

WO WISSEN WIRKT.



Bachelorarbeiten 2024
**Bachelor of Science in
Bauingenieurwesen**



Preisträger für den Studiengang
Bauingenieurwesen



Johann Müller AG, Schmerikon

IBU | Institut für
Bau und Umwelt

IBU Institut für Bau und Umwelt, Rapperswil

Vorwort



Prof. Felix Wenk
Studiengangsleiter Bauingenieurwesen

Sehr geehrte Damen und Herren

Der Studiengang Bauingenieurwesen freut sich, Ihnen die Bachelorarbeiten unserer Studierenden des Studienjahres 2023/2024 vorzustellen.

Die folgenden Arbeiten ermöglichen Ihnen einen Einblick in das vielfältige Wirkungsfeld einer Bauingenieurin oder eines Bauingenieurs. Projekte werden oftmals durch kommunale oder kantonale Behörden respektive durch Ingenieurbüros oder Bauunternehmungen initiiert. Diese Projektpartner warten dementsprechend mit grossem Interesse auf die Resultate. Dies gewährleistet, dass unsere Diplomierenden mit realen und aktuellen Problemen aus der Praxis oder aus der angewandten Forschung und Entwicklung konfrontiert werden. Sie erarbeiten technische Lösungen, die auch ökonomische und ökologische Aspekte berücksichtigen.

Projekte aus den Bereichen Bauausführung, Beton-, Stahl- und Holzbau, Geotechnik, Untertagebau, Verkehr, Hochwasserschutz, Umwelt und Wasserbau

wurden durch die Diplomierenden engagiert bearbeitet. Einige Arbeiten wurden im Zusammenhang mit aktuellen Forschungsprojekten am Institut durchgeführt. Die praxisorientierten Aufgabenstellungen bereiten die Absolvierenden hervorragend auf ihre spätere Tätigkeit im Berufsleben vor.

Die Diplomierenden des Studiengangs Bauingenieurwesen freuen sich, Ihnen mit den folgenden Zusammenfassungen Einblick in ihre Bachelorarbeiten zu gewähren, und diskutieren gerne mit Ihnen die anspruchsvollen Projekte und die erarbeiteten Lösungsvorschläge.

Rapperswil, im September 2024

Prof. Felix Wenk
Studiengangsleiter Bauingenieurwesen

Überblick

Referentinnen und Referenten

26 | 27 | 29 | 30 Prof. Dr. Davood Farshi

17 | 21 Daniel Holenweg

28 Andreas Kocher

19 Dr. Robert Koppitz

22 Prof. Dr. Susanne Kytzia

16 Prof. Dr. Ivan Marković

23 Stefan Maurhofer

10 | 11 | 14 | 15 Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

20 Martin Schindler

12 | 13 Dr. Reto Schnellmann

8 | 9 | 24 | 25 Rolf Steiner

18 Prof. Simone Stürwald

Überblick

Korreferentinnen und Korreferenten

- 20 Markus Bleisch
11 Florian Bowee
23 José Maria Brañas Martín
22 Heiner Brändli
27 Marcel Budry
16 Luca Colombi
24 Matthias Ensinger
25 Michael Good
14 Bernhard Gubser
10 Rebekka Habegger
18 Jörg Habenberger
30 Dr. Lukas Hunzinger
28 Dr. Carl Robert Kriewitz-Byun
19 Markus Malloth
29 Dr. Brian McArdell
17 | 21 Rolf Meichtry
26 Dr. Michelle Müller-Hagmann
9 Roger Sigrist
15 Danai Tsirantonaki
12 | 13 Rafael Wyrsch
8 Oleksandr Zimels

Überblick

Themen

- | | |
|--|---|
| <p>Bauausführung</p> <p>8 Anwendung von Faserbeton im Spezialtiefbau</p> <p>9 Projekt Entlastungsstollen Thalwil</p> <p>BIM/Digitalisierung, Bauausführung</p> <p>10 AI in der Kalkulation</p> <p>Geotechnik</p> <p>11 Baugrube Palazzo Corner Lugano</p> <p>12 Baugrubensicherung Areal «Beugen» in Meilen</p> <p>13 Fundation Wohnüberbauung «Göbli» in Zug</p> <p>14 Optimised Grout Formulation for Filling Cavities in River Dams</p> <p>15 Variantenvergleich zwischen Pfahlfundation und KPP-Gründung</p> <p>Konstruktion</p> <p>16 Bahnhof Domat/Ems: Neubau Personenunterführung</p> <p>17 Bahnhofsüberdachung in Stahlkonstruktion</p> <p>18 Decken- und Wandkonstruktionen aus erdbasierten Baustoffen</p> <p>19 Ersatzneubau Kreuzstrasse 6 in Uster</p> <p>20 Neubau Fahrzeugprüfhalle Roveredo GR</p> <p>21 Pilatus Arena in Kriens</p> <p>Umwelt</p> <p>22 Optimierung von Treibhausgas-Emissionen im kommunalen Tiefbau</p> | <p>Unterbau</p> <p>23 Projektierung eines Strassentunnels im Raum St.Gallen</p> <p>Verkehr</p> <p>24 Sanierung Werdenbergstrasse Ost</p> <p>Verkehr, Bauausführung</p> <p>25 Projektierung eines Tief- und Strassenbauprojektes</p> <p>Wasser</p> <p>26 Bauprojekt Neubau Kraftwerk Mühlehorn</p> <p>27 Hochwasserschutz Dorfbach Rothenthurm SZ</p> <p>28 Revitalisierung Äusserer Dollikerbach, Meilen</p> <p>29 Systematische Untersuchung der Fließverhältnisse von Murgängen in einer Laborrinne</p> <p>30 Variabilität des Hochwasserspiegels in natürlichen, verzweigten Flüssen</p> |
|--|---|

Überblick

Bachelors, Diplomandinnen und Diplomanden

20	Aerni Felix	18	Nagulan Abiram
25	Allenfort Ronja	28	Pleisch Simon
15	Ammann Carlo	10	Reust Yannick
24	Brogle Manuel	23	Sarkadi Attila
21	Cabalzar Renzo	12	Schmucki David
16	Diethelm Tim	9	Ucar Mevlüt
14	Doninelli Athos	8	Wolfensberger Matthias
11	Elamurugan Mithula	27	Ziltener Raffael
30	Erdem Enez		
19	Fritschi Laura		
17	Hartmann Céline		
22	Küng Thomas		
13	Mengis Noémie		
29	Messmer Tanja		
26	Müller Jana		

Anwendung von Faserbeton im Spezialtiefbau

Diplomand



Matthias
Wolfensberger

Ausgangslage: Für den Neubau von sechs Mehrfamilienhäusern mit einer grossen Einstellhalle in Schindellegi SZ ist eine kombinierte Pfahl-Plattenfundation vorgesehen. Die Pfähle der Fundation sollen dabei aus dem neuartigen Produkt Basaltfaserbeton gebaut werden, anstelle einer klassischen Stahlstabbewehrung. Für die Bemessung von Basaltfaserbeton, insbesondere für die Basaltfaser, gibt es keine geeigneten Normwerke oder andere normierte Vorgaben.

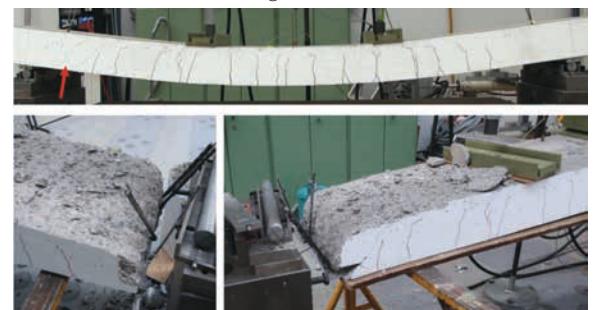
Vorgehen: Mit einer umfassenden Literaturrecherche ist ein Verständnis über Fasermaterialien, die als Faser selbst oder in Form von faserverstärkten Kunststoffen verwendet werden, aufzubauen. Der Fokus liegt auf der Basaltfaser mit einer Analyse der Vorteile und Nachteile gegenüber dem Stahl. Vor der Erarbeitung eines geeigneten Bemessungskonzepts des inneren Tragwiderstands für die Basaltfaser bzw. den Basaltfaserbeton wird zuerst die Bemessung von Querschnitten mit Stahlfaserbeton ohne Stabbewehrung untersucht, weil dafür Richtlinien vorhanden sind. Das generierte Bemessungsobjekt für den Basaltfaserbeton wird beim Praxisobjekt angewendet und der innere Tragwiderstand wird berechnet. Für den vollständigen Nachweis sind die Einwirkungen mit der FE-Methode von DC-Baugrube ermittelt worden. Zu den untersuchten Einwirkungen gehören neben dem Erdbeben die Schiefstellung der Pfähle und die exzentrische Krafteinleitung des Überbaus. Zusätzlich ist mit DC-Baugrube der äussere Tragwiderstand nachgewiesen.

Ergebnis: Die Basaltfaser als faserverstärkter Kunststoff erzielt um einiges höhere Zugfestigkeiten als

der Stahl. Dazu korrodiert die Basaltfaser nicht und ist auch allgemein chemisch beständig. Die Basaltfaser kann sich nicht plastifizieren, also verhält sie sich elastisch bis zum Bruch. Der bemessene innere Tragwiderstand aus Basaltfaserbeton beträgt ca. $M_{Rd} = 23 \text{ kNm}$. Der innere Tragwiderstand ist grösser als die erhaltenen Momente und Querkräfte der Einwirkungen aus DC-Baugrube und dementsprechend ist der ErdbebenNachweis erfüllt.

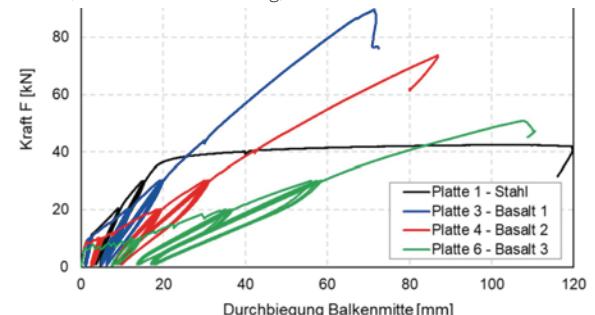
Durchbiegung einer Basaltplatte kurz vor dem Bruch und Bruchverlauf der Platte

ASTRA, Basaltfaser-Bewehrung, 2023



Durchbiegung in Abhängigkeit der Kraft F in Plattenmitte vier statischer Bruchversuche an Platten

ASTRA, Basaltfaser-Bewehrung, 2023



Referent
Rolf Steiner

Korreferent
Oleksandr Zimels,
STRABAG AG
Spezialtiefbau Schweiz,
Schlieren, ZH

Themengebiet
Bauausführung



Projekt Entlastungsstollen Thalwil

Diplomand



Mevlüt Ucar

Ausgangslage: Die Klimaerwärmung erhöht das Hochwasserrisiko in Zürich durch vermehrte Schneeschmelze und Starkniederschläge. Die flache Topografie und die Nähe zu Flüssen begünstigen Überschwemmungen. Durch die Mündung der Sihl und der Limmat in den Zürichsee ist Zürich besonders gefährdet. Der Klimawandel verstärkt diese Risiken, während Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung die natürliche Versickerung des Wassers beeinträchtigen. Historische Ereignisse wie das Hochwasser 2005 verdeutlichen die akute Hochwassergefahr. Der geplante Entlastungsstollen Thalwil gilt als langfristige Schutzmassnahme zur Risikominimierung, da er einen effizienten Wasserabfluss ermöglicht. Die vorliegende Bachelorarbeit untersucht die Bauausführung des Entlastungsstollens Thalwil, ein Projekt der Marti Tunnel AG. Der Fokus liegt dabei auf den Schwierigkeiten während der Bauausführung. Die vorherrschende Geologie und die Hydrologie bilden zusammen mit den physikalischen Bedingungen die Grundlage für die Vortriebsverfahren. Diese werden analysiert und die Bauausführung vor Ort wird detailliert beschrieben. Auftretende Herausforderungen werden identifiziert, ausführlich diskutiert sowie analysiert und Verbesserungspotenziale werden aufgezeigt.

Vorgehen: Zur Beantwortung der Fragen werden die Vorlesungsunterlagen der OST sowie die Fachliteratur und die Projektunterlagen der ARGE Marti AG/Bauherr herangezogen. Regelmässige Besprechungen mit dem Projektleiter dienen dem Informationsaustausch und der Klärung offener Fragen und Unklarheiten. Zur umfassenden Abstimmung der Erwartungen an die Bachelorarbeit wurden zusätzlich Gespräche mit dem Dozenten geführt. Zunächst erfolgt die Projektvorstellung mit Aufgabenstellung. Anschliessend wird die Montage sowie die Anfahrsituation der Tunnelbohrmaschine detailliert analysiert und beschrieben. Während der gesamten Arbeit wird ein ständiger Vergleich zwischen der Submission und der Ausführung durchgeführt, wobei laufend Abweichungen und ihre möglichen Ursachen aufgezeigt werden. Im Schlusskapitel wird ein Fazit zu den behandelten Themen gezogen. Weiter werden Empfehlungen für Bauunternehmen abgeleitet und es wird ein persönliches Fazit gezogen.

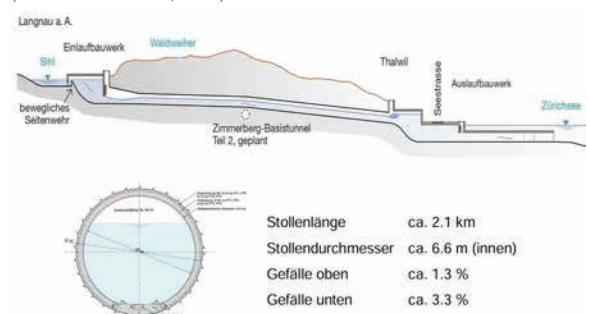
Ergebnis: In dieser Bachelorarbeit konnte aufgezeigt werden, dass Verzögerungen im Projektlauf erhebliche Kosten verursachen können. Unerwartete Herausforderungen, wie die verspätete Anlieferung der TBM in Thalwil, erforderten Anpassungen und Beschleunigungsmassnahmen vor Ort. Durch flexible Anpassungen konnten Sicherheit und Qualität gewährleistet werden. Eine präzise Terminpla-

nung, die Koordination der Arbeitsabläufe und ein effizientes Ressourcenmanagement sind dabei entscheidend. Eine weitere wichtige Erkenntnis war, dass beengte Platzverhältnisse in der Baugrube eine grosse Herausforderung darstellen und die Montagezeit im Vergleich zum konventionellen Vortrieb mit Tunnelbohrmaschine verlängern können. Dies unterstreicht die Bedeutung einer ausreichenden Baugrube und eines optimierten Vortriebsverfahrens. Die Herausforderungen erfordern ein aktives Management, um Verzögerungen zu reduzieren. Die Arbeiten haben bestätigt, dass technologische Innovationen die Effizienz im Tunnelbau steigern und Anregungen für zukünftige Projekte geben können.

Zürich liegt auf dem Schwemmkegel der Sihl
(Kanton Zürich, 2023)



Konzept Entlastungsstollen Thalwil
(Gemeinde Thalwil, 2018)



Tunnelbohrmaschine Gotthard-Thalwil
(Bundesamt für Strassen ASTRA, 2022)



Referent
Rolf Steiner

Korreferent
Roger Sigrist, Marti
Tunnelbau AG,
Moosseedorf, BE

Themengebiet
Bauausführung

AI in der Kalkulation

Diplomand



Yannick Reust

Ausgangslage: Die Kalkulation von Bauprojekten ist ein anspruchsvoller und zeitaufwändiger Prozess, der viel Berufserfahrung erfordert. Da die Angebotserstellung in der Baubranche nicht vergütet wird, ist es von grosser Bedeutung, diesen Prozess zu optimieren und zu vereinfachen. Diese Bachelorarbeit untersucht den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) zur Unterstützung der Kalkulatorin oder des Kalkulators bei der Berechnung der Kosten. Durch die KI soll der Zeitaufwand reduziert und die Fehleranfälligkeit minimiert werden.

Vorgehen/Technologien: Im Rahmen dieser Arbeit wurde zunächst eine umfassende Recherche zu bestehenden Softwareprodukten im Bausektor, die KI einsetzen, durchgeführt. Im Anschluss musste entschieden werden, welche Basisdaten als Trainingsdaten für eine KI geeignet sind. Die Entwicklung der KI basierte auf verschiedenen Datenmodellen, wobei insbesondere Embedding und Clustering-Techniken eingesetzt wurden. Dadurch konnten Textdatensätze effizient verarbeitet und Vorhersagen getroffen werden. Zu den verwendeten Technologien zur Entwicklung der KI gehörten LLM, lineare Regression, K-Nearest Neighbors Regressor und der RandomForestRegressor. Python war die Hauptprogrammiersprache, unterstützt durch Bibliotheken wie pandas, sklearn und sentence_transformers.

Fazit: Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass durch den Einsatz von Embedding und Clustering-Techniken die Zuordnung und die Vorhersage von Preisen in Leistungsverzeichnissen verbessert werden können. Es wird empfohlen, die Datenstrukturierung im Unternehmen weiter zu optimieren, da eine präzise

Symbolbild erstellt mit DALL-E
Eigene Darstellung

und strukturierte Datenbasis der Schlüssel für die Entwicklung einer effektiven KI ist. Langfristig könnte KI nicht nur die Kalkulation von Bauprojekten automatisieren, sondern auch andere Prozesse im Unternehmen verbessern, wie die Arbeitsvorbereitung und das Ressourcenmanagement.

Symbolbild erstellt mit DALL-E
Eigene Darstellung



Visualisierung Grundidee
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Korreferentin

Rebekka Habegger,
Wuest Partner, Zürich,
ZH

Themengebiet
BIM/Digitalisierung,
Bauausführung

Projektpartner
Keller-Frei AG,
Wallisellen, Zürich



Baugrube Palazzo Corner Lugano

Diplandin



Mithula Elamurugan

Ausgangslage: In der Gemeinde Paradiso in Lugano, im Kanton Tessin, ist die Realisierung einer 11 Meter tiefen Baugrube in einem dicht bebauten Gebiet geplant. Die geplante Grundfläche hat eine Abmessung von ca. 26 x 24 Metern. Innerhalb dieser Baugrubenwände wird eine Tiefgarage erstellt, die über eine Rampe von der Strasse aus zugänglich sein wird. Die zu bebauende Parzelle ist auf zwei Seiten von Strassen und auf den anderen zwei Seiten von Gebäuden begrenzt. Die Anforderungen der Nachbarschaft sind, dass keine Kräfte auf das bestehende Untergeschoss der Nachbargebäude übertragen werden dürfen und keine Setzungen in der Umgebung auftreten sollen. Die Geologie des Baugrunds ist durch wenig tragfähige Sedimente gekennzeichnet, was die Baugrubenbemessung anspruchsvoll macht. Der Grundwasserspiegel wird voraussichtlich in einer Tiefe von 3 bis 4 Metern unter Terrain liegen und stellt ebenfalls eine Herausforderung für die Bemessung dar.

Die Arbeit befasst sich mit der Planung und Bemessung dieser komplexen Baugrube. Dabei wird die vorgeschlagene Unternehmervariante geplant und bemessen, unter Berücksichtigung der geologischen und hydrologischen Gegebenheiten sowie der hohen Anforderungen der Nachbarschaft.

Vorgehen: Anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen werden die Projektgrundlagen zusammengefasst. Für die vom Unternehmer vorgeschlagene Baugrubensicherung wird ein entsprechendes Baugrubenkonzept entwickelt. Dieses Konzept wird zunächst zweidimensional mit den Softwares «Larix (Cubus)» und «Plaxis 2D» analysiert und vordimensioniert. Anschliessend wird die gesamte Baugrube, unter Berücksichtigung der Randbedingungen und der Ergebnisse der Vordimensionierung, detailliert mit der Software «Plaxis 3D» dreidimensional modelliert und bemessen. Die Bemessung erfolgt sowohl analytisch als auch numerisch unter Anwendung der SIA-Normen auf dem Vorprojektniveau. Zusätzlich zur Dimensionierung der Baugrube wird eine Kostenabschätzung erstellt.

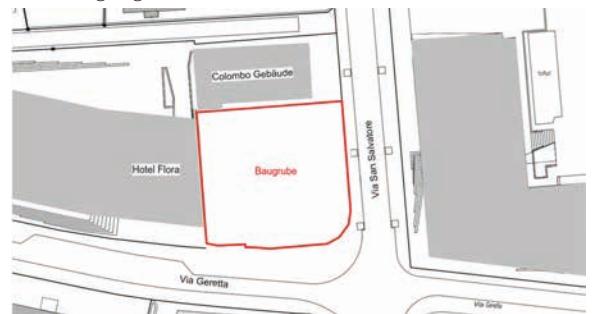
Ergebnis: Aufgrund der engen Platzverhältnisse wird die Ausführung der überschnittenen Bohrpfähle als Baugrubenabschluss in Betracht gezogen. Die Betonbohrpfähle haben einen Durchmesser von 800 mm, wobei jeder zweite Bohrpfahl gemäss den statischen Anforderungen mit Längs- und Bügelbewehrung verstärkt wird. Die ermittelte Einbindetiefe der Baugrubenwand sorgt für die nötige Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch. Die Baugrubensicherung wird durch temporäre Spriessse und horizontale Longarinen realisiert. Für die Spriessse kommen ROR-Stahlrohrprofile in unterschiedlichen Durchmes-

sern, je nach erforderlicher Spriesskraft, zum Einsatz. Die Longarinen bestehen aus HEB400-Stahlprofilen. Die Grundwasserabsenkung in der Baugrube erfolgt durch Filterbrunnen.

Die Realisierung der Baugrube, insbesondere der in der Arbeit dimensionierten Baugrubenelemente und der Wasserhaltung, wird auf einen Betrag geschätzt, der etwa im Bereich von $\pm 20\%$ variiert.

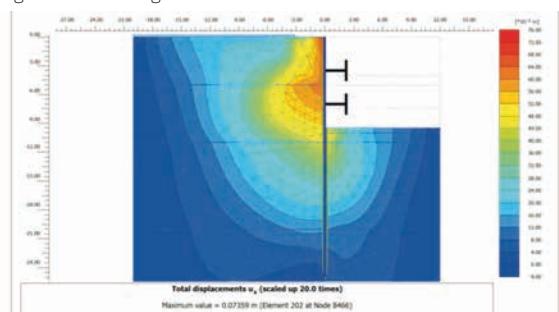
Übersichtsplan

Monitoring Lugano Paradiso, Donatsch + Partner AG



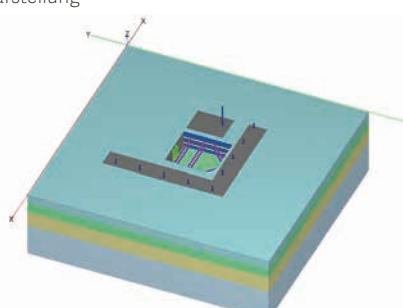
Verformung der Baugrubenwand (Plaxis 2D)

Eigene Darstellung



Baugrubenmodell (Plaxis 3D)

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Korreferent

Florian Bowee, Ghelma
AG Spezialtiefbau,
Meiringen, BE

Themengebiet Geotechnik

Baugrubensicherung Areal «Beugen» in Meilen

Diplomand



David Schmucki

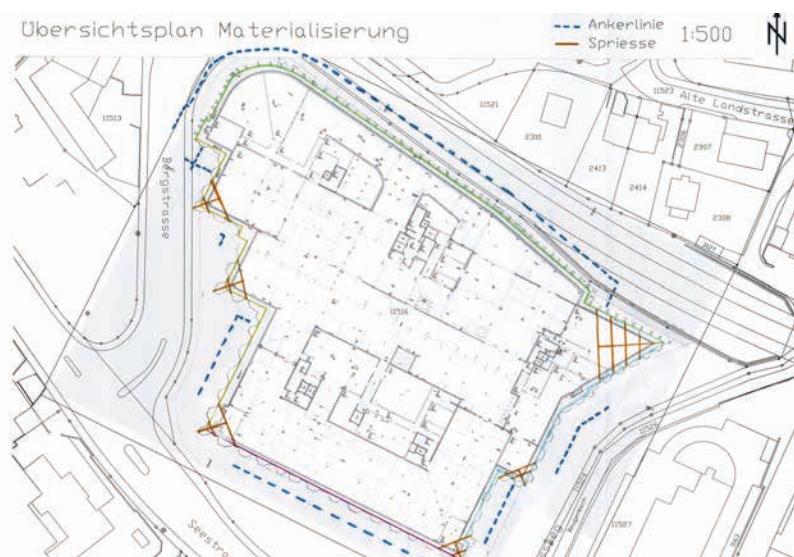
Ausgangslage: Auf dem Beugenareal in Meilen wurden die bestehenden Werkgebäude rückgebaut. Sie sollen mit einem Neubau aus drei Gebäuden ersetzt werden. Die für die Neubauten erforderlichen Baugrubenabschlüsse werden stellenweise bis zu 10 m tief. Der Umfang der Baugrube beträgt über 400 m. Örtliche Gegebenheiten schränken die Möglichkeiten für den Baugrubenabschluss spürbar ein und bilden so die Randbedingungen, welche zwangsläufig eingehalten werden müssen. Zudem dürfen die angrenzenden Infrastrukturen wie die Gleise und Bauten der SBB, die See- und Bergstrasse und der Beugenbach nicht beeinträchtigt werden.

Vorgehen: Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Möglichkeiten und Systeme für die Baugrubensicherung überprüft und unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen bewertet. Anschliessend wurde die Bestvariante auf Stufe Bauprojekt ausgearbeitet und bemessen.

Als Erstes wurde anhand des geologischen Berichtes das Baugrundmodell erarbeitet und die entsprechenden Bodenparameter wurden definiert. Anschliessend wurden aufgrund der Randbedingungen die Gefährdungsbilder erarbeitet. Mögliche Systeme für die Baugrubensicherung wurden miteinander verglichen und bewertet. Schlussendlich wurde eine Bestvariante für die entsprechenden Abschnitte bestimmt und nach den aktuellen SIA-Normen bemessen.

Ergebnis: Im nördlichen Abschnitt im Einflussbereich der SBB wurde eine rückverankerte Rühlwand geplant. Der östliche Abschluss muss aufgrund der

Übersichtsplan mit dem Baugrubenkonzept
Eigene Darstellung



Nähe zum Beugenbach dicht ausgeführt werden. Entsprechend stellt eine rückverankerte Spundwand die wirtschaftlichste Baugrubensicherung dar. Die südlichen und westlichen Abschnitte der Baugrube Richtung See- und Bergstrasse werden ebenfalls mit rückverankerten Spundwänden gesichert. Die Eckenbereiche der Baugrubensicherung werden jeweils gespriesst.

Ausgangslage Abschnitt Nord (Stützmauer mit Bahnlinie)
Eigene Darstellung



Vorgängig ausgeführte Ankerversuche
Eigene Darstellung



Referent
Dr. Reto Schnellmann

Korreferent
Rafael Wyrsch, Casutt
Wyrusch Zwicky AG,
Chur, GR

Themengebiet
Geotechnik

Fundation Wohnüberbauung «Göbli» in Zug

Diplmandin



Noémie Mengis

Aufgabenstellung: An der Göblistrasse in Zug ist eine Wohnüberbauung geplant, die aus neun Mehrfamilienhäusern besteht. Die Wohnüberbauung kann in zwei Baufelder, A/B und C/D, unterteilt werden, die jeweils ein zusammenhängendes Untergeschoss aufweisen. Ziel der Arbeit ist es, unter den vorhandenen Randbedingungen die am besten geeignete Fundation für die Wohnüberbauung zu erarbeiten und anhand der vorliegenden Projektunterlagen zu bemessen.

Vorgehen: Ein geologischer Bericht mit den entsprechenden Sondierergebnissen sowie die notwendigen Projektpläne liegen vor. Nach einem Grundlagenstudium wurde anhand der Sondierergebnisse ein Baugrundmodell erarbeitet und die Bodenparameter wurden anhand der durchgeführten Drucksondierungen mit Hilfe von Fachliteratur ermittelt. Anschliessend wurden anhand der Randbedingungen die Gefährdungsbilder erarbeitet.

In einem ersten Schritt wurden die zu erwartenden Setzungen für eine Flachfundation analytisch berechnet. Mit den Erkenntnissen aus den Setzungsberechnungen wurde anschliessend ein Fundationskonzept für die Baufelder A/B und C/D erarbeitet. Wurden die vorgegebenen Setzungstoleranzen für eine Flachfundation nicht eingehalten, wurde eine Pfahlfundation vorgesehen. Mithilfe des FEM-Programms Plaxis 3D wurden die Setzungen für die Flachfundationen detailliert berechnet und die Bodenplatte bemessen. Für die Baufelder, welche nicht flach fundiert werden konnten, wurde eine Pfahlfundation geplant. Dabei wurden verschiedene Pfahltypen mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen untersucht und anhand verschiedener Kriterien der optimale Pfahltyp ausgewählt.

Ergebnis: Die Gebäude auf dem Baufeld A/B können grundsätzlich flach fundiert werden. Gemäss den Ergebnissen aus Plaxis 3D sind die zu erwartenden Setzungen gleichmässig und gering. Bei der Gründung des Mehrfamilienhauses auf Baufeld B sind lokal bei stark belasteten Stützen und Wänden Pfähle notwendig. Als Fundationspfähle sind Schneckenortbetonpfähle (SOB) mit einem Durchmesser von 880 mm und Pfahllängen von 5 bis 9 m geplant.

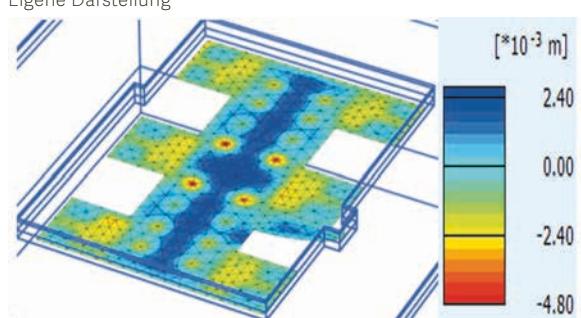
Die tragenden Bodenschichten im Bereich des Baufeldes C/D sind stark abfallend. Entsprechend ist aufgrund der Geologie und der daraus berechneten totalen und differentiellen Setzungen für die zwei Mehrfamilienhäuser auf dem Baufeld C/D eine Pfahlfundation notwendig. Als Fundationspfähle werden ebenfalls SOB mit einem Durchmesser von 880 mm und Pfahllängen von 17 und 22 m geplant. Die Kosten

für die Pfähle liegen knapp unter einer Million Franken.

Übersichtsplan der Baufelder
<https://zugmap.ch/>



Setzungen der Bodenplatte für das Baufeld A (Plaxis 3D)
Eigene Darstellung



Plaxis-3D-Modell für das Baufeld B
Eigene Darstellung



Referent
Dr. Reto Schnellmann

Korreferent
Rafael Wyrsch, Casutt Wyrsch Zwicky AG,
Chur, GR

Themengebiet
Geotechnik

Optimised Grout Formulation for Filling Cavities in River Dams

Graduate Candidate



Athos Doninelli

Problem: In order to fill cavities along riverbanks that may be caused by animals or human activities, such as drilling, it is necessary to develop a mortar that has minimal shrinkage, is injectable, is not susceptible to damage caused by contact with water and is environmentally friendly. The goal of this thesis is to test the feasibility of using so-called liquid soil for this purpose. Liquid soil is a mixture consisting of a source material, which is normally soil, water and additives such as plasticisers and accelerators that make the mixture temporarily fluid and thus suitable for filling cavities that are difficult to fill with other techniques. This mixture allows the final mechanical and physical properties to be similar to the soil in which it will be used because soil from the same location can be used as the source material, which is the main component.

Approach: Four liquid soil mixtures are prepared from the recipe provided by Logbau. A fine mineral material was used as the source material, a mix of 80% sand and 20% silt or 100% silt. The fourth mixture is prepared using the fine material but doubling the amount of water to assess its impact on properties. First the source materials and mixtures are characterised by determining the Atterberg limits (liquid limit and plastic limit). The grain size distribution was then determined for the fine mineral material and the mixture prepared with it by the aerometric method. To assess injectability, the viscosity of the mixtures prepared with the fine mineral material was measured using a rheometer. Finally, the hydraulic properties have been evaluated, namely the shrinkage during the curing phase and the behaviour in contact with water.

Result: The mixture prepared with more water has a viscosity of about 600 mPas at a rate of 120 s¹. This rate is lower than needed to test its injectability, but comparing the result with another mixture that can be injected does not show a strong deviation. A test with an injection machine is still necessary to assess its feasibility. The shrinkage tests revealed that the mixture prepared with fine material from Logbau had the lowest volume reduction, approximately 5%, while the other two mixtures, made with sand and silt, showed higher shrinkage percentages of about 20% and 30%, respectively. In all mixtures, most of the shrinkage occurred in the first 24 hours, after that it was minimal. The immersion tests over seven days showed no signs of damage or changes in sample volume therefore indicating that these mixtures can be used in contact with water. As a conclusion, the use of liquid soil can serve as an alternative for filling cavities along rivers. The use of source materials different from the ones used to develop the recipe used

in this thesis, however, requires research to assess the feasibility of substitution.

Liquid soil used to fill a ditch

<https://de.wikipedia.org/wiki/Flüssigboden>



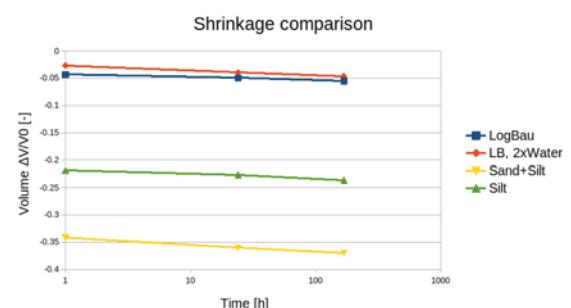
Segregated mixtures

Own presentment



Comparison between the shrinkage of the mixtures

Own presentment



Advisor
Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Co-Examiner
Bernhard Gubser,
Logbau AG, Maienfeld,
GR

Subject Area
Geotechnik

Variantenvergleich zwischen Pfahlfundation und KPP-Gründung

NB 4 MFH Schweighofstrasse 364 – 372, 8055 Zürich

Diplomand



Carlo Ammann

Ausgangslage: An der Schweighofstrasse 364 bis 372 in Zürich wurden vier Mehrfamilienhäuser auf einer gemeinsamen Tiefgarage erbaut. Das Bauwerk wurde mit einer reinen Pfahlfundation bestehend aus 266 Injektionsrammpfählen mit einer totalen Länge von 6181 Meter gegründet. Die geologischen Umstände in diesem Teil der Stadt Zürich sind aufgrund der sehr setzungsempfindlichen bindigen Bodenschicht anspruchsvoll, wodurch nur wenige Gebäude flach fundiert werden können. Ziel dieser Arbeit war darum, die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit einer kombinierten Pfahlplattengründung für das Objekt an der Schweighofstrasse 364 bis 372 in Zürich zu untersuchen und diese mit der ausgeführten Amtsvariante zu vergleichen.

Vorgehen: Das Vorgehen in dieser Arbeit basiert auf einem Literaturstudium zum Thema kombinierte Pfahlplattengründungen sowie den Randbedingungen des Bauprojekts. Anschliessend wurde ein Vergleich von vordimensionierten KPP-Varianten durchgeführt. Die Vordimensionierungen fokussierten sich dabei primär auf die Setzungsberechnung nach Boussinesq und Poulos. Die Bestvariante bezüglich Wirtschaftlichkeit, Bauzeit, Risiken und Umweltverträglichkeit wurde danach mit der Finite Element Software Plaxis 3D modelliert und auf Stufe Prüfstatik bemessen. Abschliessend wurden die Resultate der Bestvariante mit der Amtsvariante verglichen und die Wirtschaftlichkeit der KPP-Gründung bestimmt.

Ergebnis: Die Resultate des Vergleichs zwischen der Bestvariante und der Amtsvariante zeigten auf, dass eine kombinierte Pfahlplattengründung beim vor-

liegenden Objekt nicht wirtschaftlich interessant gewesen wäre. Die Hauptgründe dafür sind die tiefe Gebäudelast in Kombination mit der grossen Fläche der Bodenplatte. Diese Umstände führten dazu, dass eine grosse Anzahl Pfähle benötigt wird, um die differenziellen Setzungen zu beschränken, und dadurch nur noch 13% der Einwirkungen von der Platte abgetragen werden. Die Ergebnisse zeigten ebenfalls auf, dass die Wirtschaftlichkeit bei kombinierten Pfahlplattengründungen massgeblich von den geologischen Bedingungen und der Tragwerksstruktur des Bauwerks abhängig ist.

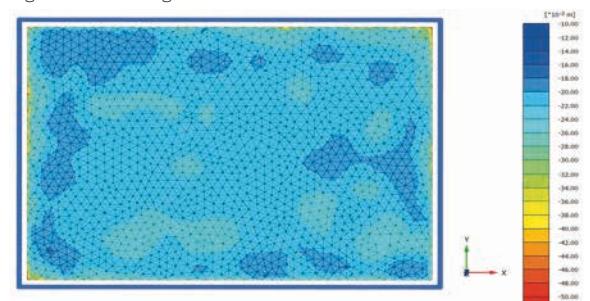
Foto Bauwerk

Eigene Darstellung



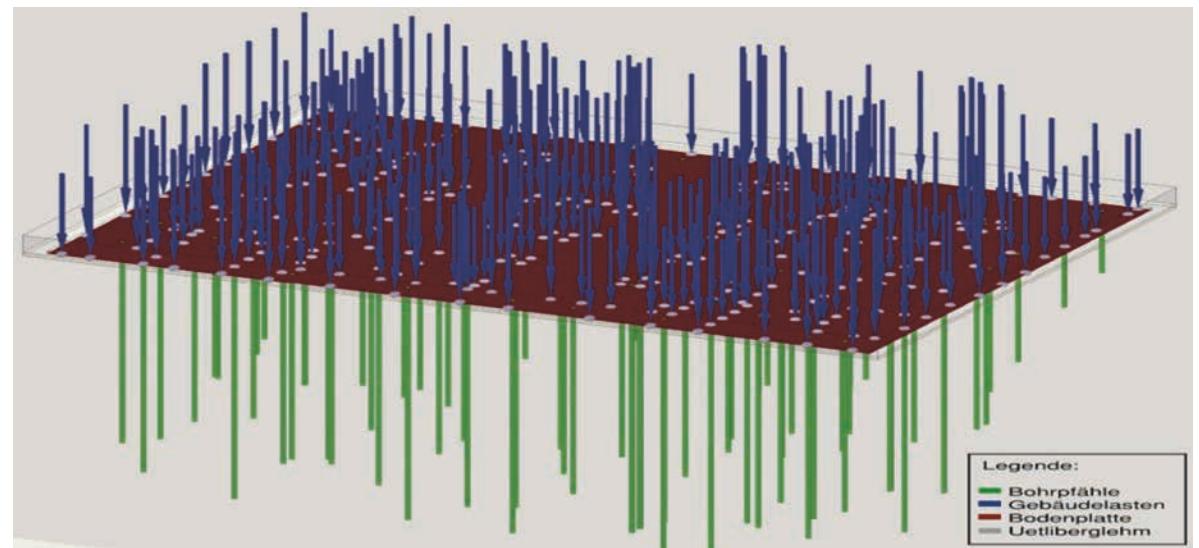
Setzungen in mm

Eigene Darstellung



Plaxis-3D-Modell

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Korreferentin

Danai Tsirantonaki,
Basler & Hofmann AG,
Esslingen, ZH

Themengebiet
Geotechnik

Bahnhof Domat/Ems: Neubau Personenunterführung

Diplomand



Tim Diethelm

Ausgangslage: Beim Umbau des Bahnhofs Domat/Ems wird eine neue Personenunterführung gebaut, welche behindertengerecht ausgeführt wird. Die Personenunterführung wird mit sechs vorfabrizierten Stahlbetonelementen erstellt.

Die Stahlbetonelemente werden mittels sechs Vorspannkabeln zusammengezogen. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird die Personenunterführung statisch überprüft und bemessen.

Vorgehen: Um die statischen Berechnungen durchzuführen, werden verschiedene statische Modelle mit der Software Cubus modelliert. Man hat ein 3D-Stabmodell, ein 2D-Stabmodell und ein Plattenmodell erstellt. Das 2D-Modell und das Plattenmodell sind vor allem zum Vergleich mit dem 3D-Modell genutzt worden. Die wesentlichen Unterschiede der Modelle sind:

- Beim Plattenmodell ist nur die obere Platte modelliert worden, dies dient zur Überprüfung der Querkräfte im 3D-Modell.
 - Beim 2D-Modell ist ein einzelner Stab modelliert worden, was eine Lastabtragung nur in eine Richtung ermöglicht. Die Schnittkräfte werden somit grösser ausfallen als bei den anderen Modellen.
 - Beim 3D-Modell sind mehrere Stäbe und auch in beide Richtung modelliert worden, was dazu führt, dass die Lasten realitätsnäher abgetragen werden.

Da das Tragwerk auf dem Untergrund gelagert wird, werden die Auflager mit Federsteifigkeiten modelliert. Diese Federsteifigkeiten ermöglichen vertikale Verschiebungen und somit auch Querkräfte in der Platte. Solange die Federsteifigkeiten bei allen gleich sind, erhöhen sich die Querkräfte nicht viel. Problematisch wird es aber, sobald sich nicht jedes Auflager gleich verhält. Dies ergibt nämlich grosse Querkräfte in der unteren Platte.

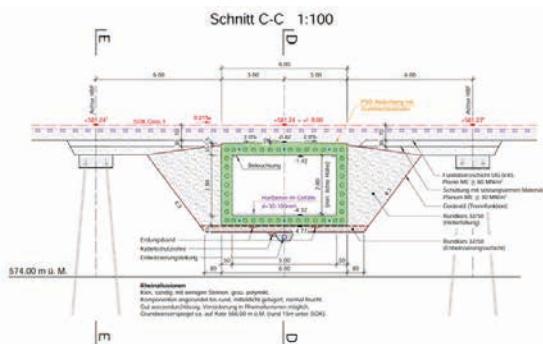
Zur Überprüfung des Tragwerkes werden folgende Nachweise geführt:

- M/N-Nachweis
 - Querkraftnachweis
 - Ermüdungsnachweis
 - Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

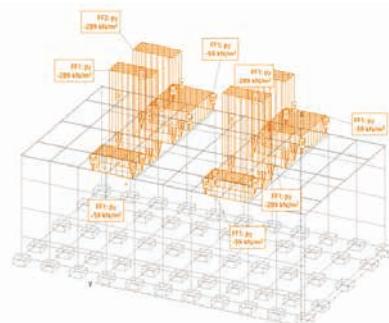
Speziell bei den Nachweisen ist der Ermüdungsnachweis, dieser ist sehr wichtig bei Tragwerken, die mit Bahnverkehr belastet werden. Durch das viele Be- und wieder Entlasten können sich Mikrorisse im Stahl bilden, die zu einem Versagen führen könnten. Mit Erfüllung dieser Nachweise kann nun eine Bewehrung ermittelt werden, welche alle Kräfte aufnehmen kann.

Ergebnis: Durch das Überprüfen der Statik des Tragwerks konnte man einen fertigen Bewehrungsplan erstellen. Die Stahlbetonelemente könnten nun mittels dieses Plans erstellt werden. Vor dem Beginn der Produktion müssten jedoch noch die Bauabläufe geplant werden.

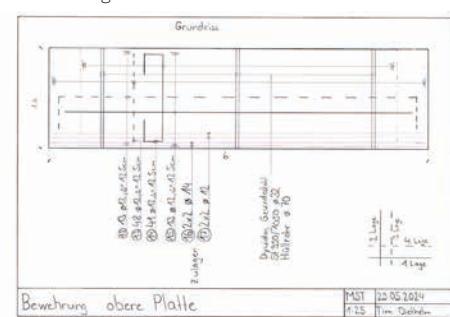
Schnitt durch die Personenunterführung



3D-Stabmodell mit einwirkenden Bahnverkehrslasten



Bewehrungsplan der oberen Platte



Referent

Prof. Dr. Ivan Marković

Korreferent

**Luca Colombo, F.
Preisig AG, Freienbach,
Schwyz**

Themengebiet **Konstruktion**

Bahnhofsüberdachung in Stahlkonstruktion

Diplomandin



Céline Hartmann

Ausgangslage: Eine bestehende Bahnanlage wird von vier auf sechs Gleise ausgebaut. Der Umbau beinhaltet dazu eine neue Überdachung des Gleistrassees. Diese soll als Stahlhallenkonstruktion ausgeführt werden und 170 m lang und mindestens 37 m breit sein. Die neue Überdachung soll die Nutzenden vor Witterung schützen und als zentrales Bindeglied zwischen den neuen Überbauungen und dem alten Dorfkern wirken. Somit ist auch Wert auf ein ansprechendes Erscheinungsbild zu legen.

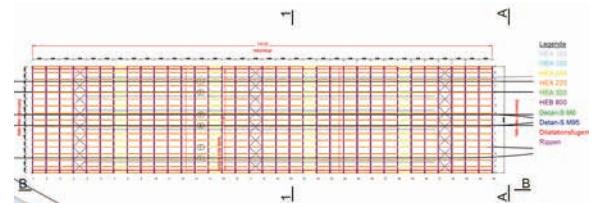
Herausfordernd ist die Höhenlage der Bahnanlage. Diese wirkt sich in zweierlei Hinsicht auf die Überdachung aus. Zum einen ist sie über längere Zeit schneebedeckt. Dadurch kann der Lichteintrag also nicht primär über das Dach erfolgen. Es wird daher eine vollflächige Fassadenverkleidung aus Profilbauglas erfolgen. Die Dachhaut wird komplett mit Photovoltaik-Anlagen ausgestattet. Die zweite Auswirkung der Höhenlage ist die aussergewöhnlich hohe Schneelast, die zu erwarten ist. Diese wirkt sich enorm auf die Dimensionierung und Gestaltung des Tragwerks aus und muss stets berücksichtigt werden. Zusätzlich sollte möglichst auf Zwischenabstützungen verzichtet werden, da diese den Personenfluss auf dem Perron stören und ein zusätzliches Risiko bezüglich Anprall der Bahn darstellen. Da der Bahnverkehr in und aus der Überdachung führt, ist das Bauwerk beidseitig offen. Des Weiteren sind eine maximale Gebäudehöhe von 11,70 m und eine minimale lichte Höhe von 6,20 m einzuhalten.

Vorgehen: In einem ersten Schritt wurden die Einwirkungen bestimmt. Wie bereits erwartet, ist die Schneelast von 9,23 kN/m² massgebend für die Erarbeitung des Tragwerkkonzepts. Daraufhin wurde der Dachaufbau bestimmt und es wurden verschiedene Varianten der Dachform und deren Ausführung (Bogen- und Satteldach und Fachwerkträger, Blechträger etc.) untersucht. Nachdem die Bestvariante gewählt worden war, wurde der massgebende Lastfall für die verschiedenen Bauteile bestimmt. Als Erstes wurden die Anzahl Windverbände bestimmt und vor-dimensioniert, woraufhin dann die Pfetten folgten. Diese wirken dann auf die Binder, welche ebenfalls dimensioniert wurden. Zum Schluss erfolgte noch die Stützenvordimensionierung.

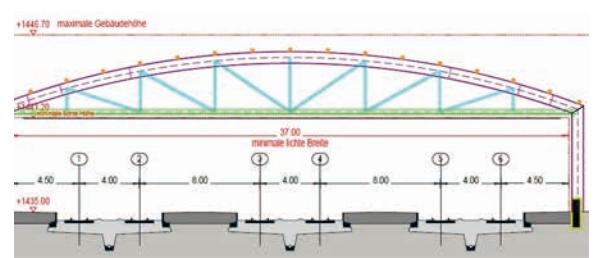
Ergebnis: Die erarbeitete Überdachung wird als Bogenkonstruktion ohne Zwischenabstützung ausgeführt. Der Bogen überspannt eine Hallenbreite von 39 m. In Hallenlängsrichtung werden Binder im Abstand von 5 m angeordnet. Die Pfetten verlaufen rund alle 2,5 m über den Bindern. Die Ästhetik der Tragkonstruktion ist ein entscheidender Faktor, daher wurde versucht, ein möglichst offenes Dach mit grossen Zwischenräumen zu schaffen.

Durch die beidseitige Öffnung der Halle müssen die die Hallenlängsseite angreifenden Kräfte über die Rahmenwirkung abgetragen werden. Die Rahmen sind als Zweigelenkrahmen ausgeführt. Die Abschlussbinder jeweils an der Hallenstirnseite sind anders dimensioniert worden als die restlichen Binder, da sie oben im Dachraum geschlossen werden. Dies dient dem Schutz vor Witterung. Der untere horizontale Träger muss also die auf die Stirnseite wirkenden Windkräfte abtragen können. Dazu wurden Abstützungen eingeplant, welche diese Kräfte zum zweiten Binder ableiten. Die restlichen Binder wurden mit einem Zugband ausgeführt, so dass die Offenheit der Dachkonstruktion möglichst gegeben ist.

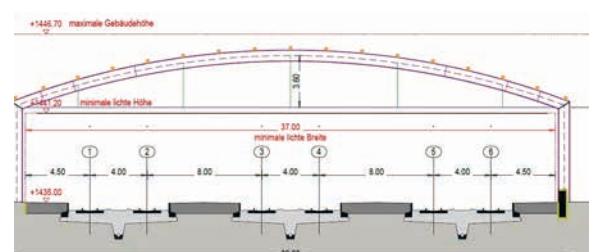
Grundriss
Eigene Darstellung



Ansicht A-A
Eigene Darstellung



Schnitt 1-1
Eigene Darstellung



Referent
Daniel Holenweg

Korreferent
Rolf Meichtry, Zürich,
ZH

Themengebiet
Konstruktion

Decken- und Wandkonstruktionen aus erdbasierten Baustoffen

Diplomand



Abiram Nagulan

Ausgangslage: Lehmbau ist eine seit vielen Jahrhunderten angewandte Technik, die weltweit von Asien bis Europa anzutreffen ist. Trotz seiner reichen Geschichte und der ökologischen Vorteile ist der Lehm im modernen Bauingenieurwesen weniger präsent. In einer Zeit, in der die Welt nachhaltigere Baumethoden sucht, könnte der Lehm eine grosse Hilfe sein. Diese Arbeit untersucht verschiedene Facetten des Lehmbaus. Hierbei werden historische Entwicklungen, moderne Herausforderungen sowie statische Aspekte berücksichtigt. Des Weiteren werden die Bedeutung des Lehm in der heutigen Baubranche sowie seine zukünftige Rolle in einer umweltfreundlichen Baukultur analysiert.

Vorgehen: Um eine solide Grundlage zu schaffen, wird zunächst eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Diese bezieht sich auf traditionelle und moderne tragende Wand- und Deckenkonstruktionen sowie verschiedene Arten von erdbasierten Baustoffen und deren Materialeigenschaften. Zudem werden bereits existierende und potenzielle Normen und Nachweisverfahren für Decken und Wände aus erdbasierten Baustoffen untersucht.

Durch den Vergleich verschiedener Konstruktionsvarianten werden Vor- und Nachteile aufgezeigt. Insbesondere werden Decken aus erdbasierten Baustoffen im Vergleich zu Betonflachdecken und Wandvarianten aus erdbasierten Baustoffen im Vergleich zu Mauerwerk und Stahlbeton betrachtet. Der Vergleich der verschiedenen Baustoffe wird an einem vordefinierten und einheitlichen Beispielgebäude durchgeführt.

Fazit: Die Analyse der Wandvarianten ergibt, dass der Lehm im Vergleich zu Beton in statischer Hinsicht unterlegen ist. Allerdings erreicht der Lehm bei einfachen Tragwerken, wie dem Beispielbauwerk, eine deutlich höhere Ausnutzung. Der Vergleich mit einem MBL-Mauerwerk zeigt ähnliche Werte bei den Nachweisen nach den Mauerwerksnormen. Bei der Erstellung des Nachweises gemäß der neuen deutschen Lehmnorm müssen andere Traglast- und Teilsicherheitsbeiwerte berücksichtigt werden, um genauere Berechnungen durchzuführen.

Ein direkter Vergleich zwischen den Deckensystemen ist aufgrund der unterschiedlichen statischen Systeme schwierig. Allerdings könnte der Lehm dazu beitragen, dass die Preussische Kappendecke wiederbelebt wird.

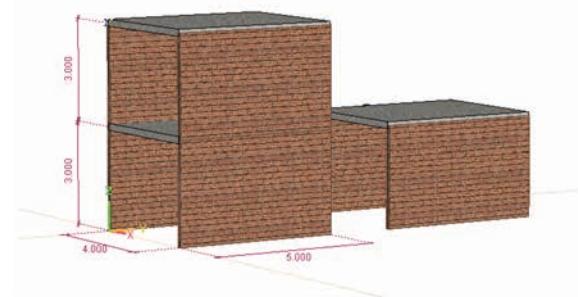
Leider gibt es aufgrund mangelnder Beschäftigung mit diesem Thema und fehlender einheitlicher Normierung noch Wissenslücken. Die vielversprechen-

den Ansätze und die positive Entwicklung des Lehmabaus in Deutschland deuten auf eine aussichtsreiche Zukunft hin. Die Schweiz könnte von diesen Erfahrungen profitieren und eine ähnliche Richtung einschlagen.

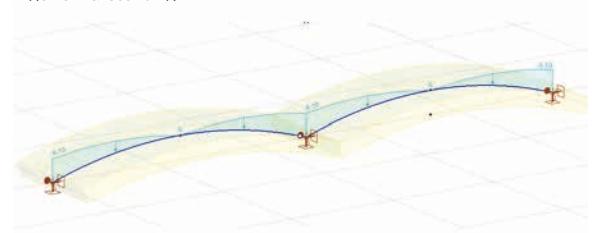
Lehmsteingewölbe nahe Luxor in Ägypten, ca. 1300 v. Chr.
Schröder, Horst: Lehmbau, Springer Vieweg, 2019



Visualisierung Beispielgebäude
Eigene Darstellung



Modell Kappendecke
Eigene Darstellung



Referentin
Prof. Simone Stürwald

Korreferent
Jörg Habenberger,
Zürich, ZH

Themengebiet
Konstruktion

Ersatzneubau Kreuzstrasse 6 in Uster

Diplandin



Laura Fritschi

Ausgangslage: In Uster wird ein Ersatzneubau für ca. 40 Wohnungen erstellt. Die Tragkonstruktion des in Massivbauweise konzipierten, Z-förmigen, eingeschossig unterkellerten MFH besteht aus Ortbetonflachdecken, Beton-Erschliessungskernen und betonierten bzw. gemauerten Wänden.

Vorgehen: Anhand der Architektenpläne wurde ein Tragwerkskonzept entwickelt, das die vertikale und horizontale Lastabtragung gewährleistet. Anschliessend wurde das MFH mit Cedrus 9 modelliert und die massgebenden Bauteile wurden auf ihre Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bemessen. Einige davon sind in Abb. 1 farblich hervorgehoben: die Decke des 1. Obergeschosses und der zweigeschossige Eingangsbereich. Zudem wurde die Horizontalstabilität für zwei Aussteifungsvarianten mit dem Antwortspaltenverfahren in Statik 9 überprüft und diese wurden miteinander verglichen.

Ergebnis: Die 26 cm starke Regelgeschossdecke des 1. OG wurde auf Biegung, Querkraft (Plattenschub, Durchstanzen) und Einhaltung der Verformungsgrenzwerte geprüft. Im Bereich der Stützen und Wandecken ist eine Durchstanzbewehrung mittels sternförmig angeordneten Dübelleisten erforderlich. Die thermisch getrennten Balkonanschlüsse werden mit Querkraftelementen ausgebildet (Abb. 2). Im Eingangsbereich werden die Querkräfte des abdilatierten Betonvordaches mittels Querkraftdornen übertragen. Das Vordach ist an Zugstützen aufgehängt, die mit 6 Ø10 Längs- und konstruktiver Wendelbewehrung versehen sind. Die Zugkraft von ca. 140 kN muss wegen einer direkt darüberliegenden Türöffnung in der Betonwandscheibe über einen versteckten Unterzug in der Decke des 1. OG zu den doppelgeschossigen Eingangsstützen

(Ø35 cm) weitergeleitet werden (s. Abb. 3). Über die Betonwand werden die Vertikallasten aus den OG-Decken von ca. 2400 kN in die runden Eingangsstützen eingeleitet. Diese werden mit 10 Ø26 und einer Wendelbewehrung von Ø14/100 bewehrt. Im UG sind diese rechteckig und werden mit 14 Ø16 und einer Bügelbewehrung von Ø10/100 bewehrt. Für die Lastabtragung in den Baugrund ist eine Fundamentvertiefung von 60 cm mit sternförmig eingelegten Dübelleisten zuzüglich zur 30 cm starken Bodenplatte erforderlich.

Abbildung 2: Anschlussdetail thermische Trennung der Balkone
Eigene Darstellung

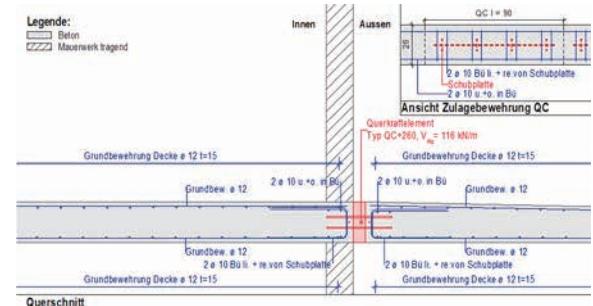


Abbildung 3: Bewehrungsskizze versteckter Unterzug
Eingangsbereich
Eigene Darstellung

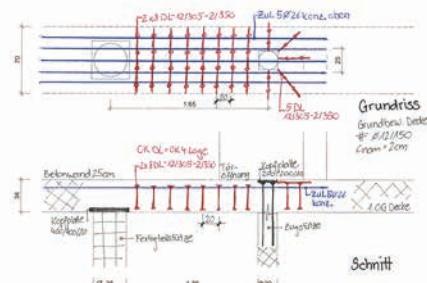
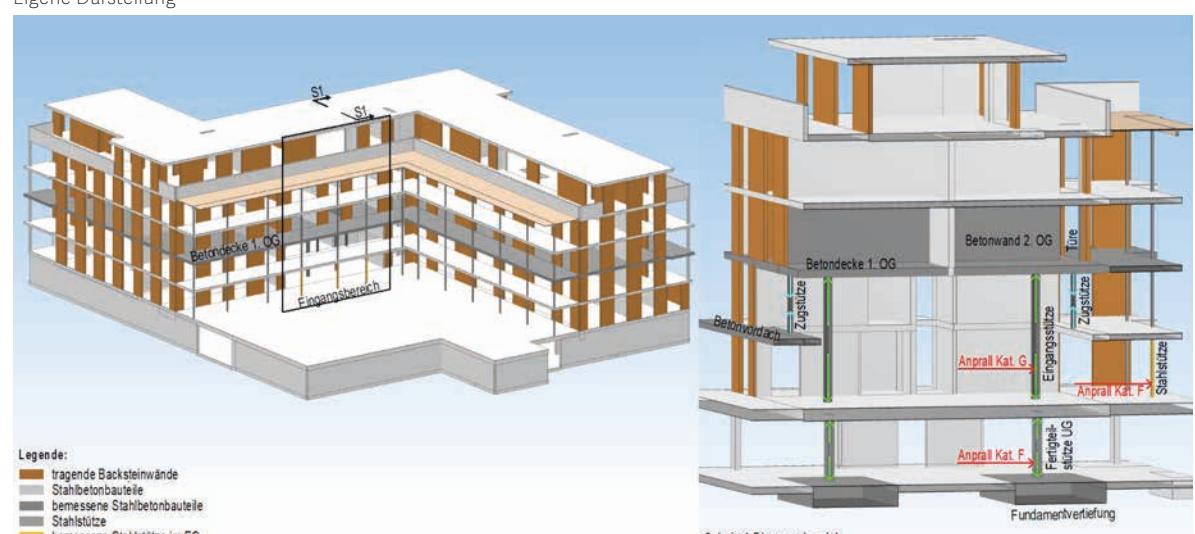


Abbildung 1: 3D-Tragwerksmodell: links Gesamtgebäude, rechts Eingangsbereich
Eigene Darstellung



Referent
Dr. Robert Koppitz

Korreferent
Markus Malloth, dsp
Ingenieure + Planer AG,
Uster, ZH

Themengebiet
Konstruktion

Neubau Fahrzeugprüf halle Roveredo GR

Diplomand



Felix Aerni

Ausgangslage: Das Strassenverkehrsamt des Kantons Graubünden in Roveredo verfügt heute über keine geeigneten Räumlichkeiten für einen effizienten Betrieb. Aus diesem Grund ist ein Projekt für eine neue Fahrzeugprüf halle in Planung. Das Projekt ist als wirtschaftlicher Holzbau geplant, der gewisse architektonische Rahmenbedingungen erfüllen soll. Die architektonischen Rahmenbedingungen beziehen sich auf die vertikalen Holzstützen und die Fensterflächen.

Im Gebäude sollen zusätzlich zur Fahrzeugprüf halle einige Räume entstehen. Im Erdgeschoss befinden sich ein Büro, ein Besprechungsraum und Sanitäranlagen. Im Obergeschoss befinden sich ein Lagerraum, ein Technikraum und ein Kompressorraum.

Vorgehen: Zu Beginn der Arbeit wurden eine Nutzungsvereinbarung und eine Projektbasis erstellt. Damit konnten bauwerksspezifische Randbedingungen definiert werden, welche bei der Projektausarbeitung eine zentrale Rolle spielten. Im weiteren Verlauf der Arbeit stand die Entwicklung von Varianten mit den gegebenen Rahmenbedingungen im Fokus. Es wurden insgesamt vier Varianten entwickelt. Dabei wurden viele verschiedene Ansätze zur Aussteifung und Ausführung der Holzhalle untersucht. Aufgrund der grossen Fensterflächen und Halleneinfahrten war die Aussteifung der Fahrzeugprüf halle eine zentrale Fragestellung während der Variantenstudie. Die Varianten beschäftigen sich mit unterschiedlichen Bauweisen wie Skelettbauweise, Rahmenbauweise oder Massivholzbauweise. Durch die Bewertung vieler verschiedener Faktoren, wie zum Beispiel Tragwerkskonzept, Kosten, Materialverbrauch oder Erscheinungsbild, konnte eine Bestvariante ermittelt werden.

Diese Bestvariante wurde im weiteren Verlauf der Arbeit bemessen. Für die statische Berechnung wurden möglichst einfache 2D-Modelle in Cubus erstellt. Dabei handelt es sich um kleine Modelle, die sich auf einzelne Bauteile und Details konzentrieren. Die Bemessung basiert grösstenteils auf Excel-Berechnungen und diesen Modellen.

Ergebnis: Die Variantenstudie zeigt auf, dass für diese Fahrzeugprüf halle ein Tragwerkskonzept mit Wänden in Rahmenbauweise und einem Dach aus einer Balkendecke am besten geeignet ist. Die Aussteifung des Gebäudes erfolgt durch die Beplankung von Dach und Wänden mit mehrlagigen Massivholzplatten. Die Dachträger und die tragenden Elemente der Wände bestehen aus Brettschichtholz. Die vertikalen Dachlasten werden mittels Biegeträgern auf die Mittelwand und die beiden Außenwände übertragen.

Die Zwischendecke wird mit einer CLT-Decke ausgeführt, die zusätzlich auf ihr Schwingungsverhalten bemessen wurde.

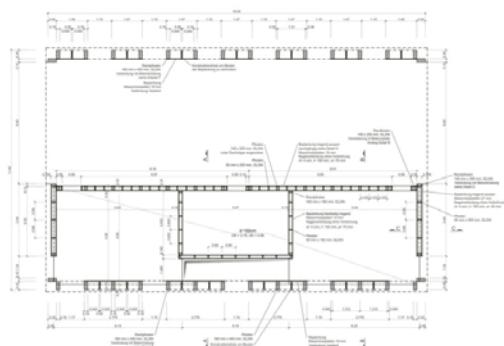
Visualisierung

<https://www.gr.ch/DE/Medien/Mitteilungen/MMStaka/2023/>



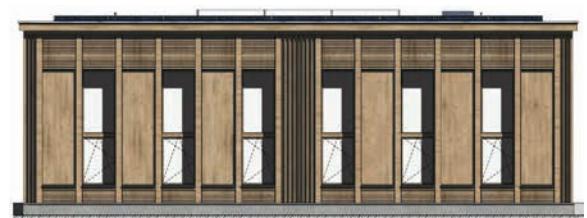
Grundriss Erdgeschoss

Eigene Darstellung



Südost-Ansicht

Grundlagen: Architektenplan Ansichten



Referent
Martin Schindler

Korreferent
Markus Bleisch,
AFRY Schweiz AG,
Rapperswil SG, SG

Themengebiet
Konstruktion

Pilatus Arena in Kriens

Dachkonstruktion aus Stahl- und Verbundbau

Diplomand



Renzo Cabalzar

Aufgabenstellung: In Kriens, beim Bahnhof am Matthenhof, soll eine Überbauung getätigter werden. Teil dieses Bauprojekts ist die Errichtung einer multifunktionalen Sportarena. Diese Arbeit fokussiert sich ausschliesslich auf die Dachkonstruktion der Arena und des Umlaufs. Die Dachkonstruktion umfasst zwei verschiedene Bauweisen. Die Spielfeldüberdachung wird mittels einer Stahlkonstruktion realisiert, während der Umlauf der Arena eine Verbundbaukonstruktion aus Stahl und Beton aufweist. Die Dimensionen der Arena und des Umlaufs sind erheblich, mit einer Länge von 80 Metern und einer Breite von 52 bis 68 Metern. Die Dachflächen sollen mit einem minimalen Gefälle und intensiv begrünt werden.

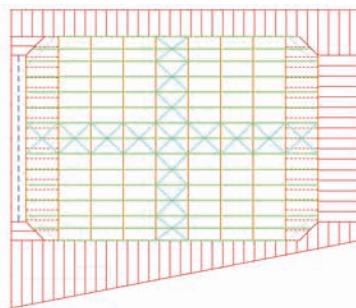
Vorgehen: Als Erstes wurden die Einwirkungen auf das Bauprojekt ermittelt. Für das Tragkonzept folgte eine Analyse verschiedener Konstruktionsarten. Die Dachkonstruktion wurde in Teilbereiche unterteilt, um sie genauer zu untersuchen. Verschiedene Ausführungsmöglichkeiten für die einzelnen Teilbereiche wurden anhand von Richtpreisen verglichen. Anhand der Kosten wurde eine Bestvariante für die Tragkonstruktion erarbeitet und dementsprechend vordimensioniert. In der Detailstatik wurden einzelne Verbindungen bemessen. Anhand der Dimensionierung und der gezeichneten Pläne wurden Stücklisten für die Kostenabschätzung der Stahlkonstruktion gefertigt.

Ergebnis: Die Dachkonstruktion kann mithilfe eines Bindersystems realisiert werden. Die Binderachsen werden durch den Stützraster der unteren Geschosse vorgegeben. Die Binderachsen sind gleichmässig im Abstand von 7,35 Metern angeordnet. Die Pfetten werden auf den Bindern platziert und bilden einen Dreifeldträger. Die Abstände zwischen den Pfetten betragen höchstens 3,5 Meter. Beim Verbundbau variieren die Abstände der Unterzüge von 2,3 bis 2,4 Meter. Aus Tragsicherheitsgründen mussten die Unterzüge aus unterschiedlichen Stahlprofilen gefertigt werden. Dennoch blieb die Bauhöhe aus

ästhetischen Gründen konstant. Obwohl die Binderkonstruktion aus Fachwerken besteht, resultierte eine vergleichsweise massive Stahlkonstruktion.

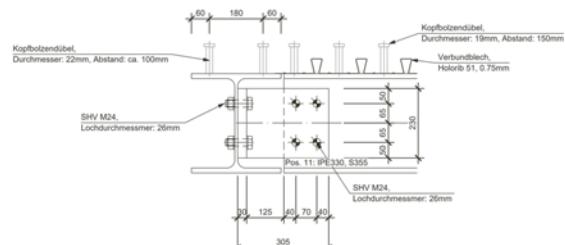
Tragkonzept nach dem Vorstudium

Eigene Darstellung



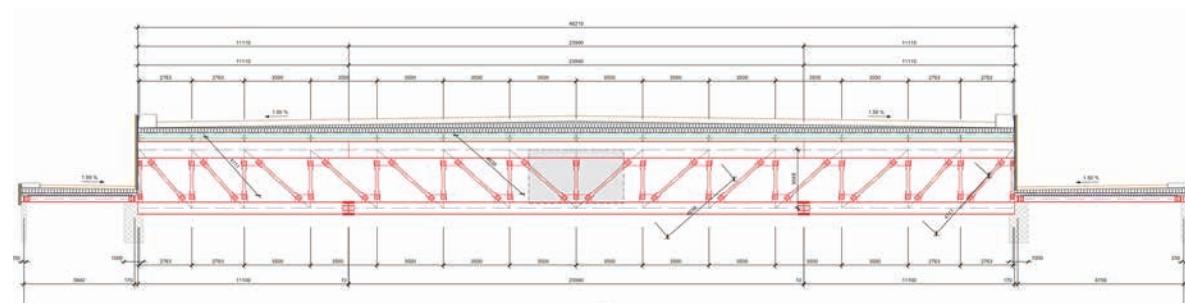
Detail Unterzugsverbindung

Eigene Darstellung



Querschnitt der Tragkonstruktion

Eigene Darstellung



Referent

Daniel Holenweg

Korreferent

Rolf Meichtry, Meichtry & Widmer Dipl. Ing. ETH/SIA AG, Zürich, ZH

Themengebiet
Konstruktion

Optimierung von Treibhausgas-Emissionen im kommunalen Tiefbau

Diplomand



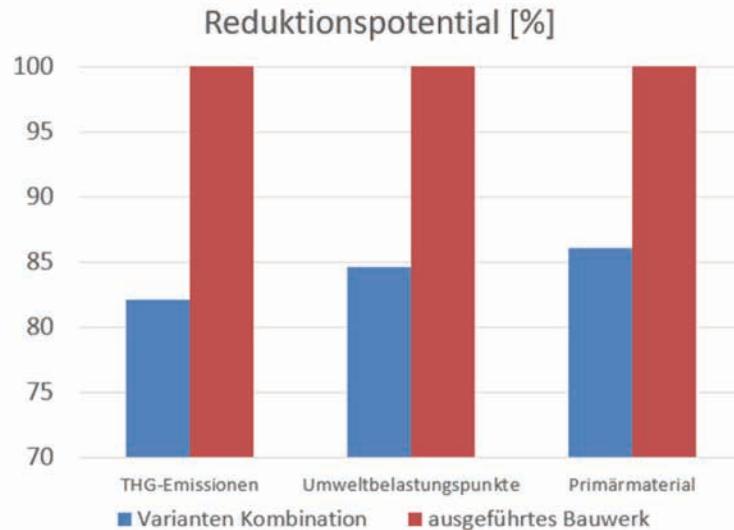
Thomas Küng

Ausgangslage: Die Zürcher Stadtverwaltung will die indirekten Treibhausgasemissionen (THG) bis 2035 um 30% reduzieren (Bezugsjahr: 1990). Das Tiefbauamt der Stadt Zürich (TAZ) erarbeitet derzeit Massnahmen zur Optimierung der THG-Emissionen im Strassenbau und möchte ihre Wirksamkeit exemplarisch untersuchen. Es beauftragte den Verfasser mit der Analyse des 2021 abgeschlossenen Projektes «Umbau/Neugestaltung Römerhofplatz». Es umfasst Werkleitungs-, Kanal- und Strassenbauarbeiten, den Ersatz der Gleisanlage und eine hindernisfreie Gestaltung der Haltestellen. In einem Experten-Workshop mit Vertretern vonseiten des Bauherrn, der Planer und des Baumeisters wurden technisch machbare Optimierungsansätze ausgewählt, mit denen die Projektanforderungen erfüllt werden können.

Vorgehen: Das ausgeführte Bauwerk und die Optimierungsansätze wurden mit dem Umweltbilanzierungstool der Stadt Zürich analysiert. Es ermöglicht die Abschätzung von Materialmengen und Umweltwirkungen mit Hilfe einer Ökobilanz von Herstellung, Transport und Einbau der Baumaterialien sowie Entsorgung des Rückbaus (inkl. Ausbau/Transport). Die Optimierungsansätze wurden anhand von drei Bewertungskriterien mit dem ausgeführten Bauwerk verglichen: Anteil Sekundärmaterialien, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungspunkte (UBP). Optimiert wurden der Einsatz von RC-Asphalt und RC-Beton, die Wiederverwendung der Randsteine und der Oberflächenaufbau der Begegnungsfläche.

Ergebnis: Die Kombination aller Optimierungsansätze ermöglicht eine Reduktion der THG-Emissionen um rund 18%. Dies entspricht rund 280 Tonnen

Reduktionspotential der kombinierten Optimierungsmassnahmen
Eigene Darstellung



CO₂-eq, vergleichbar mit dem Ausstoss eines 40-Tonnen-Diesel-LKWs auf einer Fahrstrecke von 223 548 km. Die UBP werden um rund 15% verringert und der Sekundärmaterialanteil auf rund 14% angehoben.

Den grössten Effekt auf die THG-Emissionen hat mit rund 6% der Einsatz von RC-Asphalt, gefolgt vom Ersatz der Pflästerung durch Chaussierung mit rund 5%. Der Einsatz von RC-Beton trägt mit rund 4% bei und die Wiederverwendung von Randsteinen mit rund 3%.

Referenzprojekt TAZ, Römerhofplatz

www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/projekt_galerie.html



Erfassung einer Strasse im Umweltbilanzierungs-Tool
Screenshot – Umweltbilanzierungs-Tool



Referentin

Prof. Dr. Susanne Kytzia

Korreferent

Heiner Brändli, F.
Preisig AG, Zürich, ZH

Themengebiet
Umwelt

Projektpartner
Markus Rausch, TAZ,
Zürich, ZH / Michael
Laager, KIBAG Infra,
Zürich, ZH

Projektierung eines Strassentunnels im Raum St.Gallen

Diplomand



Attila Sarkadi

Ausgangslage: In der Stadt St.Gallen soll der Güterbahnhof einen neuen Zubringer in Form des neuen Tunnels «Liebegg» bekommen. Dieser verbindet die Teufenerstrasse mit dem geplanten Kreisel, welcher unterirdisch unter dem Bahnhof im Rahmen eines aktuellen ASTRA-Drittprojekts erstellt werden soll. Das Projekt befindet sich im Vorprojekt, wobei vorgängig zu dieser Arbeit erste Pläne erstellt wurden. Diese sind jedoch unvollständig, da noch kein Sicherheitskonzept für diesen Tunnel existiert, weshalb keine Sicherheitseinrichtungen in den Plänen abgebildet werden konnten.

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist das Erstellen eines Sicherheitskonzeptes, wozu das Bestimmen der genauen Fluchtwegführung, der genaue Fluchtwegabstand im Tunnel sowie das Bestimmen der ausbruchsrelevanten Sicherheitseinrichtungen wie SOS-Nischen und Ausstellbuchten nötig sind. Darüber hinaus sollten diese Resultate mit Plänen festgehalten werden.

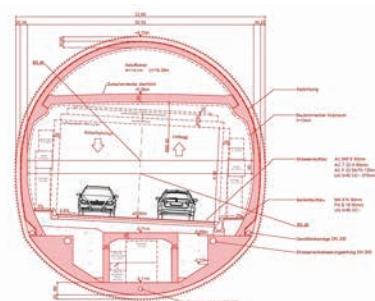
Vorgehen: Um die Liniengröße der Fluchtwägen zu bestimmen, wurde ein Variantenstudium mit drei Varianten durchgeführt. Bei einer Variante wird der Fluchtweg durch einen Werkleitungskanal geführt. Bei den anderen zwei Varianten verlaufen die Fluchtwägen in separaten Röhren: einer auf der Westseite und einer auf der Ostseite des Haupttunnels mit Ausgang bei der Wattbachstrasse. Es wurden insgesamt sieben Kriterien gewählt, um die Aspekte Sicherheit, Kosten, Erstellungszeit, Vielfalt der Nutzung und Umwelt abzudecken. Diese Kriterien wurden mit einer Gewichtung versehen, was anschliessend mit einer Sensitivitätsanalyse überprüft wurde. Somit konnte über eine fundierte Auswahl die Bestvariante gefunden werden.

Um den Abstand der Fluchtwägen zu bestimmen, musste aufgrund der aussergewöhnlich starken Neigung des Tunnels von maximal 6,5% eine quantitative Risikoanalyse durch einen Spezialisten nach ASTRA-Richtlinie durchgeführt werden.

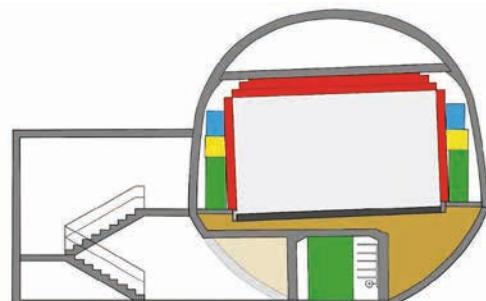
Ergebnis: Es konnte eine Bestvariante gefunden werden, welche auch die Sensitivitätsanalyse problemlos überstanden hat. Als Bestvariante stellte sich die Variante mit dem Werkleitungskanal heraus, da diese bezüglich Kosten sowie Raumnutzung sehr effizient ist. Vor allem die Anforderung, ein Sohlgewölbe im Ausbruchprofil auszubilden, beeinflusste die Auswahl stark. Dadurch ergaben sich keine zu grossen Unterschiede im Ausbruchsvolumen, in der Ausbruchssicherung hingegen schon.

Die Bestvariante wurde auf Stufe Bauprojekt ausgearbeitet. Im Rahmen dessen wurden Pläne der wichtigsten Projektteile erstellt, wie ein Normalprofil und weitere Schnitte des Tunnels.

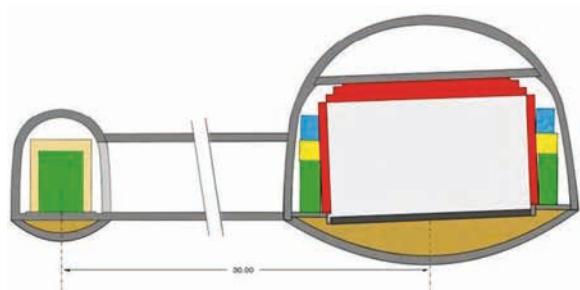
Normalprofil des Tunnels, bestimmt im Rahmen dieser Bachelorarbeit.
Eigene Darstellung



Skizze der Variante 1: Fluchtweg durch den Werkleitungskanal geführt.
Eigene Darstellung



Skizze der Varianten 2 und 3: Fluchtweg durch Sicherheitsstollen. Varianten sind spiegelbildlich zueinander.
Eigene Darstellung



Referent
Stefan Maurhofer

Korreferent
José Maria Brañas
Martín, Bau- und
Umweltdepartment,
St.Gallen, SG

Themengebiet
Untertagbau

Sanierung Werdenbergstrasse Ost

Projektierung auf Stufe Bauprojekt

Diplomand



Manuel Brogle

Ausgangslage: In dieser Bachelorarbeit werden die vielschichtigen Fragestellungen untersucht, die sich bei der Planung eines Strassen- und Tiefbauprojekts ergeben. Im Mittelpunkt stehen dabei die spezifischen Herausforderungen, mit denen ein verantwortlicher Bauingenieur bei der Realisierung eines Infrastrukturprojekts konfrontiert wird. Zu den Kernpunkten gehören unerwartete geotechnische Verhältnisse, Umweltauflagen, städtische Vorgaben sowie die Berücksichtigung von wirtschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Faktoren. Diese Aspekte sind von massgeblicher Bedeutung, da sie entscheidenden Einfluss auf die Durchführbarkeit, die Kostenstruktur und den Zeitrahmen des Bauprojekts haben.

Vorgehen: Um die definierten Ziele zu erreichen, wird methodisch vorgegangen. Zuerst werden das Vor- und das Gesamtprojekt detailliert analysiert, um ein umfassendes Verständnis der Ausgangssituation zu erlangen. Daran anschliessend erfolgen genaue Untersuchungen der einzelnen Arbeitsabläufe, Bewertungen anhand des Normpositionen-Katalogs (NPK) und Vergleiche mit der Literatur. Für die Modellierung kommen sowohl computergestützte CAD-Programme als auch traditionelle manuelle Zeichnungen zum Einsatz. Diese Methodik ermöglicht eine tiefgehende Analyse und die Entwicklung individuell angepasster Lösungsstrategien, die speziell auf die Anforderungen und Rahmenbedingungen des Projekts zugeschnitten sind.

Ergebnis: Die Arbeit illustriert detailliert, wie das Bau- projekt die im Vorprojekt identifizierten Fragestellungen und Herausforderungen angeht. Die Abläufe werden präzise erläutert, um alle Eventualitäten zu berücksichtigen. Zudem wird gezeigt, wie eine stra-

tegische Planung der Bauetappen einen reibungslosen und effizienten Ablauf ermöglicht. Die Auswahl geeigneter Baumaterialien und die Anpassung der Oberflächengefälle tragen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele bei. Ein zentrales Element ist die Auseinandersetzung mit dem NPK-Katalog, einem wesentlichen Werkzeug für zukünftige Bauingenieure. Je besser man ihn beherrscht, desto erfolgreicher können Ausschreibungen gestaltet werden.

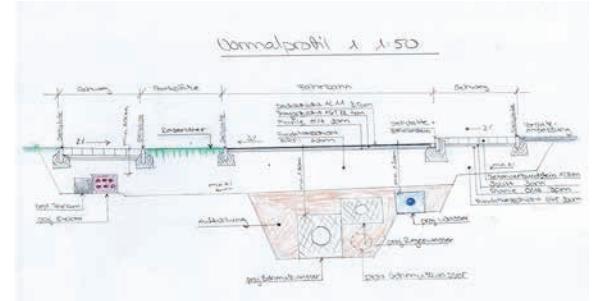
Kreuzung Werdenbergstrasse-Oberstüdlistrasse

Eigene Darstellung



Normalprofil 1:50

Eigene Darstellung



Situation Werkleitungen

Eigene Darstellung



Referent
Rolf Steiner

Korreferent

Matthias Ensinger,
F. Preisig AG,
Bauingenieure und
Planer, Buchs SG, SG

Themengebiet
Verkehr

Projektierung eines Tief- und Strassenbauprojektes

Sanierung Ringstrasse, Stadt Opfikon

Diplomandin



Ronja Allenfort

Problemstellung: Das in den 1960er Jahren in Opfikon ZH erbaute Quartier ist über eine grosse Hauptzufahrt erreichbar, welche über die Ringstrasse führt. Die Ringstrasse entspricht nicht den heutigen Anforderungen und weist neben sichtbaren Schäden einen übermässigen Ausbaugrad auf. Daher soll ein neues Angebot für die Veloinfrastruktur entstehen, um eine bestehende Lücke im Velonetz zu schliessen. Zusätzlich soll die allgemeine Verkehrssicherheit des Strassenabschnitts erhöht werden. Neben der Umgestaltung können zudem neue Bedürfnisse betrachtet werden. Die Ringstrasse ist stark von Hitzebelastung betroffen, die sich in Zukunft durch den Klimawandel weiter verstärken könnte. Daher soll neben der Veloinfrastruktur auch die Reduktion der Hitze angestrebt werden. Gleichzeitig werden die Werkleitungsinfrastruktur sowie der Strassenoberbau erneuert.

Vorgehen: Als Planungsunterstützung dienten neben der VSS-Norm und der SIA-Norm auch die Richtlinien «Standards Veloverkehr», auch bekannt unter Velostandards. Darüber hinaus wurden verschiedene Varianten entwickelt und in einer Studie bewertet. Die beste Variante wurde ausgearbeitet und mit der Werkleitungssanierung abgestimmt.

Ergebnis: Das Ergebnis war eine Reduzierung des Strassenquerschnitts zur Kernfahrbahn im Tempo-50-Regime. Diese Variante erfüllt alle grundlegenden Bedürfnisse und Anforderungen an den Strassenraum. Nach der Zustandsanalyse vom Kanal benötigt die bestehende Kanalisation lediglich eine manuelle Sanierung durch Begehung. Anders verhält es sich bei der Wasserleitung. Die bestehende Transportleitung wird ausser Betrieb genommen und durch eine

neue ersetzt. Hinzu kommt eine neue Baumrabatte für die Hitzeminderung. Nach der Neugestaltung der Ränder wird der Asphalt in gleichmässigen Schichten erneuert.

Aktuelle Aufnahme Ringstrasse

Google Maps



Symbolbild Kernfahrbahn

Richtlinie Standards Veloverkehr Kanton Zürich



Situation Projekt Ringstrasse

Eigene Darstellung



Referent
Rolf Steiner

Korreferent
Michael Good,
Buchmann Partner AG,
Uster, ZH

Themengebiet
Verkehr, Bauausführung

Bauprojekt Neubau Kraftwerk Mühlehorn

Diplomandin



Jana Müller

Ausgangslage: Die Technischen Betriebe Glarus Nord (TBGN) sind im Besitz des stillgelegten Wasserkraftwerks Mühlehorn. Für die Wiederinbetriebnahme sind Sanierungen, Neu- und Ausbauten erforderlich. Die geplante Fassung liegt im Ammenlii auf 1050 m ü. M. Die Zentrale liegt im Dorf Mühlehorn auf 450 m ü. M. Die Ausbauwassermenge beträgt 300 l/s. Es besteht eine Wasserrückgabepflicht an die Hammerschmiede.

Im Rahmen dieser Arbeit soll das Kraftwerk Mühlehorn auf Stufe Bauprojekt projektiert werden. Dies umfasst die Fassung, die Druckleitung und die Zentrale.

Vorgehen: Am Anfang werden die Linienführung der Druckleitung erarbeitet sowie das Material und der Durchmesser bestimmt. Die Funktion des Dückers wird überprüft. Die Fassung und der Entsander werden dimensioniert. Die Turbinenabmessungen werden berechnet. Die Funktion des Gesamtprojekts wird überprüft. Abschliessend werden ein erstes Bauprogramm und die Baustellenlogistik entworfen.

Ergebnis: Die Fassung besteht aus zwei quer zur Fließrichtung angeordneten Coanda-Rechen (siehe Abb. 1). Zwischen den Coanda-Rechen ist ein Fischpass eingeplant.

Der Entsander wird ins Gelände eingebettet und soll mit Gitterrosten abgedeckt werden. So wird die Luftzufuhr gewährleistet und Lawinen gleiten darüber hinweg. In der Abbildung 2 ist der Entsander dargestellt. Der Entsander und das Einlaufbauwerk sind aufeinander abgestimmt. Das Einlaufbauwerk bildet das Bindeglied zwischen Entsander und Druckleitung und ist als Überfall ausgebildet.

Die Druckleitung weist einen Durchmesser von 400 mm auf und besteht aus duktilen Graugussrohren. Die Druckleitung wird erdverlegt und ist so vor Natureinflüssen geschützt.

Die Zentrale verlangt einen Ersatzneubau. Damit das Gesamtprojekt funktioniert, muss bei einer vertikal-achsigen Pelton-Turbine die Achse auf mind. 464 m ü. M. liegen. Mithilfe einer Blende und eines Überfalls wird das Triebwasser aufgeteilt, sodass 100 l/s zur Hammerschmiede und 200 l/s in den Unterwasserkanal gelangen (siehe Abb. 3).

Erste Überlegungen zur Bauplanung ergaben sieben potenzielle Baustelleninstallationsplätze, wovon einige bereits bestehen. Der Bau erfolgt aufgrund der jahreszeitlichen Einflüsse über das Sommerhalbjahr.

Der Neubau des Kraftwerks Mühlehorn erfüllt sämtliche relevanten bau- und umweltrechtlichen Vorschriften und wird den gesetzlichen und ökologischen Ansprüchen gerecht. Das vorliegende Projekt trägt zur dezentralen, klimaschonenden und umweltfreundlichen Stromversorgung bei.

Die Eingriffe in die Natur und in das Landschaftsbild sind gering und dem volkswirtschaftlichen Nutzen des Projekts angepasst.

Abbildung 1: Fassung Grundriss
Eigene Darstellung

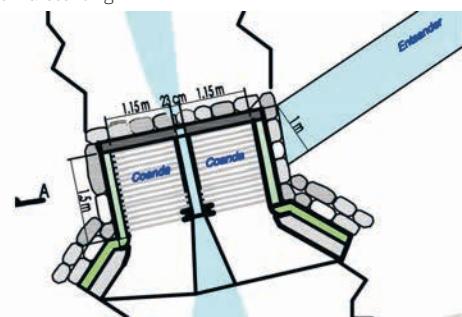


Abbildung 2: Fassung Schnitt
Eigene Darstellung

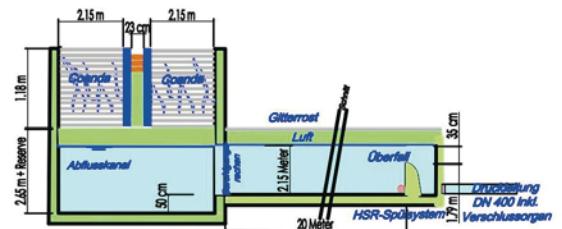


Abbildung 3: Situation Zentrale-Hammerschmiede
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Davood Farshi

Korreferentin
Dr. Michelle Müller-Hagmann, Runge AG, Glarus, GL

Themengebiet
Wasser

Hochwasserschutz Dorfbach Rothenthurm SZ

Diplomand



Raffael Ziltener

Ausgangslage: Der Dorfbach fliesst aus dem 1,62 km² grossen Einzugsgebiet durch den Dorfkern von Rothenthurm und mündet anschliessend in die Biber. Etwa 100 m oberhalb der Kantonsstrasse wird der Dorfbach eingedolt und unter der Strasse durchgeführt. Diese Eindolung führt zu einer langfristigen limitierenden Abflussgrösse, weil eine Kapazitätserweiterung der Eindolung nicht möglich ist. Unter- und oberhalb der Eindolung führen Fuss- und Strassenbrücken sowie eine Bahnbrücke über den Dorfbach, welche zum Teil noch grössere Defizite aufweisen. Aufgrund dieser Engpässe ist der Dorfkern nicht ausreichend gegen künftige Hochwasser geschützt. Durch Optimierungen der massgebenden Durchlässe und Brücken, in Kombination mit einer geeigneten Retentionsmassnahme, sollen der Dorfkern vor Überflutungen geschützt und ein hundertjährliches Hochwasser kontrolliert abgeleitet werden können.

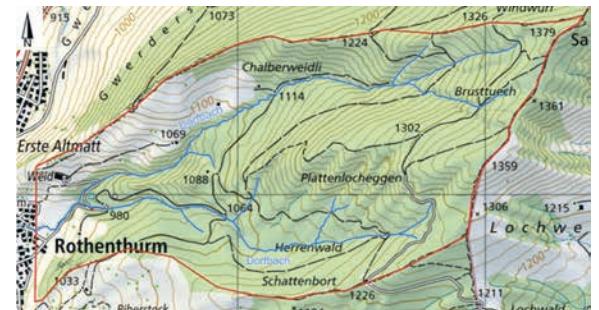
Vorgehen: Zuerst mussten die Querprofile der Brücken, Durchlässe und Gerinne aufgenommen werden, um die Abflusskapazität des Dorfbachs zu ermitteln. Weiter wurde mit Hilfe der Software Hakesch der Spitzenabfluss eines HQ100 bestimmt und eine Ganglinie für dieses Ereignis erstellt. Basierend auf diesen Informationen und der ermittelten Kapazität wurden das Rückhaltevolumen bestimmt und drei verschiedene Varianten von Rückhaltebecken ausgearbeitet. Schliesslich wurde mittels Variantenstudium die Bestvariante bestimmt und diese detailliert ausgearbeitet.

Ergebnis: Die Bestvariante ergab ein Retentionsbecken mit einem bis zu 8 Meter hohen Erddamm, welcher direkt oberhalb des Siedlungsgebiets erstellt wird. Dieses Retentionsbecken hat ein Volumen von

ca. 6700 m³ und lässt bei Höchststau maximal 10,5 m³/s durch das ungesteuerte Drosselorgan weiterfliessen. Um auch seltener Hochwasserereignisse als ein HQ100 ohne Schäden am Bauwerk zu bewältigen, wurde der Damm mit einer Hochwasserentlastungsanlage geplant. Die Kosten dieses Bauwerks belaufen sich gemäss eigener Kostenschätzung auf CHF 1114 000.-.

Einzugsgebiet des Dorfbachs bis zum Siedlungsgebiet

www.map.geo.sz.ch



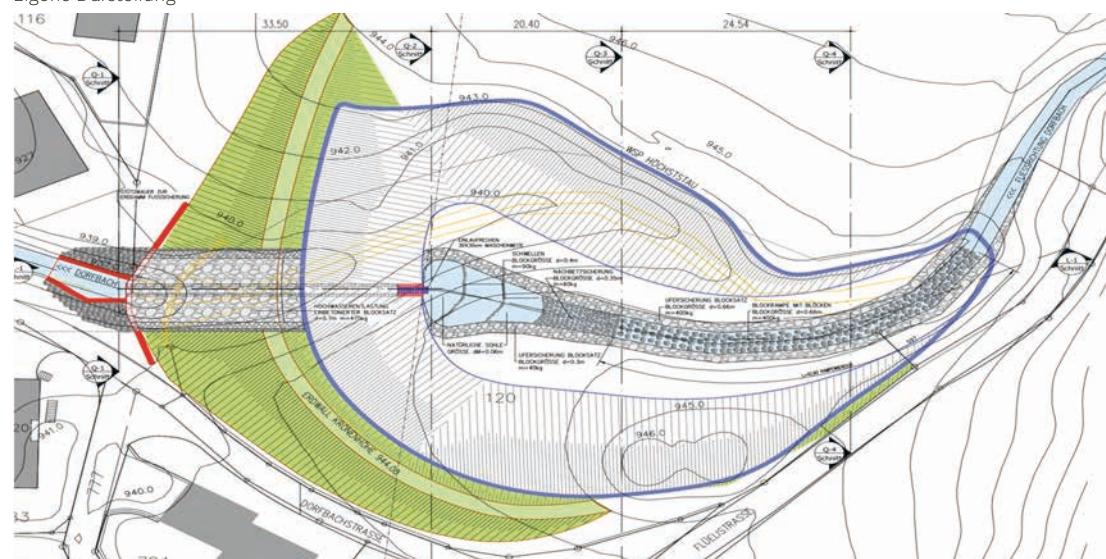
Ausmessung Brückenquerschnitt

Eigene Darstellung



Situation Bestvariante Hochwasserrückhaltebecken

Situation Bestvar



Referent

Referent

Korreferent

**Marcel Budry,
Umweltdepartement
Kanton Schwyz,
Schwyz, SZ**

Themengebiet **Wasser**

Projektpartner **Kanton Schwyz**

Revitalisierung Äusserer Dollikerbach, Meilen

Abschnitt SBB bis Seestrasse, Vor- und Bauprojekt

Diplomand



Simon Pleisch

Ausgangslage: Der Äussere Dollikerbach liegt in der Gemeinde Meilen im Kanton Zürich und fliesst durch das Siedlungsgebiet des Ortsteils Dollikon. Der Projektperimeter erstreckt sich von unmittelbar oberhalb des SBB-Durchlasses bis zur Brücke der Seestrasse. Dazwischen liegen der Dörfli- und der SBB-Durchlass. Dieser Abschnitt weist grosse ökologische Defizite auf. Infolge Ufermauern und einer geraden Gerinneführung ist der Bach sehr monoton. Zwischen den beiden Durchlässen befindet sich eine steile gepflasterte Bachsohle und oberhalb des SBB-Durchlasses ein 1,5 m hoher Absturz, was für Fische unpassierbar ist. Lebensräume für Tiere und Pflanzen sind praktisch keine vorhanden. Deshalb besteht dringend Handlungsbedarf. In dieser Arbeit sollen diese Probleme in einem Vor- und Bauprojekt gelöst werden.

Vorgehen: Nach dem Zusammenstellen und Aufarbeiten aller erforderlichen Grundlagen wurde zuerst im Vorprojekt die Hydrologie betrachtet und danach ein Variantenstudium durchgeführt. Das Schutzziel wurde aufgrund der Siedlung auf ein HQ100 festgelegt. Mit dem HAKESCH-Programm wurden die Hochwasserabflüsse ermittelt. Daraus resultierte für ein HQ100 ein Abfluss von $16,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies ist ein aus verschiedenen Ansätzen berechneter und gemittelter Abfluss. Anschliessend wurden drei Varianten definiert:

- Var. 1: Einfache Ausweitung
- Var. 2: Zweiarlige Gerinneführung + Insel
- Var. 3: Aufweitung mit Biotop

Die Varianten wurden mit einer Nutzwertanalyse nach ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kriterien verglichen und dabei wurden die Interessen der verschiedenen Stakeholder berücksichtigt. Als Bestvariante ging Variante 2 hervor. Im Bauprojekt wurde die Bestvariante vom Vorprojekt ausgearbeitet und die einzelnen Projektbestandteile wurden dimensioniert. Um die Fischgängigkeit und den Schutz vor Tiefenerosion sicherzustellen, werden Holzschwellen eingesetzt. Zwischen dem Dörfli-Durchlass und der Seestrasse wird der Bach aufgeweitet und ein neuer Gerinnearm gebaut. Vor die linksseitige Ufermauer wird ein neuer Böschungsverbau mittels Krainerwand erstellt. Die hydraulischen Nachweise wurden mit HEC-RAS durchgeführt.

Ergebnis: Durch die getroffenen Massnahmen wird der Bach deutlich aufgewertet. In den beiden Abschnitten oberhalb des Dörfli-Durchlasses wird die Fischgängigkeit durch die Ergänzung von mehreren niedrigen Holzschwellen gewährleistet und somit der aquatische Lebensraum für Fische stark verbessert.

Im unteren Abschnitt zwischen dem Dörfli-Durchlass und der Seestrasse werden durch die Aufweitung und den Bau eines neuen Gerinnearms mehr Lebensräume für Tiere und Pflanzen geschaffen. Zusätzlich wird mit neuen Gewässerstrukturen wie einer Flügelbuhne oder Wurzelstöcken sowie breiteren Uferbereichen ein naturnaher Zustand angestrebt. Mit dem neuen Spielplatz auf der Insel und dem neuen Fussweg wird Raum für die Naherholung geschaffen.

Gebaut wird in drei Etappen und die gesamte Bauzeit beträgt ca. 5 Monate. Die Gesamtkosten des Bauprojekts belaufen sich auf ca. 1,27 Mio. Fr. (ohne Landerwerb ca. 0,5 Mio. Fr.) Hinzu kommen jährliche Unterhaltskosten von ca. 1000 Fr.

Bestandesaufnahme Äusserer Dollikerbach

Eigene Darstellung



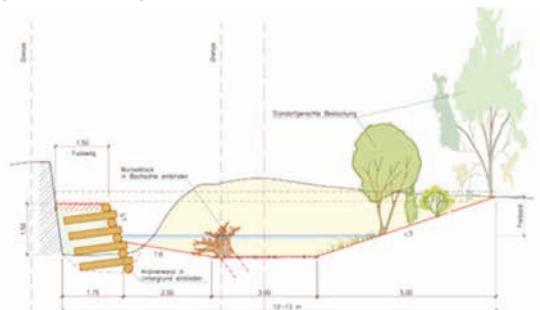
Situation, Abschnitt Dörfli-Durchlass bis Seestrasse

Eigene Darstellung



Normal- und Gestaltungsprofil

Eigene Darstellung



Referent
Andreas Kocher

Korreferent
Dr. Carl Robert
Kriewitz-Byun, AWEL
Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft,
Zürich, ZH

Themengebiet
Wasser

Systematische Untersuchung der Fliessverhältnisse von Murgängen in einer Laborrinne

Diplomandin



Tanja Messmer

Ausgangslage: Murgänge sind komplexe Naturereignisse, die aus einem schnellfließenden Gemisch aus Wasser und Feststoffen in unterschiedlichen Zusammensetzungen bestehen. Sie treten aufgrund von Klimaänderungen immer häufiger auf. Trotzdem sind sie noch nicht vollständig theoretisch beschrieben. Sie entstehen vor allem nach Starkregenereignissen oder langanhaltendem Dauerregen. Diverse Einflussfaktoren können die Form und Grösse des Murgangs massgeblich beeinflussen. Bei der Planung von Schutzmassnahmen gegen Murgänge sind die Parameter Frontgeschwindigkeit, Spitzenabfluss und maximale Fließtiefe entscheidend. In dieser Arbeit soll der Einfluss der Rauigkeit auf diese Parameter und das Fließverhalten eines Murgangs mit Hilfe von Laborversuchen ermittelt werden.

Vorgehen: Die 27 Laborversuche werden in einer 9,72 m langen Rinne mit einer Neigung von 20% und einem bestehenden Murgangrezept durchgeführt. Das Murgangrezept ist aus zahlreichen Modellversuchen für verschiedene Murgangsprojekte entstanden. Bei den Versuchen werden der prozentuale Wasseranteil und die Rauigkeit der Rinne jeweils drei Mal verändert. Um die Rauigkeit in der Versuchsrinne zu verändern, wird Schleifpapier mit unterschiedlicher Körnung verwendet. Nach der Durchführung der Versuche werden die Daten mit einem Python-Skript ausgewertet. Aus den Daten werden die Fließparameter Frontgeschwindigkeit, Fließtiefe und Spitzenabfluss unter Laborbedingungen ermittelt und die Ergebnisse in Diagrammen dargestellt.

Ergebnis: Nach der Auswertung der 27 Versuche konnte kaum ein spürbarer Effekt der Reibung auf die Fließparameter der verwendeten Murgangmischung festgestellt werden. Die Versuche mit dem rauesten Schleifpapier hatten, entgegen der Erwartung, tendenziell eine höhere Geschwindigkeit als die Versuche mit den feineren Schleifpapieren. Beim Vergleich mit den Daten aus früheren Versuchen konnte ein kleiner Effekt der Rauigkeit festgestellt werden. Die Versuche mit der glatten Rinne waren tendenziell schneller als die Versuche mit Schleifpapier. Die Fließtiefe war über alle Versuche etwa gleich. Um die Rauigkeit besser einschätzen zu können, wurde der Manning-Strickler-Wert aus Geschwindigkeit und Fließtiefe berechnet. Die berechneten Manning-Strickler-Werte waren verglichen mit der Literatur jedoch eher zu tief. Um bessere Ergebnisse zu erhalten, könnte für die Versuche ein Schleifpapier mit gröberer Körnung verwendet werden, was vermutlich den Effekt auf den Murgang verstärken würde.

Referent

Prof. Dr. Davood Farshi

Korreferent

Dr. Brian

McArdell, Eidg.

Forschungsanstalt

WSL, Birmensdorf, ZH

Themengebiet
Wasser

Rinne mit Schleifpapier

Eigene Darstellung



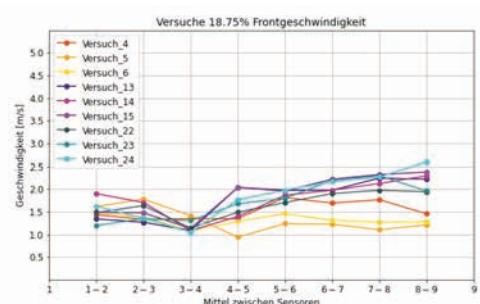
Messsystem

Eigene Darstellung



Frontgeschwindigkeit, Wasseranteil 18,75%

Eigene Darstellung



Variabilität des Hochwasserspiegels in natürlichen, verzweigten Flüssen

Diplomand



Enez Erdem

Problemstellung: Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Ermittlung der Wasserspiegelvariabilitäten eines natürlichen, verzweigten Flusses. Zur Untersuchung werden die Fließverhältnisse durch 2D-Simulationen mit dem Berechnungstool BASEMENT v3 durchgeführt, ausgewertet und mit den Ergebnissen einer 1D-Berechnung verglichen.

Bei Projektierungen von Flussaufweiterungen ist die Prognose der Hochwasserspiegellagen ein wichtiger Bestandteil. In verzweigten, natürlichen Flüssen variiert der Hochwasserspiegel stark und eine Berechnung mit einer 1D-Modellierung ist mit Unsicherheiten verbunden. Die Unsicherheiten in den Berechnungsergebnissen sollen mit dem erforderlichen Freibord abgedeckt werden.

Vorgehen: Zur Grundlagenbeschaffung werden die Hochwasserabflüsse und die Rauigkeit des Gewässers ermittelt. Im Anschluss werden Kartierungen von einzelnen Jahren erstellt und verglichen. In einem nächsten Schritt wird die Wasserspiegellage mit der Methode nach Zarn als 1D-Prognose für alle Abflüsse bestimmt.

Um eine Aussage über die Abweichung zu einer 1D-Prognose und den Wasserspiegel- und Geschwindigkeitsvariabilitäten zu machen, wird die Flussaufweitung modelliert und eine Simulation aufgesetzt. Anschliessend werden die Hochwasserabflüsse durch ein 2D-Modell simuliert. Bei der Simulation werden die mit Vegetation bewachsenen Flächen einmal als nicht durchströmte (Variante 1) und einmal als durchströmte Fläche mit einer hohen Rauigkeit (Variante 2) berücksichtigt. In einem letzten Schritt werden die Resultate von beiden Varianten mit den Resultaten der 1D-Berechnung nach Zarn verglichen.

Ergebnis: Die für das Freibord notwendige Fließtiefe, die i. d. R. oft mit einer 1D-Berechnung ermittelt wird, kann mit einer 2D-Berechnung je nach Abfluss bis maximal 53,5 Prozent reduziert werden. Bei einem HQ100 müsste die Fließtiefe jedoch um bis zu 11,4 Prozent erhöht werden. Eine Begründung für die Unterschätzung des HQ100 könnte sein, dass die Flussaufweitung bei einem grossen Abfluss als Kanal gilt, da die Vegetationsflächen bei diesem Abfluss fast 1 m überdeckt sind. Die für das Freibord nötige Energiehöhe wird von der 1D-Berechnung deutlich unterschätzt. Die Werte müssen je nach Abfluss etwa 10 bis maximal 32,6 Prozent erhöht werden.

Die Ergebnisse der Varianten weisen oberhalb des mittleren Wasserspiegels die gleichen Abweichungen auf, obwohl Variante 2 tiefere Werte liefert.

Referent

Prof. Dr. Davood Farshi

Korreferent

Dr. Lukas Hunzinger,
Flussbau AG SAH,
Bern, BE

Themengebiet
Wasser

Die Flussaufweitung im Hinterrhein, Rhäzüns
Eigene Darstellung



Resultat 2D – Simulation Variante 2 mit HQ5 – Fließtiefen
Eigene Darstellung



Vergleich der Wasserspiegellagen der 1D-Berechnung mit der Variante 1 der 2D-Berechnung
Eigene Darstellung

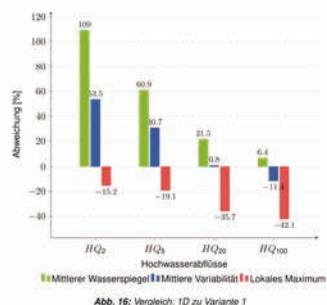


Abb. 16: Vergleich: 1D zu Variante 1

Unsere Institute am Campus Rapperswil-Jona



Institut für
Bau und Umwelt

IBU Institut für Bau und Umwelt
ibu@ost.ch, www.ost.ch/ibu



Institut für
Netzwerke und Sicherheit

INS Institut für Netzwerke und Sicherheit
laurent.metzger@ost.ch, www.ost.ch/ins



INSTITUT FÜR
KOMMUNIKATIONSSYSTEME

ICOM Institut für Kommunikationssysteme
icom@ost.ch, www.ost.ch/icom



Institut für Produktdesign,
Entwicklung und Konstruktion

IPEK Institut für Produktdesign,
Entwicklung und Konstruktion
elmar.nestle@ost.ch, www.ost.ch/ipek



Institut für
Energietechnik

IET Institut für Energietechnik
iet@ost.ch, www.ost.ch/iet



Institut für
Raumentwicklung

IRAP Institut für Raumentwicklung
gunnar.heipp@ost.ch, www.irap.ch



Institut für
Software

IFS Institut für Software
stefan.keller@ost.ch, www.ost.ch/ifs



INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

IWK Institut für Werkstofftechnik
und Kunststoffverarbeitung
frank.ehrig@ost.ch, www.ost.ch/iwk



Institut für Kommunikation
und interkulturelle Kompetenz

IKIK Institut für Kommunikation und
interkulturelle Kompetenz
stefan.kammhuber@ost.ch, www.ikik.ch



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

SPF Institut für Solartechnik
andreas.haeberle@ost.ch, www.ost.ch/spf



INSTITUT FÜR
LANDSCHAFT UND FREIRAUM

ILF Institut für Landschaft und Freiraum
ilf@ost.ch, www.ost.ch/ilf



INSTITUT FÜR UMWELT- UND
VERFAHRENSTECHNIK

UMTEC Institut für Umwelt- und
Verfahrenstechnik
umtec@ost.ch, www.ost.ch/umtec



Institute for Lab Automation
and Mechatronics

ILT Institut für Laborautomation
und Mechatronik
agathe.koller@ost.ch, www.ost.ch/ilt



INSTITUT FÜR WISSEN
ENERGIE UND ROHSTOFFE ZUG

WERZ Institut für Wissen,
Energie und Rohstoffe Zug
werz@ost.ch, www.ost.ch/werz



Institut für Mikroelektronik,
Embedded Systems und Sensorik

IMES Institut für Mikroelektronik,
Embedded Systems und Sensorik
imes@ost.ch, www.ost.ch/imes

OST – Ostschweizer Fachhochschule
Studiengang Bauingenieurwesen
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil
Switzerland

T +41 58 257 41 11
ost.ch/bauingenieurwesen



Rapperswil-Jona

