

Bachelor of Science in Bauingenieurwesen

Diplomarbeiten 2023



Vorwort



Prof. Jürg Kessler
Rektor FH Graubünden

Liebe Diplomandinnen und Diplomanden

Mit dem erreichten Bachelorabschluss der Fachhochschule Graubünden haben Sie eine wichtige Etappe auf Ihrem persönlichen Bildungsweg erreicht. Ich gratuliere Ihnen herzlich dazu! Ein Studium erfolgreich zu absolvieren, erfordert grossen Einsatz. Sie haben Begabung und Disziplin unter Beweis gestellt und sich selbst eine gute Ausgangslage für Ihre weitere Karriere verschafft. Sie haben Ihr Ziel nie aus den Augen verloren, und dies hat sich gelohnt. Nun dürfen Sie aufatmen und Ihren Erfolg geniessen.

Bauen im alpinen Raum erfordert bisweilen besondere Kenntnisse. Sie haben mit den erlernten Fähigkeiten im Bereich Bauingenieurwesen wichtiges Rüstzeug dafür erhalten. Sie sind fähig, anspruchsvolle Baulösungen zu erarbeiten, die den Bedürfnissen in Berggebieten und den Besonderheiten der alpinen Landschaft gerecht werden. Als Fachhochschule in der Region können wir mit unserem Know-how dazu beitragen, Graubünden als innovativen Gebirgskanton zu positionieren.

In der Zeit Ihres Bachelorstudiums haben wir Sie auf Ihren Einstieg ins Berufsleben als Akademikerinnen und Akademiker vorbereitet. Es war aber auch unser Ziel, Sie zu einer verantwortungsvollen Fach- und Führungskraft auszubilden. Wir wünschen uns, dass die FH Graubünden für Sie als Ort des Hinterfragens in Erinnerung bleibt, denn ein solcher Ort ist der Nährboden für Wissenschaft und ganzheitliche Bildung.

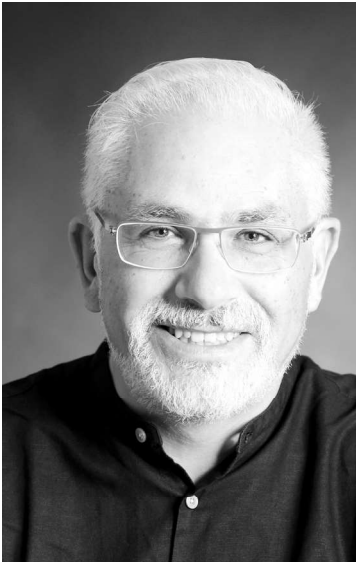
Es würde uns freuen, Sie wieder einmal an Ihrer Fachhochschule begrüessen zu dürfen; sei es als Alumna oder Alumnus, oder natürlich auch als Student respektive Studentin eines konsekutiven Master- oder Weiterbildungsangebots. Bleiben wir in Kontakt!

Fachhochschule Graubünden

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Kessler'.

Prof. Jürg Kessler, Rektor

Begrüssung



Prof. Plácido Pérez
Leiter Studiengang BSc Bauingenieurwesen

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser

Sie halten die Broschüre der Diplomarbeiten 2023 in Ihren Händen – eine Zusammenfassung aller erfolgreichen Bachelor Thesen des vergangenen Studienjahres.

Die Arbeiten zeigen auf eindruckliche Weise, was Bauingenieurinnen und Bauingenieure für den Berufsalltag qualifiziert: ein grundlegendes Verständnis zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und deren praxisgerechter Umsetzung. Ebenso lassen sich im Detail Engagement und die Faszination für den Beruf des Bauingenieurs erkennen.

Die erfolgreiche Umsetzung der Arbeiten wurde durch Partner aus der Wirtschaft unterstützt, welche die Aufgabenstellungen initiierten und mit Daten, Plänen oder weiteren Informationen die Grundlagen lieferten. Unser Dank gebührt ihnen ebenso, wie den Betreuer und Experten, welche die Arbeiten mit Interesse und Engagement begleiteten.

Wir gratulieren allen Studierenden zur gelungenen Bachelor Thesis und wünschen ihnen viel Freude und Begeisterung in der neuen Verantwortung. Ihnen, geschätzte Leserinnen und Leser, wünschen wir einen spannenden Einblick in die Welt des Planens, Konstruierens und Bauens.

Fachhochschule Graubünden



Prof. Plácido Pérez
dipl. Bauingenieur HTL
Leiter Studiengang BSc Bauingenieurwesen

Liste der Betreuer-/innen und Expert-/innen

Modulleitung

Lifa Lifa, Prof. Dr. Ing. TU/SIA, MBA
Institut für Bauen im alpinen Raum

Name / Vorname	Unternehmen
Angelo Berweger, MSc ETH Bauingenieur	Rhätische Bahn AG
Beni Rushiti, Bauingenieur BSc FHO	Emch+Berger Graubünden AG
Benjamin auf der Maur, MSc ETH Bauingenieur	Tiefbauamt Graubünden
Claudio Tschuor, Dipl. Bauingenieur HTL	Bänziger Partner AG
Daniel Imhof, Bauingenieur BSc HSZ-T / Executive MBA FH	PVG Solutions GmbH
Daniel Schmid, BSc Holzbauingenieur TST	Liesch Ingenieure AG
Dr. James Glover, Ph.D. Geomechanics, BSc Geologie, FGS	Fachhochschule Graubünden
Gian-Andri Tannò, MSc Hydraulic Schemes EPFL / Dipl. Kultur- ingenieur ETH	Entegra Wasserkraft AG
Hansjörg Vogt, Dipl. Ing. ETH, M.Eng. RPI	Tragweite AG
Karl Baumann, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA	Rhätische Bahn AG
Matthias Wielatt, MSc ETH/SIA Bauingenieur	Tiefbauamt Graubünden
Norman Gadiant, Dipl. Bauingenieur FH	Entegra Wasserkraft AG
Pascal Fleischer, Dipl. Ing. MSc/ETH/HTL/SIA	Trombik Ingenieure AG
Pieder Hendry, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA	Conzett Bronzini Partner AG
Reto Störi, Dipl. Bauingenieur FH	tur gmbh
Roderick Kühne, Dipl. Geograph	Amt für Wald und Naturgefahren, Kanton Graubünden
Sharveen Rajah, Dipl. Bauingenieur ETH	Fanzun AG Architekten
Stefan Margreth, Dipl. Bauingenieur ETH	WSL-Institut für Schnee- und Lawinenfor- schung SLF"
Valerio Plozza, MSc ETH Bauingenieur	Fanzun AG Architekten

Liste der Absolventinnen und Absolventen

Nachfolgend präsentieren wir Ihnen die
zusammenfassungen der Bachelorarbeiten
Bauingenieurwesen des Jahres 2023.

Name / Vorname	Fachbereich	Seite
Capatt Gian-Marco	Brückenbau	8 – 9
Casutt Livio	Naturgefahren	10 – 13
Erni Michaela	Wasserbau	14 – 15
Foffa Flavio	Geotechnik	16 – 17
Holzer Pascal	Strassenbau	18 – 19
Keel Gianluca	Massivbau	20 – 23
Möss Niklas	Holzbau	24 – 25
Neher Phillip	Brückenbau	26 – 29
Schmid Andreas	Naturgefahren	30 – 33
Schmid Sandro	Brückenbau	34 – 37
Thöny Samuel	Brückenbau	38 – 41
Vaneck Jana	Geotechnik	42 – 43
Yölek Melda	Brückenbau	44 – 45

Fussgängerbrücke Thursteg, Wattwil

Capatt Gian-Marco

- » Betreuer: Valerio Plozza, MSc ETH Bauingenieur
- » Experte: Pascal Fleischer, Dipl. Ing. MSc/ETH/HTL/SIA



Vor über 100 Jahren wurde die Thur durch Wattwil, mit einem engen Flussquerschnitt und steilen Böschungen, kanalisiert. Der Flussquerschnitt ist für die heutige Abflusskapazität zu schmal und muss verbreitert werden. Im Rahmen des Thur-Sanierungsprojektes wurde ein Defizit an Zugänglichkeiten und Flussübergängen festgestellt. Aus diesem Anlass wurde ein Brückenwettbewerb mit fünf Fussgängerbrücken an verschiedenen Standorten für Bauingenieurbüros lanciert.

Im Rahmen dieser Bachelorthesis wurde die Fussgängerbrücke am Standort A bearbeitet. Durch ein ausführliches Variantenstudium wurde nach der optimalen Lösung gesucht. Die Siegervariante ist eine Hängebrücke, welche seitlich an Betonportalen befestigt ist. Sie zeichnet sich vor allem durch das ästhetische Erscheinungsbild aus.



Abb. 1: Visualisierung der Hängebrücke

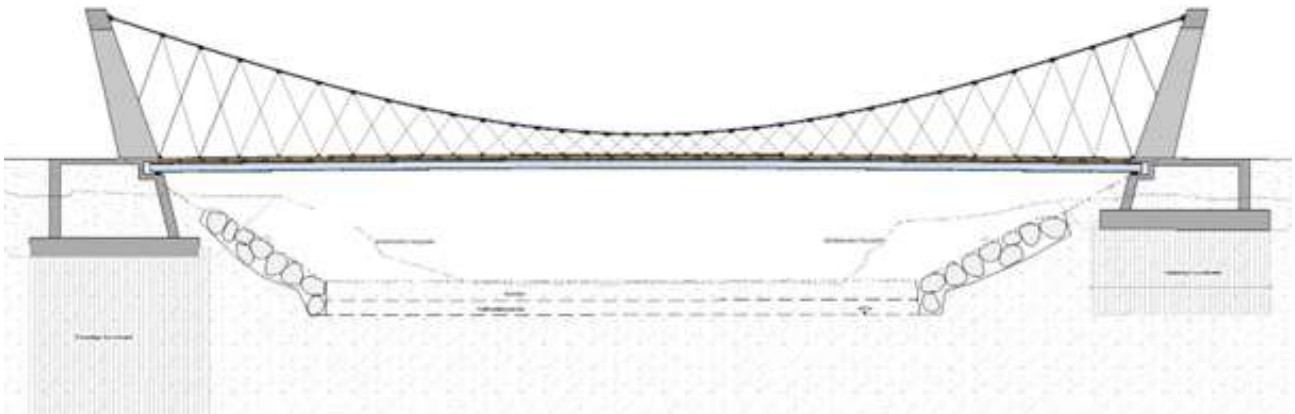


Abb. 2: Längsschnitt

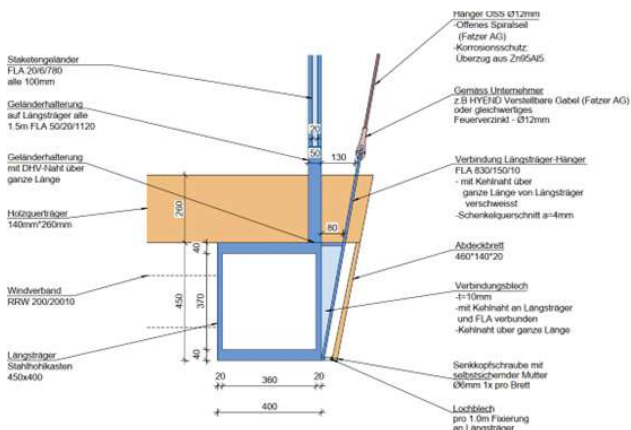


Abb. 3: Detail Aufhängung

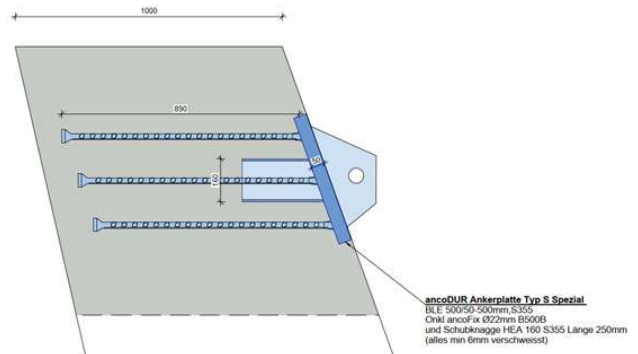


Abb. 4: Anschlussdetail Tragseilseilverankerung



Abb. 5: Visualisierung auf dem Laufsteg

Massnahmenplanung Lavinar dal Sbrudà, Zernez

Casutt Livio

- » Betreuer: Dr. James Glover, Ph.D. Geomechanics, BSc Geologie, FGS
- » Experte: Roderick Kühne, Dipl. Geograph



Die Ofenpassstrasse H28 ist die einzige Schweizer Verbindung vom Unterengadin in das Münstertal. Entlang des Abschnitts zwischen Zernez und der Passhöhe sind Strassenabschnitte an mehreren Stellen durch Lawenniedergänge gefährdet. Der sich rund einen Kilometer ausserhalb von Zernez befindende Lawinenzug «Lavinar dal Sbrudà» wird gegenwärtig über eine Strassengalerie in den Talfluss Spöl geleitet. Aufgrund einiger markanter Richtungswechsel in der Sturzbahn kommt es an drei Stellen zu Ausbrüchen oder Überströmungen, welche einen rund 200 m langen Strassenabschnitt unmittelbar nach der Strassengalerie gefährden. Teile dieses Abschnitts werden durchschnittlich alle 3 bis 4 Jahre verschüttet.

Im Anrissgebiet auf 2400 m ü. M. sind fünf Gebiete ermittelt worden, welche teilweise unabhängig voneinander ausgelöst werden. Das Anrissgebiet ist bei Nordwest- und Südlagen besonders stark vom Wind beeinflusst, dementsprechend bilden sich unterschiedlich mächtige Schneedecken in den Teilanrissgebieten. Die variierende Topographie und Exposition dieser Gebiete führt zu unterschiedlichen Auslösefaktoren und -jährlichkeiten.

Auf Basis einer aktuellen Gefahrenbeurteilung wurde anhand des gefährdeten Strassenabschnitts das Ausgangsrisiko ermittelt. Vor Umsetzung der Massnahmen beträgt das Schadenausmass CHF 95'000.- pro Jahr. Nachfolgend wurde der Einfluss der Teilanrissgebiete auf einen Lawenniedergang geprüft. Hierfür wurden mit dem auf einem 3D-Geländemodell basierenden Simulationsprogramm RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation) Szenarien durchgespielt. Anhand des defi-

nierten 30-jährlichen Szenarios und der ermittelten Anrissvolumen sind die hinsichtlich einer Strassenverschüttung kritischen Teilanrissgebiete ermittelt worden. Schliesslich wurden in der Massnahmenplanung für vier Gebiete Anrissverbauungen projektiert. Verbaut werden rund 80 m Stahlschneebrücken, welche auf die Schneeeinwirkungen ausgelegt wurden und für die eine entsprechende Foundation dimensioniert wurde. In zwei Gebieten sind Verbauungen des Typs rempar grischun® mit einer Gesamtlänge von 56 m vorgesehen. Um Schneeverfrachtungen in die muldenartigen Teilanrissgebiete zu verhindern wird zudem ein Verwehungsverbau bestehend aus drei Kolkkreuzen errichtet. Die Kosten für die Umsetzung der Massnahmen belaufen sich auf rund CHF 334'000.-

Anhand der Simulationsberechnungen konnte der Einfluss der unverbauten Teilanrissgebiete ermittelt und somit das Restrisiko auf CHF 6800.- pro Jahr reduziert werden. Unter Berücksichtigung der auf eine Lebensdauer von 80 Jahren ausgelegten Investitionskosten und der ermittelten Restgefährdung führen die geplanten Massnahmen zu einem akzeptablen Nutzen/Kosten-Verhältnis.

Die maximalen Fliesshöhen und -geschwindigkeiten sind entscheidend, ob sich die ausgelöste Lawine innerhalb der Sturzbahn bewegt oder diese überströmt und die Kantonsstrasse gefährdet. Durch die Umsetzung der geplanten Massnahmen wird die Ofenpassstrasse gegen ein 30-jährliches Ereignis des «Lavinar dal Sbrudà» gesichert.

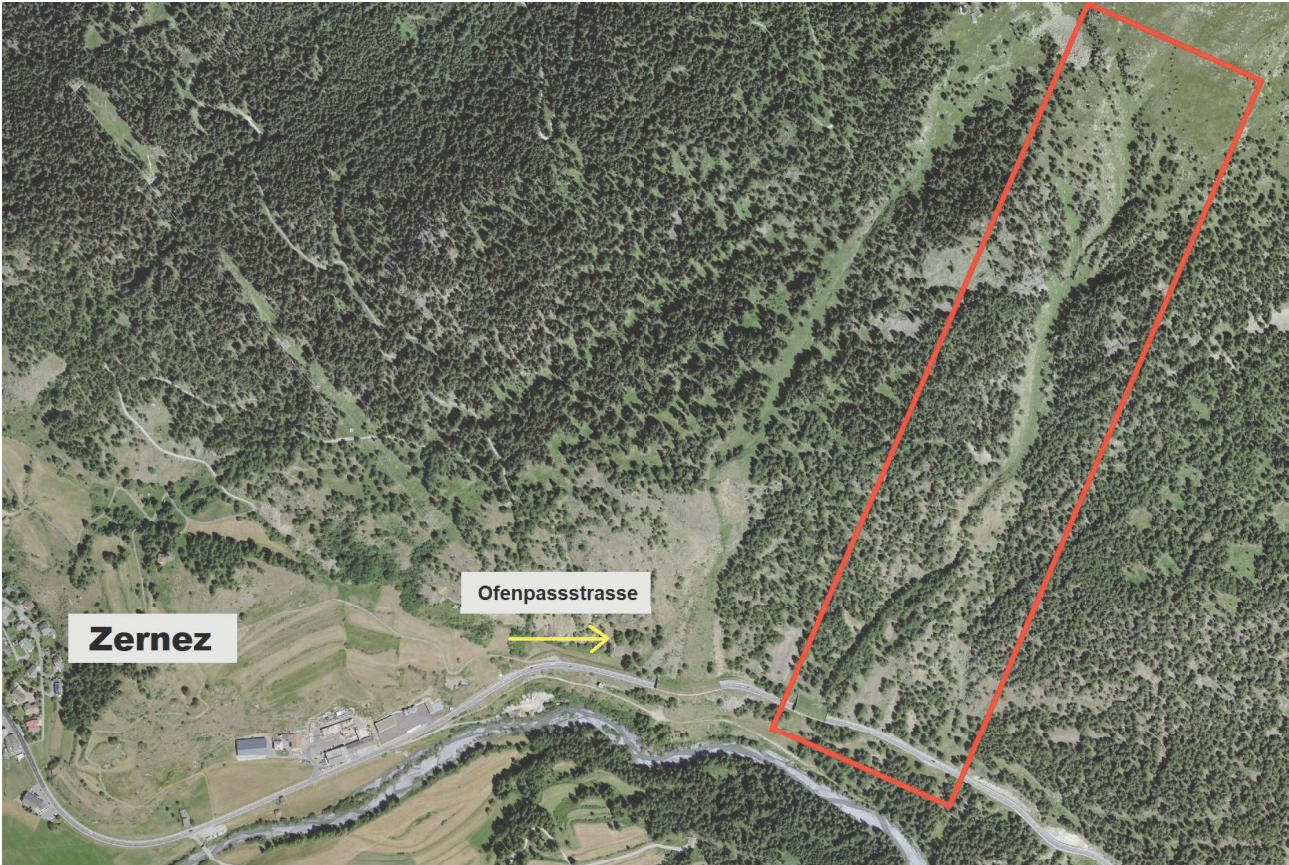


Abb. 1: Projektperimeter Lavinar dal Sbrudà

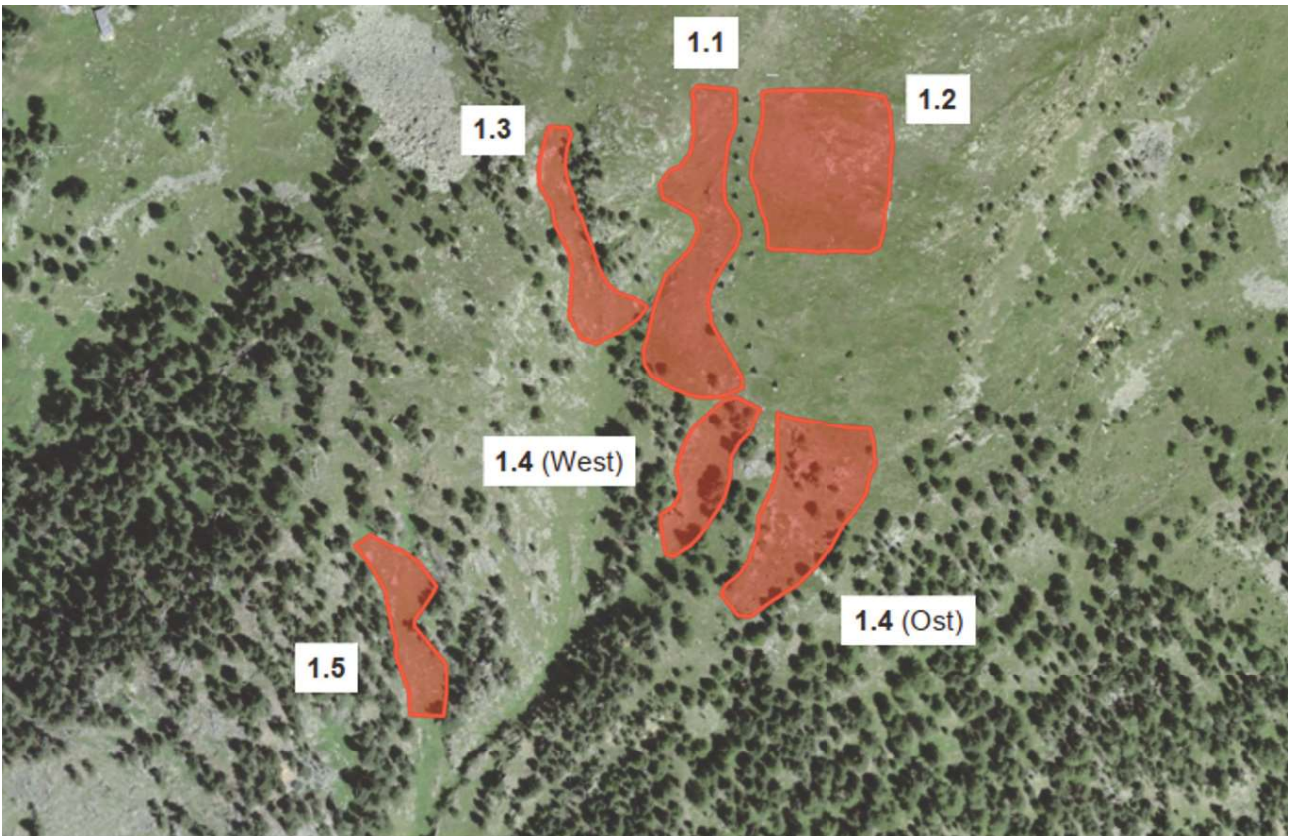


Abb. 2: Anrissgebiet mit markierten Teilanrissgebieten

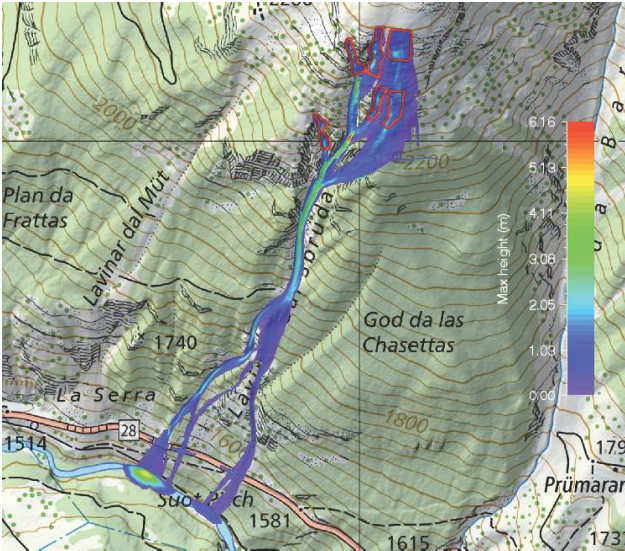


Abb. 3: 5-jähriges Ereignis vor Massnahmen (Fließhöhe)

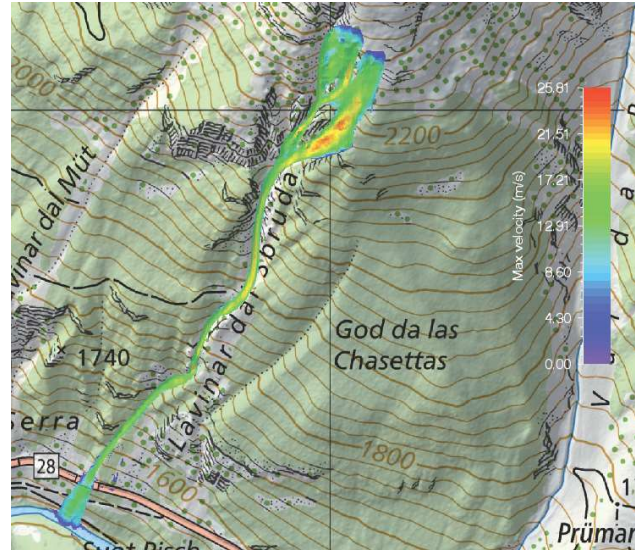


Abb. 4: 30-jähriges Ereignis nach Massnahmen (Fließgeschw.)

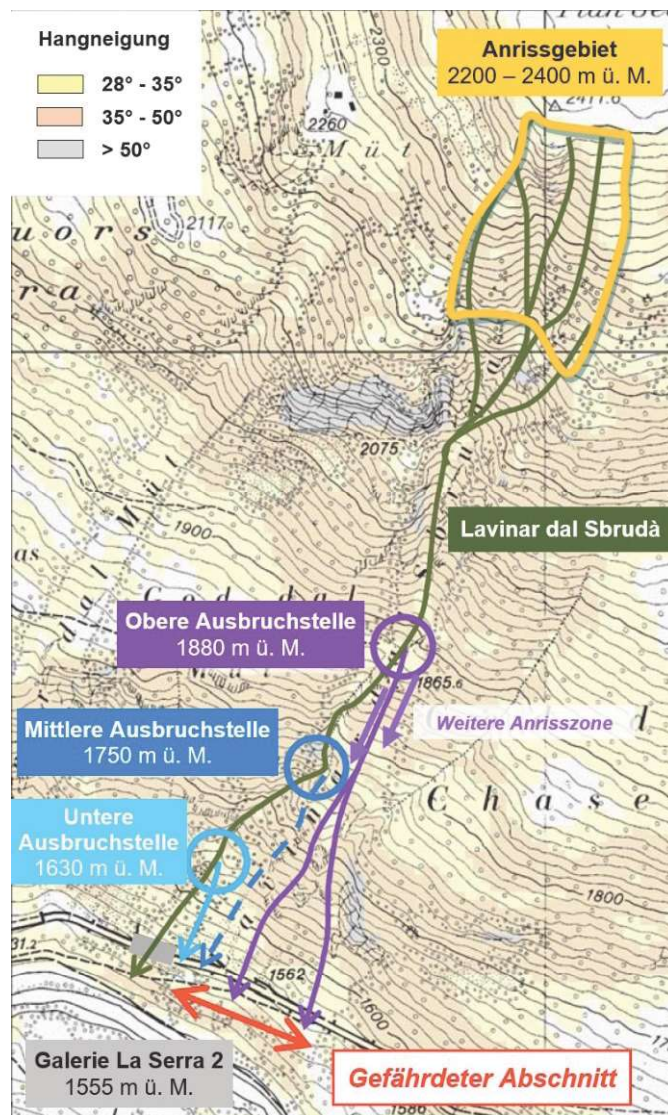


Abb. 5: Sturzbahn mit Lawinerverlauf

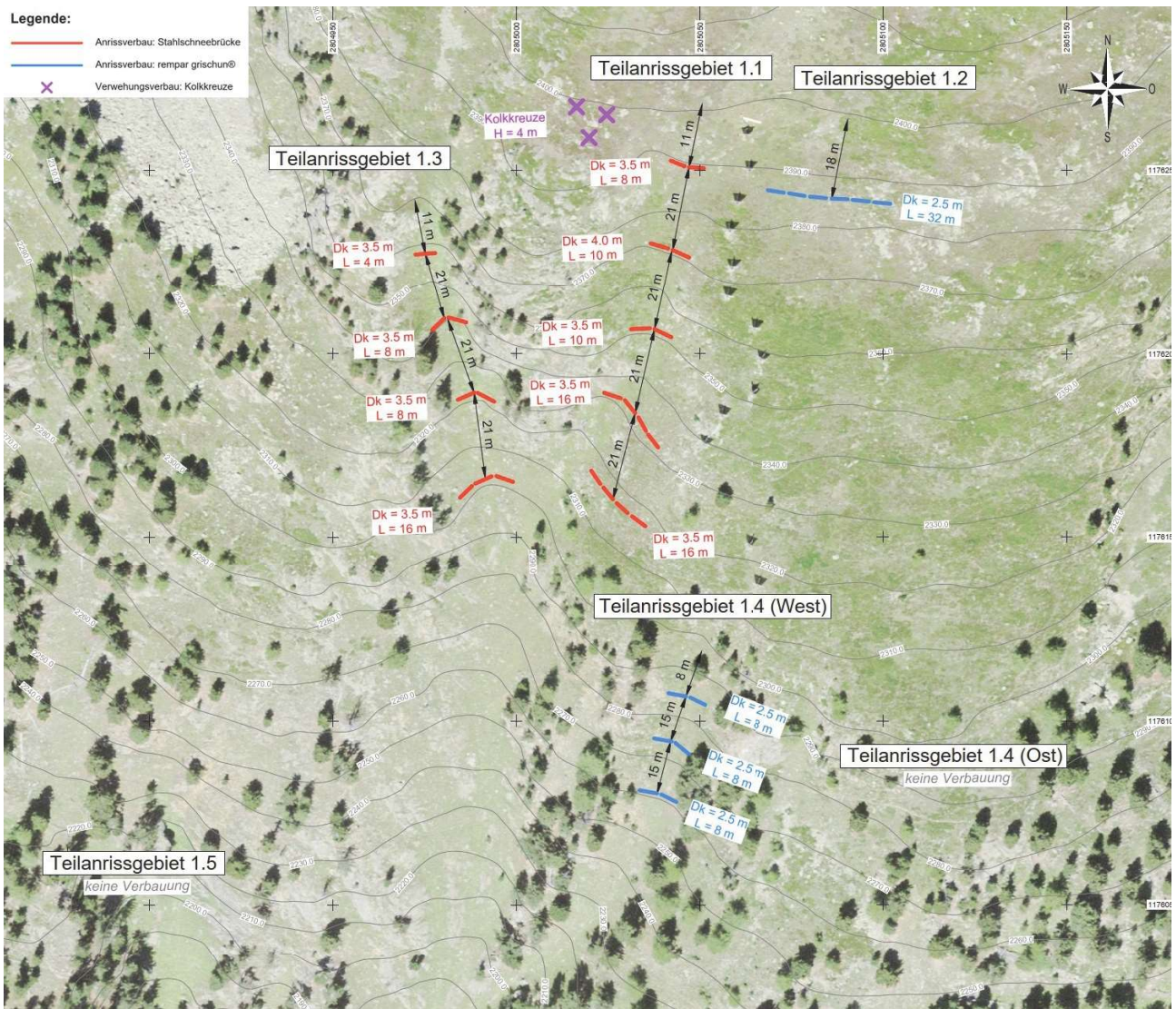


Abb. 6: Situation mit projektierten Verbauungen



Abb. 7: Gefährdeter Strassenabschnitt an der H28

Pumpspeicherkraftwerk Tananzhöhi, Splügen

Erni Michaela

- » Betreuer: Norman Gadiant, Dipl. Bauingenieur FH
- » Experte: Gian-Andri Tannò, MSc Hydraulic Schemes EPFL / Dipl. Kulturingenieur ETH



Die Schneesicherheit in Skigebieten kann mit Hilfe von Beschneigungsanlagen auch bei Schneemangellage, wie in der vergangenen Wintersaison, gewährleistet werden. Voraussetzung dafür ist die Bereitstellung von grossen Wassermengen innert kurzer Zeit. Für den Rest des Jahres steht die Anlage still. Eine Zusatzfunktion, wie die Nutzung als Pumpspeicherkraftwerk, bietet sich daher an. Im Skigebiet Splügen-Tambo, zwischen dem bestehenden Speichersee und dem Kraftwerk Hüscherabach, ist eine neue Beschneigungsleitung geplant.

Das Wasser kann der Druckleitung des neu gebauten Wasserkraftwerks entnommen werden. Es können somit verschiedene Synergien für dieses Projekt genutzt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Anlage auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet und untersucht, unter welchen Bedingungen diese rentabel betrieben werden kann. Dabei spielen Faktoren wie der Druckleitungsdurchmesser mit der entsprechenden Turbinierwassermenge oder der Strompreis eine wichtige Rolle.

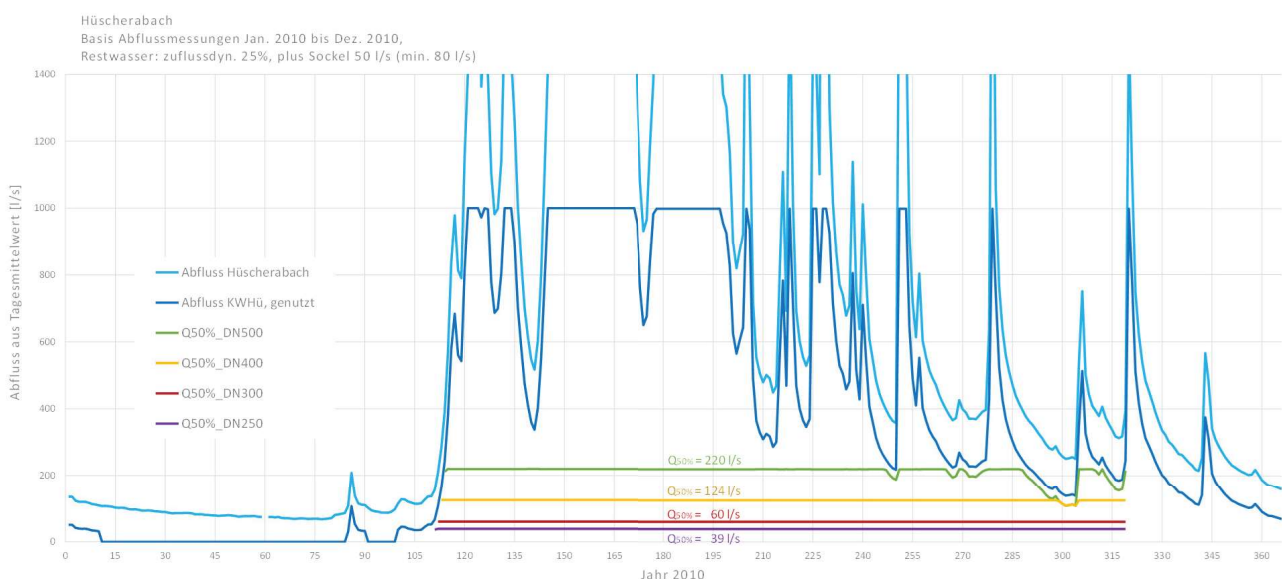


Abb. 1: Abflussmessreihe Hüscherabach mit den untersuchten Entnahmemengen für verschiedene Leitungsdurchmesser

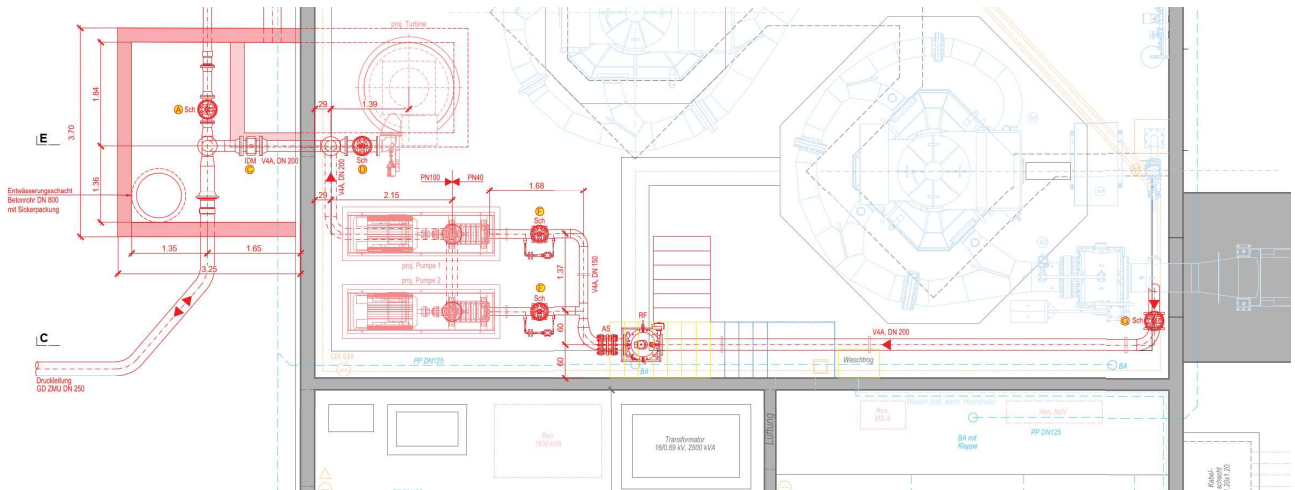


Abb. 2: Ausschnitt Grundriss Maschinenhaus mit Anbau für die Anlage des Pumpspeicherkraftwerks

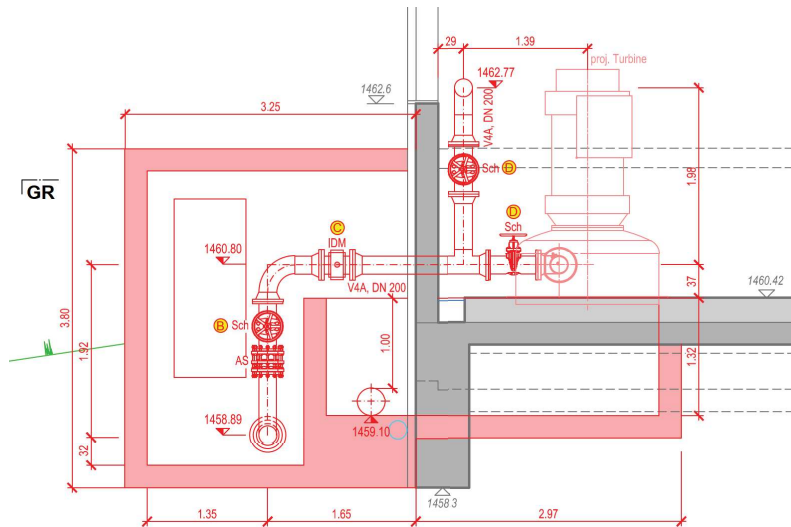


Abb. 3: Ausschnitt Schnitt C durch die geplante Anlage mit Turbinenzuleitung und Unterwasserkanal

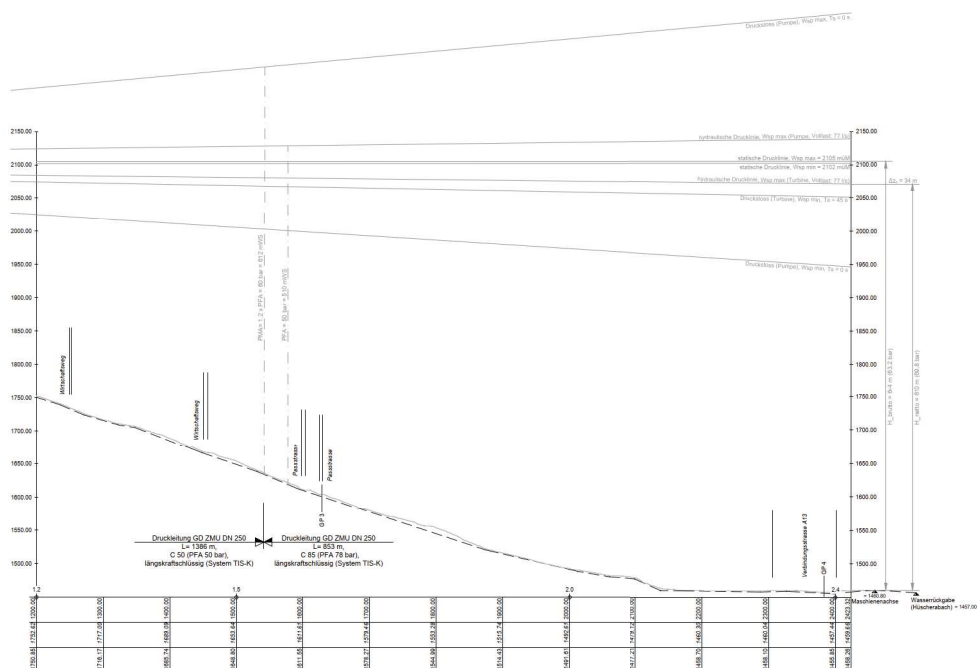


Abb. 4: Ausschnitt aus Längenprofil mit graphischer Darstellung der Druckstossüberprüfung und entsprechender Materialauslegung

Baugrubensicherung Überbauung Spagnola

Foffa Flavio

- » Betreuer: Sharveen Rajah, Dipl. Bauingenieur ETH
- » Experte: Hansjörg Vogt, Dipl. Ing. ETH, M.Eng. RPI



Die Überbauung Spagnola wird am südlichen Dorfrand von Pontresina erstellt. Das Bauprojekt besteht aus vier Mehrfamilienhäuser, welche durch eine gemeinsame Tiefgarage verbunden sind. Die Überbauung wird an Hanglage gebaut. Die Untergeschosse werden zum Teil bis 13 Meter unter Terrain liegen. Für die Realisierung muss eine Baugrubensicherung erstellt werden.

Mit den für das Projekt geeigneten Baugrubensicherungstypen wurde eine Variantenstudie durchgeführt. Aufgrund der engen Zufahrt kamen nur zwei Varianten in Frage. Dabei erwies sich die Nagelwand im Vergleich zur Rühlwand als wirtschaftlich bessere Lösung.

Im Bereich der Wand A und Teile der Wand B muss die Sicherung als Unterfangung ausgebildet werden, da in diesen Bereichen eine bestehende Stützmauer steht. (Abb. 4)

Der Verankerungsraster wurde generell auf 1.50x1.50m gewählt. In der Ansicht der Wand C (Abb. 3) ist ersichtlich, dass im unteren Teil die Nagelabstände grösser angeordnet wurden. Dies ist möglich, da in diesem Bereich ein felsiger Baugrund vorhanden ist. Um die Deformationen in der Wand C zu minimieren, wurde die zweite Verankerungsreihe als vorgespannte Anker ausgebildet.

Die Baukosten für die Sicherung wurden mit einem Kostenvoranschlag auf 1.7Mio. Franken geschätzt. Für die Realisierung der Baugrube wird mit etwa vier Monaten gerechnet.

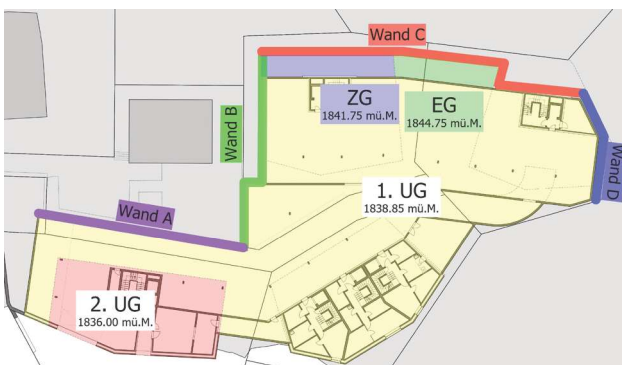


Abb. 1: Situation

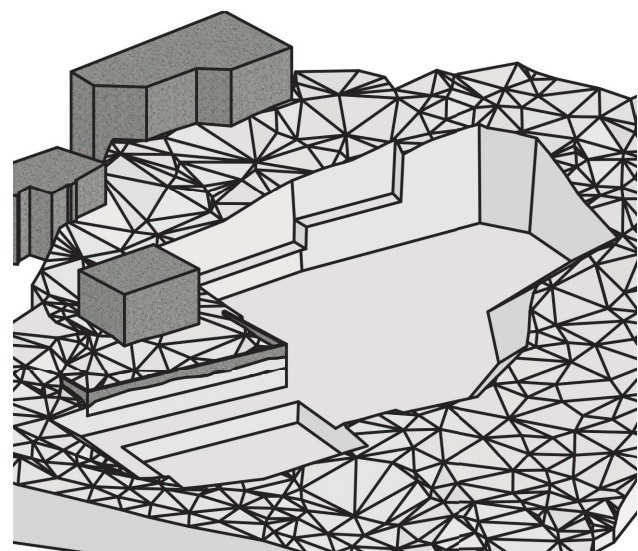


Abb. 2: 3D Modell Baugrube

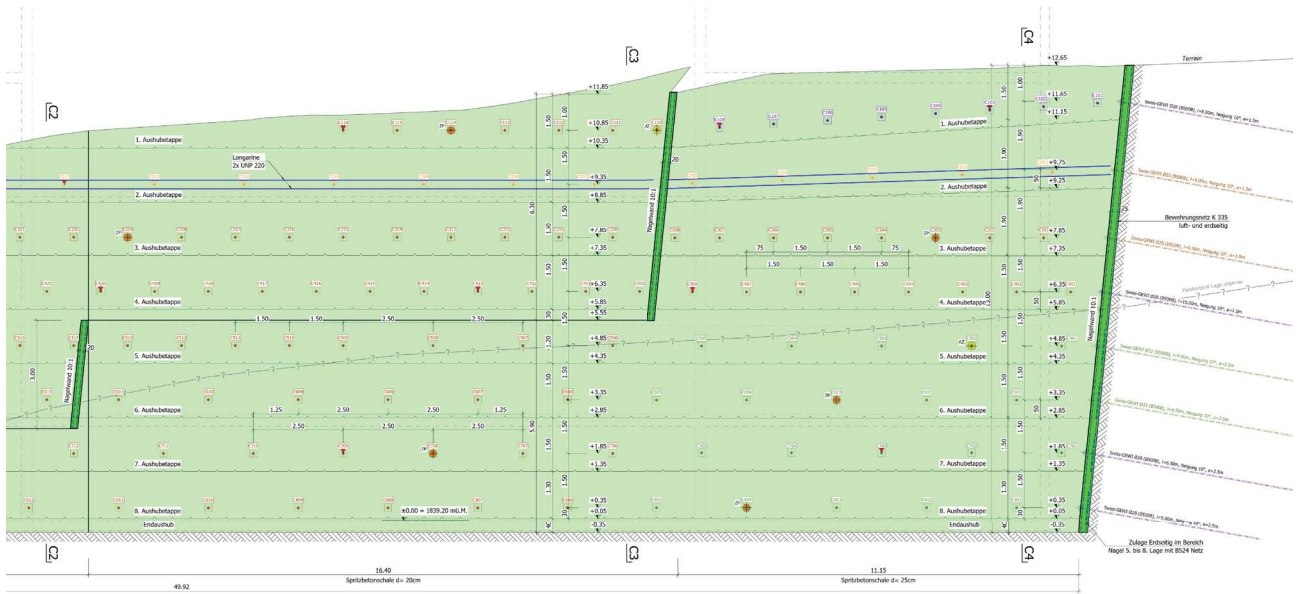


Abb. 3: Ausschnitt Ansicht Wand C

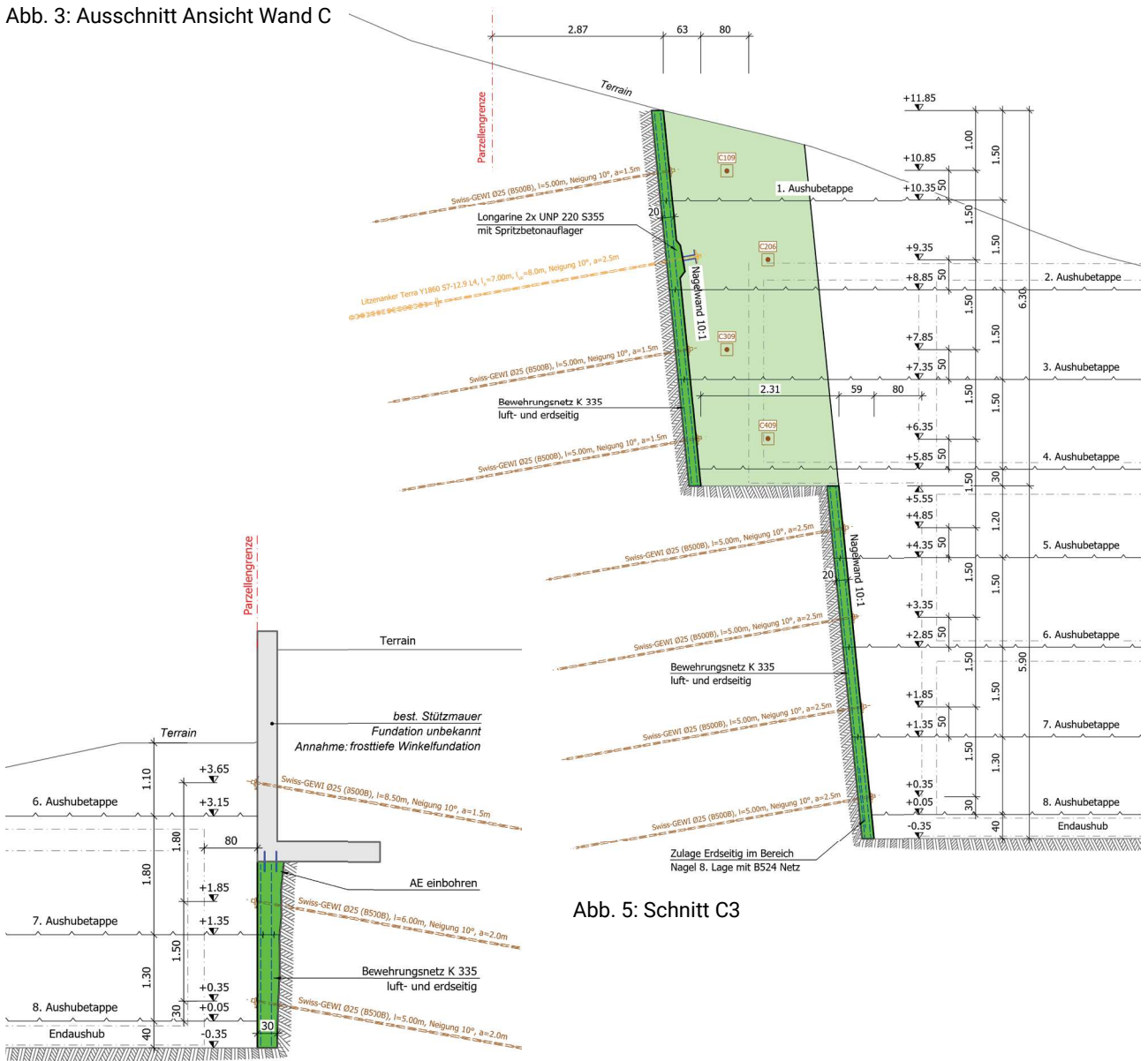


Abb. 5: Schnitt C3

Abb. 4: Schnitt Unterfangung

Strassenkorrektur Valsenstrasse, km 13.30 -km 14.05

Holzer Pascal

- » Betreuer: Beni Rushiti, Bauingenieur BSc FHO
- » Experte: Daniel Imhof, Bauingenieur BSc HSZ-T / Executive MBA FH



Die vorliegende Bachelorthesis beinhaltet die Strassenkorrektur der Valsenstrasse. Der Projektperimeter beginnt unmittelbar nach der neuen Brücke über die St. Martinsrue und endet nach den Galerien Hundschipfe. Der Projektperimeter weist eine Länge von rund 800m.

Die Linienführung wird optimiert und der Strassenkörper verbreitert. Die Fahrbahn hat eine Breite von 5.60m und in Kurven wird die Fahrbahn zusätzlich erweitert. Die seitlichen Hindernisfreiheiten werden mit 80cm ausgebildet. Für den Wasserabfluss wird in den seitlichen Hindernisfreiheiten Wasserschalen von 50cm angeordnet. Durch die Topografie werden für die Strassenverbreiterung fast auf dem gesamten Projektperimeter talseitige Kunstbauten notwendig. Bergseitig kann eine Verbreiterung nur in Ausnahmefällen realisiert werden. Auf den ersten 200m befindet sich eine bestehende bergseitige Stützmauer in einem schlechten Zustand. Im Projekt wird ein Neubau dieser Stützmauer vorgesehen. Die neue Mauer erreicht eine Länge von 102m und eine Höhe von maximal 6.10m ab Strassenbelag. Unmittelbar nach den Galerien Hundschipfe 1 und 2

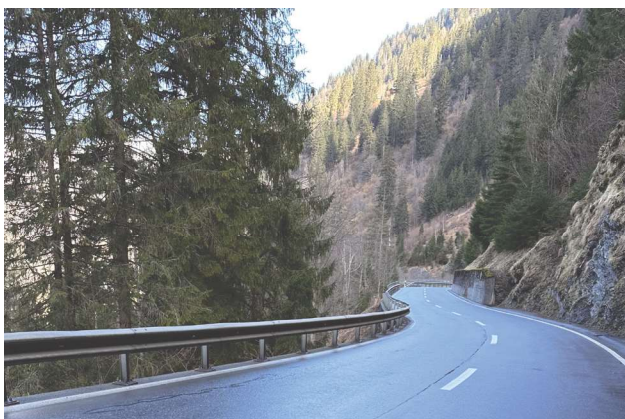


Abb. 1: Bestand

wird aus denselben Gründen eine weitere bergseitige Mauer projektiert. Die Talseitigen Verbreiterungen werden mittels Stützmauern, Auskragungen und Lehnbrücken erreicht. Um eine Verbesserung der Verkehrssicherheit zu erzielen, wird die markante Kurve bei m300 mit einem Felseinschnitt entschärft. Damit wird ein grösserer Kurvenradius möglich und die Sichtweite massiv erhöht. Die Felsabträge können mit 8:1 ausgeführt werden. Im letzten Projektabschnitt stellt sich ein sehr geringes Längsgefälle ein. Daher musste der Oberflächenentwässerung besonderes Augenmerk geschenkt werden. Während den Bauphasen wird der Verkehr einspurig geführt, damit die Verbindung nach Vals weiterhin genutzt werden kann

Die Gesamtkosten +/-10% belaufen sich auf rund 7.7 Mio. CHF inkl. MwSt. Die Strassenkorrektur dieses Abschnittes ist ein Mehrwert für alle Verkehrsbeteiligten. Durch die Verbreiterung wird die Verkehrssicherheit aller Teilnehmer deutlich erhöht.

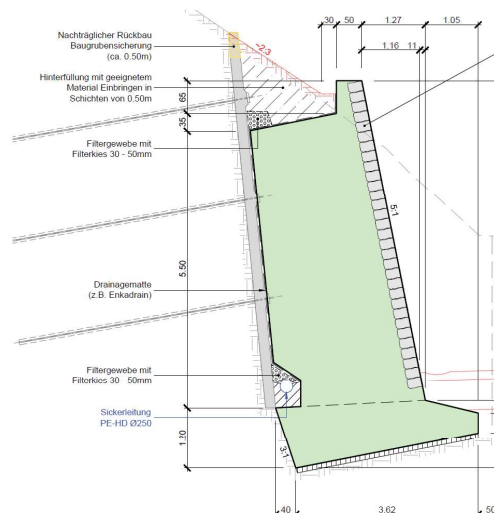


Abb. 2: Stützmauerquerschnitt

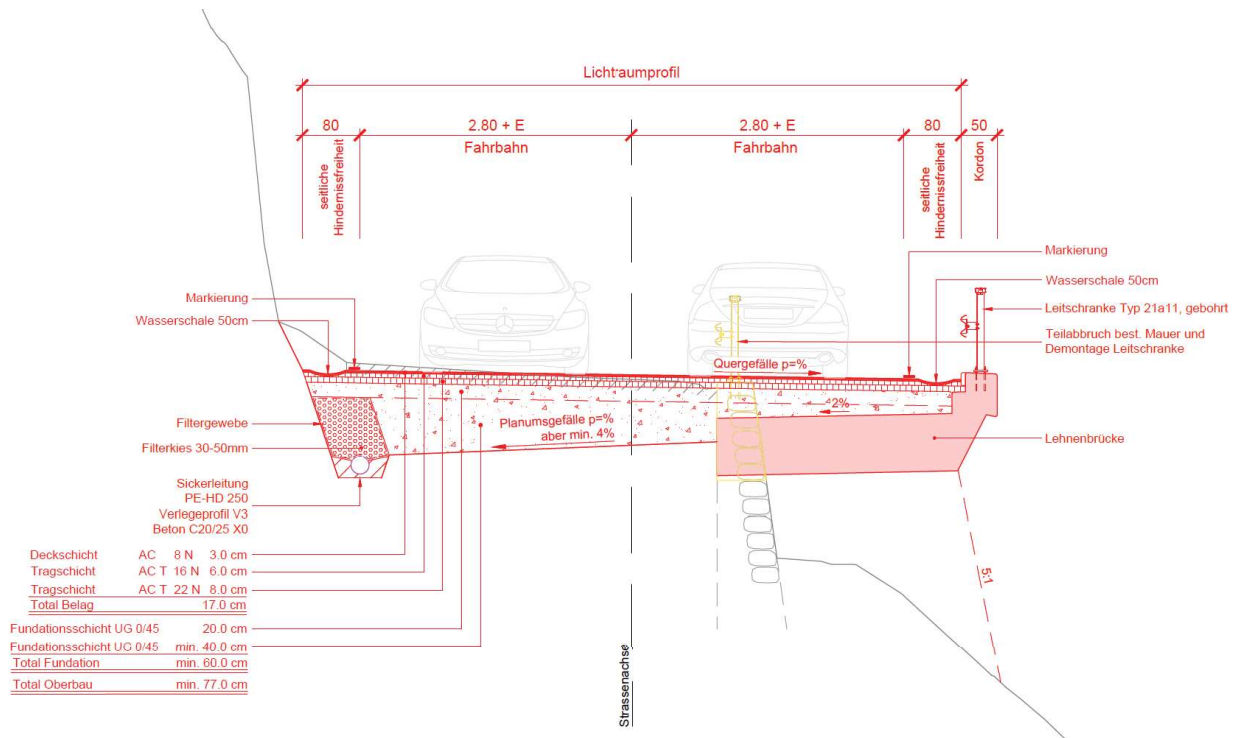


Abb. 3: Normalprofil

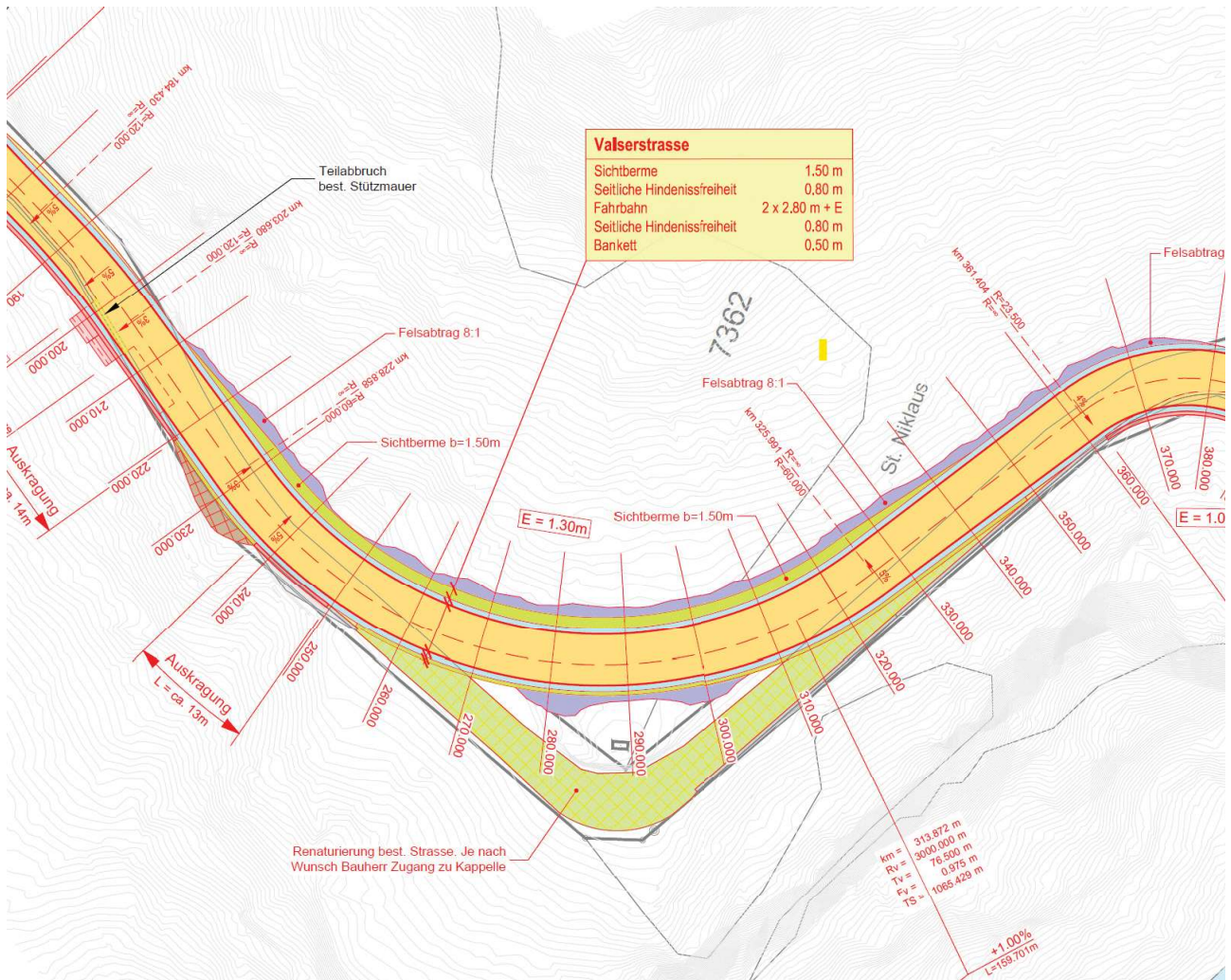
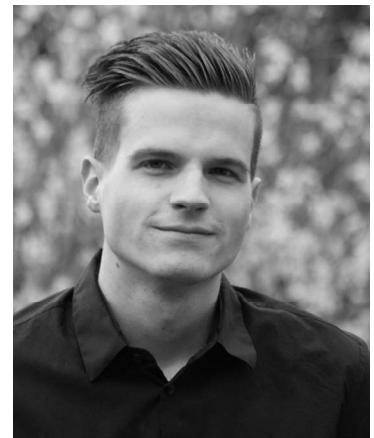


Abb. 4: Situationsausschnitt

Wasserturm Naturgefahrenlabor

Keel Gianluca

- » Betreuer: Matthias Wielatt, MSc ETH/SIA Bauingenieur
- » Experte: Pieder Hendry, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA



Das Naturgefahrenlabor des Ausbildungszentrums Andelfingen (AZA) wird mit einem Wasserturm ausgestattet. Das Ausbildungszentrum bietet diverse Grund-, Weiterbildungs- und Zusatzkurse der Abteilung Zivilschutz und der Gebäudeversicherung Kanton Zürich (GVZ) an. Mit Hilfe dieses Turmes soll gewährleistet werden, dass jeder Bereich der Anlage geflutet werden kann. Im Rahmen der Bachelorthesis wurden insgesamt fünf Varianten für einen Neubau des Wasserturms auf der Stufe Vorprojekt untersucht. Mit einer geeigneten Bewertungsmatrix wurden die einzelnen Varianten miteinander verglichen und die Bestvariante herausgefiltert. Die Bestvariante wurde bis auf die Stufe Bauprojekt ausgearbeitet und statisch bemessen.

Bei jeder Entleerung des Wasserspeichers wird eine Wasserturbine angetrieben und produziert 28 kWh Strom. Dieser Strom wird auf drei Batterien übergeleitet und gespeichert. Am Ende der Überflutungsrampe wird das Wasser filtriert und mit einer Wasserpumpe in den Wasserturm zurückgeführt. Nebst der Wiederverwendung des Wassers soll das im Bereich des Turmes anfallende Meteorwasser ebenfalls in den Speicher geführt werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, einen Wasserturm zu projektieren, welcher gestalterisch sowie wirtschaftlich eine überzeugende Lösung darstellt. Im Variantenstudium stellte sich die Variante 1 des Wasserturms als Bestvariante heraus und wurde somit bis auf die Stufe Bauprojekt ausgearbeitet.

Der Wasserturm wird komplett in Massivbauweise ausgeführt. Grundsätzlich werden alle Bauteile mit schlaff bewehrtem Beton erstellt, mit der Ausnahme des runden Wasserbehälters, dieser wird vorgespannt.

Die Vorspannung erfolgt durch acht Mehrlitzenspannglieder. In Abständen von 90cm Ringhöhe ist ein Vorspannkabel vorgesehen. Die Spannglieder werden dabei von den Spannischen aus mit einer Spannpresse gespannt.

Die insgesamt acht Stützen weisen einen Querschnitt von 1.30m x 0.60m auf und sind 15.00m hoch. Aufgrund der sehr hohen und schlanken Stützen stellt sich im Erdbebenfall ein erhöhtes Knickpotential ein. Darum sind die Stützen relativ stark bewehrt. Durch die grossen Eisendurchmesser müssen die Stützeisen beim Anschluss an den Wasserbehälterboden und an die Foundation endverankert werden.

Dank des gut tragfähigen Untergrundes ist es möglich, den Wasserturm flach zu fundieren. Die Foundation wird als 80cm starke Platte realisiert. Die Foundationsplatte weist eine Länge sowie eine Breite von 12.00m auf.



Abb. 1: Visualisierung Bestvariante, Ansicht

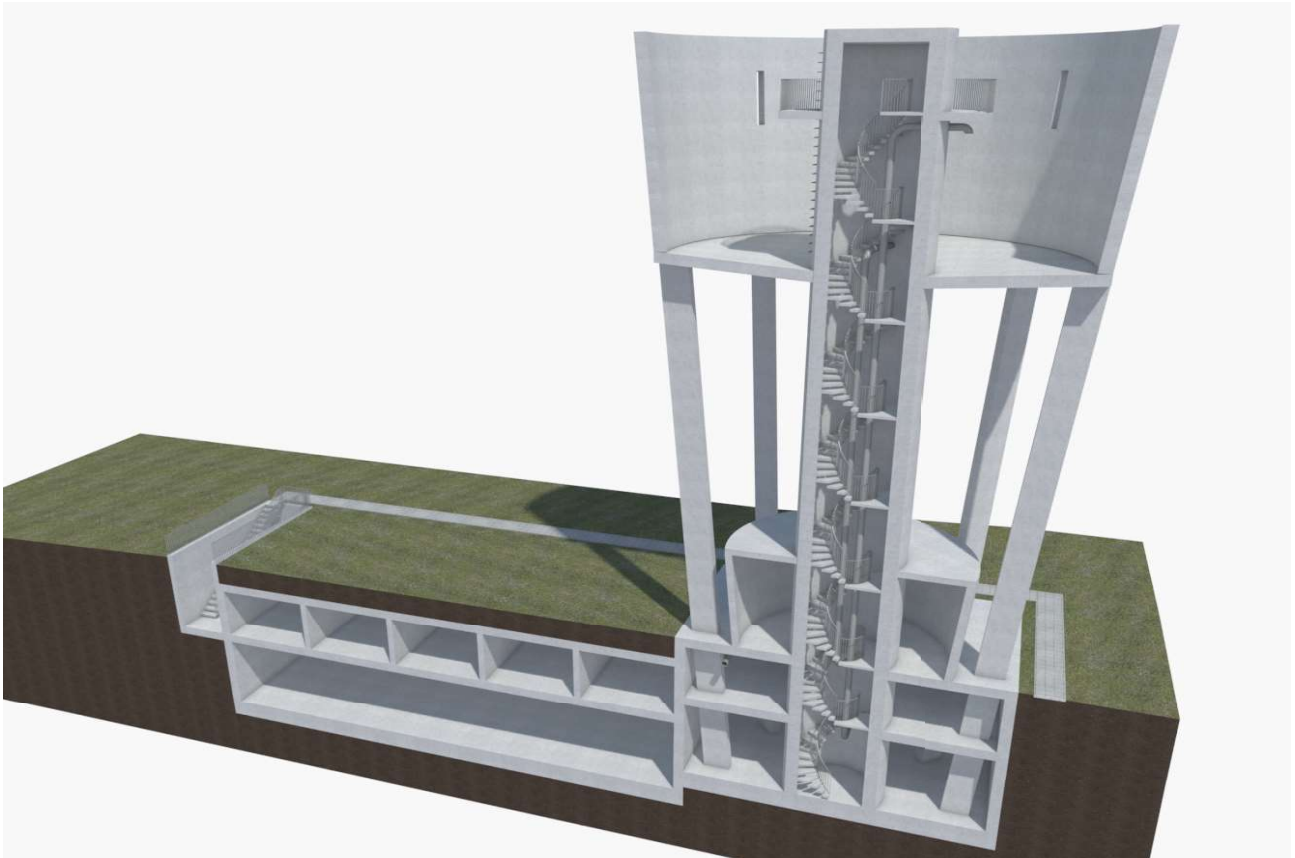


Abb. 2: Visualisierung Bestvariante, Schnitt

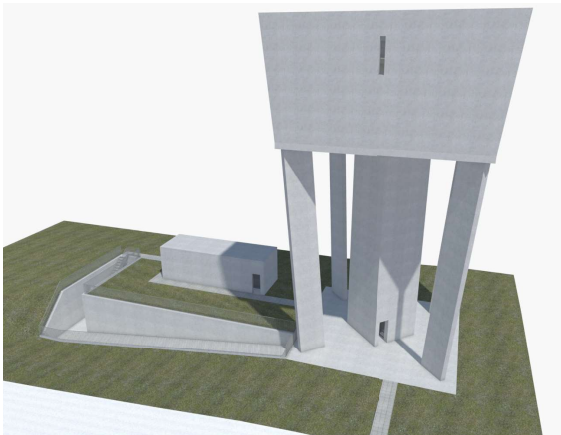


Abb. 3: Visualisierung Variante 2, Ansicht

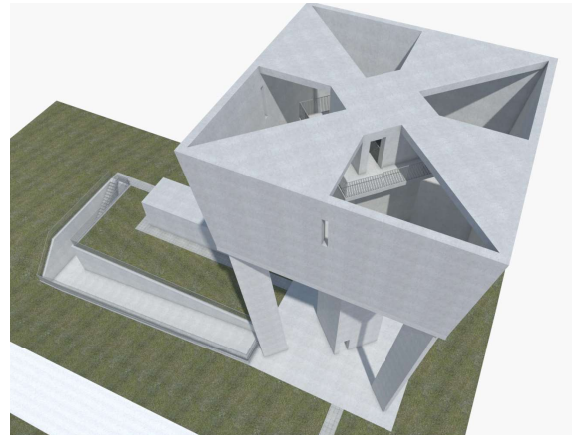


Abb. 4: Visualisierung Variante 2, Aufsicht

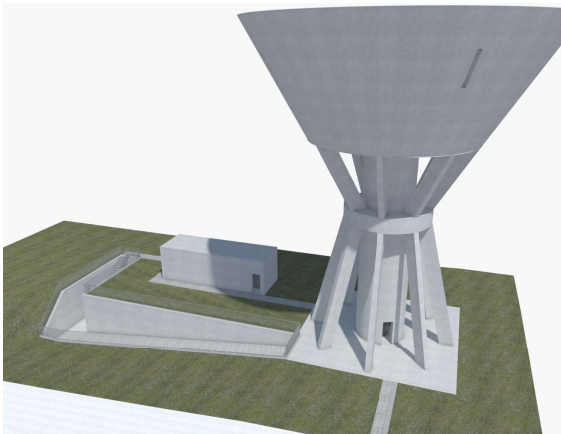


Abb. 5: Visualisierung Variante 3, Ansicht

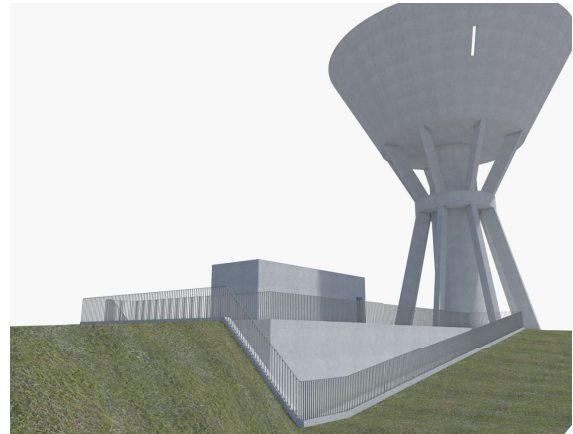


Abb. 6: Visualisierung Variante 3, Ansicht

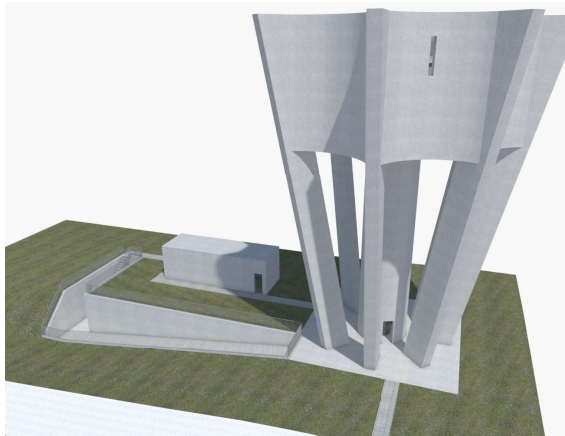


Abb. 7: Visualisierung Variante 5, Ansicht

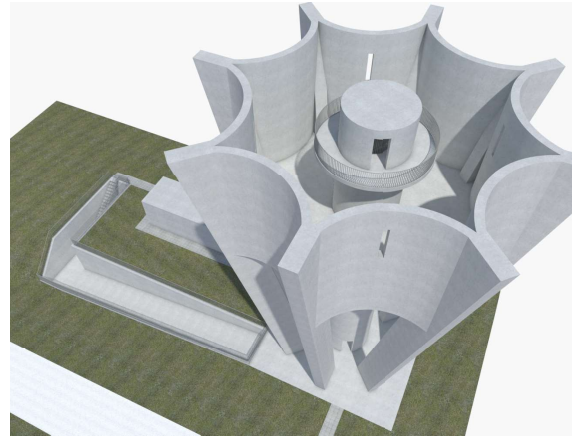


Abb. 8: Visualisierung Variante 5, Aufsicht

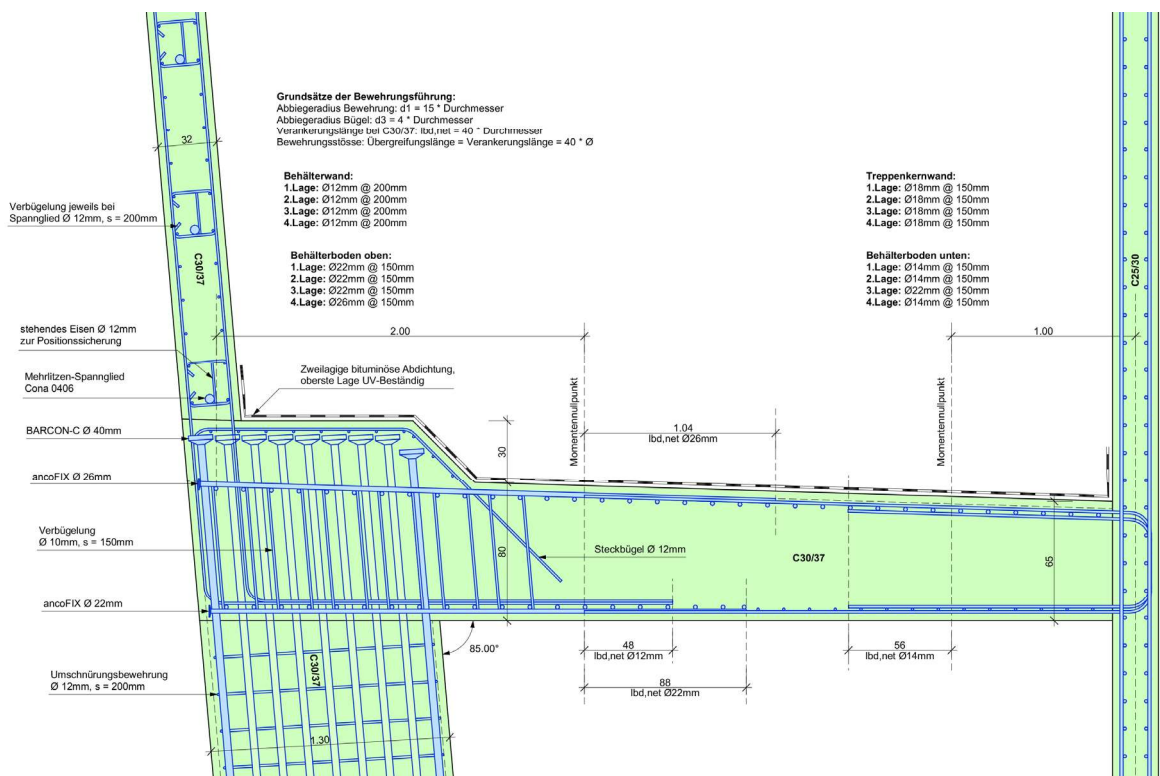


Abb. 9: Anschluss Wasserbehälter an Stütze

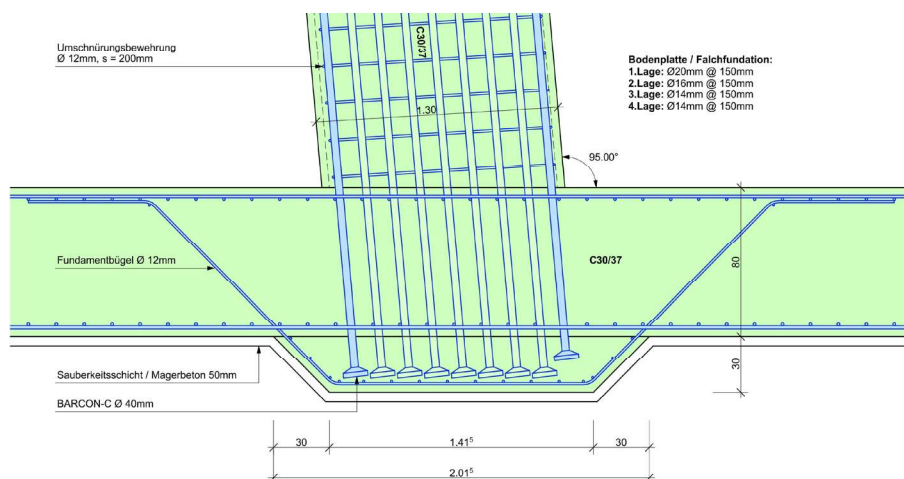


Abb. 10: Anschluss Stütze an Fundation

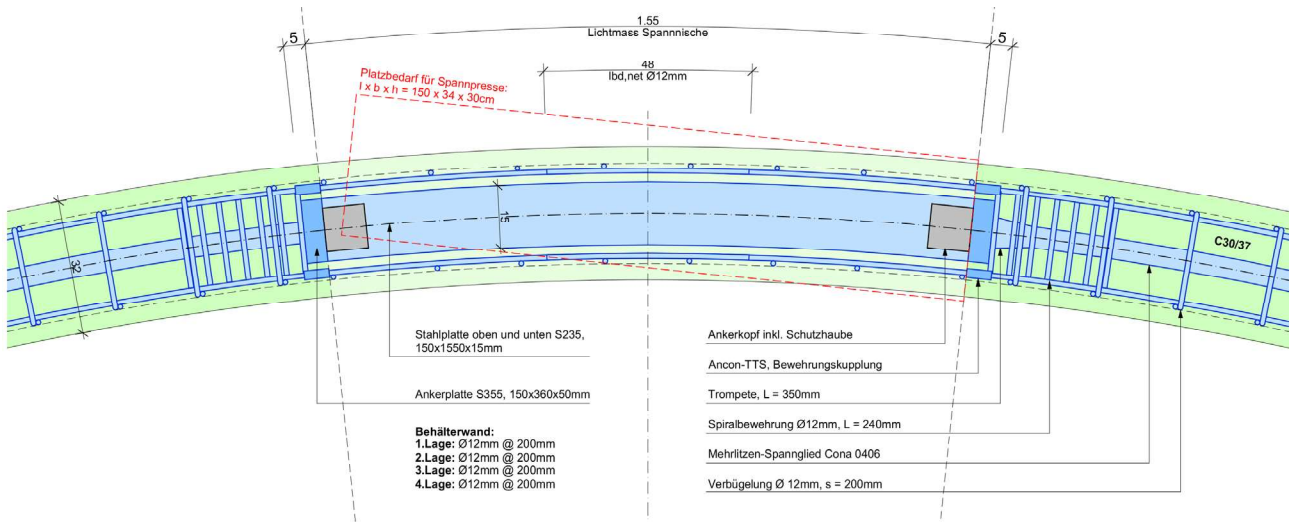


Abb. 11: Grundriss Spannische

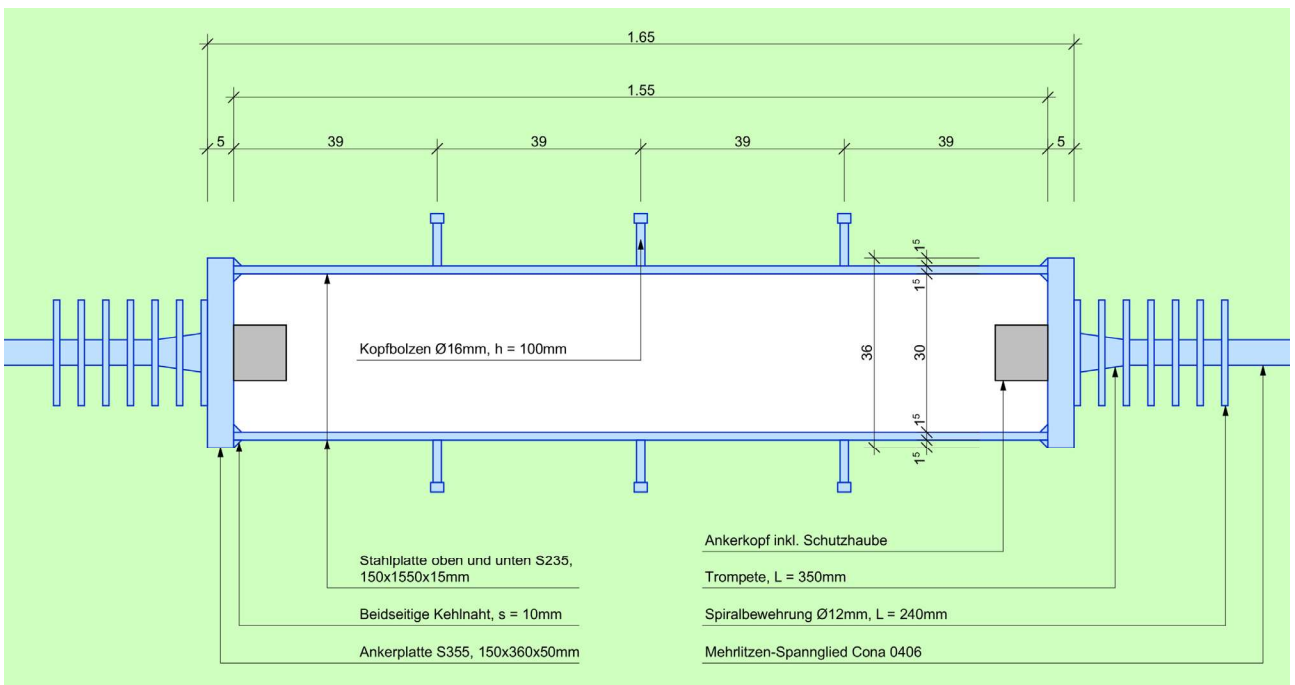


Abb. 12: Längsschnitt Spannische

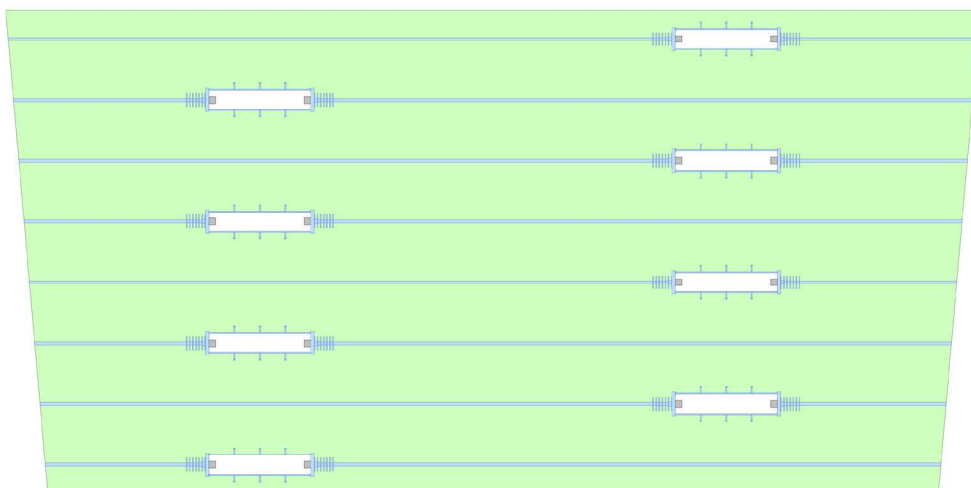


Abb. 13: Abwicklung Wasserbehälterwand

Neue Langlaufbrücke Trin Nordic

Möss Niklas

- » Betreuer: Daniel Schmid, BSc Holzbauingenieur TST
- » Experte: Pascal Fleischer, Dipl. Bau-Ing. MSc/ETH/HTL/SIA



In Punt Suraua, der Gemeinde Trin im Kanton Graubünden wird der bestehende Fussgängersteg rückgebaut. Er ist seitlich über Konsolen an der vorhandenen Strassenbrücke über den Fluss Flem befestigt. Als Ersatz für diesen Steg wird flussabwärts eine neue Brücke gebaut. Die neue Brücke dient im Sommer den Fussgängern und Radfahrern. Im Winter wird sie Teil des Langlaufnetzes sein und von Langläufern genutzt. Zusätzlich ist hierbei die Befahrung mit einem Pisten Bully 100 zur Loipenpräparation notwendig.

Bereits zu Beginn bestand die erste Schwierigkeit darin, ein geeignetes Lastmodell für den Pisten Bully 100 zu entwickeln, welches diesen möglichst realitätsnah abbildet.

In einer übergeordneten Brückentypenstudie wurden für das Variantenstudium drei geeignete Typen ausgewählt: Balkenbrücke, Trogbrücke und Fachwerkbrücke.

Die Trogbrücke setzt sich als Bestvariante durch. Hierbei kommen BSH-Träger als Trogträger zum Einsatz und Querrahmen aus Stahl, die die Fahrbahn tragen und gleichzeitig die Träger stabilisieren.

Die Brücke soll vor Ort auf einem Montageplatz vorgefertigt und anschliessend mithilfe eines Autokrans eingehoben werden.

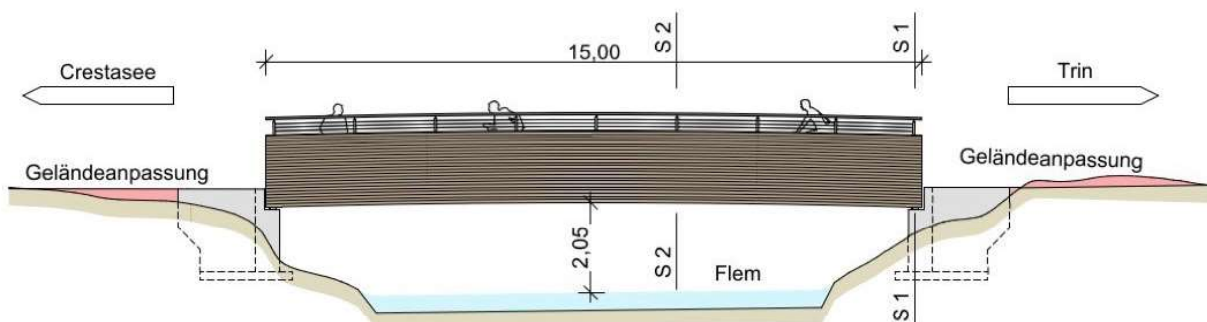


Abb. 1: Längsansicht



Abb. 2: Perspektiven

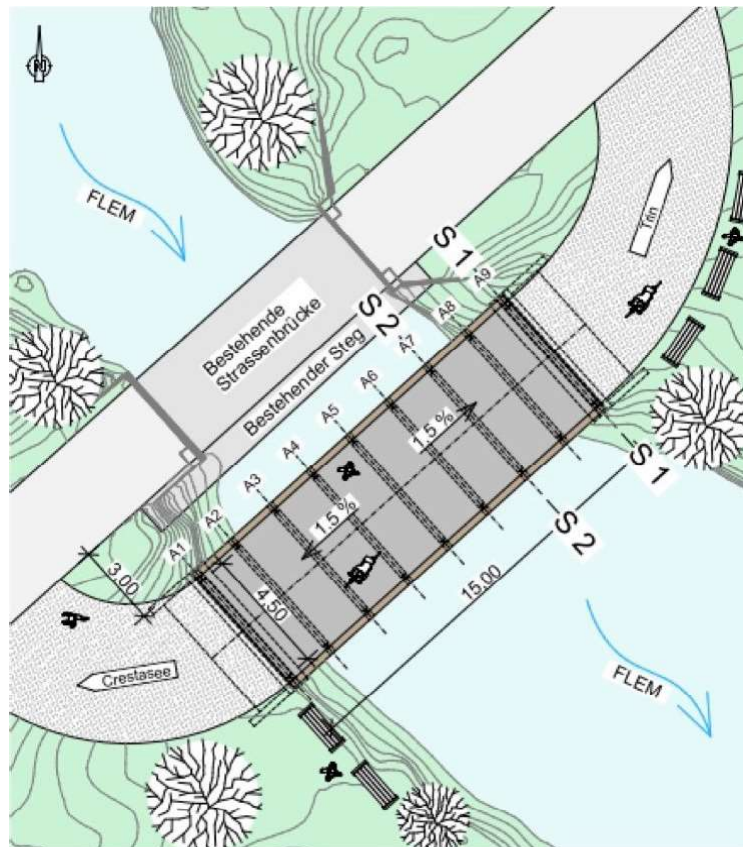


Abb. 3: Grundriss

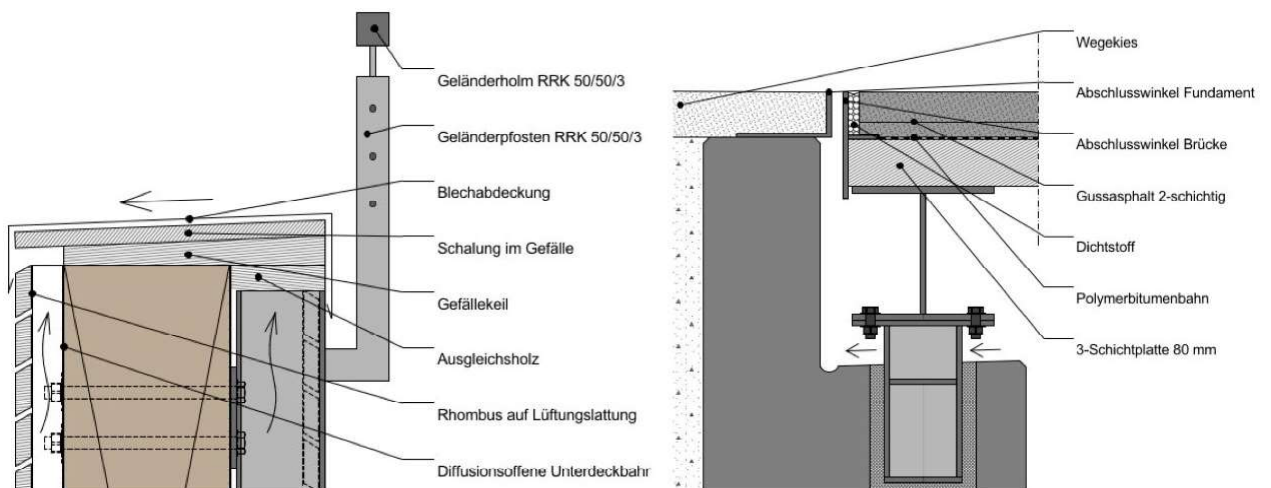


Abb. 4: Detail A und B

Neubau Rheinsteg Untervaz

Neher Phillip

- » Betreuer: Matthias Wielatt, MSc ETH/SIA Bauingenieur
- » Experte: Claudio Tschuor, Dipl. Bauingenieur HTL



Die Strassen- und Bahnverkehrsbrücke in Untervaz war früher die einzige Möglichkeit für den Langsamverkehr den Rhein zu überqueren. Allerdings ist die Brücke aufgrund ihrer schmalen Breite für Fussgänger sehr unattraktiv. Insbesondere für Menschen mit Beeinträchtigung ist die Überquerung schwierig oder unmöglich.

Im Jahr 2020 wurde schliesslich eine Langsamverkehrsbrücke fertiggestellt, die auf den Pfeilern der bestehenden Verkehrsbrücke südseitig aufgelagert ist.

Im Rahmen dieser Bachelorthesis wurde ein Variantenstudium durchgeführt, das alternative Brückensysteme, Positionierungen und andere Optionen untersuchte. Die beste Variante wurde im Anschluss auf Stufe Bauprojekt weiterbearbeitet.

Anhand einer detaillierten Machbarkeitsstudie wurden verschiedene Lösungsansätze bezüglich Linienführung und Brückenkonstruktion untersucht und bewertet. Mit den gesammelten Informationen wurde ein Variantenstudium durchgeführt.

Für das Variantenstudium wurden drei verschiedene Brückensysteme erarbeitet.

Dabei handelt es sich um einen Stahlhohlkasten als Dreifeldträger, eine Schrägseilkonstruktion und eine Stabbogenbrücke.

Die Variante der Stabbogenbrücke mit einer Gesamtlänge von ca. 86.0 m setzte sich durch. Sie vermittelt durch ihre klaren Linien und die filigrane Konstruktion ein elegantes und modernes Erscheinungsbild. Die Stichhöhe des Bogens von 8.70 m wirkt durch das Hinabverlängern des Bogens sehr klein und attraktiv. Die Brückenbreite wurde anhand des Begegnungsfalls Fahrrad/Person auf 3.50 m festgelegt. Durch den Bauablauf mit drei vorgefertigten Elementen kann die Brücke erstellt werden, ohne das Rheinprofil zu stören.

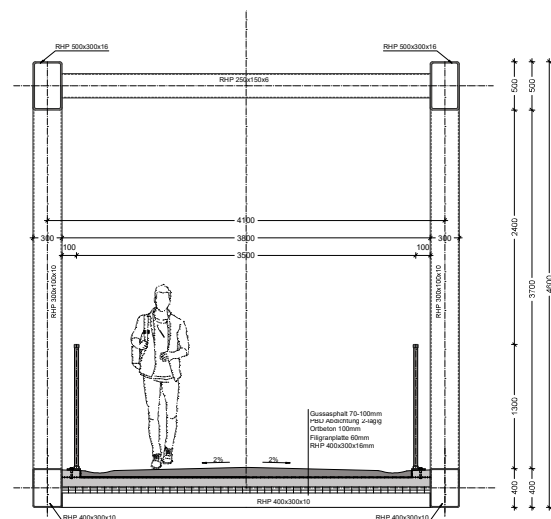


Abb. 1: Querschnitt

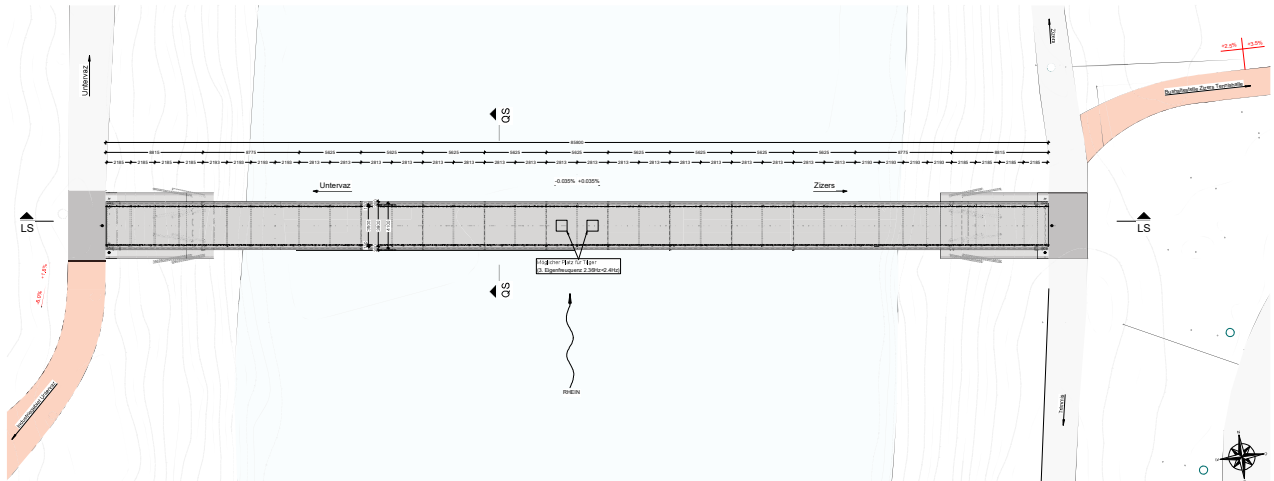


Abb. 2: Situation

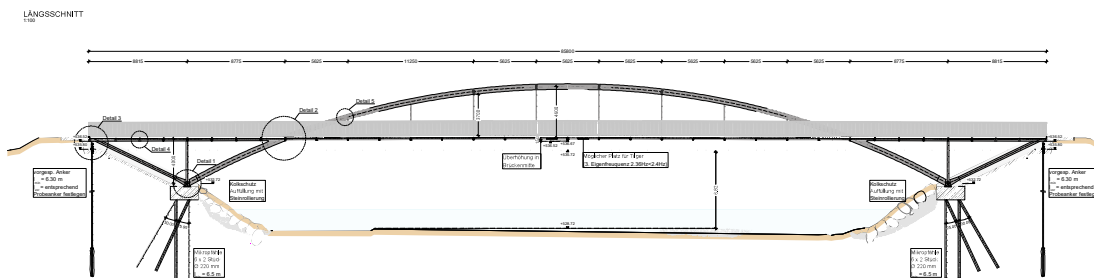


Abb. 3: Längsschnitt

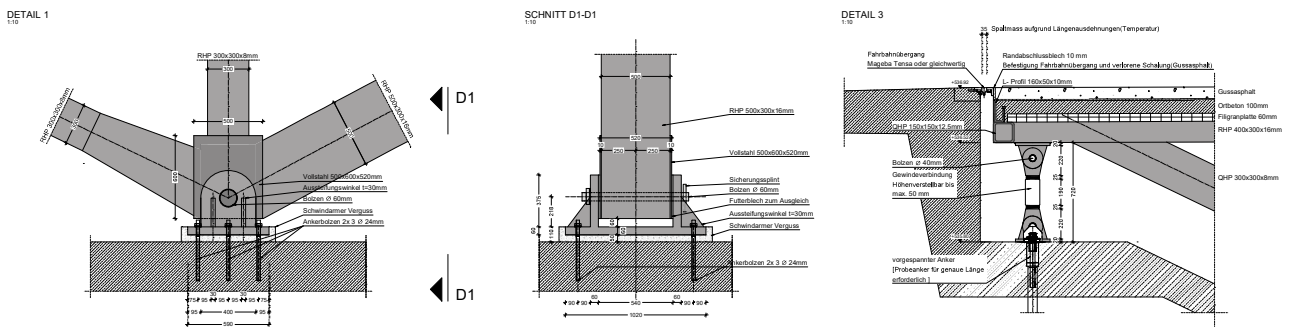


Abb. 4: Detail 1

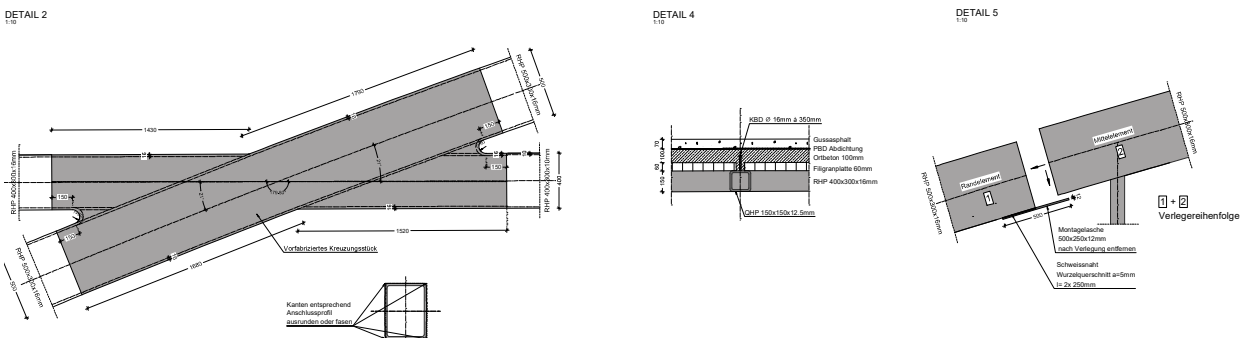
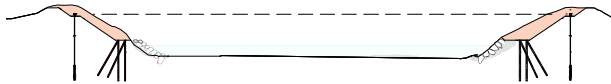


Abb. 5: Detail 2

GRUNDRISS BAUPHASE 1
M 1:500



ANSICHT BAUPHASE 1
M 1:500



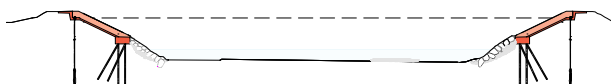
- Herstellung Baustelleninstallation
- Erdarbeiten (Aushub mit Schreitbagger)
- Herstellung Mikropfähle
- vorgespannte Anker einbringen (vorgängig Probeanker)

Abb. 6: Grundriss / Ansicht Bauphase 1

GRUNDRISS BAUPHASE 2
M 1:500



ANSICHT BAUPHASE 2
M 1:500



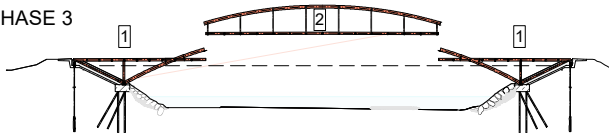
- Fundament als Pfahlbankett der Mikropfähle
- Massivbau arbeiten Widerlager und Schräge
- Flügelwände erstellen
- Kolkschutz im Unteren Bereich erstellen
- Hinterfüllungsarbeiten
- Uferflanken oben begrünen

Abb. 7: Grundriss / Ansicht Bauphase 2

GRUNDRISS BAUPHASE 3
M 1:500



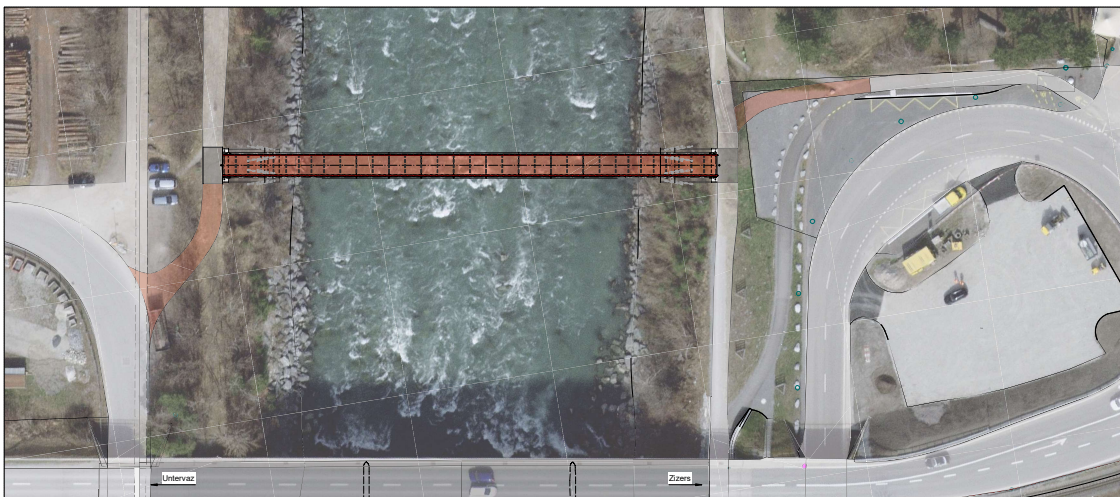
ANSICHT BAUPHASE 3
M 1:500



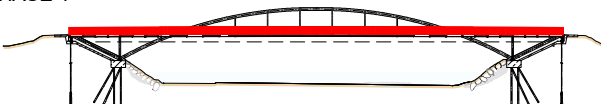
- Randelemente auf Baustelle liefern (Einzelteile zusammensetzen)
- Einhub Randelemente mit LTM 1239-5.1
- Zusammensetzen Mittelelement auf Installationsplatz Ost
- Einhub Mittelelement mit LTM 1750-9.1
- Schweissarbeiten auf Brücke

Abb. 8: Grundriss / Ansicht Bauphase 3

GRUNDRISS BAUPHASE 4
M 1:500



ANSICHT BAUPHASE 4
M 1:500



- Filigranplatten einheben (lieferung auf Installationsplatz Ost)
- Ortbetonschicht aufbringen mit Betonpumpe
- Aufbau Fahrbahn erstellen
- Geländer befestigen
- Fahrbahnübergang erstellen
- Ausschüttungs- und Befestigungsarbeiten Zufahrt
- Abstimmung Zufahrt mögliche Anordnung Zufahrtssperre(Poll)

Abb. 9: Grundriss / Ansicht Bauphase 4

Lawinenschutz Läntahütte SAC, Vals

Schmid Andreas

- » Betreuer: Reto Störi, Dipl. Bauingenieur FH
- » Experte: Stefan Margreth, Dipl. Bauingenieur ETH



Der SAC Schweiz besitzt insgesamt 153 Hütten und Biwaks. Aufgrund von Lawinenereignissen in der jüngeren Vergangenheit (Beispiel: Trifthütte) hat der SAC Schweiz im Jahre 2020 eine Grobbeurteilung der Lawinengefahr für alle Hütten und Biwaks erstellen lassen. Für die Standorte, bei welcher eine erwiesene Gefährdung besteht, soll ein Gutachten zur Beurteilung der Lawinengefahr erstellt werden. Dies soll unter anderem für die Läntahütte gemacht werden.

Die Läntahütte SAC in Vals liegt im Läntatal auf 2090 m.ü.M. und wurde 1913 erbaut. Seither wurde sie zweimal durch Lawinenereignisse beschädigt und danach wieder neu aufgebaut oder verstärkt.

Im Rahmen dieser Bachelorthesis wurde ein Gutachten zur Beurteilung der Lawinengefahr für die Läntahütte erstellt. Anhand des Gutachtens wurde überprüft, welche Schutzziele das Bauwerk erfüllt. Bei der Überprüfung konnten sowohl für das 300- wie auch das 30-jährliche Schutzziel Defizite festgestellt werden. Mittels Variantenstudium und dem Vergleich zwischen Anrissverbau, Ablenkwand und Verstärkung wurde die Bestvariante ermittelt. Dabei zeigte sich die Variante Verstärkung als die vorteilhafteste. Diese wurde bis zur Stufe Bauprojekt weiterbearbeitet.



Abb. 1: Lantahütte SAC

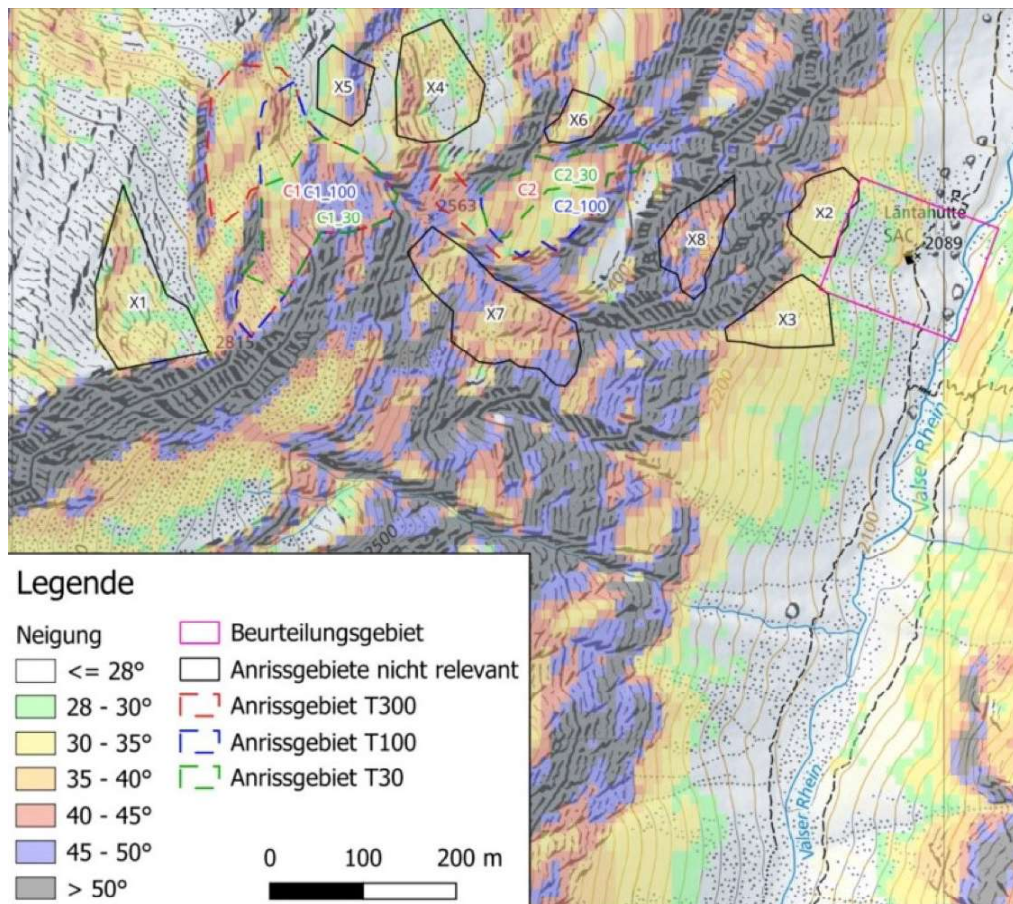


Abb. 2: Anrissgebiete

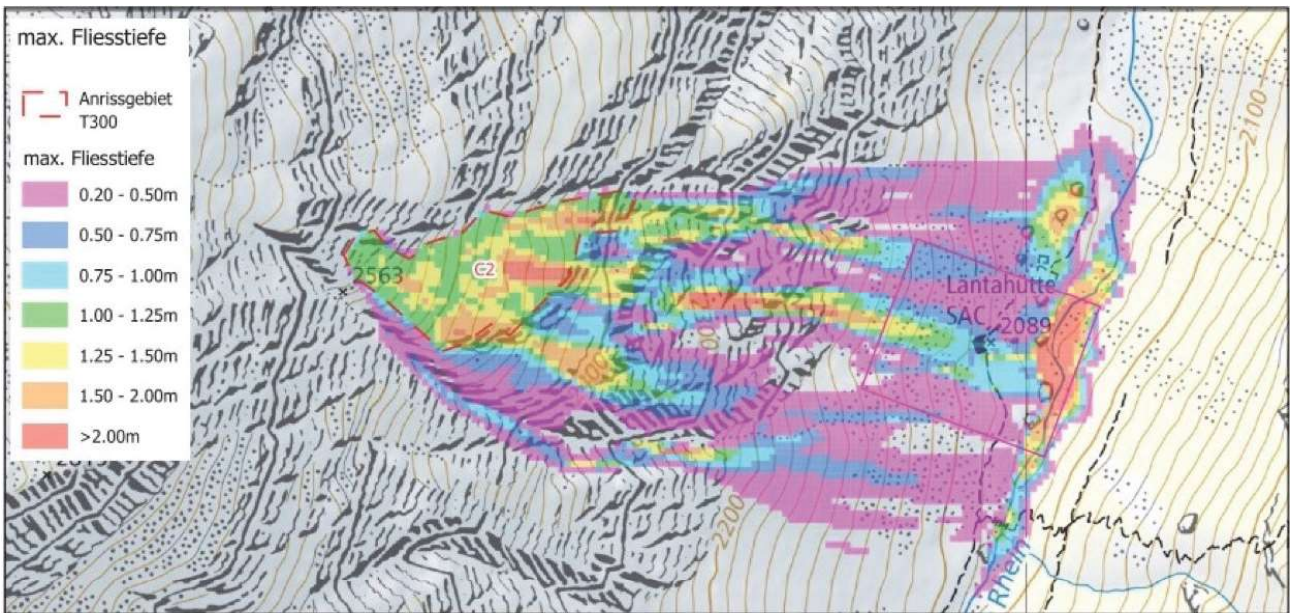
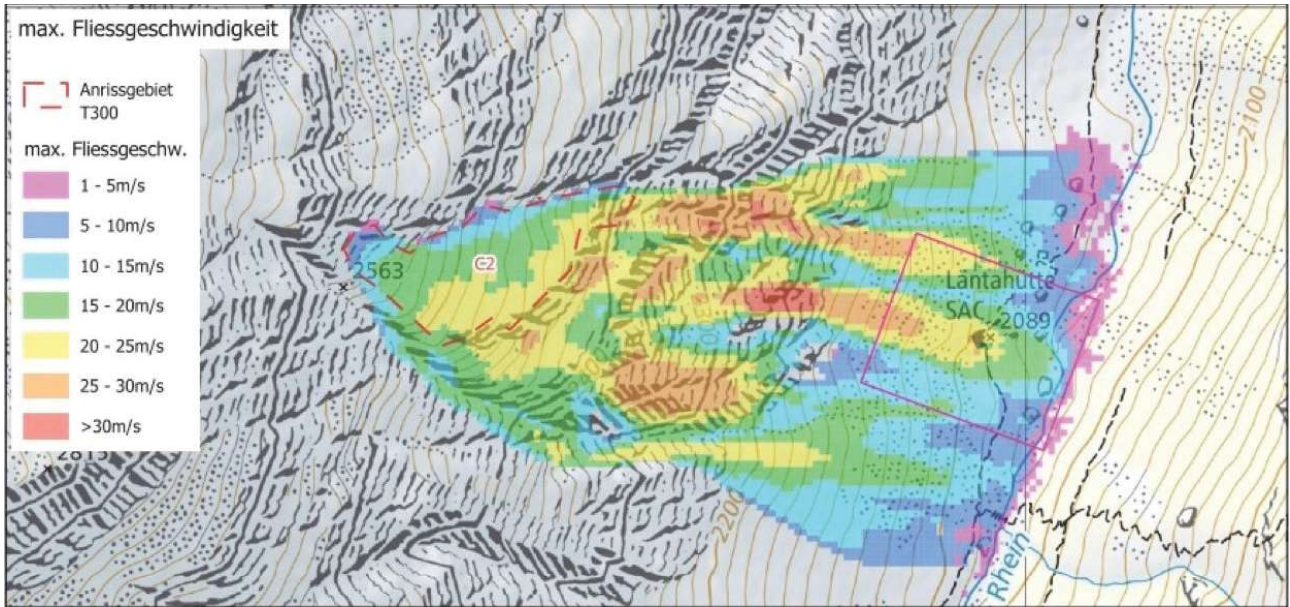


Abb. 3: Simulationsergebnisse Anrissgebiet C2

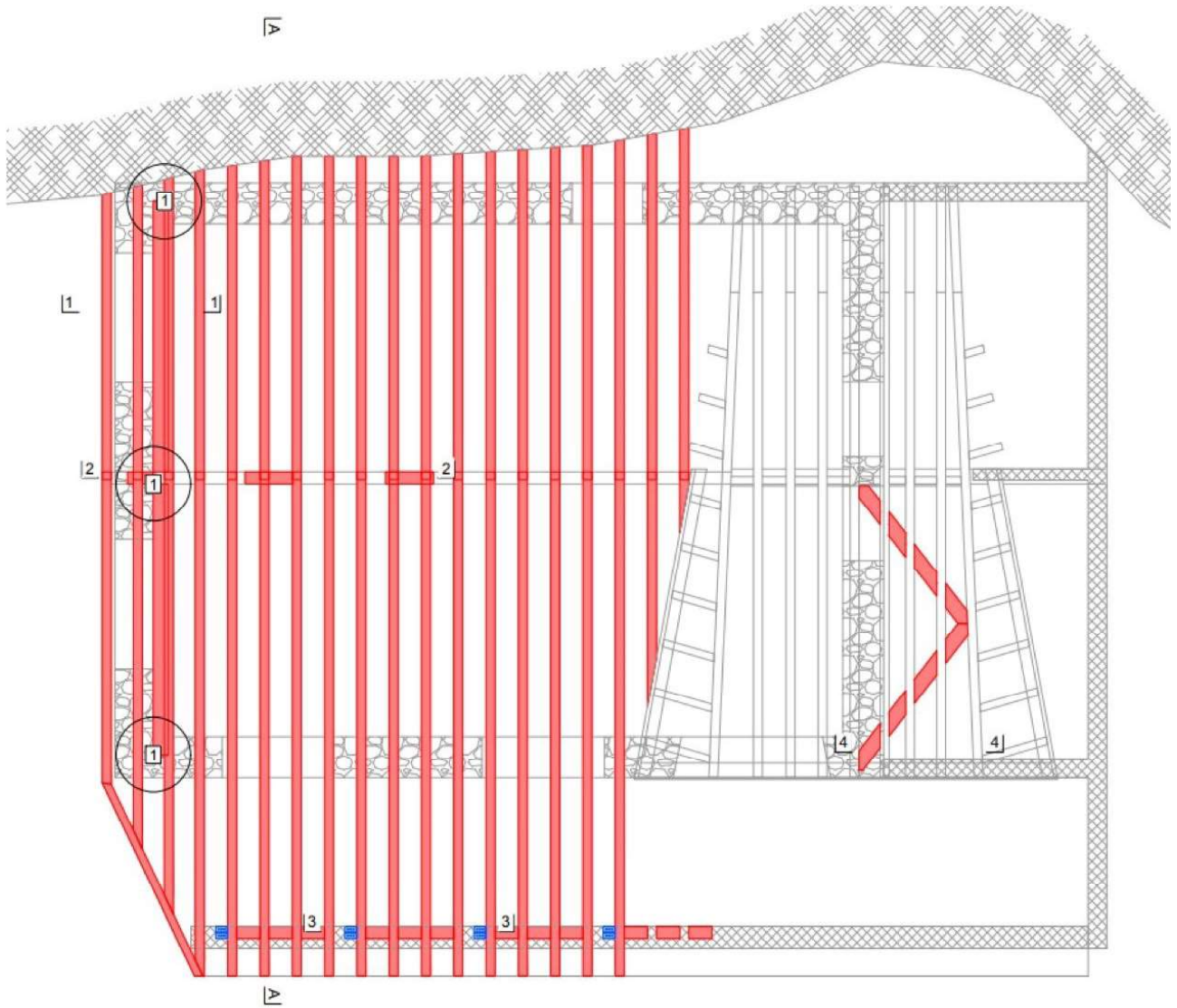


Abb. 4: Übersicht der Verstärkungsmassnahmen

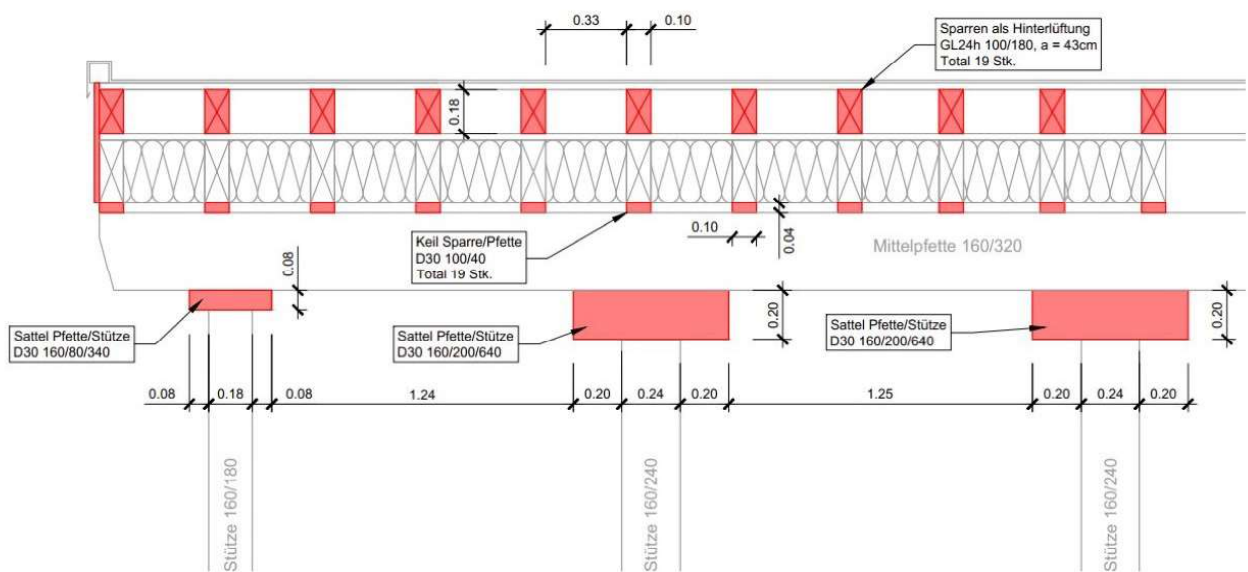


Abb. 5: Schnitt 2-2

Landquartbrücke Dalvazza RhB

Schmid Sandro

- » Betreuer: Karl Baumann, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA
- » Experte: Angelo Berweger, MSc ETH Bauingenieur



Zwischen Fideris und Küblis im Prättigau im Kanton Graubünden wird auf einer Strecke von 3.50 km eine umfassende Neugestaltung der Trassen der Nationalstrasse A28, der RhB-Linie Landquart – Davos und der Lokalstrasse Fideris – Küblis durchgeführt. An der Station Fideris wird die Linienführung der Rhätischen Bahn in den neuen 1'385 m langen Fiderisertunnel verlegt. Das Ostportal des Tunnels befindet sich etwa 10 m oberhalb der aktuellen Bahntrasse in einer anstehenden Felswand. Die Linienführung wird mit einer 200 m langen Brücke in Richtung Küblis fortgesetzt. Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten, sind für die weitere Strecke in Richtung Küblis der Bau einer neuen Arieschbach-Brücke und einer neuen Landquartbrücke Dalvazza erforderlich.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Projektierung und Bemessung der neuen Landquartbrücke Dalvazza der Rhätischen Bahn. Diese Brücke ersetzt die bestehende Eisenbahnbrücke, die im Jahr 1978 erbaut wurde. Nach sorgfältiger Betrachtung von drei verschiedenen Brückenvarianten wurde die beste Variante für das Bauprojekt ausgewählt. Die neue Brücke erstreckt sich über eine Länge von 90 Meter und besteht aus einem geschwungenen dreifeldrigen Spannbetontträger, welcher sich unauffällig und elegant in die Umgebung eingliedert.

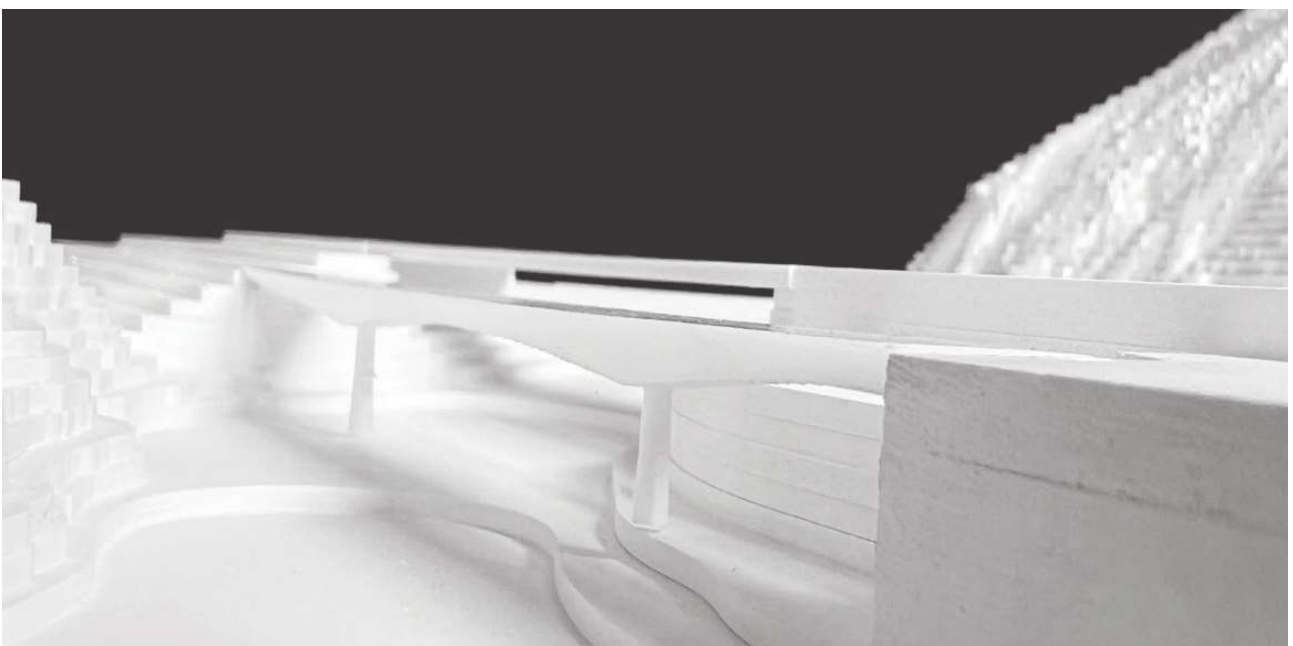


Abb. 1: Modell neue Landquartbrücke Dalvazza RhB

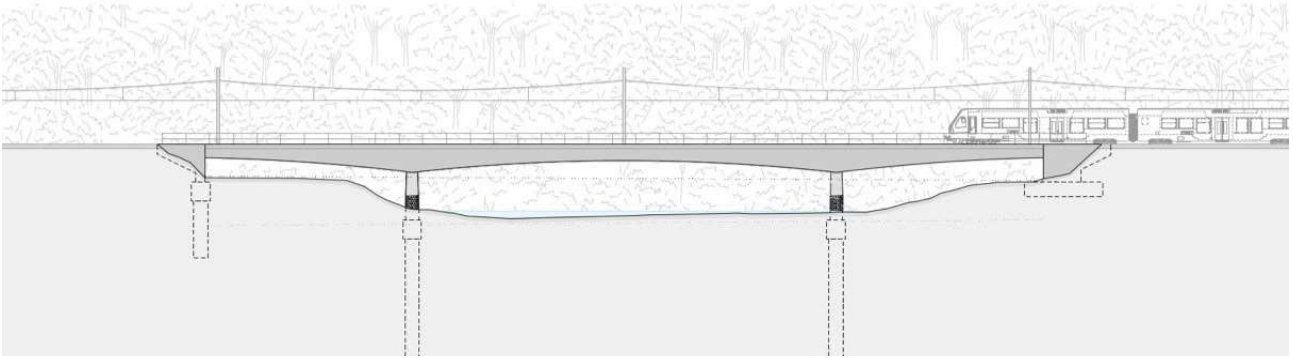


Abb. 2: Ansicht neue Landquartbrücke Dalvazza RhB

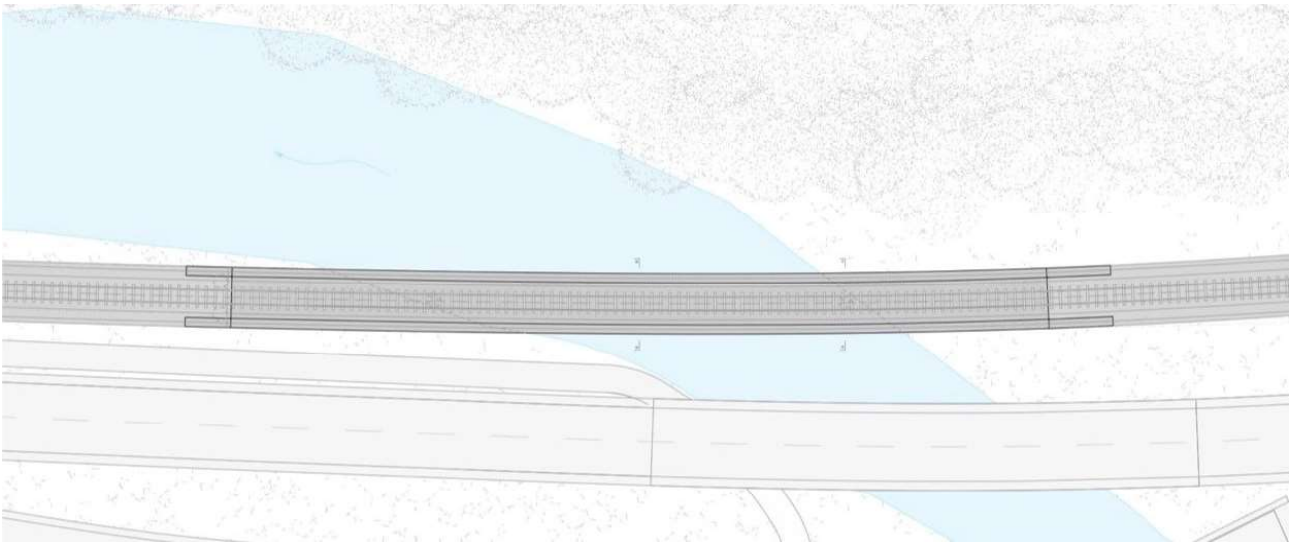


Abb. 3: Situation neue Landquartbrücke Dalvazza RhB

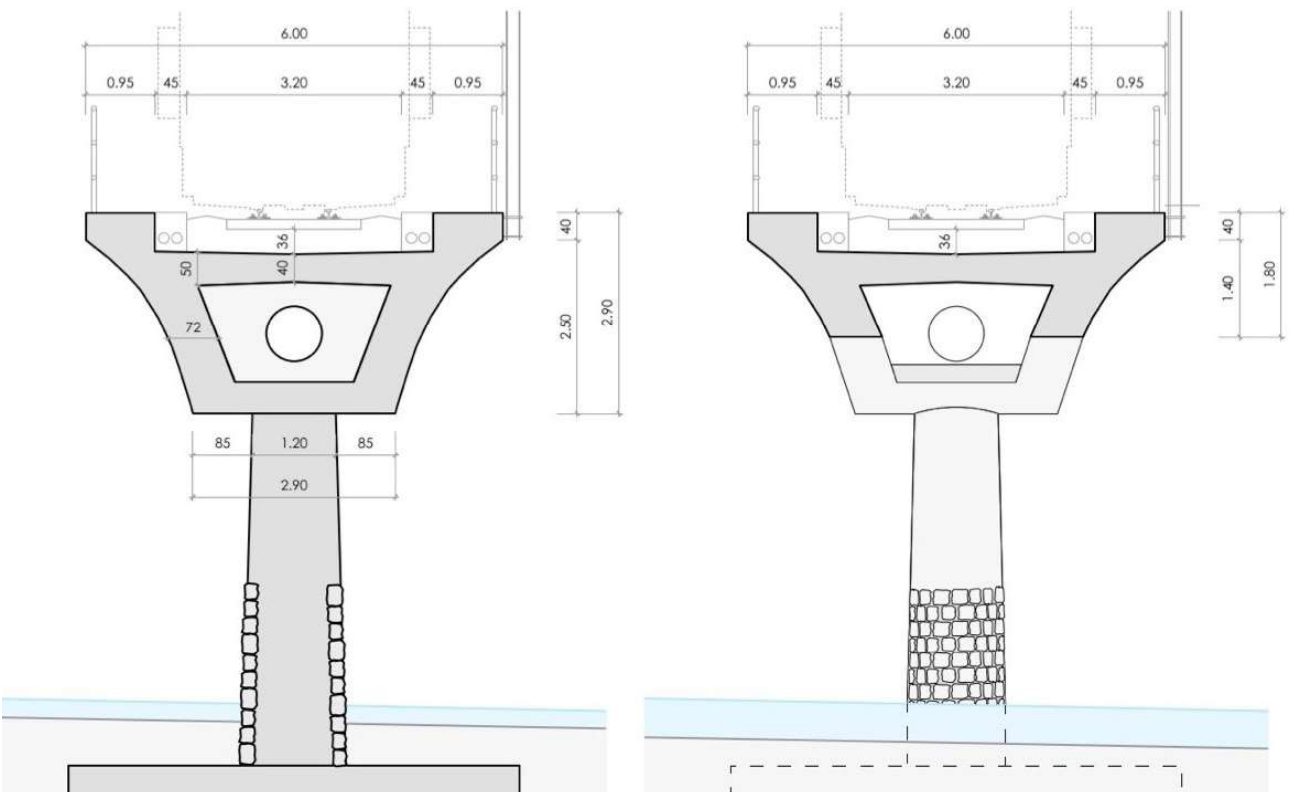


Abb. 4: Brückenquerschnitt im Pfeiler- und Feldbereich

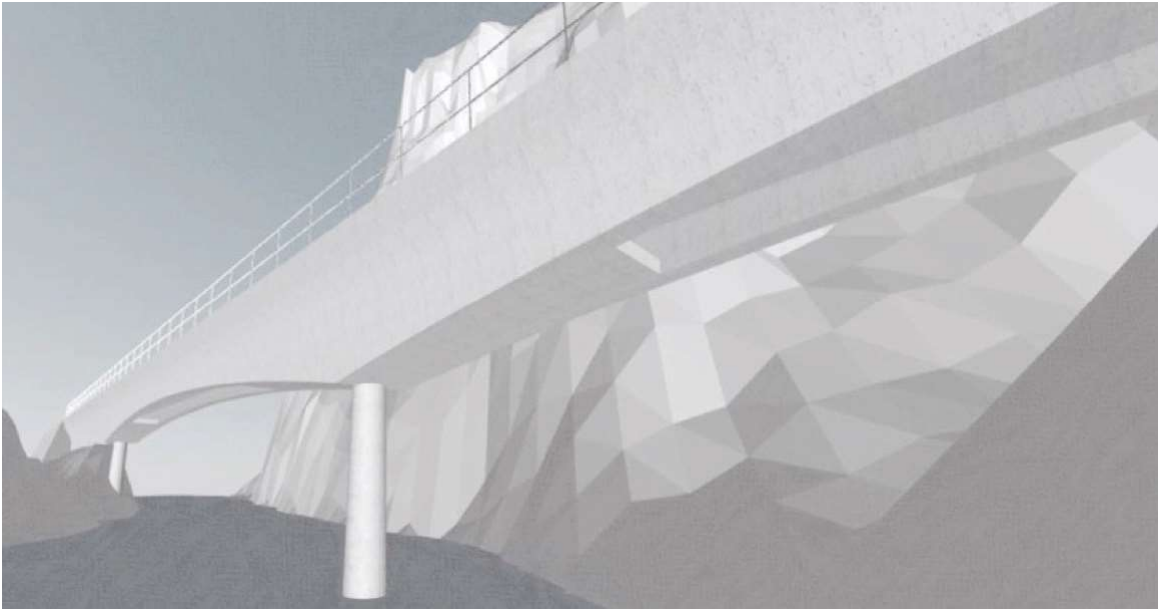


Abb. 5: Visualisierung neue Landquartbrücke Dalvazza RhB

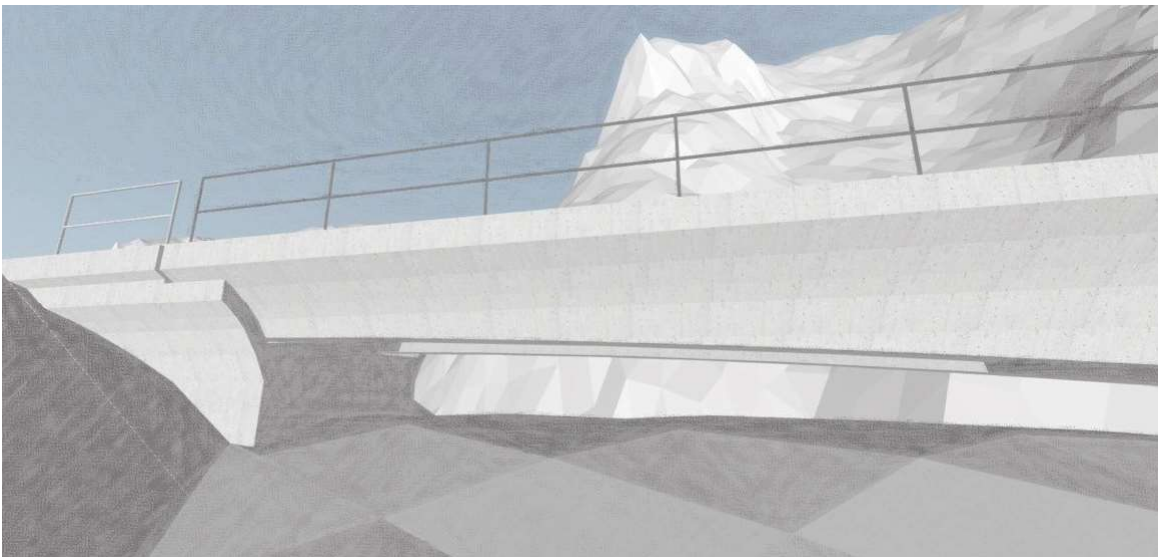


Abb. 6: Visualisierung Widerlager Fideris



Abb. 7: Visualisierung neue Landquartbrücke Dalvazza RhB

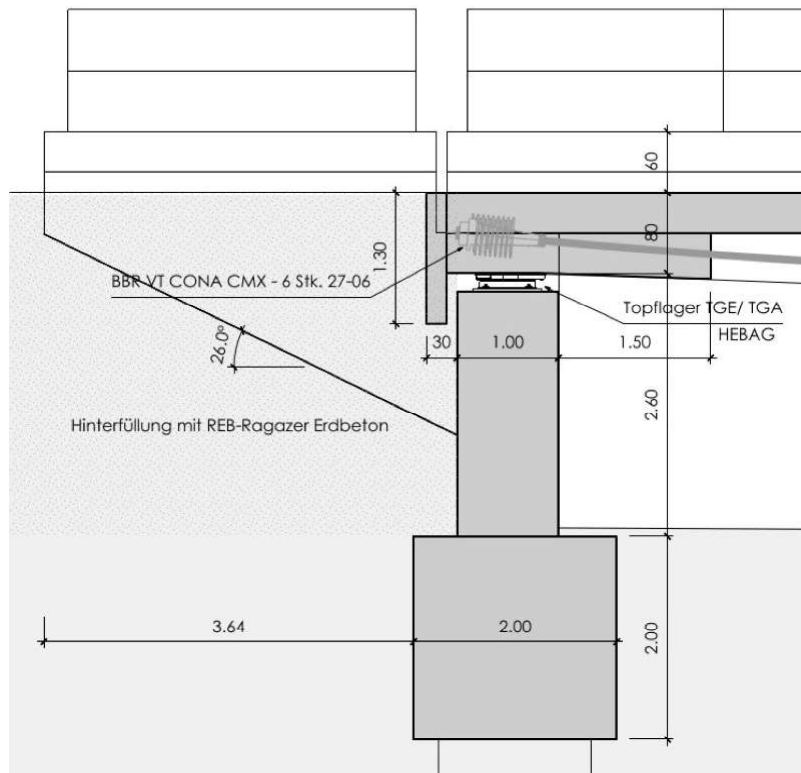


Abb. 8: Schnitt Widerlager Fideris

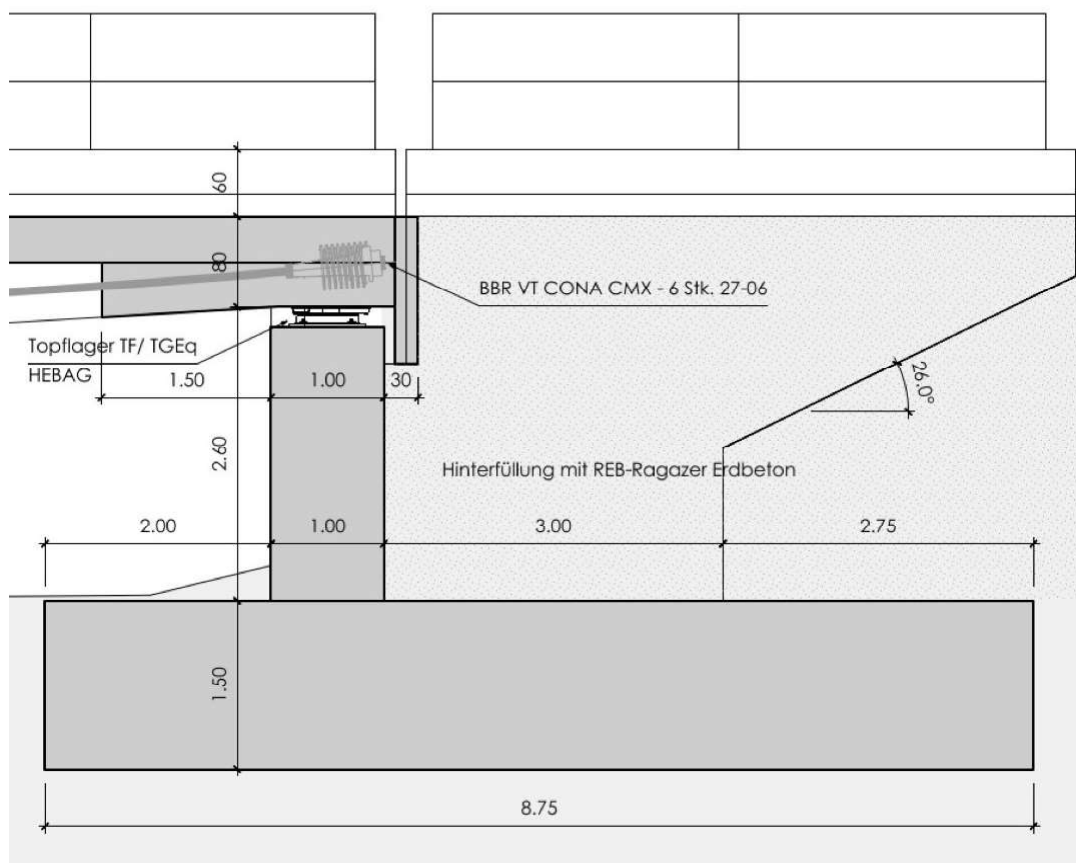


Abb. 9: Schnitt Widerlager Küblis

Strassenkorrektur Chaltgera - Undermariaga

Thöny Samuel

- » Betreuer: Benjamin auf der Maur, MSc ETH Bauingenieur
- » Experte: Matthias Wielatt, MSc ETH/SIA Bauingenieur



Infrastrukturbauten im alpinen Raum sind meist an spezielle Herausforderungen geknüpft. Dies gilt auch für die Kunstbauten an der im Bündner Oberland gelegenen Valsenstrasse, welche die Gemeinden Ilanz und Vals verbindet. Die Diplomarbeit befasst sich mit der Verbreiterung und dem Ausbau der bestehenden Strasse zwischen der St. Martinerrüfe und der Kapelle St. Niklaus.

Die spezielle Herausforderung kennzeichnete die parallele und disziplinenübergreifende Projektierung des Abschnitts. So mussten die Kunstbauten im Vor- und Bauprojekt laufend auf das Strassenprojekt angepasst werden, was einen erheblichen Mehraufwand zur Folge hatte.

In einer ersten Phase galt es, eine neue Linienführung zu definieren, welche die bestehenden Kunstbauten so weit wie möglich miteinbezieht. Die neuen Kunstbauten wurden im Rahmen einer Konzeptstudie projektiert. Da es sich um eine Bergstrasse, im Bereich steil abfallender Hänge und Felsvorsprünge handelt, mussten die Kriterien Bauausführung und Geologie schon in einer frühen Planungsphase berücksichtigt werden.

Im Zuge des Vorprojekts sollte unter anderem die Frage detailliert geklärt werden, wie der erste Abschnitt des Perimeters ausgebildet wird. Daraus resultierte die Lehenbrücke St. Niklaus 1, welche auf Stufe Bauprojekt weiter geplant und projektiert wurde. Diese präsentiert sich als fünffeldriger Durchlaufträger, mit einer Gesamtlänge von 53 m und Spannweiten von 9.25 m der Rand- sowie 11.5 m der Mittelfelder. Die vier Pfeiler sind bis zu 8.4 m hoch und direkt an die bestehende Natursteinmauer erbaut, womit die Pfeiler auch eine stützende Funktion, gegenüber dem Bestand, übernehmen.

Eine weitere Herausforderung lag in der Foundation der Kunstbauten. Die talseitige Böschung erfuhr in der Vergangenheit mittel- bis flachgründige Rutschungen, weshalb neue Bauwerke bis auf den Felsen zu fundieren sind. Die Wahl fiel auf eine Schachtfundation mit einem Kerndurchmesser von 2.2 m, welche unter jedem Pfeiler und den Widerlagern angeordnet werden. Die neuen Stützmauern benötigten ebenfalls eine Tiefenfundation, welche mit einem Schachtbankett sowie je drei Schächten projektiert wurden. Die Bauzeit beläuft sich auf insgesamt 8 Monate und die voraussichtlichen Kosten liegen bei rund 1.63 Mio. CHF, und beinhalten die Bau- und Planungskosten, inkl. Bauleitung, exkl. MwSt.

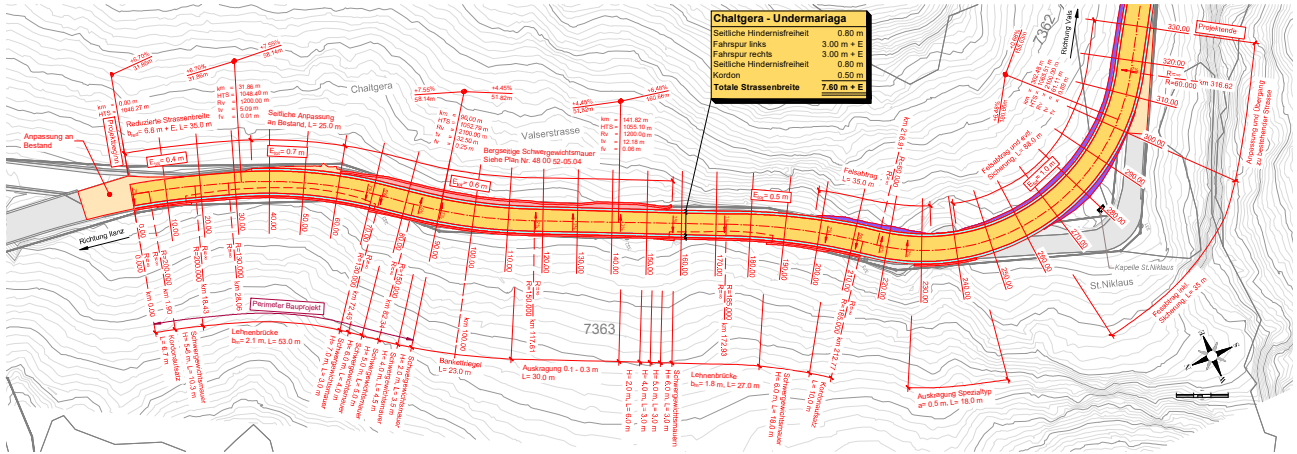


Abb. 1: Übersichtsplan Kunstbautenkonzept



Abb. 2: Visualisierung Kunstbauten



Abb. 3: Visualisierung Lehenbrücke St. Niklaus 1

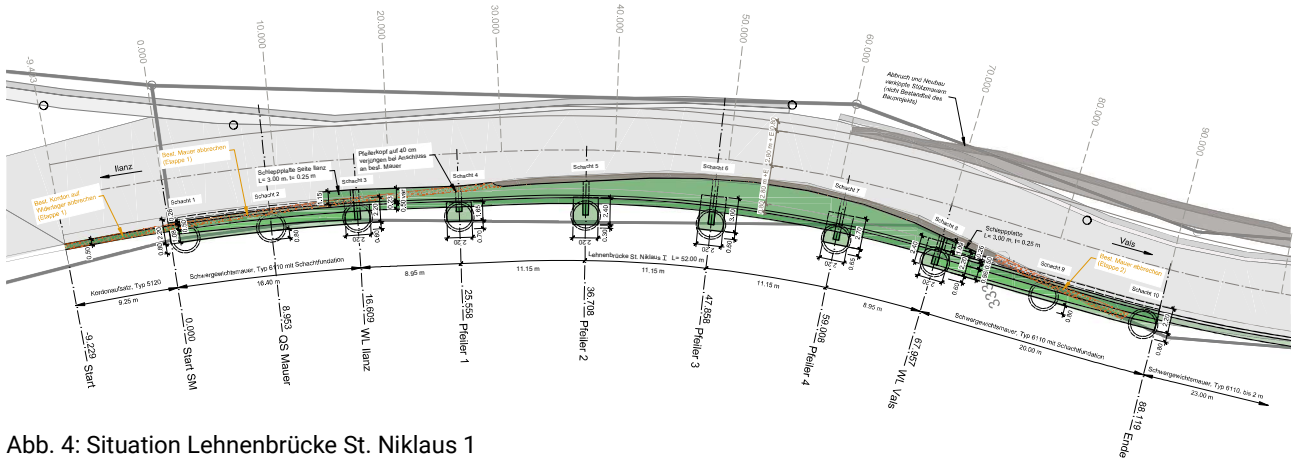


Abb. 4: Situation Lehenbrücke St. Niklaus 1

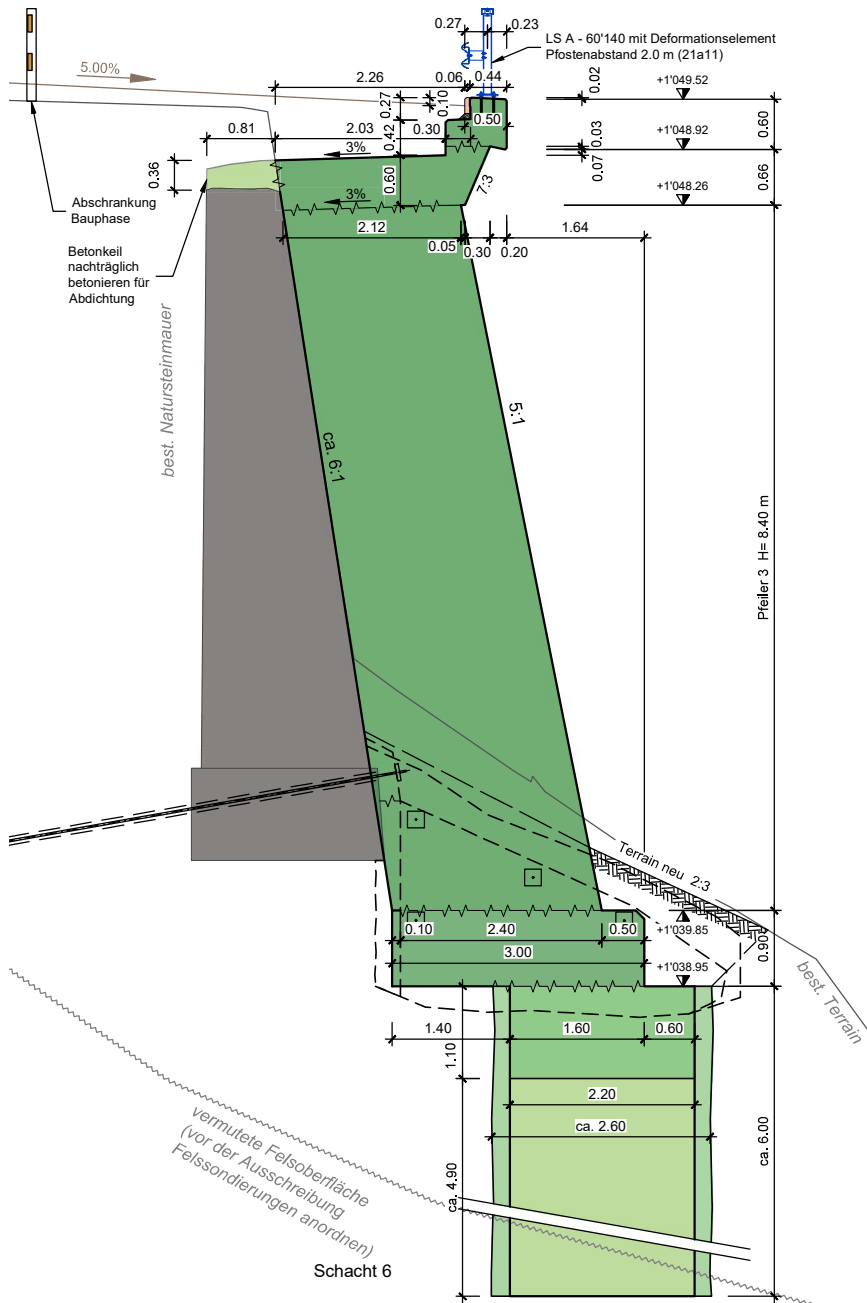


Abb. 5: Querschnitt Pfeiler

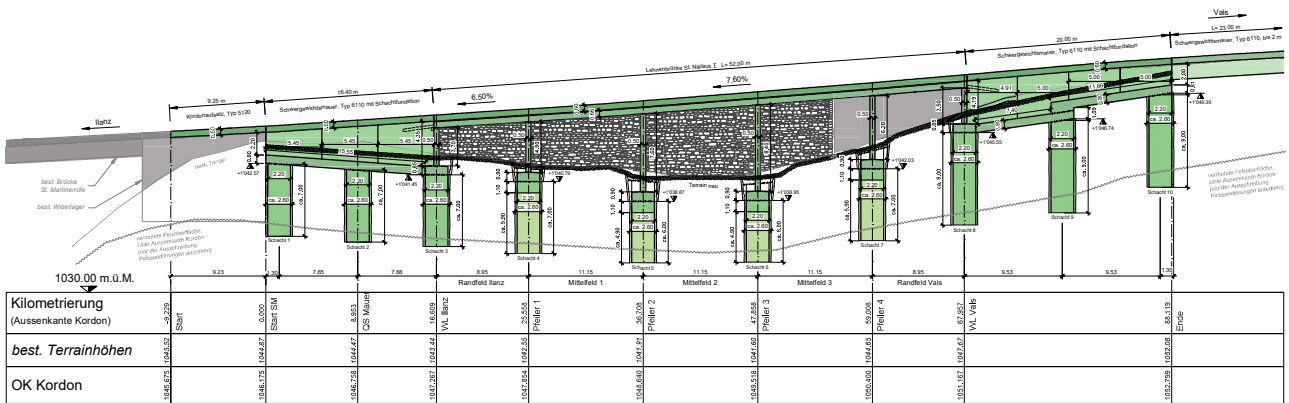


Abb. 6: Ansicht Lehenbrücke St. Niklaus 1

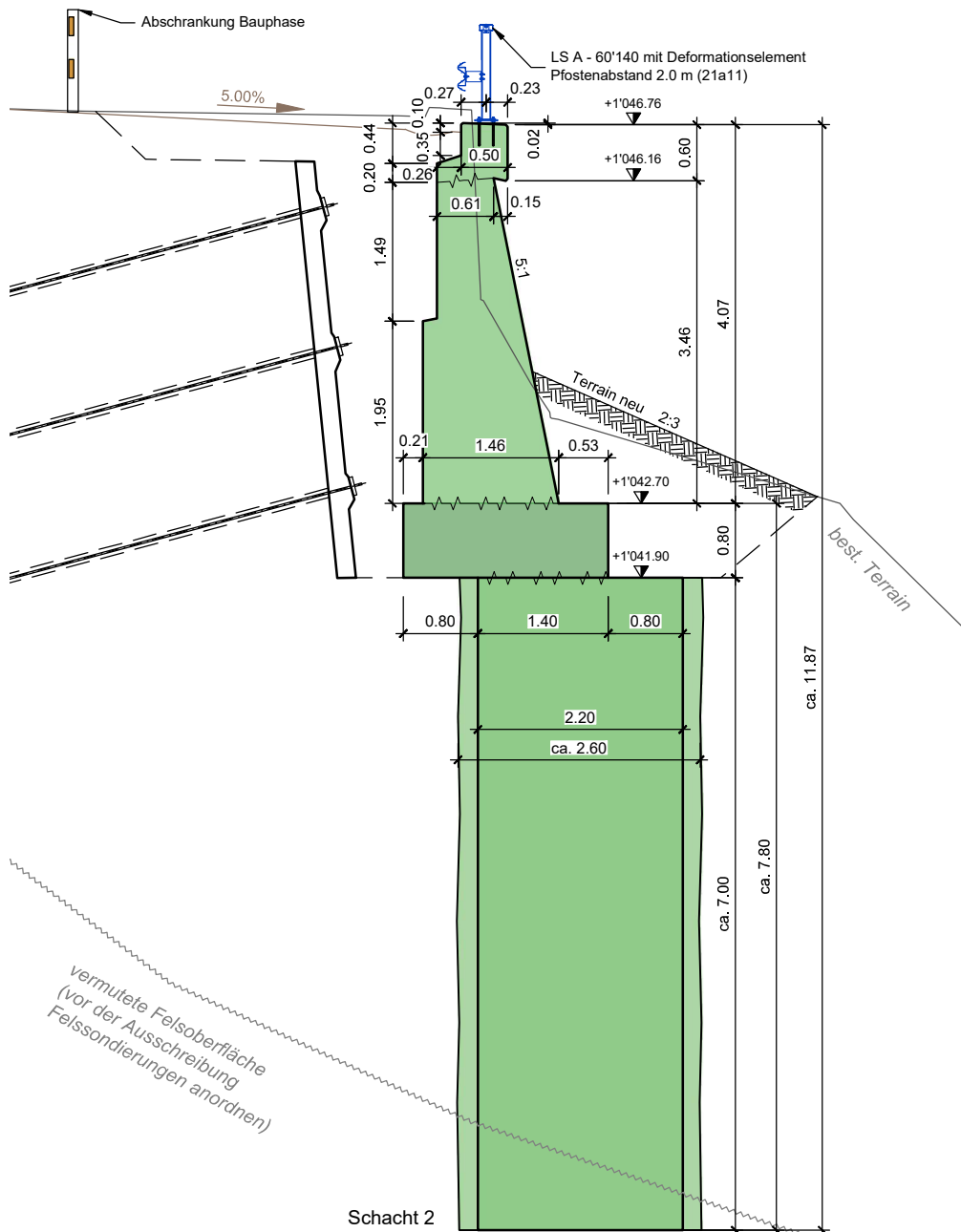


Abb. 7: Querschnitt Schwerkraftmauer

Baugrubensicherung Schulanlage Triemli, Zürich

Vaneck Jana

- » Betreuer: Sharveen Rajah, Dipl. Bauingenieur ETH
- » Experte: Hansjörg Vogt, Dipl. Ing. ETH, M.Eng. RPI



Schulgebäude sind Mangelware, auch in der Stadt Zürich. Um dieser Situation entgegenzuwirken, wurden in kurzer Zeit gleich mehrere Projektwettbewerbe für Neubauten, Ersatzneubauten und Erweiterungen von Schulanlagen ausgegangen. Einer dieser Wettbewerbe war der Ersatzneubau der Schulanlage Triemli und In der Ey. Um dem geplanten Grundriss des Gebäudes und der angestrebten Raumaufteilung, welche unter anderem eine Dreifachturnhalle vorsieht, gerecht zu werden, wird angestrebt das Bauwerk an den tiefsten

Stellen auf der Parzelle rund 12 m in den Untergrund einzubinden. In der Bachelorthesis "Baugrubensicherung Schulanlage Triemli, Zürich" wird eine mögliche Lösung der Realisierung dieser Einbindung erarbeitet. Besondere Herausforderungen stellen dabei die innerstädtische Lage sowie das anstehende Hangwasser dar.

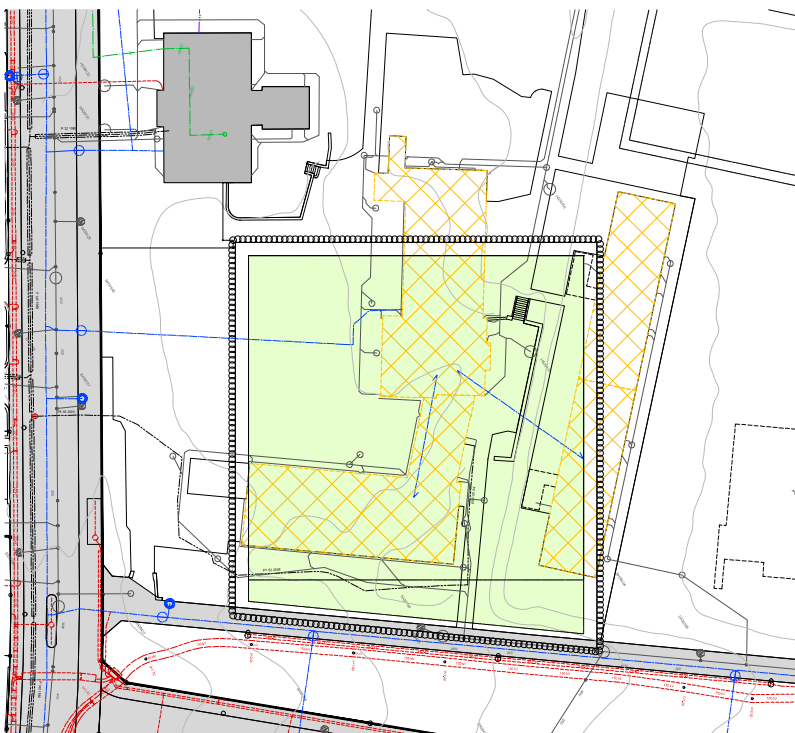


Abb. 1: Übersicht Baugrube

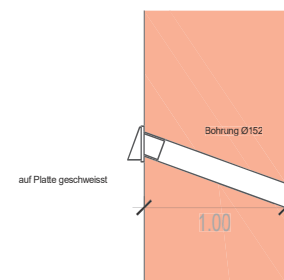


Abb. 2: Ansicht Ankerkopf

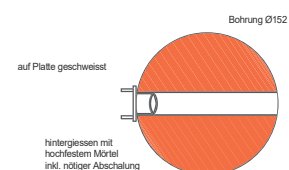


Abb. 3: Grundriss Ankerkopf

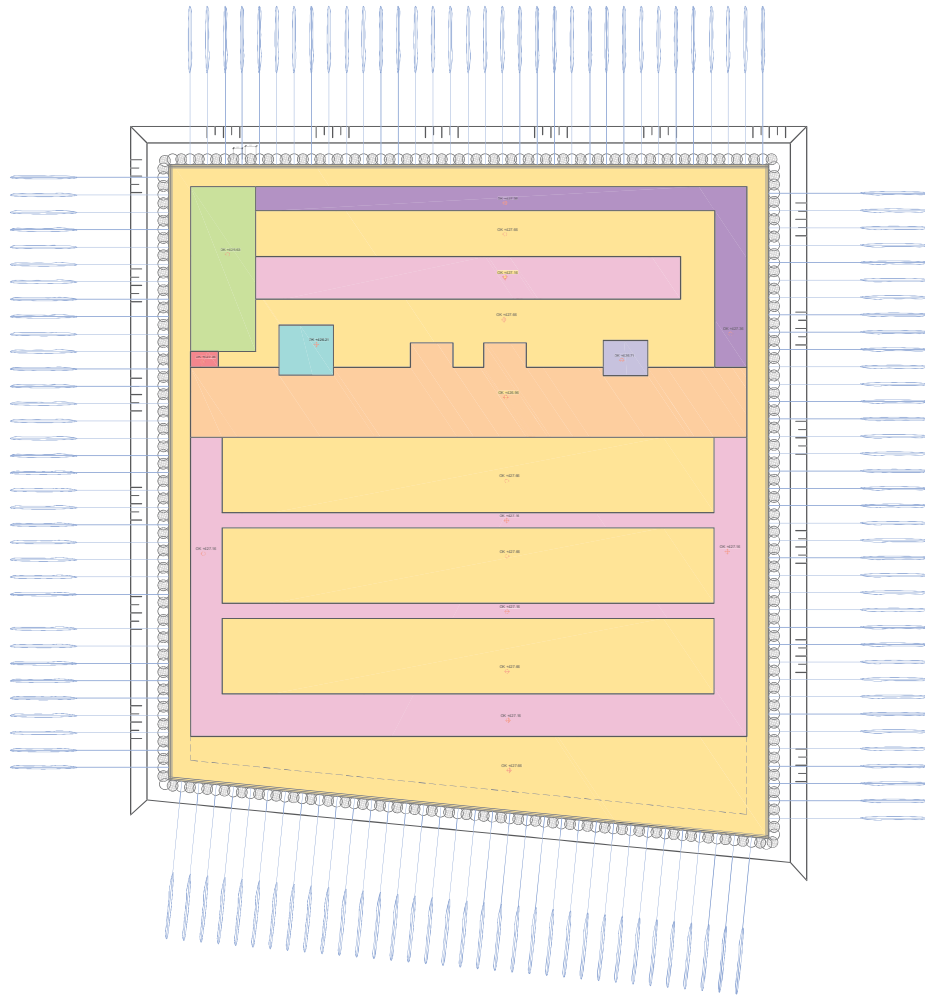


Abb. 4: Grundriss Baugrube

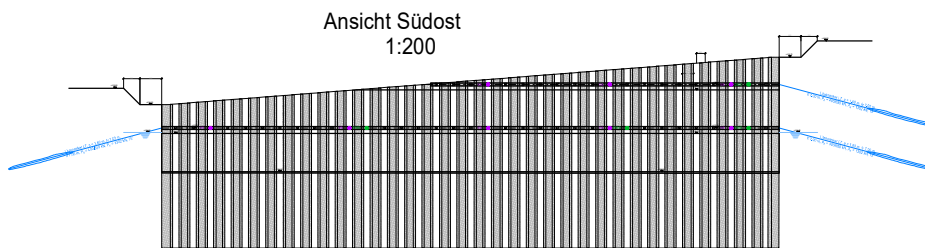


Abb. 5: Ansicht Südost

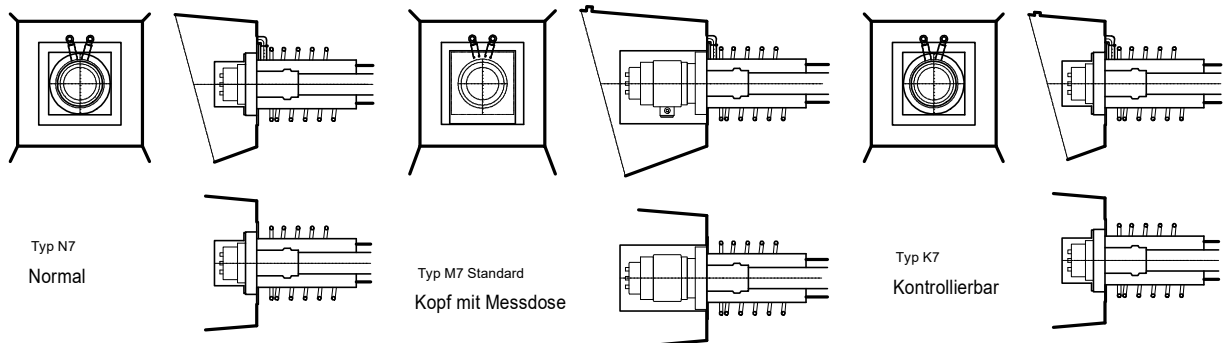


Abb. 6: Details Baugrube

Langsamverkehrsbrücke Au – Lustenau

Yölek Melda

- » Betreuer: Karl Baumann, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA
- » Experte: Claudio Tschuor, Dipl. Bauingenieur HTL



Die Gemeinden Au und Lustenau haben beschlossen, eine eigenständige Verbindung für Velofahrer und Fussgänger zu realisieren. Im Zuge eines Projektwettbewerbs soll die technische Machbarkeit einer neuen Langsamverkehrsbrücke aufgezeigt werden. Das Ziel dabei ist, die ästhetischen, topographischen und funktionalen Aspekte zu kombinieren, um ein sicheres Fahrerlebnis zu ermöglichen und die nachhaltige Mobilität zu fördern.

Im Rahmen dieser Bachelorthesis wird für das bereits realisierte Wettbewerb eine 280 m lange Brücke konzipiert. Das Hauptliegen besteht darin, eine gestalterisch überzeugende Lösung zu realisieren und diese statisch zu prüfen. Im ersten Schritt wird ein Variantenstudium mit vier Varianten durchgeführt, welche anschliessend mit einem Bewertungsmatrix bewertet wird. Der Stahlhohlkastenträger erweist sich als Bestvariante und wird

für die Weiterverarbeitung gewählt. In Phase Bauprojekt wird die Konstruktion optimiert und die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen. Darauffolgend wird das Bauprogramm erstellt und die Baukosten ermittelt.

Der Stahlhohlkastenträger überbrückt den Rhein mit drei Stahlbetonpfeilern und ist in vier Feldern von 50m – 70m – 90m – 70m unterteilt (Damm Au zu Damm Lustenau). Der Querschnitt ist über die gesamte Länge variierend und fügt sich in die Landschaft mit seiner Form überzeugend gut ein. Am Auflager beträgt die Höhe 0.7 m und steigt zur Brückenmitte an. Über den Rhein respektive über das 90 m – Feld beträgt die Höhe konstant 2.0 m.

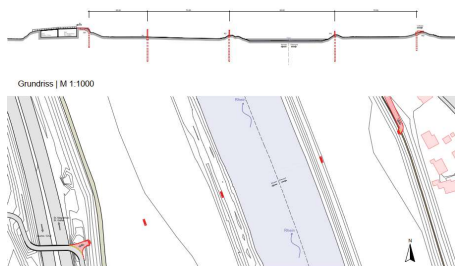


Abb. 1: Grundbauarbeiten & Unterbauarbeiten

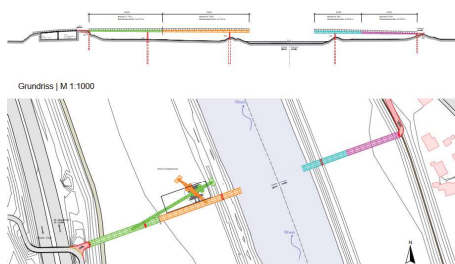


Abb. 3: Einhub der Brückenelemente auf Seite der Schweiz

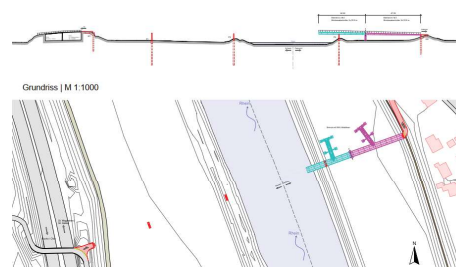


Abb. 2: Einhub der Brückenelemente auf Seite Österreich

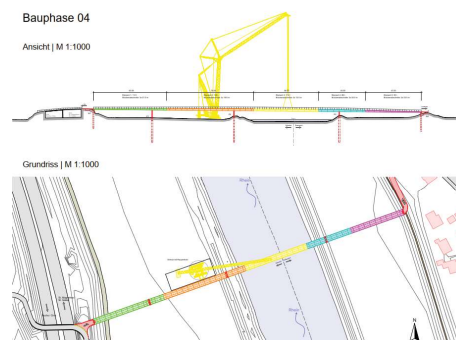


Abb. 4: Fertigstellung

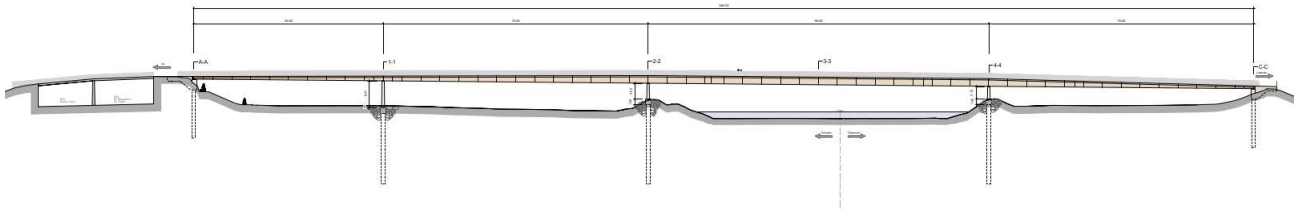


Abb. 5: Ansicht

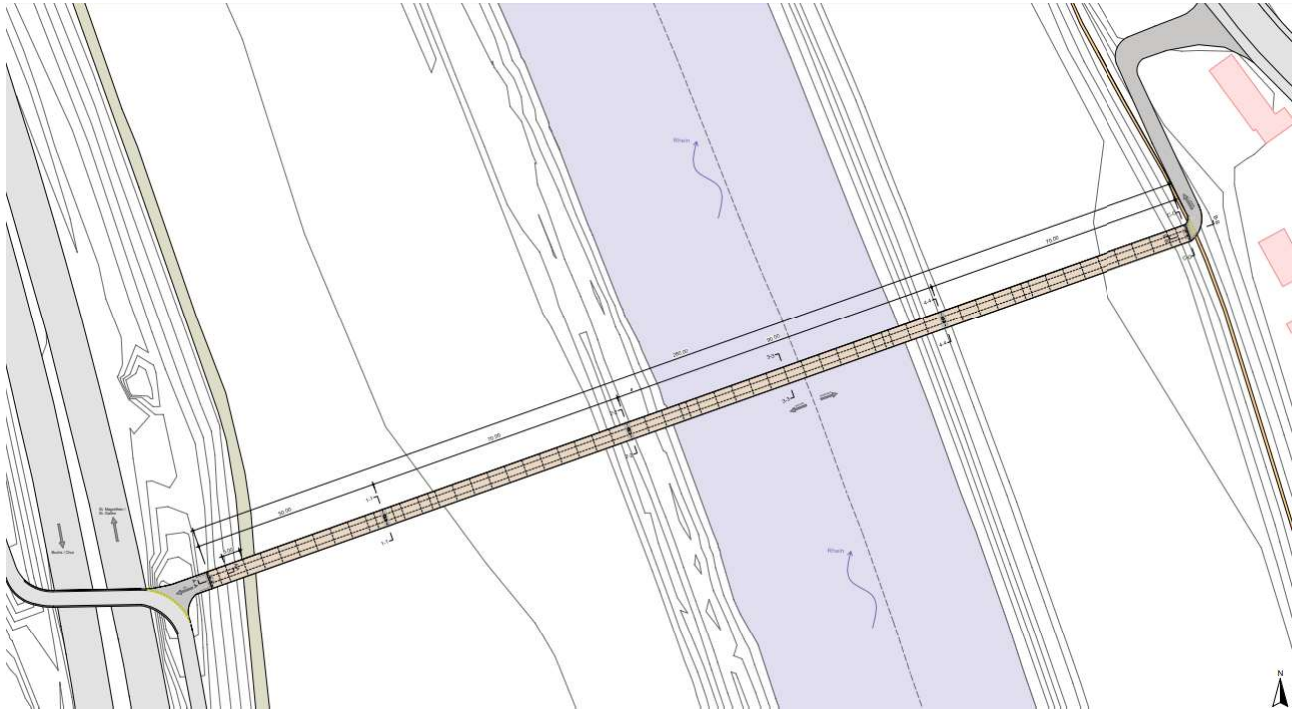


Abb. 6: Grundriss

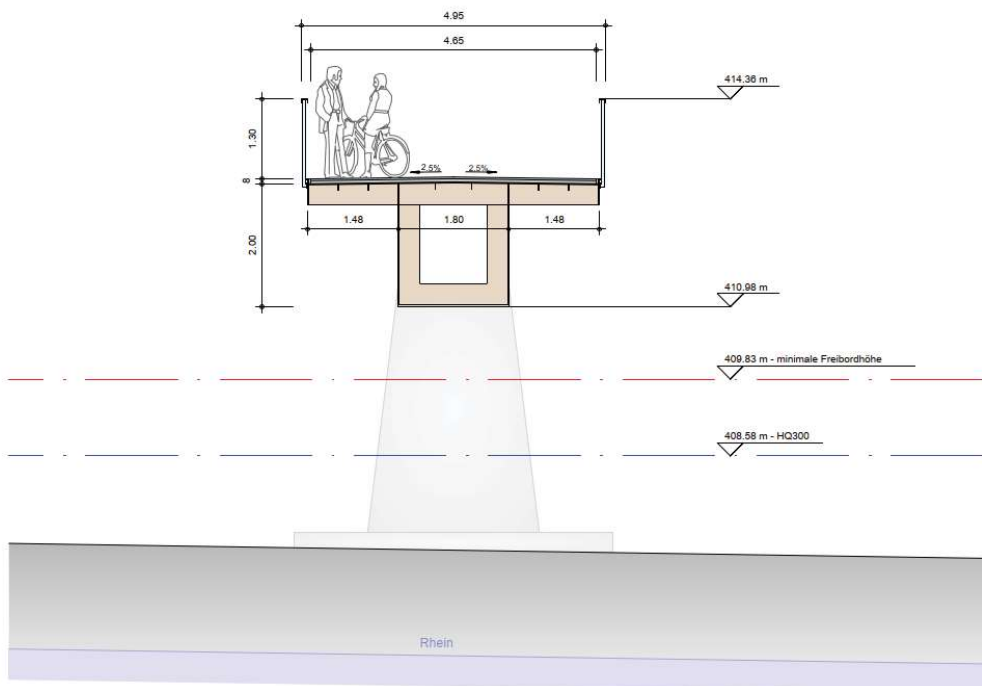


Abb. 7: Schnitt über den Rhein

Impressum

Institut für Bauen im alpinen Raum

Bachelorstudium BSc Bauingenieurwesen

Studienleitung Prof. Plácido Pérez, dipl. Bauingenieur HTL
Studienassistenz Erica Projer

Ausgabedatum 29. September 2023

Titelbild Landwasserviadukt mit Capricorn Triebzug (Foto: RhB)

Die Kurzbeschreibungen wurden von den jeweiligen Diplomanden selbst verfasst.
Die Abbildungen wurden, sofern nicht anders erwähnt, von den Diplomanden selbst erstellt.
Die Texte wurden vor Publikation nicht systematisch redigiert und korrigiert.

Fachhochschule Graubünden

Pulvermühlestrasse 57

7000 Chur

Schweiz

T +41 81 286 24 24

info@fhgr.ch



fhgr.ch



Fachhochschule Graubünden
Scola auta spezialisada dal Grischun
Scuola universitaria professionale dei Grigioni
University of Applied Sciences of the Grisons