4 m bis 14 m.

Für die nächste Planungsphase verbleibt vorerst diese Unsicherheit bezüglich der genauen Tiefe des Felsuntergrundes.

Aus wirtschaftlichen Überlegungen erachten wir die Ausführung von Sondierbohrungen im Rahmen der Fundationsplanung als sinnvoll. Diese Bohrungen sind bis in den anstehenden Fels abzuteufen.

3.2 Baugrundeigenschaften

Bei den in der Tabelle angegebenen Baugrundwerten handelt es sich um den mutmasslichen Streubereich geschätzter Erwartungswerte X . Die in den Klammern angegebenen Baugrundwerte sind als charakteristische Werte X_k für bestimmte Bemessungssituationen zu verstehen. Sie gelten nur für die in diesem Dokument aufgeführten Bemessungsempfehlungen.

Tabelle 4: Baugrundwerte

Schicht		USCS-Klassen	Raumgewicht	Reibungswinkel	Kohäsion	Zusammen-drückungsmodul
			γ_e	ϕ'	c'	M_E
			(kN/m ³)	(°)	(kN/m ²)	(MN/m ²)
A	Humus / Waldboden	CL-ML	17 – 21 (19)	26 – 32 (28)	0 – 5 (3)	3 – 6 (5)
B	Gehängelehm / Verwitterungslehm	CL	18 – 21 (20)	23 – 29 (27)	5 – 20 (10)	10 – 30 (20)
C	Fels (Balsthal-Formation)		23 – 27 (26)	25 – 45 (35)	1000 – 10'000 (5000)	>> 120

3.3 Naturgefahren

Anhang D Skizze der Brücke mit Sprunghöhen der Sturzkörper

In der Vorstudie wurden verschiedene Sturzzenarien aufgrund der bekannten Ereignisse und der kartierten Phänomene entsprechend Tabelle 5 definiert und anschliessend mit Rockyfor3D modelliert [1].

Tabelle 5: Szenarien im Hauptausbruchgebiet anhand Beobachtungen (entspricht Tabelle aus [1])

Eintretenswahrscheinlichkeit			Maximale Sturzkörpergrösse				Blockform	Begründung
			d1 [m]	d2 [m]	d3 [m]	$V [m^3] = d1 \cdot d2 \cdot d3$		
Sehr häufig	0 bis 1 Woche	Täglich 1 mal	0.1	0.1	0.1	EB, GV: 0.001	Quader	Beobachtungen von Speziergängern
	1 Woche bis 1 Jahr	Monatlich 1 mal	0.5	0.3	0.2	EB, GV: 0.03	Quader, Platte	Beobachtetes Ereignis: Stein in Böschung
	1 bis 5 Jahre	1 Jahr	0.6	0.4	0.4	EB, GV: 0.1	Quader	Hinter Bäumen gestoppte Blöcke
Häufig	5 bis 30 Jahre	5 Jahre	1.2	1.0	0.8	EB, GV: 1.0	Quader	Potential in der Felswand, Sturzlagerungen am Hangfuss
Mittel	30 bis 100 Jahre		1.2	1.0	0.8	EB: 1.0 GV: 10	Quader	Schätzung
Selten	100 bis 300 Jahre		1.2	1.0	0.8	EB: 1.0 GV: 50	Quader	Schätzung

EB: Einzelblock

GV: Gesamtvolumen der Sturzmasse

Mit den Modellierungen der verschiedenen Szenarien konnte folgendes festgestellt werden [1]:

Tabelle 6: Ergebnisse der Modellierungen (Zusammenfassung von [1])

Eintretenswahrscheinlichkeit		Maximale Sturzkörpergrösse	Intensitäten	Max. Sprunghöhe des Sturzkörperschwerpunktes in der Rinne unter Brücke
Sehr häufig	≤ 5 jährig	0.001 bis 0.1 m ³	schwache (0-30 kJ) bis mittlere (30-300 kJ)	< 1 m
Häufig	alle 5 bis 30 Jahre	1 m ³	starke (> 300 kJ)	< 3 m
Mittel	alle 30 bis 100 Jahre	Verhalten sich ähnlich wie die häufigen Ereignissen, da bei steigender Ausbruchmasse die erwartende maximale Blockgrösse etwa gleich bleibt		
Selten	alle 100 bis 300 Jahre			

Damit sich die Brücke ausserhalb der Gefahrenzone befindet, empfehlen wir aufgrund der Rotation und möglichen gestreckten Blockform die Höhe der geplanten Brücke im Rinnenbereich mindestens 2 m über der maximalen Sprunghöhe des Sturzkörperschwerpunktes senkrecht zur Geländeoberfläche einzuhalten. Somit sollte die Brücke im Rinnenbereich mindestens 5 m über Terrain befinden. Die Wahrscheinlichkeit, dass Sturzkörper den Bereich der geplanten Brückenköpfe erreicht ist gemäss Modellierung gering. Die Blöcke werden in diesen Bereichen auch kaum Springen sondern vor allem rollen. Ablenkende Terraingestaltung sollte hier zu einem ausreichenden Schutz der Brückenköpfe ausreichen.

4. Fazit und weiteres Vorgehen

Die Baugrunduntersuchungen einerseits und die Abschätzung der Naturgefahren (Steinschlag) andererseits haben aufgezeigt, dass die Machbarkeit der Brückenvariante gegeben ist.

In den weiteren Planungsphasen ist neben dem eigentlichen Brückenkörper der Fokus auf die beiden Brückenwiderlager zu legen. Die Foundation der Widerlager erscheint uns zum heutigen Zeitpunkt wohl nur mit einer Verstärkung aus Micropfählen statisch sicher ausführbar. Wie bereits unter Kap. 3 erwähnt, müssen in diesem Fall weitere Baugrunduntersuchungen mittels Sondierbohrungen bis in den anstehenden Fels ausgeführt werden.

Die Gefährdung durch Steinschlag kann dahingehend eliminiert werden, dass der Brückenkörper einen entsprechenden Abstand zum Terrain (mind. 5.0 m im Bereich der Geländerinne) aufweist.

CSD INGENIEURE AG



ppa. Thomas Nägelin
Geschäftsstellenleiter Pratteln
Dipl. Bauingenieur HTL



Lea Coray
Msc. Erdwissenschaften ETH

Pratteln, den 24.10.2019

KOREFERENT

Thomas Nägelin

BEARBEITUNG

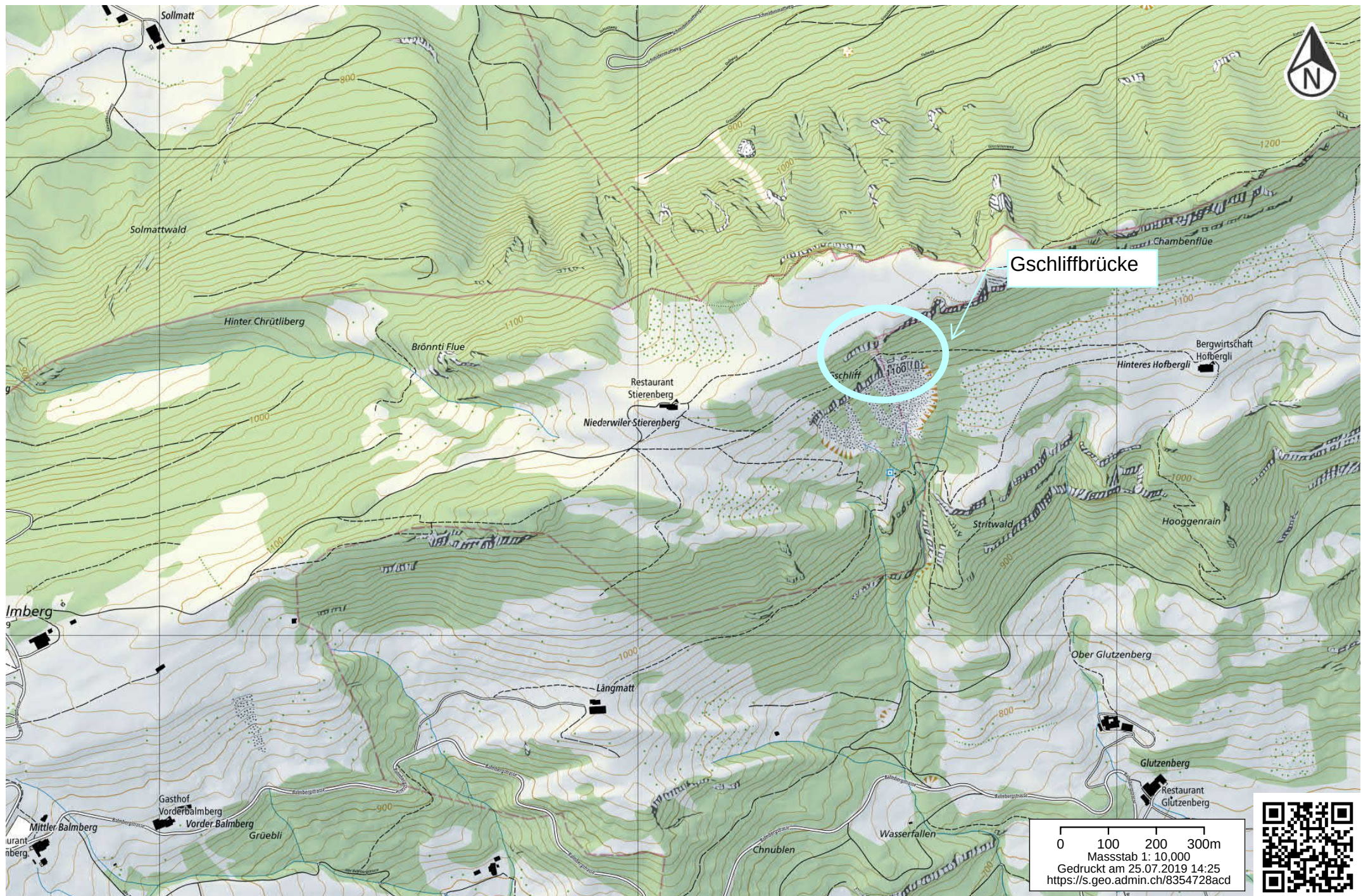
Lea Coray

[http://dialog/projets/DI01155.200/Lists/Documents/CSD/06 Bearbeitung/IG Gschliff_a.docx](http://dialog/projets/DI01155.200/Lists/Documents/CSD/06%20Bearbeitung/IG%20Gschliff_a.docx)

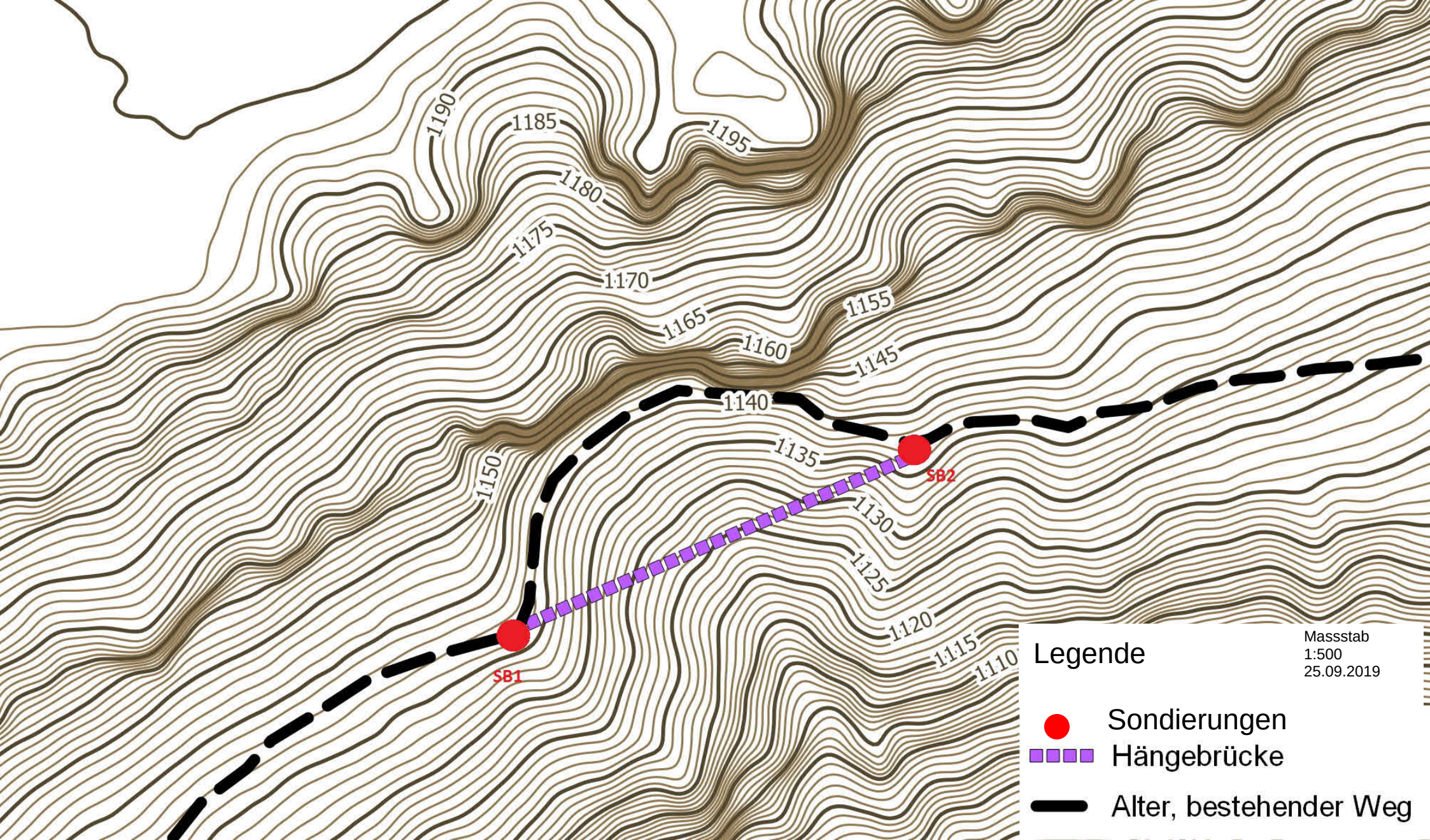
Aus Umweltschutzgründen druckt CSD seine Dokumente auf 100 % Recyclingpapier (ISO 14001).

ANHANG A

SITUATION 1:10'000



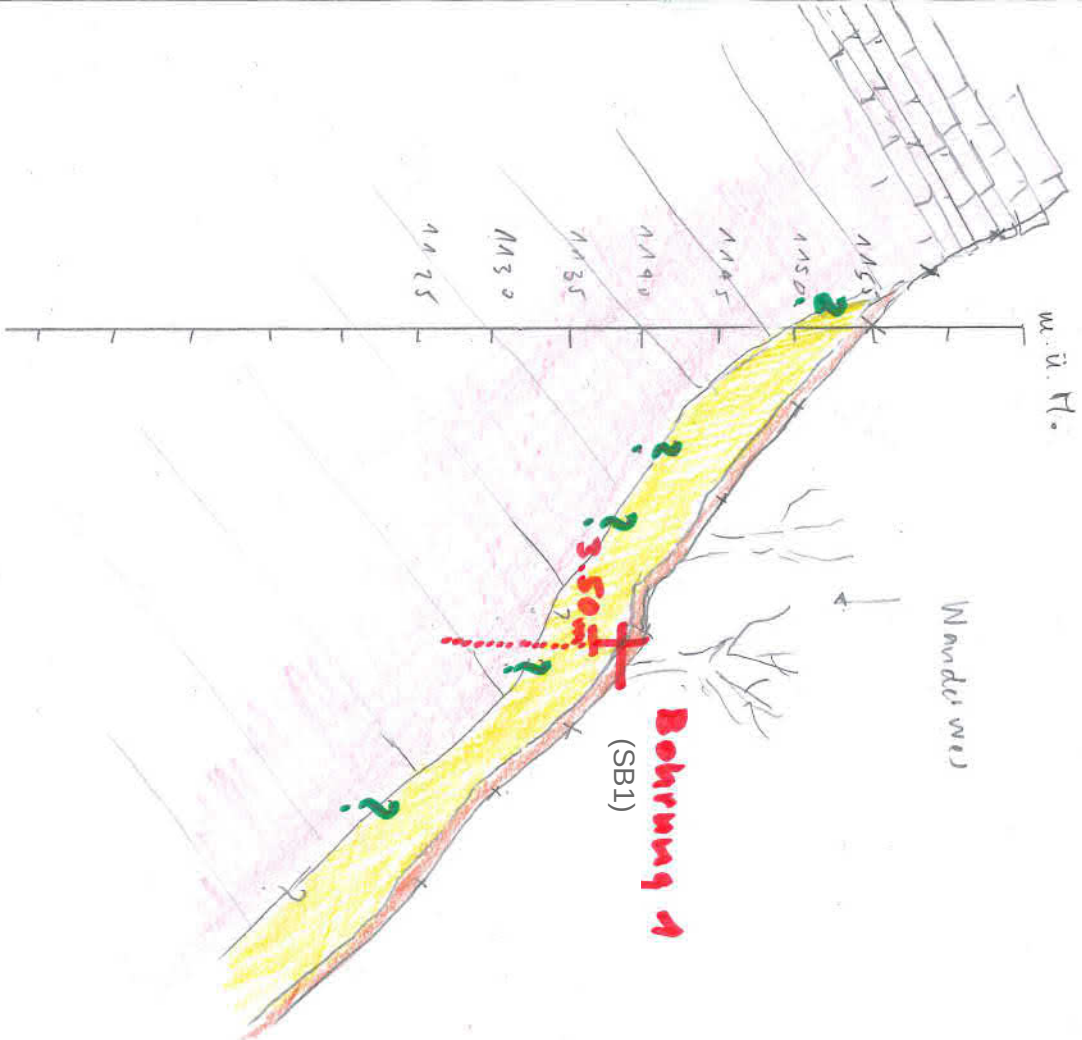
ANHANG B SITUATION MIT SONDIERUNGEN



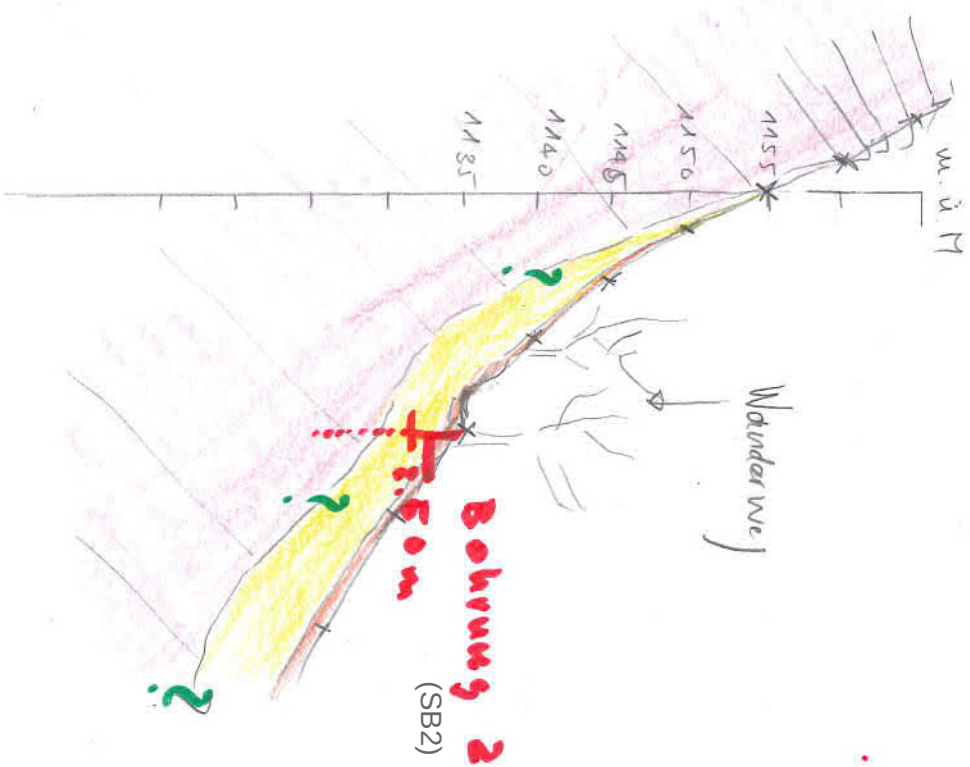
ANHANG C

**SKIZZE GEOLOGISCHER AUFBAU & SITUATION MIT
LAGE DER PROFILE**

Profil 1



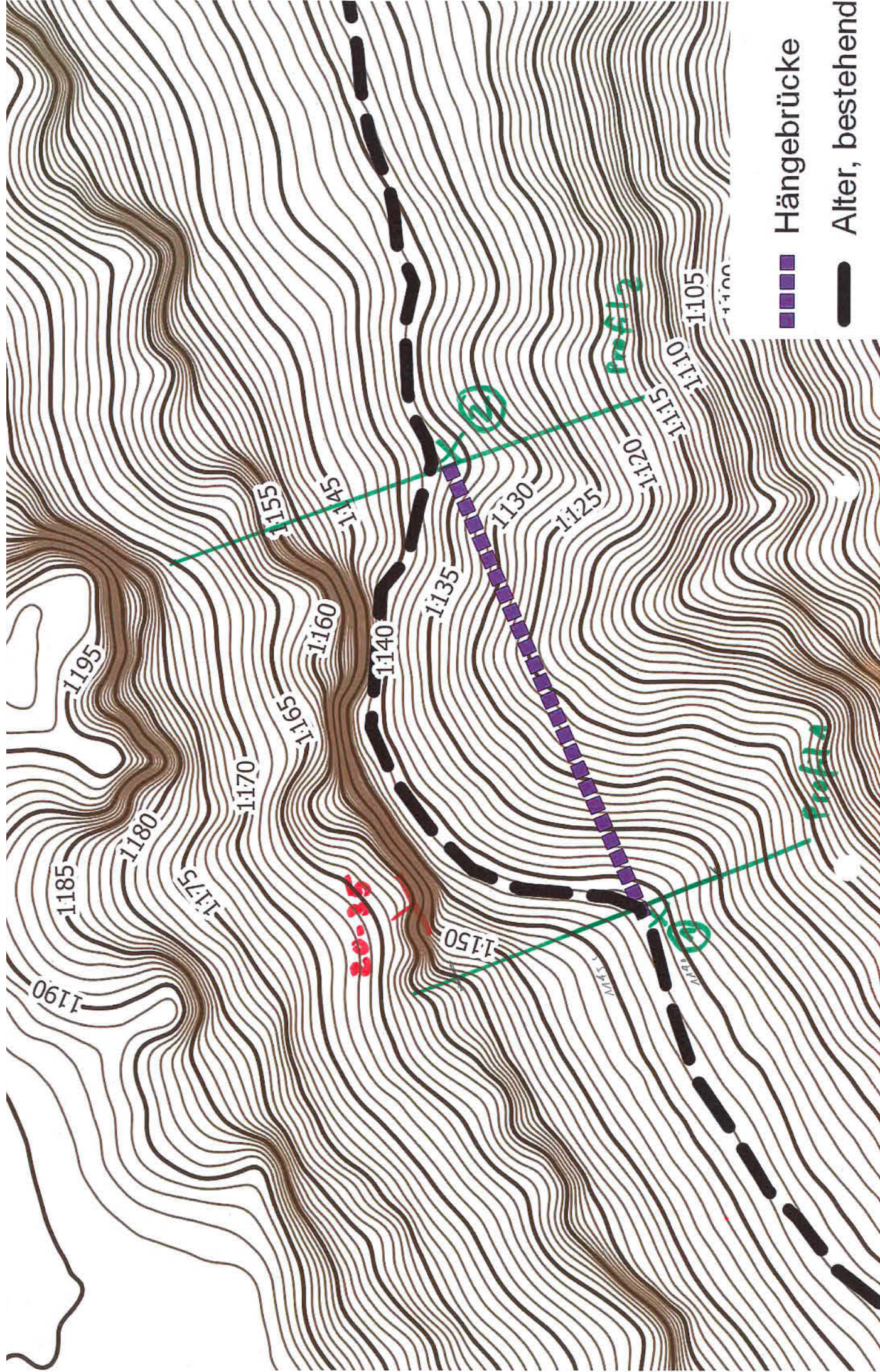
Profil 2



- Waldboden (Machtigkeits: ca. 30 cm - 1.40 m)
- Hanglehne
- Fels (Baltthal-Formation)

Lage der Profile

Situationsplan mit geplanter Brücke (ca. 1:1000)

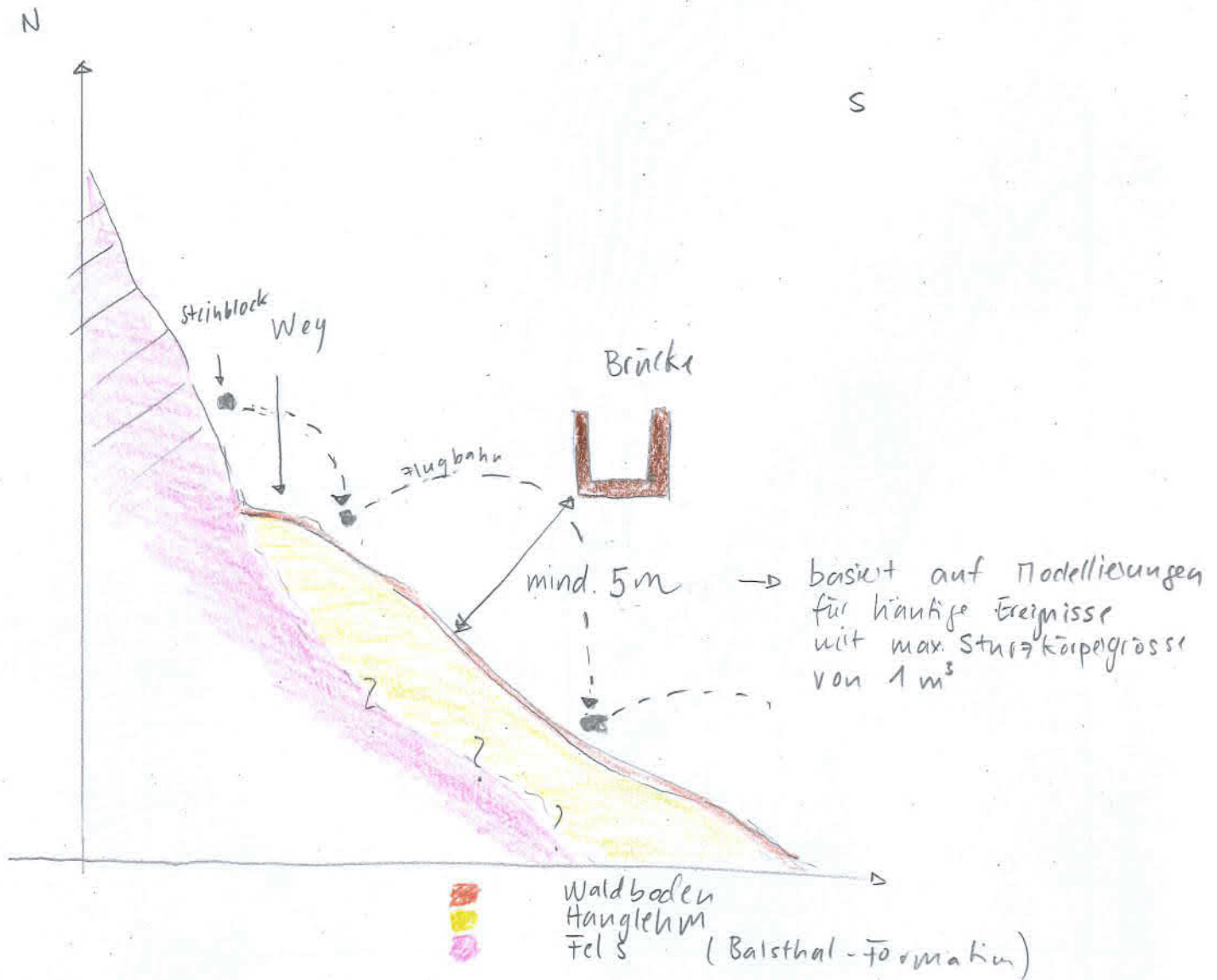


ANHANG D SKIZZE SPRUNGHÖHEN

Querschnitt im Rinnenbereich

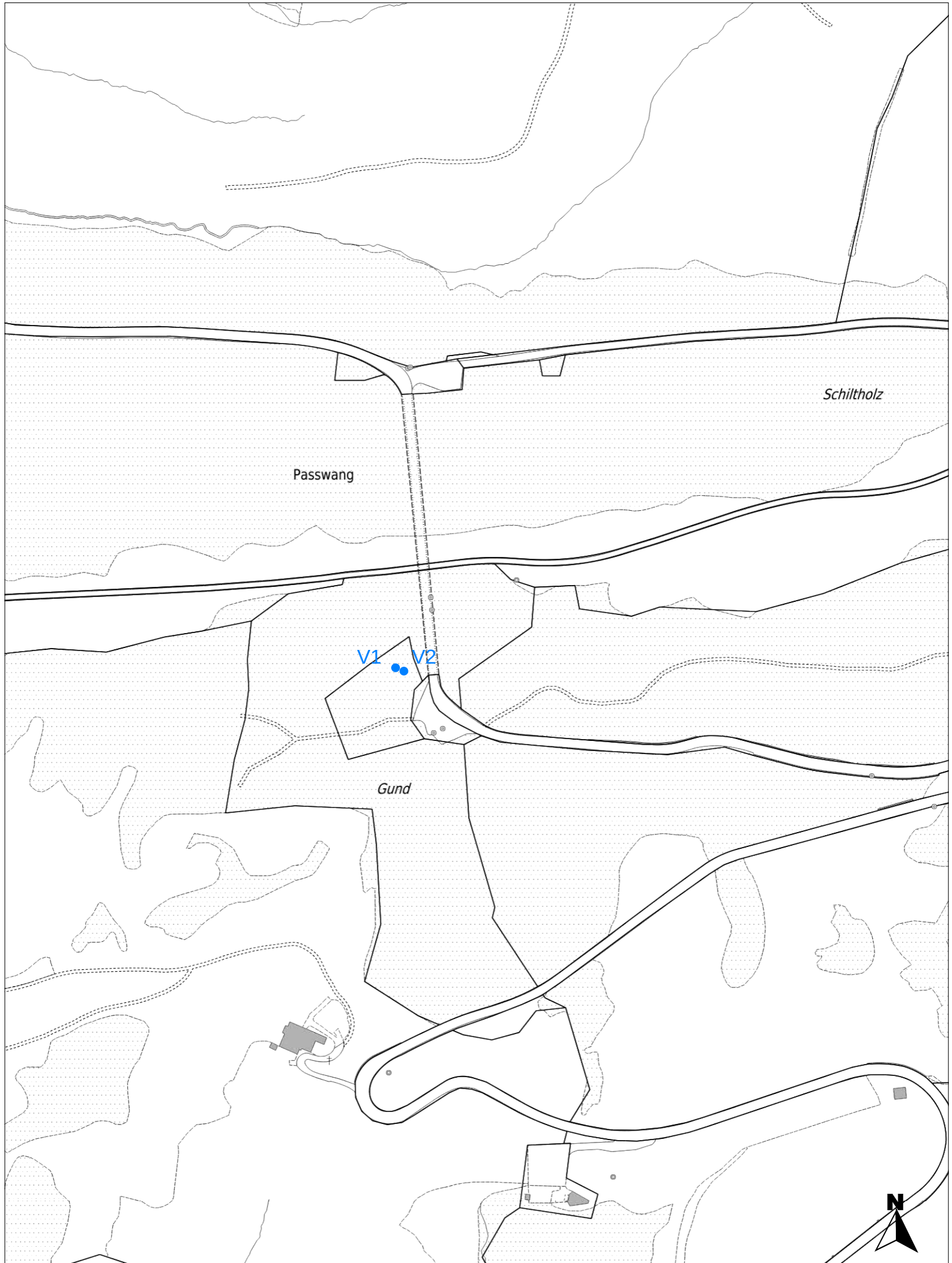
Skizze mit Mindesthöhe
der geplanten Brücke

01.10.2019



ANHANG E

**LAGE DER ANKER BEI SÜDPORTAL PASSWANGTUN-
NEL**



Geologisches Profil durch den Zingelentunnel

beim Bau des Sohlenstollens entworfen von Dr. H. Mollet, Biberist.

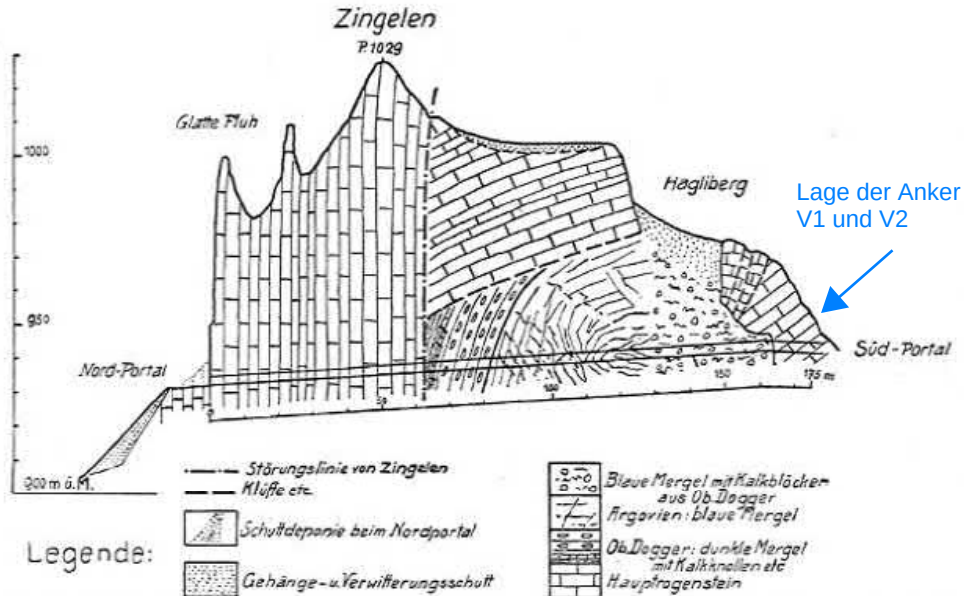


Fig. 1

ANHANG F RESULTATE ANKERZUGVERSUCHE

Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Datum: 16.09.2019
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V1	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	
Bohr / Injektionsdatum:	04.09.2019	Kraftmessung Huggenberger Digital 0,1 kN	
Injektionsgut:	Kümix	Bauführer: Degelo Ruedi	
Ankerlänge:	L: 6.00 m	Pressenlänge l_p	1.00 m
Verankerungslänge:	Lv: 5.00 m	Gesamtquerschnitt Ap	804 mm ²
Spannlänge:	lfr: 1.00 m	E- Modul Ep	205 kN/mm ²

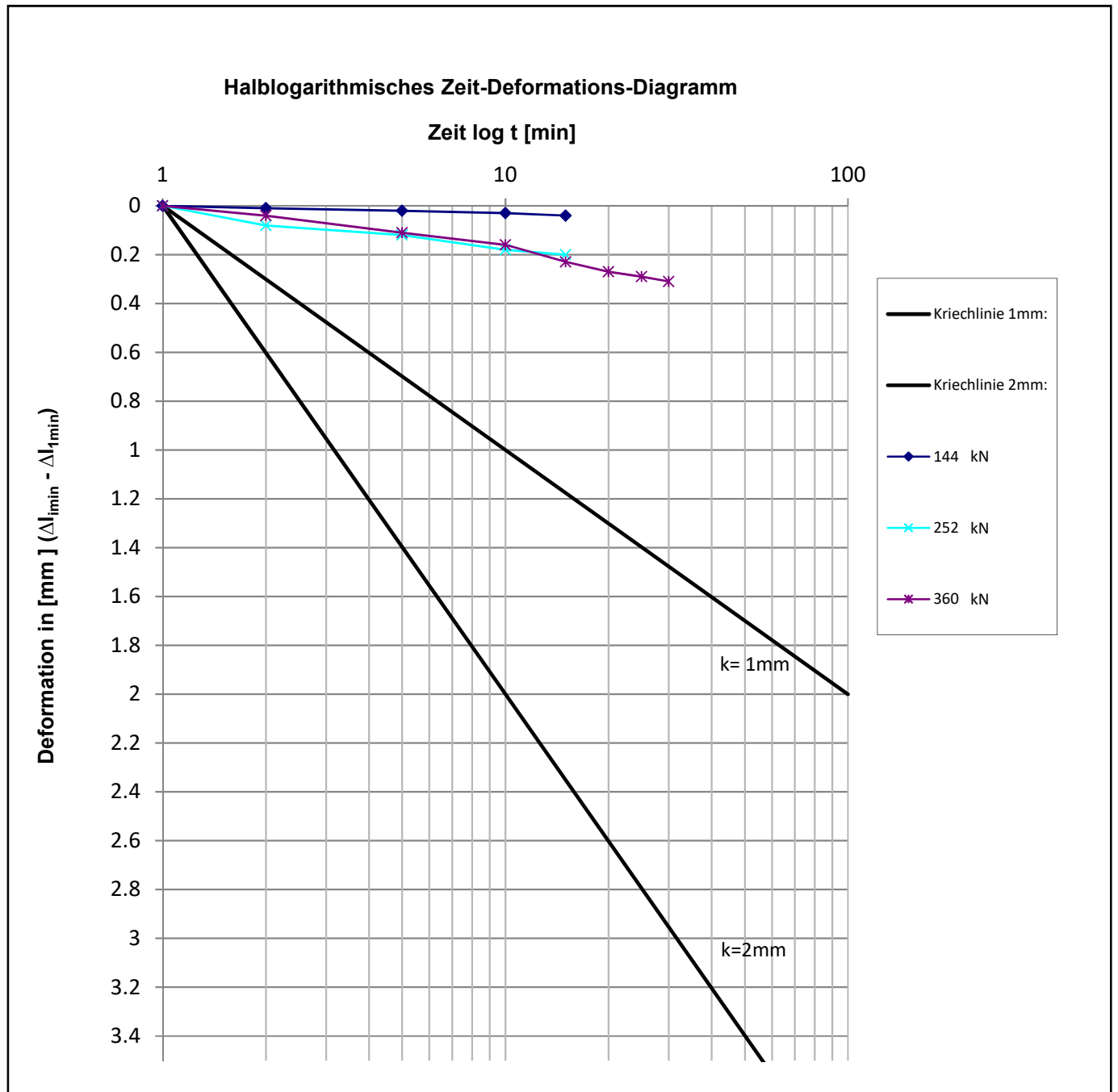
Stufe	Kraft	Deformation	Zeit				
ΔP	kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'		
Fa	36	0.00			0	$l_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$ m	2.33
F1	144	2.76			0	$l_{f1} \geq 0.95 l_{fr} + l_p$ m	1.95
F1	144	2.78	0.00	0.00	1	$l_{f2} \leq l_{fr} + 0.3 l_v + l_p$ m	3.50
F1	144	2.79	2.79	0.01	2	gemessene Verschiebung ▲ I' 2' - 5'	0.01
F1	144	2.80	2.80	0.01	5	erfüllt bei <0,2mm	ja
F1	144	2.81	2.81	0.01	10	Wartezeit verlängern bei >0,2mm	
F1	144	2.82	2.82	0.01	15	gemessene Verschiebung ▲ I' 5' - 15'	0.02
F1					20	erfüllt bei <0,2mm	ja
F1					25	Wartezeit verlängern bei >0,2mm	
F1					30	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 20'	
F1					35	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 25'	
F1					40	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 30'	
F1					45	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 35'	
F1					50	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 40'	
F1					55	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 45'	
F1					60	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 50'	
F1					90	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 55'	
						gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 60'	
						(F1 Δ_{max} - Fa) Δl_{el} elastische Dehnung	1.53
Fa	36	1.29				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung	1.29
F1(Δ_{max})	144	2.82				Widerlagerverschiebung	mm
						$\Delta l_{el} / (F1 - Fa) \times A \times E$	2.33
							m

Stufe	Kraft	Deformation	Zeit				
ΔP	kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'		
Fa	36	1.29			0	$l_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$ m	2.53
F1	144	2.85			0	$l_{f1} \geq 0.95 l_{fr} + l_p$ m	1.95
F2	252	5.55			0	$l_{f2} \leq l_{fr} + 0.3 l_v + l_p$ m	3.50
F2	252	5.60	0.00	0.00	1	gemessene Verschiebung ▲ I' 2' - 5'	0.04
F2	252	5.68	2.90	0.08	2	erfüllt bei <0,2mm	ja
F2	252	5.72	2.94	0.04	5	Wartezeit verlängern bei >0,2mm	
F2	252	5.78	3.00	0.06	10	gemessene Verschiebung ▲ I' 5' - 15'	0.08
F2	252	5.80	3.02	0.02	15	erfüllt bei <0,2mm	ja
F2					20	Wartezeit verlängern bei >0,2mm	
F2					25	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 20'	
F2					30	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 25'	
F2					35	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 30'	
F2					40	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 35'	
F2					45	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 40'	
F2					50	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 45'	
F2					55	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 50'	
F2					60	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 55'	
F2					90	gemessene Verschiebung ▲ I' 1' - 60'	
						(F2 Δ_{max} - Fa) Δl_{el} elastische Dehnung	3.31
Fa	36	2.49				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung	2.49
F2(Δ_{max})	252	5.80				Widerlagerverschiebung	mm
						$\Delta l_{el} / (F2 - Fa) \times A \times E$	2.53
							m

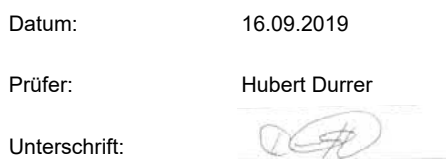
Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Blatt 2
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V1	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	

Stufe	Kraft	Deformation			Zeit	$I'_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$	m	3.35	Bedingung
ΔP	kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'	$I'_{f1} \geq 0.95 I_{fr} + I_p$	m	1.95	erfüllt
						$I'_{f2} \leq I_{fr} + 0.3 I_v + I_p$	m	3.50	Ja / Nein
Fa	36	2.49			0	gemessene Verschiebung ▲ $I' 2' - 5'$		0.07	
F2	252	6.09			0	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv	360	13.21			0	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv	360	13.26	0.00	0.00	1	gemessene Verschiebung ▲ $I' 5' - 15'$		0.12	
Fpv	360	13.30	10.52	0.04	2	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv	360	13.37	10.59	0.07	5	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv	360	13.42	10.64	0.05	10	gemessene Verschiebung ▲ $I' 15' - 30'$		0.08	
Fpv	360	13.49	10.71	0.07	15	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv	360	13.53	10.75	0.04	20	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv	360	13.55	10.77	0.02	25	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 20'$		0.27	
Fpv	360	13.57	10.79	0.02	30	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 25'$		0.29	
Fpv					35	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 30'$		0.31	
Fpv					40	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 35'$			
Fpv					45	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 40'$			
Fpv					50	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 45'$			
Fpv					55	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 50'$			
Fpv					60	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 55'$			
Fpv					90	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 60'$			
						gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 90'$			
						(Fpv Δ_{max} - Fa) Δl_{el} elastische Dehnung		6.59	
Fa	36	6.98				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung		6.98	
Fpv(Δ_{max})	360	13.57				Widerlagerverschiebung			mm
						$\Delta l_{el} / (F_{pv}-Fa) \times A \times E$		3.35	m

Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Blatt 3
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V1	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	



ANKERPRÜFUNG
DURRER

[illegible]

Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Datum: 16.09.2019
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V2	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	
Bohr / Injektionsdatum:	04.09.2019	Kraftmessung Huggenberger Digital 0,1 kN	
Injektionsgut:	Kümix	Bauführer: Degelo Ruedi	
Ankerlänge:	L: 6.00 m	Pressenlänge l_p	1.00 m
Verankerungslänge:	Lv: 5.00 m	Gesamtquerschnitt A_p	804 mm ²
Spannlänge:	lfr: 1.00 m	E- Modul E_p	205 kN/mm ²

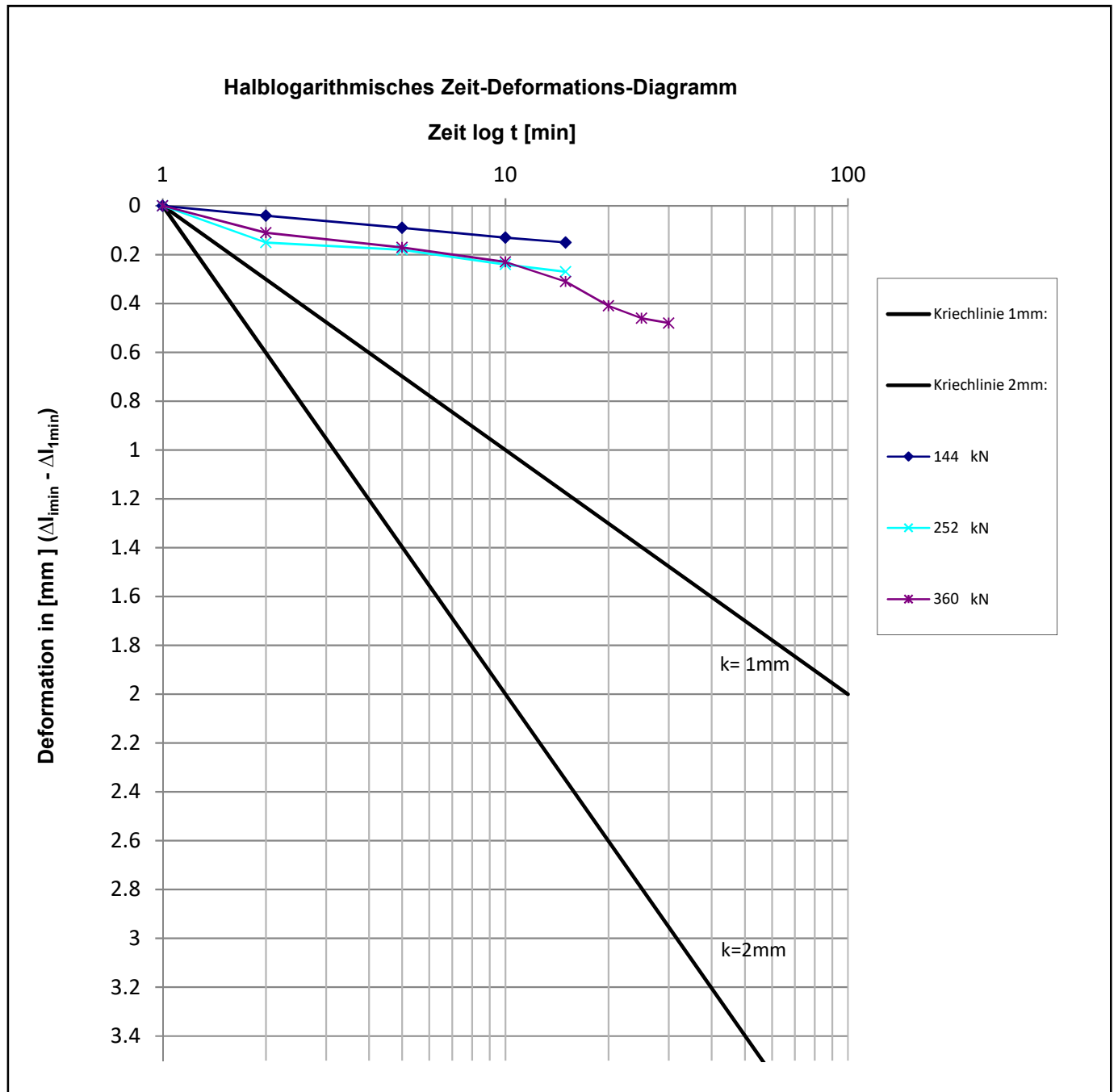
Stufe	Kraft	Deformation			Zeit			
ΔP	kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'	$l_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$	m	
Fa	36	0.00			0	$l_{f1} \geq 0.95 l_{fr} + l_p$	m	2.29
F1	144	2.73			0	$l_{f2} \leq l_{fr} + 0.3 l_v + l_p$	m	1.95
F1	144	2.86	0.00	0.00	1		m	3.50
F1	144	2.90	2.90	0.04	2	gemessene Verschiebung $\Delta l' 2' - 5'$		0.05
F1	144	2.95	2.95	0.05	5	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F1	144	2.99	2.99	0.04	10	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F1	144	3.01	3.01	0.02	15	gemessene Verschiebung $\Delta l' 5' - 15'$		0.06
F1					20	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F1					25	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F1					30	gemessene Verschiebung $\Delta l' 15' - 30'$		
F1					35	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F1					40	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F1					45	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 20'$		
F1					50	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 25'$		
F1					55	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 30'$		
F1					60	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 35'$		
F1					90	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 40'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 45'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 50'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 55'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 60'$		
Fa	36	1.51				(F1 $\Delta_{max} - Fa$) Δl_{el} elastische Dehnung		1.5
F1(Δ_{max})	144	3.01				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung		1.51
						Widerlagerverschiebung		mm
						$\Delta l_{el} / (F1 - Fa) \times A \times E$		2.29
							m	

Stufe	Kraft	Deformation			Zeit			
ΔP	kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'	$l_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$	m	
Fa	36	1.51			0	$l_{f1} \geq 0.95 l_{fr} + l_p$	m	2.87
F1	144	3.06			0	$l_{f2} \leq l_{fr} + 0.3 l_v + l_p$	m	1.95
F2	252	5.88			0		m	3.50
F2	252	6.03	0.00	0.00	1	gemessene Verschiebung $\Delta l' 2' - 5'$		0.03
F2	252	6.18	3.32	0.15	2	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F2	252	6.21	3.35	0.03	5	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F2	252	6.27	3.41	0.06	10	gemessene Verschiebung $\Delta l' 5' - 15'$		0.09
F2	252	6.30	3.44	0.03	15	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F2					20	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F2					25	gemessene Verschiebung $\Delta l' 15' - 30'$		
F2					30	erfüllt bei $<0,2\text{mm}$		ja
F2					35	Wartezeit verlängern bei $>0,2\text{mm}$		
F2					40	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 20'$		
F2					45	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 25'$		
F2					50	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 30'$		
F2					55	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 35'$		
F2					60	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 40'$		
F2					90	gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 45'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 50'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 55'$		
						gemessene Verschiebung $\Delta l' 1' - 60'$		
Fa	36	2.54				(F2 $\Delta_{max} - Fa$) Δl_{el} elastische Dehnung		3.76
F2(Δ_{max})	252	6.30				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung		2.54
						Widerlagerverschiebung		mm
						$\Delta l_{el} / (F2 - Fa) \times A \times E$		2.87
							m	

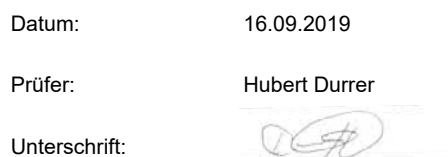
Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Blatt 2
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V2	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	

Stufe		Kraft	Deformation			Zeit	$I'_f = C \times \Delta l_{el} (P_p)$	m	3.22	Bedingung
ΔP		kN P	mm Δ	mm $\Delta /$ (min,-min)	ist mm $\Delta /$	min'	$I'_{f1} \geq 0.95 I_{fr} + I_p$	m	1.95	erfüllt
							$I'_{f2} \leq I_{fr} + 0.3 I_v + I_p$	m	3.50	Ja / Nein
Fa		36	2.54			0	gemessene Verschiebung ▲ $I' 2' - 5'$		0.06	
F2		252	6.38			0	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv		360	12.18			0	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv		360	12.38	0.00	0.00	1	gemessene Verschiebung ▲ $I' 5' - 15'$		0.14	
Fpv		360	12.49	9.63	0.11	2	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv		360	12.55	9.69	0.06	5	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv		360	12.61	9.75	0.06	10	gemessene Verschiebung ▲ $I' 15' - 30'$		0.17	
Fpv		360	12.69	9.83	0.08	15	erfüllt bei <0,2mm			ja
Fpv		360	12.79	9.93	0.10	20	Wartezeit verlängern bei >0,2mm			
Fpv		360	12.84	9.98	0.05	25	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 20'$		0.41	
Fpv		360	12.86	10.00	0.02	30	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 25'$		0.46	
Fpv						35	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 30'$		0.48	
Fpv						40	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 35'$			
Fpv						45	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 40'$			
Fpv						50	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 45'$			
Fpv						55	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 50'$			
Fpv						60	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 55'$			
Fpv						90	gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 60'$			
							gemessene Verschiebung ▲ $I' 1' - 90'$			
							(Fpv Δ_{max} - Fa) Δl_{el} elastische Dehnung		6.32	
Fa		36	6.54				(Pa) Δl_{bl} bleibende Dehnung		6.54	
Fpv(Δ_{max})		360	12.86				Widerlagerverschiebung			mm
							$\Delta l_{el} / (Fpv - Fa) \times A \times E$		3.22	m

Objekt:	Balmberg, Versuchsanker Brücke	Projekt Nr. 70002	Blatt 3
Unternehmer:	Gasser Felstechnik AG	Ankertyp: Swiss Gewi Ø 32 mm	
Anker Nr.	V2	Deformationsmessung: Digital 1/1000mm	



ANKERPRÜFUNG
DURRER

[illegible]

ANHANG G FOTODOKUMENTATION

FOTODOKUMENTATION SONDIERUNGEN / ANKERZUGVERSUCHE



Abbildung 1: Standort SB1

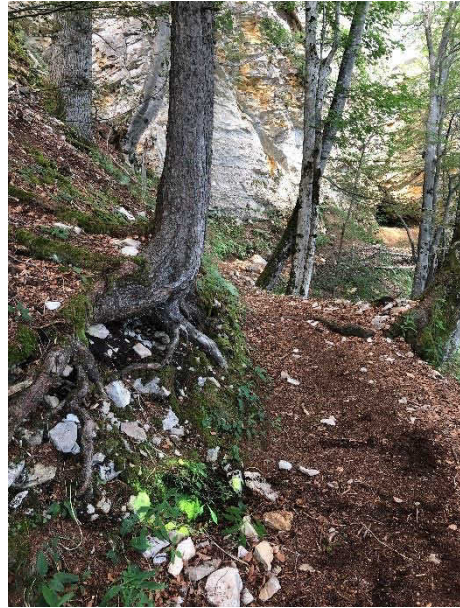


Abbildung 2: Standort SB1



Abbildung 3: Sondierung SB1



Abbildung 4: Standort SB2

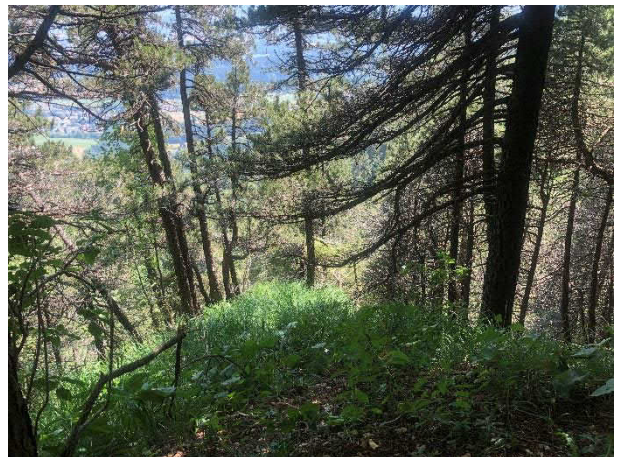


Abbildung 5: Standort SB2



Abbildung 6: Sondierung SB2



Abbildung 7: Sondierung SB2



Abbildung 8: Standort / Lage Versuchsanker



Abbildung 9: Standort / Lage Versuchsanker