

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 142 (2016)
Heft: [5-6]: Best of Bachelor 2014/2015

Rubrik: Hochschule Luzern

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

HOCHSCHULE LUZERN

Departement Technik & Architektur

2014 CHRISTIAN AREGGER | KILIAN ARNOLD |
MARKUS ARNOLD | SIMONE GASSER | MARINA GYSIN |
SAMUEL HALDI | WOLFGANG HAUSAMMANN |
MICHAEL HUBER | STEFAN JÄGER | SIMON KEMPF |
MICHEL KULLI | DOMINIC KUONI | RETO LUCEK |
FLORIN MEIER | FLORIM OMURA | NATASCHA PILAWA |
JAN SCHWAGER | CARLO SCHWENDIMANN | HEINZ
STALDER | TOBIAS STUDER | MARIO TONAZZI |
JANOSCH URBANCEK | LARS WALDBURGER | BRUNO
WICKI | FRANZ WILLIMANN | LARS ZENKLUSEN |
MARCO ZIMMERMANN
2015 KILIAN ABGOTTSPON | BLAISE BAUMER |
ROGER BILAND | MURIEL CAROLINE BISCHOF |
MARIO GABRIEL | DOMINIK GRÜTER | MARTIN
HELFENSTEIN | STEFAN IN-ALBON | TONI IVANKOVIC |
MANUEL KRÄHENBÜHL | TAMARA KÜTTEL | CLAUDIA
LIECHTI | PATRICK MOSER | CURDIN PFISTER |
NATASCHA PILAWA | MARTIN PLANZER | PHILIPP
RÖLLI | MARIO RUSSI | MICHAEL SCHMID | CAROLINE
FRANZISKA SCHWERZMANN | PHILIPP STUCKI |
MARCO STUDHALTER | THOMAS SUTTER | PATRIK
ULRICH | ARDIAN ZUKAJ

RAHMENBEDINGUNGEN DER BACHELORARBEITEN:
12 ECTS-CREDITS
15 ARBEITSWOCHE



Die Hochschule Luzern – Technik & Architektur bietet Aus- und Weiterbildungen in den Fachbereichen Bau und Technik an – mit modernster Infrastruktur auf einem attraktiven Campus am Fuss des Pilatus. In Horw absolvieren derzeit über 2000 Studentinnen und Studenten ein Bachelor- oder Masterstudium. Nebst Bautechnik (mit den Studienrichtungen Konstruktiver Ingenieurbau, Infrastrukturbau und Gebäudehülle) werden die folgenden Bachelorstudiengänge angeboten: Architektur, Innenarchitektur, Informatik (ab Sommer 2016 in Rotkreuz), Elektro- und Maschinentechnik, Medizintechnik sowie – in der Schweiz einzigartig – Wirtschaftsingenieur | Innovation und Energy Systems Engineering (in Englisch). Motivierten Studierenden stehen zwei weiterführende Masterstudiengänge zur Wahl: Architektur und Engineering. Hinzu kommt ein breites Weiterbildungsangebot, das aktuell über 900 Personen besuchen.

Die Lehre ist eng vernetzt mit der Forschung: Die Mitarbeitenden in den Kompetenzzentren forschen interdisziplinär in den Schwerpunkten «Gebäude als System» und «Intelligente Lösungen für die Energiewende». Als Mitglied in sechs der sieben Energie-Kompetenzzentren (SCCER) unterstützt die Hochschule Luzern – Technik & Architektur die Energiestrategie 2050 des Bundes und leistet somit einen aktiven Beitrag zum Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung Schweiz». Das interdisziplinäre Forschungsteam «Licht@hslu» nimmt sich des Themas «Wirkung, Energie und Funktion von Licht» an und setzt damit einen weiteren Schwerpunkt am Departement. Neben dem Departement Technik & Architektur umfasst die Hochschule Luzern die Departemente Wirtschaft, Informatik, Soziale Arbeit, Design & Kunst sowie Musik.

The Lucerne School of Engineering and Architecture offers training and advanced training in construction and technology. It has a highly modern infrastructure and an attractive campus located at the foot of Mount Pilatus. Over 2,000 students are currently studying for a Bachelor's or Master's degree in Horw. In addition to civil engineering (including the fields of construction engineering, infrastructure engineering and building envelope), Bachelor's degree courses are offered in architecture, interior architecture, computer science (from summer 2016 in Rotkreuz), electrical and mechanical engineering, and medical engineering and also courses – which are unique in Switzerland – in business engineering innovation and energy systems engineering (in English). Motivated students can choose between two advanced courses of study leading to higher degrees: a Master in Architecture or a Master of Science in Engineering. The school also offers a wide range of continuing education courses currently attended by over 900 people.

There are close ties between academia and research: the staff at the competence centers of the Lucerne School of Engineering and Architecture take an interdisciplinary approach to research into key issues such as «The building as a system» and «Intelligent solutions for the change in energy policy». As a member of six of the seven Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER), the school supports the Swiss government's Energy Strategy 2050 and thus plays an active role in the plan of action «Coordinated Energy Research in Switzerland». The interdisciplinary research team Licht@hslu is conducting a research project entitled «The effect, energy and function of light» and in so doing is developing another area of expertise for the department. Alongside the Department of Engineering and Architecture, the Lucerne University of Applied Sciences and Arts also has Departments of Business, Information Technology, Social Work, Art and Design, and Music.

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

FORSCHUNG: KOMPETENZZENTREN KONSTRUKTIVER INGENIEURBAU FASSADEN- UND METALLBAU

Hochschule Luzern –
Technik & Architektur

72

HOCHSCHULE LUZERN – TECHNIK & ARCHITEKTUR
CCKI – CCFM

KOMPETENZZENTRUM KONSTRUKTIVER INGENIEURBAU (CCKI)

Das Kompetenzzentrum Konstruktiver Ingenieurbau prüft, forscht und entwickelt im Bereich Tragverhalten und Tragreserven von Bauteilen und Bauwerken. Die Tätigkeitsbereiche in den Kompetenzschwerpunkten Massivbau, Verbund- und Leichtbau sowie Geotechnik definieren sich durch vorausschauende, innovative und praxisorientierte Entwicklungsarbeit. Diese erstreckt sich von der Planung, Berechnung und Bewertung bis hin zur Simulation, statischen und dynamischen Prüfung und Instandsetzung von Bauteilen und Bauwerken.

KOMPETENZZENTRUM FASSADEN- UND METALLBAU (CCFM)

Das Kompetenzzentrum Fassaden- und Metallbau beschäftigt sich mit Fragen zu bauphysikalischen, ökologischen und tragsicherheitstechnischen Problemstellungen in den Bereichen Konstruktiver Glasbau sowie Fassaden- und Dachkonstruktionen. Mit der akkreditierten

Prüfstelle der Hochschule (STS 209) ist das Kompetenzzentrum «notified body» für Fenster und Fassaden nach den Produktnormen EN 14351 und EN 13830.

FORSCHUNG UND LEHRE

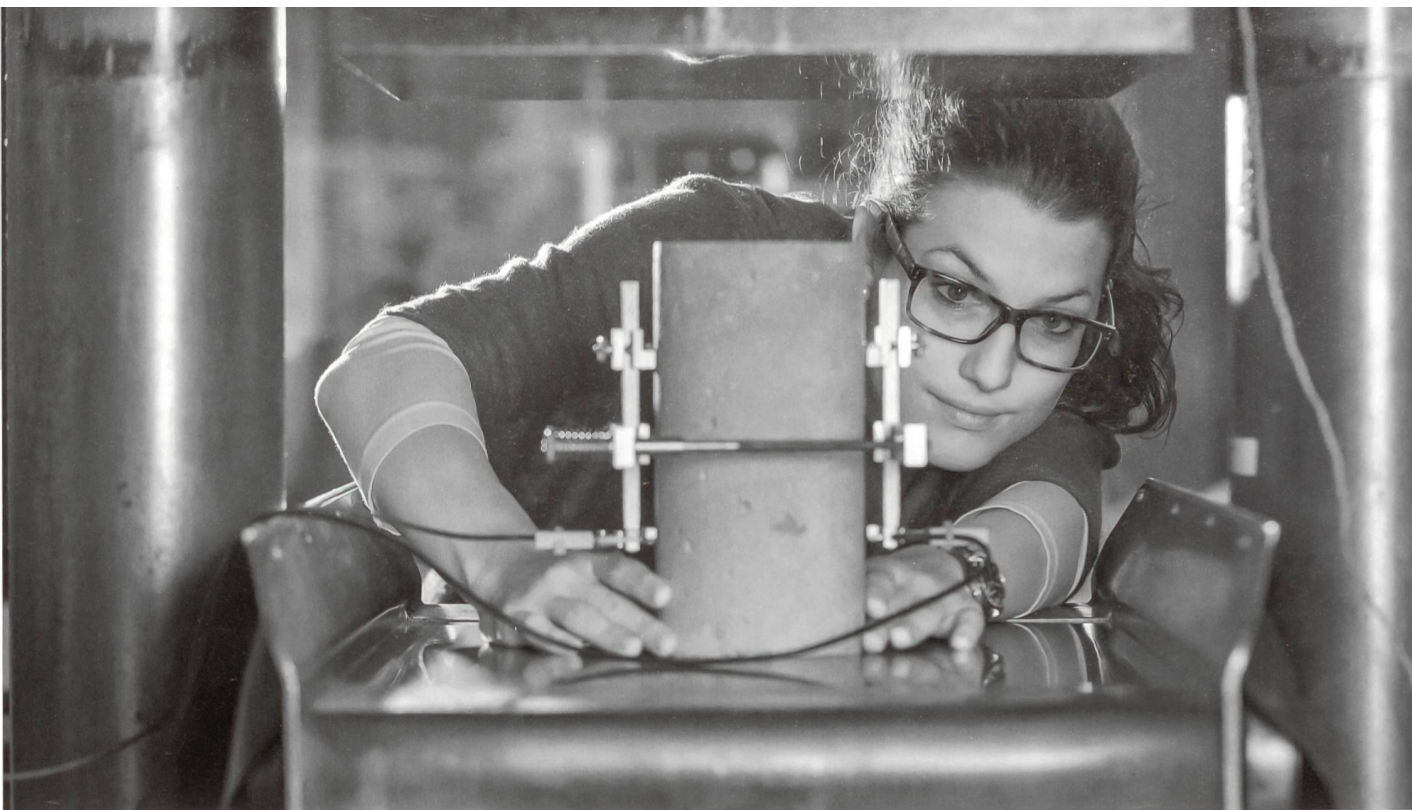
Das CCKI und das CCFM arbeiten intensiv an den Herausforderungen der Zukunft. So werden beispielsweise in Forschungsprojekten aktive Bauteile entwickelt, die Energie gewinnen und Aufgaben der Gebäudetechnik übernehmen. Zudem engagieren sich die beiden Kompetenzzentren stark in der Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses.

CCKI-Leitung

Prof. Dr. Klaus Kreher,
Dr. sc. techn., Dipl. Bauingenieur TU

CCFM-Leitung

Prof. Dr. Andreas Luible,
Dr. sc. techn. EPFL, Dipl. Ing. TU/SIA



01



02

01 Eine Mitarbeiterin des CCKI baut eine Betonprobe in eine hydraulische Presse ein, um die Materialeigenschaften zu bestimmen.

02 Ein Mitarbeiter des CCFM installiert ein Potenziometer am Fassadenprüfstand, um die Durchbiegung des Fassadenpfostens zu ermitteln.

73

Research: Competence Centers Façade and Metal Engineering (CCFM) and Structural Engineering (CCKI)

The Competence Center Structural Engineering carries out testing on and research and development into the load-bearing behaviour and capacity of buildings and building components, and conducts forward-looking, innovative and practical development work in these fields within the wider competence areas of solid construction, composite and lightweight construction and geotechnics. The range of activities covered includes planning, calculations and assessment, simulations, static and dynamic testing and maintenance of components and buildings. The Competence Center Façade and Metal Engineering focuses on physical, environmental

and structural safety in connection with glass structures and façade and roof construction. Since the school has an accredited testing center (STS 209), the Competence Center is recognized as a «notified body» for windows and façades according to standards EN 14351 and EN 13830. The CCKI and CCFM are working hard on devising solutions to the challenges of the future. For example, their research projects focus on the development of active building components that recover energy and perform various building services. In addition, both Competence Centers are committed to training the next generation of civil engineers.



EIN NEUARTIGES HOLZ-BETON-TRAGSYSTEM

Entwurf und Verifizierung eines Holzkasten-Beton-Verbundelements



DIPLOMAND Franz Willmann
BETREUER Prof. Dr. Klaus Kreher
EXPERTE Dr. Kai-Uwe Schweizer
DISZIPLIN Holz-Beton-Verbundbau

Ein grundlegend neu konzipiertes und innovatives Holz-Beton-Verbundelement führt zu einer wirtschaftlicheren Konstruktion von Decken im Hochbau. Umfangreiche Versuche zeigen die Anwendbarkeit des Systems.

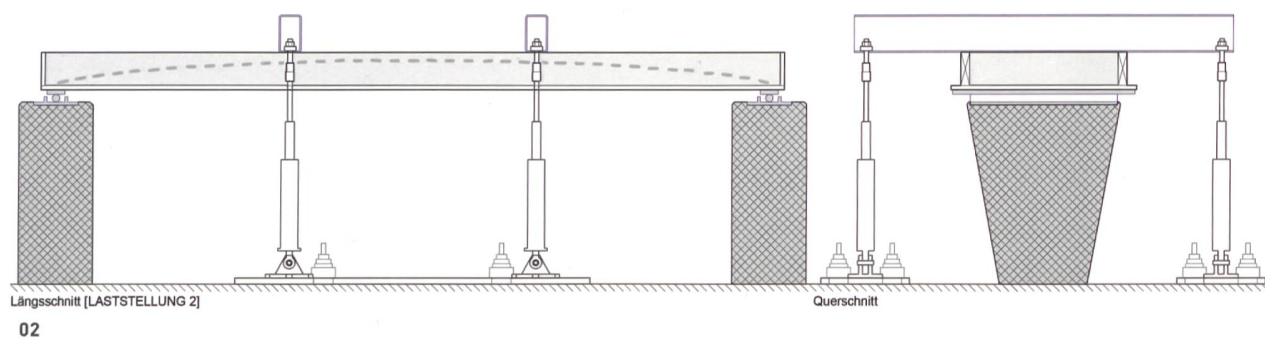
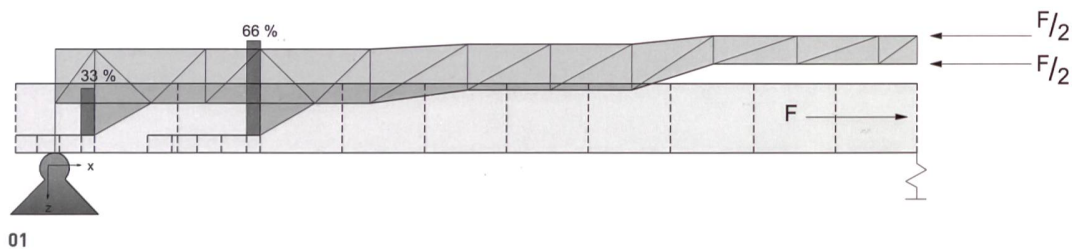
Holz-Beton-Verbunddecken werden vermehrt aus wirtschaftlichen Gründen und nicht zuletzt aufgrund des rasanten Wachstums der Holzbauweise bei mehrgeschossigen Bauten eingesetzt, seien dies Wohn-, Schul- oder Bürobauteile. Die Innovationen bei Holz-Beton-Verbunddecken liegen vor allem bei der Suche nach leistungsfähigeren Produkten und nach neuartigen Schubverbundtechniken. Produktion, Bauabläufe und Einsatzgebiete für solche Verbunddecken lassen sich aber massgeblich vereinfachen und wirtschaftlicher gestalten, wenn man gängige Konstruktionsprinzipien hinterfragt und sich neue Konstruktions- und Herstellungstechnologien nutzbar macht.

VORGEHENSWEISE

In einem ersten Schritt legte man die massgebenden Anforderungskriterien fest, beurteilte damit die bisherigen Holz-Beton-Tragsysteme und ermittelte daraus die Chancen und Risiken für das neuartige Deckensystem. In einem zweiten Schritt studierte und analysierte man vorhandene Forschungsarbeiten zum Thema Holz-Beton-Verbunddecken und übertrug die Kennwerte und Informationen auf das neue Tragsystem. Daraufhin folgte die experimentelle Untersuchung an Prüfkörpern und verglich nach den ausgeführten Versuchen die erhaltenen Messdaten mit dem Rechenmodell.

ERGEBNISSE – SYSTEMAUFBAU

Beim neuen Verbundsystem ist das Kernstück ein Holzkastenelement. Dieses besteht aus einer Dreischichtplatte mit darüberliegenden Vollholzrippen, das Holzkastenelement bildet dabei den Zuggurt des Tragsystems. Zwischen



den Holzrippen wird im mittleren Bereich der Spannweite eine Hohlraumdämmung parabelförmig angeordnet. Die Parabelform bewirkt in Feldmitte eine massgebliche Gewichtsreduktion und bildet die Grundform für die Betonschicht. Die Schubkraftübertragung zwischen dem Holzkasten-Zuggurtelement und dem Betondruckbogen wird mit quer liegenden Plattenstreifen im Auflagerbereich gelöst. Die Stirnflanken übertragen dabei die Druckkraft vom Betonbogen auf die Dreischicht-Zuggurtplatte.

STATISCHE WIRKUNGSWEISE

Dem neuen Tragsystem liegt ein Druckbogen-Zuggurt-Modell zugrunde. Dieses bewirkt eine direkte Kraftübertragung des Betondruckbogens auf die querliegenden Verbundplattenstreifen. Der Betondruckbogen mit einem grossen statischen inneren Hebelarm reduziert die Zug- und Druckspannungen im Element um ca. 30% gegenüber einem flächigen Holz-Beton-Verbundsystem. Ausserdem reduziert das Dämmmaterial die Betonmasse in der Feldmitte auf ein Minimum.



SCHLUSSBETRACHTUNG

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein neuartiges Deckensystem entwickelt. Die Untersuchungen zeigten, dass ein wirtschaftliches und statisch leistungsfähiges Deckensystem vorliegt. Die Materialkombination überzeugt hinsichtlich der statischen Wirkungsweise, der Gewichtsersparnis, der bauphysikalischen Eigenschaften, der Optik, dem Handling und der einfachen Vorfertigung. Hinzu kommt, dass man dieses System mit handelsüblichen Produkten und mit Standardquerschnitten herstellen kann. Das entwickelte Stabwerkmodell stellt zudem ein einfaches und genügend genaues Rechenmodell dar. Der Verfasser hofft, mit den Resultaten aus dieser Arbeit das Potenzial dieses neuartigen Holz-Beton-Tragsystems zu zeigen.

01 Lokales Stabfachwerkmodell mit der Beanspruchung des Schubverbunds

02 Versuchsaufbau zu den Biegeversuchen

03 Entwurf eines Holzkasten-Beton-Verbundelements

04 Vierpunkt-Biegeversuche an den Holzkasten-Beton-Verbundelementen

An innovative wood-concrete load-bearing system

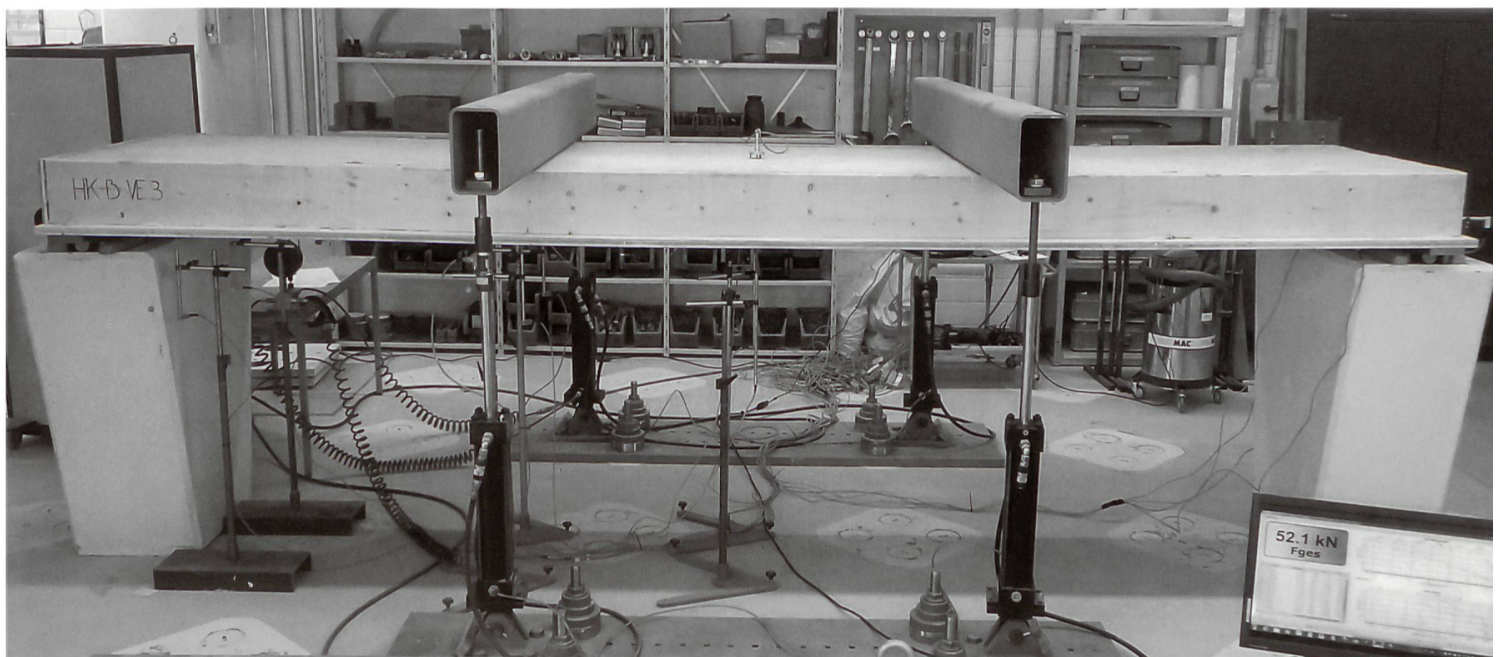
New shear bonding techniques are fostering innovation when it comes to wood-concrete composite floors, and with new technologies, the production can be made more cost-effective.

The heart of the composite system is a three-ply wooden box with wooden partitions. The wooden box forms the tensional flange of the load-bearing system, and insulating material between the wooden partitions reduces the weight and gives shape to the concrete layer. The shear force is transferred between the wooden box and the concrete pressure arch by means of diagonal panel strips in the support area.

The pressure-arch tension-flange model transfers force from the concrete pressure arch to the diagonal composite panel strips, and both tensile and compressional stresses are reduced through the large static inner lever arm.

This is a convincing combination of materials owing to its static mode of operation, lightness, physical properties, visual appearance and handling, as well as the fact that it can be manufactured with commercially available products and standard cross sections.

77





DAMMSCHÜTTUNG FÜR EIN HOCHWASSERRETENTIONSBECKEN

Bemessung mit Laborversuchswerten
als Grundlage



DIPLOMAND Manuel Krähenbühl

BETREUER Dr. André Arnold, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA,
Hansjörg Vogt, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

EXPERTE Matthias Ryser, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA

DISZIPLIN Geotechnik

Eine Machbarkeitsstudie zeigte die Möglichkeiten und Grenzen einer Dammschüttung für ein Hochwasserretentionsbecken auf tonigem Untergrund. Anhand von Laborversuchen ergaben sich die für die Bemessung notwendigen Bodenkennwerte.

Um die Hochwassersicherheit in Balzers (FL) zu gewährleisten, ist am Brückendurchlass vor dem Dorfeingang ein Kanal zu stauen (Abb. 02). Damit ein ausreichendes Retentionsvolumen zur Verfügung steht, ist ein rund 800 m langer Damm geplant. Um dessen Machbarkeit nachzuweisen, untersuchte man Dammhöhen von 1.2 bis 5.0 m.

VORGEHEN

Aus der vorgesehenen Höhe und der Ausdehnung der Dammschüttung sowie dem Einstau des Damms ergaben sich die massgebenden Gefährdungsbilder. Daraus konnten die Bemessungssituationen abgeleitet und die für die Nachweise passenden Berechnungsmodelle

gewählt werden. Anhand dieser liessen sich die für die rechnerische Dimensionierung benötigten Bodenkennwerte festlegen, die anschliessend mittels Laborversuchen ermittelt wurden. Für diese verwendete man sowohl Bodenproben vom bestehenden Untergrund wie auch vom verwendeten Dammmaterial (Abb. 01).

LABORVERSUCHE

Das sehr feinkörnige Untergrundmaterial war anhand der Konsistenzgrenzen zu klassifizieren. Für die Ausrollgrenze wurden Ausrollversuche, für die Fliessgrenze Fallkegelversuche durchgeführt. Die Steifigkeit des Tons (den M_E -Wert) bestimmte man mit Ödometerversuchen, und die drainierte (ϕ') und undrainierte Scherfestigkeit (s_u) ergab sich aus Direktscherversuchen (Abb. 03).

Entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers ist der Damm aus einem regional verfügbaren Material zu erstellen. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde ersatzweise ein sandiges Material verwendet. Für die Bestimmung von dessen in-



01

nerem Reibungswinkel (ϕ') führte man weggesteuerte Triaxialversuche durch.

BEMESSUNG

Die Standsicherheit der luftseitigen Böschung konnte für den voll eingestauten Zustand nachgewiesen werden. Mit einer Kiespackung als Drainage am luftseitigen Böschungsfuss lässt sich der Verlauf der Sickerlinie günstig beeinflussen (Abb. 05). Dadurch kann bis zu 30% Dammmaterial eingespart werden.

Im Weiteren zeigten die Berechnungen, dass die Setzungen des Damms etwa 10% der Dammhöhe betragen können. Die angrenzenden Bauwerke (Gebäude, Strassen etc.) sind für die untersuchten Dammhöhen aber in einem ausreichend grossen Abstand zum projektierten Damm. Für höhere Dammschüttungen wäre der setzungsempfindliche Untergrund mit Bodenverbesserungsmassnahmen aufzuwerten. Aufgrund des feinkörnigen Untergrundmaterials wäre eigentlich zu erwarten, dass die Gefahr besteht, dass während der Schüttphase und/oder im Endzustand das Gewicht des Damms zu einem statischen Grundbruch führt. Die rechnerische Analyse mit der aus den Direktscherversuchen gewonnenen undrainierten Scherfestigkeit hat diese Vermutung jedoch nicht bestätigt. Im Rahmen der Bachelorarbeit war nicht abschliessend zu klären, ob die ermittelte

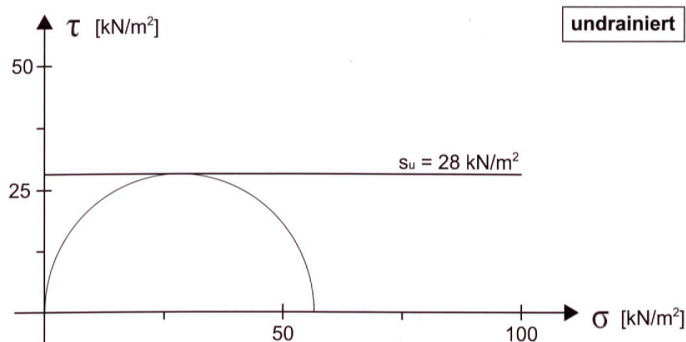
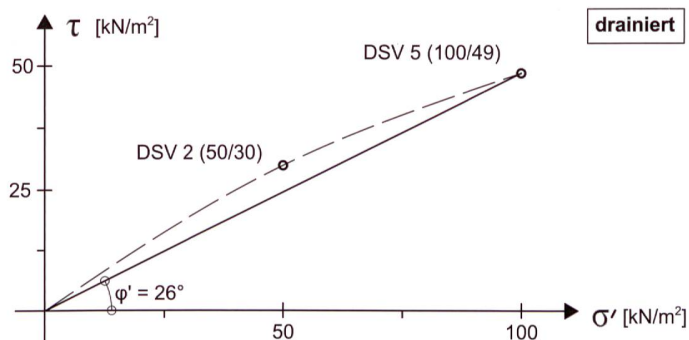
undrainierte Scherfestigkeit dem tatsächlichen Scherwiderstand des Tonmaterials entsprach oder ob, bedingt durch die Versuchsanordnung, diese überschätzt wurde.

FAZIT

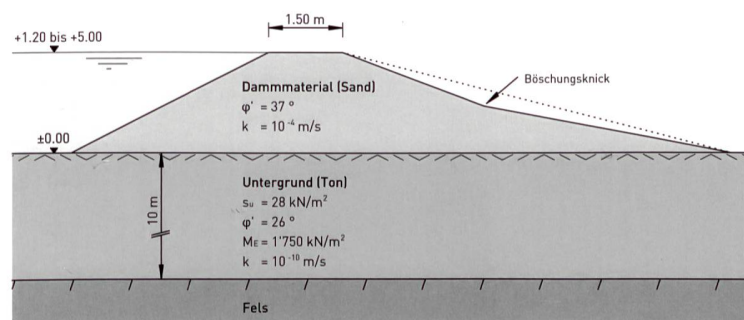
Die durchgeführten Analysen und Berechnungen zeigten die Machbarkeit des Damms. Die Anforderungen an das Bauwerk lassen sich mit dem vorgegebenen, aber nicht optimalen Material auf dem nur bedingt tragfähigen Untergrund erfüllen. Der Nachweis gelang vor allem dank der ausführlichen Bestimmung der Eigenschaften des vorhandenen Materials im Labor.



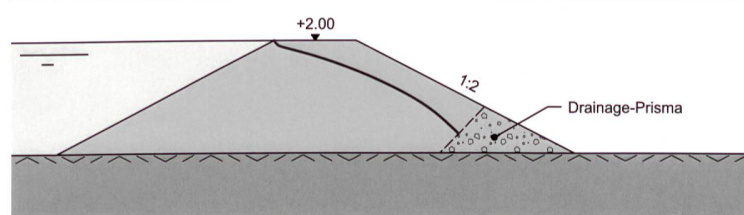
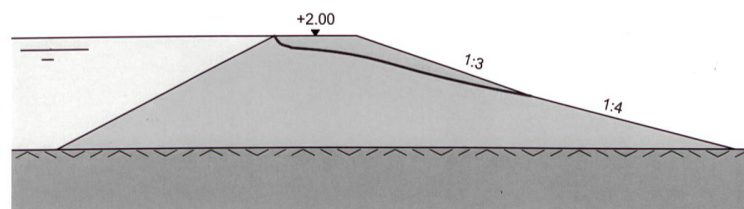
02



03



04



05

Embankment for a flood retention basin

In the interests of flood safety, a channel in Balzers (Liechtenstein) needs to be dammed. Based on the hazard scenarios, a set of soil properties were identified with laboratory tests. To this end, soil samples from the existing substrate and from the planned dam material were investigated. The consistency limits, stiffness and shear strength of the very fine-grained substrate material were determined. The protective embankment should be constructed from locally available material. For the Bachelor's thesis, a sandy substitute material was used. Grading the slope allows the material usage to be optimized while drainage at the base of the embankment has a positive impact on the position of the seepage line. Although the settlement of the dam amounts to approximately 10% of the dam height, the neighboring structures are located at a sufficient distance. The fine-grained nature of the substrate material could potentially lead to a static bearing capacity failure, although this was not confirmed by the computational analysis.

01 Durchgeführte Laborversuche am Untergrund- und Dammmaterial

02 Situation der ausgeschiedenen Retentionsfläche mit dem geplanten Dammverlauf (Balzers FL)

03 Drainierte (oben) und undrainierte (unten) Scherfestigkeit des Untergrundmaterials anhand von Direktscherversuchen

04 Baugrundmodell mit den ermittelten Bodenkennwerten für die Bemessungssituation im voll eingestauten Zustand

05 Lage der Sickerlinie für den zwei Meter hohen Damm ohne (oben) und mit Drainage-Prisma (unten)