Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

BAUINGENIEURWESEN

Thesis 2019
Bachelor und Master

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser

In dieser Broschüre sind alle Poster der erfolgreichen Bachelor- und Master-Thesis des vergangenen Studienjahres übersichtlich zusammengestellt.

Der Blick in alle vorgelegten und geprüften Arbeiten zeigt in eindrücklicher Art, was Bauingenieurinnen und Bauingenieure für den Berufsalltag rüstet und qualifiziert. Er weist auch auf den engen Praxisbezug und das entwickelte Verständnis zwischen wissenschaftlich fundierter Grundlagenkenntnis und deren praxisgerechter Umsetzung hin. Darüber hinaus lassen sich im Detail beherztes Engagement, die essentiellen interdisziplinären Fähigkeiten und nicht zuletzt die Faszination für den Beruf des Bauingenieurs erkennen.

An dieser Stelle bedanke ich mich bei den Planern, Amtsstellen, Unternehmungen und weiteren Partnern in der Wirtschaft, welche mit Ihren Anstössen viele Aufgabenstellungen initiieren und zudem mit Daten, Plänen oder weiteren Informationen viele Grundlagen liefern. Ein spezieller Dank geht an die Experten, welche die Arbeiten mit viel Interesse und Engagement begleiten und damit Praxisbezug sicherstellen.

Ich gratuliere allen Studierenden zur gelungenen Bachelor- oder Master-Thesis. Ihnen allen wünsche ich viel Freude und Begeisterung in der neuen Verantwortung und der Leserin und dem Leser einen aufschlussreichen Einblick in unsere Welt des Konstruierens, Bauens und Entwickelns.

Prof. Dr. Albin Kenel
Instituts- und Studiengangleiter
Bauingenieurwesen

BAC
CHE
LOR

Aliu
Bukurim Seite 6

Andermatten
Alexander Seite 7

Arnold
Elias Seite 8

Bättig
Franco Seite 9

Bobst
Sebastian Seite 10

Bucheli
Yves Seite 11

Bucher
Fabian Seite 12

Commerell
Jan Seite 13

Della Chiesa
Mauro Seite 14

Egli
Fabian Seite 15

Feltscher
Armin Seite 16

Gauch
Nando Seite 17

Gurten
Diego Seite 18

Häfliger
Jan Seite 19

Hofer
Fabio Seite 20

Käch
Reto Seite 21

Kiser
Kevin Seite 22

Kläy
Elias Seite 23

Kronig
Benjamin Seite 24

Kryeziu
Endrit Seite 25

Krznaric
Josip Seite 26

Kurmann
Michael Seite 27

Lehner
Kai Seite 28

Meier
Philippe Seite 29

Meli
Tim Seite 30

Odermatt
Pius Seite 31

Peter
Samuel Seite 32

Portmann
Gregor Seite 33

Qerimi
Denis Seite 34

Schuler
Pascal Seite 35

Stecher
Gian-Luca Seite 36

Veliu
Mirlinda Seite 37

von Holzen
Philippe Seite 38

von Matt
Basil Seite 39

Wyss
Deborah Seite 40

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

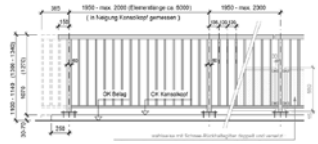
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

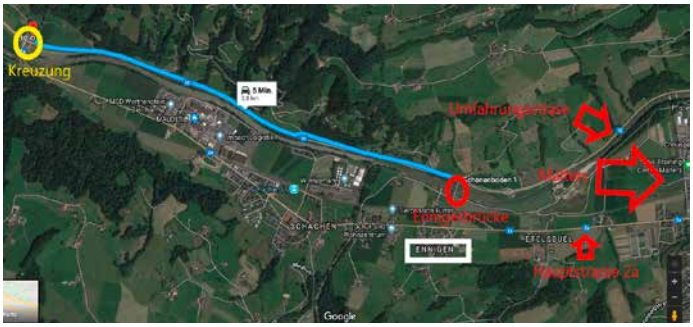
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Entwurf und Dimensionierung einer Verkehrswegbrücke

Bestehende Ennigerbrücke Aussenansicht

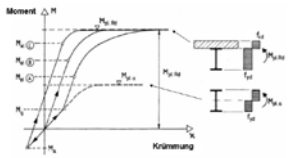


Staketengeländer gemäss der Astra Ri-Li 12 004

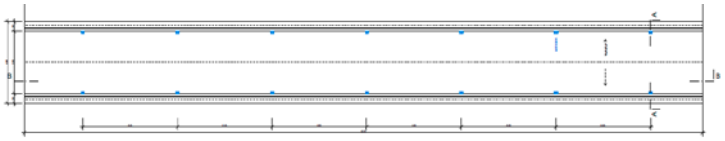


Verkehrserschliessung zur Brücke

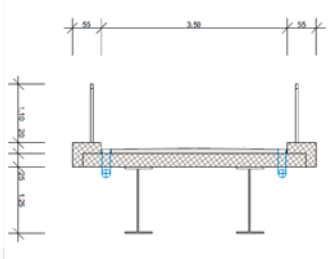
Bestehende Ennigerbrücke Innenansicht



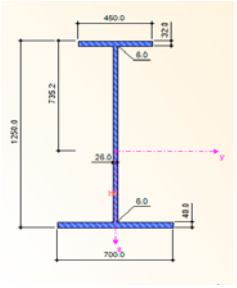
Schematische Darstellung des Eigengewichtverbunds. Gewählte Bauart entspricht der Methode B



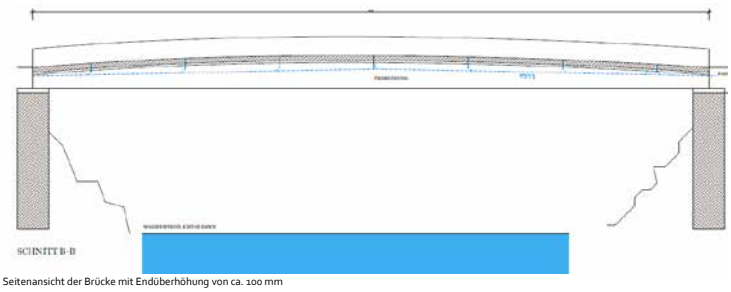
Grundriss der Brücke mit Entwässerungsschächten



Brückenquerschnitt mit Sammelleitungen für die Entwässerung



Querschnitt Blechträger



Seitenansicht der Brücke mit Endüberhöhung von ca. 100 mm

Problemstellung

Für die Ennigerbrücke in Malters im Kanton Luzern soll ein Ersatzneubau geplant und dimensioniert werden. Entwurf und Design sollen anhand der verschiedenen Einflussfaktoren begründet werden. Geeignete Tragwerke müssen dabei mit den verschiedenen Randbedingungen wie Kosten, Bauablauf und Nutzung begründet werden.

Nach der Wahl eines bestimmten Tragsystem mit spezifischer Materialausführung, wurden Brücken analysiert welche der geplanten Bauart entsprechen. Die Analyse betrifft dabei die oben genannten Randbedingungen.
Letztlich mussten für das Bauwerk alle wesentlichen Nachweise bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit geführt werden.

Lösungskonzept

Durch die relativ geringe Nutzung der Brücke, wurde eine einspurige Fahrbahn konzipiert. Für das Tragwerke der Brücke wurde ein einfacher Balken in Verbundbauweise gewählt. Die 4.2 m breite Betonplatte wird dabei von zwei Blechträgern, welche oben gezeigt sind, gestützt. An den Rändern der Fahrbahn werden Kappen angesetzt, worauf dann die Geländer montiert werden.

Die Widerlager der bestehenden Brücke werden einer kleinen Anpassung unterzogen . Durch die grossen Stahlquerschitte müssen die Auflager etwas tiefer versetzt werden, um auf die Quote der Strasse zu gelangen.

Bezüglich Verkehrslasten wurde das Lastmodell 1 gewählt. Da es sich um eine kommunale Brücke mit geringer Nutzung handelt, wurden die Beiwerte mit 0.65 angenommen.

Um während des Bauprozesses zu grosse Beanspruchungen auf den Stahlträger zu vermeiden wird mit einem Baugerüst gearbeitet. Durch die Stützung der Träger kann dabei schon von einem Eigengewichtsverbund profitiert werden.

Die Fahrbahnplatte wird dabei in Ortbeton in C35/45 ausgeführt. Für die Träger ist die Stahlsorte S355 vorgesehen. Die Kappen der Brücke werden auch in Beton ausgeführt. Die Geländer der Brücke wurden entsprechend der Astra Richtlinie gewählt.

Aliu Bukurim

Betreuer:
Prof. Dr. Klaus Kreher

Experte:
Dr. Kai-Uwe Schweizer

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

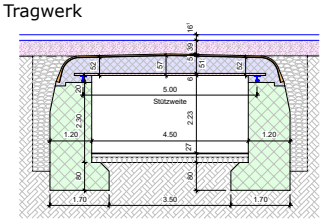
HOCHSCHULE
LUZERN

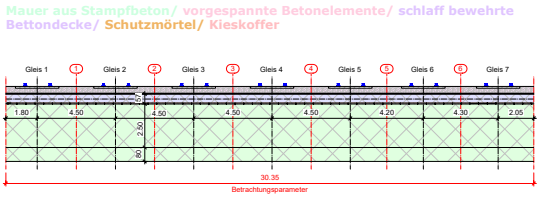
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

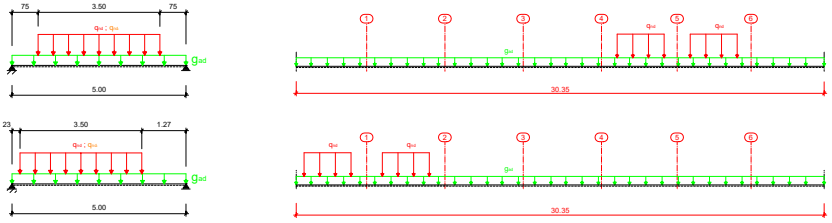
Statische Überprüfung PU-Nord Bahnhof Zofingen

Tragwerk



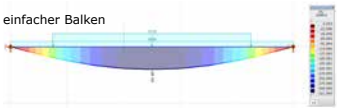


Laststellungen Decke

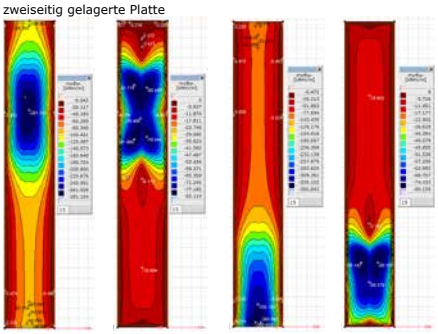


Schnittkräfte Decke

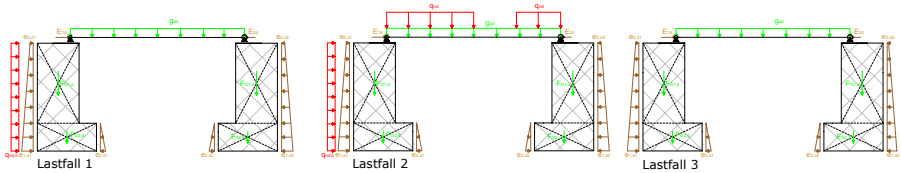
einfacher Balken



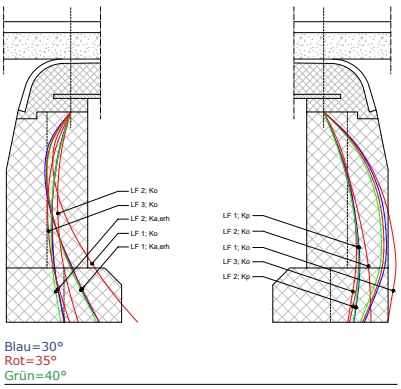
zweiseitig gelagerte Platte



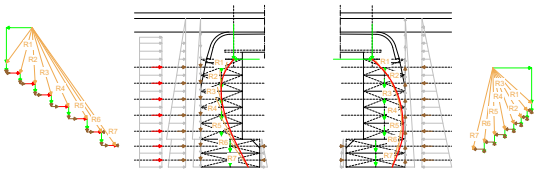
Lastfälle Mauer



Zusammenfassung Stützlinien



Stützlinienkonstruktion



Problemstellung
Die PU-Nord im Bahnhof Zofingen muss gemäss Erhaltungszyklus der SBB statisch überprüft werden. Dabei wird der Unterschied von der Balken- zur Plattentheorie, sowie der Einfluss der Lastausbreitung untersucht.

Die Personenunterführung mit einer Spannweite von 5 Metern und einer Länge von 30.35 Metern wurde in den 1950er Jahren geplant und gebaut. Befahren wird die Personenunterführung auf 7 Spuren mit Normalspurbahnverkehr der SBB. Beim SBB-Viadukt handelt es sich um eine Rahmenbrücke aus Beton. Dabei bestehen die unbewehrten Mauern aus Stampfbeton und die Decke einerseits aus vorgespannten Betonelementen, welche als Schalung dienten und anderseits aus einer darauf schlaff bewehrten Betondecke.

Lösungskonzept
Die Decke wird einmal als einfacher Balken und einmal als zweiseitig gelagerte Platte berechnet. Die Berechnungen der Decke erfolgen durch finite Elementmethoden mit AxisVM.

Die Decke ist ausreichend dimensioniert. Im GZT Typ 2 ist die Ausnützung der Biegetragsicherheit in Tragrichtung 60%, die Ausnützung der Biegetragsicherheit in Querrichtung 91% und die Ausnützung des Querkraftwiderstands 83 %. Der GZT Typ 4 wird in Tragrichtung dank des Dekompressionsmoment der Vorspannung nicht massgebend. In Querrichtung wird die Dauerfestigkeit mit 86% ausgenützt. Die Decke wurde also mit genügend Tragreserve bemessen.

Die Überprüfung des GZT Typ 2 der Mauern erfolgt durch graphische Statik im CAD-Programm Allplan. Dabei werden anhand des Kräfteplans die Stützlinie und Resultierenden konstruiert.

Da keine Angaben über die Baugrundeigenschaften vorliegen, mussten Annahmen getroffen werden. Die Mauern werden mit verschiedenen Reibungswinkeln ($\varphi`=30°$, $\varphi`=35°$ und $\varphi`=40°$) und mit 3 ungünstigsten Lastfällen untersucht. Der Erddruck wird einmal als Erdruhedruck und einmal als erhöhter Erddruck berechnet.

Mit der Berechnung des Erddrucks als Erdruhedruck sind die meisten Lastfälle nicht erfüllt. Es muss sich also der gesamte Rahmen so verschieben, dass sich ein erhöhter Erddruck einstellt. Zusätzlich muss der Baugrund einen Reibungswinkel ≥33° vorweisen, damit die Tragsicherheit der Mauern gewährleistet ist.

Abschliessend lässt sich sagen, dass die Tragsicherheit der Personenunterführung-Nord im Bahnhof Zofingen unter Vorbehalt gegeben ist.

Andenmatten Alexander

Betreuer:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experte:
Urs Hirsiger

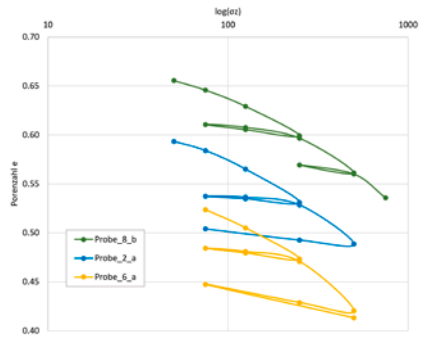
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

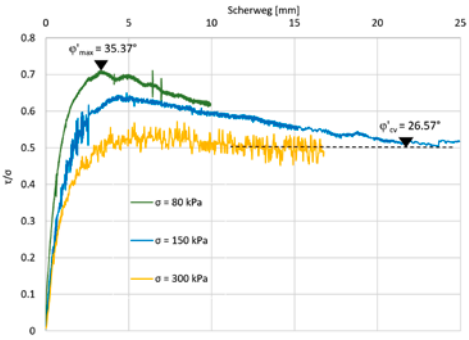
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

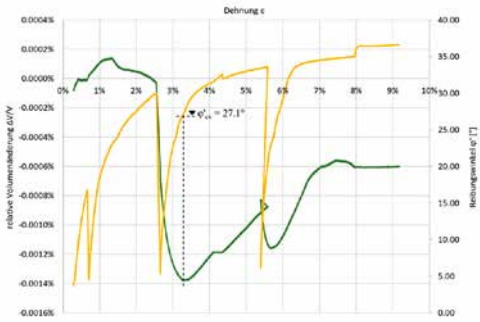
Bodenparameter aus Erfahrung und Laborversuchen



Auswertung Ödometerversuche



Auswertung Direktscherversuche



Auswertung Triaxialversuch

Steifigkeit:

Laborversuche:

Probe_2_a: M_E = 19'000 kN/m^2
Probe_6_a: M_E = 12'000 kN/m^2
Probe_8_b: M_E = 12'300 kN/m^2

Erfahrungswerte:

M_E = 5'000-15'000 kN/m^2

Scherfestigkeit:

Laborversuche:

Reibungswinkel:
Direktscher: φ'_{cv} = 26.6°
Triax: φ'_{cv} = 27.1°

Kohäsion:
Direktscher: c' = 22 kN/m^2

Erfahrungswerte:

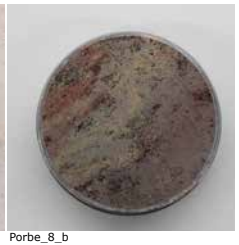
φ'_k = 22-24°

c' = 0-5 kN/m^2

Probe Triaxialversuch

Probe_2_a

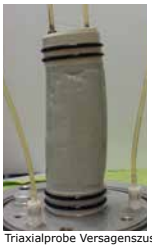
Probe_6_a



Porbe_8_b

Probe Direktscherversuch

Probe Direktscherversuch abgeschert



Triaxialprobe Versagenszustand

Problemstellung

Um ein Bauwerk zu bemessen sind Kenntnisse über den vorliegenden Baugrund nötig. Die Eigenschaften des Baugrunds können in Scher– und Steifigkeitsparametern zum Ausdruck gebracht werden.

In der gängigen Praxis geschieht die Ermittlung dieser Parameter oft anhand von Abschätzungen aufgrund von Erfahrungswerten. Auf eine Durchführung von Laborversuchen zur genauen Bestimmung der relevanten Scher- und Steifigkeitsparameter wird oft verzichtet. Dies führt dazu, dass Bauwerke weniger effizient konstruiert werden können bzw. eine weniger wirtschaftliche Bemessung resultiert.

Lösungskonzept

Hauptbestandteil dieser Thesis war es, Bodenproben auf Scherfestigkeit und Steifigkeit zu untersuchen. Dafür wurden an einem laufenden Bauprojekt Proben entnommen, um diese anhand von ausgewählten Laborversuchen zu untersuchen.

Um grundlegende Kenntnisse über die vorliegenden Bodenproben zu erhalten, wurde eine Bodenklassifikation durchgeführt. Aufgrund dessen wurden in einem weiteren Schritt Ödometerversuche, Direktscherversuche und ein Triaxialversuch durchgeführt. Die Versuche wurden ausgewertet, die Resultate interpretiert und auf ihre bodenmechanische Plausibilität geprüft. Die im Labor ermittelten Scher– und Steifigkeitsparameter wurden mit den aufgrund von Erfahrungswerten abgeschätzten Werten verglichen.

Die durchgeführten Versuche lieferten nachvollziehbare Resultate. Die erhaltenen Werte aus den Ödometerversuchen für den Zusammendrückungsmodul M_E fielen höher aus als die Erfahrungswerte. Dasselbe gilt für die Scherparameter. Die drainierte Scherfestigkeit φ' sowie die Kohäsion c' aus den Direktscherversuchen und dem Triaxialversuch waren höher als die Erfahrungswerte.

Um die beiden Methoden der Bodenkennwertermittlung einander gegenüberzustellen, wurden die Auswirkungen auf die Bemessung anhand der Stabilität und des Deformationsverhaltens des Bodens diskutiert. Der Vergleich zeigte, dass die Auswirkungen auf die Bemessung auf das vorliegende Bauwerk, welches nur kleine Lasten in den Boden einleiten muss, minim sind. Bei grösseren Gebäudelasten kann die genaue Kenntnis von Bodenparametern einen beträchtlichen Unterschied in der Bemessung zur Folge haben. Der Baugrund kann besser eingeschätzt werden und somit kann das zu erstellende Gebäude besser auf den Baugrund abgestimmt werden.

Arnold Elias

Betreuer:
Dr. André Arnold

Experte:
Jürg Nyfeler

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

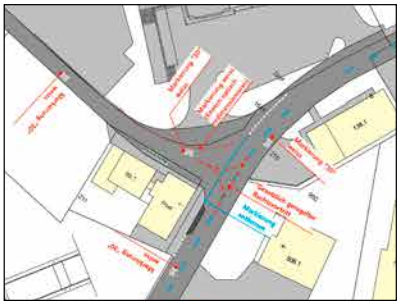
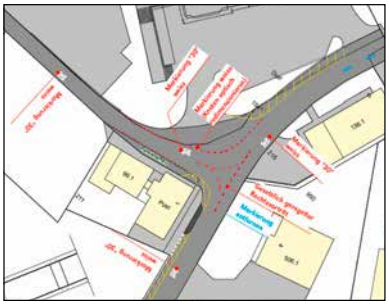
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Obbürgen NW: Strassenraumgestaltung Ortsdurchfahrt

Grundlagen

Variantenstudium

Strassenraumgestaltung

Problemstellung

Die Realisierung einer Tempo-30-Zone auf Kantonsstrassen galt lange als unmöglich. Doch die Regierung änderte ihre Meinung in den letzten Jahren. Obbürgen liegt unterhalb des Bürgenstock Resorts. Die Erweiterung des Resorts hatte zur Folge, dass die Bürgenstockstrasse mehr befahren wird. Die Infrastruktur ist für diese Zunahme nicht sicher genug. Die Bewohner von Obbürgen sind der Meinung, dass eine Tempo-30-Zone eine sinnvolle Lösung für ein sicheres Obbürgen ist.

Die Gemeinde beauftragte aufgrund mehrerer Petitionen der Anwohner eine externe Firma, um ein Gutachten für eine Tempo-30-Zone zu erstellen. Durch ein Road Safety Audit konnte dieses Gutachten überprüft werden. Das Resultat dieser Überprüfung war, dass es auch möglich ist, die vorhandenen Sicherheitsdefizite für ein Geschwindigkeitsregime von Generell 50 km/h zu beheben. Die benötigten Massnahmen werden mit dieser Bachelor-Thesis aufgezeigt.

Lösungskonzept

Damit alle vorhandenen Sicherheitsdefizite der Bürgenstockstrasse aufgelistet werden konnten, mussten Grundlagen erarbeitet werden. Mit einer Drohne wurden Bilder aufgenommen, damit die aktuelle Situation genauer analysiert werden konnte. Die vertikale Linienführung wurde anhand aufgenommener Querprofile überprüft.

Es wurde ein Projekt für ein Geschwindigkeitsregime von Generell 50 km/h erstellt. Dieses Projekt wurde mit den Varianten für eine Tempo -30-Zone verglichen. Es wurde ein Kosten-Nutzen-Vergleich aller Varianten durchgeführt. Das beste Resultat konnte vom Projekt Generell 50 km/h erzielt werden.

Es konnte ein Projekt erstellt werden, welches alle 31 vorhandenen Sicherheitsdefizite beheben könnte. Die hohen Projektkosten können mit den volkswirtschaftlichen Kosten eines möglichen Unfalls schnell eingespart werden.

Der Parkplatz im Süden von Obbürgen wurde neugestaltet, da die Sichtweiten in der aktuellen Situation ungenügend sind. Auch die Fussgänger können die Strasse an dieser Stelle mithilfe einer Mittelinsel sicher überqueren.

Für die Schüler soll die neue Situation ein grosser Mehrwert bieten. Aus diesem Grund wird eine Anpassung im Bereich der Schule gefordert.

Bättig Franco

Betreuer:
Patrick Eberling, dipl. Ing. ETH, MBA

Experte:
Matthias Senn, dipl. Ing. ETH/SIA

Wirtschaftspartner:
Kurt Gander, Amt für Mobilität NW
Amt für Mobilität NW

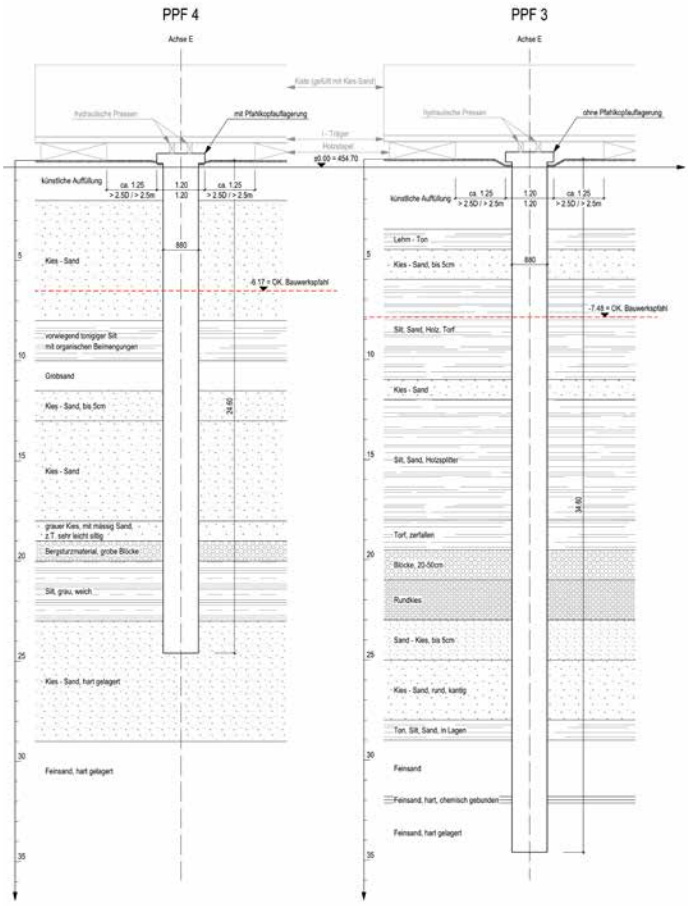
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

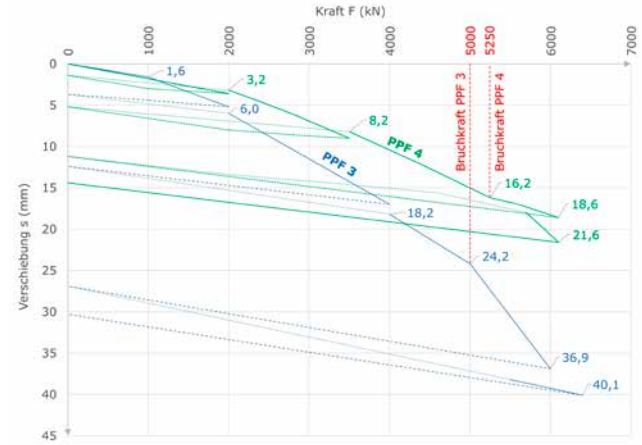
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

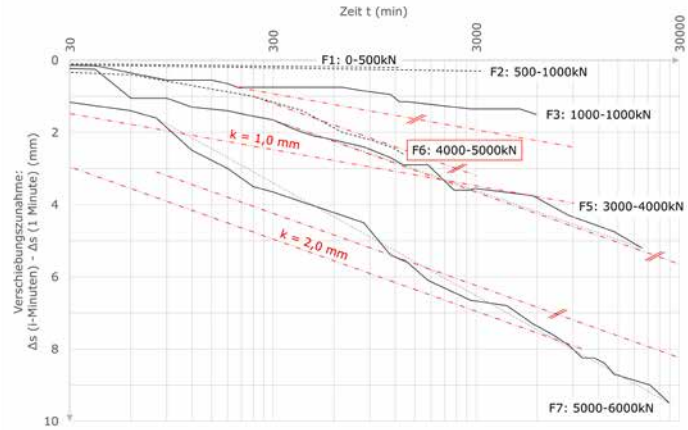
Machbarkeitsstudie für die Aufstockung eines Bestandbaus



Skizze der Versuchsanordnung



Kraft-Verschiebungs-Diagramme der Probepfähle 3 und 4



Kriechdiagramm des Probepfahls 3

Problemstellung

Für das zu untersuchende Verwaltungsgebäude ist eine Umnutzung geplant. Im Zuge dieser Machbarkeitsstudie wird die Pfahlfundation des Verwaltungsgebäudes überprüft. Die geotechnische Überprüfung soll die Konsequenzen und die Machbarkeit einer Lasterhöhung für die bestehenden Grossbohrpfähle aufzeigen.

Bezüglich Herstellung und Überprüfung galten für die im Jahre 1973 erstellten Pfähle andere Anforderungen. Um eine Empfehlung bezüglich einer möglichen Grössenordnung der Lasterhöhung geben zu können, müssen die zwei vorliegenden Pfahlbelastungsversuche gemäss aktueller SIA-Norm ausgewertet werden.

Die Untersuchung wird durch den sehr heterogenen Baugrund im Bereich der Pfähle erschwert. Zudem fehlen im geologischen Bericht wichtige Information zu den Schichtverläufen und Bodenkennwerten. Diese Unsicherheiten mussten in den Berechnungen und in der Empfehlung berücksichtigt werden.

Lösungskonzept

Ein ausführlicher Vergleich der Pfahlbelastungsversuche mit den heutigen Anforderungen bildet die Grundlage für die Auswertung der Versuche. Abweichungen gegenüber der aktuellen Norm müssen bei der Beurteilung berücksichtigt werden. Die effektive Auswertung erfolgt mithilfe der Kraft-Verschiebungs- und Kriechdiagramme.

Anhand von Berechnungen werden die Resultate aus den Pfahlbelastungsversuchen überprüft. Zu diesem Zweck werden Tragfähigkeitsberechnungen nach dem erdstatischen und empirischen Verfahren, sowie Setzungsberechnungen durchgeführt.

Weiter wird die Fundation mittels empirischer Analyse beurteilt. Dafür wird das Setzungsverhalten des Gebäudes analysiert und eine Zustandsbeurteilung des Gebäudes ausgewertet.

Im Zuge einer Tragwerksanalyse werden die kritischen Pfähle ermittelt und anhand der gewonnenen Erkenntnisse beurteilt. Diese Beurteilung ist Grundlage für die Empfehlung der möglichen Lasterhöhung.

Im Rahmen der Empfehlung werden die zu erwartenden Konsequenzen aufgezeigt. Zusätzlich werden potentielle Massnahmen erarbeitet und eine Risikoabwägung erstellt.

Bobst Sebastian

Betreuer:
Hansjörg Vogt
Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

Experte:
Jürg Nyfeler
Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

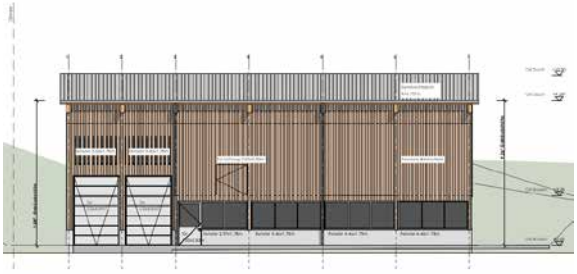
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

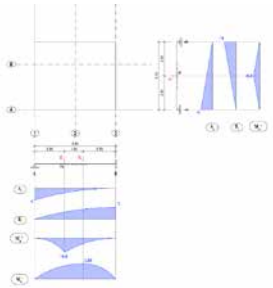
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

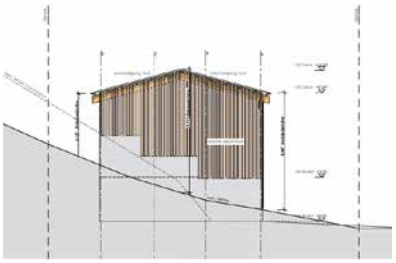
Tragwerkskonzept eines Ökonomiegebäudes



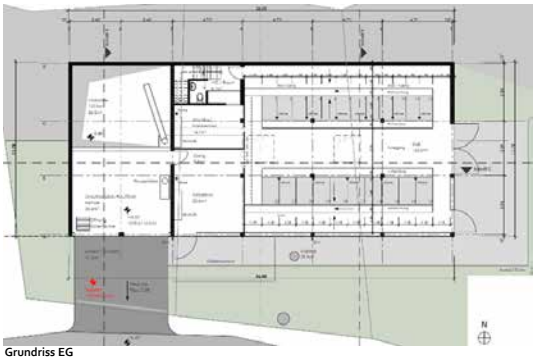
Fassade Süd



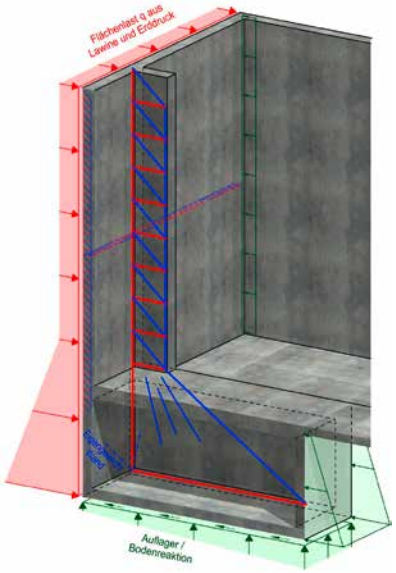
Einflusslinien Umschlagplatz



Fassade West



Grundriss EG



Kraftfluss Wand West

Problemstellung
Auf Grundlage des Architektenentwurfs musste ein Tragwerkskonzept für das besagte Ökonomiegebäude erstellt werden. Die Bauteile im Untergrund wie auch die Bodenplatte und die Aussenwände sind im Massivbau entworfen und sind somit Hauptbestandteil der Arbeit. Die Dachkonstruktion sowie der Heuboden sind in Holzbau vorgesehen.

Das Gebäude soll in der blauen Lawinenzone erstellt werden. In dieser Zone besteht die Gefährdung durch 300-jährige Fliess– und Staublawinen, welche eine Stosskraft von bis zu 3to/m^2 erreichen. Gemäss Lawinenauflage müssen die Aussenwände Nord und West einem Lawinendruck von 2to/m^2 stand halten.

Lösungskonzept
Die Hauptproblematik liegt in der sicheren Abtragung der anfallenden Lawineneinwirkung. Der Grossteil der Arbeit beschäftigt sich mit dem ab– und einleiten dieser Kräfte, inklusive der Verfolgung der Kraftwege.

Um eine möglichst effiziente Ausnutzung des Querschnitts der Aussenwand zu erreichen, wurden mehrere Varianten analysiert. Diese Untersuchung kam zum Schluss, dass der Querschnitt am besten ausgenutzt werden kann, wenn aussteifende Rippen, welche als Auflager dienen, auf der Innenseite angebracht werden. Diese Rippen führen zu einem ausgeglichenen Kraftabtrag in horizontaler wie auch in vertikaler Richtung.

Für die Wand West wurden zusätzliche Rippen im Eingangsbereich und in dessen Mitte, über der Jauchegrube Aussenwand, vorgesehen. Die mittlere Rippe müsste aber auf elastischer Basis zu gross dimensioniert werden, um die gesamte Last aufnehmen zu können. Deshalb wurde die Mittelrippe plastisch bemessen, wobei grosse Verformungen erwartet werden.

Die nördliche Aussenwand wurde so konzipiert, dass die Querwand (W4) als Rippe fungiert. Dadurch können die anfallenden Lasten abgetragen werden.

Da im Eingangsbereich Süd-West mit Schwerverkehr zu rechnen ist, wurde eine genauere Überprüfung der Jauchgrubendecke durchgeführt.

Mithilfe von Einflusslinien wurden die ungünstigsten Laststellungen für die jeweiligen Nachweise ermittelt. Betrachtet wurden das Biegemoment im Feld und der Einspannung sowie die maximale Querkraft.

Bucheli Yves

Betreuer:
Prof. Dr. Daniel Heinzmann

Experte:
Dr. Thomas Jäger

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

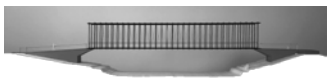
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Entwurf Fussgängerbrücke über die Linth

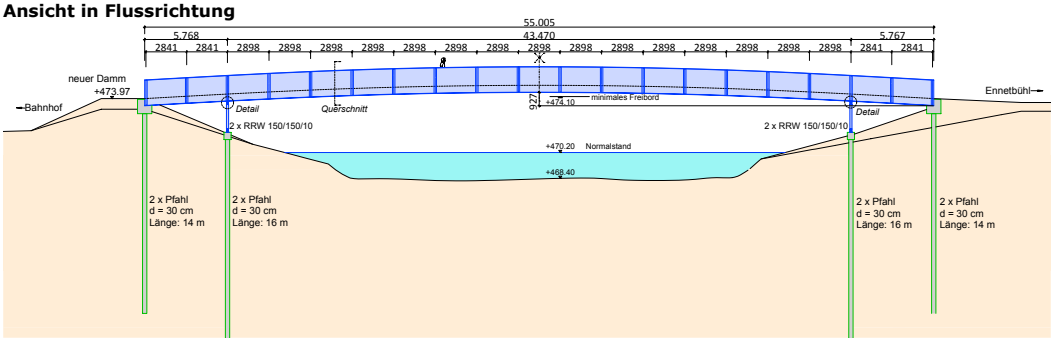
Variantenstudium

Variante Trogbrücke

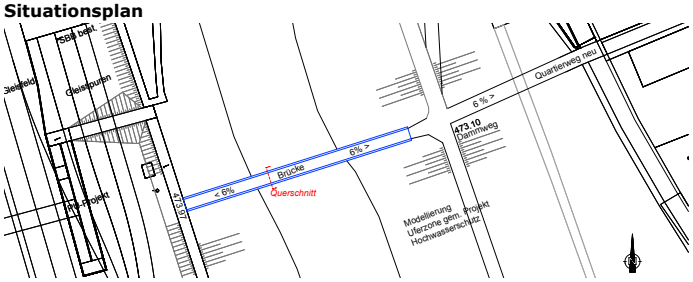
Variante Fachwerkbrücke



Ansicht in Flussrichtung

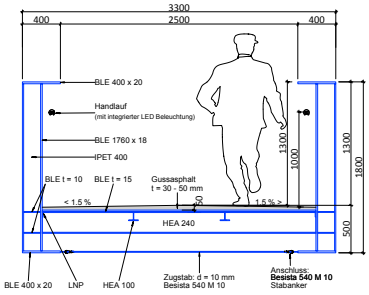


Situationsplan

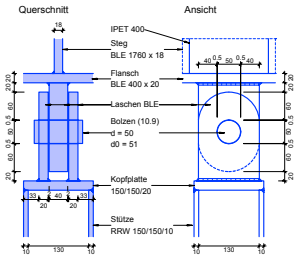


Drohnenaufnahme und Visualisierung

Querschnitt



Anschlussdetail Bolzen



Problemstellung
Eine Fussgängerbrücke über die Linth soll den Bahnhof Glarus mit dem Quartier Ennetbühl verbinden. Das Projekt ist Teil des Gesamtprojektes „Hochwasserschutz Linth" und steht im Zusammenhang mit der Erneuerung des Bahnhofs Glarus.

Die Brücke muss auch für den Veloverkehr nutzbar sein. Da diese jedoch nicht Teil des kantonalen Velonetzes ist, ist sie nicht auf 3.5 m Breite auszulegen. Die Brücke muss aber so breit sein, dass sich Velofahrer und Fussgänger ohne Behinderung kreuzen können.

Zu den wesentlichen Randbedingungen gehören die Einhaltung der Hochwasserkote, der maximalen Steigung, sowie der Höhenkoten der Dämme. Zudem dürfen weder während der Bauphase Gerüste, noch im Endzustand Stützen, im Hochwasserquerprofil stehen.

Lösungskonzept
In einer ersten Phase werden zwei Varianten von Brückentypen entworfen, vorbemessen und gegenübergestellt. Die gewählte Variante – namentlich die Trogbrücke – wird im Rahmen der vorgegebenen Randbedingungen auf Stufe Vorprojekt erarbeitet. Der Fokus liegt in der Modellierung und Bemessung der einzelnen Bauteile und deren Wirkungsweise im Lastabtrag.

Die Brücke besteht aus einem Dreifeldträger mit einer Brückenlänge von ca. 55 m. Der Brückentyp ist eine Trogbrücke in Stahlbauweise. Die Stützen sind ebenfalls in Stahlbauweise geplant, während die Widerlager in Stahlbeton errichtet werden. Die Fundation geschieht über Pfähle, so werden die Lasten über Mantelreibung in die tragfähigen Bodenschichten übertragen. Die Brücke wird über die neuen Dämme erschlossen.

Die Trogbrücke hat auf beiden Seiten der Fahrbahn Längsträger, welche eine lichte Brückenbreite von 2.5 m ergeben. An diese Primärträger sind Querträger angeschweisst, während in Längsrichtung, unter dem Blech mit dem Gussasphalt, Tertiärträger montiert sind. Der Obergurt wird alle 3 m durch einen Halbrahmen stabilisiert.

Die Längsträger übernehmen die Funktion einer Absturzsicherung. Im Handlauf ist eine LED Beleuchtung integriert. Durch Quergefälle im Gussasphalt und Entwässerungsrohren ist für die Entwässerung gesorgt.

Der Bauablauf sieht vor, die vier Einzelteile des Stahltragwerks auf dem Bauplatz zusammen zu schweissen und als Ganzes mit einem Pneukran auf die Widerlager und Stützen einzuheben. Zuletzt erfolgt der Einbau des Gussasphalts.

Bucher Fabian

Betreuer:
Dr. sc. Uwe Teutsch

Experte:
Dr. sc. Andreas Galmarini

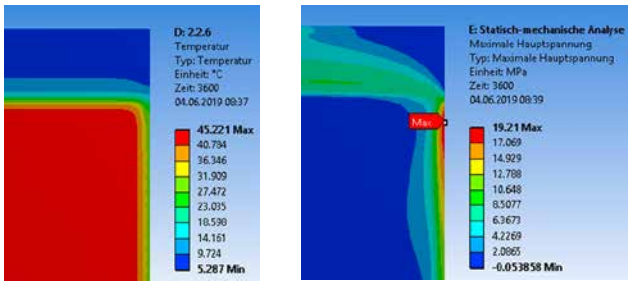
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

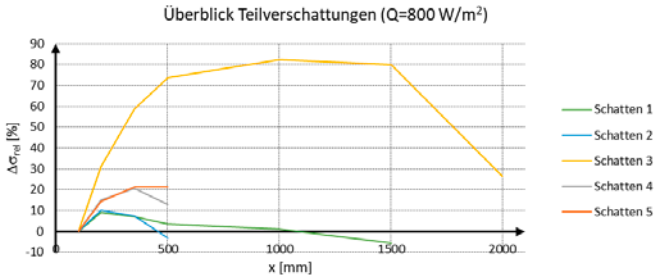
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

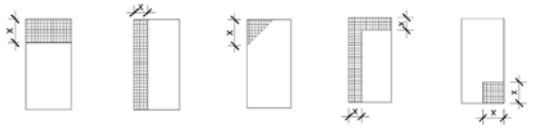
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Thermischer Glasbruch - Parameter und Grenzen der Analyseverfahren

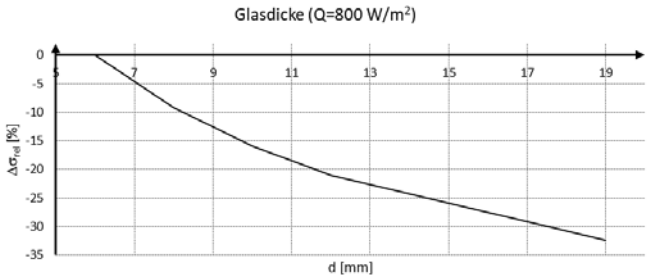


Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung

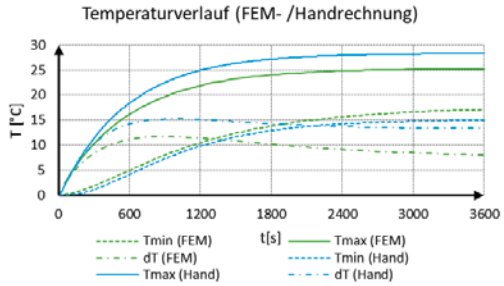




Relative Spannungsänderung bei unterschiedlichen Schattengössen



Relative Spannungsänderung bei unterschiedlichen Glasdicken



Unterschiede zwischen numerischer und analytischer Methode

Problemstellung

Floatglas wird immer häufiger für grossflächige und anspruchsvolle Verglasungen verwendet. Durch die tiefere Festigkeit, gegenüber thermisch vorgespanntem Glas, wird der thermische Glasbruch immer mehr zu einem Problem. Diese Versagensart ist zurzeit in kaum einer Norm geregelt und es existieren kaum Untersuchungen zu diesem Thema. Gleichzeitig müssen aber Planer und Ingenieure immer häufiger Aussagen dazu machen können.

Lösungskonzept

Anhand einer Parameterstudie werden ausgewählte Parameter auf ihren Einfluss, auf die Glasspannungen infolge Temperaturunterschied, geprüft. Ausserdem werden verschiedene Teilverschattungen betrachtet und den Einfluss der Schattenform und –grösse ermittelt

Es wurden folgende Parameter untersucht:
- Kantenlänge
- Kantenverhältnis
- Glasdicke
- Rahmen-U-Wert
- Aussentemperatur
- Verschattung
- Absorptionsgrad

Weiter werden verschieden Berechnungsmethoden miteinander verglichen. Neben der Handrechnung aus der DTU 39 P3 wurden auch eine eigen analytische Methode mit einer numerischen Analyse verglichen.

Die Parameterstudien haben gezeigt, das die Glasdicke denn grössten Einfluss auf den Temperaturunterschied und die Glasspannungen hat. Mit ihr lassen sich die Spannungen bis zu 32% reduzieren.

Die Spannungen bei Teilverschattungen steigen, bei zunehmender Schattengrösse, bis zu einem gewissen Punkt an. Wird der Schatten noch grösser, reduzieren sich die Spannungen wieder.

Commerell Jan

Betreuer:
Dr.-Ing. Thiemo Fildhuth

Experte:
Dipl. Ing. HTL Ives Schüpfer

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

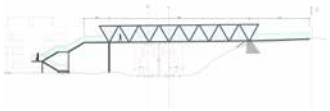
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

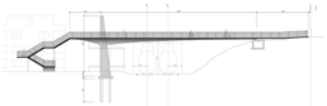
Entwurf einer Fussgängerbrücke - Passerelle Oberstockenweg

Variantenstudium

Variante 1

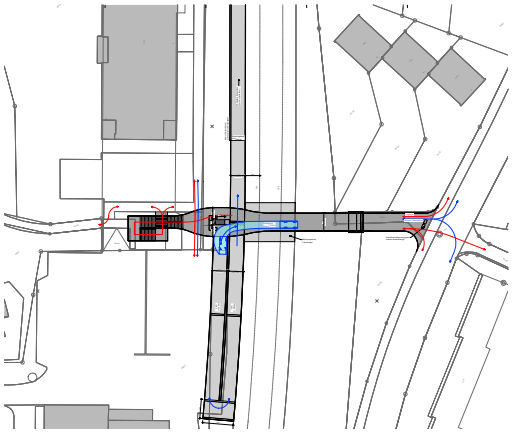


Variante 2

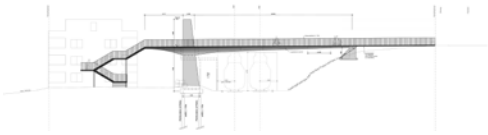


Bearbeitete Variante

Grundriss

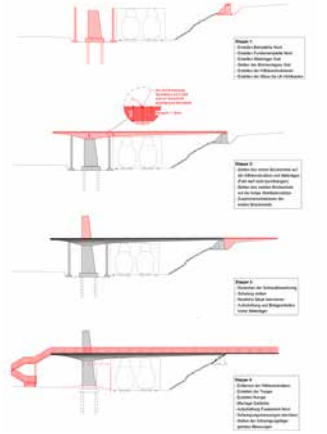


Längsschnitt Brücke

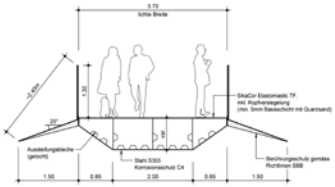


Längsschnitt Rampe

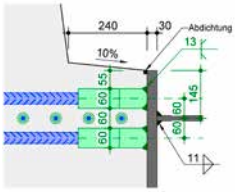
Bauablauf

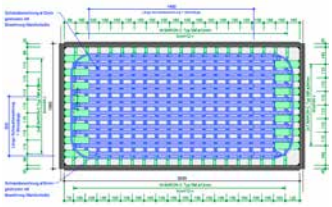


Brückenquerschnitt

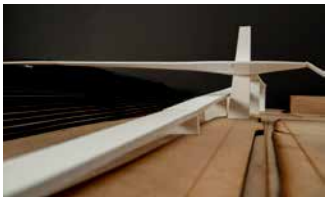


Details





Visualisierung



Problemstellung
Westlich des Bahnhofs St. Gallen-Bruggen, befindet sich die bestehende Passerelle Oberstockenweg, welche heute nur den Fussgängern dient. Die Passerelle kreuzt zwei SBB-Gleise und stellt für die Bewohner nördlich der Bahnlinie eine wichtige Querung dar. Aufgrund des schlechten Zustandes ist eine neue rollstuhlgängige Fuss- und Radwegbrücke auf Stufe Vorprojekt zu entwerfen und zu bemessen. Die Brücke soll Teil einer Veloroute werden, welche im Agglomerationsprogramm ausgearbeitet wurde.

Aufgrund der zu erwartenden Verkehrsfrequenz soll auf der Brücke das Lichtraumprofil von zwei nebeneinanderstehenden Fussgängern und einem Velofahrer eingehalten werden. Des Weiteren muss die vorgegebene Lichte Höhe der SBB gewährleistet sein. Die Bauherrschaft wünscht ein robustes und unterhaltsarmes Bauwerk, welches sich auch in Zukunft optimal in die Umgebung eingliedert.

Lösungskonzept
Im Variantenstudium wurden zwei Bauwerke entworfen, welche unterschiedliche Tragwerke aufweisen. Bei der Variante 1 tragen die Brücke und die Rampe mittels einer obenliegenden Fachwerkkonstruktion, welche mit Glasscheiben ausgefacht wird. Die Variante 2 besitzt ein Tragwerk aus einem, dem Kräfteverlauf angepassten untenliegenden Hohlkastenträger aus Stahl, welches an einer Wandscheibe eingespannt wird. Um wenig Fläche der Parkanlage in Anspruch zu nehmen, wurde bei beiden Varianten die Rampe möglichst nahe an das SBB-Gelände projektiert. Die Fussgänger können die Höhe rasch mittels einer zweiläufigen Treppe mit gegenläufiger Form überwinden. Für die weitere Bemessung, wird die Variante 2 auf Stufe Vorprojekt untersucht.

Dank der Einspannung an der Wandscheibe, ist eine geschwungene Unterkante des Hohlkastens möglich. Der Hohlkasten wird in zwei Teilen auf die Baustelle geliefert und mittels Schraubbewehrung mit der schlaffen Bewehrung in der Stütze verbunden. Die grosse Zugkraft aus dem Obergurt kann so in die Wandscheibe eingeleitet werden. Aufgrund der leichten Bauweise ist die Brücke schwingungsanfällig und muss durch genauere dynamische Berechnungen untersucht werden.

Grundsätzlich wurde eine Brücke konzipiert, welche sich heute wie auch in Zukunft optimal in die Gegend eingegliedert und die Anforderungen an die Infrastruktur erfüllt.

Della Chiesa Mauro

Betreuer:
Prof. Dr. Hartwig Stempfle

Experte:
Dr. sc techn. Stefan Köppel

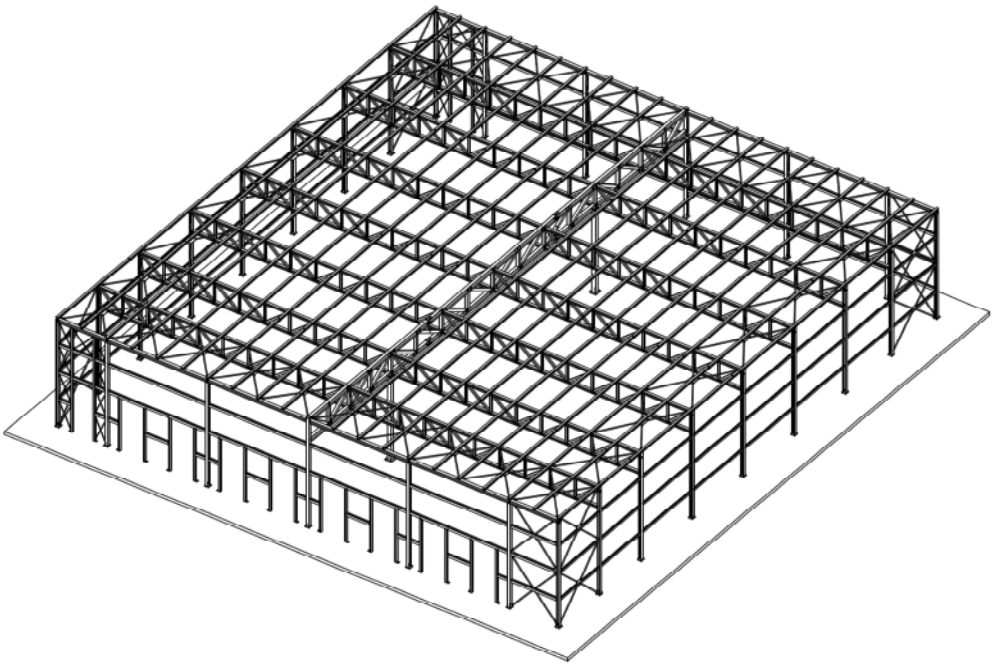
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

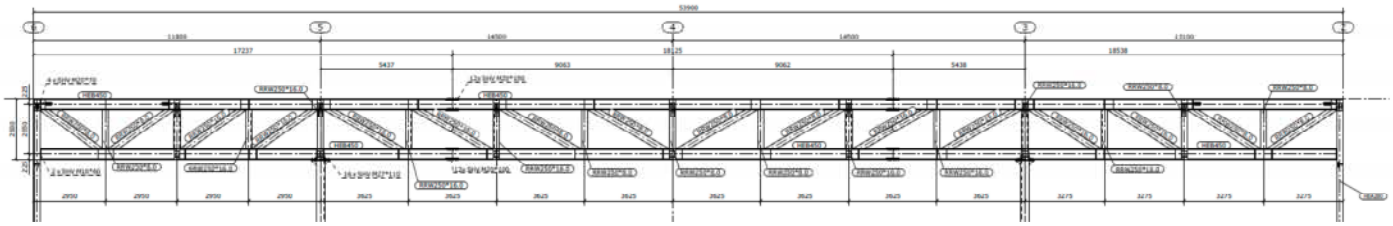
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Logistiklager Rothenburg



Bauteil	Profil	Material
Pfette	HEA 200	S235
Querfachwerk Gurt	HEA 240	S355
Querfachwerk Diagonale	RRW 150*6.3	S355
Querfachwerk Pfosten	RRW 150*5.0	S355
Fachwerk Axe F Gurt	HEB 450	S355
Fachwerk Axe F Diagonale	RRW 250*16.0/250*8.0	S355
Fachwerk Axe F Pfosten	RRW 250*16.0/250*8.0	S355
Mittelstützen	RRW 350*16.0	S355
Fassadenstütze Axe 2+6	HEA 280	S235
Fassadenstütze Axe A+K	HEA 260	S235
Riegel Axe 2+6	HEA 220	S235
Riegel Axe A+K	HEA 160	S235
Querträger Axe 2+6	HEA 300	S235
Torauswechslung	RRW 200*150*12.5	S355
Dachverband	ROR 82.5*10/warmgefertigt	S355
Wandverband regulär	ROR 88.9*10/warmgefertigt	S355
Wandverband umgelenkt	ROR 51.0*10/warmgefertigt	S355

Hauptfachwerk



Problemstellung

Die Firma Winterhalter + Fenner AG plant in Rothenburg den Neubau eines Logisitkzentrums. Das Gebäude ist in vier Teilbereiche aufgeteilt. Bestandteil dieser Arbeit ist ausschliesslich der Stahlbau für die Halle mit den Abmessungen 53.9m x 50m x 10.8m. Die Halle ist eingeschossig und wird mit Sandwichelementen isoliert. Das Dach ist extensiv begrünt. Die vorgesehene Nutzung der Halle ist mit leichtem Gabelstaplerbetrieb.

In einem ersten Schritt mussten 3 Varianten auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet werden. In der anschliessenden Zwischenpräsentation entschied man, welche der Varianten vertiefter weiterbearbeitet wird. Bestandteile dieser Vertiefung waren zuerst die Ausarbeitung einer Ausführungsstatik. Weiter mussten die Tragsicherheits– sowie die Stabilitätsnachweise für die gewählten Profile geführt werden und in einem letzten Punkt die Hauptanschlüsse dimensioniert werden.

Lösungskonzept

Wegen des Gabelstaplerbetriebes wird ein Konzept mit möglichst wenig Stützen im Innenbereich angestrebt. Die Querträger sollen darum in der Mitte der Halle mit einem Fachwerk abgefangen werden. Dieses Hauptfachwerk wird auf 4 Stützen gestellt, wobei sich 2 im Innenbereich befinden. Dies sind die einzigen Stützen in der Halle.
Die Entscheidung, die Querträger als Fachwerke auszuführen wurde aufgrund der hohen Materialersparnisse gefällt.

Der vertikale Lastabtrag erfolgt über das Dachblech auf die Pfetten. Die Pfetten werden auf die Fachwerke aufgesetzt. Die Fachwerke geben die Last je zur Hälfe an das Hauptfachwerk und Fassadenstütze. Im Hauptfachwerk wird die Last über die 4 Stützen abgetragen.
Die horizontale Aussteifung erfolgt in beiden Richtungen über die Dachverbände. Die Lasten aus den Dachverbänden werden über die Wandverbände in den Boden geleitet. Aufgrund der Lastwagenandockstellen muss der Wandverband in der Axe 6 umgelenkt werden.

Das gewählte Dachpanel ist ein Montana MTW V80/1000. Dies genügt aus statischer Sicht. Oft werden diese dicker ausgeführt wegen den thermischen Eigenschaften.

Fabian Egli

Betreuer:
Prof. Dr. Michael Baur

Experte:
Daniel Holenweg

Wirtschaftspartner:
JOSEF MEYER Stahl und Metall AG
6032 Emmen

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

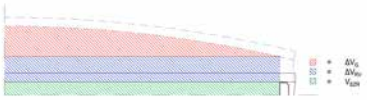
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

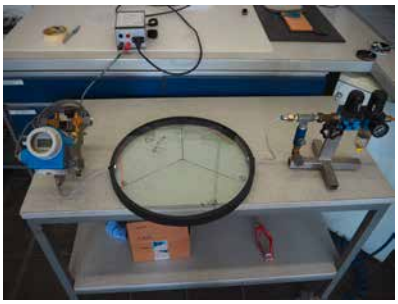
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Einfluss des Randverbunds auf Klimalasten in Isolierglas

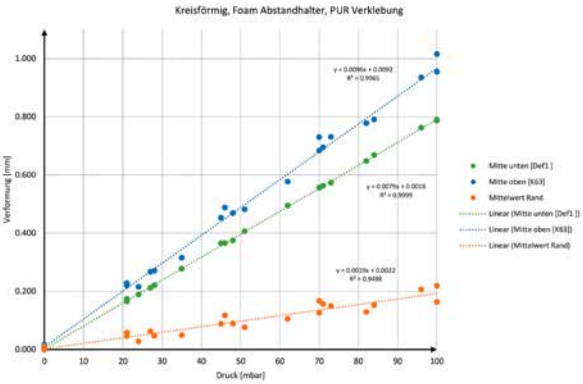
Versuchsaufbau



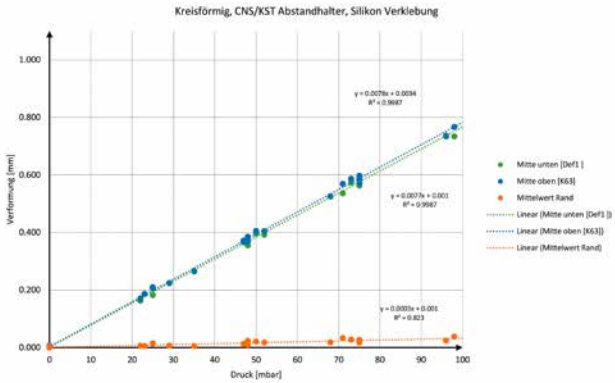
Volumenzunahme Isolierglas



Geräte Druckaufbringung



Auswertung weicher Abstandhalter



Auswertung steifer Abstandhalter

Problemstellung

Die Ermittlung von Klimalasten in Isolierglas basiert auf der von Feldmeier entwickelten Methodik. Diese wurde in verschiedene Normen und Richtlinien übernommen. Der Randverbund wird bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Bei dieser Berechnungsmethode besteht das Problem, dass vor allem kleine Glasformate aufgrund der Klimalast nicht nachgewiesen werden können. In der Praxis sind jedoch Glasbrüche bei solch kleinformatigen Isoliergläsern aufgrund der Klimalast kaum bekannt.

Der Einfluss des Randverbunds ist noch weitestgehend unerforscht, für die Bemessung von speziellen Isolierglaselementen kommen meistens FEM-Analysen zum Einsatz.

In dieser Arbeit soll deshalb der Einfluss des Randverbunds auf die Klimalasten genauer untersucht werden, um Aussagen darüber treffen zu können, wie gross der Einfluss der verschiedenen Randverbundarten ist.

Lösungskonzept

Anhand einer Parameterstudie werden Parameter gesucht, die einen Einfluss auf die Klimalasten in Isolierglas haben. Aufgrund der Parameterstudie werden Versuchskörper definiert, an denen diese Parameter variiert werden.

Dabei sollen zwei Randverbundarten, welche in ihrer Sensitivität möglichst unterschiedlich sind, miteinander verglichen werden. Es werden runde und rechteckige Isolierglasformate geprüft.

In Versuchen werden Lasten auf die Prüfkörper aufgebracht, um die Verformung und den Innendruck zu messen.

Mittels einer Auswertung soll der Einfluss der Parameter aufgezeigt werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf Parametern, die bisher in den Normen und der Fachliteratur keine Berücksichtigung finden.

Vor allem bei den Prüfkörpern mit dem weichen Randverbund ist der Einfluss des Randverbunds auf die Klimalasten deutlich zu erkennen. Im Vergleich zu der Handrechnung vermindert sich der Innendruck aufgrund der Volumenzunahme bis zu 24.7 %.

Feltscher Armin

Betreuer:
Dr.-Ing. Thiemo Fildhuth

Experte:
Dipl. Ing. HTL Ives Schüpfer

Wirtschaftspartner:
Glas Trösch

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

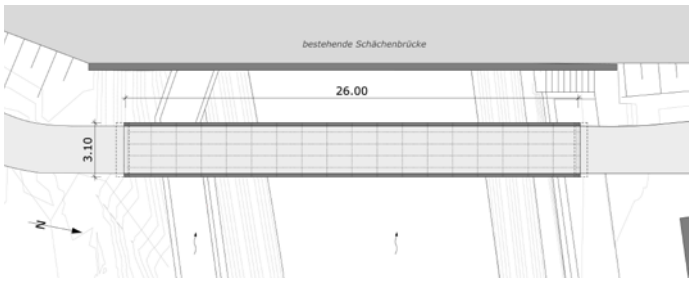
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

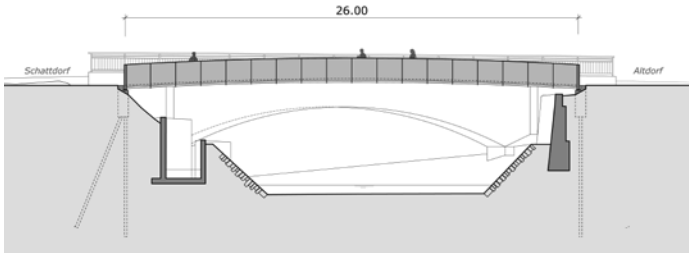
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Entwurf einer Fussgängerbrücke über einen Kanal

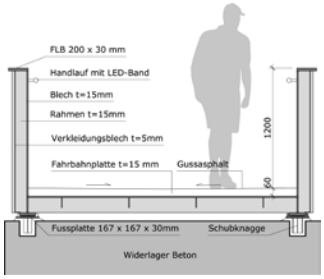
Grundriss



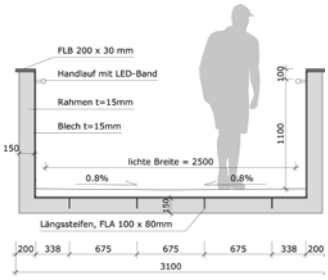
Ansicht



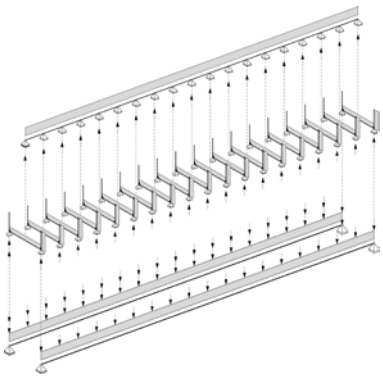
Querschnitt Widerlager



Brückenquerschnitt

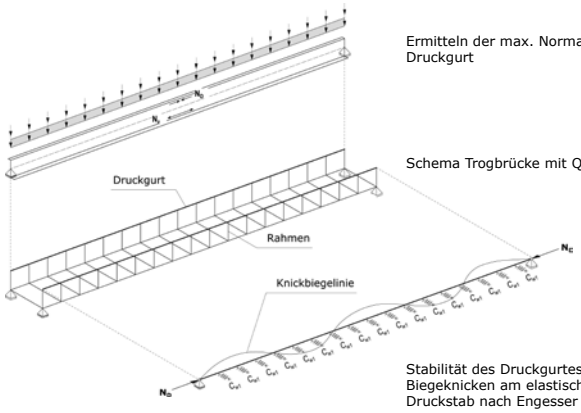


Schema vertikaler Lastabtrag



1. Durchlaufträger
2. Querrahmen
3. Hauptträger

Schema Stabilitätsnachweis Druckgurt



Ermitteln der max. Normalkraft im Druckgurt

Schema Trogbrücke mit Querrahmen

Stabilität des Druckgurtes:
Biegeknicken am elastisch gebetteten Druckstab nach Engesser

Problemstellung
In der Gemeinde Schattdorf im Kanton Uri wird aufgrund des Ausbaues der West-Ost-Umfahrung die Verkehrsführung angepasst. Dadurch wird die bestehende Schächenbrücke nur noch durch den motorisierten Strassenverkehr und durch Radfahrerinnen und Radfahrer befahren. Als Ersatz des bisherigen Gehweges soll nun östlich der bestehenden Schächenbrücke eine neue Fussgängerbrücke gebaut werden.
Die Brücke soll neben den technischen und funktionalen Anforderungen auch ästhetisch überzeugen und wirtschaftlich sein. Die Brücke dient der reinen Überführung für Fussgängerinnen und Fussgänger. Zusätzlich muss jedoch die Belastung durch ein Unterhaltsfahrzeug von 7.2 Tonnen berücksichtigt werden.

An der vorgesehenen Stelle ist der Kanal ca. 20 Meter breit. Ausserdem muss ein Umgehungsgerinne für Fische beachtet werden, das zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls an dieser Stelle gebaut wird.

Lösungskonzept
In der Entwurfsphase wurden anhand der gegebenen Randbedingungen drei verschiedene Brücken entworfen. In diesem Variantenstudium wurden drei unterschiedliche statische Systeme und Konstruktionen verglichen. Kriterien wie Ästhetik, Herstellung, Montage und Wirtschaftlichkeit waren ausschlaggebend für den Variantenentscheid.

Bei der gewählten Brücke handelt es sich um eine Trogbrücke aus Stahl. Sie hat eine Gesamtlänge von 26 Metern und wirkt als Einfeldträger. Die Brücke wird so konstruiert, dass sie vollständig im Werk vorgefertigt und an einem Stück auf die Baustelle geliefert werden kann. Dadurch lässt sich die Bauzeit vor Ort auf ein Minimum reduzieren.

Die Trogbrücke wird durch einen umlaufend geschlossenen Blechträger gebildet. Er besteht zum einen aus zwei Druckgurten und zwei seitlichen Blechen und zum anderen aus einer Fahrbahnplatte mit Längssteifen. Der Trogquerschnitt wird durch Querrahmen im Abstand von 1.44 Metern stabilisiert, um ein Ausknicken des Druckgurtes zu verhindern. Die Brücke weist in Feldmitte eine leichte Überhöhung auf, damit die Entwässerung in Brückenlängsrichtung ermöglicht wird.

Die Brücke liegt beidseitig auf einem Betonwiderlager auf. Die Fundierung erfolgt auf beiden Seiten mittels Mikropfählen. Die Beleuchtung erfolgt durch ein im Handlauf integriertes Leuchtband.

Gauch Nando

Betreuer:
Dr. Uwe Teutsch

Experte:
Dr. Andreas Galmarini

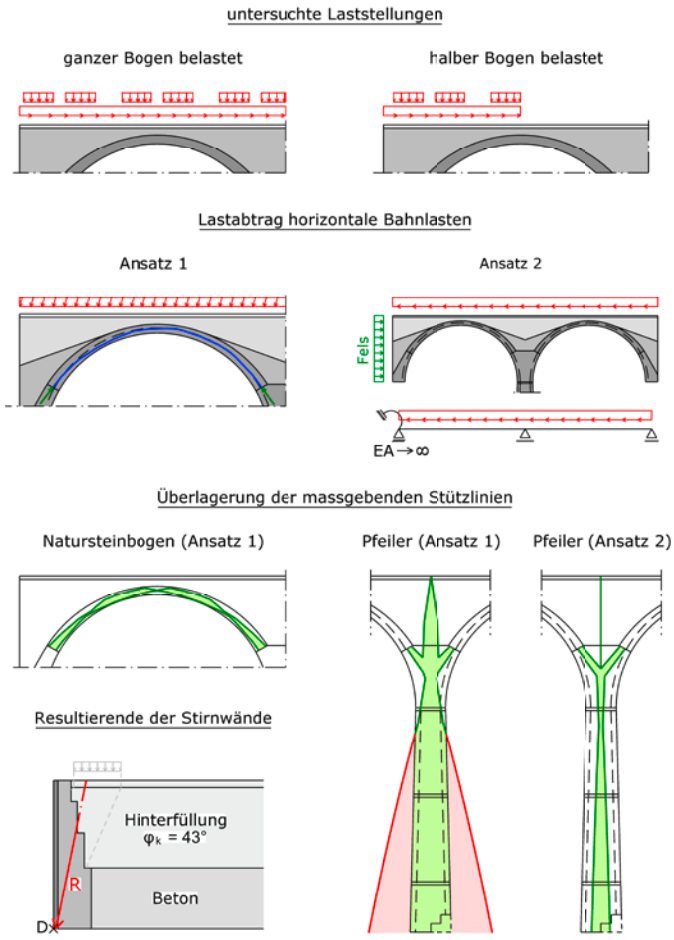
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

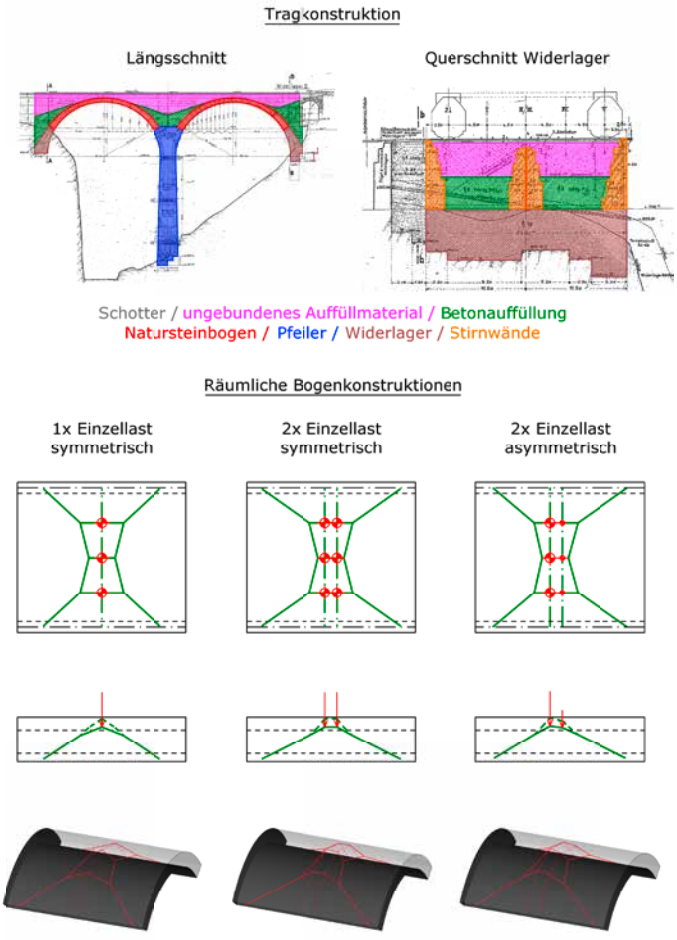
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Statische Überprüfung des SBB-Viadukts Göschenenreussbrücke 1919





Problemstellung 1
Das SBB-Viadukt Göschenenreussbrücke mit Baujahr 1918 muss gemäss des Erhaltungszyklus der SBB AG statisch überprüft werden. Bei der Brücke handelt es sich um eine auf Fels fundierte Steinbogenbrücke mit zwei Feldern. Bogen, Pfeiler, Widerlager und Stirnwände bestehen aus mit Beton hinterfülltem Natursteinmauerwerk. Im oberen Bereich ist die Brücke mit ungebundenem Material aufgefüllt.

Lösungskonzept 1
Der vertikale Lastabtrag erfolgt über die Stützlinien in Steinbogen, Pfeiler und Widerlagern bis in den Baugrund. Für den horizontalen Lastabtrag werden zwei Ansätze verfolgt. Im konservativeren Ansatz 1 gelangen die resultierenden Kräfte aus horizontaler und vertikaler Belastung wiederum über die Stützlinien in Bogen, Pfeiler und Widerlagern in den Baugrund. Im plausibleren Ansatz 2 findet der horizontale Lastabtrag über den Oberbau und das am Fels anstehende Widerlager statt.

Bei den Stirnwänden soll die resultierende Kraft innerhalb der Standfläche zu liegen kommen. Des Weiteren darf die Wand auf dem Natursteinbogen nicht abgleiten.

Die statische Überprüfung der Brücke erfolgt nach den aktuell gültigen SIA-Normen. Durch die Anwendung von graphischer Statik stellt sich heraus, dass die Natursteinbogen und die Widerlager ausreichend dimensioniert sind. Unter der Voraussetzung zwei identischer Brückenhälften und einem horizontalen Lastabtrag nach Ansatz 2 ist auch der Pfeiler tragsicher. Die Stirnwände erfordern einen charakteristischen inneren Reibungswinkel des hinterfüllten Materials von 43°.

Problemstellung 2
Die Lastausbreitung in Steinbögen wird mit der Theorie räumlicher Bogenkonstruktionen untersucht. In Steinbogenbrücken dienen derartige Tragwerke dazu, die Lasten weiter auszubreiten und damit die mitwirkende Breite und den Tragwiderstand zu erhöhen.

Lösungskonzept 2
Die Untersuchung findet an einem allgemeinen Steinbogen statt. Dabei werden verschiedene räumliche Bogentragwerke graphisch konstruiert. Die einwirkenden Kräfte verteilen sich zuerst über Stützlinien in Querrichtung. Die Lagerkräfte dieser Querbögen erzeugen auf jeder Seite einen in Querrichtung geneigten Längsbogen, welcher sich am Kämpfer abstützt. Durch die in zwei Richtungen verlaufenden Stützlinien und die Querneigung der Längsbögen kommt die vergrösserte Lastausbreitung zustande. Das Prinzip ähnelt derer einer Kuppel oder einer Schale.

Gurten Diego

Betreuer:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experte:
Urs Hirsiger

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Neubau eines Wellnessbads in Weissbad

Abbildung 1: Visualisierung (Quelle: idA Buehrer Wuest AG)

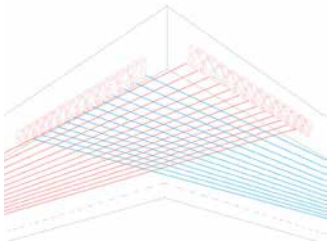


Abbildung 2: Vorspannkonzept der Deckenplattenränder

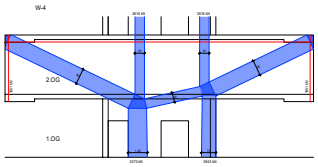


Abbildung 3: Kräfteverlauf Wandscheibe
(GZT 2, Leiteinwirkung Nutzlasten)

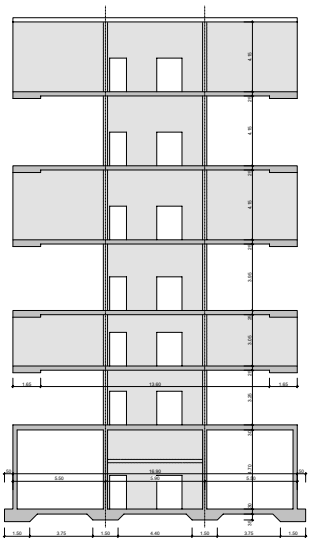


Abbildung 4: Schnitt

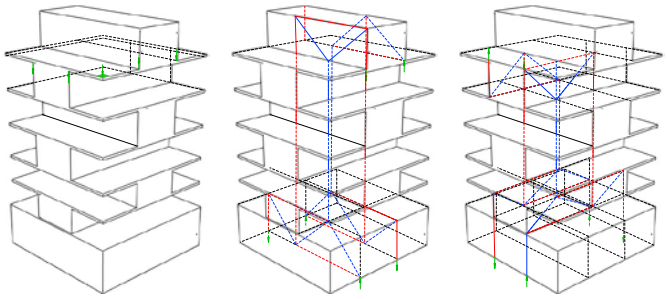


Abbildung 5: Variante 1-Asymmetrischer vertikaler Lastabtrag

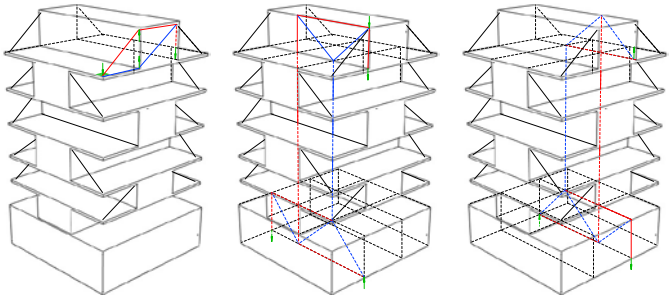


Abbildung 6: Variante 2-Asymmetrischer vertikaler Lastabtrag

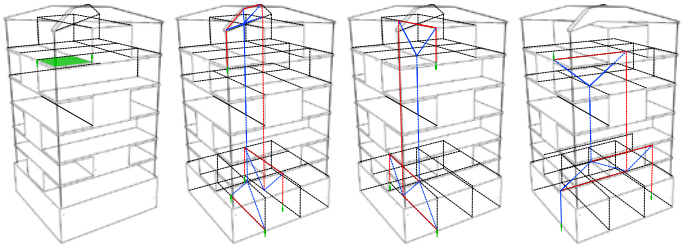


Abbildung 7: Variante 3-Asymmetrischer vertikaler Lastabtrag

Problemstellung
Im Rahmen der Bachelor-Thesis wurde der Neubau eines Wellnessbads in Weissbad auf Stufe Vorprojekt untersucht. Der Wellnessneubau soll sich zum bereits bestehenden Hotel Hof anbinden. Mit dem architektonischen Entwurf soll ein Gebäude geschafft werden, dass sowohl eine Verbindung zur Umgebung bewirkt wie auch eine introvertierte und geborgene Atmosphäre bietet.

Die bautechnisch grösste Problemstellung liegt bei den Wasserbecken, welche grosse Lasten auf die Decken wirken lassen. Die Bachelor-Thesis beinhalted nebst der Vorbemessung einzelner Bauteile auch ein Variantenstudium, in welchem unterschiedliche Tragwerkskonzepte miteinander verglichen wurden.

Lösungskonzept
Die im Variantenstudium verglichenen Tragkonzepte sind in den Abbildungen 5 bis 7 zu sehen. Die Tragwerke wurden in Anlehnung an die Eigenschaften des Entwurfs entwickelt und bis in die gleiche Tiefe bearbeitet. Dabei wurden unterschiedliche Kräfteverläufe, wie oben zu sehen, analysiert und verglichen. Zudem wurde die Deckenbewehrung, Erdbebenbewehrung und der Brandschutz in die Entscheidung, welche Variante weiterverfolgt wird, miteinbezogen.

Für die Weiterführung des Projekts wurde die Variante 1 gewählt. Diese Variante besteht aus einem Regelgeschoss, das sich aus einem Kern und zwei seitlichen Räumen zusammensetzt. Das Regelgeschoss wird dabei von Geschoss zu Geschoss um 90° verdreht, was zu weiten Auskragungen führt.

Die weiten Auskragungen werden von den Wänden ober- und unterhalb der Decke gestützt, die Wände wirken dabei als eine Art Träger. Zusätzlich wird die Decke vorgespannt, damit die Gebrauchstauglichkeit der Decke eingehalten wird. Um eine optimale Ausnutzung der Vorspannung zu generieren, wurden unterschiedliche Deckenvarianten untersucht. So wurden die Deckenabmessungen und die Anzahl der Spannglieder variiert.

Die schlussendliche Decke setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen. Zum einen wird an den Aussenseiten ein 40 cm dicker Träger erstellt, der die Vorspannkabel beinhaltet und die Deckendurchbiegung an den Ecken minimieren soll. Zum anderen wird der innere Teil der Decke mit einer Dicke von 25 cm erstellt, damit Materialkosten reduziert werden können und genügend Platz für Einbauten gewährleistet wird.

Häfliger Jan

Betreuer:
Dr. Kohlhammer Thomas

Experte:
Dr. Bahr Marco

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Überprüfung der Albigna Brücke in Vicosoprano

Abb. 1: Lage der Albignabrücke (map.geo.admin.ch)

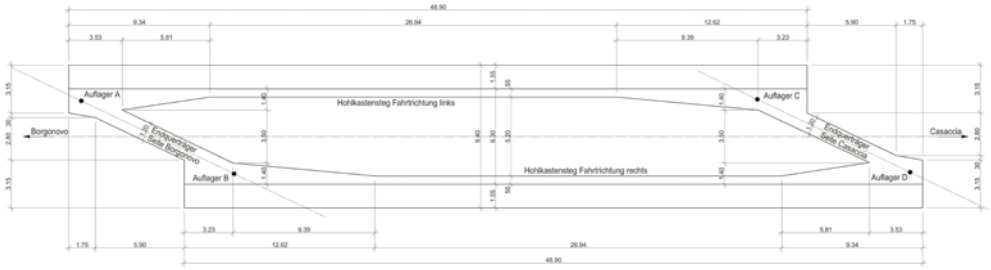


Abb. 2: Situation Albignabrücke

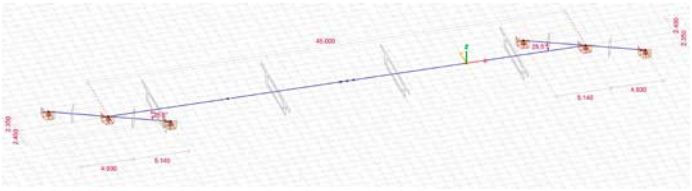


Abb. 3: Stabmodell der Brücke mit Querträger

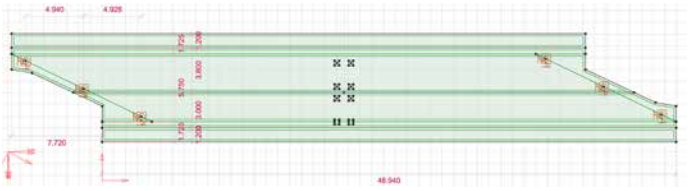


Abb. 4: Schalenmodell Situation

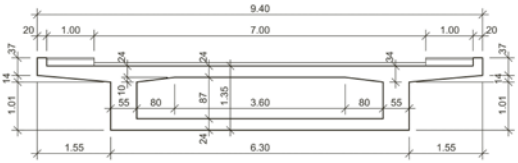


Abb. 5: Querschnitt Albignabrücke

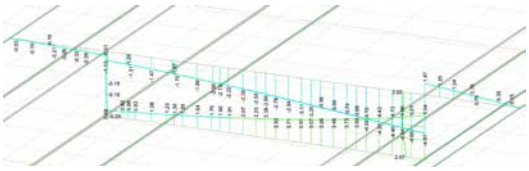


Abb. 6: Schubspannungen am Schalenmodell

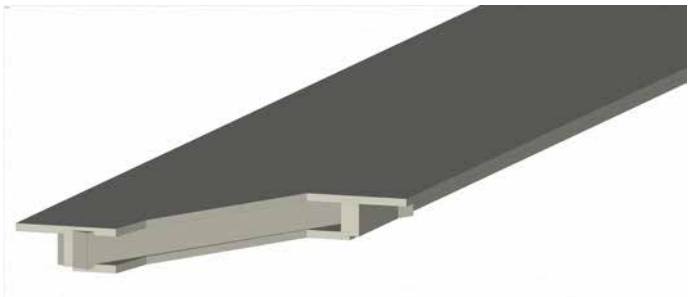


Abb. 7: Schalenmodell Volumen

Problemstellung
Die vorliegende Bachelor Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Überprüfung der Albignabrücke in Vicosoprano. Die schief gelagerte, vorgespannte Hohlkastenbrücke mit einer Länge von 45 m überspannt die Albigna in einem Feld.

Für das Brückenbauwerk aus dem Jahre 1963 kann die normkonforme Tragsicherheit nicht nachgewiesen werden, weshalb die Brücke neu gebaut wird. Ein grosses Defizit der Brücke ist, wie typisch für Brückenbauwerke aus dieser Zeit, die ungenügende Querkrafttragfähigkeit.

Um die Tragweise der bestehenden Brücke abzubilden, soll unter der Verwendung von unterschiedlichen statischen Systemen die Brücke modelliert werden. Für die Untersuchung werden verschiedene Stab– und Schalenmodelle verwendet und untereinander verglichen.

Lösungskonzept
In einer ersten Phase wird das Tragwerk analysiert und die Randbedingungen für die Berechnungen werden festgelegt. Die zweite Phase beinhaltet die Modellierung von je zwei unterschiedlichen Stab- und Schalenmodellen. Mit Hilfe dieser Modelle wird die Querkraft in den Hohlkastenstegen ermittelt und verglichen.

Der Vergleich dieser Modelle zeigt, dass die Einwirkungen bei dem Schalenmodell besser erfasst werden können. Auf die Querkraftintensität in den Hohlkastenstegen hat das in dieser Berechnung jedoch nur einen geringen Einfluss. Ein Schnitt durch das Schalenmodell widerspiegelt sehr genau die Querkraft in den Stegen, welche mit dem Stabmodell berechnet wird.

Für diese Berechnung ist das einfache Stabmodell sehr gut geeignet und hat den Vorteil, dass der Modellierungsaufwand um vieles geringer ist, als ein detailliertes Schalenmodell. Das Schalenmodell zeigt in der Modellierung einige Schwierigkeiten auf. So ist beispielsweise die genaue Tragwirkung der Auflagerbereiche oder die Einspannwirkung der Ecken nicht bekannt. Eine genaue Abbildung dieser Bereiche ist mit sehr detaillierten Nachrechnungen verbunden, um das effektive Tragverhalten abzubilden.

Hofer Fabio

Betreuer:
Prof. Dr. Daniel Heinzmann,
Bauingenieur ETH/FH

Experte:
Dr. Thomas Jäger,
Bauingenieur ETH/HTL

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

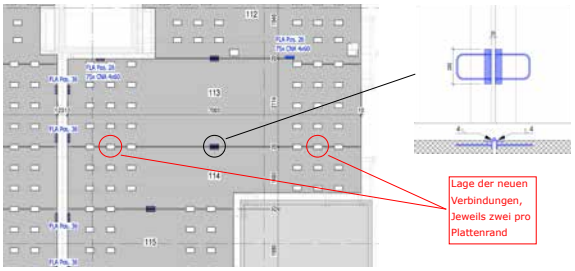
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

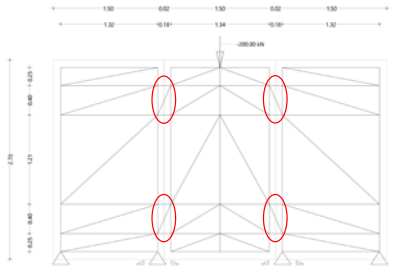
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Studie zur Optimierung eines Holz-Beton Verbundtragsystems

Momentane Lösung

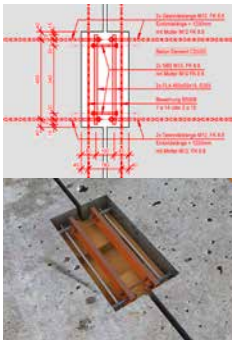


Statisches System

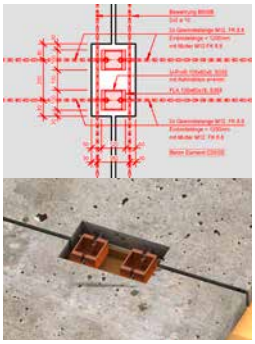


Ganz links ist ein Ausschnitt von einem Verlegeplan für die Elementbetonplatten zu sehen. Darauf ist die aktuelle Schubverbindung zentrisch vom Plattenrand zu erkennen. Daneben ist das Statische Modell für die Ermittlung der Kräfte zu finden. Die roten Kreise bezeichnen die Positionen für die neuen Schubverbindungen (Variante 1-5).

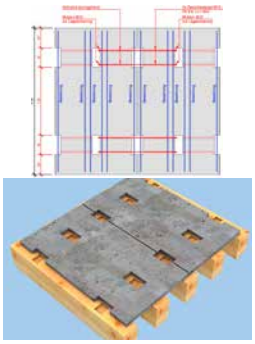
Variante 1



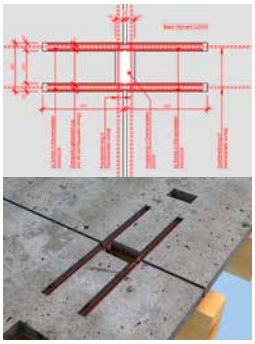
Variante 2



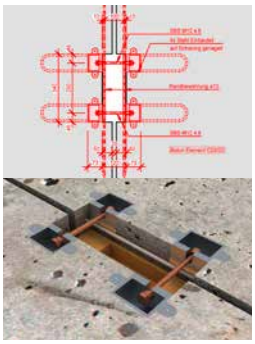
Variante 3



Variante 4



Variante 5

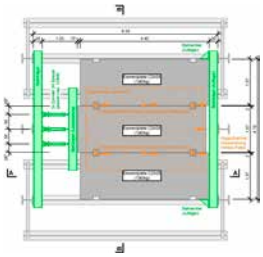


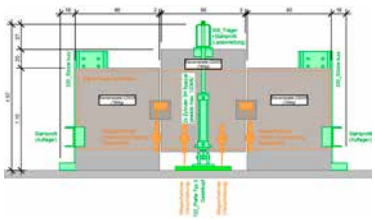
Auswertung Variantenvergleich

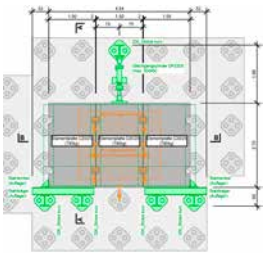
Variantenvergleich		Variante 1 FLA		Variante 2 U-Profil mit Kopfplatte		Variante 3 Hüllrohre		Variante 4 Übergreifungsstoss		Variante 5 Stahl Einbauteil	
Parameter	Gewichtung	Rang	gewichtet	Rang	gewichtet	Rang	gewichtet	Rang	gewichtet	Rang	gewichtet
Erforderliche Genauigkeit	30.0%	4	1.20	2	0.60	5	1.50	1	0.30	3	0.90
Einfachheit Montage	10.0%	5	0.50	3	0.30	4	0.40	1	0.10	2	0.20
Versagensmechanismus	15.0%	1	0.15	3	0.45	5	0.75	4	0.60	2	0.30
Leistungsfähigkeit	15.0%	1	0.15	3	0.45	5	0.75	2	0.30	4	0.60
Fehlerunfälligkeit	10.0%	5	0.50	4	0.40	3	0.30	1	0.10	2	0.20
Kosten	20.0%	3	0.60	2	0.40	4	0.80	1	0.20	5	1.00
	Total		3.10		2.60		4.50		1.60		3.20
	Schlussrang		3		2		5		1		4

Der Vergleich erfolgte anhand einer Rangierung der Varianten für jedes Vergleichskriterium.

Mögliche Versuchsaufbauten







Problemstellung
Die Schäfer Ingenieur AG vertreibt ein Holz-Beton Verbundtragsystem, bestehend aus einer Balkenlage, auf welcher vorfabrizierte Elementbetonplatten verlegt werden. Der Verbund zwischen den Platten und den Balken wird über Kerven im Holz und Aussparungen im Beton, welche nachträglich vergossen werden, hergestellt.

Für die schubfeste Verbindung der Betonplatten untereinander werden momentan im Elementwerk eingelegte Stahlwinkel an den Kanten, bauseits mit einem Rundstahl verschweisst.

Da Schweissarbeiten auf der Baustelle einen Spezialisten benötigen und sehr kostspielig sind, möchten sie diese Verbindung anders lösen. Es wird ein einfacheres und günstigeres System gesucht.

Lösungskonzept
Die neuen Verbindungen für die Elementbetonplatten sollen in den bereits vorhandenen Aussparungen für den Schubverbund mit der Balkenlage zu liegen kommen.

Die Idee ist es, die an den Plattenrändern angreifende Querkraft über jeweils zwei Schubfelder in die nächste Platte zu leiten. Die angreifende Kraft beträgt pro Schubfeld ~50 kN. Da die Aussparungen nachträglich vergossen werden, können die Druckkräfte vom Beton aufgenommen werden. Für die Zugkräfte musste eine nachträglich montierbare Lösung entwickelt werden.

Es wurden diverse Ansätze für die nachträgliche Verbindung geprüft. Schlussendlich verblieben die oben gezeigten fünf Varianten. Für die ersten beiden werden Stahlteile auf der Baustelle, an im Beton verlegte Gewindestangen geschraubt. Bei der dritten Variante werden Gewindestangen in vorgängig verlegte Hüllrohre eingeschoben. Durch ausinjizieren entsteht der Verbund mit den Platten. Die vierte Variante ist ein gewöhnlicher Übergreifungsstoss. Für die letzte Variante wird ein vorgefertigtes Stahlteil im Elementwerk auf die Schalung genagelt. Bauseits können die Platten dann zusammen verschraubt werden. Ein Vergleich anhand verschiedener Kriterien liefert die Variante 4 mit dem Übergreifungsstoss als optimale Lösung.

In einem nächsten Schritt sollen eine oder mehrere Varianten geprüft werden. Dafür wurden mögliche Versuchsaufbauten entworfen und ein grundlegendes Vorgehen für die Versuchsdurchführung vorgeschlagen.

Käch Reto

Betreuer:
Prof. Dr. Klaus Kreher

Experte:
Dr. Kai-Uwe Schweizer

Wirtschaftspartner:
Schäfer Ingenieur AG

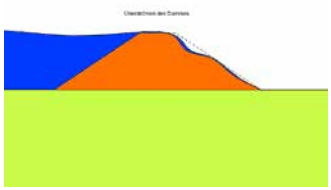
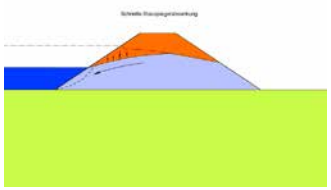
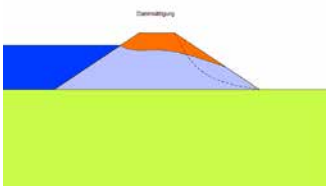
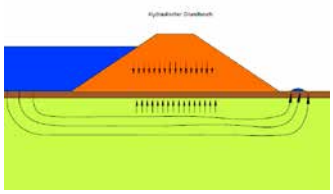
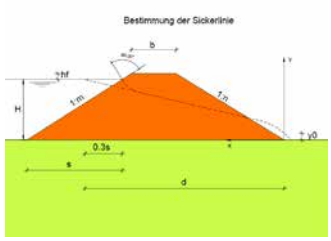
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

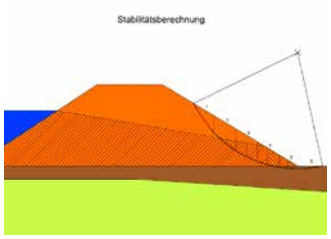
HOCHSCHULE
LUZERN

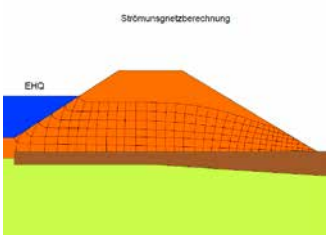
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

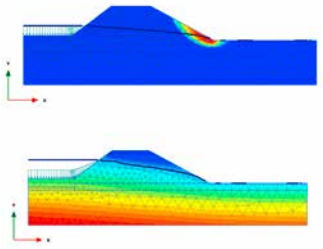
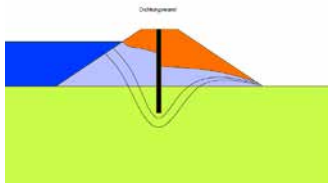
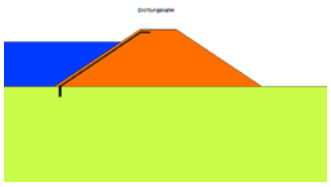
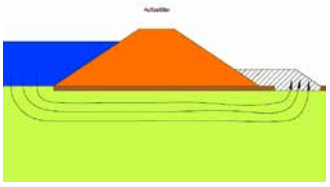
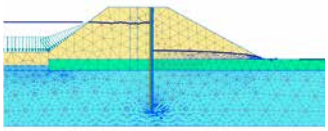
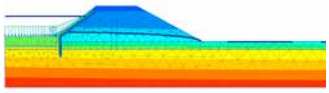
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Erhöhung der Hochwassersicherheit eines Flussdammes





Problemstellung

Die Bachelorthesis befasst sich mit der Zustandsuntersuchung und der anschließenden Evaluierung von Sanierungsmaßnahmen eines Flussdammes. Konkret wird der Kanal des Alpenrheins im Abschnitt zwischen dem Kanton St. Gallen und dem Fürstentum Liechtenstein betrachtet.

Anhand von zwei charakteristischen Querschnitten sollen insbesondere die Stabilitäts- und Durchsickerungsverhältnisse untersucht werden. Anschließend sollte eine Empfehlung bezüglich allenfalls notwendigen Sanierungsmaßnahmen abgegeben werden.

Lösungskonzept

In einem ersten Schritt ging es darum, die verschiedenen Gefährdungsbilder zu eruieren, welche für Damm zum heutigen Zeitpunkt eine Gefahr darstellen können. Aufgrund dieser Aufstellung konnten im nächsten Schritt die zu untersuchenden kritischen Situationen definiert werden.

Die geotechnische Analyse des Flussdammes wurde anhand von verschiedenen Verfahren durchgeführt. Es kamen einerseits analytische Methoden zum Einsatz, welche auf Modellversuchen basieren und andererseits wurden numerische Berechnungen getätigt. Durch den Vergleich der Resultate aus den verschiedenen Verfahren konnten die Ergebnisse plausibilisiert werden.

Anhand der, aus der Analyse gewonnenen Erkenntnisse, wurden folgende drei Sanierungsmaßnahmen zur genaueren Untersuchung ausgewählt:
-Dichtungswand aus Erdbeton
-wasserseitige Abdichtung
-landseitiger Auflastfilter

Bei der anschließenden Betrachtung der Sanierungsmaßnahmen bewertete man diese anhand verschiedener Kriterien.

Dabei stand die effektive Verbesserungswirkung der Maßnahme im Zentrum. Es wurden aber auch andere Punkte beleuchtet, wie zum Beispiel Kosten, Unterhalt und Ökologische Aspekte.

Kiser Kevin

Betreuer:
Hansjörg Vogt
dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

Experte:
Jürg Nyfeler
dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

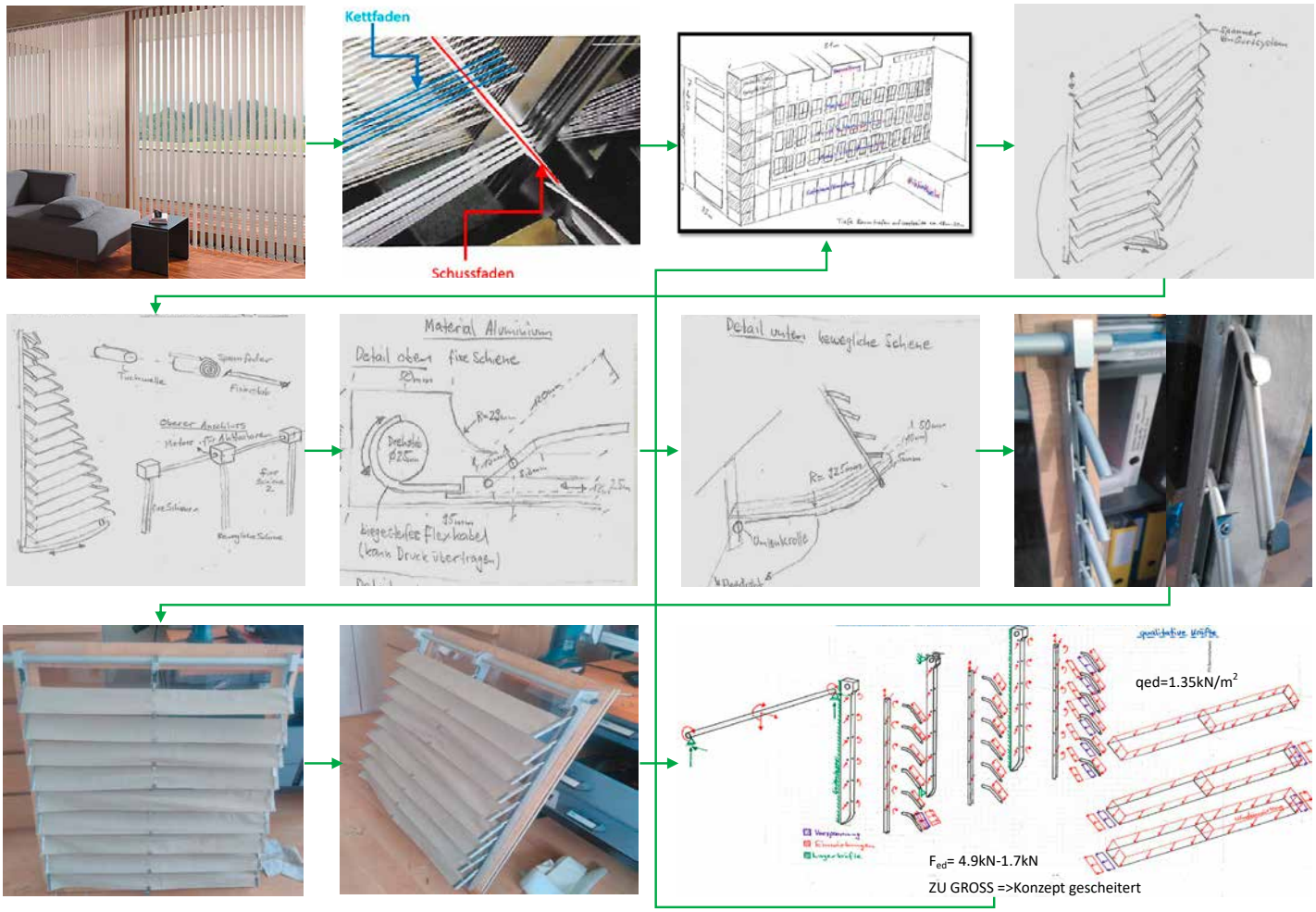
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Anforderungsmatrix und Konzeption für einen adaptiven flexiblen Sonnenschutz



Problemstellung
Mit einem adaptiven, dynamischen und automatisierten Sonnenschutz kann die Kühllast von Bauwerken deutlich gesenkt werden.
Ziel dieser BAT ist es, eine Methodik zur Entwurfsarbeit an Sonnenschutzsystemen zu entwickeln und diese anhand von Konzeptentwürfen zu überprüfen.
Im Vordergrund steht der Einsatz von textilen und flexiblen Baumaterialien.

Tuchlamellen-Konzept
Im Rahmen dieses Posters wird nur auf ein Konzept eingegangen. Zu Beginn jeder Entwurfsphase steht die Recherche.
In ihr werden die Randbedingungen und Inspirationsmaterial festgehalten, sowie das notwendige Grundwissen aufbereitet. Aus dem Literatur-, Normenstudium geht die Anforderungsmatrix hervor. Sie stellt ein Arbeitstool dar, welches den gesamten Entwicklungsprozess begleitet und überwacht. Die AM beinhaltet die Zielkriterien, die Randbedingungen, Eingangsparameter und Anwenderanforderungen.

Entwurfsprozess
In der Abbildung oben rechts ist die erste Entwurfsskizze ersichtlich. Das System weist horizontale Tuchlamellen auf, welche sich den solaren Einstrahlungen anpassen können.
Die filigrane Mechanik bedingt eine hochpräzise Produktion und ist anfällig auf Bewegungsstörungen.
Zusätzlich weist das Konzept einen Verschiebemechanismus auf. Dieser kann durch den Nutzer angesteuert werden um indirektes Licht in den Raum zu leiten.

MockUp Bau
Um die konzeptionellen Ideen zu überprüfen ist ein MockUp gebaut worden. Darin konnte festgehalten werden, dass die Übersetzungsprozesse zu hohe Verluste mit sich bringen und die Stoffbahnen trotz Vorspannung sehr flatterhaft sind.

Berechnungen
Der Grund für die fehlende Formstabilität zeigt sich in den Berechnungen. In der Seiltheorie entstehen bei geringem Durchhang überproportional große Horizontalkräfte. Bei der ersten Variante der Tuchlamellen entsteht eine Seilkraft von fast 5kN, was rund 500kg Zuglast entspricht. Die filigrane Unterkonstruktion kann nicht mit solchen Lasten umgehen. Die Maßnahmen die notwendig sind die Belastungen zu reduzieren machen das Konzept untauglich.

Scheitern als Chance
Wenn ein Konzept in einer Sackgasse endet, ist die Methodik zu überdenken und von Vorne zu beginnen.

Fazit
Der interaktive Prozess des Entwickelns eines Sonnenschutzsystemes sollte in einem interdisziplinären Team erfolgen. Speziell bei Verschattungssystemen, die außerhalb der gängigen Normen liegen, ist ein vielschichtiges Team aus Ingenieuren des Fassadenbaus und der Maschinentechnik sowie Architekten ratsam .

Kläy Elias

Betreuer:
Dipl. Ing. Susanne Gosztonyi
Experte:
Dipl. Ing. Walther Thomas

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

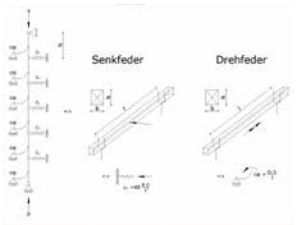
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

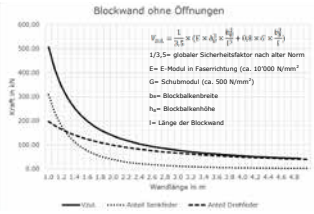
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Studie zur Sanierung von Blockbauten im Wallis

Funktionsweise der Blockbauwand



Statisches Grundmodel

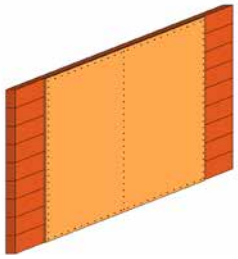


Tragfähigkeit vertikal

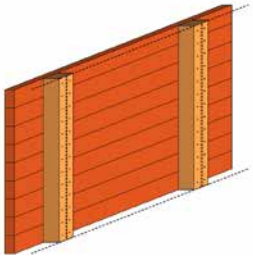
Tragfähigkeit horizontal

Höhe der Blockbalken	Breite der Blockbalken b_B (cm)						
h_B (cm)	6	8	10	11	12	14	16
13	1,8 kN	3,2 kN	5,3 kN	7,0 kN	9,4 kN	11,4 kN	13,0 kN
14	1,8 kN	3,2 kN	5,1 kN	6,5 kN	8,4 kN	12,2 kN	14,0 kN
15		3,2 kN	5,0 kN	6,3 kN	7,9 kN	13,1 kN	15,0 kN
16			5,0 kN	6,1 kN	7,6 kN	11,8 kN	16,0 kN
18					7,3 kN	10,5 kN	15,8 kN
20						10,0 kN	14,0 kN

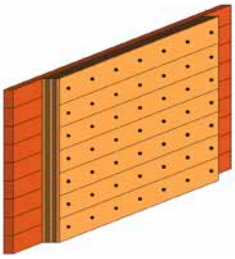
Verstärkungsmassnahmen



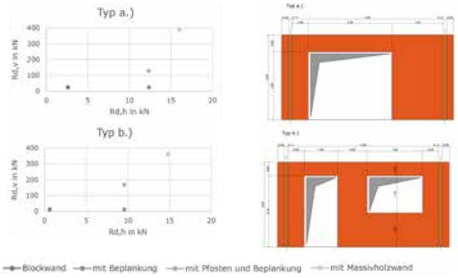
Beplankung



Pfosten mit Beplankung

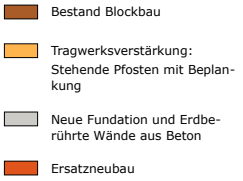


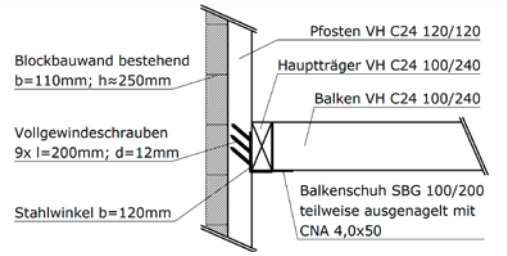
Massivholzwand



Vergleich der Tragfähigkeit vertikal und horizontal

Praxisobjekt





Deckenanschlussdetail 1:10

Problemstellung

Die aktuellen gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen verändern die Baubranche nachhaltig. Es läst sich erahnen das zuküftig die Ertüchtigung und Sanierung von Bauwerken und Gebäuden einen höheren Stellenwert bekommen. Es ergeben sich Fragen, wie man vorhandene Bausubstanz für die Anforderungen der heutigen Zeit ertüchtigt.

Im Kanton Wallis findet man in Ortskernen und Weilern häufig die typischen Walliser Blockbauten. Diese werden durch Kultur & Heimatschutz bewahrt. In der Sanierung stellen die Blockbauten eine besondere Herausforderung das. Denn deren Tragsystem funktioniert komplex. Werden Ertüchtigungsmassnahmen durchgeführt, wird das resultierene Tragsystem noch komplexer.

Lösungskonzept

Die Arbeit gliedert sich in 3 Schritten. Als erstes wird die funktionsweise des Blockbaus recherchiert und untersucht. In einem Zweiten Schritt werden Verstärkungsmassnahmen für das Tragwerk entworfen und auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft. Als letztes wird am Praxisobjekt eine der entworfenen Varianten angewendet, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

Die Tragweise der Blockbauwand wurde über Versuche ermittelt, aus diesen konnte anschliessend ein Berechnungsmodell gebildet werden. Das Berechungsmodell bildet sich aus einer Dreh– und einer Senkfeder. Dabei zeigte sich das die Senkfeder ab einer Wandlänge von ca. 3m fast keinen Einfluss mehr hat.

Als Verstärkungsmassnahmen wurden 3 Varianten weiter verfolgt. Welche aus Gründen des Heimatschutzes alle innenliegend angeordnet werden. Die Massnahmen sind eine Beplankung, eine Pfostenkonstukrion mit Beplankung und eine Massivholzwand. Die Varianten wurden anschliessend, anhand von verschiedenen Wandtypen, auf ihre Tragfähigkeit überprüft.

Das Praxisobjekt ist ein aus 4 Blockbauten bestehendes Wohnhaus in Visperterminen. Die Besonderheit ist der Zusammenschluss der 4 einzelnen in ein gesamtes Gebäude. Hinzu kommen die sehr grossen Wandöffnungen in den Nord– und Südwänden, welche Blockbau untypisch teilweise bis zur Verkämmung reichen.

Kronig Benjamin

Betreuer:
Prof. Dr. Klaus Kreher

Experte:
Dr. Kai-Uwe Schweizer

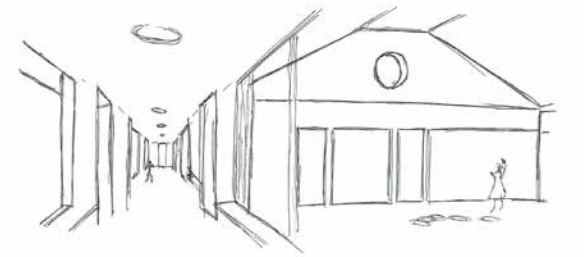
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

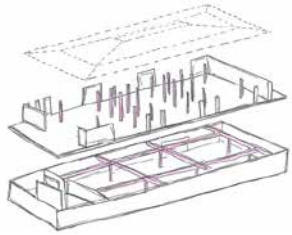
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

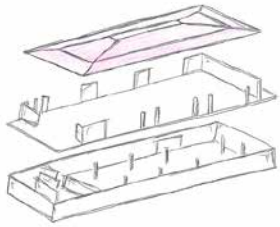
Neubau eines Dreifachkindergartens in Würenlingen



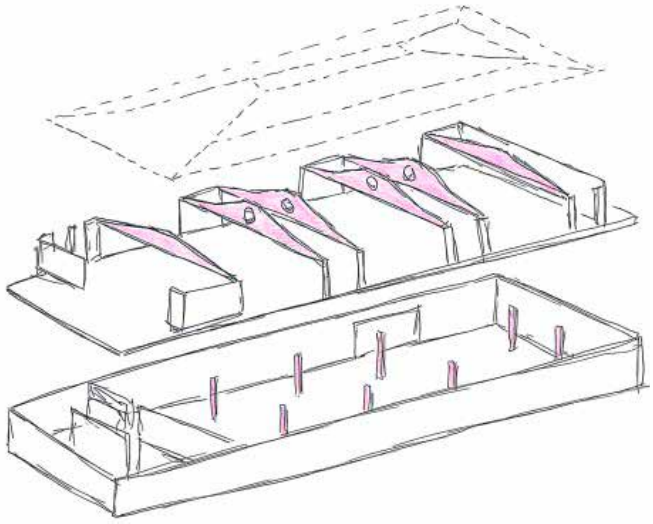
Architektonisches Konzept: offene Raumgestaltung



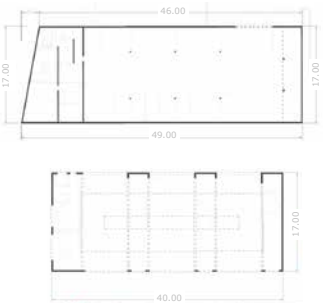
Variante 1



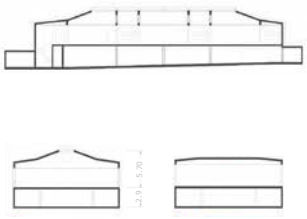
Variante 3



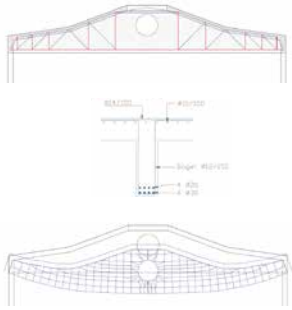
Variante 2 - erarbeitetes Tragwerksmodell



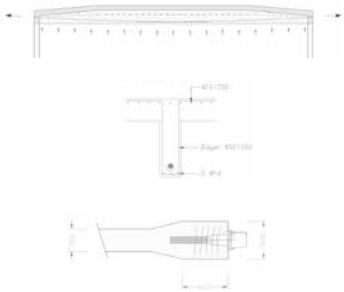
Grundrisse Tragkonstruktion



Schnitte Tragkonstruktion



Träger mit schlaffer Bewehrung



Vorgespannter Träger

Problemstellung
In Würenlingen, Kanton Aargau, zeichnet sich ein Raumdefizit im Bereich Kindergarten ab. Deshalb soll ein neuer Dreifach-Kindergarten mit Einstellhalle gebaut werden. Dazu wurde vom Architekt ein Projekt erstellt, welches als Grundlage dieser Bachelor-Thesis dient.

Das Ziel der Thesis ist die konstruktive Weiterentwicklung der gegebenen Architektenpläne und die Ausarbeitung des Tragwerkes bis zur Stufe Vorprojekt.

Das Konzept des Architekten besteht darin, die drei einzelnen Klassenzimmer nach Wunsch durch Schiebewände miteinander zu verbinden. Dies hat zur Folge, dass im Grundrissinneren des Erdgeschosses keine tragenden Elemente anzuordnen sind.

Lösungskonzept
Horizontale Einwirkungen aus Wind und Erdbeben haben wegen der geringen Bauwerkshöhe und des symmetrischen Grundrisses keinen massgebenden Einfluss auf die Statik. Dafür liegt der Schwerpunkt der Thesis wegen grossen Eigenlasten und Spannweiten im vertikalen Lastabtrag.

Für den vertikalen Lastabtrag wird in der ersten Phase eine Variantenstudie durchgeführt. Bei der Variante 1 ist das Dach widersprüchlich zum Konzept des Architekten direkt auf Stützen im EG abgestützt. Im Untergeschoss sind Unterzüge anzuordnen. Bei der Variante 2 wird das Dach auf Stahlbetonträger aufgelagert. In der Variante 3 handelt es sich um ein in sich selbst tragendes 4-seitig aufgelagertes sparrendachähnliches Tragwerk.

Da die Variante 1 zu viele architektonische Eingriffe mit sich bringt und Variante 3 wegen den grossen Spannweiten Gebrauchstauglichkeitsprobleme aufweist, wird die Variante 2 gewählt und verfeinert. Der vertikale Lastabtrag des schweren Stahlbetondaches erfolgt somit durch regelmässig angeordnete Träger, deren Spannweite 16.5 Meter beträgt. Durch die zeltförmige Dachform weisen die zwei Aussenträger eine geringere statische Höhe als die Träger im Inneren auf. Die Gebrauchstauglichkeit ist hier mit schlaffer Bewehrung nicht zu gewährleisten. Deshalb sind diese zwei Träger vorgespannt auszuführen.

Die Decke UG wird punktuell auf ein effizient angeordnetes Stützenraster von 8x8m, bei der Einfahrt 11x8m, abgestützt. Bei der Einfahrt ist wegen der grossen Spannweite die Decke um 20mm zu überhöhen.

Für die Fundierung ist die bis zu 1.7m starke nichttragfähige Zwischenschicht unter den Tragelementen mit Magerbeton zu ersetzen.

Kryeziu Endrit

Betreuer:
Dr. Thomas Kohlhammer

Experte:
Dr. Marco Bahr

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

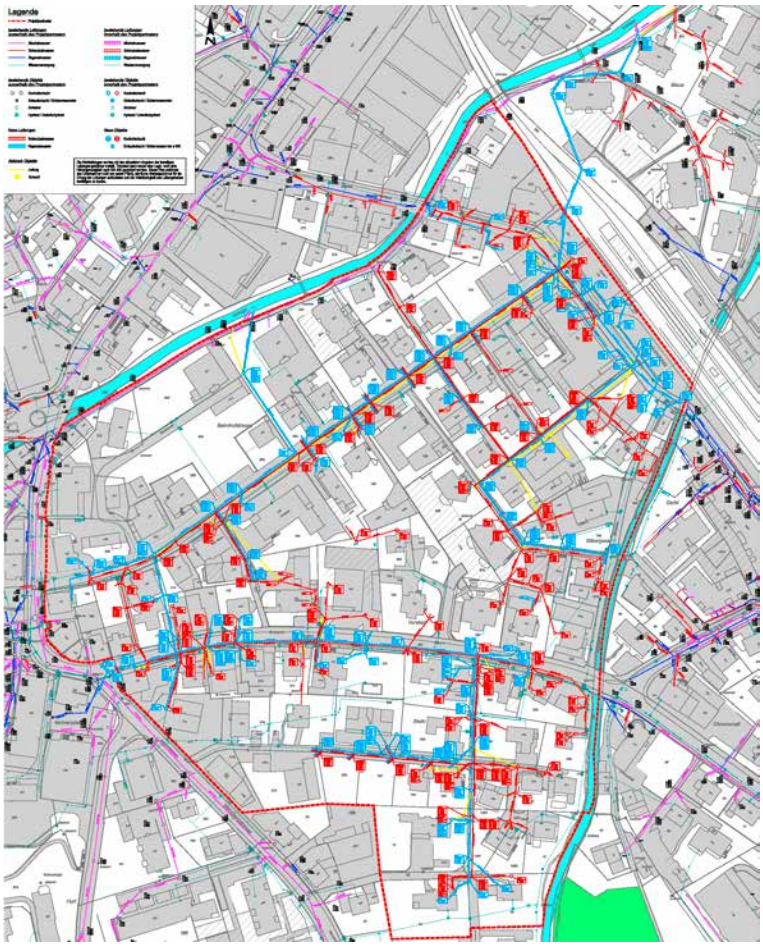
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

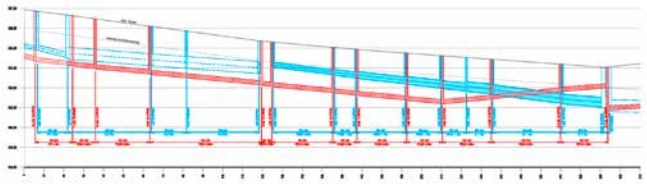
Entwässerungskonzept Bahnhofstrasse, Willisau LU

Auszug aus dem Gesamtmassnahmenplan

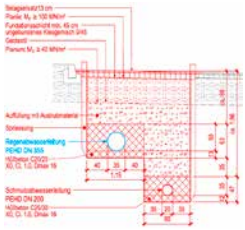


Auszug aus Massnahmenplan Bahnhofstrasse

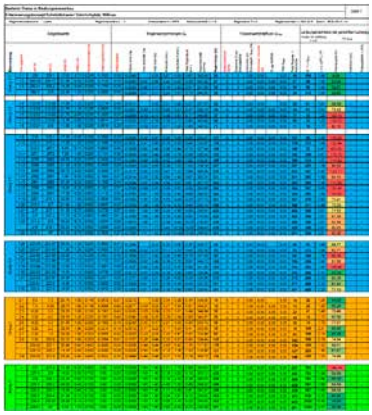
Längenprofil 1:500/50



Stufengraben Vorprojekt Bahnhofstrasse



Listenrechnung der hydraulischen Bemessung



Baulicher Zustand der Mischabwasserleitung

Problemstellung
Die Bahnhofstrasse in Willisau LU soll in absehbarer Zeit saniert und umgestaltet werden. Damit gleichzeitig mit der Strassensanierung die Leitungen erneuert werden können, ist das bestehende Entwässerungskonzept innerhalb des Perimeters zu überprüfen und anzupassen.

Zureit entwässert der Perimeter im Mischsystem. Um für eine Entlastung des Systems und der ARA zu sorgen, soll ein Trennsystem realisiert werden. Dabei ist die bestehende Infrastruktur möglichst auszunutzen.

Das neue Entwässerungskonzept soll den heutigen gültigen Normen und Richtlinien entsprechen.

Lösungskonzept
Zunächst wird das bestehende Entwässerungsnetz analysiert. Dabei werden die vorhandenen Daten bei einer Begehung vor Ort kontrolliert.

Im nächsten Schritt werden die Grundlagen erarbeitet, um eine Listenrechnung der hydraulischen Auslastung des Systems durchführen zu können. Dafür werden die Regenintensitäten, die Einzugsgebiete und die Einwohnerdichten ermittelt. Zudem werden die örtlichen und baulichen Gegebenheiten des Entwässerungsnetzes untersucht.

Aus der Situationsanalyse geht hervor, dass die Einführung des Trennsystems eine geeignete Lösung ist. Das vorhandene System ist überlastet und die bestehende Mischabwasserleitung unterhalb der Bahnhofstrasse ist in einem schlechten baulichen Zustand, zudem wurde bereits in der Vorstadt ein Trennsystem realisiert.

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Situationsanalyse wird ein Variantenstudium erstellt. Dafür werden sechs Varianten erarbeitet. Mithilfe von wirtschaftlichen und technischen Kriterien wird eine Bestvariante bestimmt.

Für die Einführung des Trennsystems muss der gesamte Perimeter begutachtet werden. Dafür wird auf Grundlage der hydraulischen Bemessung ein Massnahmenplan erstellt und die Einleitung des Regenabwassers in ein Oberflächengewässer geprüft.

Zu einem späteren Zeitpunkt müssen auch im Bleiki und in der Silbergasse die nötigen Massnahmen realisiert werden, damit kein Mischabwasser mehr in die ARA fliesst.

Es wurde ein Kostenvoranschlag für das Vorprojekt in der Bahnhofstrasse erstellt. Die Kosten für die neue Schmutz- und Regenabwasserleitung belaufen sich auf 665'000 CHF inkl. MwSt.

Krznarić Josip

Betreuer:
Lukas Wolf, dipl. Bauing. FH

Experte:
Pascal Caluori, dipl. Kulturing. ETH

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

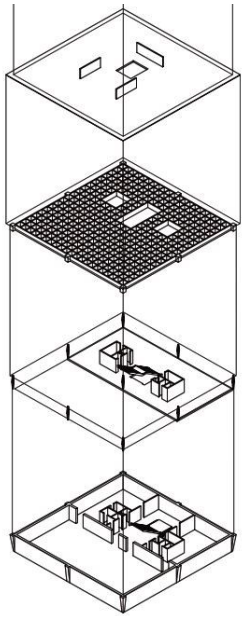
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Neubau eines Schul– und Sportgebäudes in Salgesch (VS)

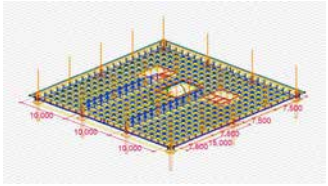
Grundlagen

Visualisierung Turnhalle/MZH
(Quelle: Atelier Summermatter Ritz)

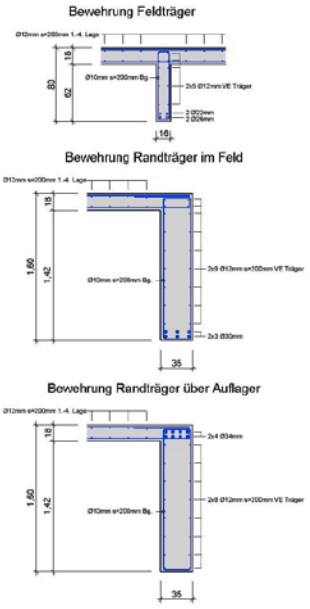


Axonometrie Stahlbetonkonstruktion
(Quelle: Atelier Summermatter Ritz)

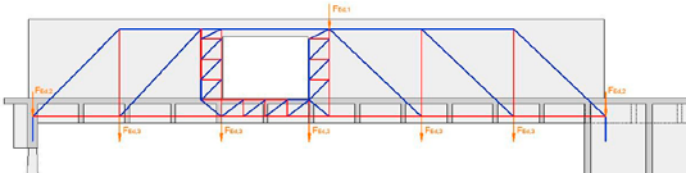
Tragwerksanalyse und Bemessung



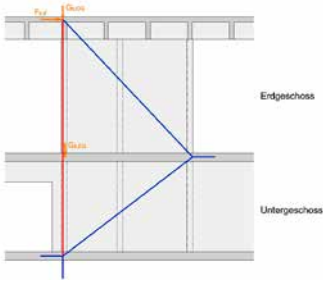
Axis-Modell Ortbetonträgerrostplatte



Bewehrung Ortbetonträgerrostplatte

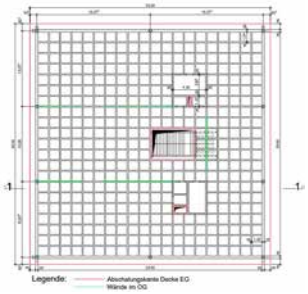


Fachwerkmodell für vertikalen Lastabtrag der Wand/Überzug im OG

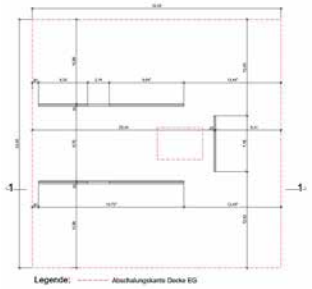


Fachwerkmodell horiz. Lastabtrag im EG

Schalungsplan Wände+Decke UG



Schalungsplan Wände+Decke EG



Schalungsplan Wände OG

Problemstellung
Das Ziel der Bachelor-Thesis war es, den Neubau eines Schul– und Sportgebäudes in Salgesch (VS) bis zur Projektstufe Vorprojekt zu bemessen. Als Grundlage dienen die Architektenpläne des Büros Atelier Summermatter Ritz aus Brig.

In einem ersten Schritt wurden drei verschiedene Möglichkeiten eines Tragwerkskonzepts ausgearbeitet. Aus dem Dialog mit dem Experten und dem betreuenden Dozenten resultierte eine Variante, die vertieft weiterbearbeitet wurde.

Bei der definitiven Variante sollen ausgewählte Tragelemente bemessen werden. Dabei sollen die kritischen Punkte der Tragkonstruktion erkannt und im Rahmen des Vorprojekts geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickelt werden.

Lösungskonzept
Beim Variantenstudium wurden zusätzlich zum vorhandenen Tragwerkskonzept, welches im Rahmen eines Projektwettbewerbs entwickelt wurde, zwei weitere Varianten eines Tragwerks entwickelt. Dabei soll eine Variante den horizontalen, die andere Variante den vertikalen Lastabtrag optimieren. Aufgrund der grossen Einsparung bezüglich Biegebewehrung in der Ortbetonträgerrostplatte bei der Variante die den vertikalen Lastabtrag optimiert, wurde entschieden, diese Variante weiterauszuarbeiten.

Bei der Bemessung der definitiven Variante wurde die Höhe des Ortbetonträgerrostes, welcher die Decke im Erdgeschoss bildet, optimiert. Ziel ist es, dass möglichst wenig Raumhöhe durch den Ortbetonträgerrost verloren geht. Um die maximalen Spannweiten über der Turnhalle/Mehrzweckhalle zu verkleinern, wurden im Obergeschoss zwei Wände als Überzug ausgebildet. Diese beiden Wände wurden mit Hilfe von Fachwerkmodellen bemessen.

Weiter wurden die vorfabrizierten Stützen, auf welchen der Ortbetonträgerrost liegt, mit Hilfe von Knickdiagrammen bemessen. Zudem wurden die Kernwände im Erdgeschoss gegen das Erdbeben bemessen. Dazu musste zuerst die Ersatzkraft aus der Erdbebeneinwirkung ermittelt und anschliessend auf die einzelnen Wandscheiben verteilt werden. Die Wand mit der grössten Belastung wurde mit Hilfe von Fachwerkmodellen bemessen. Des Weiteren wurden noch die Dimensionen (Länge, Breite, Dicke) der Streifenfundamente unter den Wänden im Untergeschoss bestimmt.

Kurmann Michael

Betreuer:
Dr. Thomas Kohlhammer

Experte:
Dr. Marco Bahr

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

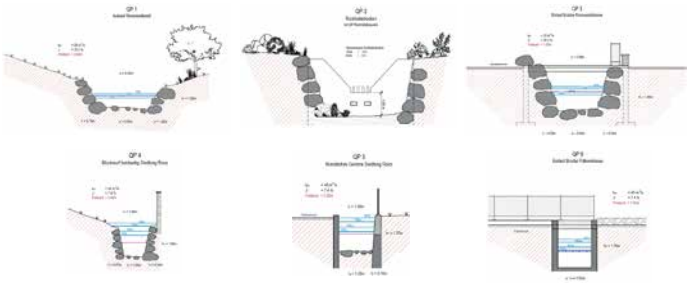
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

HOCHWASSERSCHUTZ KREBSBACH IN WOLLERAU, SZ

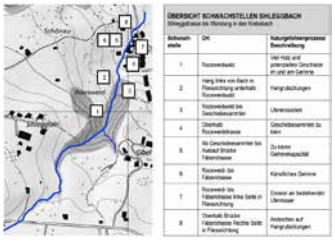
ÜBERSICHT EINZUGSGEBIET KREBSBACH

QUERPROFILE SIHLEGGBACH

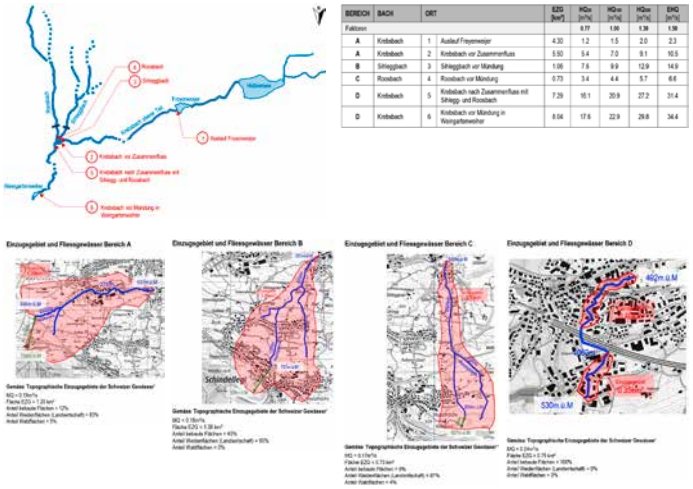


GEFAHRENKARTE

SCHWACHSTELLENANALYSE



HOCHWASSERABFLÜSSE (HYDROLOGISCHE BERECHNUNGEN)



MASSNAHMENKONZEPT

PROBLEMSTELLUNG

Der Klimawandel wirkt sich stark auf die Umwelt und Natur auf der ganzen Welt aus. Mit der globalen Erwärmung werden Naturgefahrenprozesse wie Murgänge, Rutschungen, Hochwasser und auch die stetige Steigung der Permafrostgrenze in den Alpen stark begünstigt.
Ereignisse der letzten Jahre zeigen, dass die Gerinnekapazität von vielen Schweizer Bächen ausgeschöpft und zum Teil überlastet ist. Das Hochwasser vom 26.Juli 2016 bestätigte die erwähnten Folgen auch beim Krebsbach in der Gemeinde Wollerau, Kanton Schwyz. Die attraktive Wohngemeinde am Zürichsee wird auch in Zukunft mit Hochwasser und den daraus folgenden Schäden zu kämpfen haben.

Aus diesem Grund werden in dieser Bachelorarbeit-Thesis die Schwachstellen eruiert und ein Massnahmenkonzept erarbeitet. Insbesondere der Sihleggbach im Teilbereich von der Sihleggstrasse durch den Roosweidwald bis zur Mündung in den Krebsbach ist ein «Hot-Spot» mit Handlungsbedarf.
Werden die aktuellen Begebenheiten im und am Sihleggbach für die Schadenspotenzialabschätzung miteinbezogen, ergibt sich für das betroffene Siedlungsgebiet Roos eine Schadenssumme von etwa 10 Mio. CHF. Für die Wohn- und Gewerbezonen am Sileggbach wird ein vollständiger Schutz bis zu einem HQ_{100} angestrebt. Das Restrisiko soll durch ein Interventionsplan mit verschiedenen Notfallmassnahmen auf ein Minimum begrenzt werden.

LÖSUNGSKONZEPT

Rutschhang
Zur Stabilisierung des Rutschhangs Transit-/Ablagerungsgebiet wird über die ganze Fläche ein verankerter Hangrost vorgesehen. Die Entwässerung erfolgt über flexible Sickerschläuche, welche quer zum Hang in der Tiefe der Gleitfläche eingelegt werden. Die Stabilisierung des Böschungsfuss erfolgt mit einem Blockwurf aus grossen Blöcken. Diese Massnahme wird aber mit dem Ausbau eines neuen Geschiebesammlers kombiniert.

Geschiebesammler
Damit die Geschiebe- und Schwemmholzmassen nicht bis ins Siedlungsgebiet transportiert werden, wird ein neuer Geschiebesammler etwas oberhalb des bestehenden Geschiebesammlers ausgeführt. Da dieser mehr Platz braucht, wird die Ufersicherung und die Stabilisierung des Böschungsfuss des Rutschhang zusammen ausgeführt.

Gerinneausbau
Das Gerinne wird ab dem neuen Geschiebesammler aufgeweitet und renaturiert. Die Brücken Roosweid- und Fäberstrasse müssen neu gebaut werden, damit die Gerinnekapazität gewährleistet werden kann.

Kai Lehner

Betreuer: Sandro Ritler

Experte: Flavio Casserini

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

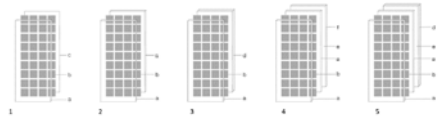
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV) in ein bestehendes Pfosten-Riegel Fassadensystem

Arten von Solarmodulen

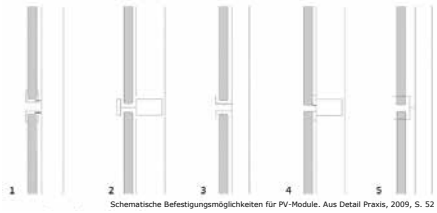


Arten von Solarmodulen. Aus Detail Praxis, 2009, S. 51

1. Glas-Folien-Laminat
2. Glas-Glas-Laminat
3. Glas-Glas-Laminat mit VSG-Rückglas
4. Glas-Glas-Laminat mit Isolierverglasung
5. Glas-Glas-Laminat mit Isolierglasaufbau

a. ESG–Scheibe
b. PV-Schicht mit Verbundfolie
c. Rückfolie
d. VSG-Scheibe
e. Scheibenzwischenraum
f. Floatglas

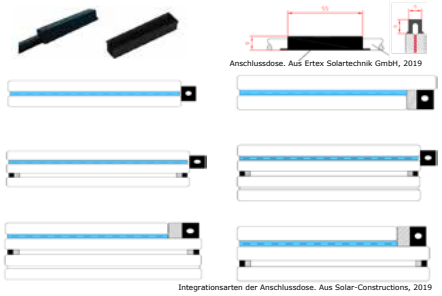
Arten von Befestigungen der PV-Module



Schematische Befestigungsmöglichkeiten für PV-Module. Aus Detail Praxis, 2009, S. 52

1. Verschraubung der Rahmen
2. Lineare Klemmung
3. Punktuelle Klammerung
4. Klebung
5. Bohrung

Anschlussdose



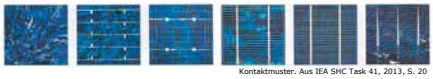
Anschlussdose. Aus Ertex Solartechnik GmbH, 2019

Integrationsarten der Anschlussdose. Aus Solar-Constructions, 2019

Transparenzgrad

Beispiel Transparenz. Aus IEA SHC Task 41, 2013, S. 19

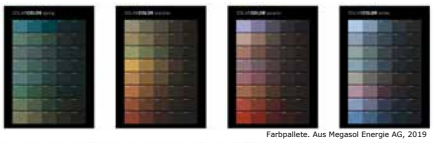
Arten von Kontaktmuster



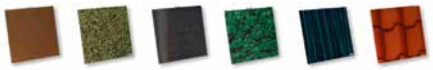
Kontaktmuster. Aus IEA SHC Task 41, 2013, S. 20

Farben und Gestaltung

Farbige Zellen. Aus IEA SHC Task 41, 2013, S. 18



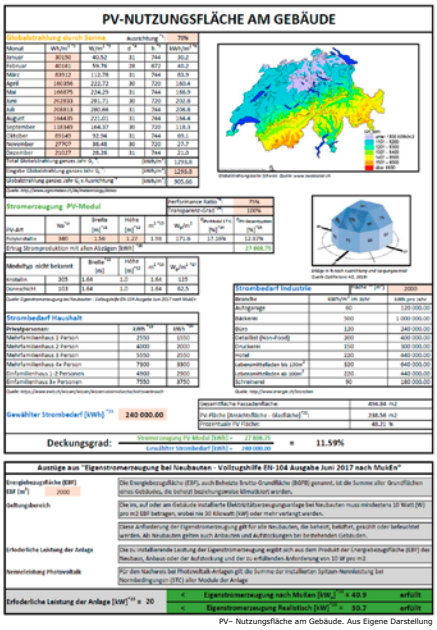
Farbpallete. Aus Megasol Energie AG, 2019



Siebdruck. Aus Ertex Solartechnik GmbH, 2019

Farbige Zellen. Aus Ertex Solartechnik GmbH, 2019

Excel—Rechnertool



PV- Nutzungsfläche am Gebäude. Aus Eigene Darstellung

Fallbeispiel: Sporthalle in Burgweinting (DE)

Sporthalle in Burgweinting. Aus Detail Praxis, 2009, S. 92-93

Grösse der Anlage: 117m²
Leistung: 10.07 kW$_p$
Ausrichtung: Süd, 90°
Feld: 57 kWh/m² im Jahr
Erträge: 6670 kWh im Jahr

Module: 98 Stk. à 2115 x 1096mm
Aufbau: Isolierglasaufbau
Konstruktionsart: Pfosten-Riegel-Fassade mit Aluklemmleisten
Zellen: Polykristallin, blau

Problemstellung

Die Erzeugung von Strom durch Nutzung der Sonnenstrahlung und mit Photovoltaik-Anlagen hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Photovoltaik-Anlagen werden in den meisten Fällen auf Dächern montiert. Immer mehr wird Strom jedoch auch mit Solaranlagen in Fassaden erzeugt. Aufgrund der besseren Sichtbarkeit der Fassaden gegenüber Dächern, werden sehr hohe Ansprüche an die Ästhetik der Fassade gestellt.

In der Bachelor-Thesis werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt wie Photovoltaikanlagen gestaltet und integriert werden können. Die wichtigsten Kriterien für die Realisation sind in einem erarbeiteten Lastenheft festgehalten.

Die Firma 4B in Hochdorf, schweizweit die grösste Fenster- und Fassadenherstellerin, möchte in ihrem Sortiment eine Bauwerkintegrierte Photovoltaik-Anlage anbieten. Daher ist das Ziel der Bachelor-Thesis, Möglichkeiten aufzuzeigen wie eine Photovoltaik-Anlage in ein vorgegebenes Pfosten-Riegel-System der Firma 4B eingebaut werden kann. Das Konzept wird auf der Basis des bestehenden Pfosten-Riegel Systems entwickelt.

Lösungskonzept

Das Vorgehen der Arbeit ist in mehrere Schritte unterteilt. Am Anfang steht die Literaturrecherche in der mit Hilfe von Internetabfrage sowie von Fachbüchern die Grundlagen über die Photovoltaik erarbeitet werden.

Um Informationen zum Stand der Technik zu erhalten, wurde Kontakt mit einem Solarmodulhersteller aufgenommen. Die Ergebnisse werden anhand einer Beispielfassade mit CAD-Zeichnungen und Schemas dargestellt und erläutert.

Die Wahl des Solarmoduls sowie die Kabelführungen gehören aufgrund der Arbeit zu den wichtigsten Punkten. Bei einer Realisation des Konzeptes muss frühzeitig Kontakt mit Fachspezialisten für Solaranlagen aufgenommen werden, dies damit die richtige Wahl getroffen werden kann und später keine Überraschungen bei der Realisation auftreten.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die Integration einer PV-Anlage eine hochkomplexe Aufgabe ist. Die Schwierigkeit bei diesem Thema ist, dass sowohl die Elektrotechnik als auch die Bautechnik aufeinandertreffen. Daher erfordern ein optimales Konzept und dessen Umsetzung interdisziplinäre Lösungs-Ansätze.

Meier Philippe

Betreuer:
Dipl. Ing. Susanne Gosztonyi

Experte:
Dipl. Ing. Thomas Walther

Wirtschaftspartner:
4B Fenster & Fassaden AG

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

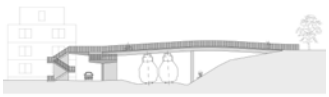
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

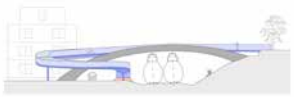
Entwurf einer Fussgängerbrücke - Passerelle Oberstockenweg

Variantenstudium

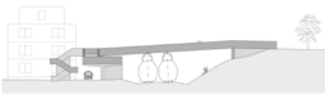
Variante 1



Variante 2



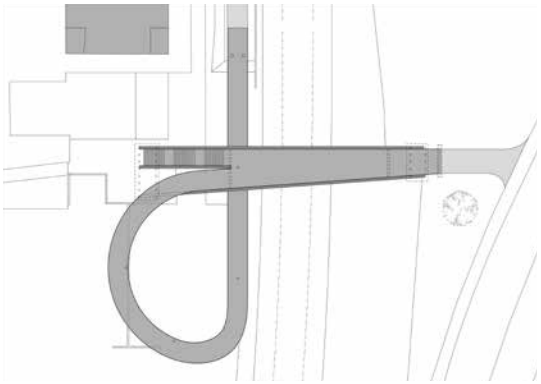
Variante 3



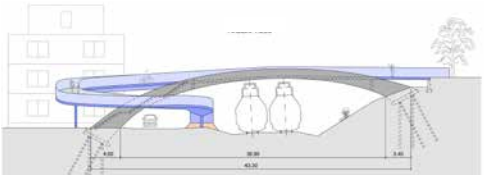
Variante 4

Bearbeitete Variante

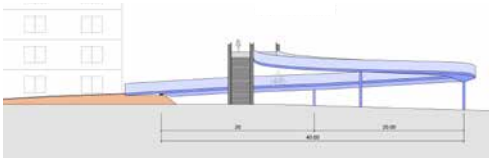
Grundriss



Längsschnitt



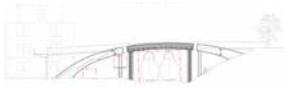
Ansicht Rampe



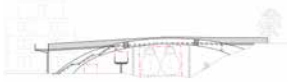
Bauablauf

1. Bauphase

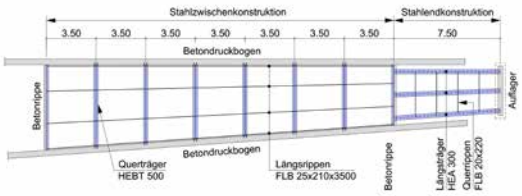
2. Bauphase



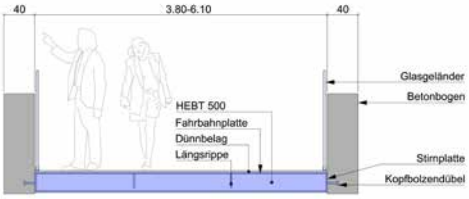
3. Bauphase



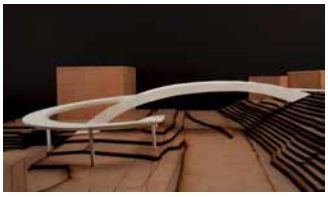
Stahlkonstruktion



Brückenquerschnitt



Visualisierung



Problemstellung

Die bestehende Passerelle am Oberstockenweg befindet sich südlich der Haltestelle St. Gallen Bruggen. Sie dient sowohl der Erschliessung eines Wohngebietes als auch als Hauptroute zum nahegelegenen Erholungsgebiet am Gübsensee.

Da sie nur über eine Treppe verfügt, ist das Überqueren der Gleise für Fahrrad- und Rollstuhlfahrer erschwert. Ausserdem ist die Passerelle in schlechtem baulichem Zustand und muss in den nächsten Jahren erneuert werden.

Entstehen soll eine rollstuhlgängige Verbindung für Fussgänger und Fahrradfahrer über die Bahngleise. Um den Höhenunterschied auszugleichen, wird ein nördlich angeordnetes Rampenbauwerk erforderlich sein. Mit der Erneuerung der Passerelle bietet sich die Möglichkeit die aktuelle Verkehrssituation zu verbessern und die nötigen Grundlagen für den Ausbau des geplanten Fahrradnetzes der Stadt St. Gallen zu erschaffen.

Lösungskonzept

Im Variantenstudium werden vier verschiedene Tragwerke und Rampenverläufe entworfen. Ein T-Träger, eine Bogenbrücke, eine Trogbrücke und ein Rahmenbauwerk werden auf ihre Eignungen und auf ihr Tragverhalten hin untersucht. Daraus ergab sich, dass die Bogenbrücke am Besten geeignet ist. Diese wird in einem zweiten Schritt bemessen.

Sie besteht aus einem Rampenbauwerk, einem Treppenaufgang und zwei keilförmig angeordneten Druckbögen mit einer dazwischen liegenden Stahlkonstruktion. Letzteres umfasst ein Fahrbahnblech mit unten angeordneten Querträgern und Längsrippen. Die beiden Druckbögen werden aus Beton erstellt.

Der Bauablauf sieht vor, dass in der ersten Bauphase die Bogenanfang und Bogenendstücke erstellt werden. Dann wird in der zweiten Bauphase das mittlere Bogenstück vorgefertigt und in einem Stück eingehoben. In der dritten Bauphase werden dann die Betongassen und die Rampenkonstruktion erstellt.

In dieser Projektarbeit ist eine moderne und einzigartige Passerelle entstanden, welche die Anforderungen und Ziele der Bauherrschaft erfüllt und sie überzeugt durch ihre Übersichtlichkeit und Eleganz.

Meli Tim

Betreuer:
Prof. Dr. Hartwig Stempfle

Experte:
Dr. sc techn, Dipl. Bauing. ETH SIA
Stefan Köppel

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

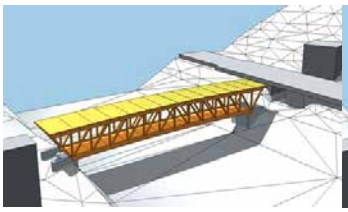
HOCHSCHULE
LUZERN

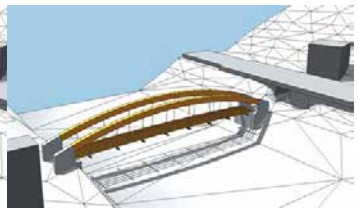
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Entwurf und Dimensionierung einer Verkehrswegbrücke

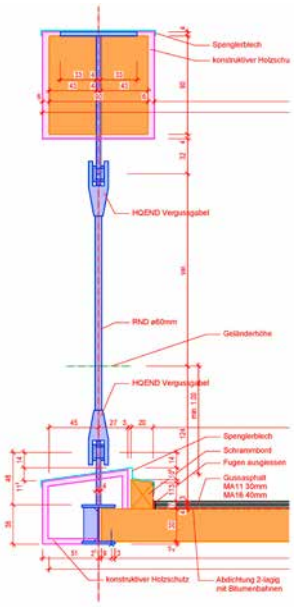
Entwurfsphase Fachwerksbrücke und Bogenbrücke



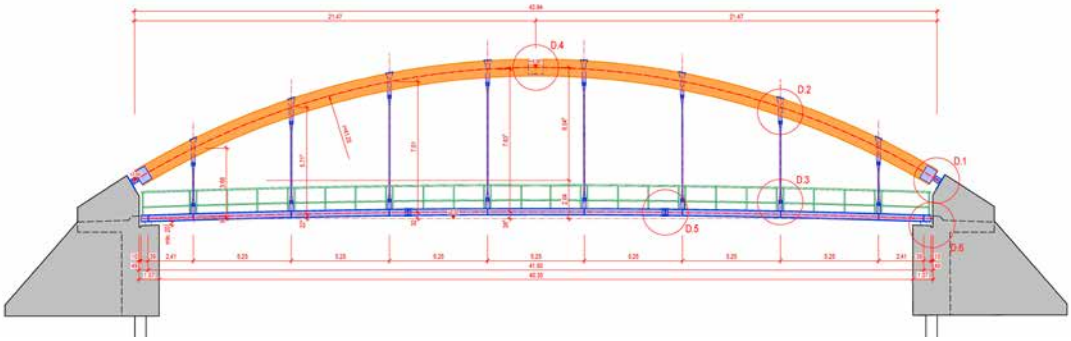


3d-Visualisierungen Brücke

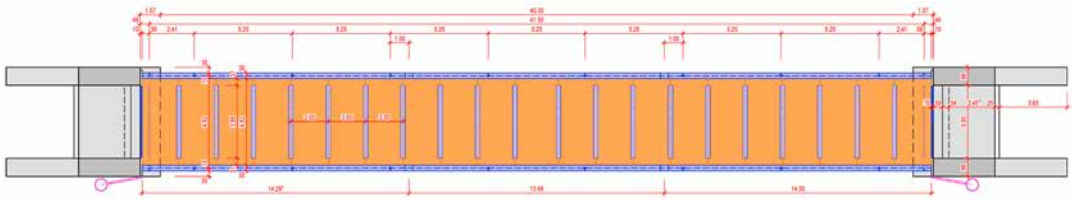
Regelquerschnitt



Schnitt



Grundriss



Problemstellung

In Enningen Malters ist ein Ersatzneubau einer Verkehrswegbrücke zu planen. Die Aufgabe besteht in Entwurf und der Dimensionierung des Tragwerks. Ebenso ist die Gründung konzeptionell zu erarbeiten. Im Vorfeld sind auch die Nutzungen und die Anforderungen der Brücke abzuklären und genau zu definieren.

Eine Projektvorgabe ist der Gebrauch von Holz für das Tragsystem und die begrenzte statische Höhe zwischen der Energielinie vom Hochwasser 2005 und der Fahrbahnoberkannte. Durch die Gerinneverbreiterung der kleinen Emmen ist eine Spannweiter von 42m stützenfrei zu überspannen.

Lösungskonzept

Im Entwurf sind verschiedentypische Holzkonstruktionen, die für den Brückenbau infrage kommen, verglichen worden. Durch Abwägung der positiven sowie der negativen Eigenschaften der einzelnen Konstruktionstypen und deren Gewichtung, ist die Wahl auf eine Bogenbrücke gefallen.

Der Bogenträger aus Brettschichtholz GL32h wird zwischen den als Kämpfer ausgeführten Widerlager gelenkig in der Ebene eingespannt. Die Fahrbahn ist über Hänger aus RND Vollrundstahl aufgehängt. Die Fahrbahn ist zwischen HEB-Trägern aufgelegt und besteht aus einer 30cm Massivholzplatte.

Die vertikalen Kräfte werden über die Hänger in den Bogen geleitet. Da der Bogen nahe der Stützlinie der Last liegt, wird der größte Teil der äußeren Belastung nicht über Biegemoment, sondern durch Normalkraft im Bogen abgetragen. Somit ergeben sich minimale Querschnitte mit vergleichsweise hohen Tragfähigkeiten.

Die horizontalen Kräfte werden über die Fahrbahn, die als Scheibe ausgebildet ist, in die Lager abgetragen. Der Bogen ist aus der Ebene an den Widerlagern eingespannt ausgeführt und trägt die horizontalen wirkende Kräfte über Biegung ab.

Für die Erstellung des Bauwerks ist ein Bauverfahren in 6 Etappen erarbeitet worden. Durch Produktionsvorgaben, wie zum Beispiel die maximale Produktionslängen und die Bauetappierung sind zusätzlich Kontenpunkte entstanden.

Für die Bemessung werden die Einwirkungen nach SIA 261 entsprechend den Gefährdungsbildern ermittelt. Für die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit werden die Nachweise an den maßgebenden Stellen geführt. Zusätzlich wird die Ermüdungssicherheit nachgewiesen.

Odermatt Pius

Betreuer:
Prof. Dr. Klaus Kreher

Experte:
Dr. Kai-Uwe Schweizer

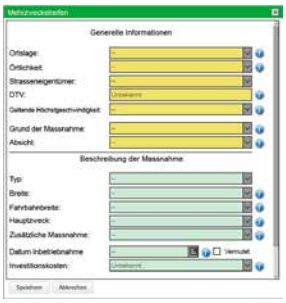
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

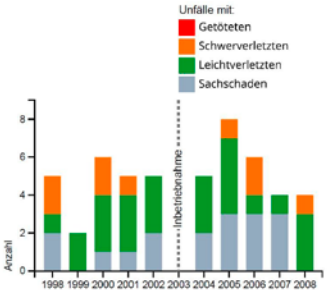
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

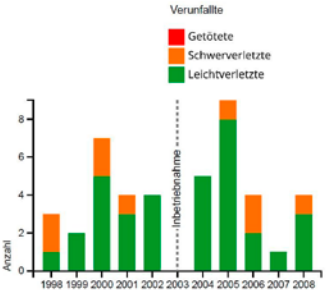
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

MEVASI—Massnahme Mehrzweckstreifen



Eindeutiges Attribut darf nicht geändert werden	Bezeichnung Attribut	Infotext Attribut	Domain-nummer	Domain- oder Attributbeschreibung
mzs_type	Typ:		5301.1	mit baulichen Elementen
			5301.2	markiert 1m - 1m
			5301.3	Kombination
mzs_width	Breite:	Wie breit ist der	5302.1	unter 1.5 m
		Mehrzweckstreifen	5302.2	zwischen 1.51 m und 2.5 m
		ausgeführt worden?	5302.3	über 2.51 m
			5302.4	unbekannt
mzs_roadwidth	Fahrbahnbreite	Bitte geben Sie die Breite	5303.1	unter 6.00 m
		der Fahrbahn an, von	5303.2	zwischen 6.01 m und 7.00 m
		Trottoirrand bis	5303.3	zwischen 7.01 m und 8.00 m





	Mehrzweckstreifen
Mittelinsel	X
FGSO_punktuell	X
FGSO_linienhaft	X
Demark_Mittellinie	X
Kreisel	
Radstreifen	X
Begegnungszone	X
Tempo-30-Zone	X
Leitpfeile	
Fussgängerstreifen	X
Demark_Fussg. Str.	X
Sichtzone	
Sigvmax	X
Vortrittsregelung	

Oben Links: Mehrzweckstreifen in Reinach im Kanton Aargau

Mitte Links: Ausschnitt aus der Programmierungs-grundlage, Exceldatei

Unten Links: Ausschnitt aus der Kombinations-grundlage, Exceldatei

Oben Mitte: Eingabemaske, Programm MEVASI

Oben Rechts: Bestätigungsfenster, Programm MEVASI

Mitte Rechts: Unfallstatistik eines Mehrzweckstreifens

Unten Rechts: Auswertung, Zahlen aus vielen einzelnen Unfallstatistiken

#Jahre	#vorher	#nachher	Differenz
5	13	10	-3
5	3	8	5
4	5	4	-1
5	23	27	4
5	9	30	21
5	40	27	-13
5	8	6	-2
5	9	3	-6
5	30	13	-17
5	19	31	12
5	35	20	-15
5	11	12	1
5	2	7	5
5	24	12	-12

Problemstellung
Die Aufgabe lautete im bestehenden Programm MEVASI (Massnahmen-evaluation Strasseninfrastruktur), welches die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) geschaffen hat, eine weitere Massnahme zu implementieren, nämlich den Mehrzweckstreifen. Dazu musste diese Massnahme studiert werden, um festlegen zu können was später im MEVASI abgefragt werden soll.

Nach der Implementierung der Mass-nahme Mehrzweckstreifen sollen alle bestehenden Mehrzweckstreifen der Deutschschweiz ausfindig gemacht werden. In einem nächsten Schritt sollen all diese Mehrzweckstreifen erfasst werden in MEVASI, sodass eine Auswertung des Unfallgeschehens möglich ist.

Lösungskonzept
Das Erstellen der Programmierungsgrundlagen musste als erstes angegangen werden. Dies erforderte das Abarbeiten einer 18-punktigen Liste, mit vielen verschiedenen Dateien. Sogar Überlegungen zur Auswertung mussten teilweise schon hier einfliessen.

Während die Übersetzung und die Programmierung durch Dritte lief, konnte die Mehrzweckstreifensuche beginnen. Dies erforderte viele Anfragen bei jeglichen Tiefbauämtern der Deutschschweiz. Viele Telefonate und Mails wurden benötigt um eine möglichst abschliessende Liste von Mehrzweckstreifen im Perimeter auftreiben zu können. Von 94 Rückmeldungen, konnten 67 effektiv als Mehrzweckstreifen gelistet werden.

Sobald die Massnahme Mehrzweckstreifen im Programm MEVASI fertig implementiert war, konnte die Erfassung beginnen. Alle 67 Mehrzweckstreifen wurden mit den jeweils dazu vorhandenen Angaben eingetragen.

Für die Auswertung ist das Datum der Inbetriebnahme sehr entscheidend. Dieses konnte jedoch lediglich bei 25 Mehrzweckstreifen aller 67 herausgefunden werden. Vom jedem Mehrzweckstreifen, bei dem das Datum bekannt ist, konnte ein Stammblatt mit der Unfallstatistik erstellt werden. Die Unfallzahlen konnten somit ausgewertet werden. Ebenso auch die Anzahl der verletzten Verkehrsteilnehmer, welche zweischen getöteten, schwer– und leichtverletzten Personen unterscheidet.

Diese Arbeit bildet eine gute Grundlage für weitere Forschungen zum Thema Mehrzweckstreifen. Sie bietet mit der Erweiterung von MEVAS auch eine Möglichkeit, mehr Mehrzweckstreifen zu erfassen, für eine genauere Auswertung der Unfallzahlen zu einem späteren Zeitpunkt.

Peter Samuel

Betreuer:
Patrick Eberling, dipl. Ing. ETH, MBA

Experte:
Matthias Senn, dipl. Ing. ETH/SIA

Wirtschaftspartner:
Herr Gianantonio Scarramuzza, bfu

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

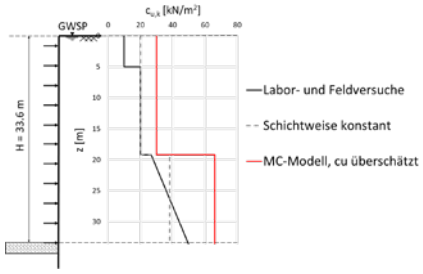
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

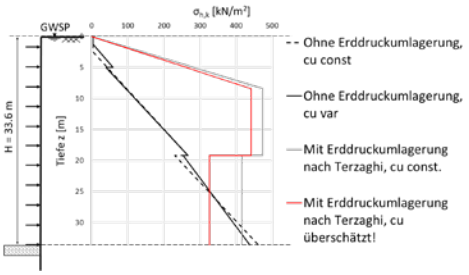
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Tiefe Baugruben in weichen Böden

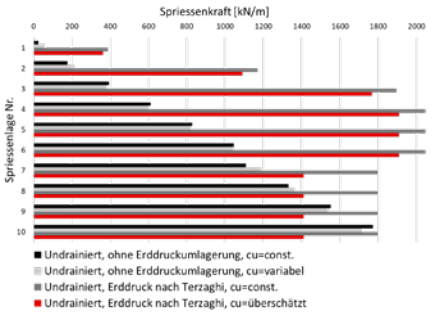
Undrainierte Analyse
Ansatz der undrainierten Scherfestigkeit c_u



Verschiedene Ansätze des totalen Erddruckes



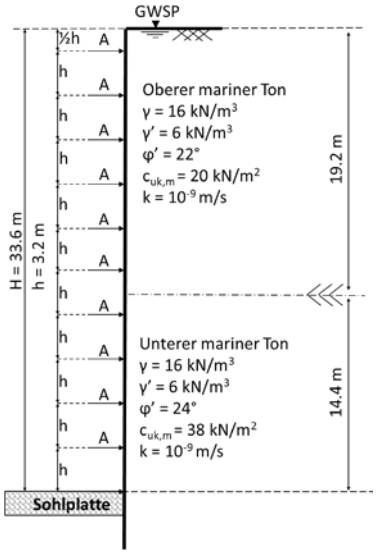
Vergleich der Spriessenkräfte undrainiert



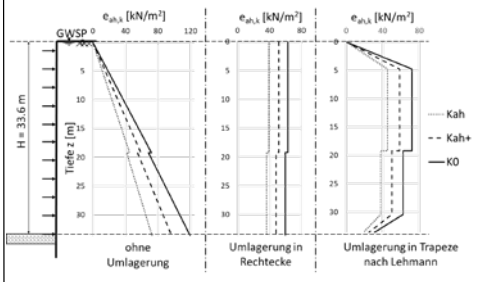
Eingestürzte Baugrube Nicoll Highway

Hansford. M. (2 Mai 2012). Nicoll Highway Collapse [Foto]. Abgerufen von http://www.newcivilengineer.com/pictures/2000s2000fil/8/9/6/1287896_Nicoll_h.jpg

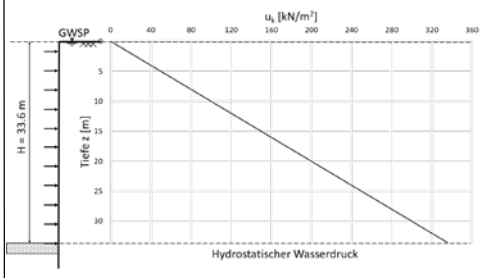
Statisches System mit vereinfachtem Bodenprofil



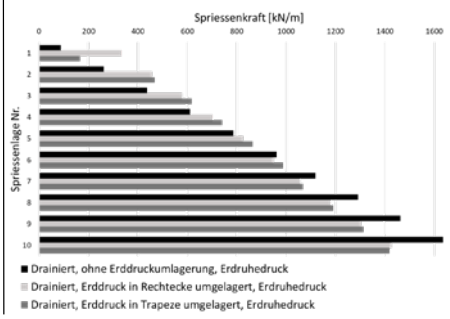
Drainierte Analyse
Verschiedene Ansätze des effektiven Erddruckes



Einwirkender Wasserdruck



Vergleich der Spriessenkräfte drainiert K_0



Problemstellung
Tiefe Baugruben werden vermehrt in weichen Böden ausgeführt. Diese sind typischerweise wassergesättigt und haben eine kleine Durchlässigkeit k. Diese Randbedingungen erlauben das Auftreten von undrainierten Belastungszuständen während den Aushubarbeiten. Es muss also zwischen einer Kurzzeitanalyse (undrainiert) und einer Langzeitanalyse (drainiert) unterschieden werden. Die korrekte Erfassung der undrainierten Scherfestigkeit spielt in der Kurzzeitanalyse eine zentrale Rolle. So stürzte in Singapur im Jahr 2004 aufgrund einer Fehlbemessung in der undrainierten Analyse die 33.6 m tiefe Baugrube Nicoll Highway ein. Die Baugrube wurde von den Ingenieuren in einem FE-Programm modelliert. Dabei wurde eine Analyse der effektiven Spannungen auch in undrainierten Verhältnissen vorgenommen, weshalb auf Grund einer falschen Stoffgesetzwahl die undrainierte Scherfestigkeit c_u überschätzt wurde.

Lösungskonzept
Eine undrainierte Analyse kann auf der Grundlage von totalen Spannungen am einfachsten durchgeführt werden. Wird jedoch eine FEM-Berechnung durchgeführt, können auch undrainierte Belastungszustände auf der Grundlage von effektiven Scherparametern und Spannungen analysiert werden. Um die Auswirkungen der verschiedenen Bemessungsansätze besser verstehen zu können, wurde einerseits eine vertiefte Analyse von zwei für eine FEM-Analyse anwendbaren Stoffmodellen (Mohr-Coulomb und Modified Cam-Clay) vorgenommen, andererseits wurde der Baugrubeneinsturz Nicoll Highway in Singapur (2004) untersucht und eine Vorbemessung desselben vorgenommen. Es zeigt sich, dass unter Verwendung des Mohr-Coulomb Modells in einer FEM-Berechnung die undrainierte Scherfestigkeit überschätzt wird. Das Modified Cam-Clay Modell ist hingegen besser in der Lage, die entstehenden Porenwasserüberdrücke in der undrainierten Scherbeanspruchung zu erfassen, wobei die mobilisierbare Scherspannung als Resultat des Stoffmodelles stets kritisch hinterfragt werden sollte. Die Vorbemessung der Baugrube zeigt ausserdem, dass die undrainierten Belastungszustände für die Bemessung massgebend werden. Im Verlauf dieser Arbeit wurde erkannt, dass die Bauwerks-Boden Interaktion für die realitätsnahe Erfassung der einwirkenden Erddruckfigur auf einen Baugrubenabschluss unerlässlich ist. Mit den durchgeführten Analysen in der Vorbemessung wurde dieser Einfluss nur schematisch erfasst.

Gregor Portmann

Betreuer:
Dr. André Arnold

Experte:
Nyfeler, Jürg

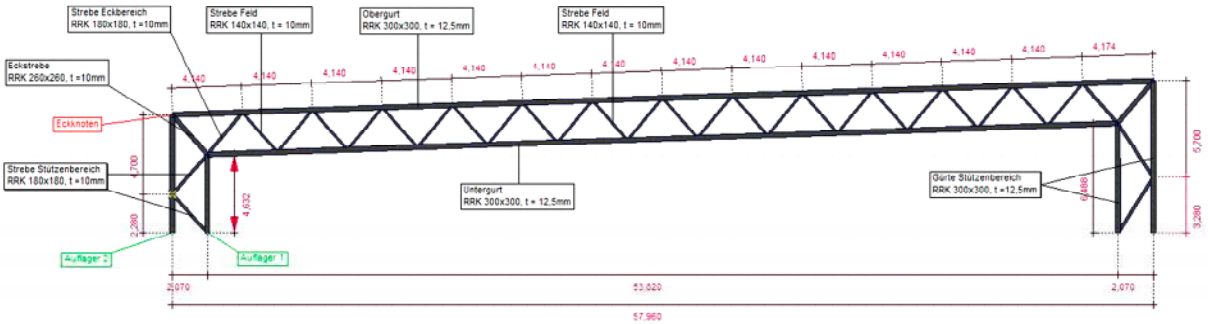
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

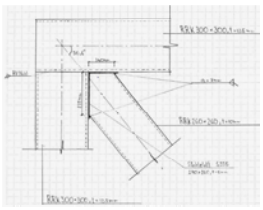
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

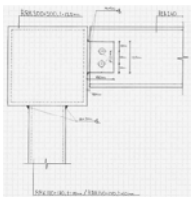
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

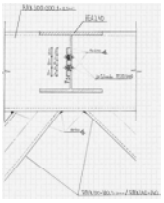
Stahlbaukonstruktion Sporthalle Moos



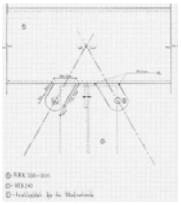


Ecknoten

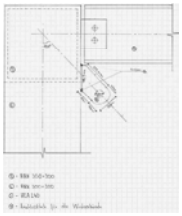


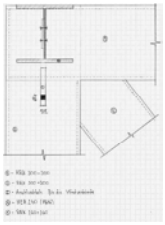


Anschluss Pfette an RRK Profil (Obergurt)
Vorderansicht und Seitenansicht

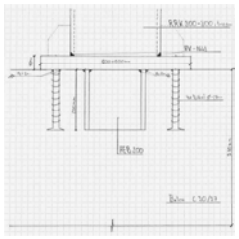


Dachverbandanschluss

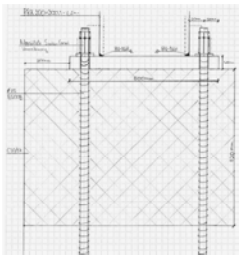




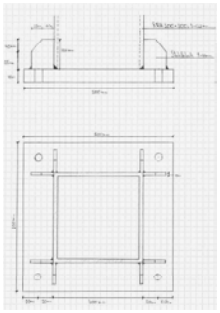
Wandverbandanschluss an RRK Profil (Obergurt)
Vorderansicht und Seitenansicht



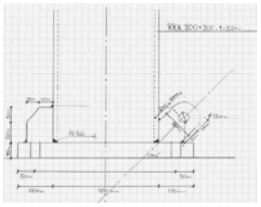
Auflager 1



Auflager 2



Konstruktive Blechverschweissung am



Wandverbandanschluss im Auflagerknoten

Problemstellung
Diese Bachelorarbeit befasst sich mit dem Entwurf und Bemessung einer Sporthalle in Stahlbauweise. Das Hallendach soll stützenfrei über dem Spielfeld und Tribüne ausgeführt werden.
Die Grundrissabmessungen BxL betragen 58x68 m. Durch die Dachneigung von 3 % ergibt sich die Höhe der Stahlhalle von 7.3-9.3 m. Das Gebäude ist isoliert und die Aussenwände werden aus horizontal gespannten Kassetten ausgeführt. Die Dachebene besteht aus einem Nacktdach inklusive Fotovoltaikanlage.
In einem ersten Schritt sind verschiedene Tragwerkskonzepte durch eine Variantenstudie analysiert worden, welches anhand eines Bewertungsrasters diskutiert wurden.

Lösungskonzept
Die Sporthalle wird aufgrund der grossen Spannweite mit einer Fachwerkkonstruktion gelöst. Diese wird über die kürzere Seite der Halle installiert. Die freie Spannweite entspricht etwa 53.8 m.
Die ganze Fachwerkkonstruktion wurde mit Rechteckrohrprofilen erstellt. Die Fachwerkstreben sind mit einem K-Knoten-Prinzip angeordnet, die gelenkig auf die Gurte angeschossen sind. Die Erschliessung erfolgte durch Schweissnähte.
Um eine Kipphalterung zu erstellen, wurden Pfetten eingesattelt, welche als Einfeldträger wirken. Die Hauptbeanspruchungen sind Biegung und Normalkraft. Der Abstand der Pfetten beträgt 4.14 m.

Damit die Trägerbereiche mit einem normalen Strassentransport transportiert werden können, wurden diese in drei Teile unterteilt. Die werden dann auf der Baustelle mit einer HV-Naht verschweisst.

Die horizontale Aussteifung in Querrichtung erfolgt durch die Rahmenwirkung und in Längsrichtung durch die Dach– und Wandvebände. Für die Dachvebände wurden Vollrundstabsysteme mit Durchmesser M24 verwendet und für die Wandvebände wurden M27 verwendet. Der Kreuzungspunkt der Verbände liegt in der Wand– und Dachebene.

Qerimi Denis

Betreuer:
Prof. Dr. Baur Michael

Experte:
Holenweg Daniel

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

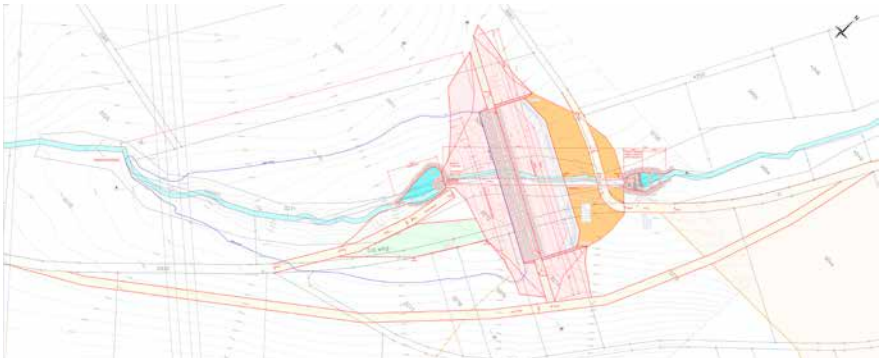
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

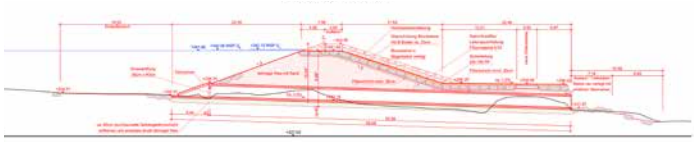
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Machbarkeitsstudie / Vorprojekt für ein HWRB am Talbach

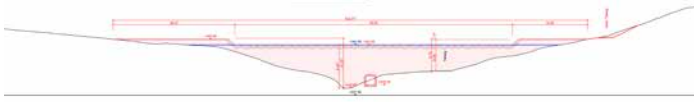
Hochwasserrückhaltebecken Talbach



Längenprofil A-A

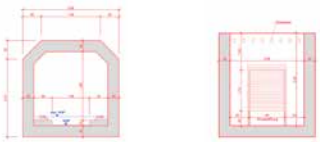


Querprofil B-B

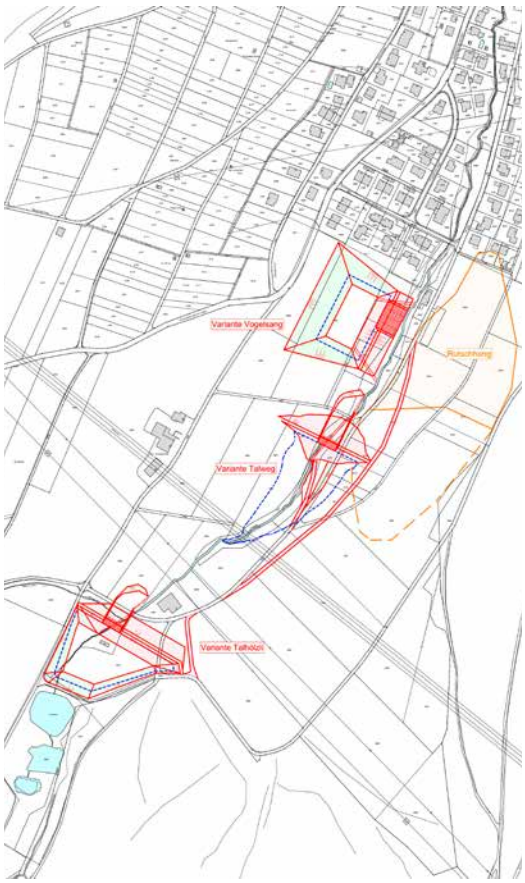


Kosten	CHF 1.59 Mio.
Rückhaltevolumen	16'300m^3
Abtrag	2'500m^3
Auftrag	8'500m^3
Sicherheitshochwasser	12.5m^3/s
Drosselabfluss	2.7m^3/s

Detail Durchlass / Einlauf



Varianten Hochwasserrückhaltebecken



Problemstellung

Der Talbach entspringt in einem Talkessel oberhalb von Pratteln. Er läuft in einem offenen Gerinne bis zur Siedlungsgrenze. Anschliessend wird er in einem geschlossenen Kanal unter dem Dorfkern von Pratteln und der Autobahn A2 in den Rhein geleitet.

Bei anhaltenden, starken Niederschlägen kann der Talbach die Wassermassen nicht mehr sicher abführen und tritt über die Ufer. Der Talbach überschwemmt einen grossen Teil des Siedlungsgebietes, darunter auch den Dorfkern von Pratteln. Die Gefahr wird als mittel eingestuft. Dennoch verursachen die Überschwemmungen Schäden in Höhe von ca. CHF 30 Mio.

Lösungskonzept

Ziel der Arbeit ist es, die Hochwassergefahr einzudämmen und Schäden zu vermeiden oder zu minimieren. Für das Projekt ist ein Variantenstudium durchzuführen und die Bestvariante zu einem Vorprojekt auszuarbeiten.

Der Prozess von der Problemstellung bis zum Vorprojekt benötigt einige Zwischenschritte. In einem ersten Schritt müssen alle notwendigen Grundlagen erarbeitet und studiert werden. Als Basis dienen vor allem Richtlinien auf Stufe Bund und Wegleitungen der Kantone.

In einem zweiten Schritt werden verschiedene Varianten erarbeitet, welche mit einer Kosten-Nutzen-Analyse bewertet werden. Mit Hilfe der Analyse wird eine Bestvariante bestimmt.

Im letzten Schritt wird die Bestvariante zu einem Vorprojekt ausgearbeitet. Zum Vorprojekt gehört die hydraulische und geotechnische Vorbemessung der Anlage. Des weiteren müssen die wesentlichen Anlageteile wie Drosseleinrichtung und Hochwasserentlastung definiert werden. Zum Vorprojekt gehört auch eine grobe Kostenschätzung um die Wirtschaftlichkeit des Projektes einschätzen zu können.

Als Bestvariante wurde die Variante Talweg gewählt. Sie passt sich relativ gut ins bestehende Terrain ein und benötigt wenig Massenbewegung zum erstellen des Dammes. Zudem befindet sich das Projekt nahe an der Siedlungsgrenze und in einem nicht intensiv bewirtschafteten Landwirtschaftsbereich.

Pascal Schuler

Betreuer:
Sandro Ritler

Experte:
Jörn Heilig

Wirtschaftspartner:
Holinger AG

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

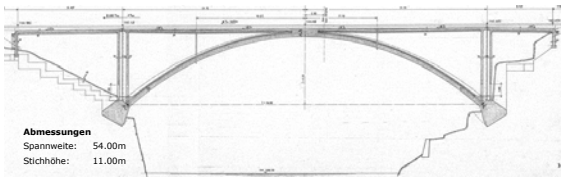
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Statische Überprüfung des SBB Viadukts Göschenenreussbrücke 1957

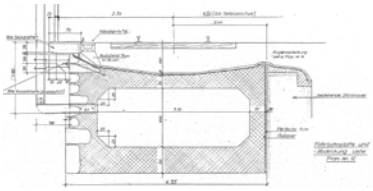
Göschenenreussbrücke 1957

Längsschnitt



Quelle: Planungsgrundlagen Göschenenreussbrücke 1957, SBB

Querschnitt



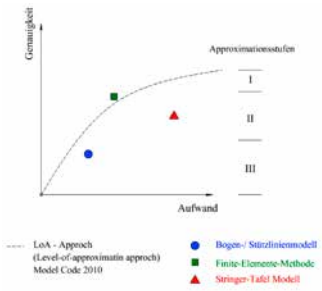
Quelle: Planungsgrundlagen Göschenenreussbrücke 1957, SBB

Ausgangslage bestehende Brücke

Mittlere Brücke: Göschenenreussbrücke 1957

Mittlere Brücke: Göschenenreussbrücke 1957

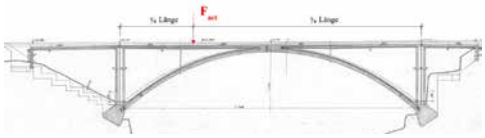
Einteilung der Modelle in Approximationsstufen (LoA)



Betrachtete Laststellungen

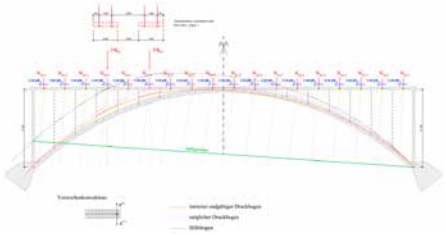
Zentrische Einwirkung

Einwirkung Viertelspunkt

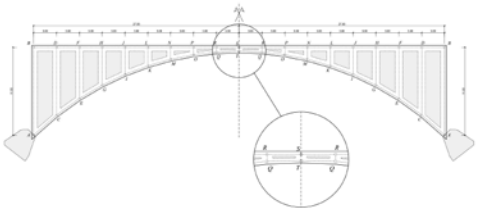


Untersuchte Berechnungsmodelle

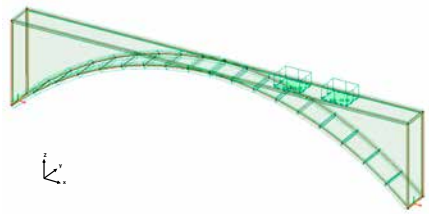
Bogen Modell ●



Stringer-Tafel Modell ▲



Finite-Elemente-Methode (FEM) ■



Problemstellung

In der Tragwerksanalyse sieht die Norm SIA 262 und der fib-Model Code 2010 ein schrittweises Vorgehen für das Bemessen und Überprüfen von Tragwerken vor. Dieses Vorgehen wird dabei in Stufen eingeteilt, die sogenannten Approximationsstufen (LoA). Mit einer stetigen Verfeinerung des Modells können dabei immer mehr Erkenntnisse über das Tragwerks gewonnen werden.

Der Inhalt dieser Bachelor-Thesis befasst sich mit der Untersuchung unterschiedlicher Berechnungsmodelle. Dafür wird eine grafische, analytische und computergestützte Berechnung geführt. Der Vergleich zwischen den Modellen wird mit zwei Laststellungen und unterschiedlichen Einwirkungsgruppen am Beispiel der Göschenenreussbrücke 1957 geführt.

Lösungskonzept

Zu Beginn wurden mögliche Berechnungsmodelle für das vorliegende Tragwerk gesucht. Dabei konnten bereits gewisse Modelle aufgrund ihrer Tragweise ausgeschlossen werden. Entstanden sind drei mögliche Berechnungsmodelle.

Als grafische Berechnungsvariante wurde in Anlehnung an die Stützlinientheorie ein Druckbogen aus den Einwirkungen konstruiert. Durch eine Bewehrung im Bogenquerschnitt war eine Exzentrizität bis zu einem gewissen Punkt zulässig. Die Tragfähigkeit der Brücke konnte dank diesem erzeugten Druckbogen nachgewiesen werden. Dieses Berechnungsverfahren entspricht einer LoA III.

Für die analytische Berechnung ist ein Modell aus Stringer-Tafeln zur Anwendung gekommen. Mit einer gleichmässigen Aufteilung der trapezförmigen Tafeln konnten die einwirkenden Kräfte in die Auflager abgeleitet werden. Die geführten Nachweise einzelner Stringer konnten auch in diesem Fall erfüllt werden. Eine Tafel erfüllte den Nachweis jedoch nicht. Das Stringer-Tafel Modell erfüllt die Anforderungen der LoA II.

Als dritte Möglichkeit wurde eine Finite-Elemente-Methoden (FEM) Berechnung durchgeführt. Dank diesem Berechnungsmodell können alle Bauteile der Brücke gleichzeitig berechnet werden. Die Nachweise konnten mit dem Vergleich der erforderlichen Bewehrung effizient geführt werden. Dieses Berechnungsverfahren entspricht einem LoA II.

Die einzelnen Berechnungsmodelle unterscheiden sich im erhaltenen Detaillierungsgrad der Ergebnisse. Durch die richtige Modellwahl, können Kosteneinsparungen und vorhandene Tragwerksreserven besser ausgeschöpft werden.

Stecher Gian-Luca

Betreuer:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experte:
Urs Hirsiger

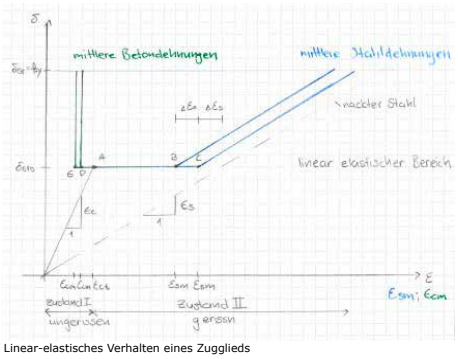
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

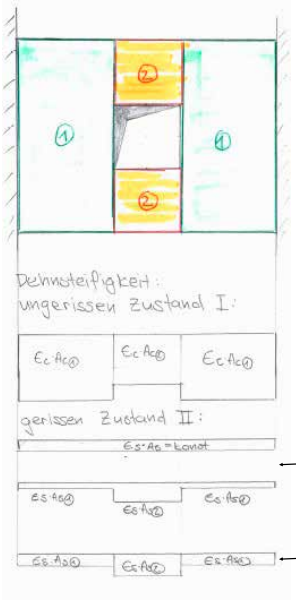
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Vergleich Mindestbewehrungsgehalt verschiedener Normbestimmungen

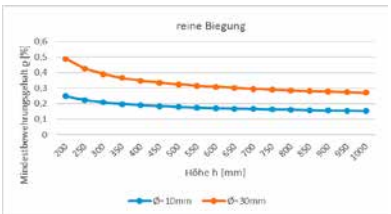


Linear-elastisches Verhalten eines Zugglieds

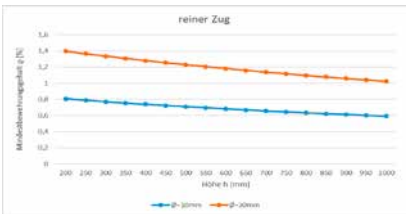


Korrigenda C1 zur Norm SIA 262

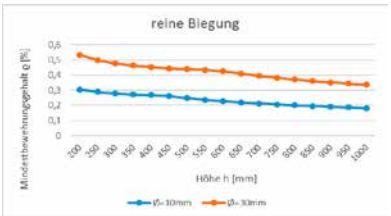
Eurocode 2; prEN 1992-1-1:2018



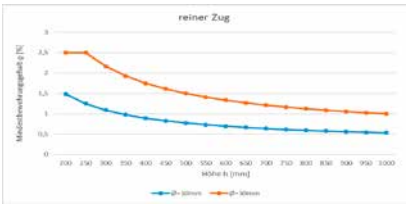
Korrigenda C1 zur Norm 262 für hohe Anforderungen w_{nom}=0.2mm



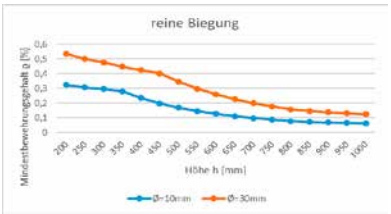
Korrigenda C1 zur Norm 262 für hohe Anforderungen w_{nom}=0.2mm



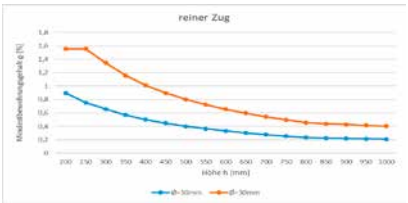
Eurocode 2; prEN 1992-1-1:2018 für $w_{lim,cal}$=0.3mm



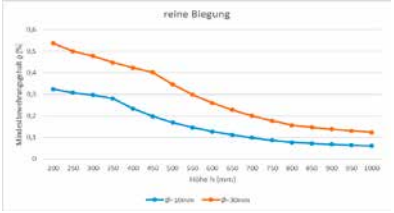
Eurocode 2; prEN 1992-1-1:2018 für $w_{lim,cal}$=0.3mm



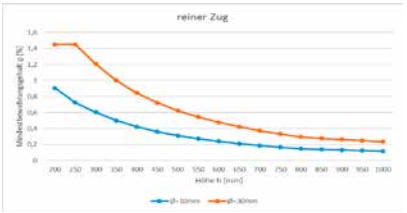
Eurocode 2; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 für w_{max}=0.3mm



Eurocode 2; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 für w_{max}=0.3mm



Model Code für w_{lim}=0.3mm



Model Code für w_{lim}=0.3mm

Problemstellung

Durch das Einlegen der Mindestbewehrung in Betonbauteile soll ein duktiles verformen ermöglicht werden. Dabei müssen die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, sowie der Dauerhaftigkeit erfüllt werden. Da im Mai 2018 ein final Draft des Eurocodes 2 Teil 1-1 erschienen ist, gilt es den Mindestbewehrungsgehalt anhand von vier ausgewählten Normbestimmungen zu vergleichen.

Folgende Normen werden für die Vergleiche herangezogen:

- Korrigenda C1 zur Norm SIA 262
- Eurocode 2; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004
- Eurocode 2; prEN 1992-1-1:2018
- fib Model Code 2010

Lösungskonzept

Für die Vergleiche wurden im Excel Tabellen erstellt sowie Berechnungsbeispiele erarbeitet. Dabei wurde der Mindestbewehrungsgehalt für reine Biegung und für reinen Zug getrennt untersucht.

Mit den erstellten Exceltabellen lässt sich der Mindestbewehrungsgehalt für unterschiedliche Deckenhöhen, sowie diversen Bewehrungsdurchmesser ermitteln.
Die Werte zeigen auf, dass der final Draft des Eurocode 2 Teil 1-1 und die SIA 262 ein ähnliches Verhalten aufweisen. Wohingegen sich der Eurocode 2; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 und der fib Model Code 2010 ähnlich verhalten.

Mit den Berechnungsbeispielen wird zum einen der ermittelte Mindestbewehrungsgehalt mittels Excel plausibiliert und zum anderen der Fall der Nichtrissbildung eines angrenzenden Bauteils, welches negative Auswirkungen auf ein Bauelement hat untersucht (siehe Bild unten links).

Für die Ermittlung des Mindestbewehrungsgehalts werden in diesem Beispiel unterschiedliche Annahmen für die SIA 262 und dem final Draft des Eurocodes 2 Teil 1-1 getroffen.

Die Mindestbewehrung im Bereich 2 wird für die SIA 262 so ermittelt, dass die Verformung der Decke durch die elastische Verkürzung im Bereich 1 und durch die Zwangsdehnung beim abgeschlossenem Rissbild im Bereich 2 aufgenommen werden kann. Ist dies nicht der Fall wird im Bereich 2 die mittlere Betonzugfestigkeit mit dem 95% Fraktilwert erhöht.

Die Berechnungen nach dem final Draft werden so geführt, dass der Bereich 1 reisst, wobei auch der Mindestbewehrungsgehalt grösser ausfällt.

Veliu Mirlinda

Betreuer:
Prof. Dr. Daniel Heinzmann

Experte:
Dr. Thomas Jäger

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

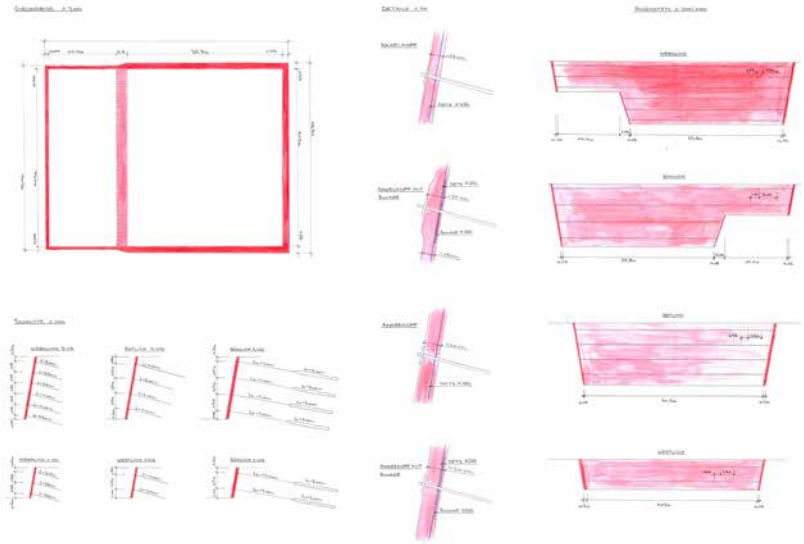
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Baugrube für den Neubau eines Dienstleistungszentrums

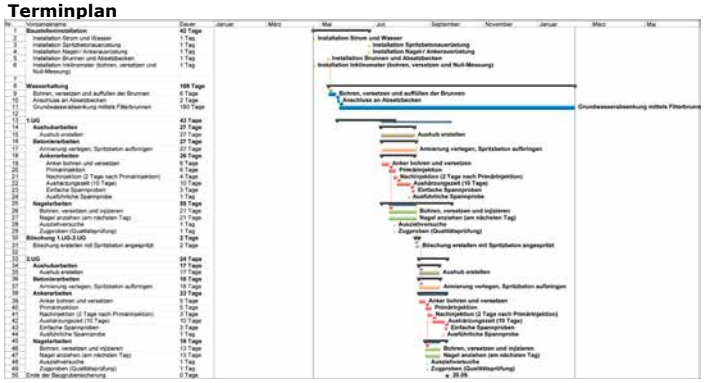
Kostenschätzung

	Einhe	Menge	EP	GP
Installationen				
Entwässerung	pau	1	2500	2.500,00
Aushub	pau	1	3000	3.000,00
Spritzbeton	pau	1	2500	2.500,00
Nägel/ Anker	pau	1	8500	8.500,00
Überprüfung Baugrube	pau	1	1000	1.000,00
Total Installationen				**17.500,00**
Entwässerung				
Aushub, versetzen und auffüllen für Filterbrunnen inkl. Material	m'	54	1000	54.000,00
Pumpmiete	Tag	180	8	1.440,00
Miete Absetzbecken	Woche	27	350	9.450,00
Total Entwässerung				**64.890,00**
Aushub				
Aushub erstellen	m3	10.848,00	4	43.392,00
Material aufladen, abfahren	m3	10.848,00	16	173.568,00
Deponiekosten	m3	10.848,00	20	216.960,00
Total Aushub				**433.920,00**
Spritzbeton				
Bewehrung verlegen inkl. Bewehrungsnetz K335 (mind. 20cm Überlappung)	m2	1.292,88	15	19.393,20
Bewehrungszulage verlegen inkl. Zulage K335, 75 * 75cm	Stk	35	11	385
Spritzbeton aufbringen inkl. Spritzbeton	m2	1.539,14	90	138.522,86
Überprofil spritzen im Bereich der Zulage (5cm)	m2	23	50	1.150,00
Total Spritzbeton				**159.451,06**
Nagel				
Verschieben von Bohrstelle zu Bohrstelle auf gleicher Arbeitsebene	Stk	337	12	4.044,00
Verschieben von Arbeitsebene zu Arbeitsebene	Stk	5	250	1.250,00
Bohrung für Nagel (ohne Verrohrung)	m'	1.772,22	26	46.077,72
Bohrung für Nagel (mit Verrohrung)	m'		83	
Nagel liefern, einbauen und festsetzen inkl. Transport, Abladen, Zwischenlagern	m'	1.772,22	12	21.266,64
Injektionsgut (Zement - CEM I 52.5 R)	kg	23.038,86	0,3	6.911,66
Mutter und Platte	Stk	342	19	6.498,00
Entwässerungslöcher bohren (1 Loch pro 4m2)	Stk	201,55	15	3.023,25
Total Nagel				**89.071,27**
Baugrubenabschluss 1.UG zu 2.UG				
Freie Böschung mit 5cm Spritzbeton inkl. sämtlichen Leistungen	pau	1	11500	11.500,00
Total Baugrubenabschluss 1.UG zu 2.UG				**11.500,00**
Anker				
Versuchsanker komplett	Stk	3	812	2.436,00
Verschieben von Bohrstelle zu Bohrstelle auf gleicher Arbeitsebene	Stk	83	12	996
Verschieben von Arbeitsebene zu Arbeitsebene	Stk	3	250	750
Bohrung für Nagel (ohne Verrohrung)	m'	813,6	29	23.594,40
Bohrung für Nagel (mit Verrohrung)	m'		83	
Anker liefern, einbauen und festsetzen inkl. Transport, Abladen, Zwischenlagern	m'	813,6	15	12.204,00
Injektionsschlauch spühlbar, mit Nachverpressventil 3 Stk à 1m	m'	3.132,00	2,1	6.577,20
Injektionsgut für Verankerungslänge (Zement - CEM I 52.5 R)	m'	435	19	8.265,00
Nachinjektion	m'	435	5	2.175,00
Ankerkopf und Platte	Stk	87	125	10.875,00
Spannarbeit	Stk	87	40	3.480,00
Entwässerungslöcher bohren (1 Loch pro 4m2)	Stk	67,8	15	1.017,00
Total Anker				**72.369,60**
Überprüfung Baugrube				
Zustandsaufnahme	pau	1	2300	2.300,00
Geodätische Überwachung	pau	1	1700	1.700,00
Inklinometer bohren inkl. Inklinometerrohr und Injektion	m'	32	156	4.992,00
Inklinometermessung	Stk	16	50	800
Seismograph	pau	1	900	900
Wasserkontrollen	Stk	8	230	1.840,00
Ungespannter Anker / Nagel				
Ausziehversuch, SIA 267 Ziffer 11.7.	Stk	3	325	975
Zugprobe, SIA 267 Ziffer 11.7.6	Stk	18	195	3.510,00
Vorgespannter Anker				
Ankerversuch, SIA 267 Ziffer 10.7.2	Stk	3	575	1.725,00
Einfache Spannprobe, SIA 267 Ziffer 10.7.3	Stk	84	120	10.080,00
Ausführliche Spannprobe, SIA 276 Ziffer 10.7.3	Stk	9	220	1.980,00
Total Überprüfung Baugrube				**30.802,00**
Total				**879.503,93**

Übersichtsplan Baugrubenabstützung



Terminplan



Problemstellung
Die Kernproblematik lag darin, dass sich die Parzelle im Gewässerschutzbereich Au befindet. Denn dies erfordert einen Baugrubenabschluss, bei welchem die Durchflusskapazität des Grundwassers im äussersten Fall um 10% vermindert wird.

Aufgrund einiger benachbarter Gebäude, war es erforderlich einen Baugrubenabschluss zu finden, welcher Emissionsarm ausführbar ist. Zudem liegt im Süden eine Hauptverkehrsachse, welche durch die Bauarbeiten in keiner Hinsicht beschädigt werden sollte.

Des Weiteren sind im Verlauf der Projektarbeit die Ankerrechte von einem Grundstückbesitzer unterbunden worden. Dadurch wurde auch die Frage der Abstützung zu einem zentralen Forschungsgegenstand der Bachelorarbeit.
Die Handhabung des Grundwassers war ebenfalls Teil der Thesis.

Lösungskonzept
Im Variantenstudium wurde die Rühlwand, Spundwand und eine Kombination aus Bodenvernagelung und Ankerwand untersucht. Der Entscheid der Bestvariante fiel auf letzteres.

Im nördlichen Bereich, wo die Ankerrechte verwehrt worden sind, bietet sich die Bodenvernagelung als optimaler Baugrubenabschluss an. Da Nägel kürzer ausgeführt werden können als Anker, wird die Nachbarparzelle nicht tangiert. Zudem ist es möglich, mit der Bodenvernagelung erschütterungsarme und kostengünstige Baugrubenabschlüsse zu erstellen.

Wo die Baugrube an die Hochleistungsstrasse grenzt, kommen die Anker zum Einsatz. Vorgespannte Anker benötigen, anders als Nägel, keine Deformationen aus dem Baugrund. Dadurch kann das Risiko einer Strassensanierung minimiert werden.

Für die Entwässerung der Baugrube werden gebohrte oder durch Aushub erstellte Filterbrunnen vorgeschlagen. Bei mittlerem Grundwasserspiegel werden rund 12'400l/min gepumpt. Dazu sind sechs Grossfilterbrunnen mit einem Durchmesser von 600mm und einer Tiefe von 9m unter Terrain notwendig. Da Filterbrunnen das zu pumpende Wasser bereits entsanden, wird das Pumpwasser frei von Trübung und die Wasserqualität einwandfrei sein.

Philippe von Holzen

Betreuer:
Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Hansjörg Vogt

Experte:
Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA Jürg Nyfeler

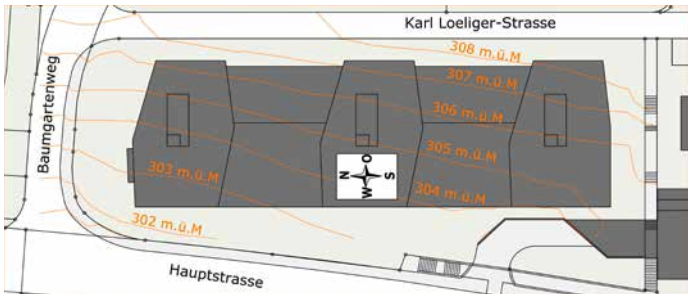
Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

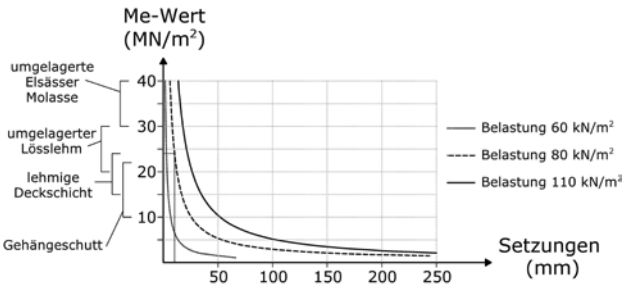
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

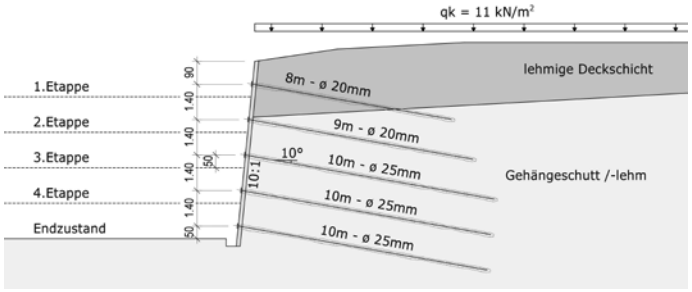
Sensitivitätsanalyse mit Bodenparameter



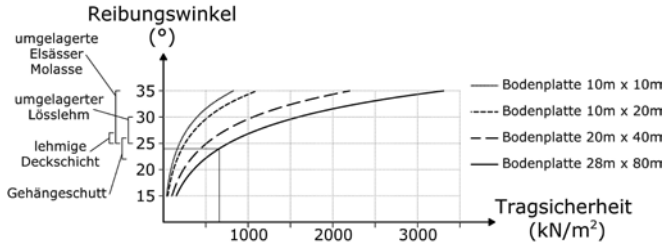
Situation mit Höhenlinien



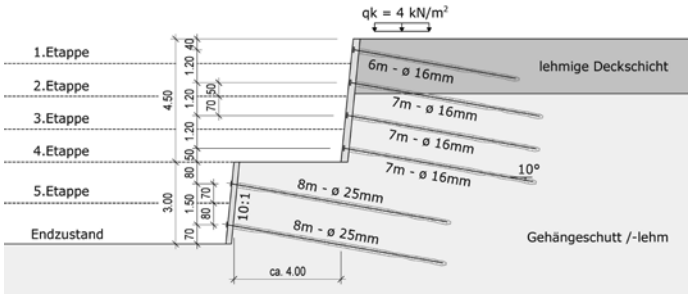
Me-Wert - Setzungs - Diagramm



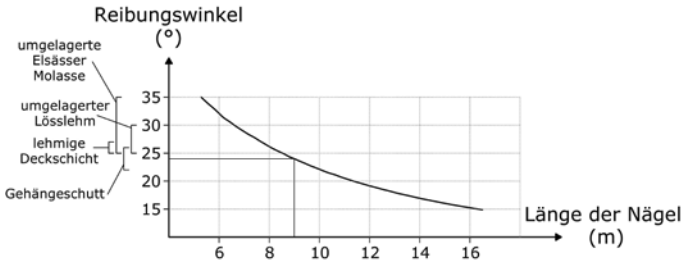
Schnitt Nagelwand Ost



Reibungswinkel - Tragsicherheits - Diagramm



Schnitt Nagelwand Süd



Reibungswinkel - Länge der Nägel - Diagramm

Problemstellung
Bodenparameter werden meistens anhand von Erfahrungswerten festgelegt, häufig werden auch Streubereiche verwendet. Um den Einfluss dieser Bodenparameter und Streubereiche zu verdeutlichen, wird eine Vorbemessung eines 3-MFH durchgeführt. Dabei wird die Fundation und die Nagelwand betrachtet.

Anhand dieser Berechnungen wird das Bauwerk abstrahiert und anschliessend kann eine Sensitivitätsanalyse vollzogen werden. Mit dieser Sensitivitätsanalyse soll der Einfluss der Bodenparameter auf bestimmte Bauteilgrössen aufgezeigt werden. Dabei sollen die Auswirkungen von „falschen" Erfahrungswerten oder Streubereichen dargestellt werden.

Lösungskonzept
Mit der Vorbemessung der Fundation und Nagelwand werden die Grundlagen dieser Themen erarbeitet. Dabei ist der Bericht der Baugrunduntersuchung mit den Bodenkennwerten wichtig. Für die Vorbemessung sind die richtige Wahl der Berechnungsmodelle und die Grösse der Bodenparameter von grosser Bedeutung.

Bei der Vorbemessung der Fundation wird die Gebrauchstauglichkeit (Setzung und Verkippung) und die Tragsicherheit betrachtet. Dabei wird auf Computerprogramme verzichtet. Bei der Nagelwand werden, durch die Geometrie der Baugrube, drei unterschiedliche Nagelwände berechnet. Dabei wird für die Iteration das Programm „Larix" zur Hilfe genommen.

Für die Sensitivitätsanalyse wird das Bauwerk abstrahiert, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten. Anschliessend werden die wichtigsten Bodenparameter und Einwirkungen festgelegt, mit welchen der Einfluss auf die gewählten Bauteilgrössen aufgezeigt wird. Die Streubereiche werden dabei aus dem Bericht der Baugrunduntersuchungen entnommen. Bei der Fundation wird die Bodensteifigkeit und bei der Nagelwand die Scherfestigkeit genauer untersucht. Dabei wird der Einfluss in übersichtlichen Diagrammen festgehalten.

Bei der Interpretation wird schlussendlich der Einfluss der Bodenparameter und der Streubereiche klar aufgezeigt und erklärt. Dabei werden auch Diagramme gemeinsam betrachtet, um die Aussagen zu verdeutlichen. Der Einfluss der Streubereiche wird mit einfachen Berechnungen unterstützt.

von Matt Basil

Betreuer:
Dr. André Arnold, dipl. Bauing. ETH/SIA

Experte:
Jürg Nyfeler, dipl. Bauing. ETH/SIA

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

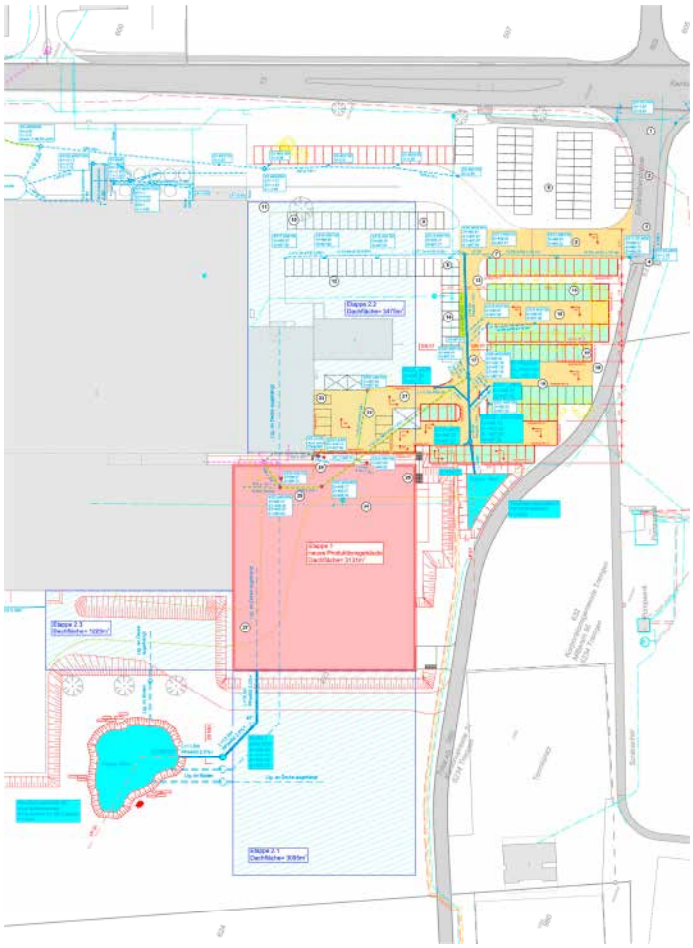
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

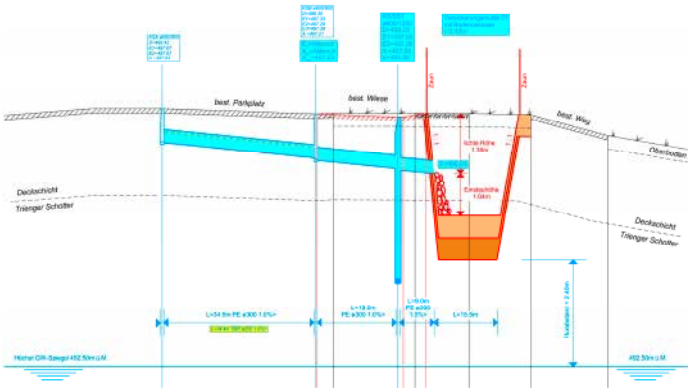
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Regenwasserentsorgung in der Arbeitszone

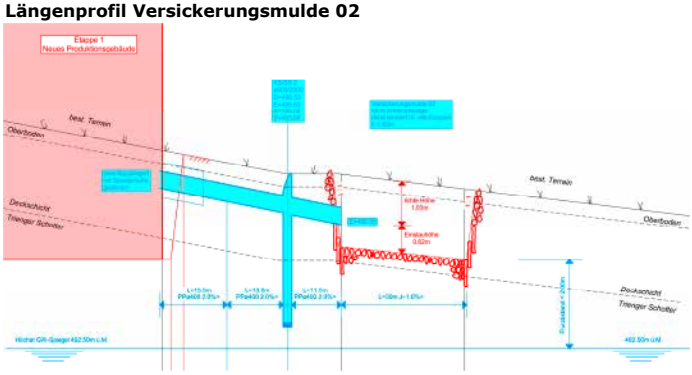
Situation Parzelle 623



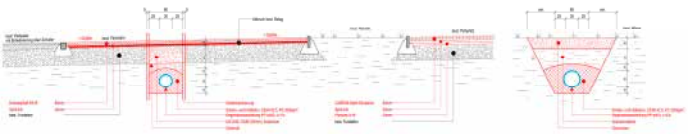
Längenprofil Versickerungsmulde 01



Längenprofil Versickerungsmulde 02



Grabennormale



Problemstellung
Das Regenabwasser der Parzelle 623 in Triengen wird heute teilweise vor Ort versickert und teilweise in die Mischabwasserkanalisation eingeleitet. Dieser Anschluss an die Mischabwasserkanalisation führt zu einer Überlastung der ARA Surental und ist heute nicht mehr zulässig. Entsprechend der heutigen Entwässerungsphilosophie soll das Regenabwasser in erster Priorität versickert werden.

Im Zuge der Gebäudeerweiterung auf der Parzelle 623 wird für die neu entstehenden Dachflächen und die Umgestaltung des Parkplatzes ein Regenwasserentsorgungskonzept erstellt. Da es sich um eine Gebäudeerweiterung in mehreren Etappen handelt, muss die Entwässerung leicht anpassbar und entsprechend dimensioniert werden.

Das neue Entwässerungskonzept soll den heutigen gültigen Normen und Richtlinien entsprechen. Die vorhandene Infrastruktur ist nach Möglichkeit auszunutzen.

Lösungskonzept
In der ersten Phase wird das heutige System analysiert. Dafür wird eine Begehung vor Ort gemacht und die Grundlagenpläne aufgearbeitet.

Die Ermittlung der abflusswirksamen Flächen und deren Zuordnung an die jeweiligen Einlaufschächte sind von zentraler Bedeutung. Die Regenintensitätskurven werden nach Hörler/Rhein und nach der VSS Norm 640 350 bestimmt.

In der zweiten Phase werden Varianten für die Entsorgung des Regenabwassers der Dachflächen und der Parkplatzfläche ausgearbeitet. Insgesamt werden sechs Varianten erstellt und bewertet.

Die dritte Phase besteht aus der Erarbeitung des Bauprojektes. Die Bestvariante wird verfeinert und die konstruktiven Vorgaben der SIA 190 umgesetzt.
Konkret werden alle Parkfelder mit Sickerverbundsteinen erstellt. Zudem besteht die Fahrbahn aus sickerfähigem Belag. Das restliche Wasser, das nicht flächig versickern kann, wird in eine Versickerungsmulde geleitet. Diese Mulde besitzt eine Bodenpassage, die das leicht verschmutzte Wasser des Parkplatzes reinigen kann.

Die Versickerung des Dachwassers geschieht ebenfalls mittels Versickerungsmulde. Da es sich beim Dachwasser um Reinwasser handelt, kann es ohne Bodenpassage versickert werden. Das «Biotop» wird mit verschieden grossen Steinen und Pflanzen angelegt, indem auch Kleinlebewesen ihren Platz finden.

In der vierten Phase wird ein Kostenvoranschlag erstellt. Die Kosten betragen 966'000 CHF inkl. MwSt.

Wyss Deborah

Betreuer:
Lukas Wolf, dipl. Bauing. FH

Experte:
Pascal Caluori, dipl. Kulturing. ETH

MA

ST

ER

Bächler
Philipp Seite 43

Balanzario Ledezma
Javier Seite 44

Fux
Josephine Maria Seite 45

Kiefer
Dominik Seite 46

Laurent
Markus Seite 47

Michel
Marianne Seite 48

Tschudi
Tobias Seite 49

Wild
Liene Christina Seite 50

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Hangstabilität—Analyse saisonaler Einwirkungen

Bild 1: Autounfall infolge eines oberlächennahen Rutsches (aus www.blaulichtreport-saarland.de, 2019).

Bild 2: Strassensperung infolge eines oberflächennahen Rutsches (aus www.VOL.at, 2019).

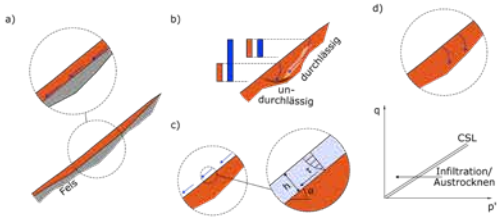


Abb.5: Auslösende Faktoren, welche einen geschwächten potentiellen Bruchkörper auslösen können.

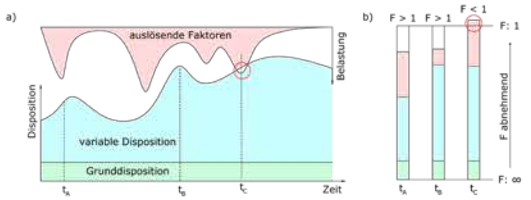


Abb.1: Dispositions-Modell

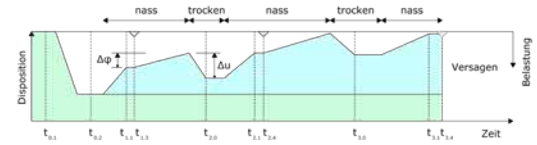


Abb.2: Dispositions-Modell: Beispielhafter langzeitiger Prozess.

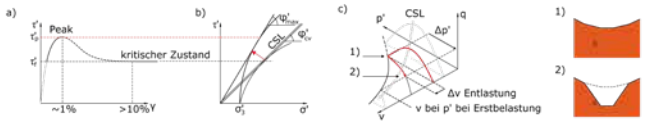


Abb.3: Auswirkung der Spannungsgeschichte auf den mobilisierbaren Reibungswinkel.

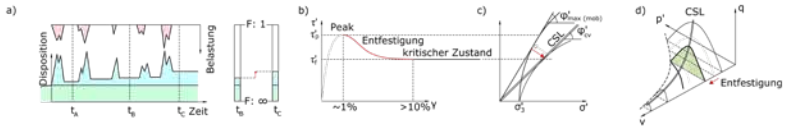


Abb.4: Zunhame der variablen Disposition infolge Entfestigung durch saisonale Porenwasserdruckänderungen.

Problemstellung
Beim Betrachten historischer Rutschungen fällt auf, dass oberflächennahe Rutschereignisse in steilen Hängen und intensive Niederschläge zusammen auftraten. Dabei lösen sich scheinbar zufällig Teile von Hängen, während andere Bereiche beim gleichen Niederschlag stabil blieben. Es zeigt sich, dass bei einigen Rutschen der kritische Reibungswinkel kleiner als die Hangneigung ist, wodurch die Stabilität aufgrund von „scheinbarer" Kohäsion sichergestellt werden muss. Ein Bestandteil davon könnte ein mobilisierbarer Reibungswinkel über dem kritischen Reibungswinkel sein (Abb. 3).

Lösungskonzept
In dieser Arbeit werden die saisonalen Einflüsse auf die Stabilität von steilen Hängen unter Einfluss von Dilatanz untersucht (Abb. 5). Aufgrund von Recherchen wurde erkannt, dass infolge von Infiltration plastische Verformungen auftreten und dadurch der Boden entfestigt wird. Durch diese saisonalen Einwirkungen reduziert sich demnach der maximal mobilisierbare Reibungswinkel, bei jedem Niederschlag, geringfügig (Abb. 4).

Anhand einer Analyse von historischen oberflächennahen Rutschungen wurde der Zusammenhang von Rutschaktivität und intensiven Niederschlägen erkannt. Dabei versagen bei intensiven Niederschlägen Hangbereiche, während direkt daneben Bereiche stabil bleiben. In dieser Arbeit wird aufgezeigt, dass durch inhomogenes Hangmaterial, örtlich und materialabhängig, unterschiedliche Entfestigung auftreten können. Dadurch können, bei intensiven Niederschlägen, gewisse Bereiche einen ausreichenden Reibungswinkel mobilisieren und andere nicht.

Der Prozess im Hang bis zum Versagen wird anhand eines Dispositions-Modelles vereinfacht dargestellt und mit Stabilitätsberechnungen plausibilisiert (Abb. 1-4). Der Spannungspfad infolge Infiltration wird anhand von Triaxialversuchen simuliert und mit Hilfe des Cam clay Modells analysiert. Dabei hat sich herausgestellt, dass bereits innerhalb des theoretisch elastischen Bereiches plastische Verformungen auftreten müssen und dadurch der Entfestigungsprozess beginnt.

Die Arbeit zeigt auf, dass infolge saisonaler Einwirkungen das Bodenmaterial eines steilen überkonsolidierten Hanges, entfestigt wird und dadurch ein Hang geschwächt werden kann (Abb. 4).

Bächler Philipp

Advisor: Dr. André Arnold
Experte: Dr. Andreas Schmid

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

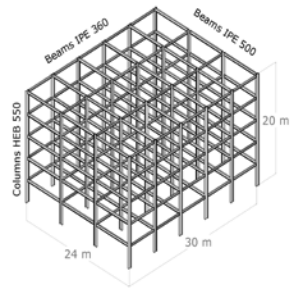
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

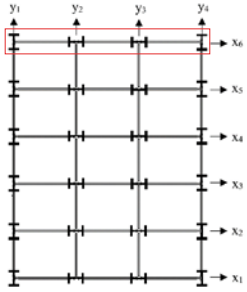
MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Seismic Actions on Facades

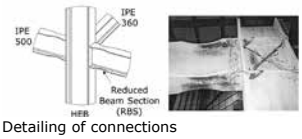


Structural system



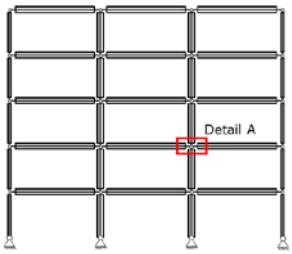
Plan view

Facade damage due to deformations

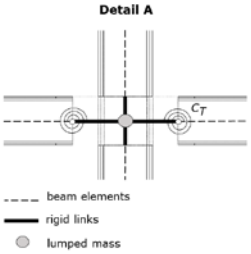


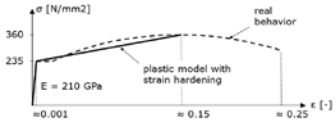
Detailing of connections

1. Case Study: Seismic demands for design of an earthquake-resistant facade

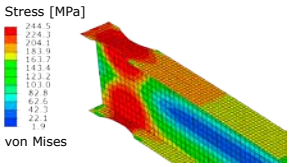


Steel moment-resisting frame



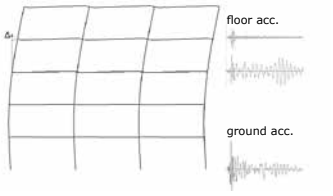


Material properties: steel S235



RBS shell model to calculate spring stiffness

2. FE-Model

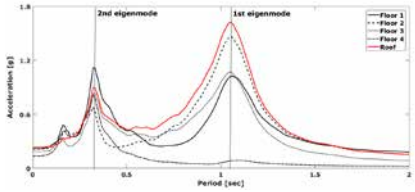


Deformed structure at arbitrary time instant

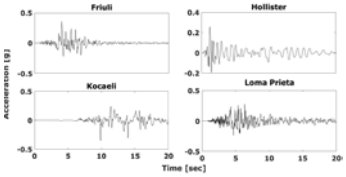
Relevant for facade design:

- Out-of-plane floor accelerations

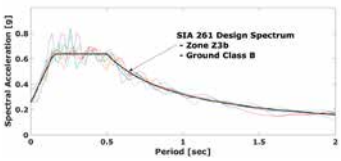
- In-plane interstory drifts



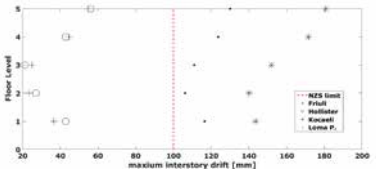
Floor response spectra with 3% damping ratio



INPUT accelerations



Accelerograms matched to SIA 261 Spectrum.



Maximum interstory-drifts comparison

3. Nonlinear Time-History analysis

4. Determination of seismic demands for design

Problem Statement
The design of an earthquake-resistant façade depends on the expected response of the structure to the ground motion. During earthquakes, the interstory drifts can provoke breakages of façade components. Therefore, facades must be designed to accommodate these deformations. The seismic forces due to the floor accelerations are also to be considered for design, which can be significantly large if the façade vibrates with a frequency similar to one of the vibration modes of the structure.

The SIA 261 specifies and equivalent static force for nonstructural seismic design. This provision considers the influence of only the first vibration mode. This assumption, however, may be incorrect for many structures, such as buildings with irregular shapes or with high periods of vibration.

The SIA 261 limits the permitted structural deformations in order to avoid nonstructural damage, which are valid for the revision of the Serviceability Limit State. The NZS 1170 standard for example, specifies a deflection limit of 2.5% of the corresponding floor height for the Ultimate Limit State.

Solution Concept
Nonlinear Time-History analyses were carried out on the FE-model of a 5-story office building to obtain the interstory drifts and floor accelerations, which were then compare with the code provisions. For the simulations, seven actual ground motion records were matched to the SIA 261 Spectrum.

The attained accelerations were used to generate floor spectra. This is a practical tool that allows the estimation of intertial forces for any component within the building under the considerartion of the dynamic properties of both structure and component. For the case study structure, the code equations significantly overestimated the acceleration demands in comparison with the results obtained with Time-History analyses. The deformation demands were also calculated via Response Spectrum Modal analysis, resulting in interstory drifts much smaller than those obtained via Time-History analysis.

These results demonstrate that for some structures, code provisions may provide unrealisic demands and thus, also unadequate designs. For this reason, methods such as nonlinear Time-History analysis are prefered, to account for the nonlinear behavior of structures, the influence of higher modes of vibration, as well as the frequency content of the earthquake-induced ground motions.

Javier Balanzario Ledezma

Advisor:
Prof. Dr. Michael Baur

Experte:
Prof. Dr. Andreas Luible

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Ultrahochfester Stahlfaserbeton (UHFB)

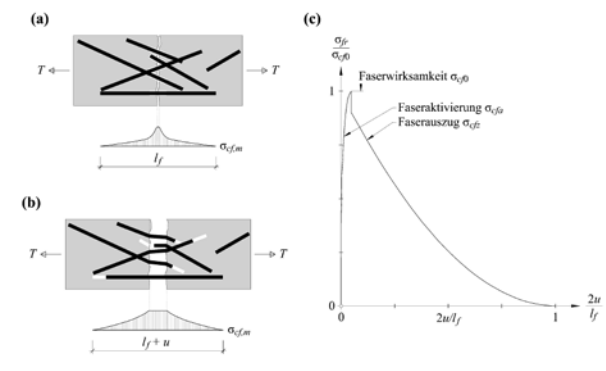


Bild 1: Rissweiten-Faserspannungs-Beziehung (c) mit den beiden Phasen der Faseraktivierung (a) und des Faserauszuges (b)

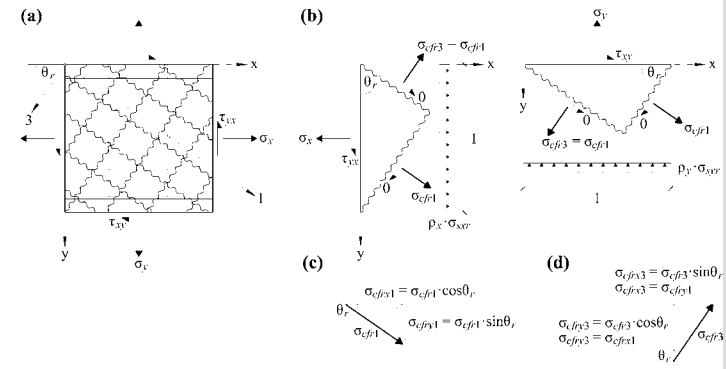


Bild 2: Erweiterung der bestehenden mechanischen Modelle für Stahlbeton auf Faserverbundwerkstoffe mit der wirkenden Faserspannung an den Rissufern (b) am Beispiel des in beide Hauptrichtungen gerissenen Zug-Zug Modells (a) und der Aufteilung der Faserspannungen in die x– und y-Richtung zur späteren Addierung zu den bestehenden Spannung (c) und (d).

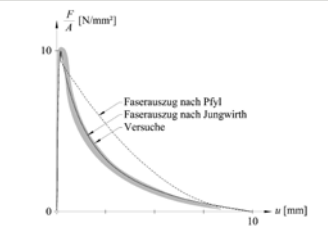


Bild 3: Vergleich der Beziehungen von Pfyl (normaler Stahlfaserbeton) und Jungwirth (UHFB)

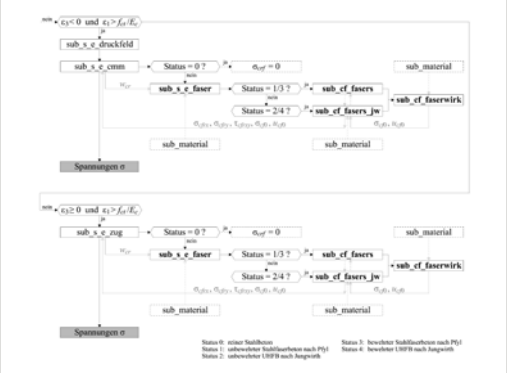


Bild 4: Auszug aus dem Ablaufdiagramm der Programmierung der zusätzlichen Subroutinen für die Erweiterung des bestehenden Usermats

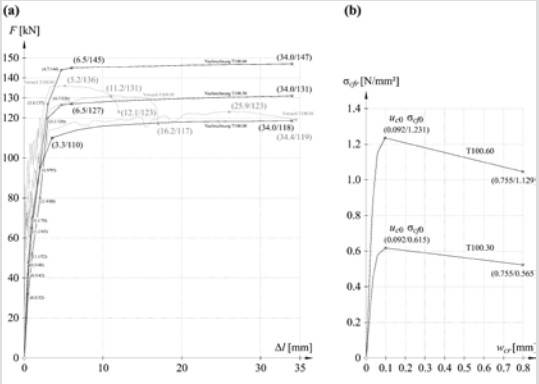


Bild 5: Nachrechnung von Versuchen zur Verifizierung, hier die Resultate des Zugstabes von Pfyl mit dem Last-Verformungsdiagramm aller drei Zugstäbe (a) und dem Rissweiten-Faserspannungs-Diagramm der Zugstäbe aus Stahlfaserbeton (b)

Problemstellung
Bei ultrahochfestem Stahlfaserbeton (kurz UHFB genannt) handelt es sich um einen relativ jungen Verbundwerkstoff. Seit den 90er Jahren kann von einer konkreten Entwicklung von UHFB im Massivbau gesprochen werden. Der neue, innovative Baustoff zeichnet sich durch hohe Druckfestigkeiten um die 200N/mm^2 und ein hohes Verformungsvermögen aus.

Überlegungen zur Modellierung werkstoffgerechter Tragwerke und angepassten Bemessungskonzepten sind vorhanden, eine Möglichkeit UHFB-Bauteile mit Hilfe der nichtlinearen finiten Element Methode (kurz nlfe) zu berechnen jedoch noch kaum.

Lösungskonzept
Thoma et. al. hat für die nlfe Berechnung von Stahlbetonbauteilen geeignete mechanische Modelle als sogenanntes „User Defined Material" (kurz Usermat) für das Programm ANSYS Mechanical APDL implementiert. Dieses bereits erstellte Usermat kann additiv erweitert werden, so dass Faserverbundwerkstoffe, also normale Stahlfaserbetone und UHFB mit der nlfe Methode berechnet werden können.

Hierfür werden zwei unterschiedliche Rissweiten-Faserspannungs-Beziehungen (s. Bild 1) zur Berechnung der wirkenden Faserspannung am Rissufer implementiert. Für normalen Stahlfaserbeton ist die Beziehung nach Pfyl und für UHFB die Beziehung nach Jungwirth hinterlegt (s. Bild 3). Die aus diesen Beziehungen resultierenden Faserspannungen je Rissweite werden dann in den entsprechenden bestehenden mechanischen Modellen für gerissenen Stahlbeton (s. Bild 3) aufgerufen und zu den bestehenden Gesamtspannungen in x– und y-Richtung addiert (s. Bild 4).

Zur Verifizierung der Erweiterung werden unterschiedliche Bauteilversuche nachgerechnet. In Bild 5 sind drei Zugstäbe der Versuchsreihe von Pfyl ersichtlich. Sie unterliegen einem homogenen Spannungszustand und werden weggesteuert modelliert und nachgerechnet.

Wie in Bild 5 (a) ersichtlich, fehlt in der bisherigen Erweiterung des Usermats für Faserverbundwerkstoffe die, aus der Faserwirkung resultierende, Verformungslokalisation und das dadurch entstehende entfestigende Materialverhalten nach dem Erreichen der maximalen Faserspannung (Faserwirksamkeit). Diese Anpassung bedarf einer tiefgehenden Betrachtung und Variation des Fasergehaltes und der Betonzugfestigkeit über das gesamte Bauteil mit einer geeigneten Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Josephine Maria Fux

Advisor:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experten:
Fachgruppe Massivbau HSLU

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Einfluss der Drillsteifigkeit auf das Tragverhalten von Stahlbetonplatten

Bild 1: Drillplattenversuch im Versuchslabor der Hochschule Luzern

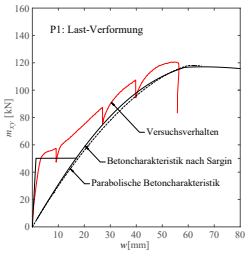


Bild 2: Last-Verformungs-Kurve mit Nachrechnungen

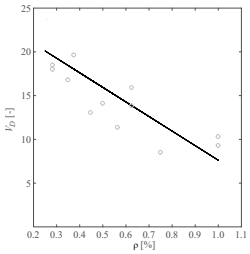


Bild 3: Verhältnis der Drillsteifigkeiten mit linearer Idealisierung

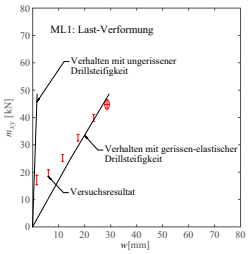


Bild 4: Verfomung berechnet mit linear-elastischer FEM-Software

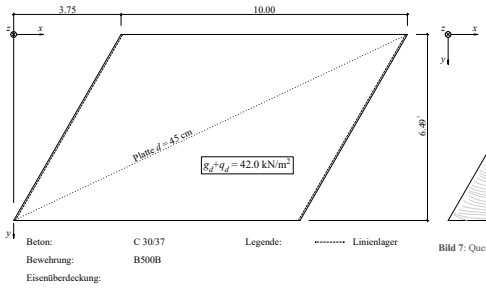


Bild 5: Untersuchte schief gelagerte Stahlbetonplatte

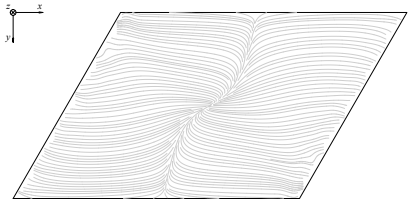


Bild 7: Querkraftfluss bei tiefer Drillsteifigkeit

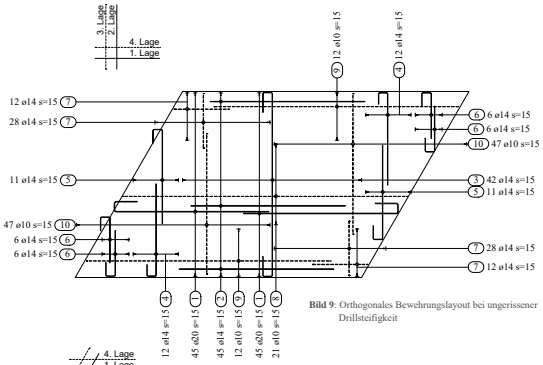


Bild 9: Orthogonales Bewehrungslayout bei ungerissener Drillsteifigkeit

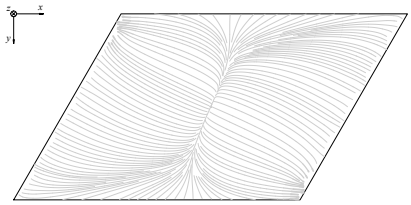


Bild 6: Querkraftfluss bei ungerissener Drillsteifigkeit

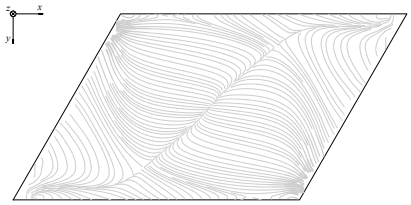


Bild 8: Querkraftfluss bei hoher Drillsteifigkeit

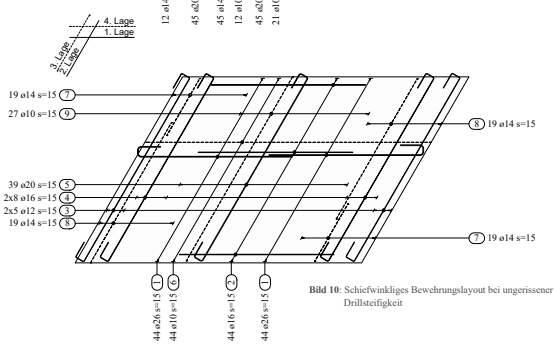


Bild 10: Schiefwinkliges Bewehrungslayout bei ungerissener Drillsteifigkeit

Problemstellung

Diese Arbeit befasst sich mit dem Einfluss der Drillsteifigkeit auf das Tragverhalten von verschiedenen Stahlbetonplatten. Bei mehreren Versuchsreihen an rein drillbelasteten Platten hat sich gezeigt, dass die gerissen-elastische Drillsteifigkeit bis zu zwanzig Mal tiefer sein kann, als die ungerissene Drillsteifigkeit. Durch das Ermitteln und Implementieren dieses Verhältnisses in linear-elastische FEM Software soll die effektive Verformung bei rein drillbelasteten Stahlbetonplatten abgeschätzt werden können.

In Stahlbetonplatten mit anderen Randbedingungen soll mithilfe der Veränderung der Drillsteifigkeit ermittelt werden, wie gross die Auswirkungen auf das Tragverhalten sind.

Lösungskonzept

Im ersten Teil der Arbeit wird vertieft auf die Nachrechnung von Drillplattenversuchen eingegangen. Es werden mit einem Vorgehen von 1987 nach Peter Marti, M. ASCE und Keith Kong verschiedene Versuchsreihen nachgerechnet. In der Nachrechnung wurde eine andere Betoncharakteristik verwendet, denn anders als in der Arbeit von 1987 wurde die Charakteristik nach Sargin als Basis für die Betondruckbeziehung verwendet.

Aus den Resultaten konnten anschliessend Rückschlüsse auf die Veränderung der Drillsteifigkeiten gezogen werden. So wurde eine lineare Idealisierung vom Verhältnis der Drillsteifigkeit in Abhängigkeit des Bewehrungsgehaltes erarbeitet (Bild 3).

Im zweiten Teil der Arbeit steht die Implementierung einer benutzerdefinierten Drillsteifigkeit in ein linear-elastisches FEM-Programm im Zentrum. Mithilfe dieser Anpassung kann das ermittelte Verhältnis der Drillsteifigkeit implementiert werden und so das Last-Verformungs-Diagramm ermittelt werden (Bild 4). Mit der Möglichkeit der Variation der Drillsteifigkeit konnten weitere Stahlbetonplatten untersucht und der Einfluss der Drillsteifigkeit ermittelt werden.

Dazu wurden die erhaltenen Auswirkungen analysiert und daraus die Richtung der Hauptquerkraft graphisch dargestellt. Anhand dieser Dastellung konnten Rückschlüsse auf das Tragverhalten gezogen werden.

Weiter wurden mithilfe der Normalmomenten-Fliessbedingung Bewehrungen für ein orthogonales und ein schiefwinkliges Layout ausgearbeitet und miteinander verglichen.

Dominik Kiefer

Advisor:
Prof. Dr. Daniel Heinzmann

Experten:
Fachgruppe Massivbau HSLU

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Verformungsverhalten von Durchstanzplatten aus Recyclingbeton

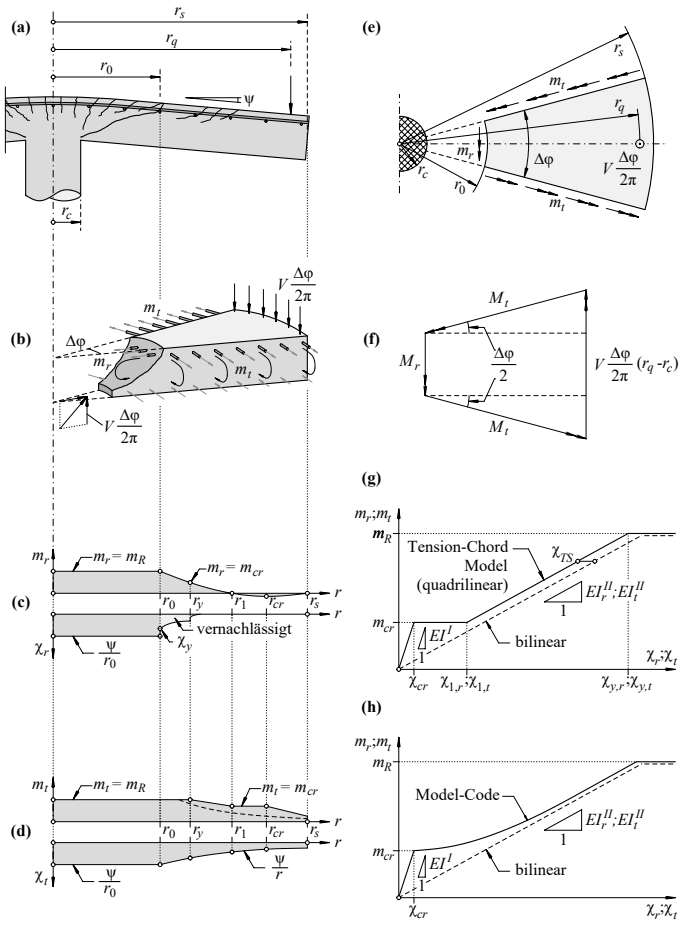


Bild 1: Sektormodell für Durchstanzplatten
(a) Geometrische Parameter; (b) angreifende Kräfte; (c) radiale Komponenten; (d) tangentiale Komponenten; (e) Grundriss der Kräfte; (f) vektorielles Gleichgewicht; (g) m-χ (Tension-Chord-Model); (h) m-χ (Model-Code)

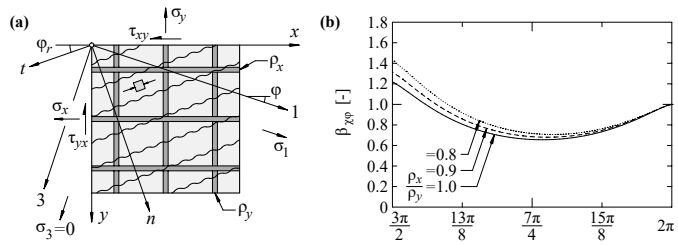


Bild 2: Winkelabhängige Biegesteifigkeit von Platten
(a) einachsig belastete Scheibe; (b) $\beta_{\chi\varphi}$ -Funktion für die winkelabhängige Biegesteifigkeit von Platten

Versuchsaufbau

Versuchsdurchführung

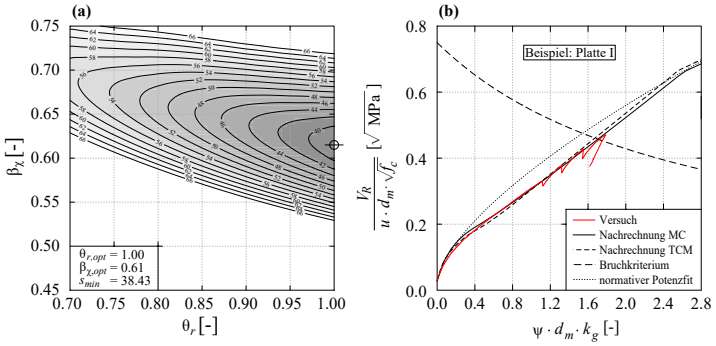


Bild 3: Nachrechnung mit dem modifizierten Sektormodell
(a) s-Plot mit den Steifigkeitsfaktoren β_χ und θ_r; (b) normierte Last-Rotationskurve am Beispiel der Platte I

Problemstellung

In der Schweiz ist die Betonbauweise stark verbreitet. Leider zerrt die Betonherstellung an den schweizerischen Kiesressourcen, welche ein endliches Volumen besitzen. Zudem ist die Zementherstellung sehr energieintensiv und mit einem hohen Verbrauch an grauer Energie verbunden. Da die Energiepolitik im Wandel steht, wird verstärkt nach umweltschonenden Lösungen gesucht. Daher kann zur Schonung der Kiesressourcen der Primärkies im Beton teilweise mit recyclier-tem Mischabbruchgranulat ersetzt werden.

Die aktuelle Norm SIA 262 ‚Betonbau' und das Merkblatt 2030 ‚Recyclingbeton' behandeln das Durchstanzen von Platten mit Recyclingbeton aufgrund fehlender Versuchsresultate sehr konservativ. Recyclingbeton wird wie Leichtbeton behandelt, woraus eine Tragwiderstandsreduktion von ca. 25% resultiert. Eine wirtschaftliche Anwendung von Recyclingbeton für tragende Platten findet daher nur selten Platz in der heutigen Bauwirtschaft.

An der Hochschule Luzern wurden zwei Versuchskampagnen zu je 6 Durchstanzplatten aus Recyclingbeton mit Mischabbruchgranulat durchgeführt. Die Ergebnisse in den entsprechenden Versuchsberichten sind vielversprechend und ermöglichen der Anwendung von Recyclingbeton bessere Möglichkeiten.

Lösungskonzept

Zu Beginn werden die notwendigen theoretischen Grundlagen für die Nachrechnungen aufgearbeitet. Diese umfassen das Sektormodell von Kinnunen und Nylander mit den Momenten-Krümmungsbeziehungen vom Tension-Chord-Model und vom Model-Code (Bild 1) sowie die verwendeten Steifigkeitsfaktoren und die Bruchkriterien gemäss Empfehlung für Recyclingbeton. Weiter wird auf die winkelabhängige Biegesteifigkeit von Platten eingegangen. (Bild 2)

Im Anschluss wird auf die Optimierung der Steifigkeitsfaktoren eingegangen und die Berechnung der Zielfunktion behandelt, die als zu optimierende Grösse fungiert. So werden die 12 Versuchsplatten mit den zwei vorgestellten Momenten-Krümmungsbeziehungen nachgerechnet. Dabei wird jede Kombinationsmöglichkeit der zwei Steifigkeitsfaktoren untersucht, um das optimale Ergebnis in Bezug auf die experimentellen Daten zu finden. (Bild 3)

Den Abschluss der Arbeit bildet die Untersuchung der winkelabhängigen Biegesteifigkeit von Platten basierend auf den Krümmungsfeldern, die aus den Setzdeformetermessungen gewonnen werden. Diese werden mit den theoretischen Überlegungen aus Bild 2 verglichen.

Markus Laurent

Advisor:
Prof. Dr. Albin Kenel

Experte:
Dr. Stefan Lips

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Anwendung des unteren Grenzwertsatzes der Plastizitätstheorie

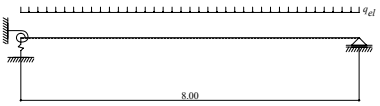


Bild 1: Einfach statisch unbestimmter Biegebalken

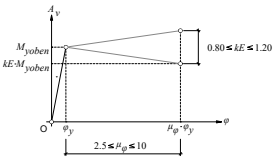


Bild 2: Systemantwort Einspannung
Momenten- Verdrehungsbeziehung

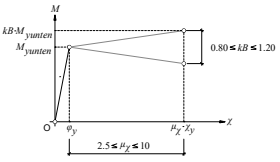


Bild 3: Systemantwort Biegeträger
Momenten- Krümmungsbeziehung

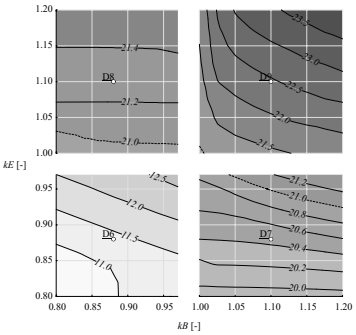


Bild 4: Verlauf Isolinien der max. Last $FU = 0.85$

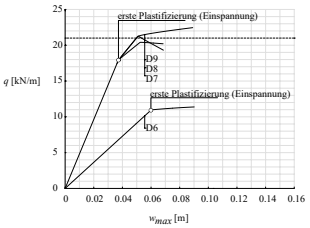


Bild 5: Last- Verformungsverlauf $FU = 0.85$

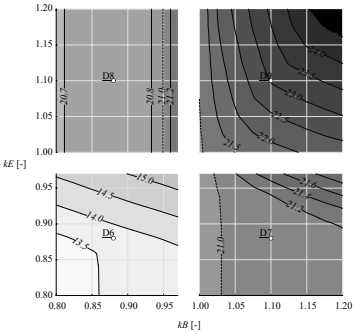


Bild 6: Verlauf Isolinien der max Last $FU = 1.15$

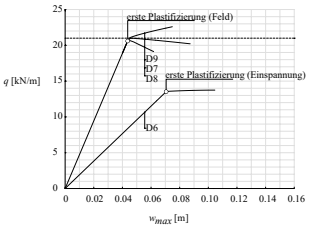


Bild 7: Last- Verformungsverlauf $FU = 1.15$

Problemstellung
Bei den Berechnungsverfahren nach SIA 262 wird ein duktiles Systemverhalten verlangt, damit die ermittelten Schnittgrössen ohne rechnerischen Nachweis des Verformungsvermögens umgelagert werden können. Falls dies nicht gewährleistet werden kann, ist ein Nachweis des plastischen Verformungsvermögens zu erbringen. Da dies nur grob abgeschätzt werden kann, sollte auf einen solchen Nachweis in der Praxis möglichst verzichtet werden.

Durch das vermehrte Einbauen von spröden Elementen, z.B. bei der Verwendung von Stahlfaserbeton bei statisch unbestimmten Systemen, stellt sich die Frage, ob ein duktiles Systemverhalten noch gewährleistet werden kann und die theoretisch ermittelte Traglast nach dem unteren Grenzwertsatz auch bei einer Schnittkraftumlagerung erreicht werden kann.

Bei der Anforderung eines duktilen Systemverhaltens steht im Vordergrund, dass durch das Vorhandensein von plastischen Verformungen die Sicherheit gegenüber der Ankündigung eines möglichen Versagens gesteigert wird und somit eine angemessene Robustheit eines Tragwerks gewährleistet werden kann.

Lösungskonzept
Durch die Verwendung eines Berechnungsalgorithmuses wurde das Systemverhalten anhand des Last- Verformungsverlaufs (Bild 5 und Bild 7) mit der Kombination von unterschiedlichen Systemantworten (Bild 2 und Bild 3) bei einem einfach statisch unbestimmten Biegebalken (Bild 1) untersucht.

Anhand der Ergebnisse der Parameterstudie kann festgestellt werden, dass die Traglast eines einfach statisch unbestimmten Biegebalkens mit dem unteren Grenzwertsatz berechnet werden darf, falls sämtliche Elemente ein plastisches oder ein verfestigendes Verhalten aufweisen. Zusätzlich benötigt es ein ausreichendes Rotationsvermögen bei der Einspannung, damit der Rotationsbedarf aufgrund des statisch unbestimmten Systems und der vorhandenen Geometrie abgedeckt werden kann.

Marianne Michel

Advisor:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experten:
Fachgruppe Massivbau HSLU

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Parameterstudie mit kraftbasierter adaptiven Pushover-Analyse

Bild 1

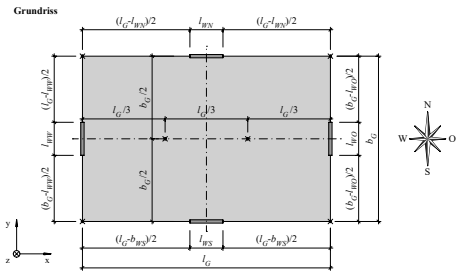


Bild 2

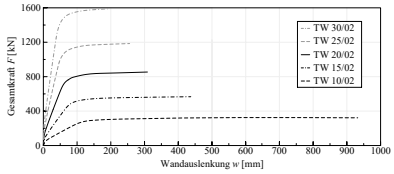


Bild 3

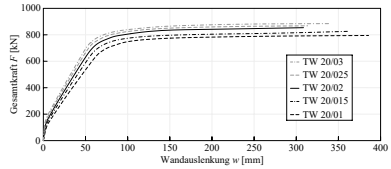


Bild 4

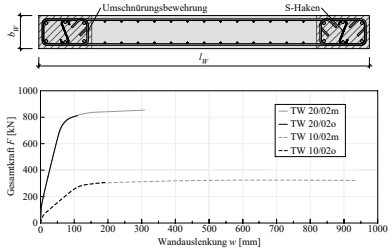


Bild 5

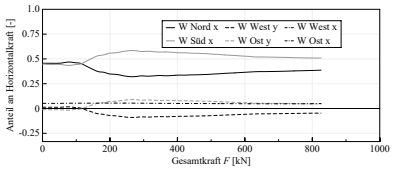


Bild 6

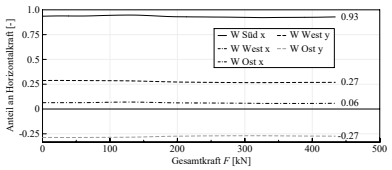
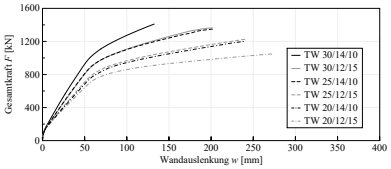


Bild 7



Problemstellung

Die kraftbasierte adaptive Pushover-Analyse bildet eine wichtige Grundlage für verformungsbasierte inelastische Berechnungsverfahren. Diese wird in der Masterthesis anhand einer Parameterstudie an einem Referenztragwerk genauer untersucht.

In einem ersten Schritt wird der Algorithmus aus der Vertiefungsarbeit II auf eine dreidimensionale Problemstellung erweitert und in Ansys APDL 19.1 implementiert.

Damit soll der Einfluss der Wandabmessungen, der konstruktiven Ausbildung der Wände, des Bewehrungsgehaltes der Wände, der Exzentrizität, der Wandstellung und des Bewehrungsgehaltes sowie der Dicke der Geschossplatte untersucht werden.

Lösungskonzept

In Bild 1 ist das Referenztragwerk aufgezeigt, welches die Grundlage für die Parameterstudie bildet.

In Bild 2 wird aufgezeigt, welchen Einfluss eine Steigerung der Wandlängen auf die kraftbasierte Pushover-Analyse hat. Dabei wird ersichtlich, dass mit zunehmender Wandlänge die Duktilität abnimmt. In Bild 3 wird der Einfluss der Wandbreite aufgezeigt. Dabei wird ersichtlich, dass dies einen eher untergeordneten Einfluss hat.

In Bild 4 ist im Wandschnitt gezeigt, wie diese konstruktiv bewehrt werden. Im anschliessenden Bild wird anhand der Pushover-Kurven gezeigt, welchen Einfluss diese konstruktiven Bewehrungsführung auf das Tragwerkhalten hat.

In Bild 5 und 6 wird die Lastverteilung der Horizontalkräfte auf die Wände des dritten Obergeschosses gezeigt. Dabei ist in Bild 5 die Verteilung aufgezeigt, die aus einer Exzentrizität durch Verschiebung des Massenschwerpunktes entsteht. Dabei ist gut zu erkennen, dass die vier Wände ein statisch unbestimmtes Verhalten aufzeigen. Im Gegensatz dazu ist in Bild 6, durch entfernen einer Wand, ein statisch bestimmtes System entstanden und die Verteilung muss sich nicht durch Steigerung der Verformung einstellen.

In Bild 7 wird aufgezeigt, welchen Einfluss der Miteinbezug der Geschossdecke auf das Verhalten während des Erdbebens hat. Dabei wird sichtbar, dass durch steifere Geschossdecken die mögliche Horizontalkraft zwar gesteigert werden kann, jedoch wird die Duktilität verkleinert.

Tobias Tschudi

Advisor:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experten:
Fachgruppe Massivbau HSLU

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

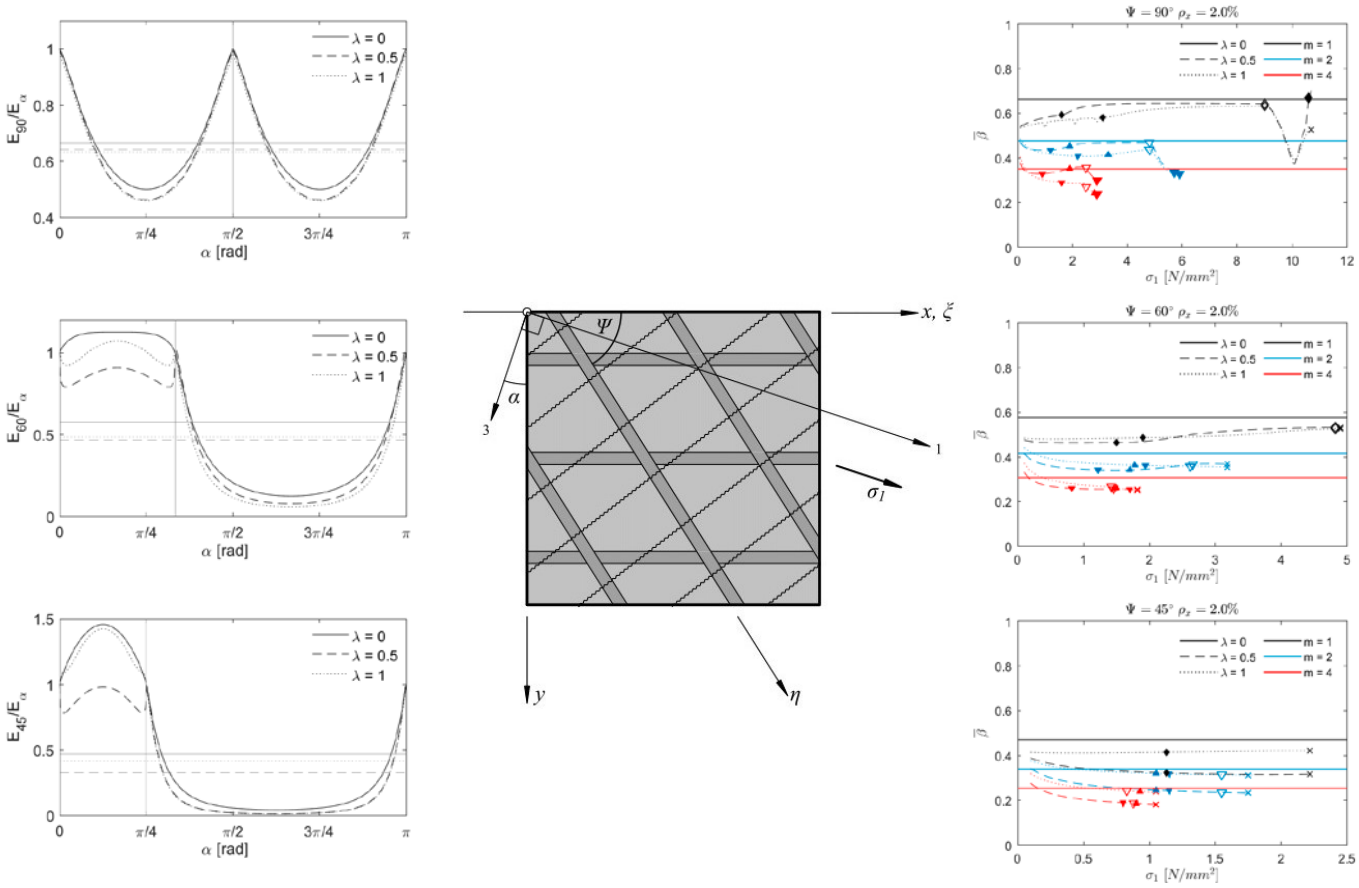
HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

MSE | MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Influence of skew reinforcement on the stiffness of concrete plates



Problem statement

In cases where principal moments deviate from the rebar directions, a slab will present a different behaviour than when these directions are coaxial. For the case of slabs in punching, assuming a rotation-symmetric loading geometry, only a corresponding rotation-symmetric reinforcement layout (axial and tangential rebars) would lead to coincident principal moments and reinforcement directions.

Existing punching shear models, however, assume a rotation-symmetric condition and equilibrium equations are established on a slab segment. In order to account for a different stiffness with a non-rotation-symmetric reinforcement, a reduction factor ßE is applied to the elasticity modulus Es. Although several values are suggested for this factor when using an orthogonal reinforcement, no suggestion or consideration is made for skew arrangement.

Solution concept

In order to quantify the changes in stiffness in concrete plates depending on the defined reinforcement angle, an algorithm was developed based on the Compression Field Model and the Cracked Membrane Model with linear and non-linear material properties, respectively.

The approach used was to numerically calculate the strain ε_α in the direction of an applied principal stress σ_1 at various angles α and then analyse the change in stiffness between α = 0° and α = 180°.

Results presented a significant variation of $\bar{\beta}$ for skew reinforcement. This strong variation of the directional reduction factor $\bar{\beta}$ shows that the use of an average value for the entire slab could lead to over or underestimation of the stiffness.

Liene Wild

Advisor:
Prof. Dr. Albin Kenel

Co-Advisor:
Prof. Dr. Karel Thoma

Experten:
Fachgruppe Massivbau
HSLU

Absolventinnen und Absolventen des Bachelor-Studiengangs Bauingenieurwesen

Absolventen des Master of Science in Engineering

Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Institut für Bauingenieurwesen
Technikumstrasse 21
6048 Horw
+41 41 349 34 89
bauingenieurwesen@hslu.ch
www.hslu.ch/bauingenieurwesen

09-2019, 300 Ex.