

Bachelorstudium Bauingenieurwesen

Diplomarbeiten 2021



Liebe Diplomandinnen und Diplomanden

Unterwegs zu einem praxisorientierten akademischen Titel spielt auch das lebenslange Lernen eine immer wichtigere Rolle. Die Erweiterung und Vertiefung des eigenen Wissens und der Erwerb neuer Qualifikationen und Kompetenzen sind je länger desto mehr auch über das Studium hinaus gefragt. 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 einen grossen Einsatz. Sie haben es geschafft, haben Ihr Ziel nie aus den Augen verloren, und dies hat sich gelohnt. Nun dürfen Sie aufatmen und Ihren Erfolg geniessen.

Wir verstehen uns als treue Begleiterin auf diesem Weg des lebenslangen Lernens – als Weggefährtin, auf die man auch noch zählen kann, wenn man das Diplom schon in den Händen hält. In der Zeit Ihres Bachelorstudiums haben wir Sie auf Ihren Einstieg ins Berufsleben als Akademikerinnen und Akademiker vorbereitet und begleiten Sie auch über ihr Studium hinaus. Es war unser Ziel, neben den fachlichen Inhalten Sie auch 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

Prof. Jürg Kessler
Rektor

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser

Sie halten die Broschüre der Diplomarbeiten 2021 in Ihren Händen – eine Zusammenfassung aller erfolgreichen Bachelor Thesen des vergangenen Studienjahres.

Die Arbeiten zeigen auf eindrückliche 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 Aufgabenstellung 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 und damit den Praxisbezug sicherstellten.

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 die Welt des Planens, Konstruierens und Bauens.

Fachhochschule Graubünden

Prof. Dr. Imad Lifa
Institutsleiter Institut für Bauen im alpinen Raum
Studienleiter Bauingenieurwesen

Inhalt

Projekt	Diplomand/-in	
Revitalisierung Escherkanal, Glarus Nord	Bernardo Bonifazi	8
Tragwerksentwurf Holzstall mit Hängedrehkran	Rafael Gstöhl	10
Felderprobung rahmensteifer Schwellen	Soraya Herold	12
Gebäudefundation in Seeablagerungen mittels KPP	Sören Honegger	14
Strassenbrücke Val da Tersnaus	Silvan Valentin Huonder	16
Fussgängerbrücke Hotel «Turitg»	Benjamin Hurni	18
Lochlitobelbrücke St. Martin: Holzvariante	Sebastian Klaus	20
Ersatzbauwerk Saanequerung Gümmenen, BLS	Michael Korner	22
Konstruktive Sicherheit eines Speichersees	Albin Kretz	24

Projekt	Diplomand/-in	
Lehnenbrücke Stalusa I	Andrea Luca Lenz	26
Holzfussgängerbrücke über den Schächen	Raul Negri	28
Strassenkorrektio n Alvaneu Dorf, innerorts	Selina Oberhauser	30
Strassenkorrektio n Prättigauerstrasse H28a	Enrico Riedi	32
Strassenkorrektio n Prättigauerstrasse H28a, Abschnitt Wijeregg – Ober Laret (km 1.7 – 4.0)	Lukas Schierscher	34
Verformungsanalyse einer tiefen Baugrubensicherung	Alexandra Signer	36
Gesamtverkehrskonzept Splügen	Saskia Stocker	38
Verbauung Ova dal Munt	Cédric Wellinger	40

Revitalisierung Escherkanal, Glarus Nord

Bernardo Bonifazi

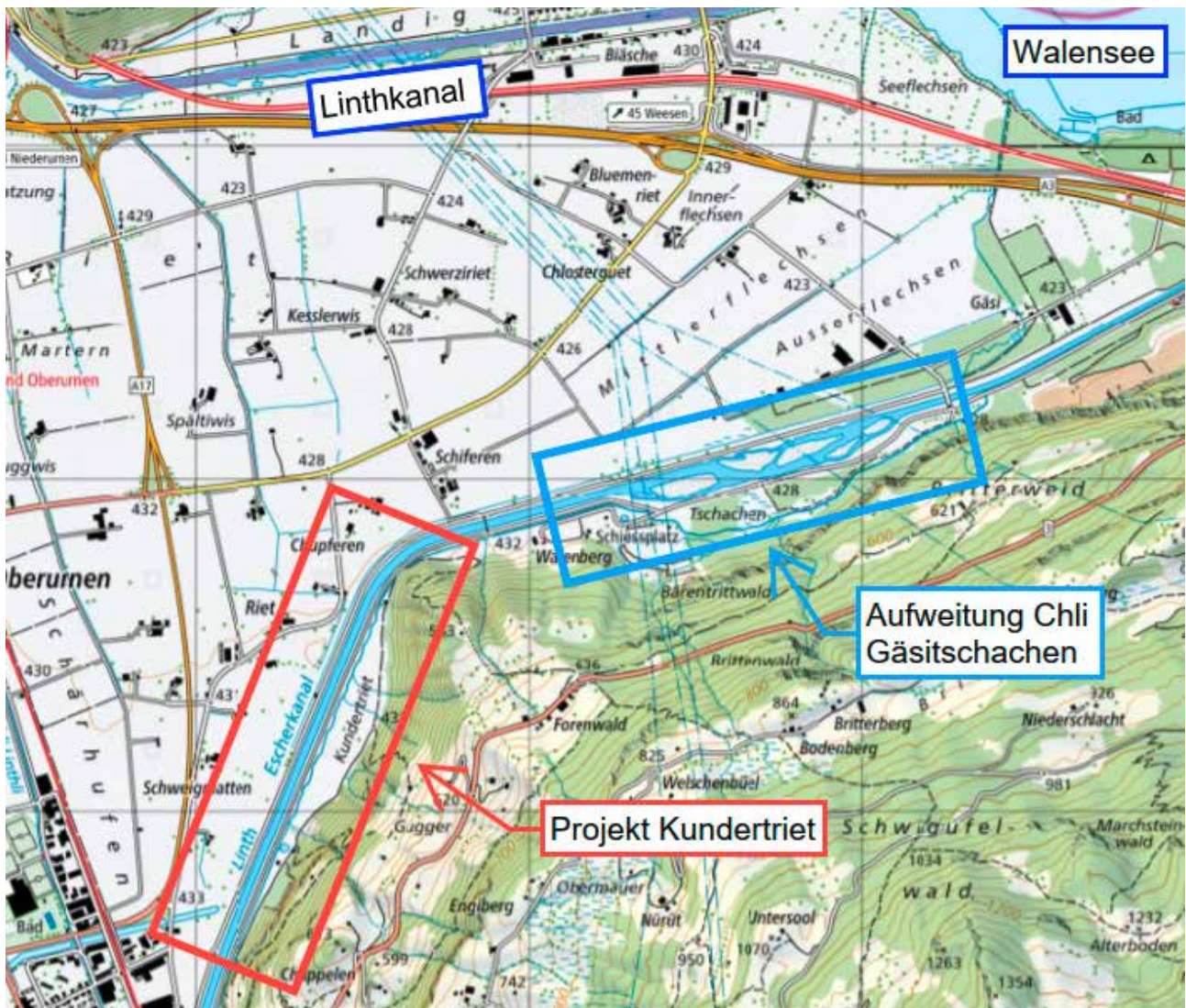
- » Betreuer: Benno Zarn, Dr. sc. techn., dipl. Bau-Ing. ETH
- » Experte: Peter Mosimann, BSc Bauingenieur FHO

In dieser Arbeit wurde die Möglichkeit einer Flussaufweitung eines Abschnittes des Escherkanals untersucht. Der Escherkanal ist Teil des Linthwerkes, welches die Linthebene entwässert. Der Escherkanal führt die Glarner Linth in den Walensee.

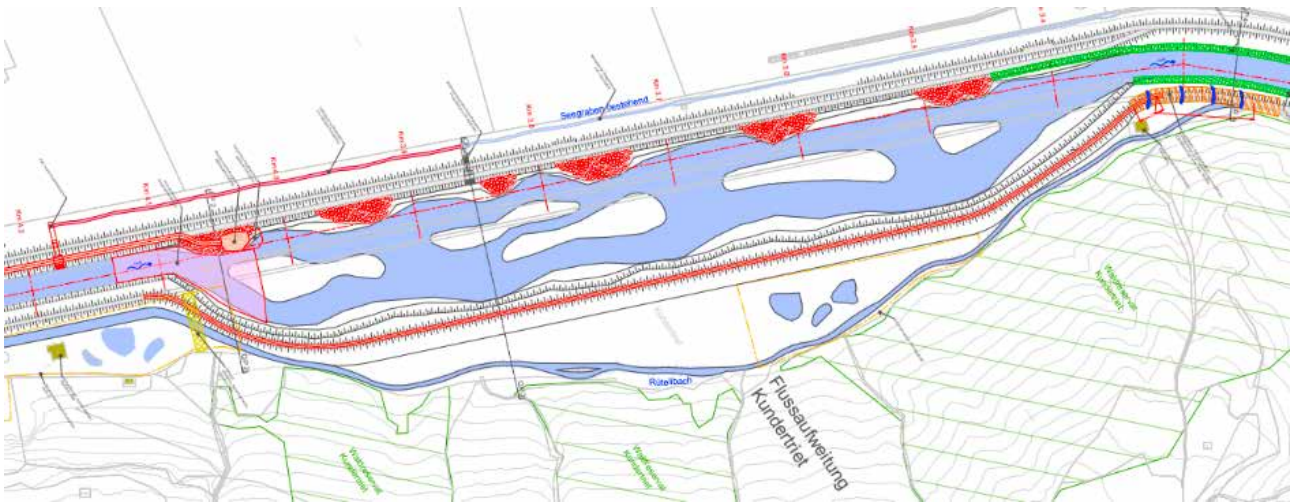
Für das Projekt wurden Aspekte wie Hochwassersicherheit, Landbedarf und Wirtschaftlichkeit untersucht. Eine weitere grosse Frage war, wie mit dem Geschiebe umgegangen werden soll.

Das Variantenstudium zeigte, dass der Erhalt des gegen die Talebene gerichteten Aussendamms die beste Option ist. Somit soll der Kanal gegen den Berg hin aufgeweitet werden. Zudem stellte sich heraus, dass eine Kiesbewirtschaftung eine gute Lösung für das Geschiebeproblem darstellen könnte.

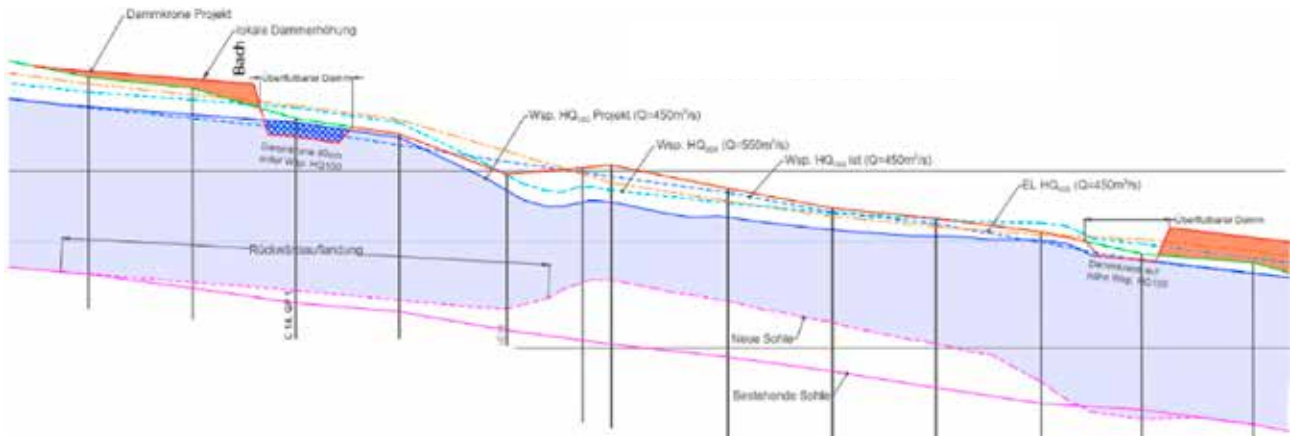
Die Erarbeitung des Projektes zeigte, dass eine Aufweitung im Kundertriet gut denkbar ist. Das Land im Kundertriet ist bereits im Besitz des Linthwerkes und für die Aufwertung der ökologischen Verhältnisse des Escherkanals wäre diese Aufweitung ein wichtiger Schritt.



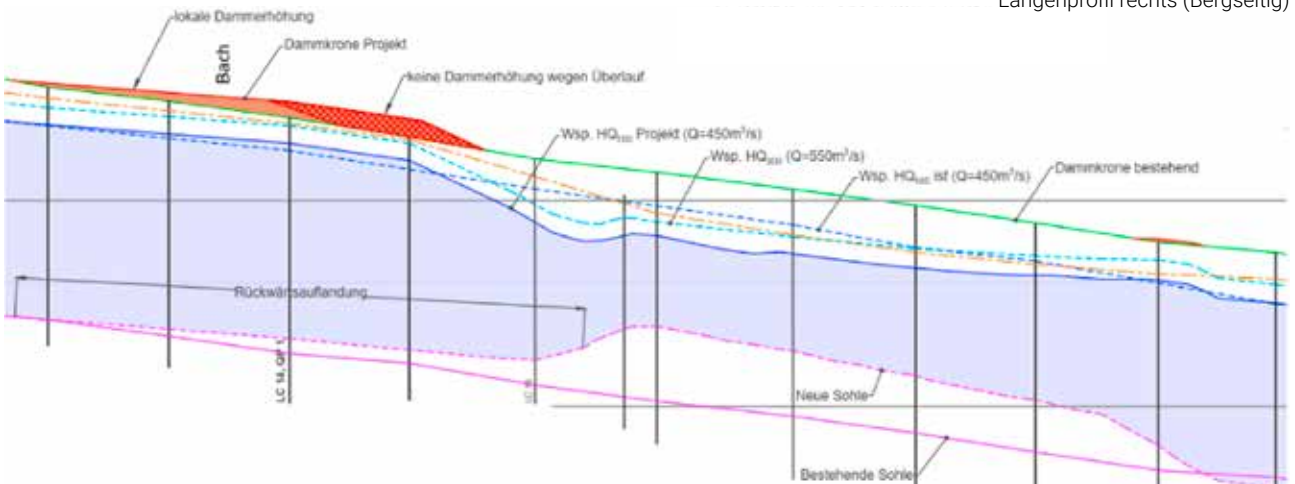
Übersicht Projektperimeter



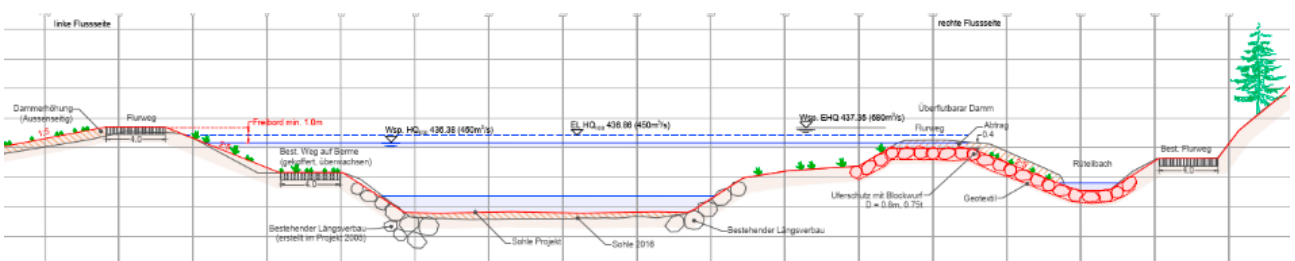
Situation Aufweitung Kundertriet



Längensprofil rechts (Bergseitig)



Längensprofil links (Talseitig)



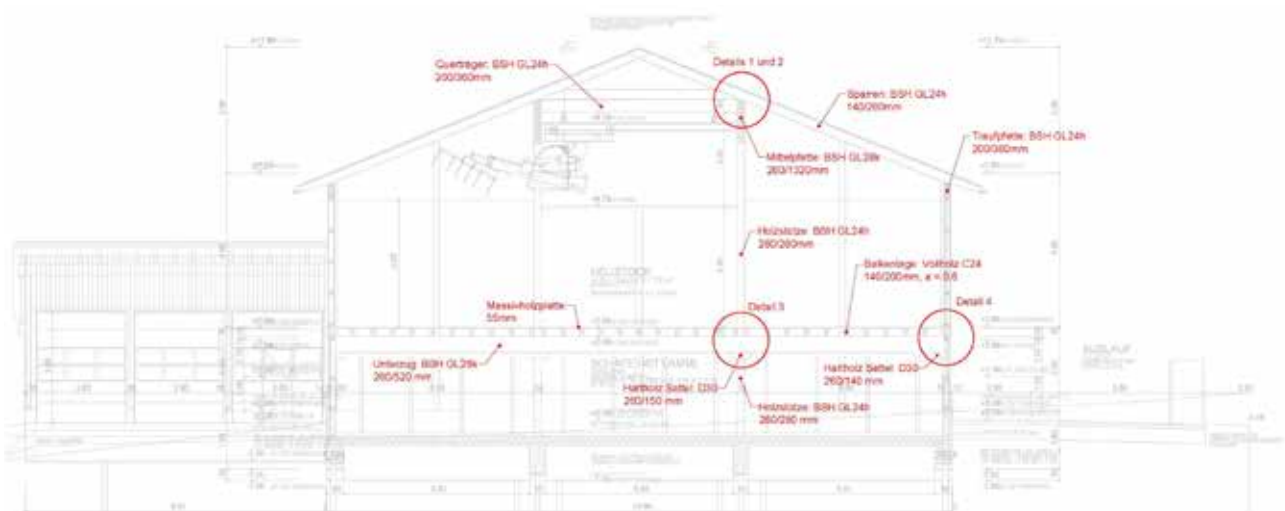
Querprofil bei Überlauf

Tragwerksentwurf Holzstall mit Hängedrehkran

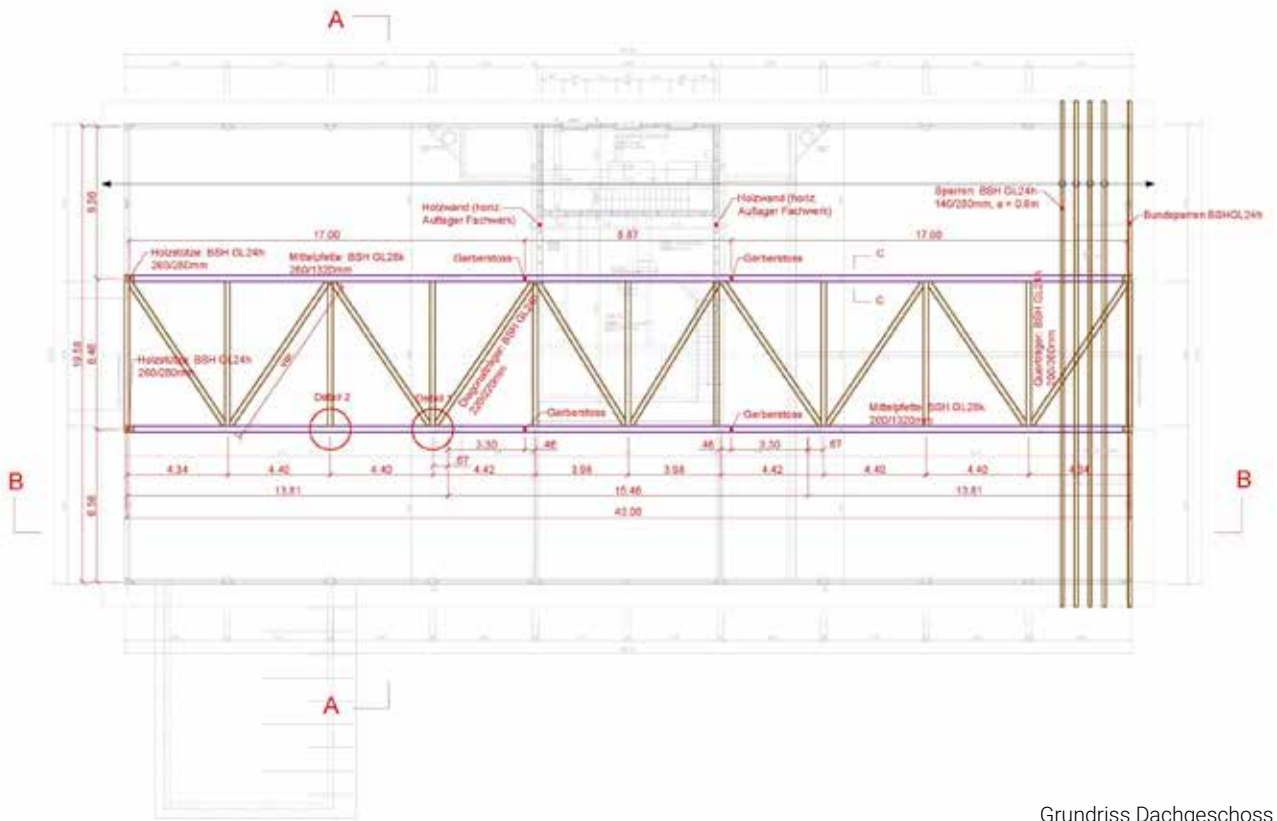
Rafael Gstöhl

- » Betreuer: Daniel Schmid, BSc Holzbauingenieur TST
- » Experte: Rolf Bachofner, Holzbauingenieur FH

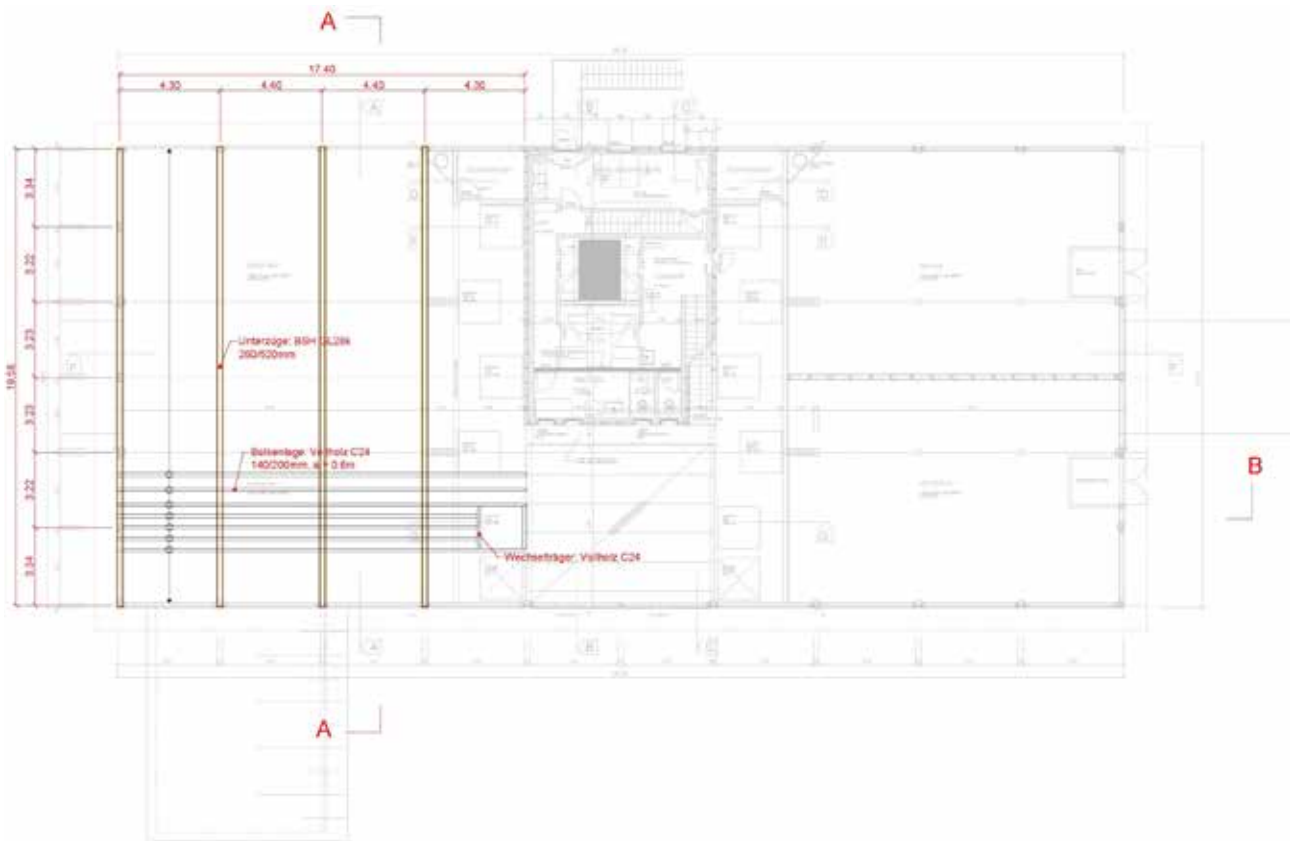
Die Bachelor Thesis „Tragwerksentwurf Holzstall mit Hängedrehkran“ behandelt den Entwurf und die Statik eines Holztragwerks. Dabei wurden zu Beginn Grundlagen gesammelt, eine Nutzungsvereinbarung erstellt und Gefährdungsbilder ermittelt. In einem nächsten Schritt wurden zwei Hauptvarianten für das Tragwerk am Dach untersucht, vormessen und im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse miteinander verglichen. Dabei wurde zum einen ein liegendes Fachwerk untersucht, welches auf Holz- und Betonstützen aufliegt und zum anderen eine Variante mit biegesteifen Binderrahmen. Nach der Wahl der Bestvariante wurden zudem die Aussteifungen an Giebel- und Längswänden konzeptionell gelöst. Ausserdem wurden Heuwände, Heuböden und Stützen bemessen. Danach wurden kritische Details gelöst und berechnet und zuletzt entsprechende Übersichts- und Detailpläne gezeichnet.



Schnitt



Grundriss Dachgeschoss



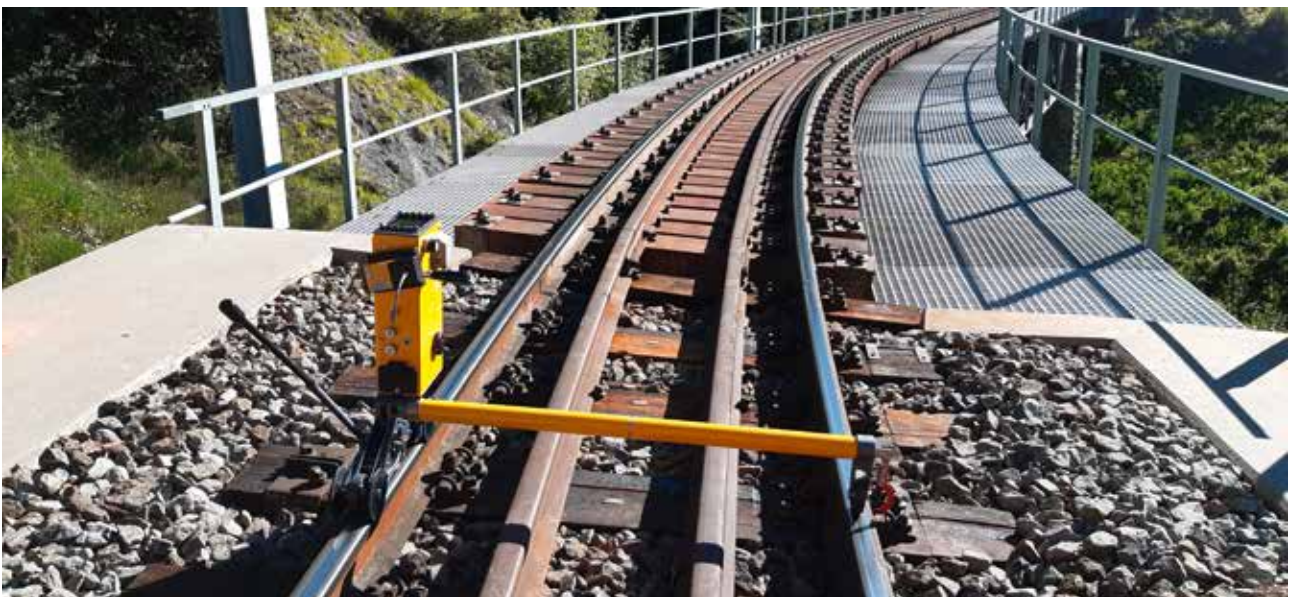
Grundriss Heuboden

Felderprobung rahmensteifer Schwellen

Soraya Herold

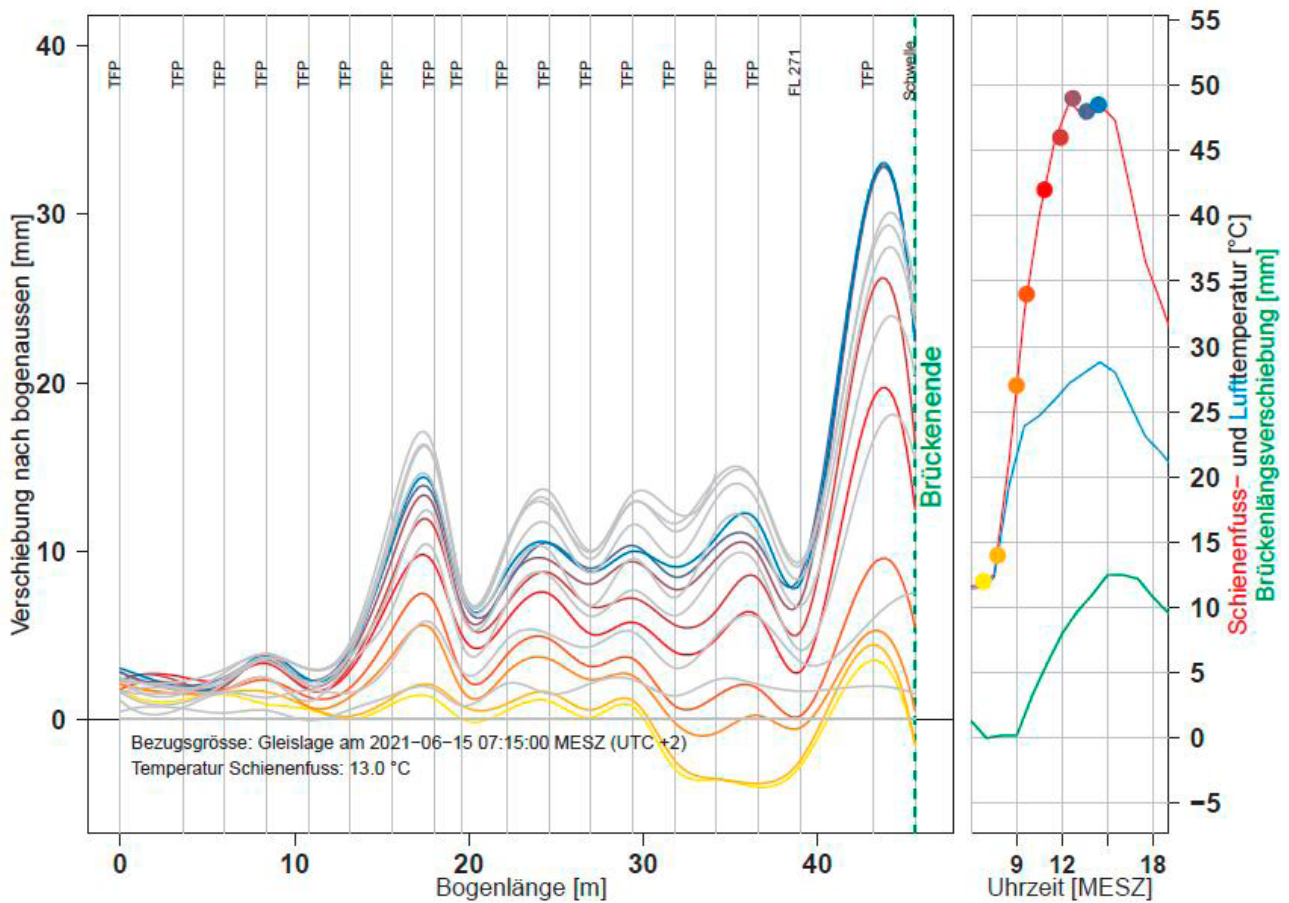
- » Betreuer: Manuel Zimmermann, MSc ETH Bau-Ing.
- » Experte: Patrick Braess, Dr. sc. ETH Zürich Dipl.-Ing.

Da die Rhätische Bahn auf gewissen Strecken ständig auftretende Probleme mit der Bogenatmung hat, wurden Überlegungen getätigt, wie und ob man diese Gleis-lagefehler minimieren kann. In der Semesterarbeit im Herbst 2020 wurde eine Stahlplatte berechnet, um genau diese Probleme in den Griff zu bekommen. Zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Stahlplatten werden Bogenatmungsmessungen auf einer Teststrecke erstellt. Der zeitliche Ablauf sieht vor, dass zuerst eine Bogenatmungsmessung ohne die neuen Stahlplatten gemacht wird. Anschliessend sollen die Stahlschwellen mit den Platten verschweisst werden, um eine zweite Bogenatmungsmessung durchzuführen. Anhand der Auswertung beider Messresultate kann abgeschätzt werden, ob die neuen Platten die Verschiebungen nach Bogenaussen reduzieren konnten und wie sich der Bogen verhält. Die Resultate der Messungen zeigen, dass die eingebauten Stahlplatten eine Verbesserung der Verschiebung nach Bogenaussen erbracht haben.





Verschweissen der Stahlschwellen mit Stahlplatten



Resultate Bogenatmungsmessung

Gebäudefundation in Seeablagerungen mittels KPP

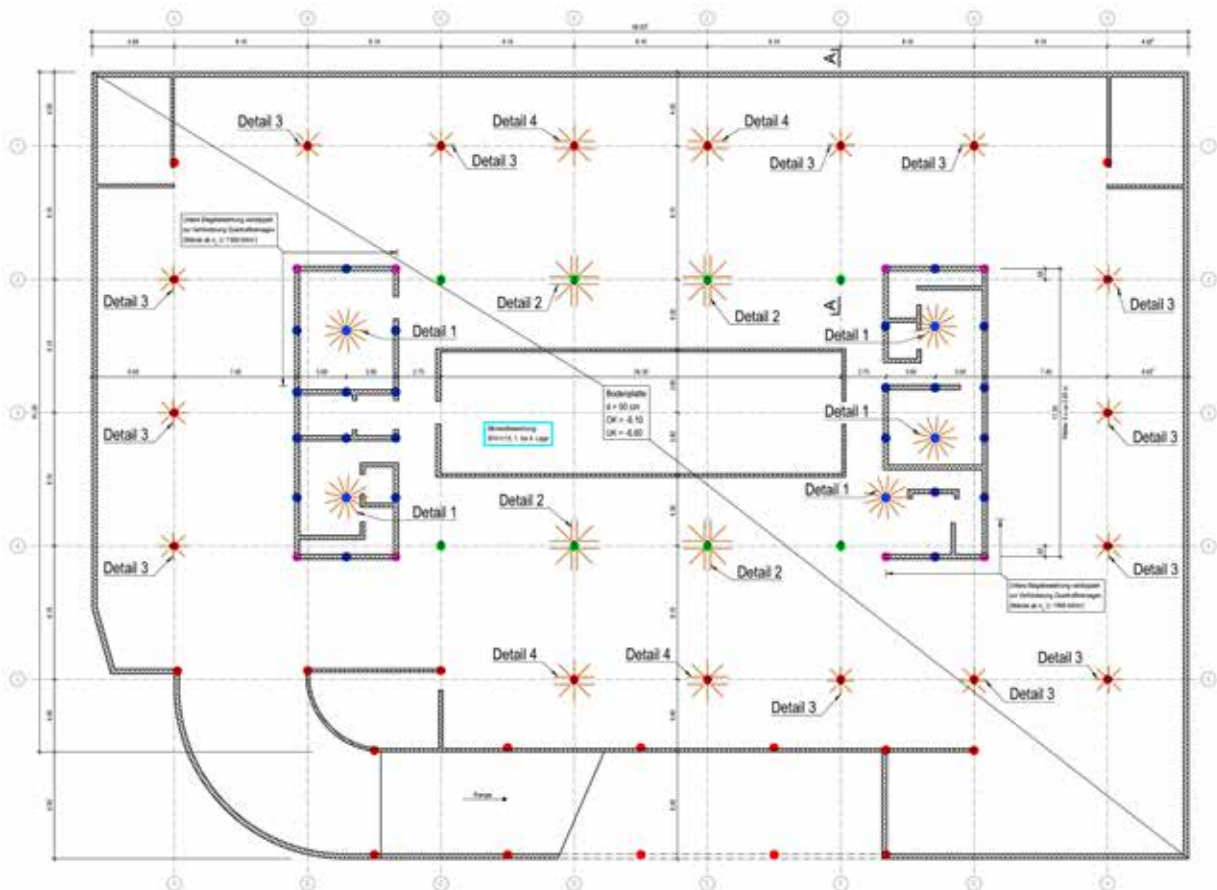
Sören Honegger

- » Betreuer: Hansjörg Vogt, Dipl. Ing. ETH, M.Eng. RPI
- » Experte: Imad Lifa, Prof. Dr. Ing. TU/SIA

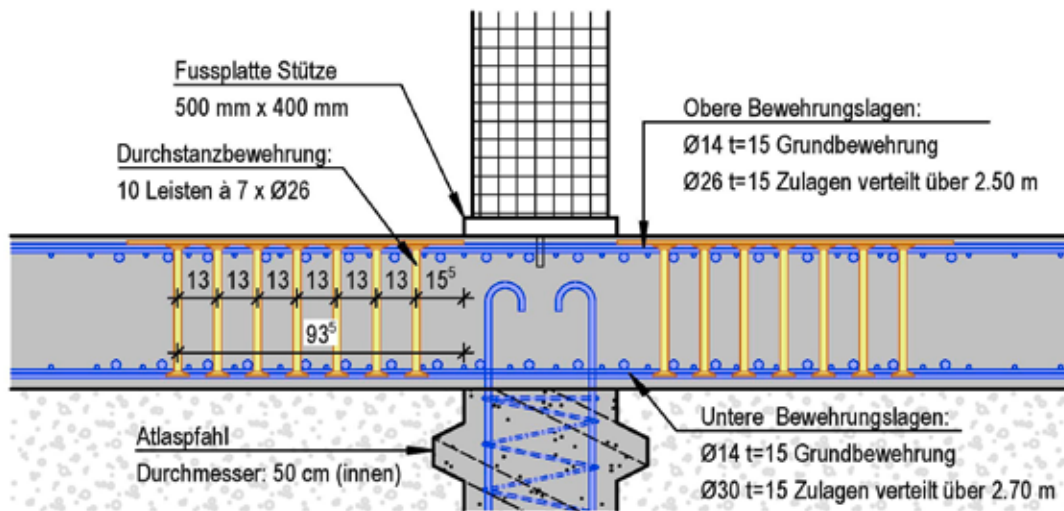
Es soll ein Dienstleistungszentrum mit zwei Untergeschossen im Grundwasser in einem schlecht tragfähigen Baugrund aus Seeablagerungen fundiert werden. Im Vorprojekt werden die Fundationsarten Plattengründung, Pfahlfundation und KPP mittels Variantenstudium geprüft und vordimensioniert. Dabei besticht die KPP als Bestvariante durch eine Mischung von tiefen Setzungsrisiken und Kosteneffizienz. Im Bauprojekt wird das KPP-Konzept detaillierter ausgearbeitet und auf die gesamte UG-Fläche erweitert. Die Bemessung erfolgt durch Unterstützung des Programms DC-Pfahlrost, wobei alle Nachweise zur Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit erbracht werden. Mit dem erarbeiteten System werden die Setzungen auf 30 mm begrenzt. Auf dem Bauprojektplan sind die ausgearbeiteten Dimensionen, Pfahl Typen und Anordnungen, sowie technische Lösungen gegen das Durchstanzen abgebildet. Für die Fundation wird ein Kostenvoranschlag von etwa 1,3 MCHF errechnet.



Visualisierung Foundation

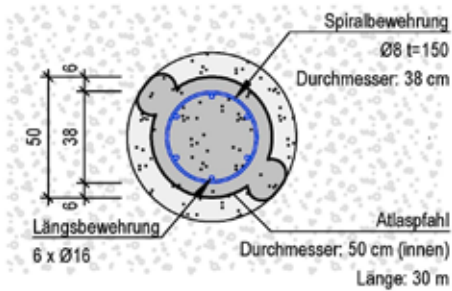


Grundriss Kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP)

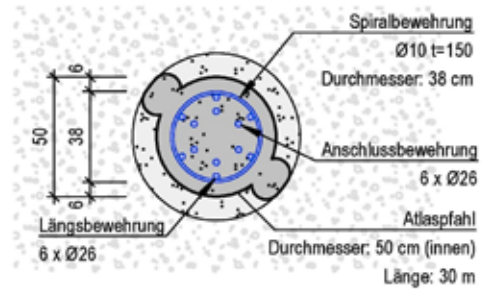


Detail Durchstanzen inkl. Zug- und Druckbewehrung in der Platte

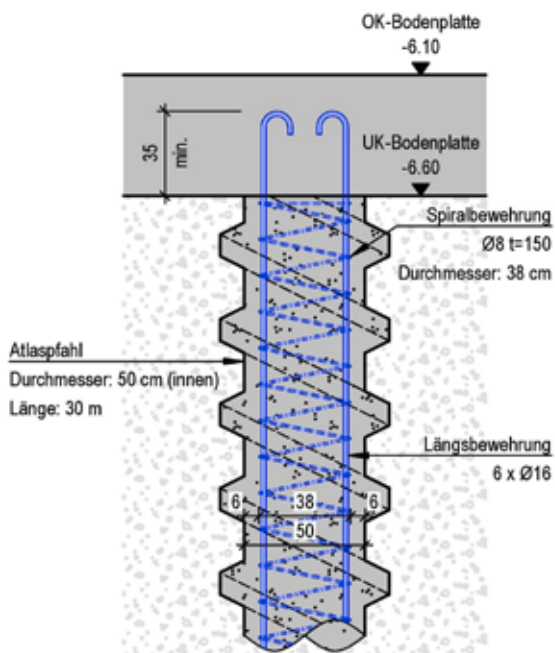
Pfahl Typ 3
Querschnitt 1:20



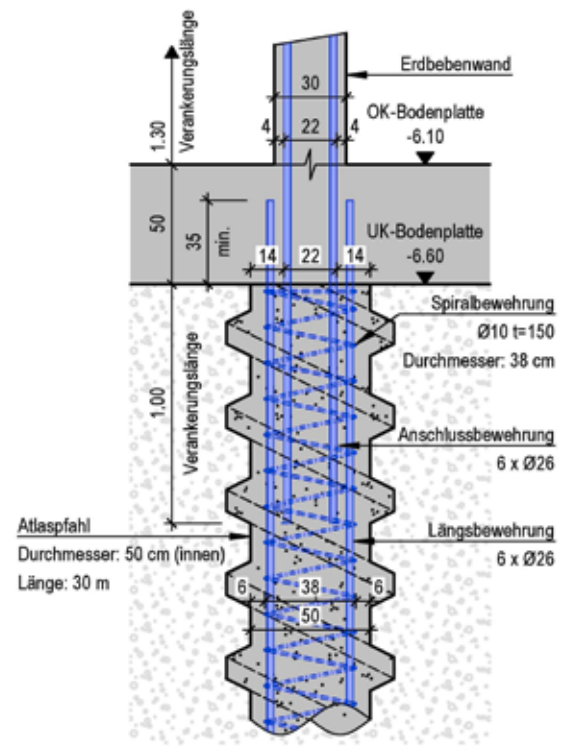
Pfahl Typ 4
Querschnitt 1:20



Längsschnitt 1:20



Längsschnitt 1:20



Pfahl Typ 3

Pfahl Typ 4 unter Erdbebenwand

Strassenbrücke Val da Tersnaus

Silvan Valentin Huonder

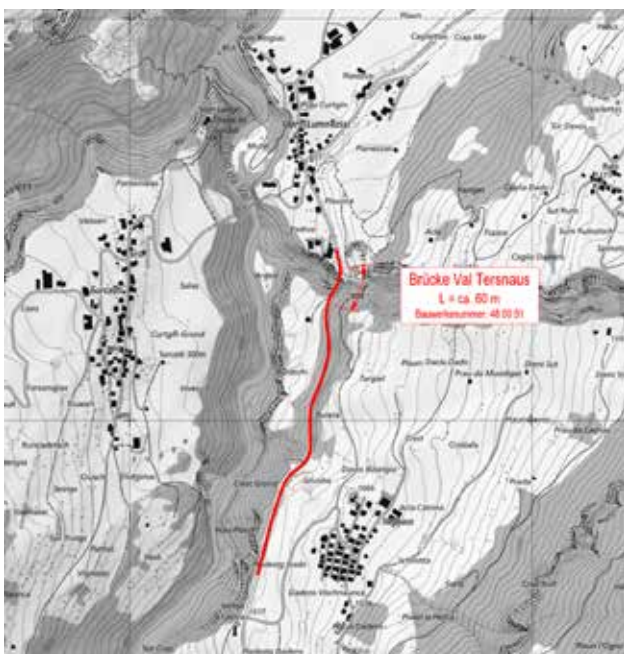
- » Betreuer: Angelo Berweger, MSc ETH Bauingenieur
- » Experte: Karl Baumann, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA

Die Uorsertobelbrücke liegt auf dem Strassenabschnitt „Val da Tersnaus – Sontga Catrina“. Die bestehende Brücke weist erhebliche Schäden auf und wurde der Zustandsklasse 3 zugewiesen. Hinzu sind Schäden in der Fahrbahn im kompletten Strassenabschnitt vorhanden. Abgesehen von den Schäden weist der Strassenabschnitt ein schmales Lichtraumprofil sowie einer engen Linienführung im Bereich der Val Tersnaus auf.

Im Rahmen der Bachelor Thesis wird die neue Brücke bis zum Stand eines Bauprojektes projektiert. Um eine möglichst gute Lösung zu finden wird in einem Variantenstudium 5 verschiedene Varianten untersucht und verglichen. Die daraus folgende Bestvariante wird weiterbearbeitet, bemessen und bezüglich der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen. Anschliessend wurde das Bauprogramm sowie die Baukosten ermittelt.

Die neue Brücke wird in Form eines Betonsprengwerkes geplant. Die Spannweiten des 3-Feldträgers sind 14.00 - 18.50 - 14.00 m. Der Überbau besteht aus einem schlaff bewehrten Plattenquerschnitt. Der Querschnitt weist beim Auflager sowie im Mittelfeld eine Höhe von 55 cm auf. Über den Pfeiler ist der Querschnitt 100 cm stark. Der Pfeilerquerschnitt ist 2.50 – 4.00 m breit und 0.80 m stark.

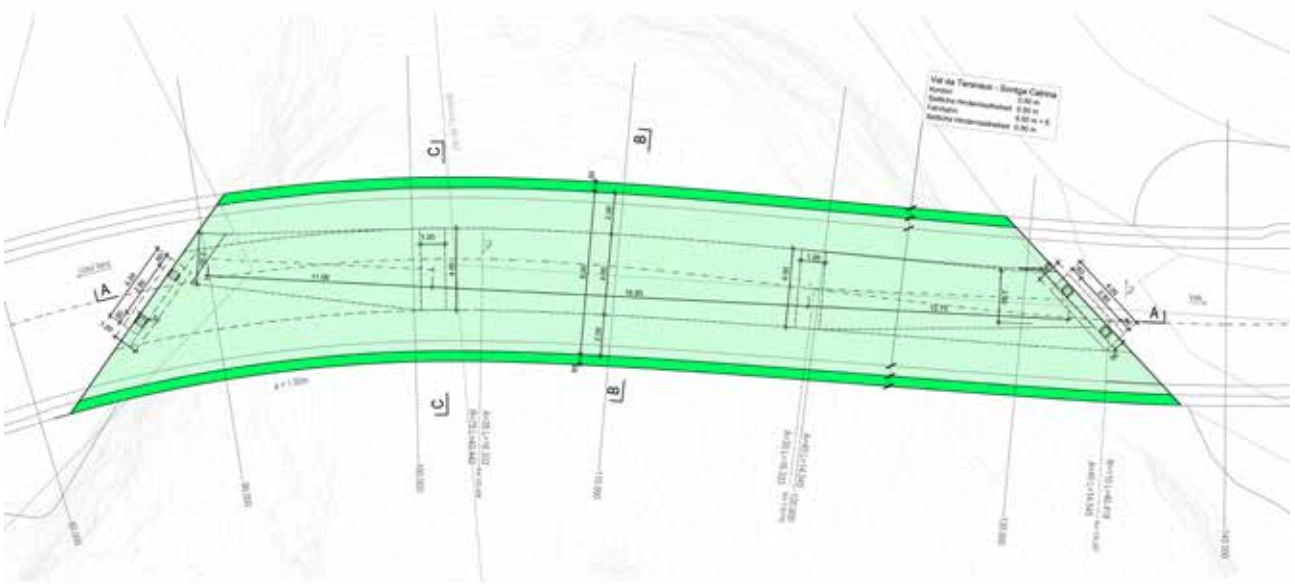
Zusammen mit der Erstellung der Brücke muss ein Felsabtrag ausgeführt werden sowie eine Fels säuberung und -sicherung angewendet werden. Die Bauzeit beläuft sich auf rund 6 Monate und die Gesamtkosten für das gesamte Projekt betragen ca. 1.9 Mio sFr.



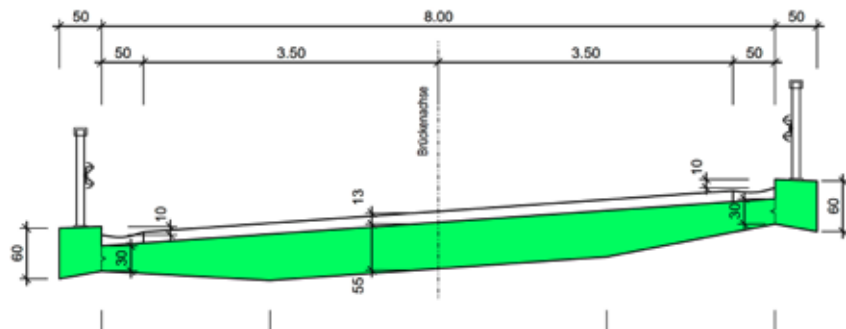
Lage der Brücke



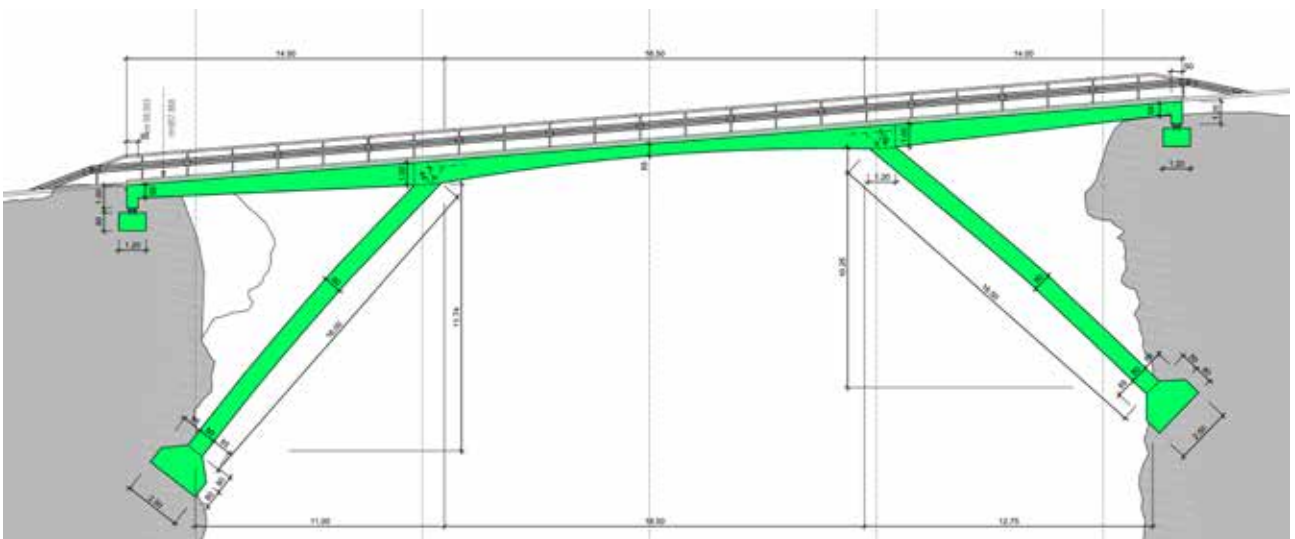
Felswand Seite Vals mit Lage des Widerlagers



Grundriss



Querschnitt



Längsschnitt

Fussgängerbrücke Hotel «Turitg»

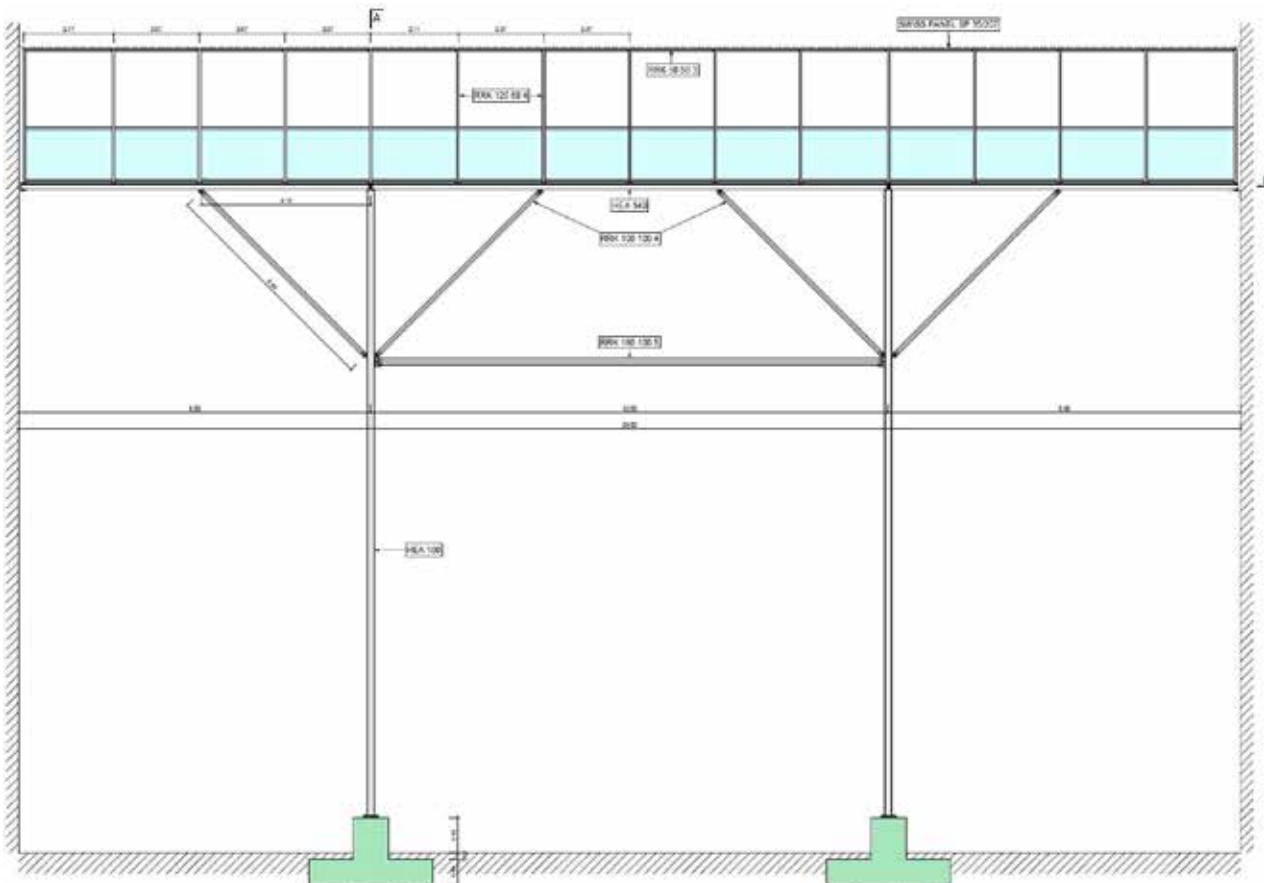
Benjamin Hurni

- » Betreuer: Thomas Entner, Dipl.-Ing. FH
- » Experte: Pascal Fleischer, Dipl. Bau-Ing. MSc/ETH/HTL/SIA

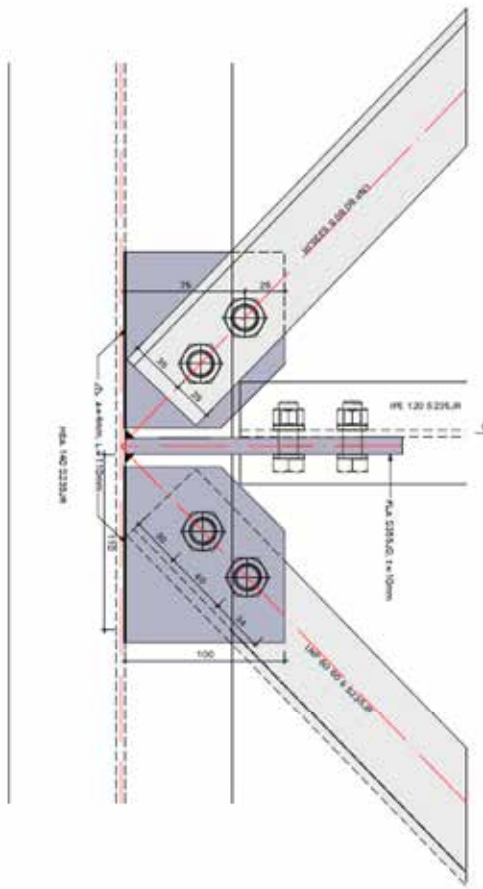
In der Stadt Zürich soll für ein Hotel eine Verbindungsbrücke für Fussgänger erstellt werden, welche das Hotelgebäude mit dessen Tribüne verbindet. Die Brücke hat eine Gesamtlänge von 29.5 m und hat eine Höhe von gesamthaft 19.25 m. Der Brückenquerschnitt soll 2.0 m breit und maximal 3.25 m hoch sein. Gewünscht wurden eine dichte Dacheindeckung und eine transparente Verglasung als Absturzsicherung. Das Hotel wünschte sich eine schlichte und möglichst wirtschaftliche Ausführung der Brücke.

Für das Vorprojekt wurden mehrere Varianten einer möglichen Brücke skizziert. Zudem sind Bauteile, wie der Gehbelag oder die Dacheindeckung bestimmt worden. Drei von diesen Varianten wurden schlussendlich vordimensioniert und miteinander verglichen. Der Entscheid fiel auf eine Mischung aus der wirtschaftlichsten und der ästhetischsten Variante.

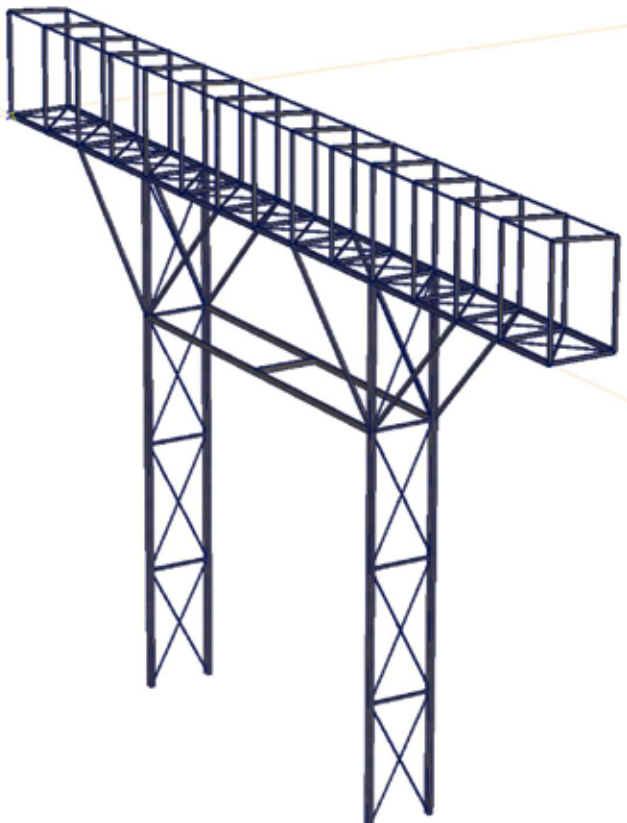
Für die gewählte Variante wurden alle Stahlprofile, mit bedacht auf die Knotengestaltung, dimensioniert. Bei der Gestaltung der Knoten wurden möglichst einfache Systeme erarbeitet, um eine reibungslose Aufrichtung in drei Hauptteilen zu ermöglichen.



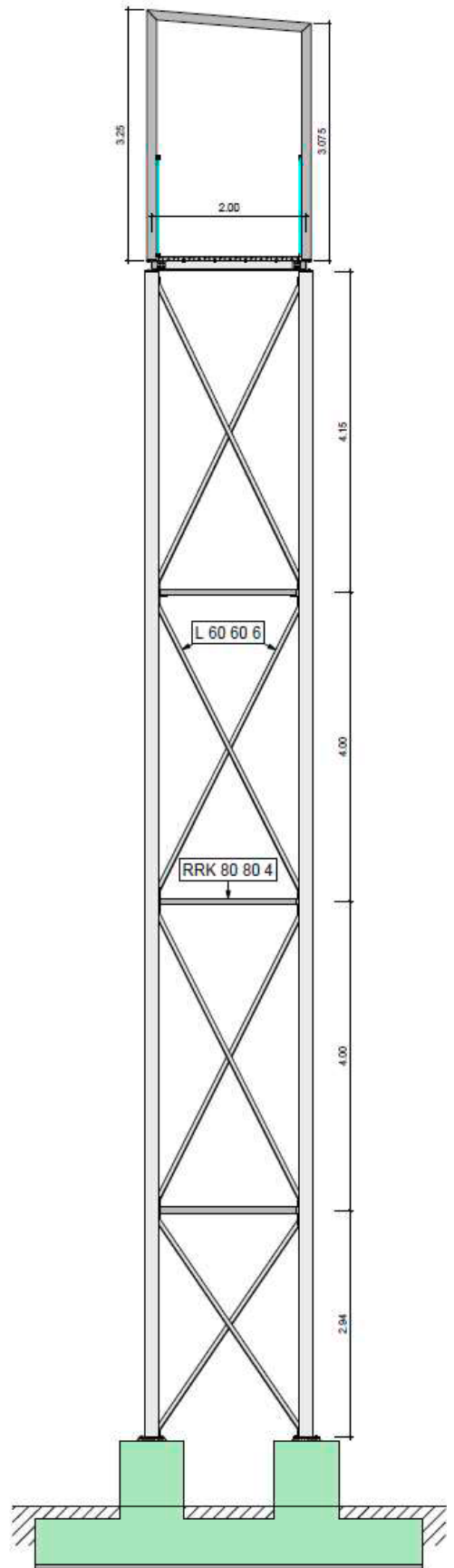
Längsansicht



Detail Trägerverbund



3D Ansicht Tragwerk



Schnitt Stützenverbund

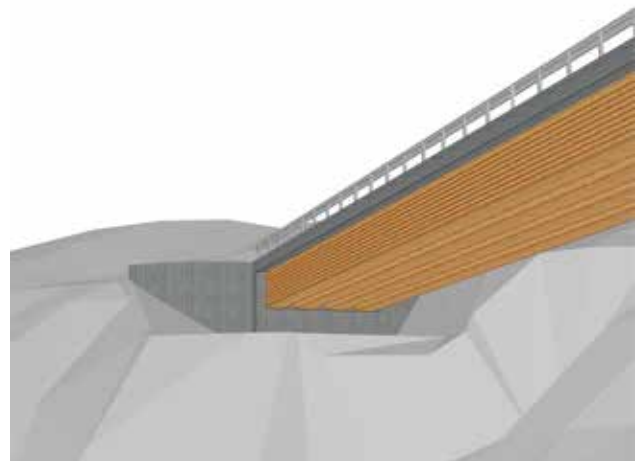
Lochlitobelbrücke St. Martin: Holzvariante

Sebastian Klaus

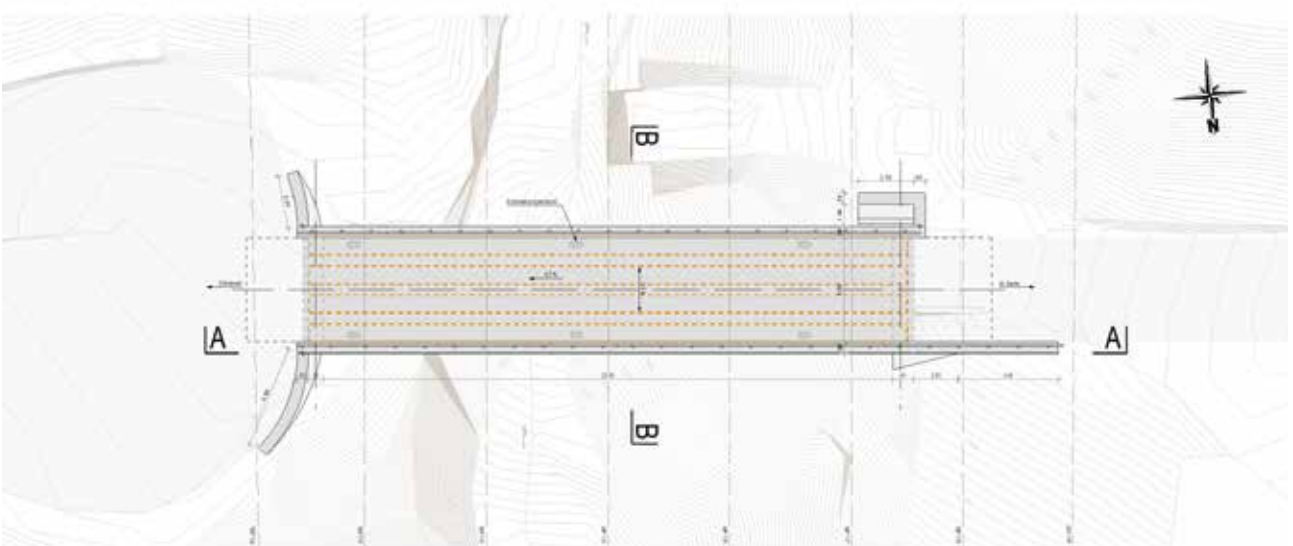
- » Betreuer: Daniel Schmid, BSc Holzbauingenieur TST
- » Experte: Rolf Bachofner, Holzbauingenieur FH

Die 1959 erbaute Betonbrücke über das Lochlitobel erschliesst die Fraktion St. Martin in Ruin bei Obersaxen. Aufgrund ihrer geringeren Breite und des schadhafte Zustandes soll ein Neubau den Bestand ersetzen. Da für die Bauherrschaft dabei eine kurze Bauzeit sowie der ökologische Faktor wichtig ist, interessiert sie sich auch für eine Holzvariante. Das Holz soll dabei aus den Wäldern der Gemeinde St. Martin stammen. Die neue Strassenbrücke hat eine Spannweite von 26.3 m und eine Durchgangsbreite von 4.7 m.

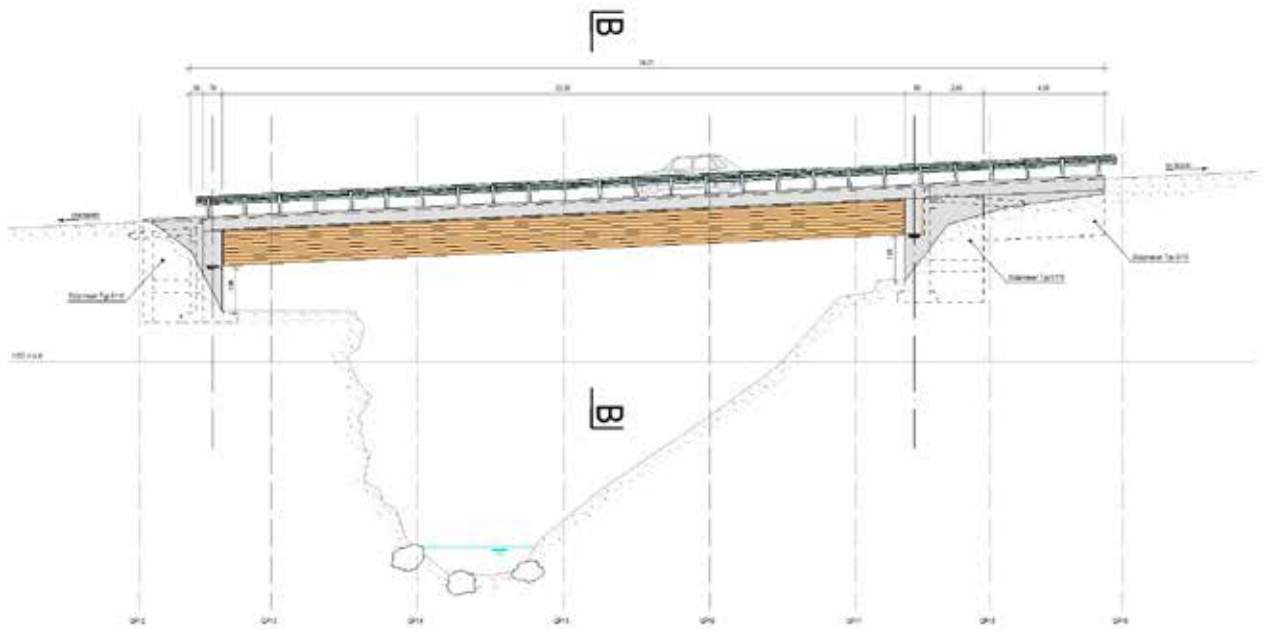
Hinsichtlich der Aufnahme der verkehrstypischen Lasten sowie des konstruktiven Holzschutzes, konnte sich bei einem Variantenvergleich eine Holz-Beton-Verbund-Konstruktion durchsetzen. Die Betonplatte nimmt dabei die Druckkräfte und vier blockverleimte Brett-schichtholz-Träger die Zugkräfte auf. Der Schubverbund zwischen den zwei Materialien wird mit Dübelleisten mit Kopfbolzen bewerkstelligt. Die Gründung der Fundamente kann auf oberflächennahem Felsen erfolgen.



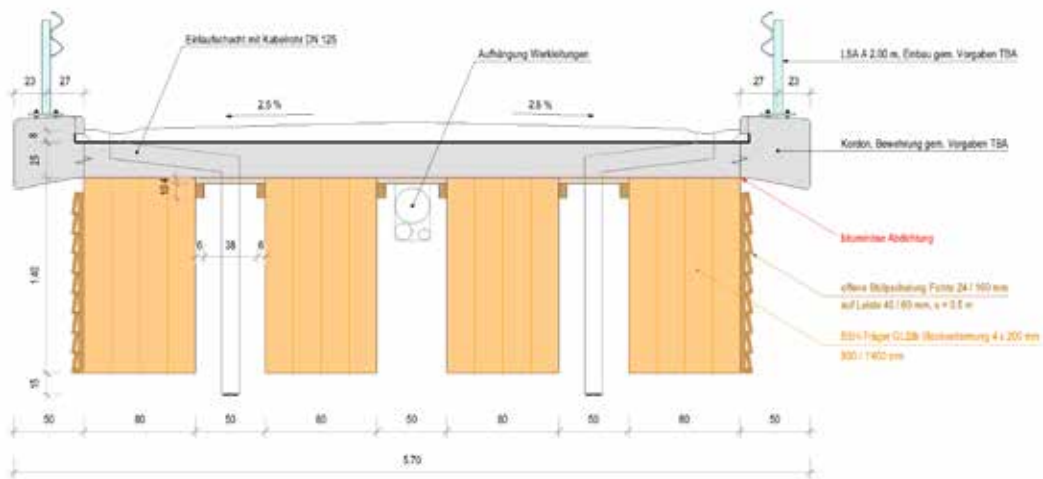
Visualisierungen



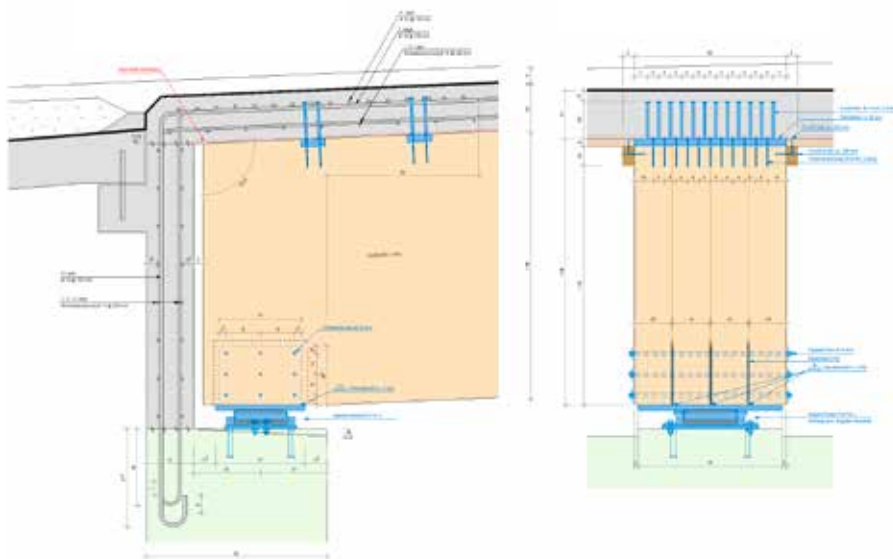
Situation



Längsprofil



Normalprofil



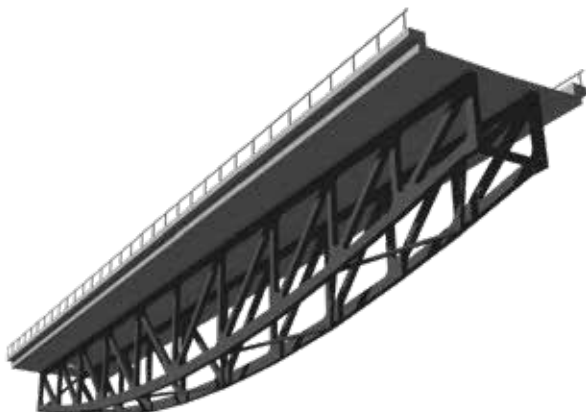
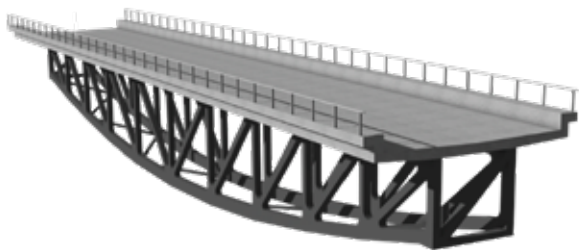
Auflagerdetail

Ersatzbauwerk Saanequerung Gümmenen, BLS

Michael Korner

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

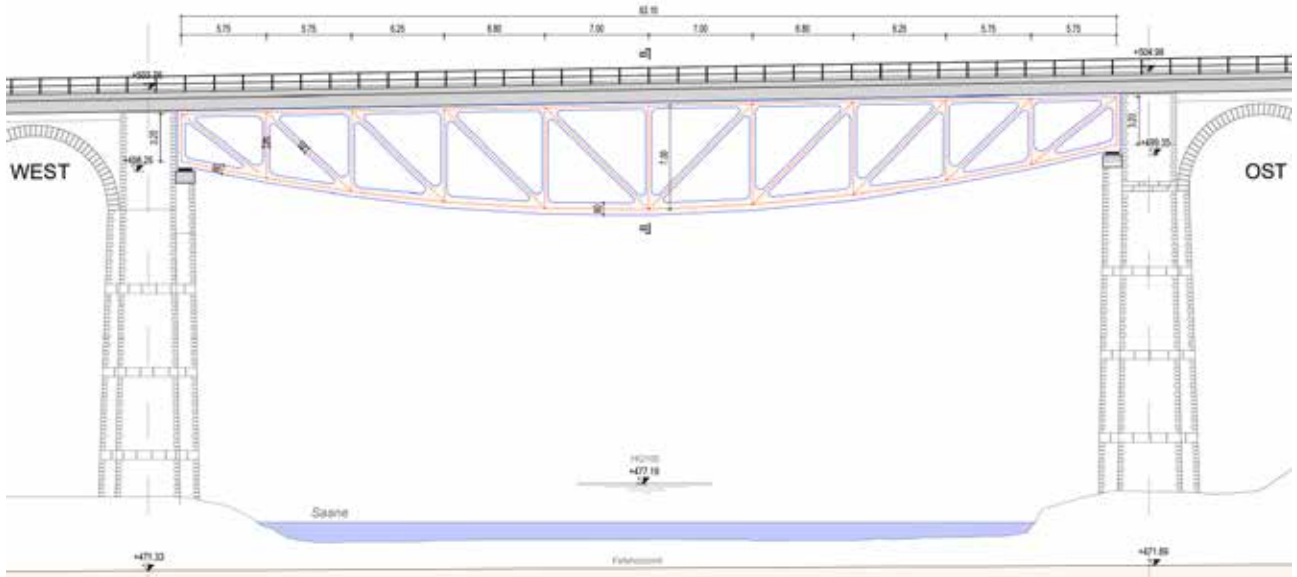
Das Ziel der vorliegenden Bachelor Thesis war es, ein Ersatzbauwerk für die Saanequerung der BLS in Gümmenen im Kanton Bern zu konstruieren und rechnerisch nachzuweisen. Dabei wurde angestrebt, eine moderne Interpretation des historischen Tragwerks zu entwerfen. Nach einer detaillierten Grundlagenforschung sowie einem umfangreichen Variantenstudium fiel die Entscheidung auf einen Fischbauchträger in Stahl-Beton-Verbundbauweise. Diese Konstruktionsweise führt dazu, dass ein Minimum an Material dort eingesetzt werden kann, wo es benötigt wird. Der hochleistungsfähige Brückenträger erinnert mit seiner filigranen Ästhetik an das historische Tragwerk und stellt mit seinen verschweissten Knoten zugleich eine moderne Lösung dar.



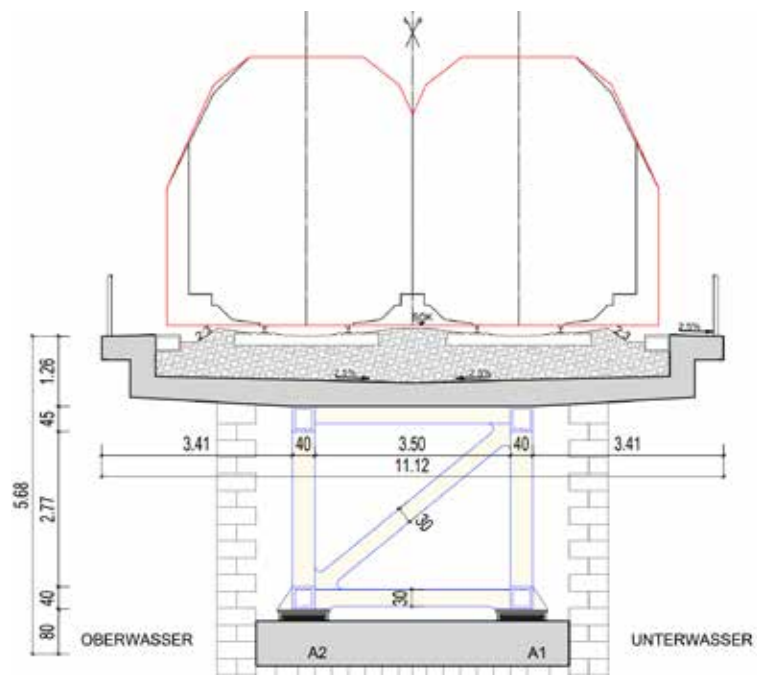
3D Modell des Tragwerks 1 und 2



Visualisierung des Tragwerks unterwasserseitig nach Osten



Ansicht von der Oberwasserseite



Ansicht Auflager West

Konstruktive Sicherheit eines Speichersees

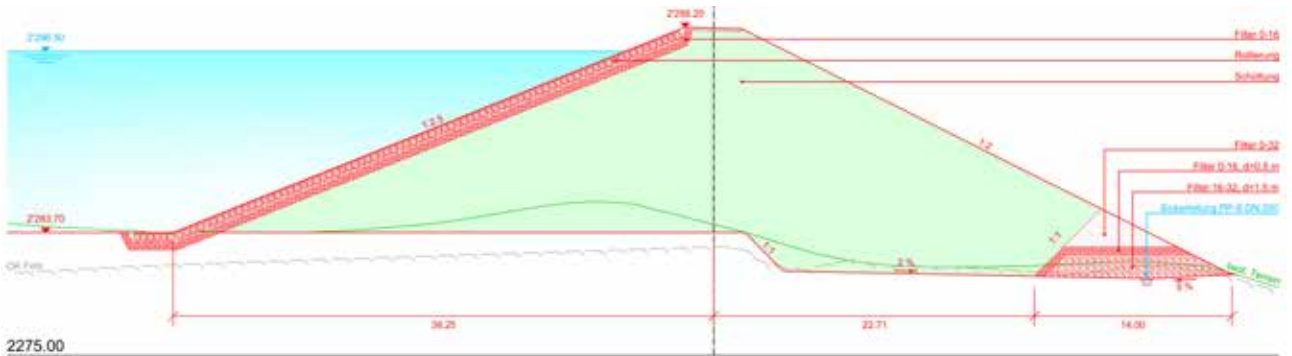
Albin Kretz

- » Betreuer: Hansjörg Vogt, Dipl. Ing. ETH, M.Eng. RPI
- » Experte: Imad Lifa, Prof. Dr. Ing. TU/SIA

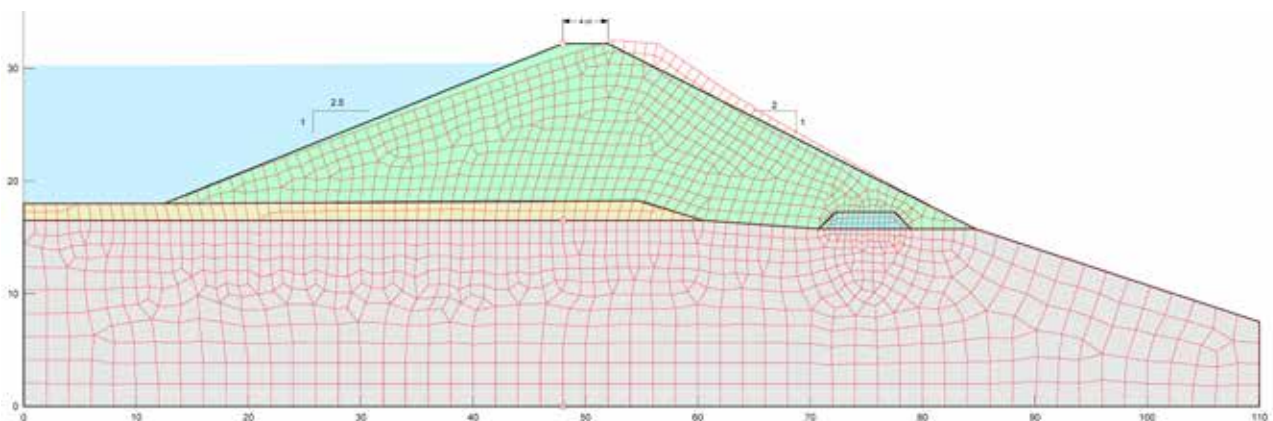
Die Schneesicherheit ist ein zentraler Aspekt für den wirtschaftlichen Erfolg eines Skigebietes. Schneemangel infolge Trockenheit und hohen Temperaturen stellt Skigebiete vor grosse Herausforderungen. Für die Beschneigung werden in kurzer Zeit grosse Wassermengen benötigt. Um kurzfristig über genügend Wasserreserven zu verfügen, wurde ein Speichersee mit einem Nutzvolumen von rund 300'000 m³ geplant. Im Rahmen des Vorprojektes wurde ein detailliertes Variantenstudium verschiedener Dammsysteme erarbeitet. Dabei wurde die Variante eines homogenen Erddammes als Bestvariante evaluiert. Im Rahmen des Bauprojektes wurden sämtliche Aspekte der konstruktiven Sicherheit wie die Ableitung von Hochwasser und die strukturelle Integrität des Dammes untersucht. Der Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden zeigte sowohl für den statischen als auch den dynamischen Fall, dass unter Anwendung von komplexen Berechnungsverfahren deutlich wirtschaftlichere Konstruktionen möglich sind.



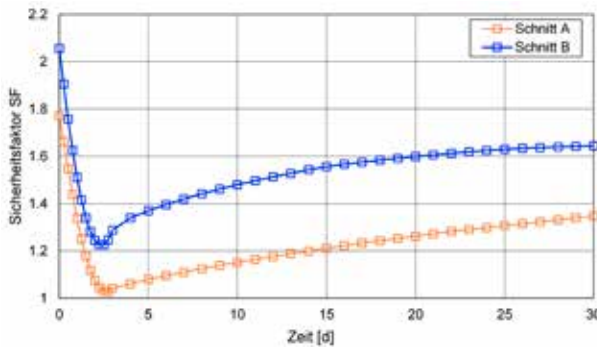
Situation Speichersee



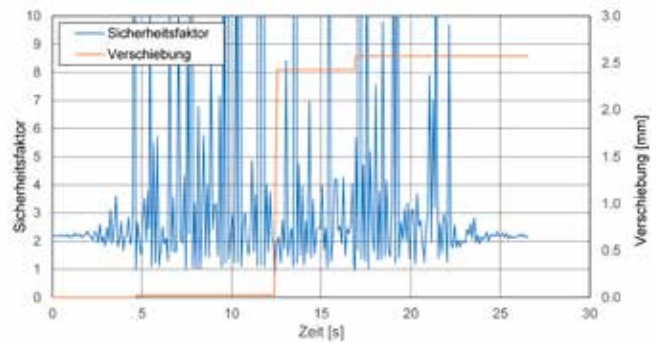
Schnitt mit der grössten Stauhöhe



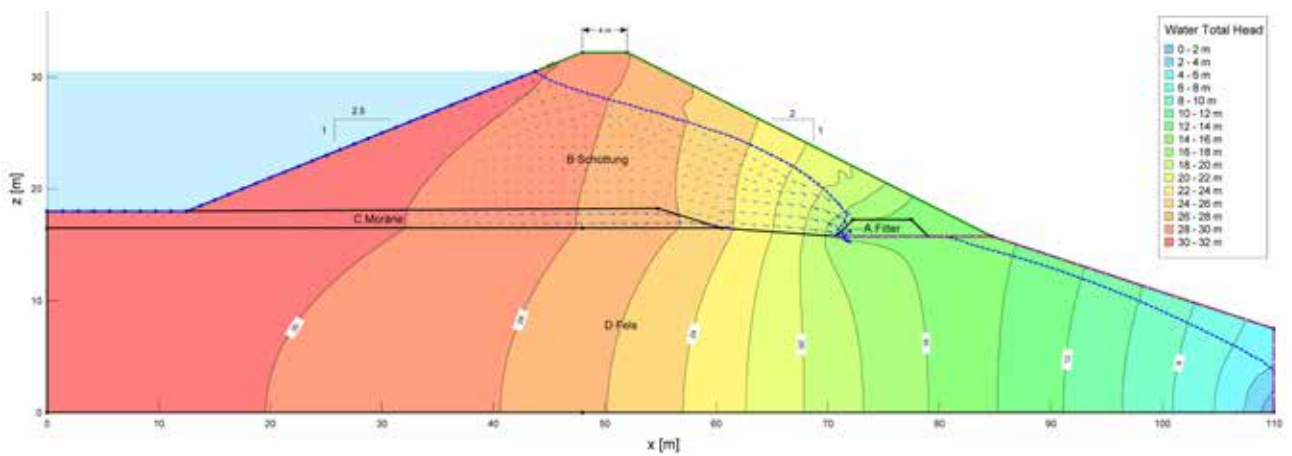
Momentane Verformung des Dammes bei t=13.55 s



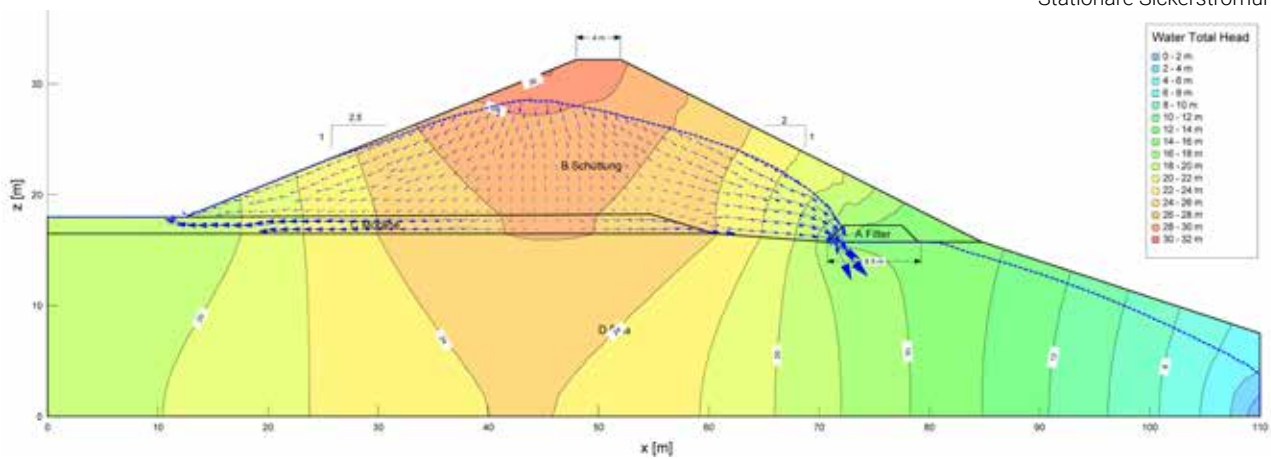
Sicherheitsfaktor vs. Zeit bei rascher Absenkung



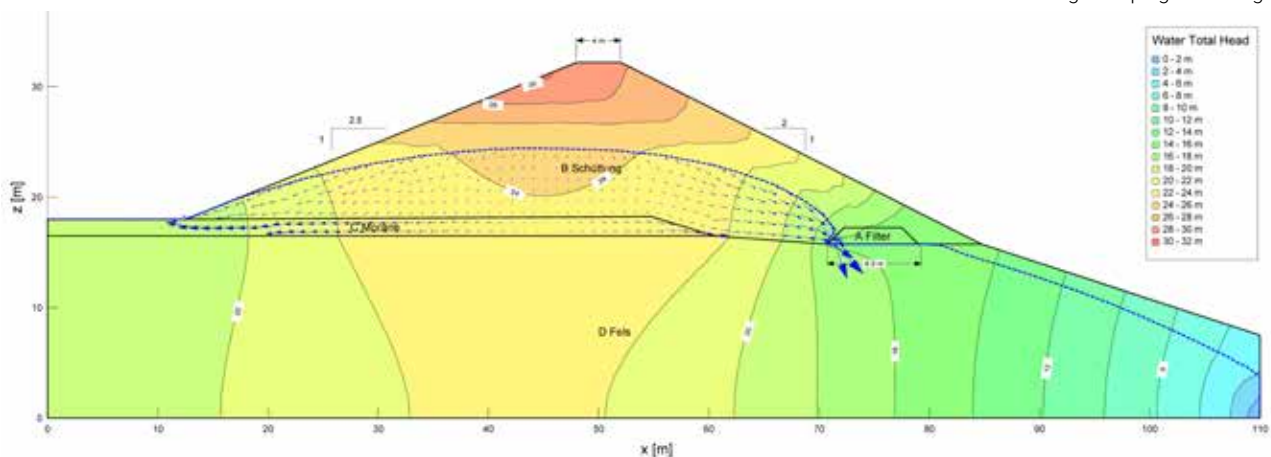
Newmarkanalyse



Stationäre Sickerströmung



Sickerlinie nach Absenkung Seespiegel in 3 Tagen



Sickerlinie nach 30 Tagen

Lehnenbrücke Stalusa I

Andrea Luca Lenz

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

Die Lehnenbrücke Stalusa I ist Teil der Oberalpstrasse und befindet sich auf der Strecke zwischen Sumvitg und Disentis / Mustér im Bündner Oberland. Im Rahmen der Strassenkorrektur Punt Russein - Brücke Val Lumpegna plant das Tiefbauamt Graubünden den Ersatz der bestehenden Brücke aufgrund ihres schlechten Zustandes. Nach der Durchführung eines Variantenstudiums mit insgesamt vier verschiedenen Lösungsansätzen wurde entschieden, die Variante «Unterspannung» zum Bauprojekt weiterzuentwickeln.

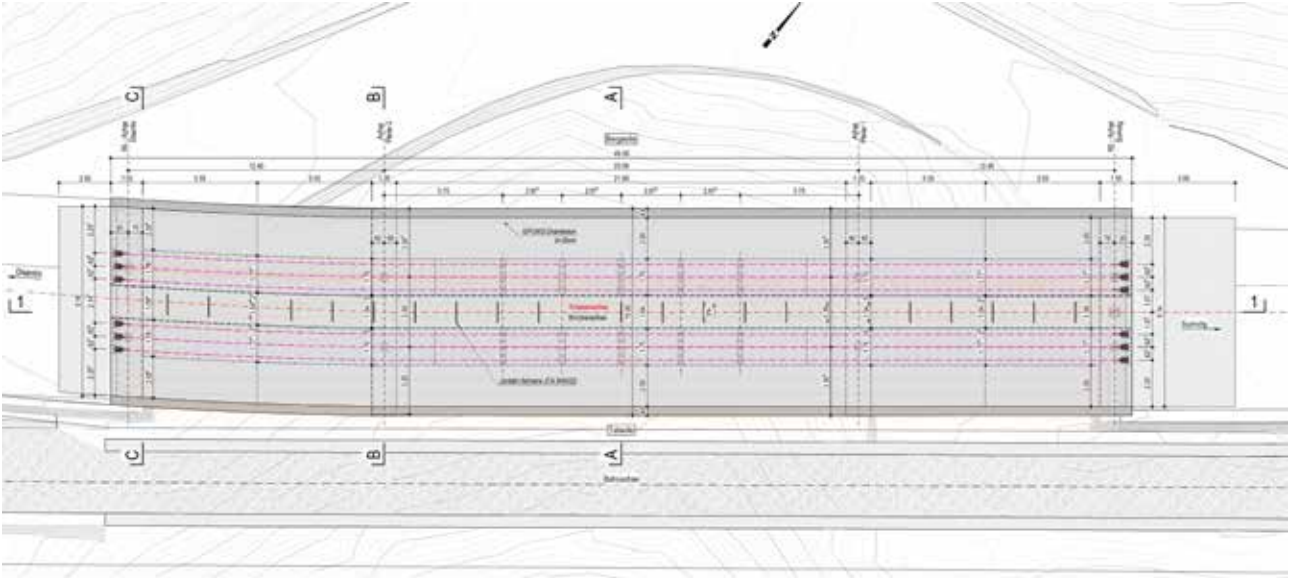
Der vorgespannte dreifeldrige Durchlaufträger aus Stahlbeton verfügt im Mittelfeld über eine Unterspannung, die als Fischbauch ausgebildet ist. Die Spannweiten belaufen sich auf 12.40 m – 23.00 m – 12.40 m. Insgesamt verfügt der Plattenquerschnitt über sechs Litzenkabel, die entlang des Mittelfelds in der Unterspannung geführt werden.

Gelagert wird der neue Überbau auf den bestehenden Pfeiler und Widerlager, welche infolge der grösser gewählten Fahrbahnbreite von 9.00 m entsprechend zu verbreitern sind. Entsprechend wird auch deren Natursteinmauerwerk instand gestellt.

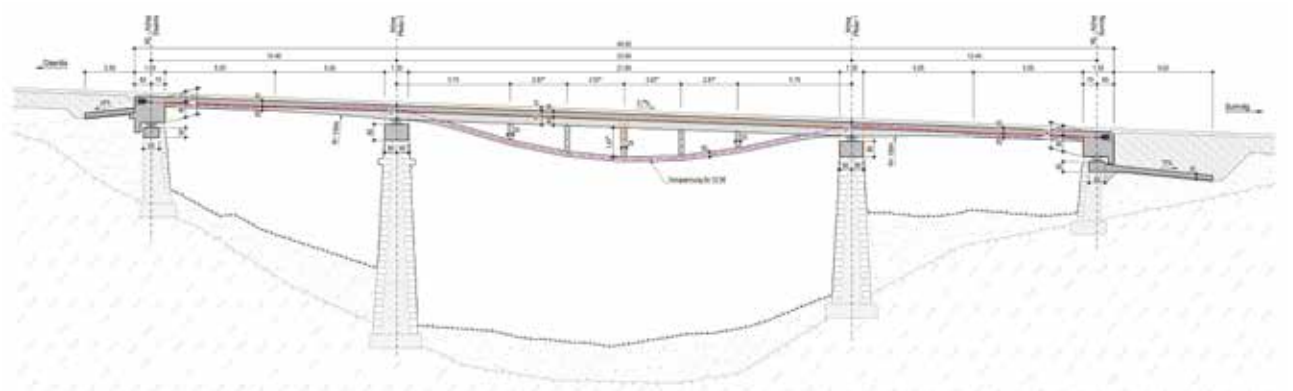
Die Bauausführung soll während einer Bausaison von Anfang April bis Ende Oktober stattfinden. Der Verkehr kann dabei einspurig über das alte, bergseitig verlaufende Trasse der Oberalpstrasse geführt werden. Die finanziellen Aufwendungen belaufen sich gemäss dem Kostenvoranschlag auf insgesamt sFr. 1'969'000.- inkl. Unvorhergesehenem, Honorare und MwSt.



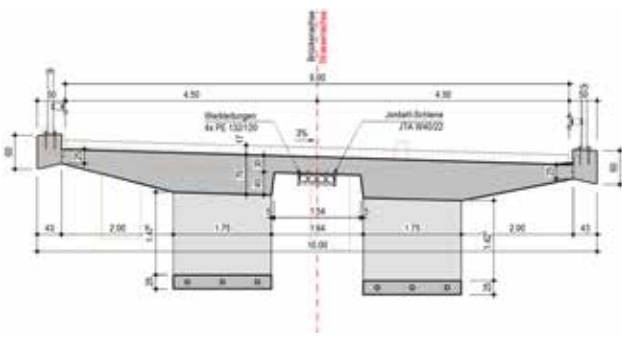
Übersichtsfoto



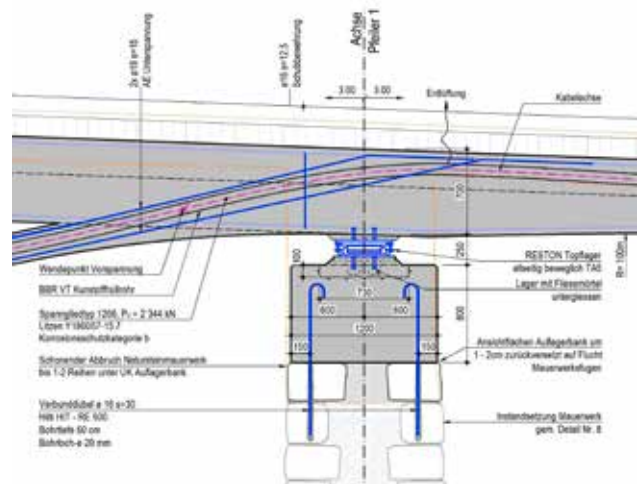
Situation



Längsschnitt



Querschnitt



Detail Pfeilerkopf

Holzfussgängerbrücke über den Schächen

Raul Negri

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

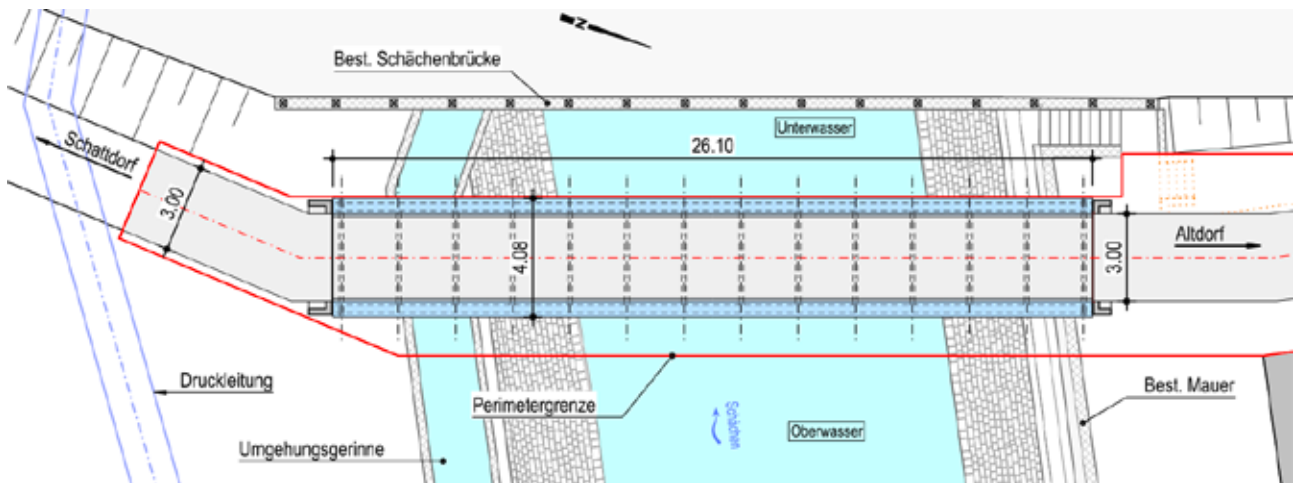
Im Rahmen des Ausbaus der West-Ost-Umfahrung wird in der Gemeinde Schattdorf, Kanton Uri, südlich der Schächenbrücke der Knoten Schächen neugestaltet. Miteinhergehend mit dem Bau des Kreisels Schächen und der neuen West-Ost-Verbindungsstrasse wird ebenfalls die Verkehrsführung über den Schächen angepasst, so dass nur noch der motorisierte Strassenverkehr und die Radfahrer über die Schächenbrücke geführt werden. Als Ersatz des Gehwegs soll nun östlich der bestehenden Schächenbrücke die neue Fussgängerbrücke gebaut werden, die den Fussgängerverkehr über den Schächen führt.

Im Variantenstudium fiel die Wahl auf eine Trogbrücke. Die Spannweite beträgt 25.50 m und die lichte Breite im Querschnitt 3.0 m. Die Brücke ist als einfache Balken gelagert. Der Überbau besteht aus tragenden Holzplatten und Gussasphalt. Querrahmen aus Stahl übertragen die Kräfte vom Überbau zu den Längsträger aus GL28h und dienen zusätzlich als Aussteifung und Stabilisierung.

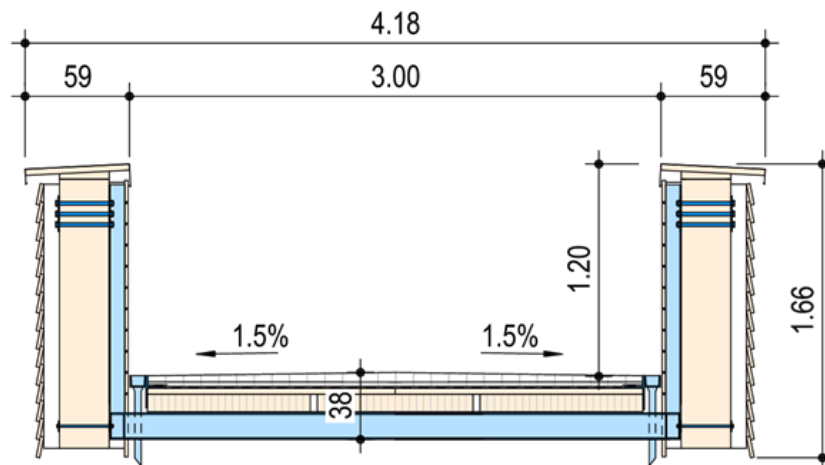
Die Herausforderungen an der Trogbrücke sind die Schneeräumung mit 7.2 Tonnen schwere Unterhaltsfahrzeuge, eine Umgehungsgerinne für die Fischwanderung, die in der Nähe vom Widerlager geplant ist und der Holzschutz, um die Dauerhaftigkeit zu gewährleisten. Die Fussgängerbrücke wird in einer Werkstatt vorgefertigt, auf der Baustelle transportiert und mit einem Kran positioniert.



Visualisierung der Trogbrücke



Grundriss der Trogbrücke



Querschnitt der Trogbrücke



Visualisierung der Trogbrücke

Strassenkorrektur Alvaneu Dorf, innerorts

Selina Oberhauser

- » Betreuer: Max Knecht, Dipl. Bauing. ETH
- » Experte: Behar Rushiti, BSc Bauingenieur FHO

Die kantonale Hauptstrasse H471b (Landwasserstrecke) führt von Tiefencastel nach Davos, direkt durch das Dorfzentrum von Alvaneu Dorf. Der Strassenabschnitt in diesem Bereich ist allgemein in einem baulich schlechten Zustand und weist hinsichtlich Verkehrssicherheit aufgrund der hohen Fahrgeschwindigkeit und den engen Platzverhältnissen im Verkehrsraum durch die bestehende Bebauung grosse Defizite auf.

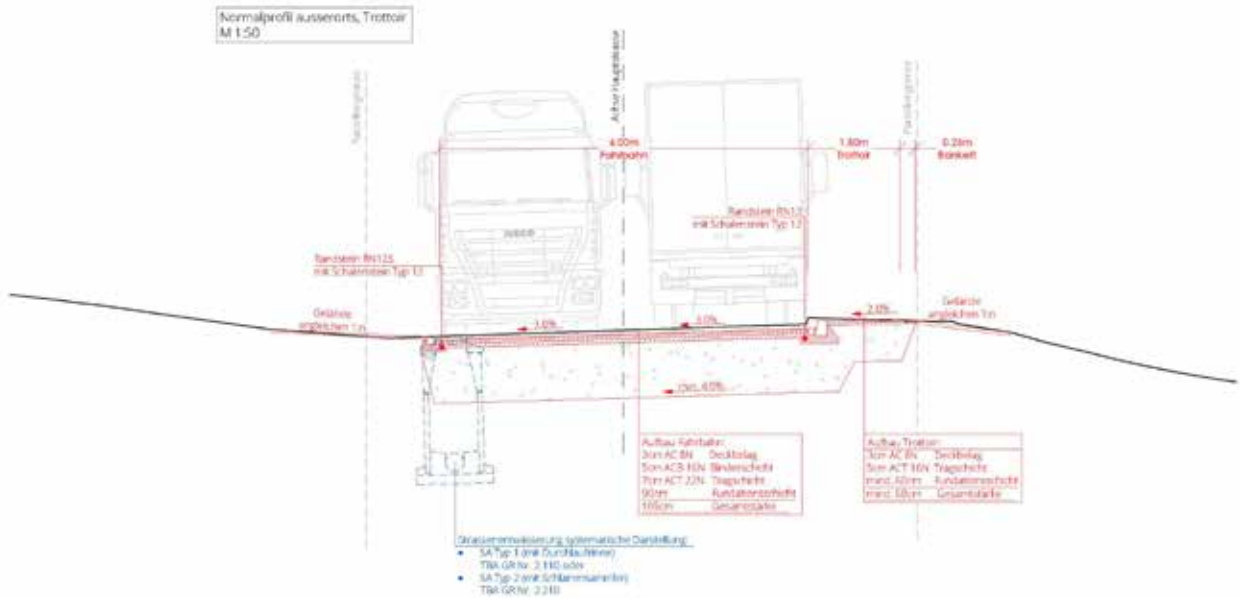
Eine Reduktion der allgemeinen Höchstgeschwindigkeit zur Verbesserung der Verkehrssicherheit ist infolge fehlender Alternativen zweck- und verhältnismässig.

Dass ein Einhalten des vorgeschriebenen Tempolimits gewährleistet ist, gilt es die betriebliche Anordnung von Tempo 30 mit baulichen Massnahmen zu unterstützen.

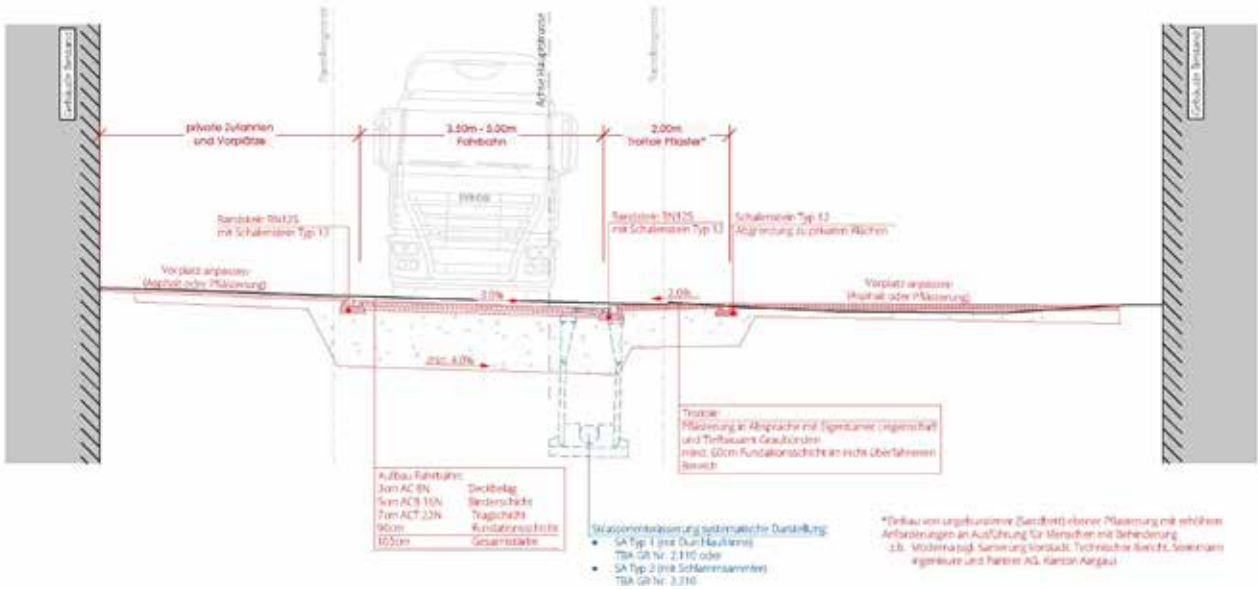
Einfahrtstore signalisieren den Beginn des Tempo 30 Bereiches. Innerhalb des Projektperimeters ist die Fahrbahn abschnittsweise durch horizontale Versätze eingengt, sodass die Durchfahrt für den motorisierten Verkehr unterbrochen ist. Durch die Reduktion der Fahrbahnbreite erhält der Fussgänger eine durchgehende, eigenständige Anlage über den gesamten Projektabschnitt.



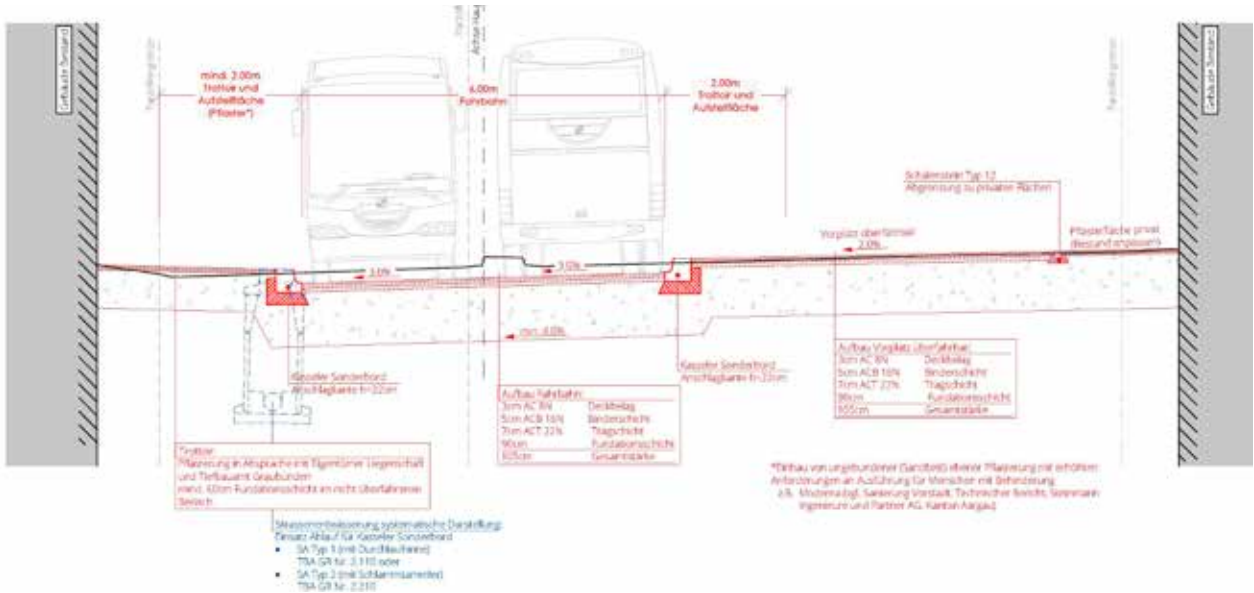
Situationsplan Bereich innerorts



Normalprofil ausserorts (Trottoir mit hoher Anschlagkante)



Normalprofil innerorts (Trottoir mit niedriger Anschlagkante)



Normalprofil innerorts, Fahrbahnhaltestelle

Strassenkorrektur Prättigauerstrasse H28a

Enrico Riedi

- » Betreuer: Behar Rushiti, BSc Bauingenieur FHO
- » Experte: Daniel Imhof, BSc Bauingenieur ZFH, EMBA FH

Die vorliegende Bachelor Thesis beinhaltet die Strassenkorrektur der Prättigauerstrasse H28a, welche sich in der Gemeinde Kloster / Davos befindet. Der Projektperimeter vom Grünbödli bis zur Unterquerung Stütz bach weist eine Länge von etwa 2'250 m auf.

Die Linienführung wird optimiert und der Strassenkörper verbreitert. Die Fahrbahn hat eine Breite von 6.50 m und in den Kurven wird sie zusätzlich erweitert. Zusätzlich wird ein bergseitiger Fahrradstreifen von 1.50 m über den gesamten Projektabschnitt geführt. Die seitlichen Hindernisfreiheiten betragen bergseitig 0.80 m und talseitig 1.00 m. Infolge der topografischen Verhältnisse werden beidseitig neue Stützkonstruktionen notwendig. Es werden neue bergseitige Schwergewichtsmauern auf einer Gesamtlänge von 123 m und eine talseitige Schwergewichtsmauer von 156 m neu erstellt. Zusätzlich erfolgt auf einer Länge von 520 m eine Lehnkonstruktion, da eine talseitige Schwergewichtsmauer aufgrund der Höhe nicht mehr wirtschaftlich und nachhaltig wäre. Die Böschungen werden generell mit der Neigung 3:4 erstellt, wobei bei Felsmaterial auch mit 10:1 geböschet werden kann.

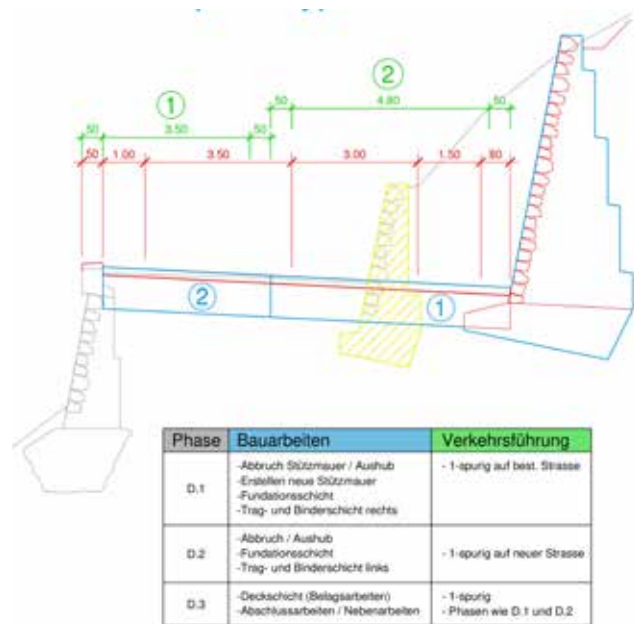
Die projektierte Strasse behält ihren Strassencharakter und fügt sich optimal in die Landschaft ein. Die handwerklich sehr gelungenen bergseitigen Zyklopenmauern bleiben grösstenteils bestehen. Die Bushaltestelle Unter Laret wird versetzt, mit einer Bushaltebucht ausgestattet und behindertengerecht ausgeführt. Die Knotenpunkte sind durch die neue Linienführung viel übersichtlicher gestaltet.

Während den Bauphasen wird der Verkehr mindestens einspurig geführt, damit die wichtige Verbindung nach Davos weiterhin genutzt werden kann. Die Gesamtkosten +/-10% belaufen sich auf rund 17 Mio. CHF inkl. MwSt.

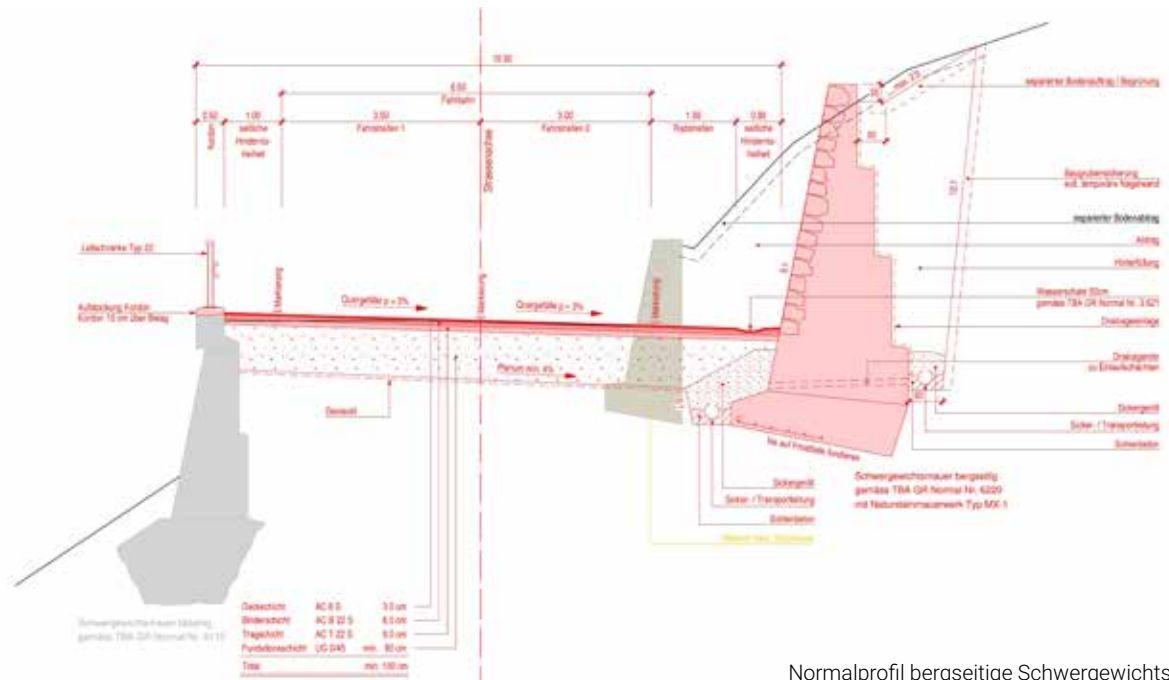
Die Strassenkorrektur dieses Abschnittes ist ein Mehrwert für alle Verkehrsbeteiligten. Durch die Verbreiterung wird die Verkehrssicherheit aller Teilnehmer deutlich erhöht und der zukünftig wachsenden Verkehrsbelastung gerecht.



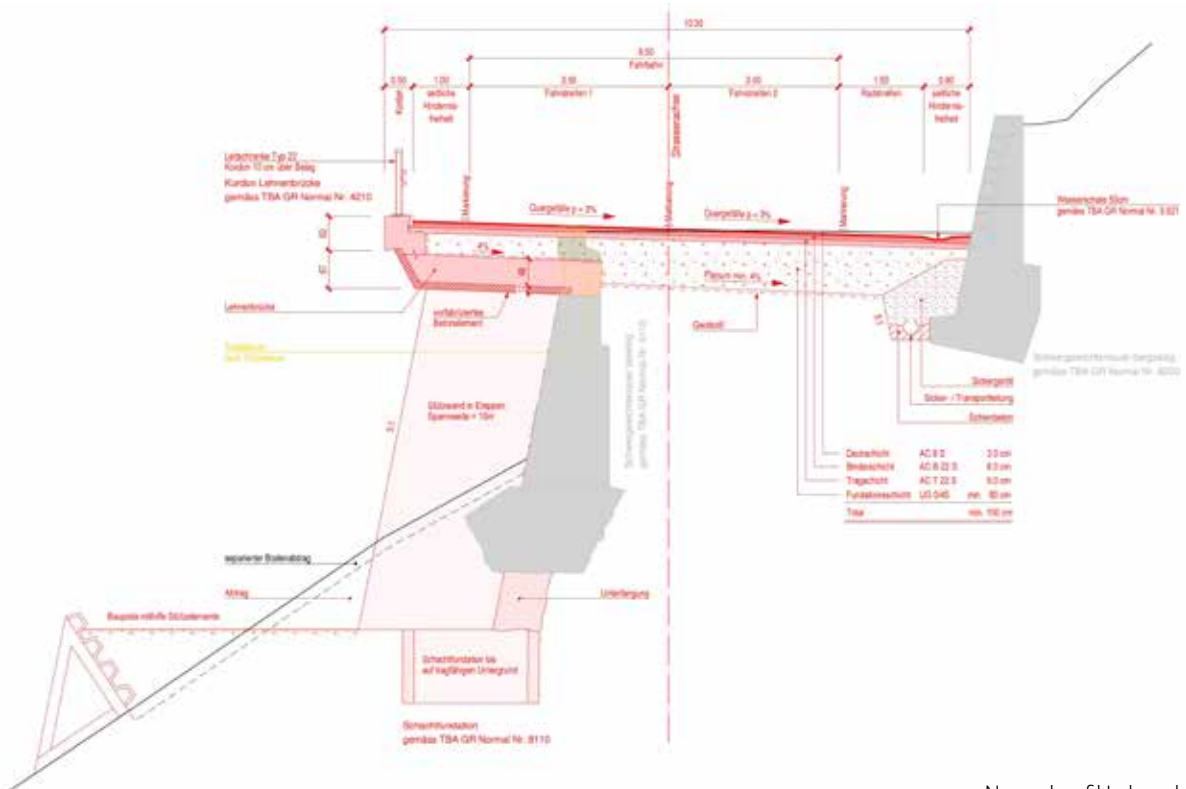
Übersicht Projektperimeter



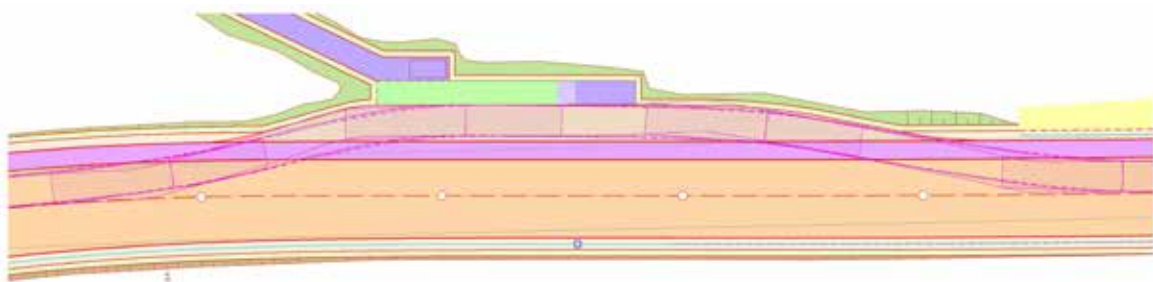
Bau- und Verkehrsphasen



Normalprofil bergseitige Schwergewichtsmauer



Normalprofil Lehnbrücke



Strassenkorrektur Prättigauerstrasse H28a Abschnitt Wijeregg – Ober Laret (km 1.7 – 4.0)

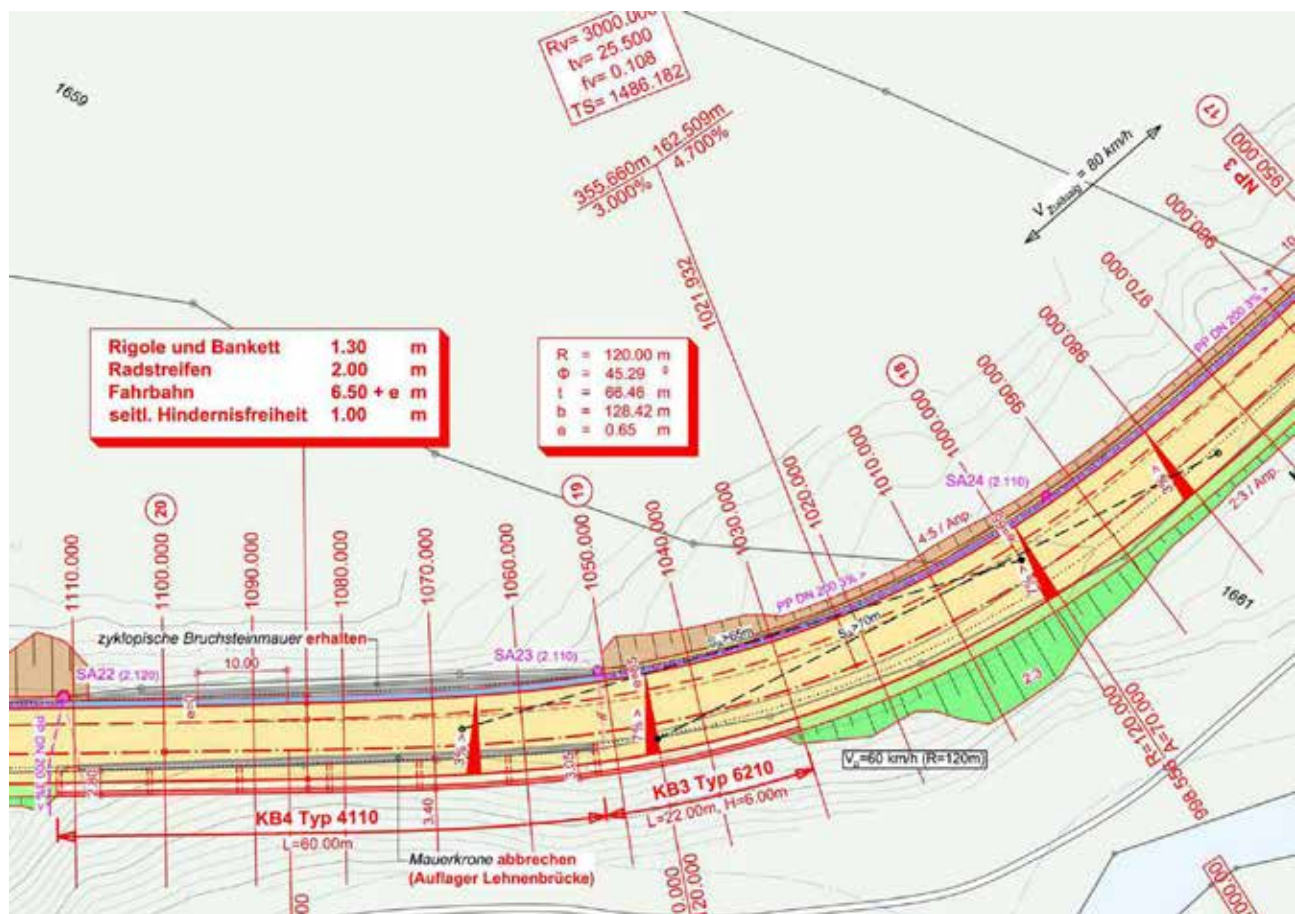
Lukas Schierscher

- » Betreuer: Daniel Imhof, BSc Bauingenieur ZFH, EMBA FH
- » Experte: Behar Rushiti, BSc Bauingenieur FHO

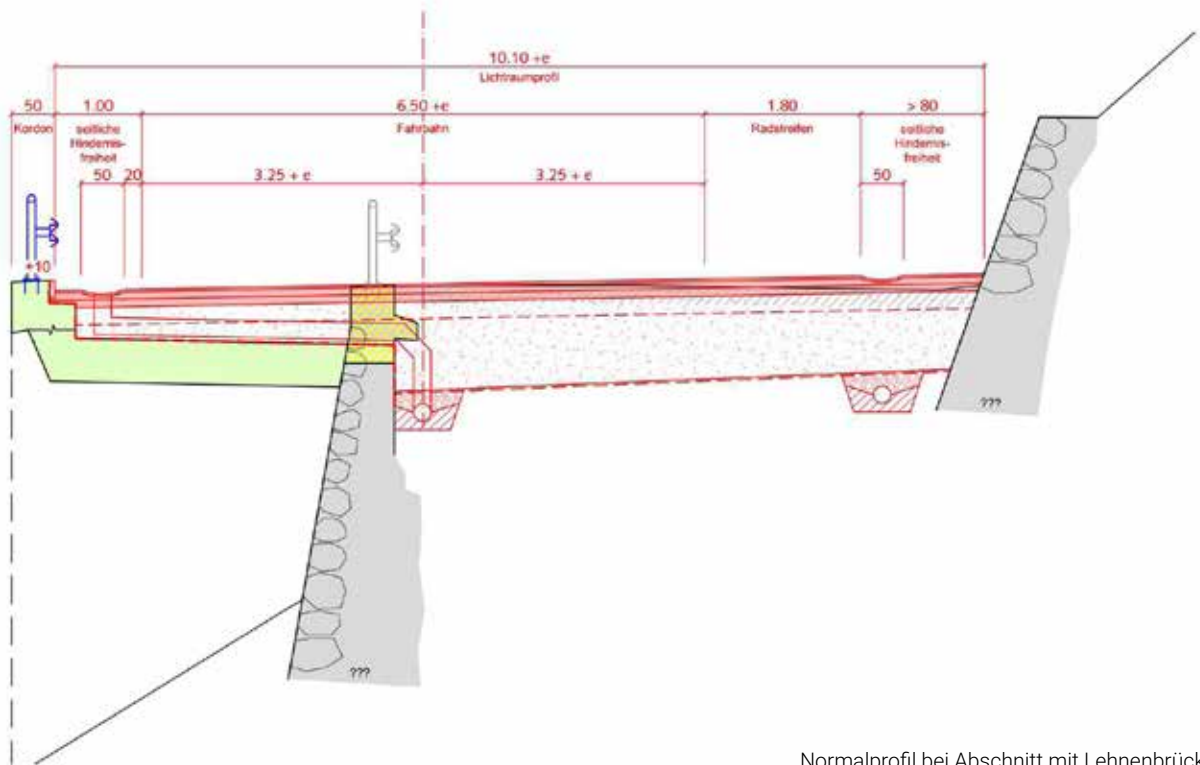
Die Verunfalltenrate der Prättigauerstrasse liegt deutlich über dem durchschnittlichen Wert der Schweizer Ausserortsstrassen. Gründe dafür sind die kritische Linienführung des Veloverkehrs, ein zu enger Strassenquerschnitt und die zum Teil ungenügenden Sichtverhältnisse. Auch bei den bestehenden Knoten wird eine erhöhte Anzahl von Unfällen registriert.

Das Projekt erhöht die Verkehrssicherheit und -qualität, da die Sichtverhältnisse und die optische Führung verbessert werden. Durch die vergrösserten horizontalen Ausrundungsradien ist ausserdem eine stetigere Linienführung vorhanden und Kurven sind dadurch besser erkennbar.

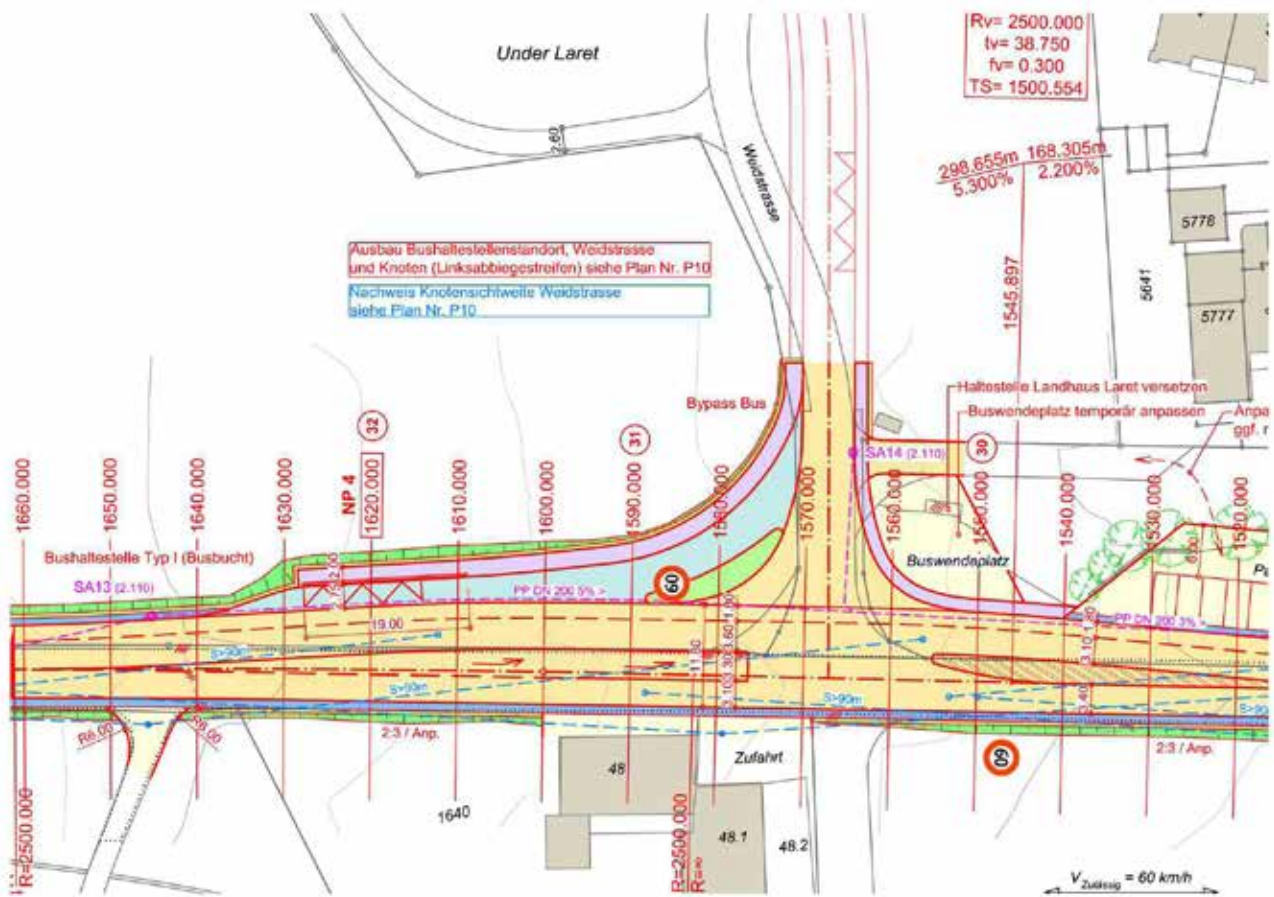
Die Strassenkorrektur im Abschnitt zwischen Wijeregg bis Ober Laret sieht vor, einen Radstreifen anzuordnen und den Fahrbahnquerschnitt für den massgebenden Begegnungsfall auszubauen. Zusätzlich wird der Querschnitt um die geforderten seitlichen Hindernisfreiheiten ergänzt. Der Knoten an der Weidstrasse erhält einen Linksabbiegestreifen mit offener Einleitung.



Typischer Auszug aus Situationsplan (talseitige Strassenverbreiterung mit Kunstbauten)



Normalprofil bei Abschnitt mit Lehnbrücke



Auszug aus Situationsplan bei Knoten Weidstrasse mit neuer Busbucht

Verformungsanalyse einer tiefen Baugrubensicherung

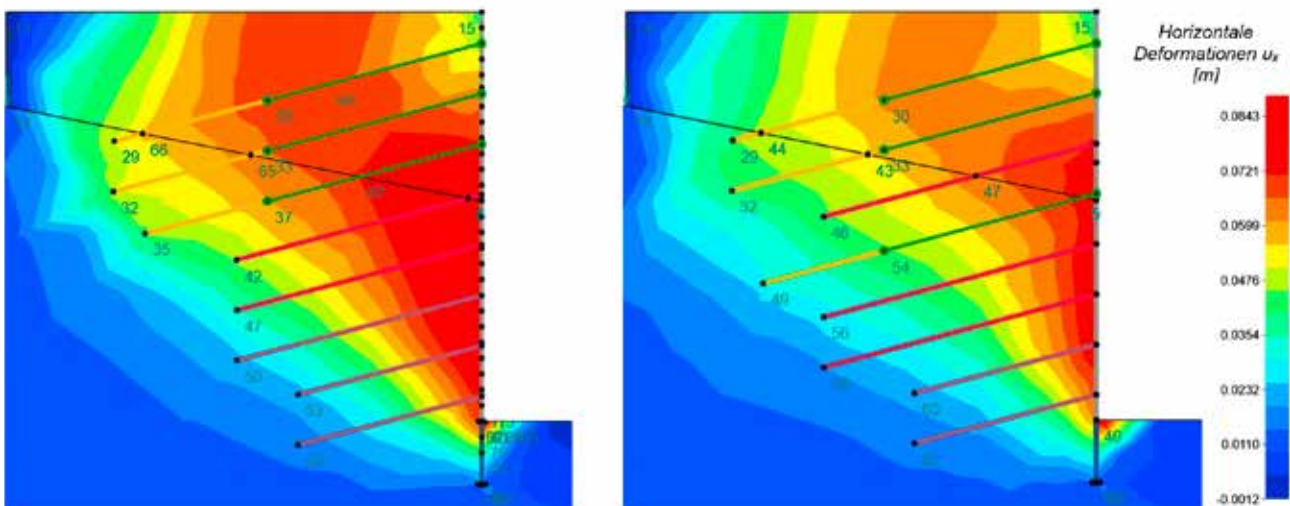
Alexandra Signer

- » Betreuer: Peter Goj, Dipl.-Ing. Bau TU
- » Experte: Dionysios Stathas, Ph.D Bau-Ing. HKUST

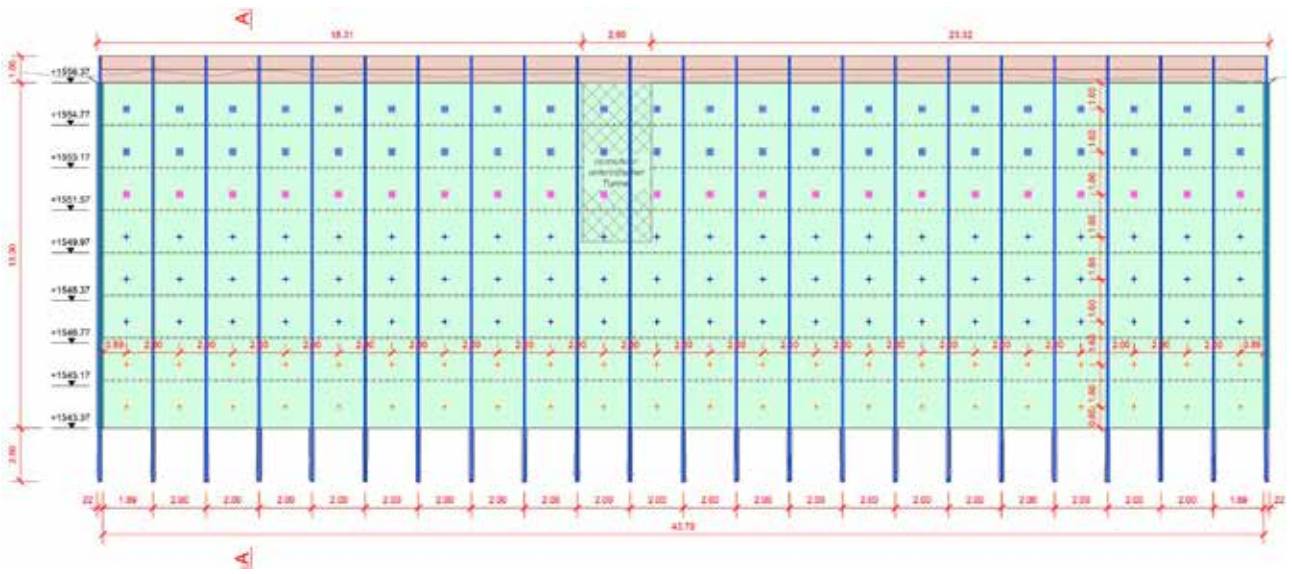
Für den sich zurzeit im Rohbau befindenden Neubau eines fünfstöckigen Gebäudes mit vier Untergeschossen an dicht bebauter, innerstädtischer Lage war eine bis zu 13 m hohe Baugrubensicherung erforderlich. Unter 6 m künstlicher Auffüllung liegt am Standort eine mächtige Schicht aus mitteldicht bis sehr dicht gelagerten Wildbachablagerungen vor.

Im Variantenstudium wurden eine Rühlwand und eine Mikropfahlnagelwand einander gegenübergestellt. Die Wahl fiel dabei auf die teilweise vorgespannte Mikropfahlnagelwand. Mit dem Finite-Elemente-Programm OPTUM G2 wurden Verformungsberechnungen durchgeführt und die Anordnung der vorgespannten Ankerlagen optimiert.

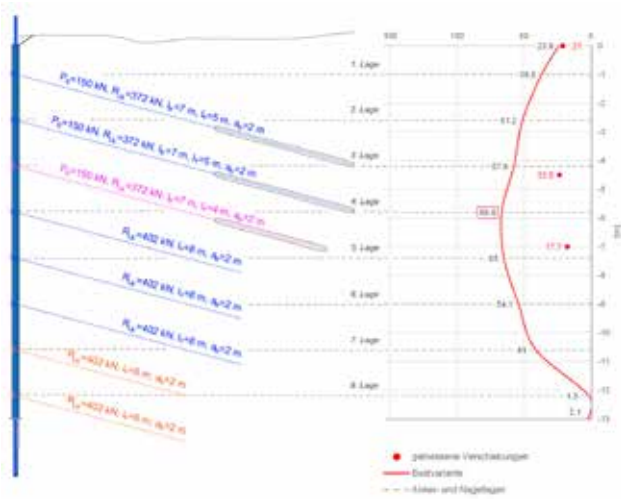
Anschliessend wurde mit den angegebenen Bodenkenngrößen der tatsächlich ausgeführte Baugrubenverbau modelliert. Die erhaltenen Deformationen wurden mit den während der Bauausführung gemessenen Verformungen verglichen und eine Rückrechnung der Baugrundkennwerte sowie eine Sensitivitätsanalyse der massgebenden Bodenparameter durchgeführt.



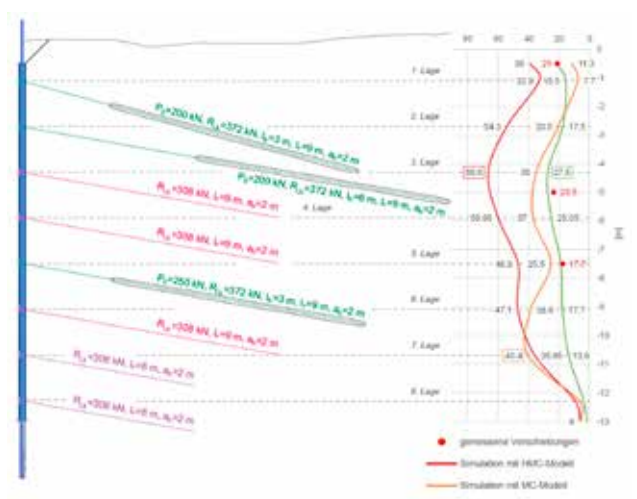
Baugrunddeformationen für die Bestvariante links und die optimierte Bestvariante rechts



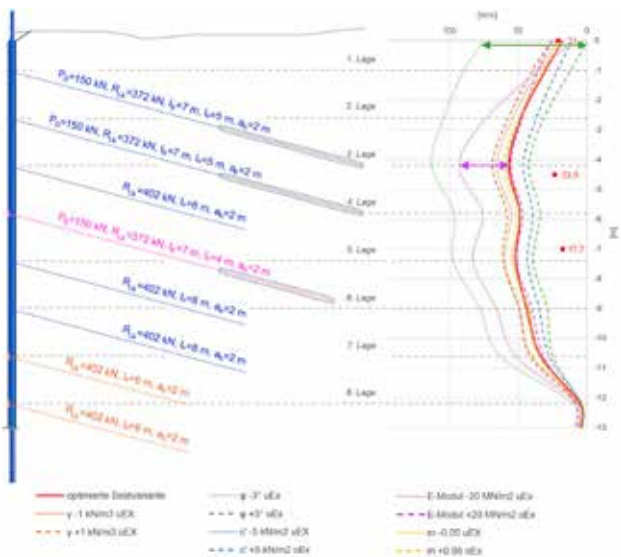
Ansicht der teilweise vorgespannten Mikropfahnelwand



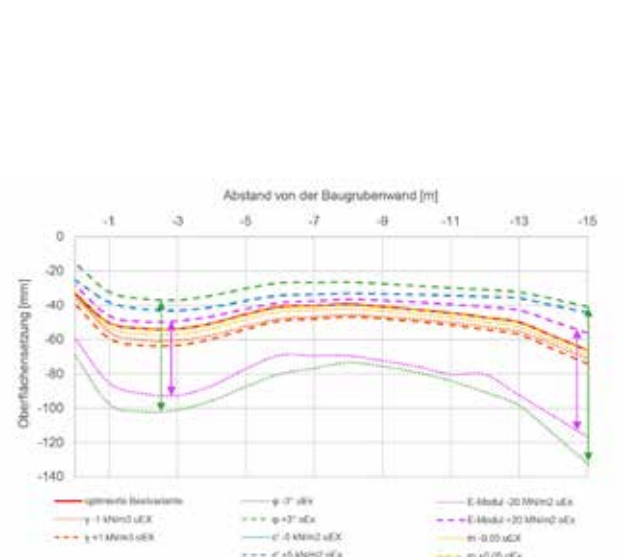
Mikropfahnelwand mit den rechnerischen horizontalen Wanddeformationen



Verformungsanalyse der beim Bau ausgeführten Mikropfahnelwand



Sensitivitätsanalyse der Baugrundkennwerte am Beispiel der optimierten Mikropfahnelwand



Sensitivitätsanalyse der Baugrundkennwerte mit Setzungen hinter der Baugrubensicherung

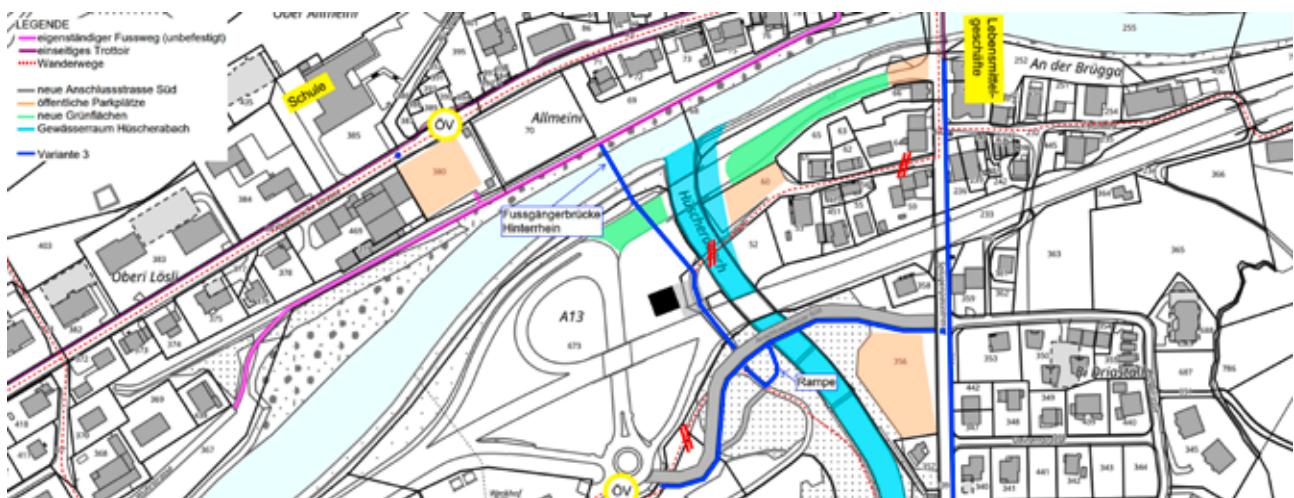
Gesamtverkehrskonzept Splügen

Saskia Stocker

- » Betreuer: Max Knecht, Dipl. Bauing. ETH
- » Experte: Daniel Imhof, BSc Bauingenieur ZFH, EMBA FH

Sicherheitslücken und Schwachstellen kennzeichnen die Gesamtverkehrssituation in Splügen. Schulwege führen teilweise ohne Gehwege entlang von Kantonsstrassen und die Strassen werden bei Hochwasser überflutet, so dass der Verkehr zum Erliegen kommt. Die Autobahn A13, welche auf einem aufgeschütteten Damm mitten durch das Dorf führt, verringert die Lebensqualität sowie die Attraktivität des historischen Passdorfes. Mit einer Absenkung und Überdeckung der A13 im Dorfbereich kann die Bevölkerung vor den negativen Einflüssen des zunehmenden Verkehrs geschützt werden.

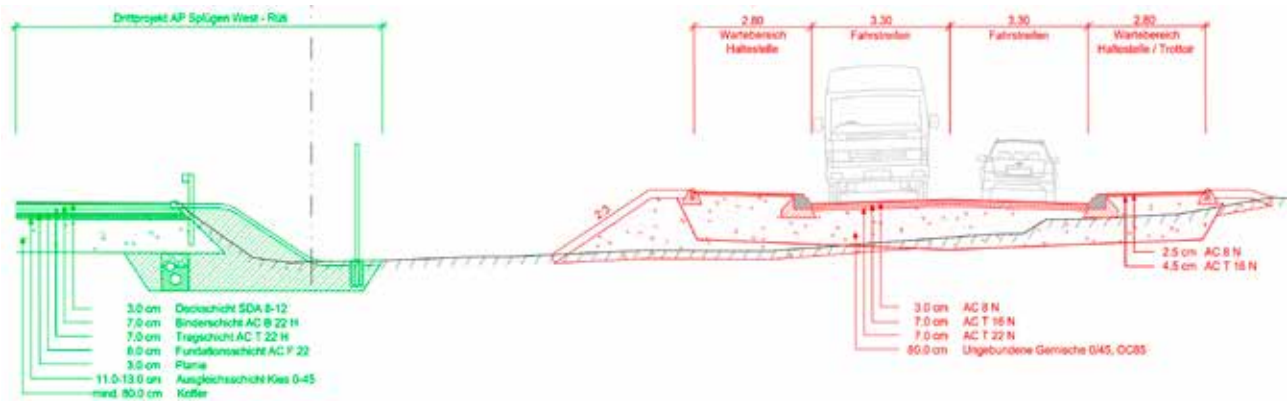
Konzeptionelle Bau- und Verkehrsphasen präsentieren während der Realisierungsphase eines Tagbautunnels eine mögliche Lösung. Zusätzlich wird ein Gesamtverkehrskonzept aufgezeigt. Dieses beinhaltet ein sicheres und durchgängiges Fussgängerwegnetz mit einer neuen Fussgängerbrücke über den Hinterrhein, ein Parkhaus für Tagestouristen und ein neu geschaffenes, zentralgelegenes Naherholungsgebiet.



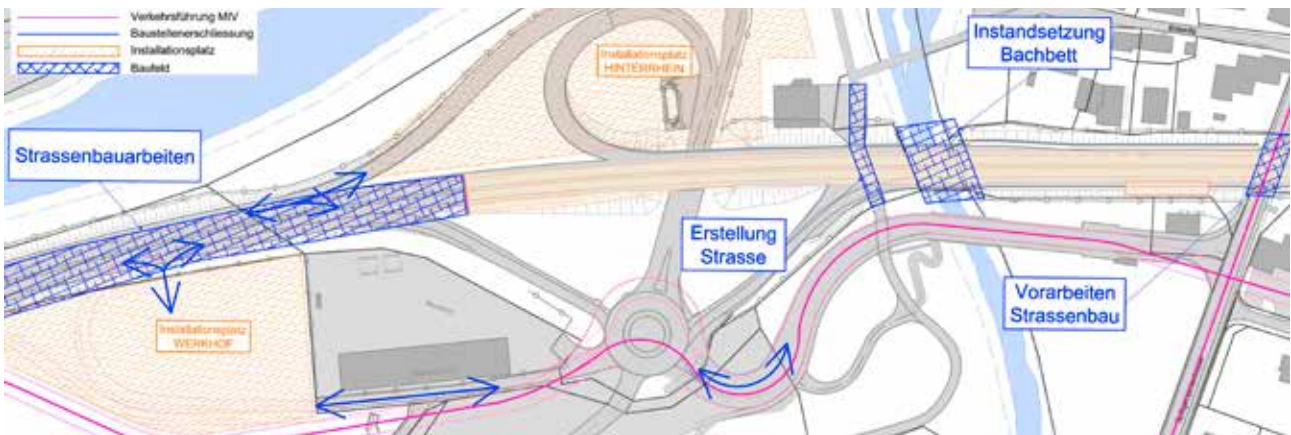
Bestvariante des Variantenstudiums zur Fussgängerinfrastruktur



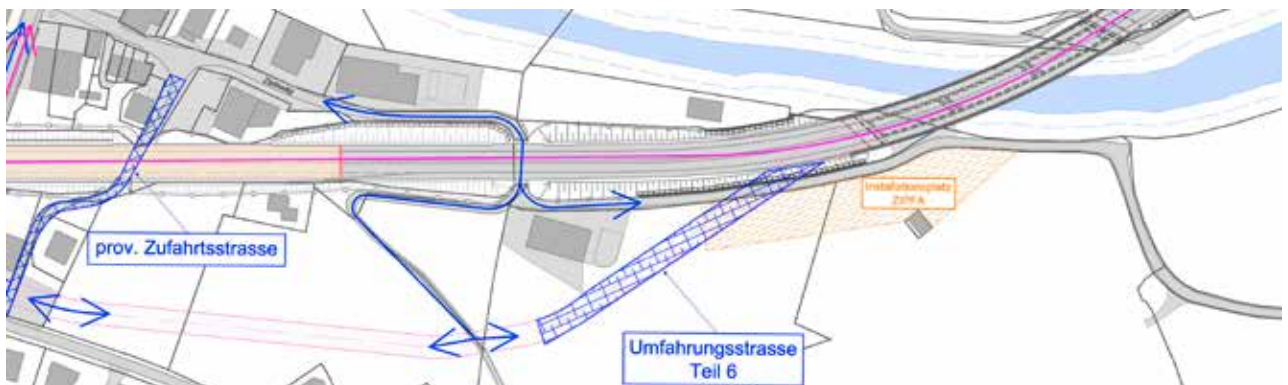
Ausschnitt Situation Gesamtverkehrskonzept inkl. des Sanierungsprojekt der A13 (grün)



Normalprofil der neuen Anschlussstrasse Süd auf Höhe der Bushaltestelle Splügen, Bergbahnen



Ausschnitt der konzeptionellen Bau- und Verkehrsphase 2



Ausschnitt der konzeptionellen Bau- und Verkehrsphase 8



Ausschnitt Situation mit den Rahmenbedingungen der Tieferlegung der A13 im Dorfbereich

Verbauung Ova dal Munt

Cédric Wellinger

- » Betreuer: Peter Mosimann, BSc Bauingenieur FHO
- » Experte: Benno Zarn, Dr. sc. techn., dipl. Bau-Ing. ETH

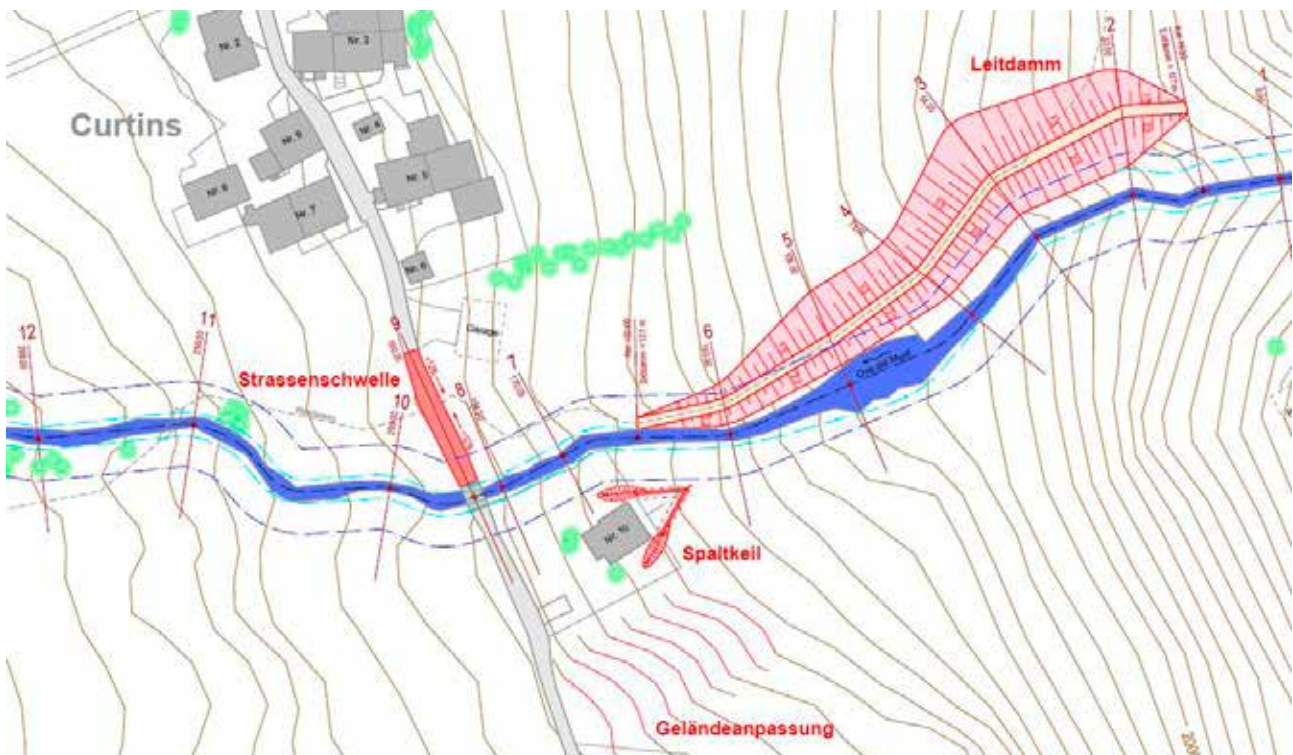
Das kleine Dorf Curtins, welches im Oberengadin in Richtung des Fex Tals leicht abgeschottet liegt, ist von Murgängen stark gefährdet. Ausgangspunkt dafür ist das Gerinne namens Ova dal Munt. Im Rahmen der Bachelor Thesis ist für den Abschnitt Ova dal Munt eine Lösung erarbeitet worden, welche das Risiko von Murgängen im Dorf Curtins verkleinert und Schutzziele sowie gewässerökologische Anforderungen erfüllt.

Die Lösung basiert auf vier verschiedenen Schutzmassnahmen, die zusammen die Bestvariante für eine mögliche Verbauung der Ova dal Munt ergeben. Der als Erddamm fungierende Leitdamm, mit einbetoniertem Blocksatz als Sicherung gegen Erosion, verhindert ein Fliesen des Murganges über die Gerinneböschung in Richtung Dorf. Ein Spaltkeil wirkt als Schutz gegen Einwirkungen oder Anprall durch Murgänge, indem er den Prozess spaltet und seitlich am betroffenen Gebäude vorbeileitet. Der Abschnitt zwischen Dorf und Brücke der Verkehrsstrasse Via da Fex wird als Strassenschwelle in vertikaler Linienführung angepasst und verhindert beim Überströmen der Brücke ein Fliesen des Murganges auf dem Strassenasphalt in Richtung Dorf.

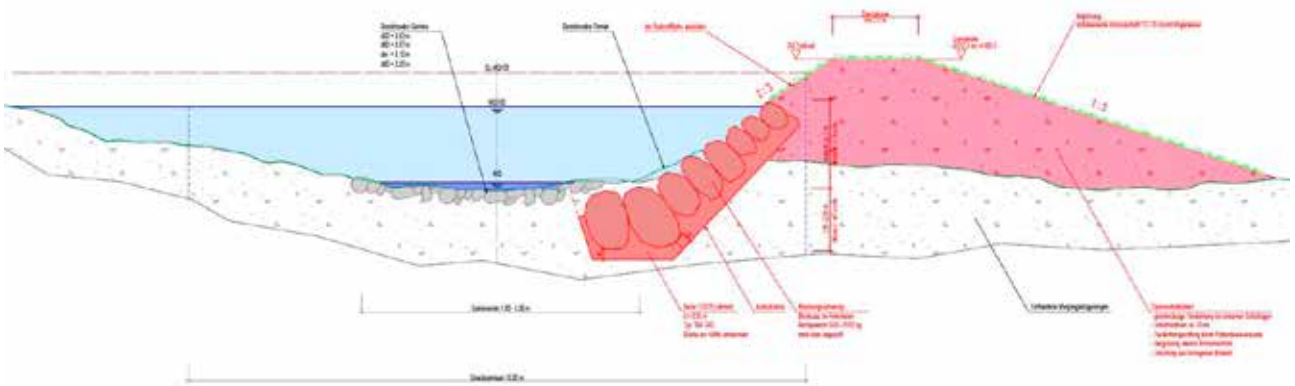
Eine Geländeanpassung die als Gebäudeschutz für einen weiteren gefährdeten Haus dient vervollständigt als vierte Massnahme die Verbauung Ova dal Munt.

Mit dem Programm RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation) konnte die Bestvariante in den Szenarien eines 30-, 100- und 300-jährlichen Ereignis simuliert werden. Dabei sind die maximalen Fliesstiefen, Geschwindigkeiten und Belastung des Murganges ersichtlich geworden. Diese Ergebnisse waren massgebend für die Berechnung des Freibordes und somit für die Dimensionierung der Massnahmen.

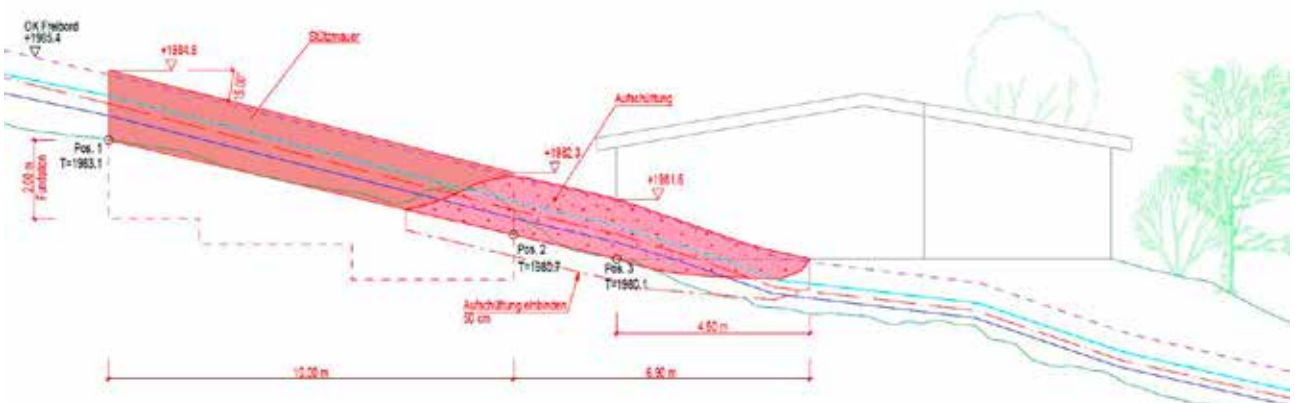
In Curtins sind gemäss Intensitätskarten Gebäuden sowie Strassenverkehr von einem Murgang betroffen. Mit dem Programm EconoMe 5 errechnet sich ein jährlicher Schadenausmass vor den Massnahmen von ca. 25'000 CHF und nach den Massnahmen von ca. 5'000 CHF. Somit ergibt das eine Risikoreduktion von 20'000 CHF pro Jahr. Im Vergleich mit der Grobkostenschätzung der Verbauung Ova dal Munt von 825'000 CHF ergibt das ein Nutzen / Kosten Verhältnis von 1.1 für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren.



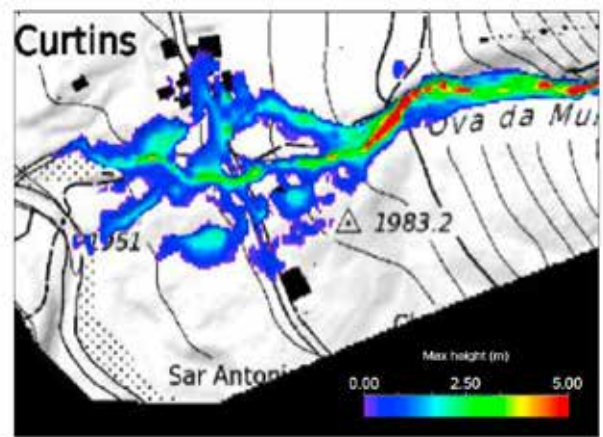
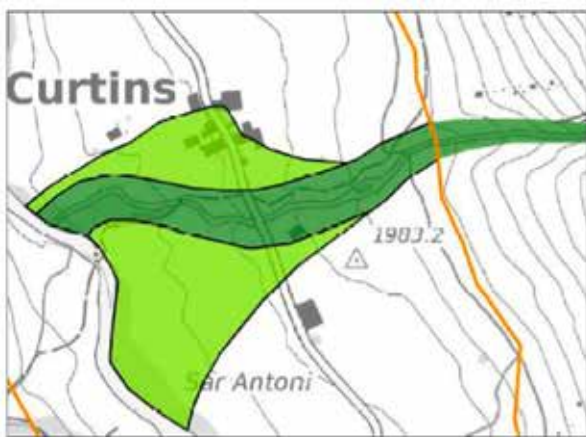
Übersicht der Schutzmassnahmen



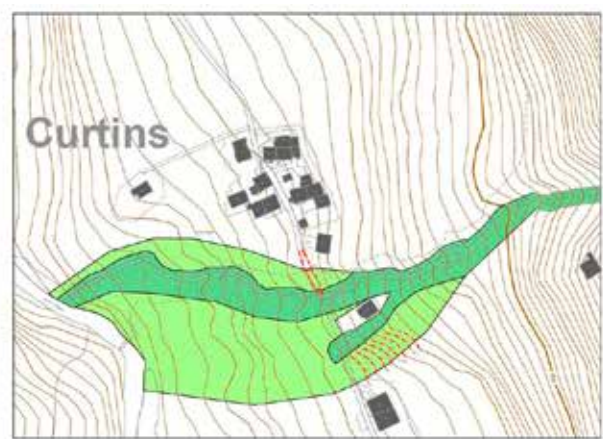
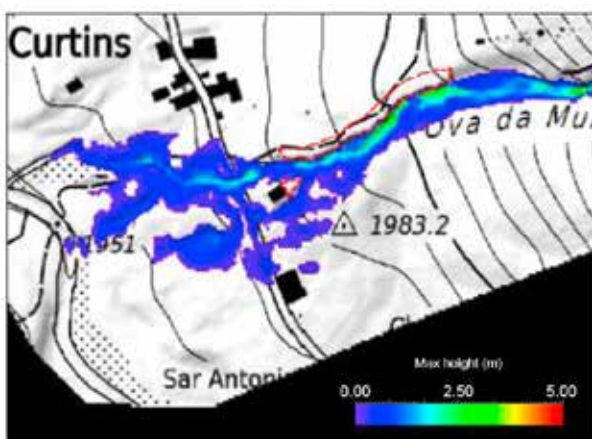
Normalprofil Leitdamm



Draufsicht Spaltkeil



100-jähriges Ereignis eines Murganges ohne Schutzmassnahmen



100-jähriges Ereignis eines Murganges mit Schutzmassnahmen

Impressum

Institut für Bauen im alpinen Raum

Bachelorstudium Bauingenieurwesen

Studienleitung: Imad Lifa, Prof. Dr. Ing. TU/SIA
Stv., Pérez Plácido, Dipl. Bauing. HTL
Studienassistentz: Marlene Marty

Ausgabedatum: 23. September 2021

*Die Kurzbeschreibungen wurden von den jeweiligen Diplomanden selbst verfasst.
Die Abbildungen wurden, sofern nicht anders erwähnt, von den Diplomanden selbst erstellt.*

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

© FH Graubünden, September 2021