

JAHRESBERICHT

Januar 2009 bis Dezember 2010

Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK)
ETH Zürich
Institute of Structural Engineering
ETH Zurich

Zürich, März 2011

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT (FOREWORD)	_____	5
LEHRE		
Vorlesungen	_____	7
Projektarbeiten	_____	14
Master of Advanced Studies (MAS)	_____	26
FORSCHUNG (RESEARCH)	_____	28
VERANSTALTUNGEN		
Kolloquium Baustatik und Konstruktion	_____	77
Interne Anlässe des IBK	_____	78
Weitere Veranstaltungen	_____	79
ANHANG		
Organigramm	_____	84
Institutsangehörige	_____	85
Akademische Gäste, Gastvorträge	_____	87
Abgeschlossene Dissertationen	_____	88
Ehrungen	_____	89
Institutspublikationen	_____	90
Neuerschienene Autographien	_____	97
Beiträge in Fachzeitschriften und in Tagungsunterlagen	_____	98
Vorträge von Institutsangehörigen	_____	109
Dienstleistungen	_____	117

VORWORT

Es freut uns, Sie mit unserem Zweijahresbericht über die Tätigkeiten unseres Instituts orientieren zu dürfen. In Übereinstimmung mit den neuen Semesterterminen haben wir das Ende des Berichtszeitraums auf Ende Dezember verschoben. In den Berichtszeitraum fallen die Verabschiedung der Kollegen Prof. Dr. A. Dazio, Assistenzprofessor für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen (31.1.2010) und Prof. Dr. M. H. Faber, ordentlicher Professor für Risiko und Sicherheit (31.12.2010). Alessandro Dazio ist neu in Italien an der ROSE School in Pavia tätig und Michael Faber hat eine leitende Stelle an der Danmarks Tekniske Universitet (DTU) in Lyngby angenommen. Wir wünschen den beiden Kollegen weiterhin viel Erfolg bei ihrer Tätigkeit. Die Schulleitung und das Departement haben beschlossen, die beiden Stellen wieder zu besetzen. Wir hoffen, Ihnen im nächsten Jahresbericht die neuen Kolleg(inn)en vorstellen zu können.

Der ETH-Rat hat am 18.5.2010 Herrn Dr. Andrea Frangi zum Titularprofessor ernannt. Die Ernennung von Dr. Frangi zum Titularprofessor stärkt den Fachbereich des konstruktiven Holzbaus an der ETH Zürich und zeigt das Engagement der ETH Zürich im Bereich Holzbau in Lehre und Forschung. Am 1.8.2010 hat Frau Dr. Eleni Chatzi ihr Amt als Assistenzprofessorin für Strukturmechanik angetreten. Sie konnte dank der grosszügigen Unterstützung der Albert Lück-Stiftung ans IBK gewählt werden. Sie hat mit sehr viel Elan begonnen und arbeitet mit ersten Doktorierenden an spannenden Projekten. Wir wünschen ihr viel Erfolg und freuen uns auf die gute Zusammenarbeit und den Ausbau dieses für die Konstruktion zentralen Bereiches.

Die Anzahl der neueintretenden Studierenden ist markant angestiegen. In diesem Herbst haben 185 Studierende das Bauingenieurstudium angefangen. Wir sind überzeugt, dass die Praxis diese hoffnungsvollen Talente nach dem Studium mit ansprechenden Aufgaben begeistern wird.

Die im Zweijahresbericht dargestellten Leistungen waren nur dank dem grossartigen Einsatz aller unserer motivierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie der Unterstützung durch die ETH und nicht zuletzt durch Sie möglich; dafür möchten wir herzlich danken.

Zürich, Dezember 2010

FOREWORD

We are pleased to inform you of the activities of the Institute of Structural Engineering (IBK) through our biennial report. To coincide with the semester period we have changed the end of the report period to the end of December. In the reported period Dr. Alessandro Dazio, Assistant Professor of Structural Dynamics and Seismic Engineering (31st January 2010) and Professor Michael H. Faber (31st December 2010) have left IBK. Prof. Faber has accepted an appointment as Head of Department at the Danmarks Tekniske Universitet (DTU) in Lyngby. Dr. Dazio now holds the position of Deputy Director at the ROSE School in Pavia (Italy). We wish them much success and satisfaction in their new positions.

May 18, 2010 the ETH Board appointed Dr. Andrea Frangi to the position of Titular Professor. His appointment strengthens our activities in structural timber engineering at IBK and is a sign of the involvement of ETH in teaching and research in the field of timber structures. At the beginning of August 2010 Prof. Eleni Chatzi started her work as Assistant Professor in Structural Mechanics at IBK. Her position was made possible by a generous grant from the Albert Lueck Foundation. She has started with much enthusiasm and is developing challenging research topics together with her PhD students. We wish our new young colleague every success and are very much looking forward to the future development of structural mechanics as a core discipline in structural engineering.

The previously low number of students starting in civil engineering has increased significantly. 185 students began their studies in autumn 2010. We are committed to motivating and supporting talented students to successfully complete their course in civil engineering. After graduation it will be the responsibility of you, our partners in engineering practice, to support their personal and professional development and to inspire them with fascinating projects.

The results presented in this biennial report are all products of team work with our motivated collaborators and partners. We would like to sincerely thank all members of the institute, ETH and all our partners for their support.

Prof. Dr. Mario Fontana,
Vorsteher Oktober 2008 – Dezember 2010

LEHRE

Vorlesungen

Die Dozenten des IBK betreuen hauptsächlich Lehrveranstaltungen des Studiengangs Bauingenieurwissenschaften des Departements Bau, Umwelt und Geomatik.

Verwendete Abkürzungen für die Stunden:

V = Vorlesungen; U = Übungen; G = Vorlesung mit Übungen.

Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

Faber, M.H. 2. Sem. BSc
Nr. 101-0012-00L 4 G

Ziel:

Einführung in die Stochastik, Umgang mit Zufallsvariablen, Kennenlernen der wichtigsten Verteilungen und der grundlegenden Schätz- und Testverfahren, Einführung in die Bayes'sche Statistik, Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie, Einführung in die Entscheidungstheorie.

Inhalt:

Deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Zufallsvariablen und Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen, diskrete und stetige Verteilungen, Testen von Hypothesen, Schätzen von Verteilungsparametern, Einführung in die Bayes'sche Statistik, Zuverlässigkeit einfacher Systeme, Grundlagen der Entscheidungstheorie.

Baustatik I

Marti, P. (HS 2009) 3. Sem. BSc
Knobloch, M. (HS 2010)
Nr. 101-0113-00L 2 V + 2 U

Ziel:

Verständnis des Tragverhaltens von Stabtragwerken im elastischen Zustand; sichere Anwendung der Gleichgewichtsbedingungen; Fähigkeit, elastische Formänderungen berechnen zu können; Beherrschen der Kraftmethode zur Berechnung von statisch unbestimmten Tragwerken.

Inhalt:

Einführung; Reaktionen und Schnittgrößen; Bogen und Seile; Fachwerke; Einflusslinien; Spannungen und Verformungen; Biegung und Achsialkraft; Querkraft und Torsion; Biegelinie; Arbeitsgleichung; Prinzip der virtuellen Arbeiten; statisch unbestimmte Systeme.

Stahlbau I

Fontana, M. 4. Sem. BSc
Nr. 101-0134-00L 4 G

Verständnis der Grundlagen der Stahlbauweise mit den zugehörigen Festigkeits- und Stabilitätsproblemen. Die Schwerpunkte liegen beim Aufzeigen der Überlegungen und Hintergründe für die Bemessung von Bauteilen, sowie beim konstruktiven Verständnis und dem Erkennen der Wechselwirkungen zwischen konstruktiver Ausbildung und statischer Modellbildung. Über die Art des Konstruierens und Bauens in Stahl soll in die ingenieurmässige Denkweise eingeführt werden. Entsprechende Übungen vertiefen das Verständnis und die Vorgehensweise für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken in Stahl.

Baustatik II

Marti, P. 4. Sem. BSc
Nr. 101-0114-00L 3 G

Ziel:

Beherrschen der Methoden zur Berechnung statisch unbestimmter Stabtragwerke; Erweiterung des Verständnisses des Tragverhaltens von Stabtragwerken durch Einbezug nichtlinearer Effekte; Fähigkeit, Resultate numerischer Berechnungen vernünftig zu interpretieren und zu kontrollieren.

Inhalt:

Lineare Statik der Stabtragwerke: Kraftmethode, Deformationsmethode, Matrizenstatik. Nichtlineare Statik der Stabtragwerke: Elastisch-plastische Systeme, Fließbedingungen, Traglastverfahren, Stabilität.

Stahlbau II

Fontana, M. 5. Sem. BSc
 Nr. 101-0135-01L 3 G

Stahlbau Grundzüge II:
 Verständnis der theoretischen Grundlagen und konstruktiven Belange von Vollwand-, Fachwerk- und Verbundträgern. Erkennen und meistern von Krafteinleitungs- und Umlenkproblemen, als Grundlage für die Vorlesung Hallenbauten.

Hallenbauten:
 Vermittlung der Grundzüge für den ingenieurmässigen Entwurf, die Bemessung, Stabilisierung und die konstruktive Durchbildung von Hallenbauten in Stahlbauweise.

Es wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Bauwerke angestrebt, welche den vielfältigen Anforderungen aus Architektur, Betrieb, Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit usw. Rechnung trägt. Die Studierenden sind in der Lage eine einfache Stahlhalle zu entwerfen, zu konstruieren und zu bemessen.

Stahlbeton I

Marti, P. (HS 2009) 5. Sem. BSc
 Seelhofer, H. (HS 2010) 4 G
 Nr. 101-0125-00L

Ziel:
 Kenntnis der Baustoffe Beton und Betonstahl sowie Verständnis ihres Zusammenwirkens; Erfassung des Tragverhaltens typischer Bauteile; Kenntnis elementarer Modellvorstellungen und Fähigkeit zur Anwendung derselben auf praktische Problemstellungen; sichere Bemessung und sinnvolle konstruktive Durchbildung einfacher Tragwerke.

Inhalt:
 Einführung; Biegung; Querkraft; Biegung und Querkraft; Normalkraft; Biegung mit Normalkraft; Stützen; Torsion; Torsion und kombinierte Beanspruchungen; Scheiben; Beton; Betonstahl.

CAD für Bauingenieure

Vogel, T. und Hamel, K.-H. 5. Sem. BSc
 Nr. 101-0185-01L 2 G

Das Ziel des Kurses besteht in der Vermittlung grundlegender Kenntnisse im Umgang mit CAD-Software und dem Erlangen eines ausgeprägten räumlichen Vorstellungsvermögens zur Realisierung konstruktiv anspruchsvoller Zeichnungen. Der Kurs soll die Studierenden in die Lage versetzen, in 2D und 3D konstruieren zu können, abgabefertige Pläne anzufertigen und das Bewehrungsmodul zu beherrschen. In Bachelor-, Projekt- und Master-Arbeiten sowie allfälligen Praktika anstehende technische Zeichnungen können dann von den Studierenden selbstständig am PC erstellt werden.

Stahlbeton II

Marti, P. 6. Sem. BSc
 Nr. 101-0126-01L 4 G

Ziel:
 Erfassung der Tragwirkung von Platten; Kenntnis der Vorspanntechnik; sichere Bemessung und sinnvolle konstruktive Durchbildung typischer Tragwerke des Hochbaus.

Inhalt:
 Platten; Vorspannung.

Entwurf

Vogel, T. und Figi, H. 1. Sem. MSc
 Nr. 101-0007-00L 3 G

Vermittlung einheitlicher Vorgehensweisen zur Bearbeitung typischer Problemstellungen der Bauingenieurwissenschaften. Konsolidierung des Wissens aus dem Bachelorstudium; Integration von Bachelors anderer Hochschulen. Üben des ganzheitlichen Ansatzes des Entwurfs, paralleles und iteratives Arbeiten auf verschiedenen Detaillierungsebenen. Einbeziehen unterschiedlicher Wissens- und Erfahrungsbereiche.

Stahlbeton III (Vertiefung in Konstruktion)

Jäger, T. 1. Sem. MSc
Nr. 101-0127-00L 2 G

Ziel:
Vertiefung der Kenntnisse des Tragverhaltens von Stahlbeton und Spannbeton. Befähigung zur zweckmässigen Anwendung von Spannungsfeldern bei der Bemessung und konstruktiven Durchbildung von komplexen Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.

Inhalt:
Grundlagen; Spannungsfelder; Verformungen.

Stahlbau III (Vertiefung in Konstruktion)

Fontana, M. 1. Sem. MSc
Nr. 101-0137-00L 2 G

Vertiefen und Erweitern der theoretischen Grundlagen und konstruktiven Belange des Stahlbaus unter Einbezug ausführungstechnischer und wirtschaftlicher Aspekte. Im Speziellen: konstruktive Gestaltung und Bemessung von Kranbahnen. Verbundbauteile im Hochbau (Verbundträger, Verbundstützen, Verbundblechdecken), Teilverbund, Gebrauchstauglichkeit. Brandschutz: Brandschutzziele und -konzepte, die Einwirkung Brand, Feuerwiderstandberechnung von Verbundbauteilen. Ergänzungen zu Stabilitätsproblemen. Profilbleche und Kaltprofile als Tragelemente, Konstruktion und Bemessung als Biege- resp. Schubelemente. Oberflächenschutz von Stahlbauteilen. Qualitätssicherung und Preisbildung.

Risk and Safety in Engineering

Faber, M.H. (HS 2009) 1. Sem. MSc
Köhler, J. und Faber, M.H. (HS 2010)
Nr. 101-0187-00L 2 G

Grundlegende Wahrscheinlichkeitstheorie, Risikerkennung und logische Bäume, Zuverlässigkeit technischer Komponenten, Methoden struktureller Zuverlässigkeit, EDV basierte Zuverlässigkeitsbe-

rechnungen, Einführung der zeitvarianten Zuverlässigkeitstheorie, erweiterte Methoden in der Risikoanalyse, Bayes'sche Netze, Entscheidungsanalyse, strukturelle Zuverlässigkeitsanwendung, Risiko basierte Inspektions- und Instandhaltungsplanung, Aspekte über Risikoakzeptierbarkeit und menschlichem Versagen.

Tragwerksdynamik und Schwingungsprobleme

(Vertiefung in Konstruktion)

Dazio, A. (HS 2009) 1. Sem. MSc
Nr. 101-0157-01L 2 G

Vermittlung der theoretischen Grundlagen und eines intuitiven Verständnisses der linearen Dynamik. Modellbildung, Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden, Übertragungsfunktionen, periodische und allgemeine Anregung, Modalanalyse, Rayleigh-Quotient, kontinuierliche Systeme. Einführung in Schwingungsprobleme bei Bauwerken. Übersicht über Bauwerkschwingungen infolge von Maschinen, menschlichen Körperbewegungen, Wind, usw. Einsatz von Schwingungstilgern. Sensibilisierung für das Auftreten und die Auswirkungen von Schwingungen bei Bauwerken.

Tragwerksdynamik und Schwingungsprobleme

(Vertiefung in Konstruktion)

Weber, B. (HS 2010) 1. Sem. MSc
Nr. 101-0157-01L 2 G

Teil 1:
Grundlagen der elastischen Tragwerksdynamik für Ein- und Mehrmassenschwinger unter harmonischer, periodischer, kurzer und seismischer Anregung.

Teil 2:
Theorie und praktischen Empfehlungen zur Lösung von Schwingungsproblemen „lebhafter“ Tragwerken (Fussgängerbrücken, Decken, usw.) verursacht durch Menschen, Maschinen oder Wind. Labordeemonstration eines Schwingungstilgers.

Holz und Holzwerkstoffe
(Vertiefung in Werkstoffe und Mechnik)

Frangi, A., Fontana, M., Niemz, P. 1. Sem. MSc
und Steiger, R.
Nr. 101-0637-01L 2 G

Holz ist ein anisotroper poröser Werkstoff. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die charakteristischen Eigenschaften des Holzes besser kennenzulernen, um den Werkstoff optimal im Holzbau einsetzen zu können. Im Speziellen: Geschichte des Holzes im Bauwesen, ökologische Aspekte des Holzbaus, Gefüge des Holzes und der Holzwerkstoffe, Trocknen und Feuchtigkeitsaufnahme, Schwinden, mechanisches Verhalten, viskoelastisches Verhalten, Bruchmechanik, Ermüdung, Holzabbau und Holzschutz, zerstörende Mechanismen, konstruktiver und chemischer Holzschutz, oberflächentechnologische Massnahmen, Brandverhalten und Brandschutz, Verbund Holz-Beton.

Erdbebensicherung von Bauwerken I
(Vertiefung in Konstruktion)

Dazio, A. und Wenk, T. (FS 2009) 2. Sem. MSc
Wenk, T. (FS 2010)
Nr. 101-0188-00L 2 G

Einführung in die Grundlagen des Erdbebeningenieurwesens. Seismologische Grundlagen, Antwortspektren und Duktilität. Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten. Berechnung von Hochbauten mittels linearen Normverfahren wie Ersatzkraft- und Antwortspektrenverfahren. Bemessung und konstruktive Durchbildung von Hochbauten, vor allem aus Stahlbeton, anhand der Theorie der Kapazitätsbemessung.

Method of Finite Elements I
(Vertiefung in Konstruktion)

Faber, M.H. (FS 2009) 2. Sem. MSc
Mojsilović, N. (FS 2010)
Nr. 101-0158-01L 2 G

Aims:
Impart basic theoretical concepts of the Method of Finite Elements and present alternative problem solving procedures. Introduce linear finite element models for truss and continuum elements and their application to structural elements including beams, shells and plates. Apply the Method of Finite Elements to practical problems by means of accompanying exercises using common software packages.

Contents:
Matrices and linear algebra – short review. Basic concepts of engineering analysis. Formulation of the Method of Finite Elements. Isoparametric finite elements. Convergence considerations. Practical application of the Method of Finite Elements.

Holzbau
(Vertiefung in Konstruktion)

Frangi, A. 2. Sem. MSc
Nr. 101-0168-00L 2 G

Verständnis der theoretischen Grundlagen und der konstruktiven Belange des Ingenieur-Holzbaus. Erkennen der holzspezifischen Besonderheiten, insbesondere der Anisotropie, der Schwind- und Quellverformungen und der Langzeiteinflüsse sowie deren konstruktive und bemessungstechnische Bewältigung. Entwurf, Konstruktion und Bemessung von Dach, Hallen und Brückenbauten.

Baustatik III

(Vertiefung in Konstruktion)

Marti, P. (HS 2009) 2. Sem. MSc
 Heinzmann, D., Etter, S. und Zweidler, S. (HS 2010)
 Nr. 101-0117-00L 2 G

Ziel:

Vertiefung des Verständnisses des Tragverhaltens von Stabtragwerken. Systematische Behandlung elementarer und kombinierter Tragwirkungen von schlanken, elastischen Stabtragwerken.

Inhalt:

Stabdehnung, Schubträger, Torsion, Biegeträger, Seile, Bogen und Ringe, Schub- und Biegeträger, Seilwirkung und Biegung.

Hochbau

(Vertiefung in Konstruktion)

Steurer, A. (FS 2009) 2. Sem. MSc
 Steurer, A. und Meyer, D. (FS 2010)
 Nr. 101-0148-01L 2 G

1. Teil:

Einführung in die Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Tragwerk, Erkennen und Qualifizieren der relevanten Zusammenhänge, Stellung, Einfluss und Bedeutung des Ingenieurs. Zusammenspiel der Baubeteiligten und Konsequenzen für den Entwurf und die Konzeption des Tragwerks. Auswahl an Tragwerksformen im Spiegel der möglichen Einflussgrößen.

2. Teil:

Tragendes Mauerwerk – Geschichte; Materialtechnologie; Normalkraftbeanspruchung; Schubbeanspruchung; kombinierte Beanspruchung; bewehrtes und vorgespanntes Mauerwerk.

Brückenbau

(Vertiefung in Konstruktion)

Vogel, T. und Fontana, M. 2. Sem. MSc
 Nr. 101-0138-00L 4 G

Ziel:

Überblick über die Grundlagen der Projektierung und Ausführung von Brücken in Stahlbeton-, Stahl- und Verbundbauweise; Einführung in den Entwurfsprozess; Kenntnis der wichtigsten Bauverfahren und der Funktion der einzelnen Bauteile.

Inhalt:

Einführung, historischer Rückblick, Entwurfsrandbedingungen und -anforderungen, Tragwerksanalyse und Bemessung, Brücken als Raumtragwerke, Brückenüberbau, Brückenausbau.

Verbundbrücken; Vollwandträger, Querträger, Montage Stahl- und Verbundbrücken.

Balkenbrücken, Freivorbaubrücken, Bogenbrücken, Rahmen- und Plattenbrücken, Schrägkabelbrücken, schiefe und gekrümmte Brücken, externe Vorspannung, Pfeiler, Widerlager, Foundationen.

Fussgänger- und Eisenbahnbrücken.

Erhaltung von Tragwerken

(Vertiefung in Konstruktion)

Vogel, T. 2. Sem. MSc
 Nr. 101-0129-00L 2 G

Ziel:

Behandlung des Themenkreises primär aus der Sicht des projektierenden Ingenieurs eines Einzelbauwerks. Erarbeitung einer systematischen Vorgehensweise für Erhaltungsprojekte. Vertiefung im Massivbau und Erweiterung auf andere Bauweisen. Sichtbarmachung der Schnittstellen mit Bauherr, Architekt, Unternehmer und Spezialisten.

Inhalt:

Systematik der Erhaltung, Überprüfung (Zustandserfassung, Zustandsbeurteilung, Massnahmenempfehlung), zerstörungsfreie Prüfmethoden, rechnerische Untersuchungen, Natursteinmauerwerk, Verstärkungsmassnahmen (insb. Klebebewehrung).

Flächentragwerke

(Vertiefung in Konstruktion)

Vogel, T. und Fricker, S. 2. Sem. MSc
 Nr. 101-0149-00L 2 G

Ziel:

Verständnis des Tragverhaltens von Flächentragwerken in den wichtigsten Grundzügen; Kenntnis typischer Anwendungen in verschiedenen Materialien; Fähigkeit, Resultate numerischer Berechnungen vernünftig interpretieren und kontrollieren zu können; Eröffnung des Zugangs zur Fachliteratur.

Inhalt:

Elastische Scheiben (kartesische und Polarkoordinaten), Kinematik Scheiben, Faltwerke, Kirchhoffsche Platten, rotationssymmetrische Platten, dünne elastische Platten mit grossen Durchbiegungen, Geometrie der gekrümmten Fläche, Schalen (Grundlagen, Membrantheorie, Biegetheorie, Formfindung).

Erdbebensicherung von Bauwerken II

(Vertiefung in Konstruktion)

Dazio, A. und Wenk, T. (HS 2009) 3. Sem. MSc
 Nr. 101-0189-00L 2 G

Ausgewählte Kapitel des Erdbebeningenieurwesens. Nichtlineare statische und dynamische Analyseverfahren von Tragwerken. Verformungsverhalten und Erdbebenbemessung von Mauerwerksbauten. Risikobasierte Überprüfung und Ertüchtigung von bestehenden Gebäuden. Erdbebenbemessung von Brücken. Grundlagen der seismischen Isolierung.

Mauerwerk

(Vertiefung in Konstruktion)

Mojsilović, N. 3. Sem. MSc
 Nr. 101-0119-00L 2 G

Ziel:

Erwerbung der Kenntnisse des Tragverhaltens von Mauerwerk und seiner Komponenten. Befähigung zur zweckmässigen Anwendung von theoretischen

Ansätzen bei der Bemessung und konstruktiven Durchbildung von Mauerwerkstragwerken. Befähigung zum praktischen Umgang mit Mauerwerk anhand von Übungen.

Inhalt:

Entwicklung des Mauerwerkbaus; Konstruktion und Ausführung; Baustoffe; Tragverhalten und Modellbildung; Tragwerksanalyse und Bemessung; bewehrtes Mauerwerk.

Method of Finite Elements II

(Vertiefung in Konstruktion)

Faber, M.H. (HS 2009) 3. Sem. MSc
 Chatzi, E.N. (HS 2010)
 Nr. 101-0159-00L 2 G

Basic theoretical and procedural concepts of the finite element method for the analysis of nonlinear and dynamic structural engineering systems are introduced. Kinematic and material nonlinear effects of relevance to structural engineering are included. Furthermore, formulations for the dynamic analysis of structures in terms of modal and time domain analyses are outlined.

This lecture introduces basic theoretical but also procedural concepts behind the formulation and use of the finite element method for the analysis of nonlinear and/or dynamic structural engineering systems. Finite element formulations including kinematic and material nonlinear effects of relevance to structural engineering are introduced. Furthermore, finite element formulations for the dynamic analysis of structures in terms of modal and time domain analyses are outlined. The application of the finite element method to different types of nonlinear and/or dynamic analysis for structural engineering problems is illustrated through exercises.

Introduction to finite element nonlinear analysis in structural engineering

- Formulation and solution of nonlinear problems
- Nonlinear constitutive relations
- Dynamic finite element analysis
- Solution of eigenvalue problems
- Practical application of finite element methods of nonlinear and/or dynamic analysis.

Probabilistics in Engineering

Faber, M.H. (HS 2009)
Nr. 101-1110-00L

Doktorat

The lectures address each year different advanced topics in probabilistic engineering analysis and decision making. During the course each student participates actively in the lectures through literature research, presentations and discussions. In turn each student will give at least one presentation related to the topic during the course. Exercises are developed and solved by the students jointly.

HS 2009: Bayesian networks and Bayesian hierarchical analysis in engineering.

Seminars on Aspects of Integral Risk Management in Engineering

Faber, M.H. (HS 2009)
Nr. 101-1189-00L

Doktorat

Researchers within the ETH domain working on aspects of integral risk management in engineering, e.g. in competence centres such as HAZNETH and LSA, are invited to present their recent research results. The seminars especially address young researchers and provides a platform for sharing knowledge and achieving synergy across the borders of research and application areas.

Projektarbeiten

In der Berichtsperiode wurden erstmals alle Projektarbeiten nach den Studienreglementen 2003 und 2006 für den Bachelor- bzw. Masterstudiengang durchgeführt. Die folgende Aufstellung enthält nebst den Themen die jeweilige Anzahl der beteiligten Studentinnen und Studenten und bei den Master-Arbeiten ihre Namen. Die mit einem Stern bezeichneten Arbeiten werden in der Folge näher beschrieben und illustriert.

Projektarbeiten Bachelor

FS 2009

Prof. T. Vogel
- Berechne und baue eine Brücke und belaste sie bis zum Bruch 24

FS 2010

Prof. Dr. M.H. Faber
- Angewandte Methoden zur Beurteilung der Materialeigenschaften von Bauholz* 23

Prof. Dr. P. Marti
- Schulhäuser* 11

Bachelor-Arbeiten

FS 2009

Prof. Dr. M.H. Faber
- Untersuchung von Modellen zur Bestimmung von Schneehöhe und -druck* 1

Prof. Dr. P. Marti
- Ersatz der Landbrücke in Visp* 11

Prof. T. Vogel
- Ausgewählte Ingenieurbauwerke in der Stadt Zürich 5

HS 2009

Prof. Dr. P. Marti
- Vorgespannte Decke eines Industriebäudes 1

FS 2010

Prof. Dr. M. Fontana
- Entwurf und Bemessung eines neuen Werkstattgebäudes am Flughafen Zürich 14

Prof. T. Vogel
- Ausgewählte Ingenieurbauwerke in der Stadt Zürich 9
- Zustandserfassung und -beurteilung der Reussbrücke Gnadenthal* 4

Projektarbeiten Master

FS 2009

Prof. Dr. M. Fontana
- Entwicklung neuartiger Lösungen für vollautomatische Parkhaussysteme 4
- Verhalten von Keilzinkenverbindungen bei hohen Temperaturen 1
- Brandverhalten von brennbaren Dämmstoffen 2

Prof. Dr. P. Marti
- Ersatz der Landbrücke in Visp 1

Prof. T. Vogel (mit J. Conzett)
- Neubau des Landwasserviadukts* 8

HS 2009

Prof. Dr. M.H. Faber
- Evaluation of Structural Robustness for Steel Framed High Rise Buildings 2

Prof. Dr. M. Fontana
- Neue Fuss- und Radwegbrücke am Birschöpfli 4
- Neuer Fussgängersteg „Rotten“ bei Milljere 4

Prof. Dr. P. Marti
- Echtzeit-Monitoring von Vortriebsrohren mit Holzfügen 1
- Bridge with Prestressed Concrete Tension Tie 1

FS 2010

Prof. Dr. M. Fontana
- Aufstockung des HPP-Gebäudes auf dem Hönningerberg* 9

Prof. Dr. P. Marti
- Stahlbetonhochbauten: Abtragung von Erdbebeneinwirkungen in den Baugrund* 1
- Belastungsversuche an Tensairity-Trägern 3

Prof. T. Vogel
- Überprüfung von Steinschlagschutzgalerien am Lopper 2
- Optimierung von Form und Stabilität eines Betonkanals 1
- Ermüdungsverhalten von Beton unter Druckbeanspruchung 1
- Übereinstimmung der Betonnormen EN 1992-1 und SIA 262 1

HS 2010

Prof. Dr. M. Fontana
- Progressive Collapse 1
- Tragwerksentwurf der neuen Messehalle Basel 8

Prof. Dr. A. Frangi
- Vorgespannte Holzkonstruktionen 2
- Vorgespannte Holz-Beton-Verbundbrücken 2
- Faserverstärktes BSH 2
- Brandverhalten von brennbaren Dämmstoffen 2

Master-Arbeiten**FS 2009**

Prof. Dr. A. Dazio
- Bewehrte Mauerwerkswände: Entwurf, Bemessung und grossmassstäbliche Versuche*
*Bernard Braun*¹⁾
*Michael Rupp*¹⁾
- Evaluation von Näherungsverfahren zur Seismischen Analyse von MDOF Brückensystemen
*Angelo Berweger*¹⁾
- A Finite Element Model Evaluation of the Dynamic Behaviour of One-story Adobe Dwellings Reinforced with Polymer Grid
Sandra Vecchi

- Nichtlineare seismische Analyse eines bestehenden Spitalgebäudes
Benjamin Wäfler

Prof. Dr. M.H. Faber
- Zustandsbewertung von Windenergieanlagen durch Monitoringdaten*
*Gianluca De Sanctis*¹⁾
- Beurteilung der Zuverlässigkeit von Talsperren
Maximilian Rengel

Prof. Dr. M. Fontana
- Projektierung der Pilatushalle
Luca Lafranchi
Alessio Indemini
Andrea Ricciardi
- Tragverhalten von ausgeklinkten Vollholz- und Brettschichtholzträgern
*Matthias Theiler*¹⁾
- Stabilität von stabförmigen Holzbauteilen unter Druckbeanspruchung
Andrea Schuler
- Feuerwiderstand betongefüllter Stahlhohlprofilstützen mit Stahlkern*
*Martin Neuenschwander*¹⁾

Prof. Dr. P. Marti
- Durchstanzverhalten von Stahlbetonplatten*
*Sebastian Villiger*⁵⁾
- Etude sur la résistance à l'effort tranchant
*Andrea Anastasi*¹⁾
- Ersatz der Landbrücke in Visp
Pierre-Cédric Cordonier
- Das Konferenzgebäude der UNESCO
*Lorenz B. Kocher*¹⁾

Prof. T. Vogel
- Neubau der Tamina Brücke zwischen Pfäfers und Valens
Fabiana Gianora
Tino Tschenett
Roberto Schürch
Thomas Merz
- Ponte Moesa – Warum eine Brücke auch ohne nennenswerte Vorspannung trägt
Stephan Fäh
- Bestimmung der Rissentwicklung in Stahlbetonplatten mit der Schallemissionsanalyse
Viviane Koller

FS 2010

Prof. Dr. M.H. Faber

- Bayes'sche Netze als alternative Methoden der maschinellen Festigkeitssortierung von Bauholz
Marc Schlosser ¹⁾
- Versuche an geschlitzten Mauerwerkselementen
Dario Geisseler ²⁾

Prof. Dr. M. Fontana

- Abplatzverhalten von normal- und hochfesten Betonen bei erhöhten Temperaturen
Cornel Zürcher ¹⁾

Prof. Dr. A. Frangi

- Tragverhalten von faserverstärktem Brettschichtholz
Corina Hess ¹⁾
- Tragverhalten von vorgespannten Holzkonstruktionen*
Roman Schneider ³⁾

Prof. Dr. P. Marti

- Parkhaus Bärenplatz, Kreuzlingen
Linda Cavin
Robert Koppitz

- SBB Brücke über die Emme
Stefan Hung ^{2) 5)}

- Aaresteg Mülimatt, Brugg

Luca Nisoli

Mathieu Paratte

- Hochhäuser in Nordamerika

Michel A. Pauli ⁴⁾

Prof. T. Vogel

- Überprüfung von Steinschlagschutzgalerien am Lopper*

Christina Röthlin

Tibor Sipos

- Thurbrücke Umfahrung Wattwil

Roger Gämperli

Matthias Wielatt ¹⁾

Arthur Gremaud

Philippe Reding

- Risslokalisierung in Stahlbetonplatten mit signalbasierter Schallemissionsanalyse

Balz Bauer ^{5) 6)}

- Neubau der ETH am "Oberen Leonhard"

Rafael Kühne

Daniel Rüegg ¹⁾

1) Culmann-Preis

2) Hatt-Bucher-Preis

3) SFS-Award

4) VSV-Preis

5) ETH-Medallie

6) Willy-Studer-Preis, Studiengang-Preis

Projektarbeit Bachelor FS 2010

Angewandte Methoden zur Beurteilung der Materialeigenschaften von Bauholz

Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Assistenten: M. Deublein, G. Fink

Im Rahmen dieser Projektarbeit wurden Untersuchungen hinsichtlich der zerstörungsfrei erkennbaren Materialeigenschaften an Brettern und Kanthölzern der Holzart Fichte in der Bauhalle der ETH Zürich durchgeführt. Dies beinhaltete sowohl die visuelle Begutachtung des Schnittholzes, als auch zerstörungsfreie physikalisch-mechanische Testverfahren wie Messungen der Ultraschall-Geschwindigkeit oder der Eigenfrequenz. Im Anschluss daran wurden die Prüfkörper auf ihre maximale Belastbarkeit geprüft. Dabei wurden je nach Anwendungsziel und Schnittholzdimension zerstörende Zugfestigkeits- und Biegefestigkeitstests durchgeführt und die mechanischen Eigenschaften ermittelt, welche für die Bemessung von Holzkonstruktionen relevant sind.

Die Auswertung der gesammelten Daten der Materialeigenschaften des Holzes erfolgte mit Hilfe statistischer Methoden. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen den zerstörungsfrei messbaren und den zerstörend ermittelten Festigkeitseigenschaften gelegt. Abschliessend wurden die Ergebnisse mit Werten aus der Literatur und anderen existierenden Datensätzen verglichen. Das übergeordnete Ziel dieser Projektarbeit war es, den Studierenden die bauliche Verwendbarkeit des natürlich gewachsenen und modernen Baumaterials Holz anhand von zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfverfahren näherzubringen.



Vierpunkt Biegeprüfung an einem Kantholz.

Projektarbeit Bachelor FS 2010

Schulhäuser

Leitung: Prof. Dr. P. Marti
Assistent: O. Monsch

Im Rahmen einer Projektarbeit wurden von 11 Studierenden des 2. Semesters gruppenweise folgende drei Zürcher Schulhäuser studiert und dokumentiert: Kantonsschulen Freudenberg und Enge, Erweiterungsbau der Schulanlage Falletsche und Schulanlage Leutschenbach. Nach einer gründlichen Einführung in die Thematik besuchten die einzelnen Gruppen anlässlich einer halbtägigen Exkursion „ihr Schulhaus“. Neben eingehenden Erläuterungen zur Aufgabenstellung, wurden nochmals die erwarteten Zielsetzungen formuliert.

Die Auseinandersetzung mit dem Thema „Schulhäuser“ verfolgte das Ziel, bei den Studierenden das Interesse am Schulhausbau zu wecken und das Verständnis für die Tragwirkung, für die konstruktive Durchbildung und für die ausführungstechnischen Aspekte verschiedener Bauweisen zu fördern. Trotz einer vertieften Betrachtungsweise sollte dabei das Entdecken und analytische Beobachten im Vordergrund stehen. Neben dem Begreifen der Tragstruktur bildete auch die Wahrnehmung der Einpassung und Gestaltung der Schulanlagen eine wichtige Zielvorgabe. Die Studierenden sollten „ihr Schulhaus“ und dessen Geschichte im städtebaulichen Kontext mit Neugier und Engagement „erforschen“ und dokumentieren. Weitere Zielsetzungen stellten die Interpretation und Darstellung der Erkenntnisse sowie die Förderung einer effizienten und kreativen Teamarbeit dar.



Kantonsschule Freudenberg.

Bachelor-Arbeit FS 2009

Untersuchung von Modellen zur Bestimmung von Schneehöhe und -druck

Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Assistentin: E. Sabiote

Für die Abwehr von Schneelawinen gibt es im Sinne eines integralen Risikomanagements eine Auswahl an möglichen Massnahmen. Lawinenverbauungen im Anrissgebiet verhindern, dass sich Lawinen lösen können. Wichtige Dimensionierungskriterien sind die Schneehöhe und der davon abhängige Schneedruck.

In dieser Bachelor-Arbeit wurden Modelle für Schneehöhe und -druck auf ihre probabilistischen Eigenschaften untersucht, und deren Vor- und Nachteile dargestellt. Für ausgewählte Modelle wurden Vorschläge gemacht, wie diese probabilistisch ergänzt werden können. Stützwerk und Verbauung wurden als Serie- und Parallelsysteme dargestellt, und vereinfachende Annahmen für ihr Verhalten bei Versagen getroffen. Die Szenarien "Versagen eines Balkens der Stützfläche bzw. einer Stützverbauung" wurden definiert, und auf der Grundlage der Zuverlässigkeitstheorie die Versagenswahrscheinlichkeit berechnet. Mit Modellen zur Schneehöhe wurde die Auslösewahrscheinlichkeit für eine Lawine ermittelt.

Ziel dieser Bachelor-Arbeit war es, den Studierenden die Möglichkeit zur Einarbeitung in die Bereiche Schnee und Lawinen, probabilistische Modellierung von natürlichen Prozessen, die Methoden der modernen Risikobewertung und die Zuverlässigkeitstheorie zu bieten.



Lawinenverbauung in Davos. Foto E. Sabiote.

Bachelor-Arbeit FS 2009

Ersatz Landbrücke in Visp

Leitung: Prof. Dr. P. Marti
Assistenten: D. Heinzmann, S. Etter

Im Rahmen der Bachelor-Arbeit wurde von elf Studierenden in vier Gruppen auf der Grundlage der damals aktuellen Wettbewerbsunterlagen je ein Projektentwurf für einen Ersatzbau der Landbrücke über die Vispa in Visp erarbeitet.

Die heutige Landbrücke stammt aus dem Jahr 1957 und wurde vom bekannten Ingenieur Alexandre Sarrasin projektiert. Die Brücke verläuft schiefwinklig über die Vispa und hat eine Spannweite von ca. 40 m. Wie die Erfahrungen bei den Hochwassern 1993 und 2000 gezeigt haben, besteht für Visp, mit dem aktuellen Zustand der Vispa, ein Schutzdefizit. Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes werden verschiedene Massnahmen vorgeschlagen. Ein Teil des Massnahmenpaketes ist der Ersatz der Landbrücke.

Herausfordernd beim Entwurf der Brücken waren neben den Anforderungen aus der Gefährdung durch Hochwasser insbesondere auch die zahlreichen Randbedingungen aus der gebauten Umwelt, der Bauvorgang (der den Abbruch der bestehenden Brücke und das Verkehrskonzept während dem Bau mit einbezog) und die Einpassung der Brücke in die Umwelt.

Die vielfältigen Lösungen der Studierenden umfassten neben sorgfältig gestalteten Rahmenbrücken aus vorgespanntem Stahlbeton auch eine im Hochwasserfall hydraulisch anhebbare Stahl-Fachwerkbrücke mit einer Stahl-Beton-Verbundkonstruktion als Fahrbahn.



Heutige Landbrücke in Visp.

Bachelor-Arbeit FS 2010

Zustandserfassung und -beurteilung der Reussbrücke Gnadenthal

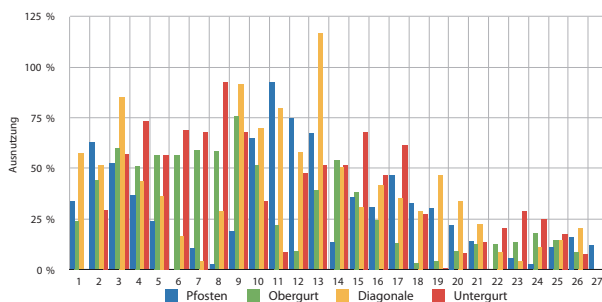
Leitung: Prof. T. Vogel
Assistent: T. Wolf

Die im Jahr 1909 erbaute Reussbrücke Gnadenthal verbindet die Ortschaften Gnadenthal und Stetten. Es handelt sich um eine zweifeldrige Stahlfachwerkbrücke mit einer bewehrten Betonfahrbahnplatte. Ursprünglich für die Last eines 4 t Lastwagens dimensioniert, wurde sie im Laufe des vergangenen Jahrhunderts mehrmals verstärkt und das Tragwerk punktuell instandgesetzt. Heute ist die Brücke in einem schlechten Zustand; Korrosion und mehrere Hochwasserereignisse haben ihr stark zugesetzt. Im Rahmen ihrer Bachelor-Arbeit haben die Studierenden Holger Diederich und Sebastian Eiker sowie Tai Ly und Christian Vögeli in Zweiergruppen jeweils den Zustand der Brücke vor Ort erfasst und die vorhandenen Unterlagen aktualisiert.

Die so gewonnenen Daten flossen in die Zustandsbeurteilung ein. Hierbei wählten die Studierenden geeignete Methoden, die es erlaubten, mit dem erfassten Zustand die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Systematisch wurden so Querschnitte, die bspw. infolge Korrosion geschädigt waren, reduziert und deren Erfüllungsgrad bestimmt.



Reussbrücke (stromabwärts) von Gnadenthal Richtung Stetten blickend.



Darstellung des Erfüllungsgrades aller Fachwerkstäbe eines Längsträgers für eine Lastkombination (Diederich/Eiker).

Projektarbeit Master FS 2009

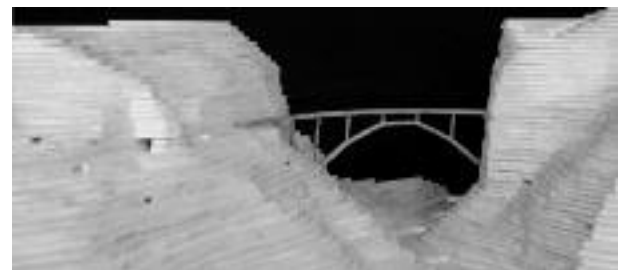
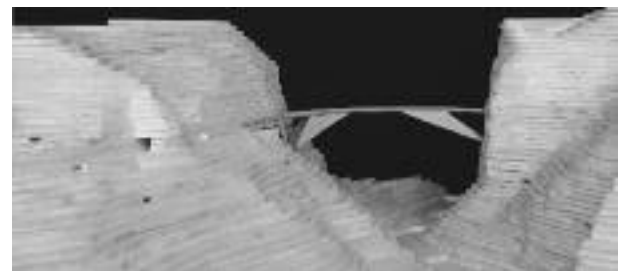
Neubau des Landwasserviadukts

Leitung: J. Conzett, Prof. T. Vogel
Assistent: P. Fehlmann

Der Landwasserviadukt ist eine der populärsten Ikonen schweizerischer Ingenieurbaukunst und ein Kernstück des neuen UNESCO-Weltkulturerbes Albula/Berninabahn. Die Situation des direkt in eine senkrechte Felswand mündenden Viadukts wird durch die Linienführung der Bahnlinie schon fast dramatisch inszeniert: der Viadukt rückt aus dem fahrenden Zug gesehen in wechselnden Perspektiven allmählich näher und wird – weil er eine enge Kurve beschreibt – während der Überfahrt ähnlich wie in einem filmischen Schwenk wahrgenommen.

Das fiktive Thema „Neubau Landwasserviadukt“ erlaubte, diese Brücke aus heutiger Sicht neu zu projektieren und stellte sowohl technisch wie architektonisch eine Herausforderung dar. Das im Rahmen der Projektarbeit erarbeitete Vorprojekt sollte ein Konzept für eine Eisenbahnbrücke in einer gebirgigen Topografie und touristisch attraktiven Landschaft, sowie eine plausible Vordimensionierung der tragenden Teile und Überlegungen zum Bauvorgang umfassen.

Besonders Wert gelegt wurde bei der Erarbeitung der Projekte auf konzeptionelles Denken und das Arbeiten mit Modellen. Fragen des Tragwerksystems, der Stützenstellungen usw. konnten am Modell sehr gut auf technische Schlüssigkeit und landschaftliche Eingliederung beurteilt werden.



Modellfotos zweier Varianten: Sprengwerk (Rafael Kühne und Thomas Rüegger), Bogen (Daniel Rüegg und Roman Schneider).

Projektarbeit Master FS 2010

Aufstockung des HPP-Gebäudes auf dem Hönggerberg

Leitung: Prof. Dr. M. Fontana, D. Meyer
Assistierende: J. Pauli, M. Neuenschwander

Die Projektarbeit Master zur Aufstockung des HPP-Gebäudes auf dem Hönggerberg wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Daniel Meyer vom Büro Dr. Lüchinger und Meyer Bauingenieure AG in der Funktion des externen Dozenten durchgeführt.

Die Studierenden erhielten die Aufgabe, eine Aufstockung bestehend aus einem Hotel für akademische Gäste und einem Panoramarestaurant auf das bestehende Physikhochhaus HPP zu entwerfen. Nach einem umfassenden Variantenstudium jeder der vier eingeschriebenen Zweiergruppen lag der Schwerpunkt der Arbeit auf dem Entwurf und der konstruktiven Umsetzung des ausgewählten Tragwerkes jeder Gruppe für die Aufstockung aus einer leichten Stahl-Beton-Verbundkonstruktion. Dabei stellten insbesondere die auskragenden Gebäudeteile spannende Anforderungen an die Studierenden dar.

Die hervorragende Betreuung durch einen erfahrenen Ingenieur aus der Baupraxis, wie die Studierenden sie durch die Person von Herrn Meyer erfahren durften, hat bei allen beteiligten Gruppen zu guten bis sehr guten Endergebnissen geführt.



Aufstockung auf das HPP-Gebäude in der ausgearbeiteten Variante von L. Moresi + F. Rigamonti.

Projektarbeit Master FS 2010

Stahlbetonhochbauten: Abtragung von Erdbebeneinwirkungen in den Baugrund

Leitung: Prof. Dr. P. Marti
Assistent: D. Heinzmann

Gegenstand der Projektarbeit im Masterstudium von Lukas Blank waren Tragsysteme der Untergeschosse und der Foundation von Stahlbetonhochbauten unter Erdbebeneinwirkung. Ausgehend von einer typologischen Beschreibung von Tragsystemen sollte deren Kraftfluss anhand eines Fallbeispiels eines Industriegebäudes mit Spannungsfeldern und Stringermodellen untersucht werden.

Die Untergeschosse und die Foundation von Stahlbetonhochbauten stellen eine Schnittstelle zwischen der oberirdischen Gebäudetragsstruktur mit dem anstehenden Baugrund dar. Die Erdbebenbemessung beschränkt sich häufig auf die Bemessung und konstruktive Durchbildung der Tragwände, Stützen und Riegel bis zu einem fiktiven Einspannhorizont. Dieser wird üblicherweise auf der Höhe der Geländeoberkante definiert. Die Untergeschosskonstruktion soll dabei in Form eines steifen Fundationskastens die Einspannung der Tragwände garantieren. Allerdings wird der Kraftfluss durch diesen steifen Kasten nur selten verfolgt.

Die Arbeit unterstreicht die Vorteile von Stringermodellvorstellungen bei der Bemessung von Stahlbetontragwerken. Derartige Modelle unterstützen konstruktive Durchbildung und erlauben es, den Kraftfluss übersichtlich aufzuzeigen. Die bemessungsrelevanten Bauteile konnten rasch lokalisiert werden. Beispielsweise führen Aussteifungswände in der Nähe von Treppenhäusern oder Liftschächten zu lokalen Krafteinleitungsproblemen in den Decken der Untergeschosse, welche mit Bedacht konstruktiv durchgebildet werden sollten.

Insgesamt zeigte die Arbeit die Notwendigkeit auf, den Kraftfluss bei der Bemessung eines Stahlbetonhochbaus unter Erdbebeneinwirkung durch den Fundationskasten konsequent bis in den Baugrund zu verfolgen.

Master-Arbeit FS 2009

Bewehrte Mauerwerkswände: Entwurf, Bemessung und grossmassstäbliche Versuche

Leitung: Prof. Dr. A. Dazio
Assistentin: Dr. K. Beyer

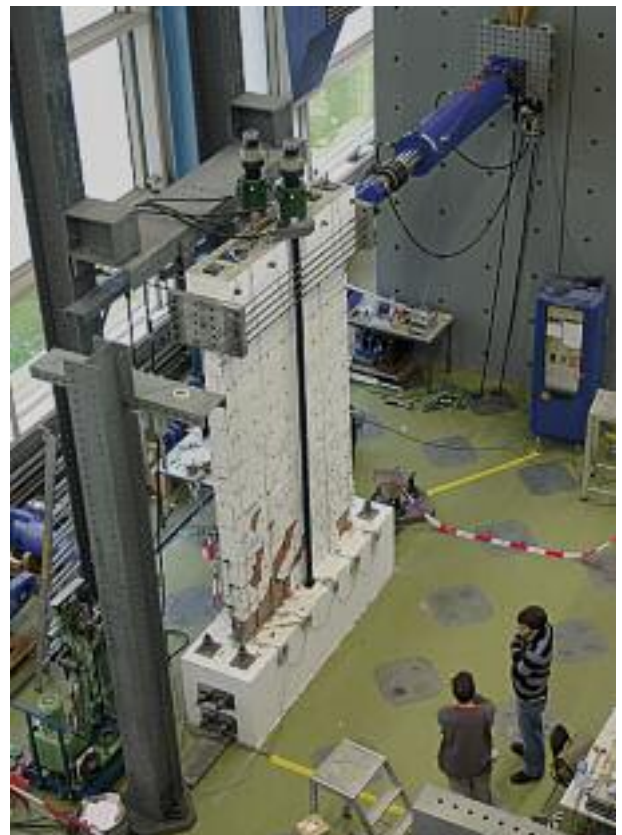
Im Schweizerischen Hochbau, insbesondere im Wohnungsbau, werden Tragwände aus Mauerwerk immer öfter durch Betonwände ersetzt, obwohl Mauerwerkswände für den Wohnungsbau günstigere bauphysikalische Eigenschaften aufweisen. Der Hauptgrund dafür sind die in der letzten SIA-Normengeneration erhöhten Erdbebeneinwirkungen für die Schweiz, die es in vielen Fällen auch für Zonen geringer Seismizität nicht erlauben, mit den heutigen Bemessungsansätzen und Modellbildungen den Erdbebennachweis für 3-6 geschossige Wohnungsbauten mit ausschliesslich unbewehrten Mauerwerkswänden zu erbringen. Es ist daher sinnvoll, ein bewehrtes Mauerwerkssystem zu entwickeln, das als Alternative zu Stahlbetontragwänden dienen kann.

Bewehrte Mauerwerkssysteme kommen bis jetzt in der Schweiz kaum zur Anwendung. Im Gegensatz zu den auf dem internationalen Markt verfügbaren bewehrten Mauerwerkssystemen wurde entschieden, ein vorfabriziertes System zu entwickeln, um die Qualitätssicherung und einen zügigen Baufortschritt einfach sicherstellen zu können. Die Wände sollen im Vorfabrikationswerk vorgefertigt, auf die Baustelle transportiert und dann lediglich mit dem Kran versetzt und an das Fundament bzw. die Decke angeschlossen werden. Damit lassen sich zum einen die Bauzeiten verkürzen und zum anderen sind gewisse Baustelleneinrichtungen, wie z.B. Schalungstafeln für Stahlbetonwände, nicht mehr nötig. Das System unterscheidet sich von anderen bewehrten Mauerwerkssystemen insofern, als dass nicht vorgesehen ist, alle Wände als bewehrte Mauerwerkswände auszuführen, sondern nur so viele wie nötig, während die verbleibenden Wände als unbewehrte Mauerwerkswände ausgebildet werden. Das entstehende Gebäude ist daher ein System mit einer gemischten Tragstruktur, die sowohl bewehrte wie auch unbewehrte Mauerwerkswände aufweist.

Ziel der von Bernhard Braun und Michael Rupf durchgeführten Master-Arbeiten war es, erste Abklärungen hinsichtlich möglicher Systeme und Bemessungsansätze für die einzelne Tragwand sowie das entstehende gemischte Tragsystem aus bewehrten und unbewehrten Mauerwerkswänden vorzunehmen. Kernaufgabe der Arbeit war die Durchführung von quasi-statisch zyklischen Versuchen an

zwei duktilen, vorfabrizierten und bewehrten Mauerwerkswänden, die im Zuge der Arbeit in Zusammenarbeit mit Keller Ziegeleien AG, Pfungen, entwickelt wurden [1, 2].

- [1] Rupf, M., Braun, B., Beyer, K., Dazio, A. (2009) *Quasi-statisch zyklische Versuche an vorfabrizierten, bewehrten Mauerwerkswänden*. SIA Dokumentation D0231. 11. DACH-Tagung, Zürich.
[2] Braun, B., Rupf, M., Beyer, K., Dazio, A. (2010) *Quasi-static cyclic tests of two prefabricated, reinforced masonry walls*. Proceedings of the 14ECEE, Ohrid, 30.08.-03.09.2010.



Statisch-zyklischer Versuch an einer bewehrten Mauerwerkswand im Massstab 1:1.

Master-Arbeit FS 2009

Feuerwiderstand betongefüllter Stahlhohlprofilstützen mit Stahlkern

Leitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Assistent: Dr. M. Knobloch

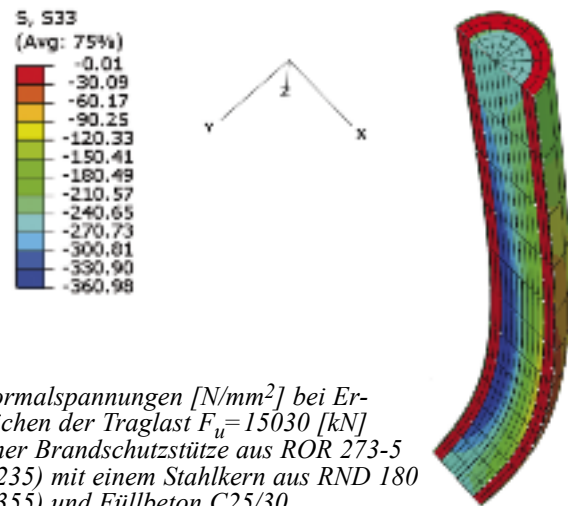
Betongefüllte Stahlhohlprofilstützen mit massivem Stahlkern weisen aufgrund des sichtbaren Stahlprofils und der üblicherweise grossen Stützenschlankheit ein attraktives Erscheinungsbild auf. Betongefüllte Stahlhohlprofile mit Stahlkern werden üblicherweise für stark beanspruchte Stützen sowie zum Erreichen kleiner Querschnittsabmessungen eingesetzt.

Die Brandbemessung ist wichtig für die sichere und zugleich wirtschaftliche Bemessung von Stahl-Beton-Verbundstützen im Hochbau. Im Brandfall ist das Stahlhohlprofil unmittelbar dem Feuer ausgesetzt und erwärmt sich daher schnell. Der Beton im Inneren des Hohlprofils verhindert jedoch eine schnelle Erwärmung des Stahlkerns. Für die Brandbemessung von betongefüllten Stahlhohlprofilstützen mit massivem Stahlkern steht noch keine durch umfangreiche Forschungsarbeiten abgesicherte Berechnungsmethode zur Verfügung.

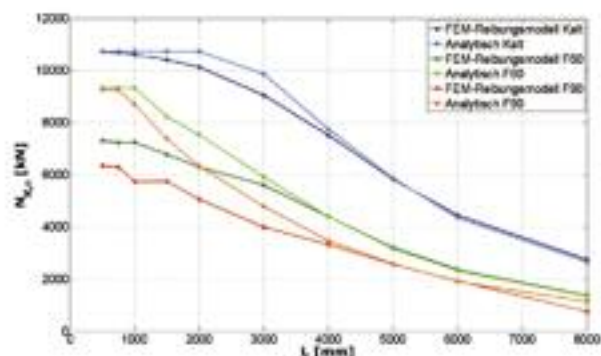
Die Zielsetzung der Master-Arbeit von Martin Neuenchwander bestand in der Erarbeitung eines numerischen Berechnungsmodells mit Hilfe des Finite Elemente Programms ABAQUS zur Untersuchung des grundlegenden Tragverhaltens betongefüllter Stahlhohlprofilstützen mit Stahlkern bei Brandbeanspruchung.

Das im Zuge der Master-Arbeit entwickelte dreidimensionale FEM-Modell simuliert Stützen, die an beiden Enden gelenkig gelagert sind und in einem ersten Schritt über starre Platten zentrisch vorbelastet werden können. In einem zweiten Schritt wird die Normbrandbeanspruchung (z.B. 30 Min. ISO-Normbrand) simuliert, indem die vorgängig berechneten Temperaturfelder für verschiedene aufeinanderfolgende Zeitpunkte der Brandbeanspruchung sukzessive aufgebracht werden. Dabei wird jeweils unter Berücksichtigung der sich mit der Temperatur ändernden Materialeigenschaften (Steifigkeits- bzw. Festigkeitsabfall des Stahls und des Betons bei steigender Temperatur) eine neue Gleichgewichtslage der vorbelasteten Stütze ermittelt. Nach Erreichen der vorausgesetzten Normbrandzeit wird die Tragreserve der Stütze bestimmt, die Vorlast entsprechend erhöht und dieser Prozess solange wiederholt, bis dass die Stütze für eine vorausgesetzte Normbrandzeit über keine Tragreserven mehr verfügt. Durch Variation der Stützenlänge

konnten auf diese Weise Knicklastkurven für verschiedene Feuerwiderstände (F30, F60 und F90) berechnet werden. Des Weiteren implementierte Herr Neuenchwander ein dehnungsbasiertes analytisches Modell (Balkentheorie) in einer MATLAB-Routine. Aus der Gegenüberstellung der mit dem analytischen Modell ermittelten Traglasten mit denjenigen aus der FEM-Berechnung folgte eine gute Übereinstimmung. Zudem ergab sich die Möglichkeit einer Gegenüberstellung mit den Herstellerangaben für Traglasten im Brandfall von den auf dem Markt vorhandenen Brandschutzstützen.



Normalspannungen [N/mm²] bei Erreichen der Traglast $F_u = 15030$ [kN] einer Brandschutzstütze aus ROR 273-5 (S235) mit einem Stahlkern aus RND 180 (S355) und Füllbeton C25/30.



Vergleich der Resultate des FEM-Modells mit den analytischen Berechnungen für Knicklastkurven von Brandschutzstützen aus ROR 273-5 (S235) mit einem Stahlkern aus RND 180 (S355) und Füllbeton C25/30 für 30, 60 bzw. 90 Min. ISO-Normbrandeinwirkung.

Master-Arbeit FS 2009

Durchstanzverhalten von Stahlbetonplatten

Leitung: Prof. Dr. P. Marti
Assistenten: Dr. T. Jäger, S. Etter, D. Heinzmann

Bei der Bemessung von Stahlbetonflachdecken wird das Durchstanzen häufig massgebend für die Wahl der Plattenstärke. Durch die Anordnung einer Durchstanzbewehrung kann die Durchstanzlast erhöht und das Verformungsvermögen verbessert werden.

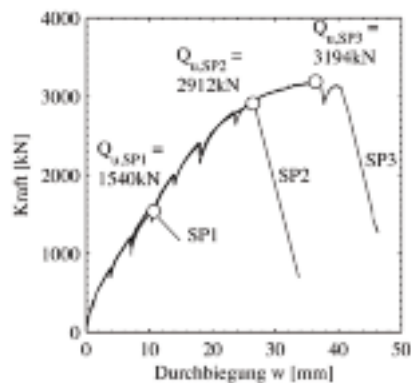
Im Rahmen der Master-Arbeit von Sebastian Villiger wurde das Durchstanzverhalten von Stahlbetonplatten theoretisch und experimentell untersucht. Anhand dreier grossmassstäblicher Versuche wurde der Einfluss einer Durchstanzbewehrung auf

den Durchstanzwiderstand ermittelt. Die quadratischen, rotationssymmetrisch belasteten Platten mit annähernd konstantem Biegeverhalten ($\rho_x \approx \rho_y \approx 1.20\%$) wiesen eine Seitenlänge von 4.10 m und eine Dicke von 350 mm auf. Die Bewehrung bestand aus einer orthogonal verlegten Biegearmierung sowie einer Durchstanzbewehrung aus Doppelkopfbolzendübeln.

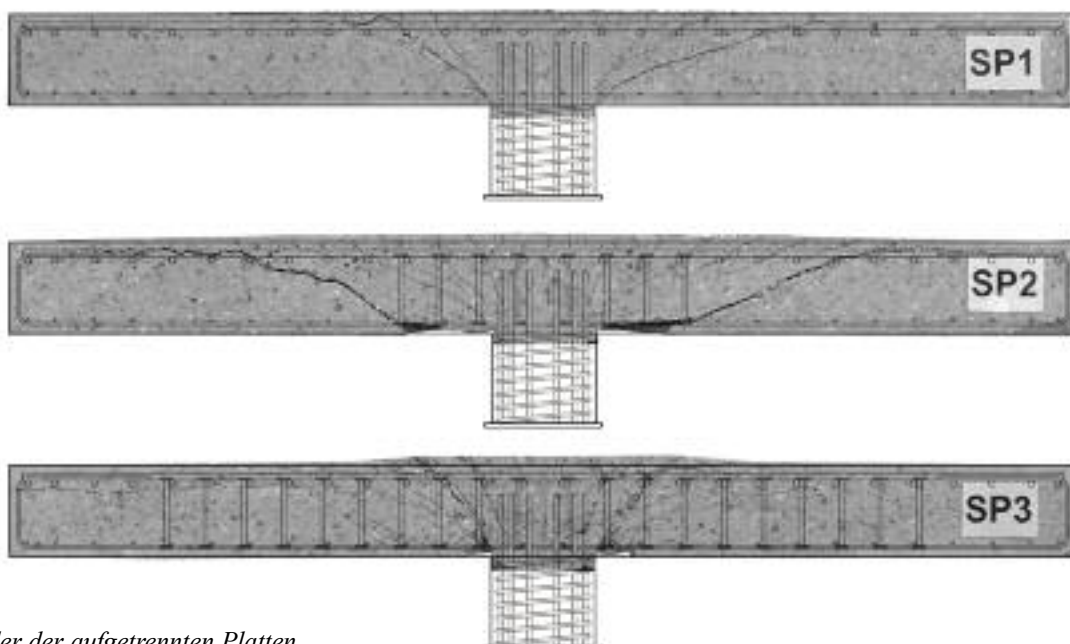
Zum praktischen Teil der Arbeit gehörten die Erstellung der Versuchskörper, die Durchführung der Versuche sowie die Auswertung und Darstellung der Resultate. Im theoretischen Teil der Arbeit wurden das Trag- und Bruchverhalten der drei Platten unter Anwendung heute üblicher Modellvorstellungen analysiert.



Versuchsanordnung.



Last-Durchbiegungsdiagramm.



Bruchbilder der aufgetrennten Platten.

Master-Arbeit FS 2009

Zustandsbewertung von Windenergieanlagen durch Monitoringdaten

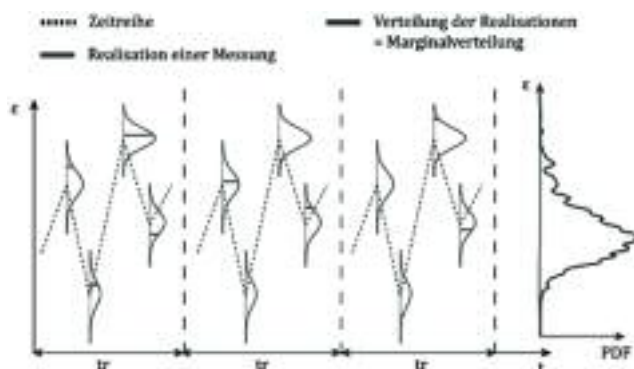
Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Assistent: S. Thöns

Monitoringsysteme sind mit einer Messunsicherheit behaftet. Basierend auf den physikalischen Eigenschaften der Messung und einem Unsicherheitsmodell wird die Messunsicherheit bestimmt. Durch Bayesian Updating wird das Messunsicherheitsmodell eines Messsystems, das für eine beliebige Tragkonstruktion gilt, anhand von Beobachtungen auf die konkrete Tragkonstruktion übertragen.

Um die Zuverlässigkeit anhand einer Messung zu bestimmen, wird für den Grenzzustand der Tragfähigkeit eine Methodik zur Integration der Messdaten in die Zuverlässigkeitsanalyse vorgestellt und ausgewertet. Der Einfluss der Messunsicherheit wird dabei berücksichtigt.

Es zeigt sich, dass die Berücksichtigung der Messunsicherheit einen wesentlichen Einfluss auf die Versagenswahrscheinlichkeit hat.

Zur Beurteilung der Systemzuverlässigkeit wird die Beziehung der Komponenten der Windenergieanlage untersucht. Es zeigt sich, dass sie mehrheitlich in einem seriellen System angeordnet sind. Dies bedeutet, dass bei einem Versagen einer Komponente die gesamte Struktur versagt.



Integration der Messdaten und der Messunsicherheiten.

Master-Arbeit FS 2010

Überprüfung von Steinschlagschutzgalerien am Lopper

Leitung: Prof. T. Vogel
 Assistentin: S. Ghadimi-Khasraghy

Die Steinschlagschutzbauten am Lopper befinden sich im Bereich der umfangreichen Felsräumungs- und Sicherungsarbeiten an der A2 im Abschnitt Luzern-Stans. Nach den Steinschlägen vom Oktober 2009 waren geologische Abklärungen durchgeführt worden, woraufhin die Kantonsstrasse Hergiswil-Stansstad aus Sicherheitsgründen gesperrt wurde.

Ziel dieser Arbeiten war die Überprüfung der bestehenden Galerien anhand von statischen und dynamischen Berechnungen. Die auskragenden Platten sind vorgespannt und haben variable Querschnitte. Mit einer Finite Elemente Modellierung wurde überprüft, ob sie die durch die ASTRA/SBB-Richtlinie [1] vorgegebene statische Einzelkraft aufnehmen können. Zudem wurde das dynamische Tragverhalten der Platten mit dem S MDF-Modell (System of Multiple Degrees of Freedom) gemäss K. Schellenberg [2] analysiert. Die Überprüfung ergab, dass das Durchstanzversagen massgebend wird. Um die Tragfähigkeit für seltene Ereignisse zu vergrössern, wurden Schutzmassnahmen veranlasst.

[1] ASTRA, SBB, (2008). *Einwirkungen infolge Steinschlags auf Schutzgalerien*, Richtlinie.
 [2] Schellenberg, K., (2008). *On the Design of Rockfall Protection Galleries*, Dissertation, Diss. Nr. 17924, ETH Zürich.



Steinschlagschutzgalerien am Lopper.

Master-Arbeit FS 2010

Tragverhalten von vorgespannten Holzkonstruktionen

Leitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Projektpartner: Häring AG, Roth AG

Biegesteife Verbindungen sind im Holzbau aufwändig und teuer. Im Rahmen der im FS 2010 an der ETH durchgeführten Master-Arbeit von Roman Schneider wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen Häring AG und Roth AG ein neuartiger vorgespannter Träger-Stütze-Knotenanschluss entwickelt (vgl. Abbildung). Der Knotenanschluss aus Brett-schichtholz ist lokal mit Laubholz verstärkt, um die mechanischen Eigenschaften (Querdruckfestigkeit) zu verbessern.

Das Trag- und Verformungsverhalten des entwickelten vorgespannten Knotens wurde an einem Rahmentragwerk unter Vertikallasten und Horizontalkräften analytisch untersucht. Bei Gravitationslasten resultieren durch die biegesteifen Anschlüsse kleine Durchbiegungen auch im Fall der vollen Ausnutzung der Tragfähigkeit der Holzbalken auf Tragsicherheitsniveau. Bei ausschliesslicher Horizontalbeanspruchung resultiert ein nichtlinear elastisches Kraft-Verformungs-Verhalten mit hoher Steifigkeit bei kleinen Verformungen. Das durch Vertikallasten beanspruchte Rahmentragwerk verhält sich bei zusätzlicher Horizontalbeanspruchung weicher; es sind jedoch immer noch grosse elastische Verformungen möglich.



Vorgespannter Träger-Stütze-Knotenanschluss aus Brett-schichtholz mit lokaler Verstärkung mit Hartholz.

Anhand einer Fallstudie (Gebäude HIT der ETH Zürich) wurden die Anwendungsmöglichkeiten des vorgespannten Systems untersucht. Im zentralen Gebäudebereich wurde ein steifer Betonkern aus Brandschutzgründen beibehalten. Das Rahmentragwerk wird dadurch seitlich ausgesteift und wurde primär für die Vertikallasten bemessen. Konstruktive Details wurden vorgeschlagen. Zur Erdbebenbemessung wurde die kombinierte Tragwirkung eines steifen Biegeträgers und eines weichen Schubträgers betrachtet. Die Aufgabe des viel weicheren Rahmentragwerks besteht darin, den Verformungen des steifen Betonkerns unbeschadet zu folgen, wozu das System dank der vorgespannten Verbindungen in der Lage ist. Zur Koppelung der Tragwirkungen wurde eine Deckenkonstruktion aus schubsteif verbundenen Hohlkastenelementen mit steifen Beplankungsscheiben eingesetzt. Die Kosten des Tragwerks der Holzbau-Variante mit vorgespannten Verbindungen wurden mit denjenigen des ausgeführten Stahlbetontragwerks verglichen. Die Mehrkosten liegen in einer der für den Nachweis der Machbarkeit zulässigen Grössenordnung.

Dank dem hohen Vorfertigungsgrad erlaubt die Vorspannung die Herstellung einer einfachen und wirtschaftlichen biegesteifen Verbindung. Sie zeigt das grosse Potential von vorgespannten Holzrahmenkonstruktionen insbesondere für mehrgeschossige Holzbauten.

Master of Advanced Studies (MAS)

Master of Advanced Studies in Natural Hazards Management (MAS NATHAZ)

Head: Prof. Dr. M.H. Faber
Module leader: Prof. Dr. M.H. Faber,
Prof. T. Vogel,
Prof. Dr. K. Seeland,
Prof. Dr. S.M. Springman,
Prof. M. Siegrist,
Prof. Dr. L. Hurni,
Dr. A. Kos

Natural hazards put pressure on society at both, local and global scales. Increased demands on land use, growing complexity of the built environment and diminishing natural resources are all factors underlining the importance of risk management at both, strategic and operational levels. On top of this come the challenges associated with the future effects of global climate changes and the recent societal awareness of the need for sustainable development.

The MAS NATHAZ provides an interdisciplinary, theoretically-based and practice-oriented program to understand natural hazard processes, the consequences of these processes, how uncertainties influence the associated risks and by which means the risks may be managed. The focus is directed towards decision making from a multi-disciplinary perspective with an emphasis on the importance of socio-political influences and sustainable societal developments.

The participants of the MAS will be trained to achieve an enhanced understanding of the processes of natural hazards. Different aspects are explored: how the various processes in isolation and through interaction, as well as human activities, might bring about consequences to society in terms of loss of lives, damage to livelihoods, financial losses, damage to the qualities of the environment; in short: how to manage risks.

The MAS NATHAZ is taken over a four-semester period and is organized in four-week blocks during each semester. It is primarily addressed at professionals and specialists in the field of risk assessment or/and risk management in connection with natural hazards and those who are interested in enhancing their professional knowledge in this field. Typical participants come from the insurance industry, engineering consulting firms and public administration.

Master of Advanced Studies in Natural Hazards Management

Der Umgang mit Naturgefahren stellt sowohl auf lokaler als auch auf globaler Ebene eine Herausforderung für die Gesellschaft dar. Erhöhte Anforderungen an die Landnutzung, zunehmende Komplexität der gebauten Umwelt und die Abnahme der natürlichen Ressourcen sind Tatsachen, die die Relevanz des Risikomanagement auf operationeller und auf strategischer Ebene unterstreichen. Hinzu kommen die zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen, die mit der globalen Erwärmung und den daraus resultierenden Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung einhergehen.

Der MAS NATHAZ wurde im Hinblick auf diese Aspekte am D-BAUG entwickelt und wird seit 2009 vom IBK geleitet. Der MAS NATHAZ ist ein interdisziplinäres, theoretisch fundiertes und praxisorientiertes Studium. Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis erlangen wie beispielsweise Unsicherheiten Risiken beeinflussen und wie Risiken gemanagt werden können. Der Fokus liegt auf der Entscheidungsfindung aus einer multidisziplinären Perspektive.

Die Studierenden des MAS NATHAZ werden ausgebildet, um ein besseres Verständnis der Naturgefahrenprozesse zu erlangen. Verschiedene Aspekte werden untersucht, unter anderem wie sich verschiedene Prozesse in Isolation und infolge Interaktionen verhalten, wie verschiedenen Aktivitäten die Konsequenzen für die Gesellschaft erhöhen und wie mit einer Beschädigung der Lebensgrundlagen oder mit finanziellen Verlusten umzugehen ist; kurz: wie man Risiken managt.

Der MAS NATHAZ erstreckt sich über vier Semester und wird in vier Wochenblöcken pro Semester durchgeführt. Er richtet sich hauptsächlich an Spezialisten im Bereich von Risikoanalyse und Risikomanagement in Verbindung mit Naturgefahren und an Personen, die ihr Wissen erweitern wollen. Die Teilnehmer aus dem ersten Kurs kommen aus der Versicherungswirtschaft, Ingenieurbüros und der öffentlichen Verwaltung.

Statistics and probability

Faber, M.H. (HS 2009, FS 2010) 1. & 2.Sem. MAS
 Nr. 117-0101-00L 2 G
 Nr. 117-0101-02L 2 G

Refresh the basic knowledge of the students in regard to statistics and probability with a special emphasis on the interrelationship between engineering model building; providing to the student with the basic understanding that the purpose of model building and the associated statistical and probabilistic representations is to provide a basis for decision making. Provide to the students the basic building blocks for time series analysis and statistical analysis of spatially varying phenomena such as extreme events of natural hazards (earthquakes, wind storms, avalanches and rock-fall) but also the random point in time variability associated with e.g. soil characteristics.

Introduction

Project work – Case study 1/2

Faber, M.H. (HS 2009) 1. Sem. MAS
 Nr. 117-0011-00L 2 A
 Faber, M.H., (FS 2010, HS 2010) 3. & 4. Sem. MAS
 Nr. 117-0011-02L 4 A
 Nr. 117-0013-01L 2A

Provide a context for the students such that they will always be able to relate the material they are taught during classes to the context of risk management from a conceptual, analytical and practical perspective.

Provide a "portal" for the course outlining the role and relevance of the various course components.

Put the course in perspective with regard to the operational and strategic aspects of risk management.

Risk assessment

Faber, M.H. (HS 2010) 3. Sem. MAS
 Nr. 117-0311-01L 2 G

Making use of data and engineering know-how to establish probabilistic models to represent uncertain-

ties in engineering models for both time-invariant and variant phenomena.

Representing hierarchically, generically and by the use of indicators the components and their interrelationships for natural and engineered systems so as to facilitate a clear description of the exposures acting on the systems and how these exposures might generate both direct and indirect consequences for the system.

Providing theories and methods for the representation and analysis of systems with the objective of analyzing and representing the evolution of consequences in space and time.

How to assess and aggregate risks in large geographical regions.

Damage to the built environment

Vogel, T. (HS 2010) 3. Sem. MAS
 Nr. 117-0312-00L 1 G

Providing knowledge of the basic concepts of the structural design of buildings (dwellings, office buildings, industrial buildings, public buildings), lifelines (bridges, galleries, tunnels) and special structures (power plants, dams, protective structures).

Applying methods of vulnerability assessment that depend on the purpose of a structure.

Consequence modeling

Faber, M.H. (HS 2010) 3. Sem. MAS
 Nr. 117-0313-00L 2 G

How to develop models for the quantification of loss of lives, economic losses and damage to the environment.

How to differentiate between direct consequences and indirect consequences in a given problem context and how to assess societal and socially indirect consequences in dependency of the perceived direct consequences.

FORSCHUNG

Zyklisch-inelastisches Verformungsverhalten von Stahlbeton-Brückenpfeilern

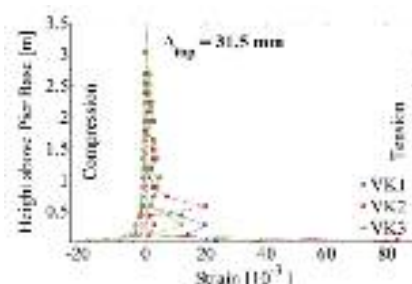
Projektleitung: Prof. Dr. E.N. Chatzi
Mitarbeiter: Dr. M. Bimschas
Projektpartner: Albert Lück-Stiftung, Zürich

Die seismische Sicherheit von Stahlbetonbrücken hängt stark von der Verschiebekapazität ihrer Pfeiler ab. Während verschiedene Arten von Versagensmechanismen zum seismischen Einsturz eines Brückenpfeilers führen können, hängen die meisten von ihnen mit Schadensbildern zusammen, welche von grossen lokalen Deformation, wie z.B. Dehnungen oder Krümmungen, hervorgerufen werden. Aus diesem Grund kommt dem Zusammenhang zwischen globalen Kopfverschiebungen und lokalen Verformungen unter zyklisch-inelastischer Belastung eine zentrale Rolle für den seismischen Widerstand von Stahlbetonbrückenpfeilern zu. Das gegenwärtige Forschungsprojekt hat zum Ziel, angemessene mechanische Modelle für die Vorhersage des inelastischen Verformungsverhaltens zu entwickeln. Hierbei wird ein besonderer Schwerpunkt auf die realistische Abbildung des zuvor erwähnten Zusammenhangs zwischen globalen und lokalen Deformationen gelegt. Das Projekt baut auf bestehenden, zuvor am IBK entwickelten Modellen für die Beschreibung des inelastischen Verhaltens von Stahlbetonbauteilen auf. Diese werden nun modifiziert und weiterentwickelt, um die besonderen Charakteristika wandartiger Brückenpfeiler zu berücksichtigen. Da die zugrundeliegenden Konzepte nicht auf empirische Kalibrierung zurückgreifen, sondern auf fundamentalen mechanischen Prinzipien beruhen, haben sie einen breiteren Anwendungsbereich und sind z.B. nicht auf bestimmte Arten von Materialeigenschaften beschränkt, wie es üblicherweise bei empirisch basierten Ansätzen der Fall ist. Eine Serie grossmassstäblicher, quasi-statisch zyklischer Versuche an Stahlbetonbrückenpfeilern, welche im Rahmen eines vorhergehenden Forschungsprojekts durchgeführt wurden, dient zur Verifizierung der theoretischen Modelle, welche derzeit entwickelt werden.

Statisch-zyklischer Test einer Stahlbetonbrückenstütze (oben) und gemessene Dehnungsverteilung entlang der Pfeilerränder (unten).
Static-cyclic test of a RC bridge pier (above) and measured strain distributions along the pier edges (below).

Cyclic-Inelastic Deformation Behaviour of RC Bridge Piers

The seismic safety of reinforced concrete (RC) bridges strongly depends on the displacement capacity of their piers. While several types of failure mechanisms can cause the seismic collapse of a bridge pier, most of them are related to damage patterns that are a consequence of excessive local deformations, such as curvatures or strains. For this reason, the relationship between global top displacements and local deformations under cyclic-inelastic loading is of crucial relevance for the seismic capacity of RC piers. The current post-doctoral research project aims at developing appropriate mechanical models for the prediction of the inelastic deformation behaviour, with a special focus on the realistic representation of the aforementioned relationship between global and local deformations. The project builds on models previously developed at IBK for the description of the inelastic behaviour of RC members. These models are modified and further developed in order to account for the particular characteristics of wall-type bridge piers. Since the underlying concepts are based on fundamental mechanical principles, instead of being calibrated empirically their range of application is broader and they will not be limited, e.g. to certain types of material properties, as it is typically the case for empirically based approaches. A series of large-scale quasi-static cyclic tests on RC bridge piers, performed during a previous research project, serves for the verification of the theoretical models currently being developed.



Simulation einer innovativen, multi-funktionalen Bewehrungstechnologie für Mauerwerksgebäude

Projektleitung: Prof. Dr. E.N. Chatzi
 Mitarbeitende: L. Thanigaivelu
 Projektpartner: Industrial Innovation Division,
 D'Appolonia S.p.A.

Dieses Projekt dient der Entwicklung sowohl einer theoretischen, als auch einer numerischen Methodik für die Simulation des Verhaltens eines multi-funktionalen technischen Gewebes. Diese intelligente "seismische Tapete" besteht aus einer multi-achsialen Gewebestruktur aus Glas- und Polymertextilien zusammen mit eingebundenen faseroptischen Sensoren. Der resultierende Verbundwerkstoff ist multifunktional im Sinne, dass er einerseits das Bauwerk verstärkt und andererseits den integrierten Sensoren die lokale und verteilte Messung statischer und dynamischer Größen erlaubt – sowohl während, als auch nach einem Erdbeben. Die "seismische Tapete" wurde im Labor an einzelnen Mauerwerkswänden getestet und wurde kürzlich zur Verstärkung eines zwei-stöckigen Steingebäudes verwendet. Im Rahmen der Initiative "Polyfunktionale technische Gewebe für die Verstärkung von Mauerwerksgebäude" (Polymast), welche zum Projekt "Erdbebenforschung hinsichtlich Infrastruktur für europäische Synergie" (Series) gehört, wurde am European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering (Eucentre) ein vollständig verstärktes Gebäude auf einem Rütteltisch getestet.

Diese Arbeit wird die experimentellen Ergebnisse¹⁾ als Vergleichsmaßstab verwenden, um das Verhalten des Textilmaterials korrekt zu identifizieren. Hierbei wird eine inverse Problemformulierung verwendet, welche eine evolutionäre Methode (genetischer Algorithmus) und ein FEM-basiertes analytisches Modell für die Problemlösung kombiniert.



Textile for reinforcement.

Simulating innovative multifunctional reinforcement technology for masonry buildings

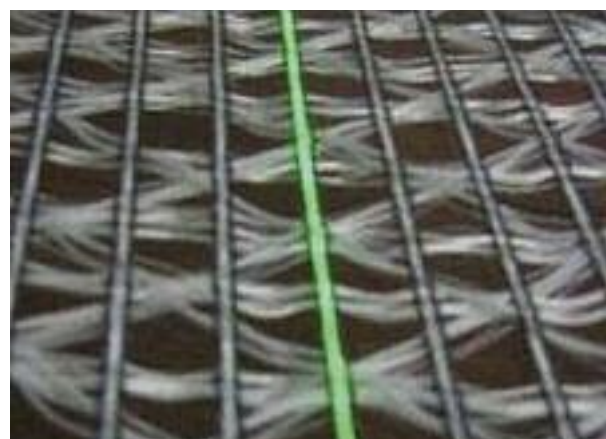
This project is focused on the development of both, a theoretical and a numerical scheme for simulating the behaviour of a multifunctional technical textile. This intelligent "seismic wallpaper" consists of a multi-axial textile structure made of glass and polymeric textiles, featuring embedded fiber optics sensors. The composite thus obtained is multi-functional in the sense that it reinforces the structure and, at the same time, the integrated sensors provide localized and distributed static and dynamic measurements before, during and after a seismic event. The "seismic wallpaper" has been laboratory tested on single masonry walls and has recently been used to reinforce a two-storey stone building.

The full-cover reinforced building has been tested in shaking table tests at the European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering (Eucentre) within the "Polyfunctional Technical Textiles for Reinforcement of Masonry Structures" (Polymast) initiative under the "Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies" (Series) project.

This work will use the experimental results¹⁾ as benchmarks in order to correctly identify the textile material behaviour. To this end, an inverse problem formulation is implemented combining an evolutionary method (Genetic Algorithms) and an FEM-based analytical model for the solution of the forward problem.

¹⁾ *The experimental data comes from the EU-funded FP6 Polyteck project.*

*Multi-achbiales Gewebe (mit freundlicher Genehmigung von Dr. Fuggini, D'Appolonia S.p.A.).
 Multiaxial Textile (courtesy of Dr. Fuggini, D'Appolonia S.p.A.).*



Embedded sensors for monitoring.

Ein zerstörungsfreies Prüfverfahren zum Aufspüren von Störungen in Strukturen

Projektleitung: Prof. Dr. E.N. Chatzi
 Projektpartner: B. Hiriyur, H. Waisman, and A.W. Smyth from the Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, Columbia University, New York

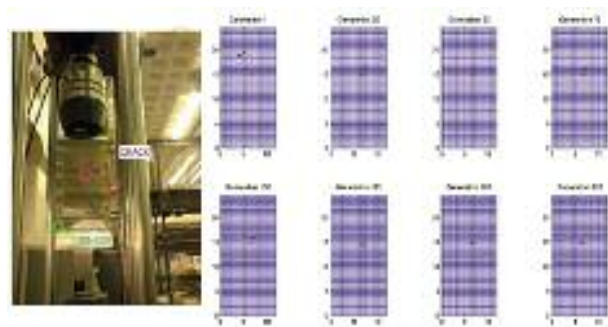
Die nichtdestruktive Bewertung von Schäden ist von essentieller Bedeutung für die Beurteilung der Zuverlässigkeit von Strukturen und für entsprechende Empfehlungen hinsichtlich einer angemessenen Wartung. Die meisten nicht-invasiven Techniken basieren auf dem Erkennen der dynamischen Eigenschaften der Struktur, wie z.B. der Frequenzen und der elektro-mechanischen Widerstände, welche durch Einsatz von Ultraschall-, Röntgen- und ähnlicher Messmethoden ermittelt werden. Es wird ein Konzept vorgeschlagen, welches auf numerischer Modellierung unter Einbezug einfacher Antwortdaten basiert. Die numerischen Verfahren zur Schadenserkenung stellen eine inverse Herangehensweise dar, bei welcher zwar Verformungen oder Dehnungen aus Messungen zur Verfügung stehen, die eigentlichen physikalischen Eigenschaften des Systems jedoch unbekannt sind. Üblicherweise entspricht dies einem iterativen Prozess mit mehreren Lösungen für ein Modell, welches das tatsächliche Verhalten simulieren soll und mittels bestimmter Annahmen bezüglich der charakteristischen Systemparameter aufgestellt wurde. Im Falle des Aufspürens von Störungen muss z.B. eine Annahme hinsichtlich der Störungsgeometrie getroffen werden. Offenbar muss hierbei eine geeignete Optimierung zum Einsatz kommen, um letztendlich die wahren Werte für die Parameter zu definieren. Die Optimierung minimiert auf iterativem Wege den Fehler zwischen den vom Modell vorhergesagten und den tatsächlich gemessenen Werten.

Für die Vorhersage des Verhaltens wird die Extended Finite Element Methode (XFEM) verwendet, welche den Einsatz verhältnismässig grober Netze ermöglicht (geringerer Rechenaufwand). Genetische Algorithmen werden als Optimierungswerkzeug herangezogen, da sie effizient funktionieren, selbst wenn keine unmittelbare Abhängigkeit der betrachteten Funktion von den Designvariablen gegeben ist. Die zusätzliche Unsicherheit aus der fehlenden Vorabkenntnis der Störungsgeometrie wird abgemildert durch die Verwendung einer generischen XFEM Formulierung für eine elliptische Fehlstelle, welche sowohl lineare (Risse) als auch kreisförmige (Löcher) Störungen relativ zutreffend approximieren kann. Das Modell ist experimentell validiert.

A Non-Destructive Testing Methodology for the Detection of Flaws in Structures

The non-destructive evaluation of damage is crucial for assessing the reliability of structures and prescribing appropriate maintenance. Most non-invasive techniques are based on the detection of the dynamic properties of the structure, such as frequencies and electro-mechanical impedance using ultrasonic, radiographic and similar methods of measurement. The authors suggest a scheme based on numerical modelling and the use of simple structural response data. Numerical methods for damage detection are structured as inverse problems, where measurements of system variables such as displacements and strains may be available, while the physical properties of the system itself are unknown. Typically, this involves an iterative process with multiple solutions of a model simulating the actual behaviour, set up under certain assumptions regarding the characteristic parameters describing the system. For instance, in the case of flaw detection, an assumption has to be made on the geometry of the flaw. Obviously some type of optimizer needs to be employed in order to ultimately define the true values of these parameters. The optimizer will iterate minimizing the error between the model-predicted and actually measured quantities.

Here, an Extended Finite Element approach (XFEM) is employed for the solution of the forward problem, as this method allows for relatively coarse meshes (lower computational costs). Genetic Algorithms (GAs) are chosen as the optimization tool as they work efficiently even when there is no straightforward dependency of the objective function on the design variables. The added uncertainty of lack of an a priori knowledge of the flaw shape is alleviated by using a generic XFEM formulation of an elliptical hole which can quite accurately approximate both linear (crack) and circular (hole) types of flaws. The model has been experimentally validated.



Experimental Setup and XFEM-GA algorithm convergence.

Bemessung und Überwachung adaptiver Strukturen mittels faseroptischer Sensoren und aktiver Kontrolle

Projektleitung: Prof. Dr. E.N. Chatzi,
Prof. Dr. J. Schwartz
Mitarbeiterin: J. Felkner
Projektpartner: Albert Lück-Stiftung, Zürich

Heutzutage ist es dank Faserverbundwerkstoffen möglich, widerstandsfähigere und leichtere Bauwerke zu bauen als jemals zuvor. Zu den Anwendungsbereichen gehören der Austausch korrodierter Bewehrung in Stahlbeton, hybride Strukturen in Kombination mit traditionellen Materialien sowie einige Pilotprojekte, welche ausschliesslich aus Verbundwerkstoffen bestehen. Faserverbundwerkstoffe und in die Struktur integrierte Sensoren werden nun kombiniert, um intelligente Bauteile zu erstellen. Diese werden bereits in der Seefahrt-, Automobil- und in der Luft- und Raumfahrtindustrie verwendet, kommen nun aber auch zunehmend in Bauwerken zum Einsatz. Faseroptische Sensoren, die in Materialien und Bauteile eingebettet sind, können nicht-invasiv eine Reihe von Parametern messen, wie z.B. Schwingungen, Dehnungen und Verformungen.

In diesem Projekt wird der Schwerpunkt darauf liegen, neue, funktionale Materialien in experimentelle Leichtbau-Verbundwerkstoffe zu integrieren, um deren Verhalten zu überwachen und um Schwingungen aktiv zu kontrollieren. Durch die Verwendung faseroptischer Sensoren für die Überwachung der Lasten in Brückenbauwerken kann das Langzeitverhalten eines neuen Materials beurteilt werden. Mittels Modalanalyse der gemessenen Schwingungen kann das Verhalten des Bauwerks identifiziert werden, um zu beurteilen, ob eine Erüchtigung erforderlich ist.

Faseroptische Sensoren (Abbildung aus www.automatondirect.com).
Fiber Optic Sensors (image taken from www.automatondirect.com).

Structural Design and Monitoring of Adaptive Structures using Fiber-Optic Sensors and Active Control

Today, new materials such as fiber-reinforced polymers are making it possible to build stronger and lighter structures than ever before. Applications include replacing corroded steel for concrete reinforcement, combined hybrid structures with traditional materials, and a few pilot projects for exclusively all composite materials. Fiber-reinforced materials and structurally integrated sensors are now being combined to form smart structural components. These are being used in the marine, automotive and aerospace industries, and increasingly in civil engineering. Fiber-optic sensors embedded within materials and structural systems can noninvasively measure a variety of parameters such as vibration, strain, and deformation.

In this project, focus will be on integrating new, functional materials into experimental, lightweight composite structures for the purpose of monitoring performance and actively controlling vibrations. Using fiber optic sensors for monitoring the structural loads in bridge structures, the long-term performance of a new material can be assessed. Operational modal analysis can identify the response of a structure in order to decide if remedial action is required.



Verformungsverhalten von Stahlbetontragwerken unter Erdbebeneinwirkung

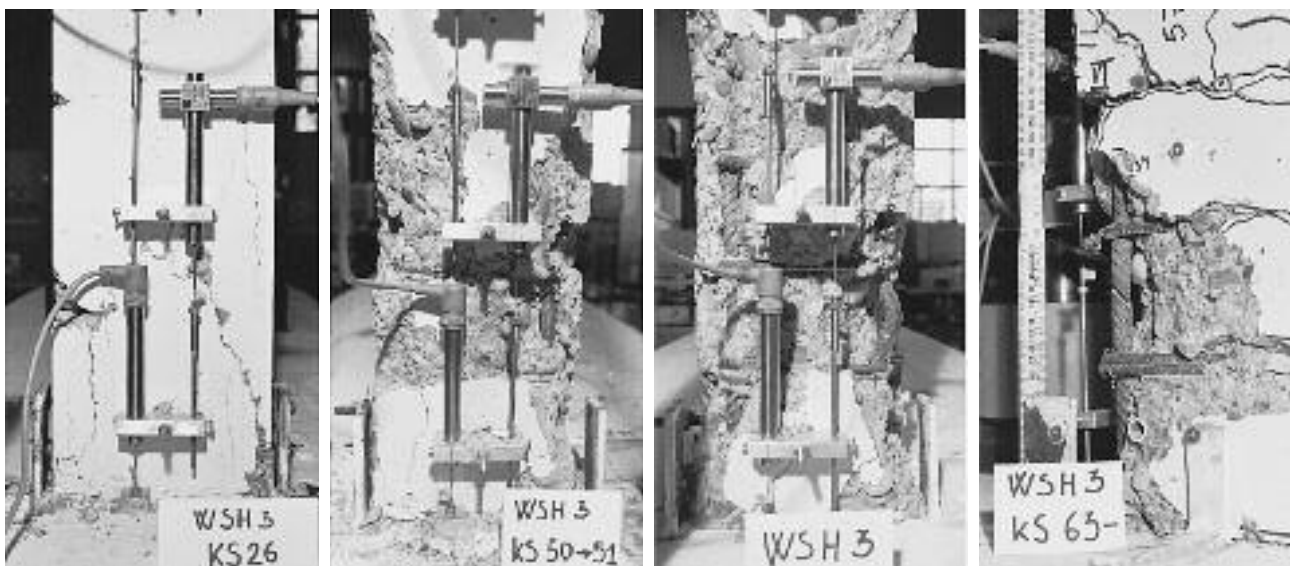
Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio
Mitarbeitende: Dr. K. Beyer, Dr. M. Bimschas

Dieses Projekt dient der Konsolidierung von Beobachtungen aus verschiedenen Versuchsserien zum zyklischen Verhalten von Stahlbetonbauteilen, darunter rechteckige und zusammengesetzte Tragwände und wandartige Brückenstützen. Ziel dieses Projektes ist es, eine umfassende, praxisorientierte Richtlinie zur Modellierung von Stahlbetonbauteilen unter Erdbebeneinwirkung zu entwickeln, die insbesondere auch den Besonderheiten von typischen Tragwänden in Europa Rechnung trägt (z.B. hinsichtlich typischer Bewehrungsgehalte und Eigenschaften des Bewehrungsstahls). Dieses Ziel soll schrittweise erreicht werden. In den bis jetzt abgeschlossenen Projektphasen wurden zum Beispiel aus Versuchsdaten Grenzwerte für Stahldehnungen und Betonstauchungen abgeleitet, die verschiedenen Grenzzuständen (Abplatzen der Betonüberdeckung, Reißen der Bewehrung, ...) in der „plastic hinge analysis“ entsprechen [1]. Im Zentrum des Projekts steht das Verformungsvermögen von kapazitätsbemessenen Stahlbetontragwänden [2]. In zukünftigen Beiträgen soll aber auch das Verformungsvermögen von nicht kapazitätsbemessenen Bauteilen untersucht werden.

Force-displacement behaviour of RC structures under seismic loading

The purpose of this project is the consolidation of observations gained during several experimental test series on the cyclic behaviour of reinforced concrete (RC) structural elements such as structural walls with rectangular and non-rectangular cross-sections and wall-type bridge piers. The key objective of this project is the development of comprehensive, practice-oriented guidelines for the modelling of RC structural elements when subjected to seismic loading. The guidelines shall consider particularities of typical structural RC elements in Central Europe (e.g. typical reinforcement contents and properties) and will be developed in several steps. In a first phase of the project, for example, concrete and reinforcement strains corresponding to different limits states (e.g. spalling of the cover concrete, fracture of the reinforcing bars, ...) were deduced from experimental data. These strain limits can be used in plastic hinge analysis to determine the displacement capacity associated with a specific performance of the structural element [1]. The core of the project concerns the deformation capacity of capacity-designed RC structural walls [2]. Future studies will, however, also consider the deformation capacity of non capacity-designed structural elements.

- [1] Dazio, A., Beyer, K., Bachmann, H. (2009) *Quasi-static cyclic tests and plastic hinge analysis of RC structural walls*, Engineering Structures 31(7), 1556-1571.
[2] Beyer, K., Dazio, A., Priestley, M.J.N. (2011) *Shear deformations of slender RC walls under seismic loading*, ACI Structural Journal 108(2).



Versuchskörper WSH3: Grenzzustände: Von „Abplatzen der Überdeckung“ (l) bis „Reißen der Bewehrung“ (r).
Test Unit WSH3: Different limit states: from „onset of spalling“ (left) to „bar fracture“ (right).

Verformungsverhalten von unbewehrtem Mauerwerk

Projektleitung: Prof. A. Dazio

Mitarbeitende: Dr. K. Beyer, A. Abo El Ezz

Es ist generell anerkannt, dass die kraftbasierten Bemessungsmethoden, die in den meisten heute gültigen Normenwerken zu finden sind, für unbewehrtes Mauerwerk eher konservativ sind, während verformungsbasierte Bemessungsmethoden das Potential haben, zu rationaleren und ökonomischeren Strukturen zu führen. Um verformungsbasierte Bemessungsmethoden anwenden zu können, fehlen allerdings noch wichtige Daten zum Verformungsverhalten von unbewehrten Mauerwerksgebäuden. Ziel des Forschungsprojektes ist es daher, das Verformungsverhalten von unbewehrtem Mauerwerk besser quantifizieren zu können, um realistischere, verformungsbasierte Verfahren in der Praxis einsetzen zu können. Das Projekt gliedert sich in zwei Hauptteile: Der erste untersucht das Verhalten von Mauerwerkswänden aus der Ebene, und der zweite befasst sich mit dem Verhalten in der Ebene. In beiden Projektteilen werden sowohl numerische und analytische Berechnungen durchgeführt als auch grossmasstäbliche Versuchskörper getestet. Für die Belastung aus der Ebene wurden Mauerwerkswände aus der Ebene auf dem ETH-Rütteltisch getestet [1] während bezüglich des Verhaltens in der Ebene vor allem das Verhalten der Riegel untersucht wird [2].

Deformation behaviour of unreinforced masonry structures

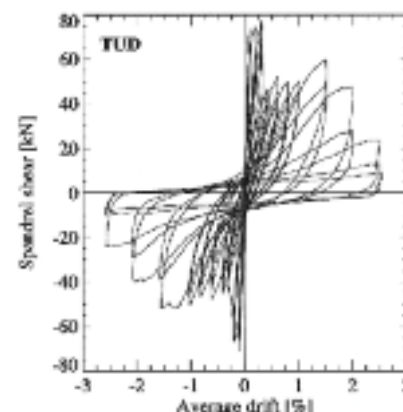
It is generally accepted that force-based design methodologies for URM structures implemented in most current codes tend to be rather conservative, while displacement-based methodologies show the potential of leading to more rational and economic structures. However, important data regarding the deformation behaviour of URM structures is still missing. The objective of this project therefore is to better quantify the deformation behaviour of URM structures in order that displacement-based approaches can be applied in practice. The project consists of two major parts: The first concerns the out-of-plane behaviour and the second the in-plane behaviour. In both parts of the project numerical and analytical calculations are carried out as well as large-scale experiments. The out-of-plane behaviour is investigated by means of shaking table tests [1] and for the in-plane behaviour the focus is on the spandrel beams [2].

[1] Dazio, A. (2008) *The effect of the boundary conditions on the out-of-plane behaviour of unreinforced masonry walls*, Proceedings of the 14th WCEE. Beijing, October 12-17.

[2] Beyer, K., Abo El Ezz, A., Dazio, A. (2010) *Quasi-static cyclic tests on different types of masonry spandrels*, IBK Report No. 327. ETH Zurich.



Versuchsaufbau und hysteretisches Verhalten des Mauerwerksriegels TUD.
Test setup and hysteretic behaviour of a masonry spandrel TUD.



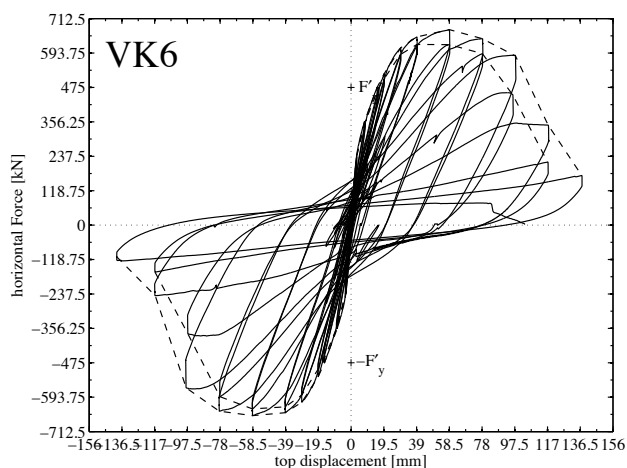
Erdbebensicherheit bestehender Brücken

Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio
 Mitarbeitende: Dr. M. Bimschas, P. Hannewald
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen, Bern

Für einen Grossteil der bestehenden Schweizer Brücken ist die Erdbebensicherheit ungewiss, da sie vor der Einführung moderner Erdbebennormen gebaut wurden. Aus diesem Grund hat das Schweizer Bundesamt für Strassen (ASTRA) ein Programm zur Beurteilung aller Nationalstrassenbrücken ins Leben gerufen. Im Rahmen dessen müssen alle Brücken, deren seismische Sicherheit nicht bereits mittels einfacher qualitativer Kriterien als ausreichend eingestuft werden kann, einer individuellen Analyse unterzogen werden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Grundlagen für die verformungsbasierte Überprüfung bestehender Brücken unter Berücksichtigung der Schweizer Randbedingungen bereitzustellen. Dies betrifft sowohl typische Konstruktionsdetails als auch die moderate Schweizer Seismizität. Der Fokus des ersten Projektes lag hierbei auf der Abschätzung des Verformungsbedarfs [1], im Folgeprojekt steht die Verformungskapazität im Mittelpunkt. Hierzu wurde eine Serie von sieben grossmassstäblichen (1:2) Versuchen an Modellen bestehender Brückenstützen aus den 1960er Jahren durchgeführt. Dabei sollte der Einfluss typischer Schwachstellen sowie einiger für das Verformungsverhalten massgebender Parameter untersucht werden. Die Versuchsdaten werden zur Ergänzung und Validierung einer theoretischen Betrachtung zum zyklisch-inelastischen Verhalten bestehender Brückenstützen herangezogen.

[1] Bimschas, M. (2010) *Displacement Based Seismic Assessment of Existing Bridges in Regions of Moderate Seismicity*. Diss.-Nr. ETH 18849. Zurich.



Seismic safety of existing bridges

The seismic safety of many existing Swiss bridges is uncertain as they were built before the introduction of modern seismic codes. Therefore, the Swiss Federal Roads Office (FEDRO) has established a program to assess all national highway bridges. As a consequence, an individual analysis of every bridge needs to be conducted, unless its seismic safety can be considered as sufficient based on a brief qualitative screening procedure.

This research project aims at providing the basics for the displacement-based assessment of existing bridges, taking into account the peculiarities of the Swiss building stock. This refers to typical construction details as well as the moderate Swiss seismicity. The focus of the first project was to estimate the deformation demand imposed on the piers [1], whereas the deformation capacity is the main interest in the follow-up project. To study the latter, a series of seven large scale (1:2) experiments were conducted on models of existing bridge piers from the 1960s. Both, the influence of detailing deficiencies and some of the main parameters influencing the deformation behaviour were thereby examined. The test data is used to supplement and consolidate the theoretical study on the cyclic-inelastic behaviour of existing bridge piers.



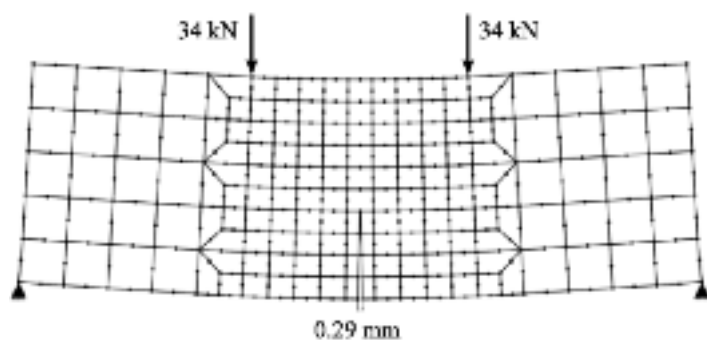
Resultate und Einrichtung der Brückenstützenversuche.
 Results and test setup of the bridge pier tests.

Hochleistungswerkstoffe im Erdbebeningenieurwesen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio

Mitarbeiter: M. Trüb

Das Ziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines strukturellen Systems, welches einen neuartigen, faserverstärkten Hochleistungsbeton (HPFRCC) namens „Hybrid Fibre Concrete“ (HFC) verwendet. Das Projekt besteht aus einem experimentellen und einem numerischen Teil. Im Laufe des experimentellen Teils wurden drei mittelgrosse HFC-Tragwände unter statisch-zyklischer Belastung getestet. Die hauptsächliche Idee dahinter war die Entwicklung einer Tragwand, welche weder Schub- noch Umschnürungsbewehrung benötigt – wodurch die Konstruierbarkeit im Vergleich zu konventionellen Stahlbetonstrukturen erleichtert würde – und welche ein verbessertes seismisches Verhalten aufweist. Die Tests bestätigten diese Erwartungen in vollumfänglichem Masse. Die HFC-Tragwände waren in der Lage, grosse inelastische Zyklen ohne Abplatzen des Überdeckungsbetons und ohne darauf folgendes Knicken der Längsbewehrung oder Schubversagen zu durchlaufen [1]. Das Ziel des zweiten Teils dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines numerischen, zyklischen Materialmodells für die Simulation der strukturellen Antwort von HPFRCC-Elementen bis zum Versagen. Das Materialmodell ist für viereckige Finite Elemente im ebenen Spannungszustand entworfen worden und kombiniert ein verschmiertes Rissmodell (SMCR) mit der „eXtended Finite Element“ Methode (XFEM). Letztere garantiert korrekte Dehnungslokalisierung und erlaubt maschenunabhängiges Risswachstum [2].

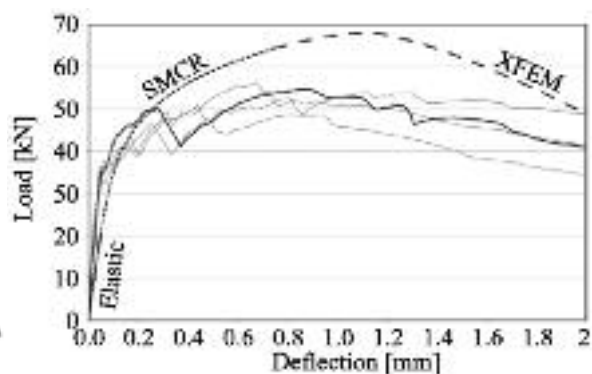


Blinde Vorhersage des Kraft-Verformungsverhaltens eines HPFRCC Balkens.
Blind prediction of the force-deformation behaviour of a HPFRCC beam.

High performance materials in earthquake engineering

The goal of this research project is the development of a structural system which incorporates a novel, high performance fibre-reinforced cementitious composite (HPFRCC) called “Hybrid Fibre Concrete” (HFC). The project consists of an experimental and a numerical part. In the experimental part three medium-scale HFC structural walls were tested under static-cyclic load reversals. The basic idea was to develop a structural wall that would require neither shear nor confinement reinforcement – therefore ensuring easier construction compared with conventional RC structures – and which would exhibit a superior seismic behaviour. The tests confirmed our expectations to the fullest. The HFC walls were able to undergo large inelastic cycles without any spalling of cover concrete, and without any subsequent buckling of the longitudinal reinforcement or shear failure [1]. The goal of the second part of this research project is the development of a numerical, cyclic material model for the simulation of the structural-scale response of HPFRCC elements up to failure. The material model is designed for plan stress quadrilateral finite elements and combines a smeared crack (SMCR) model with the eXtended Finite Element Method (XFEM). The latter assures correct strain localisation and allows mesh-independent crack propagation [2].

- [1] Dazio, A. (2008) Buzzini, D., Trüb, M.: *Nonlinear cyclic behaviour of Hybrid Fibre Concrete structural walls*. Engineering Structures, 30: 3141–3150.
[2] Trüb, M. (2010) *Numerical modeling of high performance fiber reinforced cementitious composites*. Diss.-Nr. ETH 19437. Zurich.



Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren (MERCİ)
Erfassung des Verhaltens von Strukturen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio
 Mitarbeiter: Dr. U. Yazgan
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds, Bern

In dem interdisziplinären Projekt Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren (MERCİ) arbeiten sechs Professuren der ETH zusammen, mit dem Ziel, einen Rahmen für das Management von Erdbebenrisiken zu schaffen. Im Rahmen des MERCİ-Projektes entwickelt die Professur für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik zum einen Empfehlungen zur Modellierung des Erdbebenverhaltens von Stahlbetonstrukturen und zum anderen eine neue Methode zur Bewertung der bleibenden Schäden an Strukturen, die nach einem Erdbeben beobachtet werden können.

Um Empfehlungen zur Modellierung zu entwickeln, wurden Rütteltischversuche an Stahlbetonstützen mit verschiedenen numerischen Methoden simuliert. Die Genauigkeit einer jeden Methode wurde mittels Vergleich der numerischen zu den experimentellen Resultaten hinsichtlich charakteristischer Antwortgrößen bestimmt. Dabei wurden sowohl maximale als auch bleibende Antwortgrößen berücksichtigt [1, 2].

Die neu entwickelte Methode zur Bewertung der Erdbebenschäden an Strukturen erlaubt es, die beobachtbaren Schadensbilder und die messbaren bleibenden Verformungen in der Bewertung der Sicherheit der beschädigten Struktur direkt zu berücksichtigen. Eine wichtige Neuerung der Methode ist die direkte Berücksichtigung der Unsicherheiten hinsichtlich der vorhergesagten Antwortgrößen infolge der Ungenauigkeiten des verwendeten numerischen Modells. Die entwickelte Methode wurde auf ein Brückenmodell, das auf einem Rütteltisch getestet wurde, angewandt und die Resultate sind vielversprechend [3].

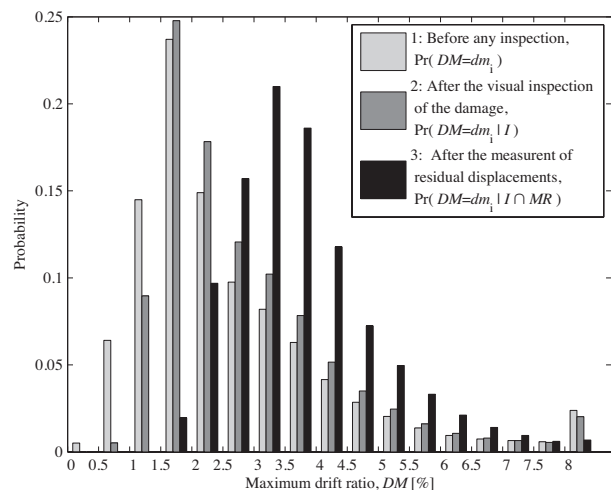
[1] Yazgan, U., Dazio, A., *Simulating Maximum and Residual Displacements of RC Structures: I. Accuracy*. Earthquake Spectra, in press.
 [2] Yazgan, U., Dazio, A., *Simulating Maximum and Residual Displacements of RC Structures: II. Sensitivity*. Earthquake Spectra, in press.
 [3] Yazgan, U., Dazio, A. (2011), *The use of post-earthquake residual displacements as a performance indicator in seismic assessment*. Georisk 5/1.

Management of Earthquake Risks using Condition Indicators (MERCİ)
Assessment of Structural Performance

The interdisciplinary project Management of Earthquake Risks using Condition Indicators (MERCİ) involves six research groups at ETH and aims at developing an earthquake risk management framework. Within the framework of the MERCİ project, the Earthquake Engineering and Structural Dynamics Group developed a set of modelling recommendations for simulating the seismic response of reinforced concrete structures as well as a novel post-earthquake damage assessment methodology.

To establish the modelling recommendations a series of shaking table tests were numerically reproduced by adopting alternative modelling strategies. The accuracies of alternative modelling strategies in terms of estimating the characteristic response parameters were assessed. Both, the maximum and the residual values of the response parameters were considered in the analyses [1, 2].

The developed post-earthquake damage assessment method allows the direct consideration of the observable damage and the measured residual deformations in the evaluation of the safety of damaged structures. The probable errors due to the inaccuracy of the numerical model used to predict the seismic response are directly taken into account. The method was applied to a bridge model tested on a shaking table and promising results were obtained [3].



*Wahrscheinlichkeitsverteilungen geschätzt für die maximale Verformung.
 Probability distributions estimated for the observed maximum drift.*

Entscheidungsfindung in Echtzeit angesichts aufkommender Naturgefahren

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Mitarbeitende: A. Anders, K. Nishijima
Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds,
Bern

Infrastrukturen, Industrieanlagen und Gebäude werden oft in Gegenden gebaut, in denen Naturgefahren auftreten können. Aus ökonomischen sowie technischen Gründen werden diese Konstruktionen normalerweise nicht dafür entwickelt, die gesamte Bandbreite an möglichen Stärkegraden von Naturereignissen standzuhalten. Stattdessen wird als potentielle Strategie im Risikomanagement die Möglichkeit betrachtet, die Anlage und die Menschen angesichts einer aufkommenden Gefahr abzuschalten bzw. zu evakuieren. Nennenswerte Beispiele, bei denen solche Strategien bereits angewandt werden, sind: Raffinerien und stationäre Bohrinseln, die tropischen Wirbelstürmen und Tsunamis ausgesetzt sind.

Die Entscheidung, eine Industrieanlage abzuschalten und zu evakuieren, ist an sich mit einem hohen Risiko und gewöhnlich auch mit hohen Kosten verbunden. Folglich sind Entscheidungen über verlustreduzierende Notmassnahmen (z.B. Evakuierung, Abschaltung) bei aufkommenden Gefahren kritisch. Diese sehr wichtigen Entscheidungen werden oft nur von wenigen Personen in einem kurzen Zeitrahmen getroffen und unterliegen Unsicherheiten sowie unvollständigen Informationen. Daher müssen sie gut vorbereitet sein.

Die Hauptherausforderung dieses Projektes ist es, theoretische sowie methodische Grundlagen zur Unterstützung solcher Entscheidungen zu erstellen und mathematische Modelle einzuführen um Kriterien zu erhalten, welche zur Einleitung optimaler Massnahmen führen. Die Entscheidung über optimale Massnahmen muss dabei in Konsistenz mit dem verfügbaren Wissen über die Gefahren und deren potentiellen Konsequenzen getroffen werden. Im gewählten Ansatz wird zuerst das Entscheidungsproblem mithilfe der Preposterior-Analyse [1] der Entscheidungstheorie formuliert und anschliessend mit der Optionspreistheorie der Finanzmathematik in Verbindung gebracht. Nachdem das Entscheidungsproblem formuliert ist, wird ein Algorithmus auf der Grundlage von Algorithmen zur Berechnung von Optionspreisen entwickelt.

Real Time Decision Support in the Face of Evolving Natural Hazards

Building structures, infrastructure systems and industrial facilities are often built and operated on locations where natural hazard events may take place. Due to economic and technical reasons, these engineered systems are normally not designed to withstand the entire range of intensities of natural hazards. Instead, the possible decision to shut down operation and to evacuate people and assets in the face of an emerging hazard is considered as an option in the overall strategy of risk management. Important examples where such strategies are currently utilized include refineries and fixed offshore platforms subject to tropical cyclones and tsunamis, but also urban habitats and public infrastructure subject to events such as storms, floods, tsunamis, wildfires and volcanic eruptions.

The decision to evacuate a highly populated area or to shut down an industrial facility is in itself associated with significant risks and usually with high costs. Thus decisions on emergency loss reduction activities (e.g. evacuation, shut-down) in the face of emerging hazards are critical. The relatively few but highly important decisions which have to be taken by just a few persons within a small time frame subject to the uncertain and incomplete information available in such situations must be well prepared.

The main challenge in the present research project is to establish the theoretical and methodological basis for supporting such decisions and mathematical algorithms to derive criteria for commencement of actions in consistency with the best available knowledge of the hazards and potential consequences. The approach adopted is: firstly, to formulate the decision problem on the basis of pre-posterior decision analysis [1], which can be related to a variant of the option pricing problem; having formulated the decision problem, the algorithms are then developed based on the algorithms for option pricing, which have been investigated extensively in the field of financial economics.

[1] Raiffa, H. and Schlaifer, R. (1961), *Applied Statistical Decision Theory*, Cambridge: Cambridge University Press.

Einfluss lokaler Dehnungsunterschiede auf die Tragfähigkeit von Brettschichtholz

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: G. Fink, Dr. J. Köhler
 Projektpartner: COST E55

Brettschichtholz ist ein Holzprodukt aus mehreren, in gleicher Faserrichtung angeordneten und verleimten Brettern oder Lamellen. Bauteile aus Brettschichtholz (BSH) haben gegenüber Bauteilen aus Vollholz einige Vorteile, wie geringere Variabilität der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften sowie die freiere Wahl der Abmessungen.

Ziel dieses Projektes ist es die Tragfähigkeit von BSH-Trägern besser zu beschreiben. Das Baumaterial BSH kann somit optimierter eingesetzt werden. Um dieses Ziel zu erreichen soll ein probabilistisches, parametrisches Modell für die Beurteilung von BSH-Trägern erstellt werden. In diesem Modell werden Parameter, wie die Materialeigenschaften einzelner Brettabschnitte, die Abstände zwischen Astgruppen und die Abstände der Keilzinkverbindungen probabilistisch modelliert. Zusätzlich wird in diesem Modell der Einfluss lokaler Dehnungen auf die Tragfähigkeit berücksichtigt.

Mit Hilfe von experimentellen Untersuchungen (an Brettern) werden die erforderlichen Parameter für dieses Modell ermittelt. Basierend auf den gewonnenen Daten werden anschliessend Konfigurationen von Astgruppen in BSH-Trägern angeordnet und ihre Auswirkungen auf die Tragfähigkeit untersucht.



*Experimentelle Untersuchung lokaler Materialeigenschaften an Holzbrettern.
 Experimental analysis of local material properties of timber boards.*

Influence of local strain – differences on the bearing capacity of Glulam

Glued laminated timber, so-called Glulam, is a structural timber product composed of several layers of timber glued together. Glulam structures have many advantages compared to solid wooden structures; e.g. lower variability of the material properties or a larger range of component dimensions to choose.

The aim of this project is to develop a probabilistic, parametric model to describe the mechanical performance of Glulam. In this model the parameters, such as material properties of board sections, distances between knots and distances between finger joints are represented probabilistically. Furthermore the influence of local strains on the bearing capacity is taken into account.

With experimental analysis (on the timber boards) the parameters of the model are estimated. Based on the results of the experimental analysis Glulam beams with target arrangement of knots are produced. Furthermore, the influence of the different knot arrangements on the bearing capacity is assessed.



*Brücke San Niclò bei Strada, CH.
 Bridge San Niclò near Strada, CH.
 Quelle/source: Andrea Bernasconi, HES-SO Yverdon/
 LIGNUM.*

Generische Brandrisikoberechnung von Wohn- und Industriegebäuden

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: G. De Sanctis, Dr. J. Köhler
 Projektpartner: Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF)

Das Ziel des Brandschutzes ist die Unversehrtheit des Menschen zu bewahren (Personenschutz) und Sachschäden möglichst zu vermeiden (Sachwertschutz). Der Brandschutz wird sowohl durch vorbeugende als auch durch abwehrende Brandschutzmassnahmen umgesetzt. Diese Massnahmen können im Kontext von Brandschutzmanagement als Handlungsalternativen aufgefasst werden. Da sich Brände kaum vollständig vermeiden lassen, können immer gewisse Konsequenzen erwartet werden. Die erwartete Grösse der Konsequenzen entspricht dem Brandrisiko und kann durch Brandschutzmassnahmen beeinflusst werden.

Jede Brandschutzmassnahme ist mit Kosten verbunden und führt zu einer entsprechenden Risikoreduktion, die als Nutzen aufgefasst werden kann. Falls im Brandschutzkonzept die Anforderungen bezüglich des Personenschutzes eingehalten werden, so ist es vernünftig Kosten und Nutzen von Brandschutzmassnahmen zu vergleichen. Dies führt zu einer ökonomischen Optimierung der Gesamtkosten und führt zur Wahl einer effizienten Brandschutzmassnahme unter Berücksichtigung der Personensicherheit als auch des Sachwertschutzes. Um effiziente Massnahmen zu bestimmen ist eine generische und quantitative Brandrisikoberechnung erforderlich.

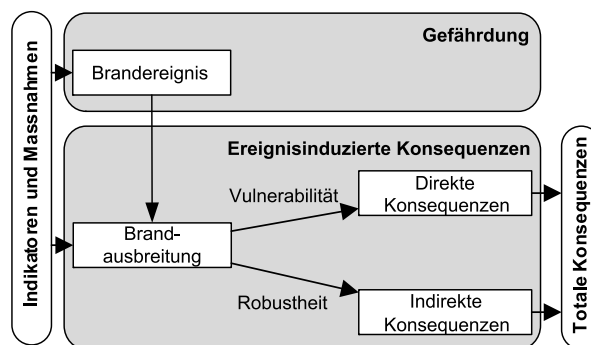
Die generische Brandrisikoberechnung ermöglicht die Quantifizierung der erwarteten Konsequenzen eines Brandes in Abhängigkeit von Risikoindikatoren und Brandschutzmassnahmen. Sowohl die Indikatoren als auch die Massnahmen können mit Unsicherheiten behaftet sein, da der Informationsgehalt der Parameter unvollständig ist oder weil sie natürlich variieren. Eine probabilistische Modellierung ermöglicht eine konsistente Berücksichtigung dieser Unsicherheiten sowie die Repräsentation der physikalischen Prozesse eines Brandes.

Generic fire risk assessment in residential and industrial buildings

The aim of fire safety engineering is to reduce the consequences, i.e. human and financial losses, as much as reasonably possible. Fire safety can be increased by passive and active fire safety measures. These measures can be regarded as decision alternatives in the context of fire safety management. Because fires cannot be avoided completely, certain consequences always have to be anticipated. The expected value of the consequences corresponds to the fire risk and can be influenced by fire safety measures.

Every measure is associated with costs and, if related to the corresponding risk reductions, a certain benefit. If the acceptability of fire safety design in terms of risk to life is fulfilled, then it is reasonable to compare the costs of fire safety measures with its benefits, i.e. to perform an economic optimization of the overall costs. This is leading to a choice of efficient fire safety measures regarding risk to life as well as financial losses. To compare and select efficient measures a generic and quantitative fire risk assessment method is required.

Generic risk assessment facilitates quantification of the expected values of consequences due to fire events in dependence of risk indicators and fire safety measures. Both may be associated with uncertainties due to lack of knowledge and randomness. A probabilistic model allows to consider these uncertainties consistently and to represent the physical processes of a fire hazard.



Ermittlung der totalen Konsequenzen.
 Evaluation of the total consequences.

Wirtschaftliche Optimierung im vorbeugenden Brandschutz

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeitende: K. Krämer, Dr. J. Köhler
 Projektpartner: Vereinigung Kantonaler
 Feuerversicherungen (VKF)

Brandschutz ist im Interesse der Gesellschaft: Er rettet Menschenleben und begrenzt ökonomische Schäden. Die Schweizer Brandschutzvorschriften verlangen deswegen gewisse Brandschutzmassnahmen für Gebäude. Da der vorbeugende Brandschutz jedoch auch grosse Kosten verursacht, muss in den Vorschriften ein gesellschaftliches Sicherheitsoptimum angestrebt werden.

Eine rein wirtschaftliche Optimierung verbietet sich, da der Schutz von Leib und Leben stets als Randbedingung berücksichtigt werden muss. Gesetzliche Brandschutzmassnahmen müssen aber auch hier dem Prinzip der Verhältnismässigkeit folgen: Hohe Investitionen in nicht effiziente Massnahmen binden Mittel, die in anderen Bereichen Leben retten könnten. Umgekehrt sollte aber auf effiziente Massnahmen nicht verzichtet werden. Ein rationales Kriterium zur Festlegung von Mindeststandards für den Schutz von Leib und Leben kann auf Basis des Life Quality Index (LQI) von Nathwani et al. [1] hergeleitet werden.

Die Brandschutzvorschriften betreffen eine Vielzahl unterschiedlicher Gebäude und müssen deshalb auf Portfolio Ebene, d.h. für grössere Gruppen von Gebäuden optimiert werden. Ziel des Forschungsprojektes ist eine Beurteilung verschiedener Brandschutzmassnahmen in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit, unter angemessener Berücksichtigung ihrer Wirkung für den Personenschutz. Auf Basis von Schweizer Schaden- und Portfolio-Daten sowie mit Hilfe von Ingenieurmethoden der Brandrisikobewertung wird ein Risikomodell erstellt, das eine Optimierung des vorbeugenden Brandschutzes auf Portfolio-Ebene zulässt.

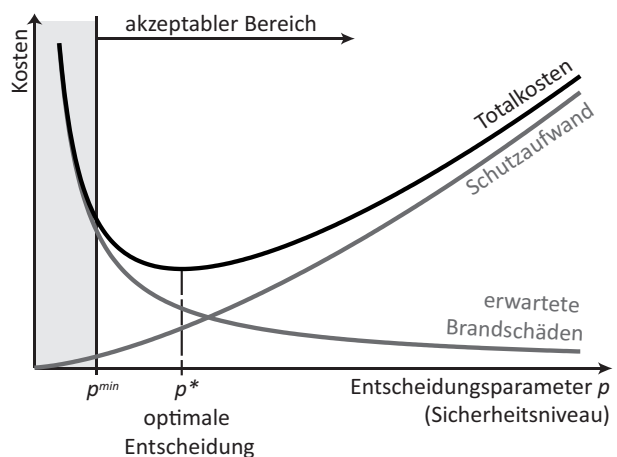
[1] Nathwani, J.S., Lind, N.C. and Pandey, M.D. (1997), *Affordable Safety by Choice: The Life Quality Method*, University of Waterloo.

Economic Optimization of Fire Safety Measures

Fire safety measures are beneficial to society: They save human lives and reduce economic losses. The Swiss fire safety codes therefore require certain measures for fire safety in buildings. Yet preventive fire safety always comes at a cost. The codes should therefore aim at a societal safety optimum.

A purely monetary optimization is not appropriate; the protection of life and limb has to be taken into account as a boundary condition. Nevertheless, also here the required fire safety measures should be reasonable: Inefficient safety investments would otherwise divert resources from areas where more lives could be saved with the same amount of money. Of course efficient life saving measures in the area of fire safety should not be abandoned neither. A rational criterion for defining minimum standards for life safety can be derived based on the Life Quality Index (LQI) first introduced by Nathwani et al. [1].

The fire safety codes are valid for a variety of buildings with different characteristics. The code requirements should therefore be optimized on a portfolio level, i.e. for larger groups of buildings. The aim of the research project is to assess different fire safety measures in terms of their cost efficiency, in due consideration of the effect they have in the area of life safety. Based on Swiss portfolio and fire loss data and with the aid of engineering fire risk methods, a risk model is constructed that facilitates an optimization of preventive fire safety on a portfolio level.



Wirtschaftliche Optimierung und Akzeptanzkriterium.
 Economic optimization and acceptance criterion.

Monitoringbasierte Bewertung von Offshore-Windenergieanlagen

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: Prof. Dr.-Ing. W. Rücker, S. Thöns
 Projektpartner: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Die Errichtung und der Betrieb von Windparks mit Windenergieanlagen der Multimegawattklasse stellen grosse technische Herausforderungen dar. Für den Betrieb von Windparks spielen Inspektions-, Wartungs- und Reparaturkosten eine wesentliche Rolle. In diesem Sinne ist eine Überwachung und Planung dieser Aktivitäten essentiell um die Wettbewerbsfähigkeit der Energieproduktion durch Windenergieanlagen sicher zu stellen.

In diesem Projekt wird die wissenschaftliche Grundlage für ein Monitoring- und Bewertungssystem zur Unterstützung der Inspektions-, Wartungs- und Reparaturplanung erarbeitet. Die methodische Grundlage bildet hierbei die strukturelle Zuverlässigkeitstheorie, die Methode der stochastischen Finiten Elemente und die Modellierung von Messunsicherheiten zur Verwendung von Monitoringdaten.

Die Zielstellung ist eine Online-Bewertung durch messdatenbasierte Zuverlässigkeit der einzelnen Komponenten der Struktur und die Nutzung dieser Informationen zur Optimierung der Lebenszykluskosten.



Monitoring based assessment of offshore wind energy converters

Megawatt class wind energy converters in the offshore environment represent a great technical challenge regarding the design, construction and operation. Inspection, maintenance and repair actions contribute largely to operation costs. Therefore monitoring and maintenance planning is essential for cost efficiency in order to keep wind energy production competitive.

This project is aiming at the development of the scientific basis for the monitoring and assessment system for sophisticated inspection, maintenance and repair planning. The methodical basis is the structural reliability theory, the method of stochastic finite elements and the modelling of measurement uncertainties for the utilisation of monitoring data.

The focus is the online assessment of the support structure components based on the measurement based reliability and the utilisation of the online assessment for the optimisation of the life cycle costs.

Thöns, S., Faber, M.H., et al. (2008), *Assessment and monitoring of reliability and robustness of offshore wind energy converters*. ESREL 2008 and 17th SRA-Europe Conference. Valencia, Spain.

Thöns, S., Faber, M.H., et al. (2010), *Support Structure Reliability of Offshore Wind Turbines Utilizing an Adaptive Response Surface Method*. 29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE 2010).

Prototyp einer Multibrid M5000 Offshore-Windenergieanlage.

Prototype of a Multibrid M5000 offshore wind energy converter.

Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber

Mitarbeitende: Dr. J. Köhler, E. Sabiote,
M. Schubert

Projektpartner: Ernst Basler + Partner AG,
Risk&Safety AG

Die Verwaltung des Schweizer Strassennetzes erfordert die Auseinandersetzung mit den unterschiedlichsten Risiken wie beispielsweise Naturgefahren oder Verkehrsunfällen. Die spezifischen Eigenschaften dieser Risiken haben dazu geführt, dass jeweils unterschiedliche, auf die jeweilige Gefahr angepasste Methoden der Risikobeurteilung entwickelt wurden. Weder die Risiken, noch die Optionen zu ihrer Reduzierung können somit konsistent verglichen und beurteilt werden. Dies erfordert die Entwicklung einer einheitlichen Methodik [1].

In diesem Projekt wurden Leitlinien entwickelt, wie die Systemdefinition, die Modellierung der Konsequenzen, die Behandlung von Unsicherheiten und die Aggregation der Risiken in einer vergleichbaren Methodik gehandhabt werden müssen. Weitere Leitlinien regeln die Bewertung der optimalen und gesellschaftlich akzeptablen Entscheidungsalternativen.

Mit den entwickelten Ansätzen sollen optimale Entscheidungen identifiziert werden können, welche in Übereinstimmung mit den gesellschaftlichen Präferenzen bezüglich Investitionen in lebensrettende Aktivitäten, mit der existierenden besten Praxis und mit gültigen Normen und Richtlinien sind. Damit wird ein gesellschaftlich akzeptierbares Sicherheitsniveau auf dem Schweizer Strassennetz angestrebt und ein Beitrag an einen zielgerichteten und effizienten Einsatz der begrenzten gesellschaftlichen Ressourcen geleistet.

[1] Faber, M.H., Köhler, J., Sabiote, E., Schubert, M., Fermaud, C. und Scheiwiller, A. (2009). Forschungspaket AGB1, Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten, *Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung*, Forschungsauftrag AGB 2005/102 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung, Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bericht Nr. 618, VSS Zürich.

Methodological basis for comparative risk assessment in the Swiss road network

The administration of the Swiss road network has to deal with risks from various sources as natural hazards or traffic accidents for instance. The specific characteristics of the different risks have resulted in the development of different methodologies of risk assessment. Thus the assessed risks are not comparable among themselves, making it impossible to assess the appropriateness of options for their reduction consistently. For comparing the different risks, the development of a standardized methodology is required [1].

In this project, guidelines have been developed on the definition of the system and the modeling of the consequences, on the treatment of uncertainties and the aggregation of the risks. Further specifications are given on the assessment of optimal and societal acceptable decision options.

Using the developed framework optimal decisions which are in coherence with societal preferences in regard to investments into life saving activities as well as existing best practices, codes and standards may be identified. This framework ensures an acceptable level of safety for the road network in Switzerland while contributing to an appropriate and efficient use of limited common resources.



Quelle: Heiri Figi, Tiefbauamt Graubünden.

Beurteilung und Ermittlung der Robustheit von Tragwerken

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: H. Narasimhan
 Projektpartner: Staatssekretariat für Bildung und
 Forschung (SBF), Bern

Das Bewusstsein dafür, welche Bedeutung die Robustheit von Tragwerken hat, ist im Laufe der Jahre aufgrund der Erfahrungen mit dem Versagen und dem Zusammenbruch von unterschiedlichen Tragwerken gestiegen. Als Ergebnis der intensiven Forschung auf dem Gebiet der Robustheit wurde eine Reihe von Empfehlungen herausgegeben, wie robuste Tragwerke erreicht werden können. Doch trotz bedeutender theoretischer, methodischer und technologischer Fortschritte ist die Robustheit von Tragwerken immer noch eine kontrovers diskutierte, schwierige Frage sowohl in Bezug auf ihre Auslegung, als auch ihre Normierung.

Wichtigstes Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines theoretischen und methodischen Rahmens für die Beurteilung und Quantifizierung der Robustheit von Tragwerken und ihrer Indikatoren. Zusätzlich werden Kriterien für die Bewertung der Robustheit bezüglich Optimalität und Akzeptanz auf der Grundlage des Risikos und der rationalen Entscheidungsfindung weiterentwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Ausgestaltung und der Modellierung von Massnahmen und Richtlinien für die Gewährleistung und Verbesserung der Robustheit in neuen und bestehenden Tragwerken. Abschliessend wird eine probabilistische Norm zur Beurteilung der Robustheit während des Entwurfs und der Neubeurteilung von Tragwerken entworfen.

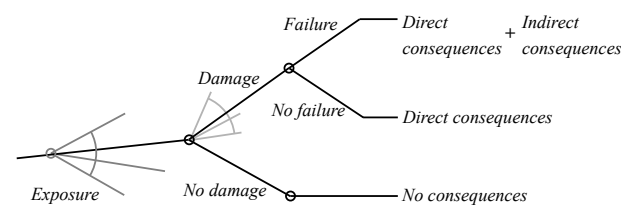
Dieses Forschungsprojekt wird in Verbindung mit einem Projekt der Europäischen Union - COST (European Cooperation in Science and Technology) Action TU0601 "Robustness of Structures" durchgeführt. Die COST-Action bietet eine strukturierte internationale Plattform für Experten. Fortschritte und Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt werden dort kritisch diskutiert und analysiert, wodurch die Wirkung und Bedeutung des Projekts gesteigert werden kann.

Assessment and Determination of Robustness of Structures

The awareness of the significance of robustness of structures has gradually intensified over the years due to experiences with failure and collapse of several structures. A significant amount of research has been invested into the various aspects of robustness resulting in a number of useful recommendations on how to achieve robust structures. However, despite many significant theoretical, methodical and technological advances, structural robustness is still an issue of controversy and poses difficulties with regard to its interpretation as well as regulation.

The principal objective of this research project is to develop a theoretical and methodological framework for the assessment and quantification of structural robustness and its various indicators. Further optimal and acceptable criteria for robustness based on considerations of risk and rational decision making would be evolved. The focus would then be on the design and modeling of relevant measures and guidelines for ensuring and improving robustness levels in new and existing structures. Finally, a probabilistic model code would be created to guide the assessment of robustness of structures during the structural design and assessment/reassessment phases.

This research project is being conducted in association with a European Union project – COST (European Cooperation in Science and Technology) Action TU0601 "Robustness of Structures". The COST Action provides a structured platform for international experts to critically discuss and analyze the progress and results from the research project and hence contribute positively to the overall impact and significance of the project.



*Risikobasierter Ansatz für die Beurteilung der Robustheit.
 A risk based assessment framework for robustness.*

Entwicklung eines stochastischen Taifunmodells für den Nordwestpazifik und dessen Anwendung auf Portfolioverlustabschätzung

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: M. Graf, K. Nishijima
 Projektpartner: AON Benfield, Japan

In einem gemeinsamen Projekt der ETH und AON Benfield, Japan hat die Gruppe Risiko und Sicherheit des IBK ein probabilistisches Taifunmodell und ein Modell zur Abschätzung des Taifunrisikos für versicherte Gebäude in Japan entwickelt. Für alle Taifunprozessphasen wurden Submodelle entwickelt, startend mit dem Auftreten eines Taifuns, über die räumliche und temporale Entwicklung des Taifuns inklusive Abschwächung des Taifuns bei Erreichen des Festlandes und endend mit der probabilistischen Charakterisierung der extremen Windgeschwindigkeiten an jeder Position in Japan, [1]. Diese Resultate zusammen mit historischen Schadensereignisbeobachtungen, welche von AON Re zu Verfügung gestellt wurden, ermöglichten das Erstellen der Portfolioverlustverteilung. Durch die konsistente Berücksichtigung aller Unsicherheiten kann die Kontribution der einzelnen Submodelle zu der Gesamtunsicherheit ermittelt werden. Diese Information kann für die Fokussierung zukünftiger Forschungen verwendet werden.

Das Softwaretool "TRAST" wurde erstellt, basierend auf den während des Projektes entwickelten Modellen (siehe Figur). Um Portfolio-Verlust-Analysen durchzuführen wird dank dem vorberechneten Datensatz des Gefährdungskataloges kein High-Performance Computer benötigt und das Softwaretool kann auf einem Standard-PC benützt werden.

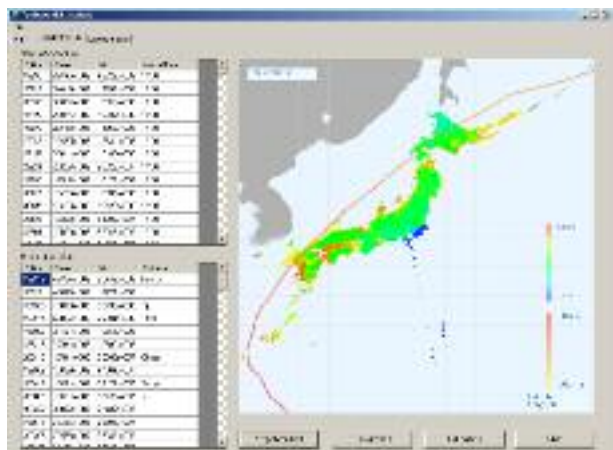
[1] Graf, M., Nishijima, K. and Faber, M.H. (2009), *A Probabilistic Typhoon Model for the Northwest Pacific Region*, APCWE 7, Taipei.

Screenshot des entwickelten Taifun Risiko Analyse Softwaretool "TRAST". Auf dem rechten Ausschnitt sind ein simulierter Taifunverlauf und das dazugehörige Windfeld auf Erdoberflächenhöhe ersichtlich, auf dem linken Ausschnitt sind die berechneten Portfoliorisiken für sowohl stochastische, als auch historische Events sichtbar.

Development of stochastic typhoon model in Northwest Pacific region and its application to portfolio loss estimation

In a joint project between ETH and AON Benfield, Japan, the group on risk and safety at IBK has developed a probabilistic typhoon hazard model and a consequence model for assessing the typhoon risks of insured buildings in Japan. Sub-models are formulated for all phases of the typhoon hazard process starting with the occurrence of typhoons, over the spatial and temporal development of typhoons including landfall and possible filling and ending with the probabilistic characterization of extreme wind speeds at any location in Japan, [1]. These results together with historical damage observations made available by AON Benfield facilitated establishing the consequence model. Emphasis has been given to the consistent treatment of uncertainties facilitating that the contributions to the uncertainty of the total losses from each sub-model may be assessed. This information may be utilized for the focusing of future research efforts.

A software tool called "TRAST" was developed based on the models developed within the project, see the figure. In practical use for portfolio loss analysis, the software tool does not require high performance computers and run in a standard PC environment, thanks to the pre-calculated dataset of hazard catalog.



Screenshot from the developed typhoon risk analysis software tool "TRAST. On the right pane, it shows a typhoon track with the corresponding wind speed field at surface level; on the left pane, it shows calculated portfolio risk for stochastic events as well as relevant historical events.

Probabilistische Analyse von grossen Ingenieurbauwerken und -Systemen unter Verwendung von GIS

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber

Mitarbeiter: J. Qin

Wenn kausale und statistische Abhängigkeiten zwischen Einwirkungen auf die Komponenten eines grossen Ingenieurbauwerks oder Systems bestehen, kann dies einen signifikanten Einfluss auf die Performance des Gesamtsystems haben. Eine probabilistische Entscheidungsanalyse wird dadurch numerisch sehr anspruchsvoll. Zudem ist bei der Betrachtung realer Systeme ein Grossteil der für eine probabilistische Systemanalyse benötigten Information in der Regel nicht verfügbar. Dieser Mangel an Information muss auf eine konsistente Art und Weise in der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Ziel des Projektes ist es, die probabilistische Analyse von grossformatigen Ingenieursystemen weiterzuentwickeln, wobei zwei miteinander verbundene Problemfelder betrachtet werden sollen: (1) Risikomanagement über den gesamten Lebenszyklus von einzelnen, aber sehr grossen Bauwerken, wie z.B. Brücken und (2) Risikomanagement für geographisch verteilte Ingenieursysteme, wie z.B. Elektrizitätsnetzwerke.

Eine hierarchische Bayes'sche probabilistische Modellierung der Performance von Systemen wird unter Annahme einer „bottom-up“ als auch einer „top-down“ Perspektive untersucht. Im „bottom-up“ Ansatz werden Systeme durch kausale und logische Beziehungen ihrer Konstituenten modelliert. Probabilistische Modelle für das Verhalten der Komponenten unter der Einwirkung von Extremereignissen und Schädigungsprozessen sollen hierfür erweitert werden. „Top-down“ Ansätze dienen als Mittel zur Verbesserung und Aktualisierung der „bottom-up“ Modelle.

Ein weiterer Fokus soll auf der Verbindung von Bayes'schen Modellen mit den Daten-Layern von GIS-Systemen liegen. Die Anwendung von GIS soll die Nutzung von Information in Quasi-Echtzeit zur Aktualisierung, Visualisierung und Dokumentation von Risiken sowie zur Planung von Instandhaltungsmassnahmen ermöglichen.

Probabilistic Analysis of Large-scale Engineered Systems using GIS

When large-scale engineered systems exhibit performances significantly influenced by causal and statistical dependencies of events relating to the constituents, the decision analysis of the probabilistic characteristics of the system performance becomes numerical involving. Moreover, when considering realistic systems much of the information required for probabilistic system analysis is unavailable and the probabilistic assessments must be able to account for this lack of knowledge. The aim here is to improve the probabilistic analysis for large-scale engineered system, with special consideration of two interrelated problems: (1) life cycle risk management of individual but large structures like bridges and (2) risk management of geographically distributed engineered systems, such as electricity distribution systems.

Hierarchical Bayesian probabilistic modeling of system performance will be researched from both the bottom-up and top-down perspective. In the bottom-up approach, systems are modeled through a causal and logical interrelation of constituents. Probabilistic models for the performance of components subject to extreme events as well as deterioration effects will be extended. Top-down modeling approaches will be investigated as a fundamental means of improving and updating bottom-up models.

Furthermore, the research effort will be directed on the linkage of Bayesian models with the data layers of the GIS. The GIS must facilitate that quasi-time information can be utilized for updating, documenting and visualizing the development of risk and facilitate maintenance activities.

Risikobeurteilung von Lawinenverbauungen

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Mitarbeiterin: E. Sabiote

Lawinenstützwerke verhindern den Anbruch der Schneedecke und sind somit ein wichtiger Beitrag zum Schutz vor Lawinen. Annähernd 500 km dieser Stützwerkreihen ziehen sich durch die Alpen. Ihr Bau und ihr Unterhalt beinhalten erhebliche Kosten. Aus der Sicht einer risikobasierten Strategie zur Verringerung von Naturgefahren stellt sich die Frage, ob die begrenzten gesellschaftlichen Ressourcen optimal und vertretbar eingesetzt werden.

Sollen Kosten und Nutzen von risikomindernden Massnahmen beurteilt und optimiert werden, so müssen sie gesamthaft in ihrem Beitrag zur gesellschaftlichen Risikoreduktion beurteilt werden. Die gesamtgesellschaftliche Optimierung betrifft alle Phasen des Lebenszyklus, und ist abhängig von der Lebensdauer einer Massnahme.

Informationen bezüglich der Anforderungen während der Lebensdauer, und bezüglich des Zustands und der Dauerhaftigkeit eines Werks können aus Inspektionen, historischen Daten, Modellen bezüglich des Werks, bzw. der ganzen Verbauung, und der Umweltbedingungen gewonnen werden. Mittels der Bayes'schen Entscheidungstheorie und der Zuverlässigkeitstheorie soll ein Ansatz entwickelt werden, wie diese unterschiedlichen Informationen zu einer konsistenten, vergleichbaren Aussage bezüglich des Risikos, und damit der Kosten und Nutzen beitragen können.



*Stützwerke oberhalb Davos.
Protection structures above Davos. (Foto E. Sabiote)*

Risk assessment of snow supporting structures

Snow supporting structures comprise important protection measure against avalanches in alpine regions; safeguarding people, settlements and societal life line systems. The objective of snow supporting structures is to reduce the movements of snow. Their installation and maintenance are associated with significant costs. From the viewpoint of a risk based strategy for reducing risks, it has to be asked whether the limited societal resources are optimally used.

If we want to measure costs and benefits in order to evaluate the risk reduction and the efficiency of a measure as the snow supporting structures, we need to establish a risk assessment model comparable to risk assessments from other fields of engineering. An optimization has to include all the phases in the life cycle of a measure, and depends on its durability.

Information concerning the requirements to these structures during their life time, the structure's condition and durability can be gained from various sources. The condition of the snow supporting structures is regularly evaluated qualitatively, mostly by technicians. Other information that should be used for a consistent risk assessment for the whole life cycle of a structure are historical data, structural models, or climate models.

In this research project, a framework for risk assessment, in consistency with the available information and the existing uncertainties, is being developed. Bayesian decision theory and reliability theory are the methodological basis for the project. Besides the risk assessment, also the philosophical basis for risk acceptance especially in the context of life safety investments shall be discussed.

The developed framework will comprehend a basic model for the support of risk informed decisions in the planning, the design and the maintenance of snow supporting structures.

Excel®-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlagschutzgalerien

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: M. Schubert
 Projektpartner: Joseph Jacquemoud, PRAING
 Auftraggeber: Bundesamt für Strassen, ASTRA, Bern

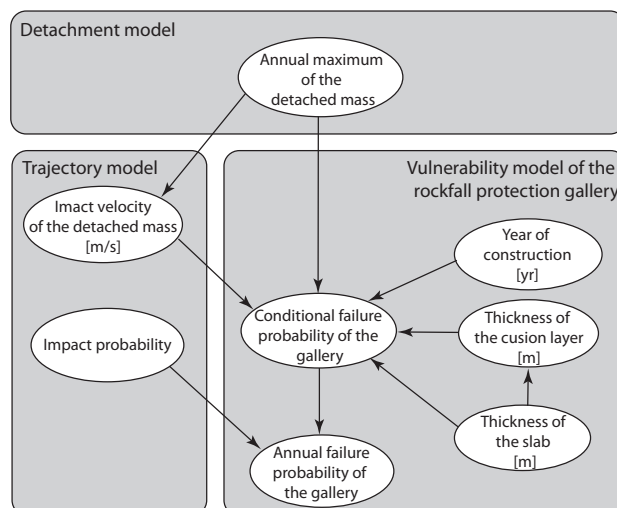
Die Kenntnis der Höhe des Risikos infolge von Naturgefahren ermöglicht die strategische Planung von Massnahmen und bietet eine effiziente Möglichkeit der Budgetierung. Die strategische Planung erfordert die Erarbeitung von Methoden und Werkzeugen zur Risikoermittlung und Risikobewältigung, die es ermöglichen die Sicherheit auf den Nationalstrassen mit den zur Verfügung stehenden Mitteln zu gewährleisten und rational zu begründen. Betrachtet man die hohe Anzahl an gefährdeten Streckenabschnitten und die hohen Kosten, die mit dem Bau und dem Unterhalt von Schutzeinrichtungen für Naturgefahren verbunden sind, so ist die Risikoermittlung gesellschaftlich und ökonomisch erforderlich. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines generischen, anwendungsbezogenen, Excel®-basierten Programms zur Risikoberechnung unter Berücksichtigung der orts- und objektspezifischen Charakteristiken von Steinschlaggalerien. Dazu wird der Ablöseprozess, der Fallprozess und die Versagenswahrscheinlichkeit der Steinschlaggalerie unter Verwendung der Erkenntnisse aus [1] und [2] probabilistisch modelliert. Bayes'sche Netze werden entwickelt, die die relevanten orts- und objektspezifischen Informationen berücksichtigen. Dazu gehören die Steinschlaggefährdung, die Verkehrscharakteristik und die Eigenschaften der Galerien. Die Bayes'schen Netze werden mit Microsoft-Excel® verknüpft und ermöglichen es dem Anwender Risikoanalysen effizient durchzuführen, ohne spezielle Kenntnisse in der probabilistischen Modellierung zu haben.

[1] Schubert, M., Faber, M.H., *Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten*, ASTRA Bericht 616, ASTRA, Bern, Switzerland.

[2] Schellenberg, K. (2008), *On the Design of Rockfall Protection Galleries*, Dissertation ETH No. 17924, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, Switzerland.

Excel®-based tool for the risk analysis of rockfall protection galleries

A knowledge of the expected value of the consequences due to natural hazards, i.e. the risk, facilitates the strategic planning of risk-reducing measures. Strategic planning necessitates the development of risk-based tools to ensure an optimal level of safety on the road system with the available resources and to justify decisions rationally. Considering the large number of endangered road stretches in Switzerland and the high costs associated with the construction and the maintenance of the existing protection structures, consistent tools for their risk assessment are crucial. The aim of this project is to develop a generic, practice-oriented, Excel®-based tool that allows assessing the risk under consideration of the site and object-specific characteristics of rockfall protection galleries [1]. The detachment process, the falling process and the failure of the protection gallery [2] are considered and modelled probabilistically by developing a generic Bayesian network that facilitates the consideration of all available information on the characteristics of the hazard, of the slope, of the gallery and of the traffic. Bayesian networks are combined with Excel® which allows the user to perform the risk analysis without having any specific knowledge of probabilistic modelling.



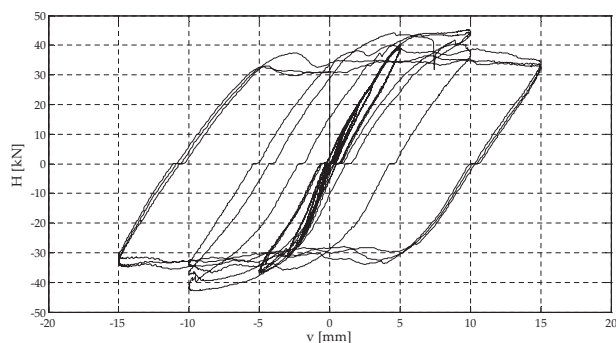
*Bayes'sches Netz zur Berechnung der jährlichen Versagenswahrscheinlichkeit der Steinschlaggalerie.
 Bayesian Network to assess the probability of annual probability of failure of a rockfall gallery.*

Statisch-zyklische Versuche an Mauerwerkselementen mit einer Feuchtigkeitsperre

Projektleitung: Prof. A.W. Page und
Dr. N. Mojsilović
Projektpartner: Think Brick, Australia

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts zwischen der University of Newcastle, Australien und der ETH Zürich wird das Tragverhalten von unbewehrten Mauerwerkswänden unter statisch-zyklischer Schubbeanspruchung untersucht. Das Hauptziel des Forschungsprojekts ist es, den Einfluss einer Feuchtigkeitsperre in der untersten Lagerfuge der Wand oder zwischen Wand und unterliegender Betondecke auf die auf zyklischen Schub beanspruchte Wand zu untersuchen. Im Rahmen des Projekts wurden Versuche an kleinen Mauerwerkswänden an der University of Newcastle durchgeführt.

Das Tragverhalten der Wände wurde sowohl durch das Vertikallastniveau als auch durch die Präsenz und die Lage der Feuchtigkeitsperre massgeblich bestimmt. Es wurden zwei verschiedene Brucharten festgestellt, nämlich das Gleiten entlang der Lagerfuge mit der Feuchtigkeitsperre und der Druckbruch. Bei allen Wänden wurde anfänglich das Abheben der Ecken festgestellt, welches im Falle eines Bruchs durch das Gleiten im Laufe des Versuchs verschwand. Im Falle eines Druckbruchs reduzierte das Abheben der Ecken die für den Transfer der Druckresultierenden zur Verfügung stehende Wandfläche. Des Weiteren verhielten sich diese Wände wenig duktil. Die Wände, welche durch das Gleiten versagten, entwickelten einen horizontalen Riss in der Lagerfuge mit der Feuchtigkeitsperre und zeigten eine beachtliche Energiedissipation bzw. ein quasi duktilen Verhalten.



Hysteresis des Körpers B3_1.
Hysteresis for walette B3_1.

Static-Cyclic Shear Tests on Masonry Walleets with a Damp-Proof Course Membrane

In a joint research project involving the University of Newcastle, Australia and the ETH Zurich on the structural behaviour of unreinforced masonry elements subjected to cyclic shear is under investigation. The main goal of the research project is to investigate the influence of a damp-proof course (DPC) on the structural behaviour of masonry walls subjected to shear when the DPC is placed in a bed joint or at the interface of the masonry and its supporting concrete slab. Within the framework of the project, a series of static-cyclic shear tests on brick masonry walleets have been performed at the University of Newcastle.

The behaviour of the walleets was greatly influenced by the pre-compression level. Further, the presence and position of the DPC had a considerable influence on the behaviour of the walleets, especially on the failure mode. Two types of failure were observed, namely sliding and compression failure. In general, all the walleets initially exhibited some uplift of the corners. In the case of the sliding failure this uplift diminished. When compression failure was the governing mode, the uplift had the effect of reducing the compression area of the walette available to carry the compressive load. Furthermore, walleets that failed in compression exhibited almost no ductility. Walleets which failed by sliding developed horizontal cracks in the bed joint containing the DPC. These walleets also displayed a considerable energy dissipation capacity and behaved in a quasi ductile manner.



Druckbruch der Körper B1_2 und B2_3.
Compression failure: specimens B1_2 and B2_3.

Tragverhalten von betongefüllten Stahlhohlprofilstützen mit Stahlkern im Brandfall

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana,
 Dr. M. Knobloch
 Mitarbeiter: M. Neuenschwander

Betongefüllte Hohlprofil-Verbundstützen mit Kernprofilen aus Vollstahl finden häufig Verwendung im Hochhausbau. Bei erhöhten Temperaturen im Brandfall verringert sich die Festigkeit und die Steifigkeit sowohl des Stahls als auch des Betons, was zu einer Verminderung der Querschnittstragfähigkeit sowie des Knickwiderstands von Verbundstützen führt. Zusätzlich müssen die Einflüsse von thermisch bedingten Zwängungsspannungen berücksichtigt werden. Bedingt durch die Versuchsofengröße und die Kosten, sind der experimentellen Untersuchung des Tragverhaltens von betongefüllten Hohlprofil-Verbundstützen mit Kernprofilen aus Vollstahl enge Grenzen gesetzt. Das Forschungsprojekt zielt deshalb darauf ab, mit Hilfe der nicht-linearen Finite-Elemente-Methode die relevanten Einflussgrößen auf das Tragverhalten im Brandfall von zentrisch vorbelasteten Verbundstützen dieses Typs herauszuarbeiten.

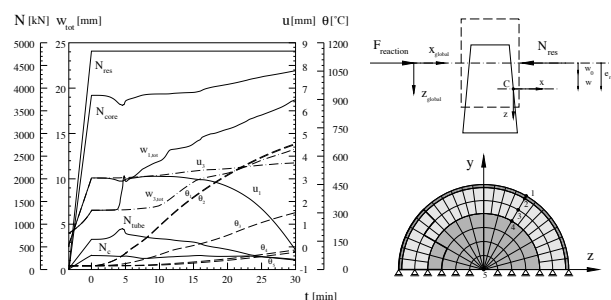
Ein Finite-Elemente-Methoden Modell mit einem lokalen und temperaturabhängigen kombinierten Stoffgesetz aus bruchmechanischen und viskoplastischen Ansätzen für den Beton sowie einem Reibungskontakt für die Verbundfuge wurde entwickelt [1].

[1] Neuenschwander, M., Knobloch, M., Fontana, M., *Fire behaviour of concrete filled circular hollow section columns with massive steel core*, In: Battista E., Vellasco P. and de Lima L. (Eds.), SDSS’Rio 2010 Stability and Ductility of Steel Structures, Rio de Janeiro, September 8th-10th, 2010, pp. 473-480.

Fire behaviour of concrete-filled circular hollow section columns with steel cores

Concrete-filled circular hollow section columns (CHS-columns) with cores are used as structural members in multi-storey buildings when high loads are encountered and fire safety requirements are to be fulfilled. Fire exposure leads to a reduction of strength and stiffness of concrete and steel having a marked influence on the cross-sectional and buckling resistance of composite columns. Additionally, stresses induced by partially restrained thermal strains have to be considered. Exploring experimentally the load-carrying behaviour of CHS-columns with cores in fires is limited substantially by the capacity of the common test setup, furnace size and cost. Therefore, this research project aims at analysing the parameters influencing the load-carrying behaviour of CHS-columns with steel cores subjected to axial compression and fire by means of the nonlinear finite element method.

At present a FEM model has been developed with a local temperature-dependent damage-viscoplasticity model for the concrete as well as frictional contact conditions at the interface of steel and concrete [1]. Future enhancements of the model will be provided by the implementation of a non-local damage-plasticity model for the concrete at elevated temperatures.



Axiallast-Zeit-, Temperatur-Zeit- und Mittendurchbiegung-Zeit-Beziehungen.
Axial load-time, temperature-time and deflection-time curves.

Einfluss des thermischen Kriechens auf das Stabilitätsverhalten von Stahlkonstruktionen im Brandfall

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. M. Knobloch
Mitarbeitende: J. Pauli, D. Somaini
Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds,
Bern

Die temperaturabhängige Querschnittstragfähigkeit unter Berücksichtigung lokaler Beuleffekte, des globalen Stabilitätsverhaltens sowie des Hochtemperaturkriechens sind massgebliche Einflussfaktoren für das Tragverhalten von Stahlstützen im Brandfall. Bei erhöhten Temperaturen im Brandfall vermindern sich die Festigkeit und Steifigkeit von Stahl und das Spannungs-Dehnungsverhalten wird ausgeprägt nichtlinear. Die Hochtemperaturkriecheinflüsse waren oberhalb von ca. 400 ° bis 500 °C deutlich.

Analytische Berechnungsmodelle berücksichtigen üblicherweise den Einfluss des Hochtemperaturkriechens auf das Tragverhalten stabilitätsgefährdeter Stahlkonstruktionen im Brandfall nicht explizit. Forschungsergebnisse weisen jedoch auf den bedeutenden Einfluss des Hochtemperaturkriechens auf den Querschnitts- sowie den Knick- und Biegeknickwiderstand von Stahlstützen hin. Aufbauend auf den Forschungsergebnissen am IBK im Bereich der Stabilität im Brandfall in den vergangenen Jahren wird daher derzeit der grundlegende Einfluss des Hochtemperaturkriechens auf das Stabilitätsverhalten druck- und biegebeanspruchter Stahlstützen im Brandfall analysiert.

Um den Einfluss des Hochtemperaturkriechens auf das grundlegende Spannungs-Dehnungsverhalten von Stahl zu untersuchen, führen wir Materialversuche im Elektroofen unter stationären und transienten Temperaturbedingungen durch. Zusätzlich werden sowohl stationäre und transiente Versuche zur Querschnittstragfähigkeit an sog. Stub Columns als auch Knickversuche an schlanken Stützen unter kombinierter Druck- und Biegebeanspruchung durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden damit grundlegende Kenntnisse zum Einfluss des Hochtemperaturkriechens auf den Querschnittswiderstand und das Tragverhalten von Stahlkonstruktionen im Brandfall erarbeitet.

Thermal creep effects on the stability of steel members under fire conditions

The resistance of steel columns subjected to fire is strongly affected by the temperature-dependent cross-sectional capacity considering effects of local buckling, global buckling and thermal creep. Due to elevated temperatures under fire conditions, the strength and stiffness decrease rapidly, and the typically almost linear elastic-perfectly plastic stress-strain relationship becomes distinctly nonlinear. Furthermore, thermal creep effects – strongly affected by the heating rate – have to be considered for temperatures above approximately 400°C to 500°C.

Commonly used analytical models for fire design do not explicitly consider the effect of thermally-induced creep on the structural stability of steel members subjected to fire. Comprehensive fundamental research on the influence of thermal creep on the cross-sectional capacity as well as on slender column and beam-column strength has not been performed so far. However, results achieved during a former research project as well as the few research results given in the literature show the distinctive influence of thermal creep on the cross-sectional capacity and slender column and beam-column strength in fire conditions and indicate that comprehensive research in this field is important for structural safety. The promising results and findings of the former research will be extended and generalized by performing basic research on the influence of thermal creep on the structural stability behaviour of steel columns and beam-columns subjected to fire.

Steady-state and transient tensile material coupon furnace tests are performed for analysing the influence of thermal creep effects on the fundamental material behaviour of structural steel subjected to fire. In addition, both stub column and slender column and beam-column furnace tests considering steady-state and transient conditions are carried out to analyse the influence of thermal creep on the cross-sectional capacity as well as structural stability behaviour of steel members under compression and combined compression and bending in fire conditions using an electric furnace. The research project will provide a wealth of information on the influence of thermal creep on the cross-sectional behaviour and buckling behaviour of steel members subjected to fire.

Biegeknicken von Stahlstützen im Brandfall

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. M. Knobloch
Mitarbeitende: J. Pauli, D. Somaini
Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds,
Bern

Im Rahmen des Forschungsprojektes analysierten wir das Tragverhalten von Stahlstützen im Brandfall unter besonderer Berücksichtigung der Querschnittstragfähigkeit sowie des Biegeknickens. Das Verhalten untersuchten wir mit Hilfe analytischer, experimenteller und numerischer Methoden.

Die Beschreibung des Querschnitts- sowie des globalen Tragwiderstands unter Druck- sowie kombinierter Druck- und Biegebeanspruchung im Brandfall mit Hilfe experimentell abgesicherter Berechnungsmodelle stellte ein wesentliches Ziel unserer Forschungsarbeiten dar. Für den Querschnittswiderstand unter kombinierter Druck- und zweiachsiger Biegebeanspruchung bei erhöhten Temperaturen konnten auf der Grundlage der Versuchsergebnisse sowie einer umfangreichen numerischen Parameterstudie Interaktionskurven abgeleitet werden. Die Beschreibung des Querschnittswiderstands im Brandfall stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Darstellung des grundlegenden Tragverhaltens sowie der sicheren und wirtschaftlichen Dimensionierung und Bemessung von Stahlkonstruktionen dar. Eine Vergleichsstudie zeigte die teilweise sehr grossen Abweichungen der derzeit verwendeten vereinfachten Berechnungsmodelle für die Bemessung im Brandfall.

Für die Beschreibung des Tragwiderstandes von Stahlstützen unter Druck- sowie kombinierter Druck- und einachsiger Biegebeanspruchung konnte ein analytisches Berechnungsmodell entwickelt werden. Das Berechnungsmodell basiert auf umfangreichen experimentellen und numerischen Untersuchungen. Diese Untersuchungen zeigten den entscheidenden Einfluss des thermischen Hochtemperaturkriechens sowohl auf das Stabilitätsverhalten sowie die Querschnittstragfähigkeit und führten zu einem Folgeprojekt zum Einfluss des thermischen Kriechens auf das Stabilitätsverhalten von Stahlkonstruktionen bei Brand.

Buckling and flexural buckling of steel columns in fire

The structural resistance of steel members, in particular columns or beam-columns, under fire conditions is limited by three limit states and their interaction: First, full section yielding at elevated temperature (i.e. yield capacity) considering both, axial compression-bending moment interaction and non-uniform temperature distributions (limit state 1); second, local and/or distortional buckling (limit state 2); and third, overall structural stability, especially flexural and lateral-torsional buckling (limit state 3).

The reduction of steel strength during heating in fires as well as thermal gradients substantially affect the first limit state, while the reduced stiffness and the nonlinear stress-strain relationship of steel at elevated temperatures have a strong influence on local buckling and overall buckling behaviour. Analytical models used for fire design usually implicitly consider section yielding (limit state 1) and uniform temperature distributions. These models assume that members with no overall buckling effects, whose cross sections are classified as 'plastic' (Class 1), 'compact' (Class 2) or 'semi-compact' (Class 3), reach their full plastic or elastic capacity, respectively, without developing local buckling deflections even under fire conditions. However, elevated temperatures strongly influence the cross-sectional capacity and the local buckling behaviour of steel sections. Even cross-sections suitable for plastic design at ambient temperature may develop local buckling deflections in fires, caused by the large strains required to reach full section yielding due to the distinctly nonlinear stress-strain relationship for steel at elevated temperatures.

In a comprehensive analytical, experimental and numerical study the cross-sectional capacity of steel sections in axial compression and bending as well as the overall structural behaviour of steel members at elevated temperatures under fire conditions has been investigated. Normalized axial compression-biaxial bending moment interaction graphs for the cross capacity as well as a generalized analytical model for the strength of slender columns in fires have been developed. The effects of the cross-sectional and overall slenderness ratio, steel grade, temperature, and production process (hot-rolled or welded) were addressed.

Mehrdimensionale Analyse von Gitterstrukturen

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. J.G.M. van Mier
Mitarbeiter: D. Caduff

Balkengittermodelle sind ein Instrument, um die mechanischen Eigenschaften sowie das Bruchverhalten von unterschiedlichen Materialien und Strukturen zu untersuchen. Die Projektion einer Materialstruktur auf das Gittermodell sowie die Zuweisung von Eigenschaften unterschiedlicher Materialphasen auf die einzelnen Balken ermöglicht eine Modellierung des Materials, wobei ein einfaches eindimensionales Materialgesetz genügt. Stabilitätsprobleme der einzelnen Balken wurden bis anhin nicht berücksichtigt.

Durch Untersuchungen an regulären Gitterstrukturen, welche durch „Rapidprototyping“ und mit zwei unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, sollen die Modellparameter (Geometrie der Balken, Materialverhalten etc.) evaluiert werden. Über die Dehnungsverteilung in den Gitterbalken lässt sich die Knotensteifigkeit im Gitter abschätzen, welche für die Wahl der Randbedingungen bei der Analyse eines Balkens massgebend ist.

Die Dehnungsverteilung der Oberfläche wird während eines Zugversuchs mittels dreidimensionaler digitaler Bildkorrelation gemessen und berechnet [1]. Es ist erkennbar, dass in den Knotenbereichen Dehnungskonzentrationen auftreten, die zum Versagen des Balkens führen. Durch die Wahl von unterschiedlichen Balkengeometrien kann die Knotensteifigkeit variiert werden.

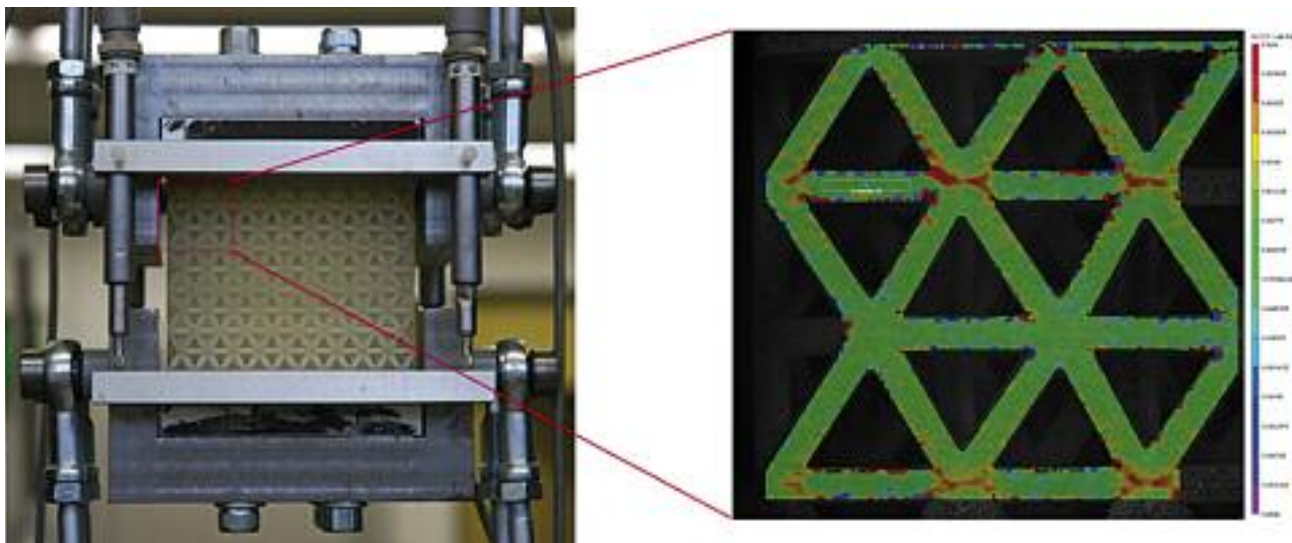
Multi-scale Analysis of Lattice structures

Beam-lattice models are a useful tool for analyzing the mechanical properties and fracture behaviour of various (disordered) materials and structures. Projecting a material structure on top of a lattice and assigning properties of various material phases to the individual lattice elements allow one to model almost any material in which simple one-dimensional constitutive equations are sufficient. Stability problems like buckling have not been investigated until now.

The model parameters (geometry of the beams, material behaviour etc.) are evaluated by analyzing regular lattice structures that are produced by rapid prototyping and two different materials. The node stiffness of the lattice is estimated by the strain distribution in the beams. The node stiffness is essential for the choice of the boundary conditions for the buckling behavior of the beams.

By means of 3-dimensional digital image correlation [1], the strain distribution on the surface of the specimen is measured and calculated. It is clearly shown that there are strain concentrations in the node regions that lead to failure in the beam. The node stiffness can be varied by changing the beam's geometry.

[1] Caduff, D., van Mier, J.G.M., *Analysis of compressive fracture of three different concretes by means of 3D-digital image correlation and vacuum impregnation, Cement and Concrete Composites*, Vol. 32, No. 4. (April 2010), pp. 281-290.



Links: In der Zuginrichtung eingebaute Gitterstruktur; rechts: Dehnungsverteilung in den Gitterbalken.
Left: Lattice structure mounted in set-up for tension; right: strain distribution in the beams.

Anwendung von Brandschutzputzen auf Beton, insbesondere für hoch- und ultrahochfeste Betone

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: E. Klingsch
 Projektpartner: SIKA AG (Schweiz) Zürich,
 EMPA Dübendorf,
 Kommission für Technologie und
 Innovation (KTI), Bern

Brandschutzputze dürfen auf Grund fehlender anerkannter Bemessungsmodelle derzeit nicht ohne weiteres auf Beton angewendet werden. Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines experimentell abgesicherten Bemessungsverfahrens für Brandschutzputze zum thermischen Schutz von Beton, insbesondere für hoch- und ultrahochfeste Betone.

In einem ersten Schritt wurden drei verschiedene hochfeste Betonmischungen mit Festigkeiten zwischen 90 und 150 MPa auf ihr explosives Abplatzverhalten experimentell untersucht. Hierbei wurden kritische Temperaturen und Aufheizgeschwindigkeiten bestimmt, bei denen es zu explosiven Abplatzungen kommt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen als Grundlagen für numerische Untersuchungen zur Bemessung von Brandschutzputzschichtstärken auf Beton.

Die für die numerischen Untersuchungen notwendigen temperaturabhängigen Materialparameter des Putzes (Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärme und Dichte) wurden experimentell bestimmt.

Die so berechneten Schichtstärken des Brandschutzputzes wurden auf Betonplatten aus hochfestem Beton aufgetragen. In Brandversuchen an der EMPA unter ISO-Normbrandeinwirkung wurde die thermische Isolation des Putzes überprüft.



Explosives Abplatzen eines hochfesten Betonzylinders bei unterschiedlichen Aufheizgeschwindigkeiten (0.5 - 0.75 - 1.0 K/min).
Explosive spalling of a high-strength concrete cylinder heated with different heating rates (0.5 - 0.75 - 1.0 K/min).

Application of fire protective coatings to concrete elements, including high (HPC) and ultra-high performance concrete (UHPC)

The general application of fire protective coatings to concrete is restricted due to the lack of a design model approved by the fire authorities. The aim of the research project is the development of an experimentally-based design model for fire protective coatings applied to concrete structures.

As first step, the explosive spalling behaviour of three different concrete mixtures with a compressive strength between 90 and 150 MPa was experimentally analysed. Critical temperatures and heating rates leading to explosive spalling were identified. The test results were used for extensive numerical simulations to calculate the required thickness of protective coatings to be applied to concrete.

All relevant temperature-dependent material parameters (thermal conductivity, specific heat and density) required for the numerical analysis were determined experimentally.

Fire tests with test specimens made of high-performance concrete and protected with the calculated layers of the protective coating were performed at EMPA using ISO fire exposure. The fire tests allowed the analysis of the thermal insulation of the protective coating. Good agreement between the numerical simulations and the test results was observed.



Hochfeste Betonplatte (1.1 m · 0.9 m) ohne Brandschutzbeschichtung nach 30 min ISO-Beflammung mit Abplatzungen.
Spalling of high-performance concrete slab (1.1 m · 0.9 m) without fire protection after 30 min ISO fire exposure.

Brandverhalten von neuen Betonsorten im Vergleich zu Portlandzement

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: E. Klingsch
 Projektpartner: Holcim Group Support Ltd,
 Siggenthal

Im Zuge steigender Anforderungen an Umweltauflagen und CO₂-Ausstoss bei der Zementherstellung gewinnen Zemente mit einem hohen Schlackenanteil zunehmend an Bedeutung. Diese Zemente werden zum grossen Teil aus recycelten Grundstoffen wie Schlacke hergestellt. Für eine generelle Anwendung dieser Zemente in der Baupraxis bedarf es fundierter Materialkenntnisse, u. A. zum Tragverhalten bei hohen Temperaturen.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von experimentell abgesicherten Materialgesetzen für die Druckfestigkeit von Beton bei hohen Temperaturen. Neben den Festigkeiten bei 300 °C, 500 °C und 700 °C wurden die zusätzlichen Festigkeitsverluste während und nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur experimentell untersucht, wobei Betonzyylinder mit regulärem Portlandzement (CEM I), Portland-Kalksteinzement (CEM II-A-LL) sowie einem neuartigen Zement mit hohem Schlackeanteil (SSC) verwendet wurden. Es zeigten sich für alle Betone deutliche Festigkeitsverluste während des Aufheizens und zusätzliche Verluste von bis zu 30% beim Abkühlen von hohen Temperaturen auf Raumtemperatur.

Langzeitversuche zeigten, dass es noch bis zu einem Alter von 28 d nach Abkühlen zu zusätzlichen Festigkeitsverlusten kommen kann. Generell wurde festgestellt, dass das Materialverhalten sowie die gemessenen Spannungs-Dehnungsverläufe für alle drei Zementarten sehr ähnlich waren.

Im Weiteren wurde das Abplatzverhalten der drei Zemente bei schnellem Aufheizen experimentell untersucht. Kein explosives Abplatzen der Betonoberfläche wurde beobachtet. Nach ca. 7 d nach Abkühlen der Proben kam es jedoch zu deutlichen Abplatzungen an der Betonoberfläche bei den beiden herkömmlichen Zementen (CEM I, CEM II-A-LL). Die Oberfläche der Probe aus neuartigem Zement (SSC) blieb unbeschädigt.

Abplatzungen an der Betonoberfläche ca. 7 d nach Abkühlen von 700 °C auf Raumtemperatur (SSC - CEM II-A-LL - CEM I).

Post-cooling spalling at the concrete's surface 7 d after cooling from 700°C to ambient temperature (SSC - CEM II-A-LL - CEM I).

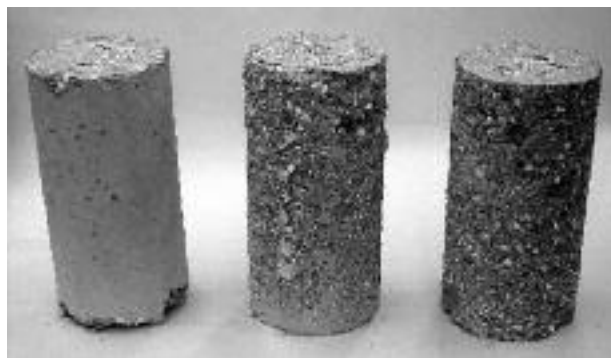
Fire performance of blended cement in comparison to ordinary Portland cement

Blended cements reduce the emission of carbon dioxide during cement production. These new cements are based mainly on recycled material such as slag. For a general application of this type of cement in structures there is a lack of knowledge of this new material, especially with regard to its structural performance in fire conditions.

The aim of the project is the development of new experimentally-based material laws for the compressive strength of concrete at elevated temperatures. An extensive testing program has been carried out. The tests allowed the determination of the concrete's compressive strength at the elevated temperatures of 300 °C, 500 °C and 700 °C and additional losses in strength during the cooling phase to ambient temperature. As test specimens, concrete cylinders made of an ordinary portland cement (CEM I), a portland-limestone cement (CEM II-A-LL) as well as a new super-sulfated slag cement (SSC) were chosen. During the heating cycle, significant losses in the compressive strength were noticed for all these types of concrete, followed by additional losses of up to 30% during cooling.

Long term tests on the residual strength showed further losses in the concrete's compressive strength up to 28 d after cooling to ambient temperature. In general, it was noticed that the material behaviour of the three types of cement used was very similar.

Further, the spalling behaviour of concrete cylinders made from these three cements was analysed. It was observed that rapid heating did not cause explosive spalling at the concrete's surface. However, one week after cooling to ambient temperature, significant post-cooling spalling was noticed. The concrete cylinders made with ordinary cement (CEM I, CEM II-A-LL) were affected by post-cooling spalling, while the surface of the cylinder made with the new slag cement (SSC) remained compact.



FireInTimber

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: M. Klippel
 Projektpartner: Lignum, Zürich

Das WoodWisdom-Net-Forschungsprojekt FireInTimber wurde im Zeitraum 2007-2010 in enger Zusammenarbeit mit 14 Partnern aus neun Ländern realisiert. Das IBK war Hauptpartner des Forschungsprojektes.

Zielsetzung des Projektes war die Erarbeitung von Grundlagen und Berechnungsmodellen, die eine brandsichere Anwendung des Baustoffes Holz erlauben. Erkenntnisse aus Forschungsergebnissen und Erfahrungen in den verschiedenen Ländern wurden ausgewertet. Einfache praxisorientierte Anwendungsregeln wurden vorbereitet, um eine schnellere und grössere Umsetzung des Baustoffes Holz als Konstruktionsmaterial zu fördern. Das Projekt soll damit das Vertrauen in die Brandsicherheit von Holzkonstruktionen bei der Bevölkerung sowie auch bei Behörden, Bauherren und Planer verbessern.

Das wichtigste Ergebnis des FireInTimber-Projektes für ein breiteres Publikum ist die technische Empfehlung „Fire Safety in Timber Buildings“ [1]. Es ist die erste europäische Empfehlung zur brandsicheren Verwendung von Holz in Gebäuden. Die Empfehlung konzentriert sich auf die Bemessung im Brandfall und vermittelt eine detaillierte Anleitung zum Tragverhalten und Raumabschluss von Holzkonstruktionen im Brandfall. Es werden neue Bemessungsgrundlagen vorgestellt; diese dienen als Ausgangsbasis für die nächste Revision des Eurocode 5. Die Empfehlung enthält Informationen zum Brandverhalten von Holzprodukten gemäss den neuen europäischen Normen. Die Bedeutung einer ordnungsgemässen Detailgestaltung bei der Bauwerksbemessung und der Ausführung und Kontrolle auf Baustellen wird durch praktische Lösungen hervorgehoben. Aktive Brandschutzmassnahmen werden als wichtige Mittel zur Erreichung der Brandschutzziele vorgestellt.

FireInTimber

The WoodWisdom-Net research project FireInTimber was conducted during 2007-2010 in close cooperation with 14 partners in 9 countries. The Institute of Structural Engineering was a main partner in the project.

The key objective of the initiative was to provide new markets for wood products in the construction industry by providing fire design methods incorporated in user-friendly tools for engineers. The goals are obtaining simplified approval processes for wood products in buildings and increasing the general confidence and positive perception of wood. The aim is also ensure that the wider use of wood in buildings is associated with improved fire safety. The project is intended to promote core competence and multidisciplinary research and knowledge transfer by networking between research and industry.

The main result in gaining a greater audience is the technical guideline „Fire safety in timber buildings“ [1]. It is the very first European guideline on the fire-safe use of wood in buildings. The design guideline focuses on structural fire protection by providing the latest detailed guidance on load-bearing and separating functions of timber structures under standard fire exposure. New design methods are presented. They will be used as input for the next revision of Eurocode 5. The guideline includes information on reaction to fire performance of wood products according to the new European standards. The importance of proper detailing in building design and on execution and control at building sites is stressed by practical solutions. Active measures of fire protection are presented as important means in fulfilling the fire safety objectives.

[1] Östman, B., Mikkola, E., Stein, R., Frangi, A., König, J., Dhima, D., Hakkarainen, T., Bregulla, J., (2010), *Fire safety in timber buildings - Technical guideline for Europe*, SP Report 2010:19.

Brandsicherheit von verklebten tragenden Holzbauteilen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: M. Klippel
 Projektpartner: Purbond AG, Sempach;
 Kommission für Technologie und
 Innovation (KTI), Bern

Die Verwendung von Klebstoffen für die Herstellung von Holzprodukten ist sowohl in der Holzwerkstoffindustrie als auch im konstruktiven Holzbau unerlässlich. Klebstoffe werden vor allem für die Herstellung von Plattenwerkstoffen und verklebten tragenden Bauteilen wie Brettschichtholz oder Brettspertholz eingesetzt. Die Tragsicherheit von verklebten tragenden Holzbauteilen wird durch das Verhalten der eingesetzten Klebstoffe massgeblich beeinflusst. Klebstoffe müssen eine zuverlässige Festigkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, so dass sie unter der vorgesehenen Nutzung und während der geplanten Nutzungsdauer ihre Funktionsfähigkeit vollständig behalten. Die Festigkeitsanforderung muss auch im Brandfall für eine bestimmte Zeitdauer sichergestellt sein.

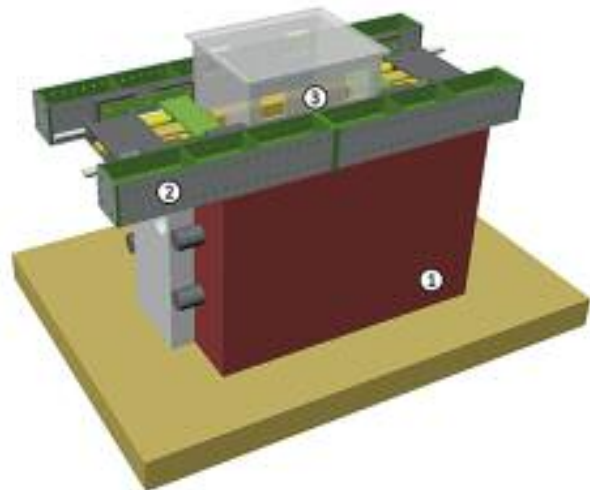
Für die sichere Anwendung von verklebten tragenden Holzbauteilen im Brandfall fehlen wichtige Grundlagen. Unsicherheiten zum Brandverhalten von verklebten tragenden Holzbauteilen führen zu grossen Planungs- und Anwendungsschwierigkeiten für Ingenieure und Behörden. Ziel des Forschungsprojektes ist es ein experimentell abgesichertes Berechnungsmodell für die Bemessung von verklebten tragenden Holzbauteilen im Brandfall unter Berücksichtigung des Einflusses des Klebstoffes zu entwickeln. In Zusammenarbeit mit dem Industriepartner wird die temperaturbedingte Abnahme der Klebstofffestigkeit und deren Einfluss auf das Gesamttragverhalten anhand von experimentellen und numerischen Untersuchungen analysiert.

*Modell der Versuchseinrichtung für Zugversuch an keilgezinkten Holzlamellen bei ISO Normbrand.
 Test set-up for tensile tests on finger-jointed timber lamellas exposed to ISO fire.*

Fire safety of bonded structural timber elements

Adhesives are commonly used to produce engineered wood products such as glued-laminated timber beams or cross-laminated timber panels. The load-bearing capacity of these structural timber elements is strongly influenced by the adhesive. As a consequence, adhesives have to meet requirements regarding strength and durability to ensure the functionality of structural timber elements during their lifetime. Also during fire, the performance requirements have to be fulfilled for a certain time period.

For the safe use of glued structural timber elements in fire conditions, important basic data is still missing. Uncertainties with regard to the fire behaviour of glued structural timber elements lead to difficulties in design and application for engineers and authorities. The aim of this research project is the development of a calculation model for the safe design of glued-structural timber elements under fire conditions taking into account the influence of the adhesive used. Thus, in cooperation with the industrial partner, the temperature-dependent reduction of the adhesive's strength and the influence on the load-bearing capacity will be studied. A comprehensive experimental program accompanied by numerical calculations is planned.



- 1: *Horizontaler Brandofen der EMPA
Vertical furnace*
- 2: *Versuchseinrichtung
Test set-up*
- 3: *Prüfkörper unterhalb Abdeckhaube
Specimen beneath cover*

Brandverhalten von brennbaren Dämmstoffen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: M. Klippel
 Projektpartner: Isofloc AG, Bütschwil,
 Pavatex AG, Cham und
 Homatherm AG, Berga DE

Der Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen gewinnt zunehmend an Bedeutung, ihr Einsatz ist jedoch aufgrund der Brandschutzvorschriften nicht überall möglich. Unklarheiten und Unsicherheiten zum Brandverhalten und zum zulässigen Anwendungsbereich von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen führen zu Planungs- und Anwendungsschwierigkeiten für Planer, Behörden und Bauherren, mit der Folge, dass ihr Einsatz auch für zugelassene Bereiche schwierig ist. In vielen Ländern bestehen Begrenzungen zur Anwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen aufgrund von Brandschutzvorschriften.

Zielsetzung des Projektes ist es, ein vertieftes Verständnis über das Brandverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Holzfaser und Zellulose) zu gewinnen. Mehrere Brandversuche wurden im Rahmen des Projektes an der EMPA Dübendorf durchgeführt. Durch das Forschungsprojekt werden daraus Daten zum Brandverhalten von Dämmstoffen aus Holzfaser oder Zellulose erarbeitet, die eine experimentell abgesicherte und zuverlässige Verwendung der Dämmstoffe erlauben. Diese Grundlagen sind die Voraussetzung für eine zukünftige Revision der Brandschutzvorschriften und damit den Marktzutritt in eventuelle neue Anwendungsbereiche.

Fire behaviour of combustible insulations

The use of combustible insulation material has been attracting much attention in recent years. However, its use in buildings is limited due to the fire regulations. Uncertainties with regard to the behaviour of combustible insulation materials lead to design and application problems for architects, engineers and authorities.

The project's aim is to develop basic input data on the behaviour of combustible insulations made of cellulose or wood fibre in fire conditions. Several fire tests have been performed at EMPA, Dübendorf. The results significantly enlarge the experimental base for combustible insulation materials under fire conditions. Basic input data is a requisite for the safe use of combustible insulation materials in buildings and for acceptance in the next revision of the fire regulations.



*Brandversuch an einer Holzrahmen-Wandkonstruktion mit unterschiedlichen Dämmungen.
 Fire test on a light timber frame wall assembly filled with different insulation materials.*

Tragverhalten von stabförmigen Holzbauteilen unter Druckbeanspruchung oder unter kombinierter Druck- und Biegebeanspruchung

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: M. Theiler,
 R. Steiger, EMPA Dübendorf
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Bern

Wird ein schlanker Stab durch eine Druckkraft belastet, besteht die Gefahr, dass er sich durch seitliches Ausweichen der Beanspruchung entzieht und ausknickt. Bei der Bemessung von druckbeanspruchten Holzbauteilen müssen diese Effekte berücksichtigt werden. Heute stehen dazu verschiedene Bemessungsansätze zur Verfügung; diese liefern jedoch teilweise unterschiedliche Resultate.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde mit Hilfe von auf physikalischen Grundlagen beruhenden und analytischen Ingenieurmodellen das Trag- und Verformungsverhalten stabilitätsgefährdeter Bauteile aus Holz beschrieben. Für die analytische Untersuchung des Knickverhaltens wurde ein dehnungsbasiertes Tragmodell entwickelt. Dabei wurden in Abhängigkeit des Momenten-Krümmungsverhaltens inkrementell Gleichgewichtszustände zwischen äusserer Beanspruchung und innerer Schnittgrössenkombination ermittelt. Es konnte gezeigt werden, dass das nichtlineare Verhalten von Holz unter Druckbeanspruchung und die streuenden Materialeigenschaften des Baustoffes von grosser Bedeutung für das Tragverhalten sind.

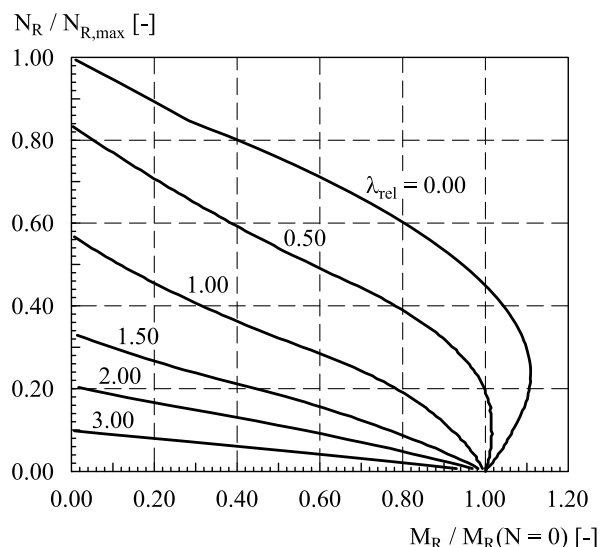
In einer folgenden Projektphase werden experimentelle und numerische Untersuchungen zum Tragverhalten durchgeführt. Ziel des Forschungsvorhabens ist das Erarbeiten von Grundlagen und das Erweitern der Kenntnisse zum Tragverhalten von druckbeanspruchten Holzbauteilen, sowie die Entwicklung von neuen Ansätzen zur Bemessung von Druckstäben aus Holz.

Structural behaviour of timber members subjected to compression or combined compression and bending

The behaviour of slender structural members subjected to axial compression is characterized by a non-linear increase of the deformation due to 2nd order effects that can lead to global buckling. For design purposes, these effects have to be taken into account. Nowadays, there are various approaches for the design of timber members subjected to compression. These approaches however can lead to significantly different results.

Within the framework of this research project, physical models have been developed to describe the structural behaviour of timber members under compression. To describe the global buckling behaviour, an analytical strain-based model was developed. Depending on the moment-curvature relationship, equilibrium between the external and internal forces was obtained. In particular, the analysis showed that the non-linear behaviour of the material and the variation of the material properties considerably influence the structural behaviour of timber members subjected to compression.

As a further step, experimental and numerical simulations will be performed. The aim of the research project is to extend our knowledge of the structural behaviour of timber members subjected to compression or combined compression and bending and the development of new design rules for these members.



*Momenten-Normalkraft-Interaktionsdiagramm für verschiedene Stützenschlankheiten.
 Bending moment and axial load interaction for different slenderness ratios.*

Tragverhalten von faserverstärktem Brettschichtholz

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: M. Theiler
 Projektpartner: Häring AG, Pratteln, Roth AG,
 Burgdorf

Die Tragfähigkeit von Trägern aus Brettschichtholz (BSH) wird durch die mechanischen Eigenschaften des Holzes und der Keilzinkenverbindungen massgeblich bestimmt. So erfolgt bei Biegeträgern das Versagen hauptsächlich im Zugbereich in der Nähe von Strukturstörungen (Äste, Schrägfaserigkeit, Wuchsunregelmässigkeiten, usw.) oder an den Keilzinkenverbindungen. Steigerungen der Tragfähigkeit und Zuverlässigkeit von BSH-Trägern können durch die Verstärkung der Strukturstörungen mit Werkstoffen hoher Festigkeit erzielt werden. Dies sind z.B. Lamine aus Aramid-, Kohlenstoff- oder Glasfasern. In dieser Arbeit wurde auch die Anwendung von Fasern aus Basalt untersucht.

Zielsetzung des Projektes ist ein vertieftes Verständnis des Tragverhaltens von faserverstärktem BSH. Die Resultate einer ersten Serie experimenteller Untersuchungen an Holzlamellen unter Zugbeanspruchung haben gezeigt, dass die Verstärkung zu einem starken Homogenisierungseffekt und „Stützeffekt“ führte. Eine erhebliche Bruchlaststeigerung gegenüber dem Erwartungswert der Verbundtheorie wurde festgestellt. Durch die Verstärkung wird der Einfluss der Streuungen der Festigkeitseigenschaften des Holzes reduziert und der für die Bemessung von Holzbauteilen massgebende 5%-Fraktilwert wird erhöht. Dies ermöglicht eine bessere und wirtschaftlichere Ausnutzung der Holzlamellen. Durch die gezielte Kombination von Holzlamellen unterschiedlicher Qualität und gezielten Verstärkungsmassnahmen mit Hilfe anderer Materialien können Hybridbauten mit optimierten zuverlässigen Festigkeitseigenschaften entwickelt werden.

Structural behaviour of glued-laminated timber reinforced with fibres

The structural behaviour of glued-laminated timber beams is strongly influenced by the mechanical properties of wood and finger joints. Beams subjected to bending usually fail in the tensile zone starting from wood defects like knots or finger joints. The structural behaviour of glued-laminated timber beams can be improved by the use of fibre-reinforced plastic (FRP) made of fibreglass, carbon or aramid. In this project, the application of fibres made of basalt was studied.

The project's aim is to develop basic input data and advanced calculation models for the design of glued-laminated timber members reinforced with fibres. The results of a preliminary series of tensile tests on timber boards reinforced with basalt fibres showed that the reinforcement led to a strong homogenisation of the mechanical properties. The tensile strength of the timber boards was increased markedly in comparison to the theoretical value based on composite theory. Because of the positive effect of the reinforcement, the influence of the large variation of the mechanical properties of wood can be reduced and the 5% fractile values can be increased, making the design of glued-laminated timber members more safe, robust, efficient and economic.



*Experimentelle Untersuchungen zum Tragverhalten von faserverstärkten Holzlamellen unter Zugbeanspruchung.
 Experimental analysis of the structural behaviour of timber boards reinforced with fibres.*

Tragverhalten von Biegeträgern aus Brettschichtholz mit Ausklinkungen oder Durchbrüchen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: R. Jockwer,
 R. Steiger, EMPA Dübendorf
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds
 (SNF), Bern

Der Tragwiderstand von Biegeträgern aus Brettschichtholz (BSH) wird durch Ausklinkungen oder Durchbrüche entscheidend reduziert. Aufgrund von konstruktiven oder architektonischen Anforderungen kann es notwendig sein, die Träger am Auflager auszuklinken oder zur Führung von Rohrleitungen und Installationen Durchbrüche im Trägerquerschnitt anzuordnen. An den Stellen der Querschnittsänderung wird der Spannungsverlauf umgelenkt und Spannungsspitzen treten auf. Aufgrund der geringen Zugfestigkeit des Holzes senkrecht zur Faser ist meist eine Verstärkung der beanspruchten Stellen notwendig. Für die Bemessung der Verstärkungsmassnahmen ist die genaue Kenntnis des Tragwiderstands des unverstärkten Trägers erforderlich.

Bisherige Bemessungsansätze basieren auf empirischen Untersuchungen oder auf theoretischen bruchmechanischen Überlegungen. Der Tragwiderstand wird massgeblich von der Geometrie und Lage der Ausklinkung oder des Durchbruchs und dem Materialverhalten des Holzes bestimmt. Zudem verändern klimatische Umgebungsbedingungen die Materialeigenschaften und müssen berücksichtigt werden.

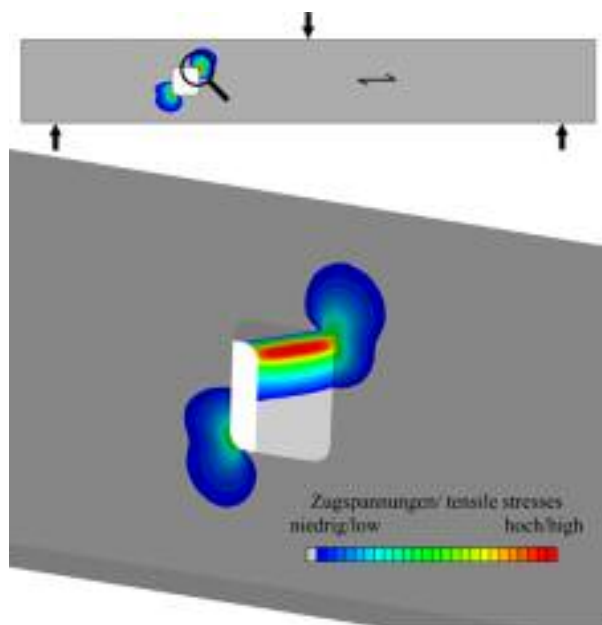
Ziel des Forschungsprojekts ist das Erarbeiten von Grundlagen und die Entwicklung eines praxisrelevanten vereinfachten Bemessungsansatzes zur Bestimmung des Tragwiderstands von Trägern aus BSH mit Ausklinkungen oder Durchbrüchen. Die Berechnungsgrundlagen sollen die für den Tragwiderstand relevanten Parameter berücksichtigen und damit auch die zuverlässige und wirtschaftliche Bemessung von Verstärkungsmassnahmen erlauben.

Structural behaviour of glued-laminated timber beams with notches at the support or with holes

Notches or holes reduce the load-bearing capacity of glued-laminated (glulam) timber beams considerably. Notching can be necessary due to detailing or for architectural reasons and service installations may require holes in the beams. In the vicinity of notches or holes multi-axial stress peaks occur. Because of the very low tensile strength perpendicular to the grain as well as the low shear strength of timber, reinforcement of the notch or hole is often required. For the design of the reinforcement, the load-bearing capacity of the unreinforced timber beam has to be known.

Existing design approaches are based on empirical studies or theoretical fracture mechanics analysis. The load-bearing capacity is mainly influenced by the geometry of the notch or hole and the material properties of the wood. In addition, service and climate conditions have an important impact on the material properties and have to be taken into account.

The project aims are the development of basic input data and calculation models for the design of glued-laminated timber beams with notches at the support or with holes. The models to be developed will improve the design of glued-laminated timber members with regard to safety and economy.



Anstieg der Zugspannungen senkrecht zur Faserrichtung in den Ecken eines Durchbruchs in einem Biegeträger.
 Increase of tensile stresses perpendicular to the grain at the corners of a hole in a beam under bending action.

Vorgespannte Holzkonstruktionen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Frangi
 Mitarbeiter: R. Jockwer
 Projektpartner: Häring AG, Pratteln, Roth AG,
 Burgdorf

Während im Stahlbetonbau die Verbreitung des Spannbetons grosse Fortschritte ermöglichte, hat die Anwendung der Vorspanntechnologie im Holzbau keine grosse Bedeutung gewonnen. Zielsetzung des Projektes ist ein vertieftes Verständnis des Tragverhaltens von vorgespannten Holzkonstruktionen und die Analyse möglicher Anwendungen.

Biegesteife Verbindungen sind im Holzbau aufwändig und teuer. Im Rahmen der im FS 2010 an der ETH durchgeführten Masterarbeit von Roman Schneider wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Häring AG und Roth AG ein neuartiger vorgespannter Träger-Stütze-Knotenanschluss entwickelt. Der Knotenanschluss aus Brettschichtholz ist lokal mit Hartholz verstärkt, um die mechanischen Eigenschaften (Querdruckfestigkeit) zu verbessern.

Das Trag- und Verformungsverhalten des entwickelten vorgespannten Knotens wurde mit einer ersten Serie von experimentellen Untersuchungen analysiert. Die Versuchsergebnisse bestätigten die erwartete hohe Biegesteifigkeit des vorgespannten Knotens und zeigten ab dem Punkt der Dekompression ein ausgeprägtes nichtlineares Momenten-Verdrehungs-Verhalten. Selbst bei grossen Verdrehungen blieben die Holzbauteile elastisch und es traten keine bleibenden Schäden auf. Die Verbindung wies somit eine hohe Biegesteifigkeit sowie grosse Rotationsduktilität ohne plastische Verformungen auf. Mit dem Einsatz von Dissipatoren kann zudem ein äusserst günstiges Erdbebenverhalten gewährleistet werden.

Dank dem hohen Vorfertigungsgrad erlaubt die zentrische Vorspannung die Herstellung einer einfachen und wirtschaftlichen biegesteifen Verbindung. Sie zeigt das grosse Potential von vorgespannten Holzrahmenkonstruktionen insbesondere für mehrgeschossige Holzbauten.

Post-tensioned timber structures

Post-tensioned timber structures were recently studied at the Institute of Structural Engineering at the ETH in Zurich within the framework of the Master's Thesis of Roman Schneider in cooperation with the industrial partners Häring AG and Roth AG. As a result, an innovative post-tensioned beam-column timber joint was developed using glued-laminated timber and local strengthening of the joint with hardwood.

The structural behaviour of the joint was studied in a preliminary test series. The test results verified the predicted high stiffness of the joint and the non-linear behaviour after decompression. It was observed that even after large deformations the timber members did not exhibit plastification. The developed post-tensioned beam-column timber joint is characterized by a high stiffness as well as a large rotational capacity. By appropriately combining the unbonded post-tensioning with energy dissipators, a hybrid system is obtained with self-centering and dissipative properties, leading to excellent seismic behaviour.

The use of unbonded post-tensioning and hardwood allows the design of beam-column timber joints with high stiffness and large rotational capacity. Further, the high level of prefabrication results in a cost-effective solution allowing very simple erection and quality control.



*Experimentelle Untersuchungen zum Tragverhalten des vorgespannten Träger-Stütze-Knotenanschlusses.
 Experimental analysis of the structural behaviour of the post-tensioned beam-column timber joint.*

Tragverhalten von Stahltrapezprofil-Verbunddecken

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. M. Knobloch
Mitarbeiter: M. Klippel
Projektpartner: Flughafen Zürich

Stahltrapezblech-Verbunddecken stellen eine sinnvolle Lösung für Deckensysteme dar. Die Deckensysteme nutzen die Tragfähigkeiten der Baustoffe Beton und Stahl optimal aus, ermöglichen einen schnellen Baufortschritt und sind leicht. Das Tragverhalten wird analytisch meist mit der semi-empirischen m-k-Methode oder der Teilverbundmethode untersucht. Die Umbaumaassnahmen des Terminal B des Flughafens Zürich ermöglichten Untersuchungen zum Tragverhalten, insbesondere zur Längsschubtragfähigkeit von Stahltrapezblech-Verbunddecken nach 35 Jahren Nutzung.

Das Terminal B des Zürcher Flughafens wurde 1974 als zweistöckige Rahmenkonstruktion mit Stützen aus HEM 360 Profilen und Vierendeel-Trägern errichtet. Verbunddecken lagern auf Sekundärträger aus IPE 360 Profilen auf. Nach 35 Jahren Nutzung wurde das Flughafenterminal im Zuge des Beitritts der Schweiz zum Schengener Abkommen umgebaut. Dabei musste nachgewiesen werden, dass die Konstruktion weiterhin die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsanforderungen erfüllt.

Zehn grossmassstäbliche Biegeversuche an Einfeldträgern mit unterschiedlichen Schublängen und zwei Zweifeldträgerversuche wurden durchgeführt. Zwei Kragträgerversuche, zwei Versuche an Deckenöffnungen und zwei Durchstanzversuche ergänzten das Versuchsprogramm, um die Tragfähigkeit der Verbunddecke experimentell zu bestimmen. Die Versuchsdaten wurden mit der m-k-Methode und einer Methode auf der Grundlage der Teilverbundtheorie ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass nach 35 Jahren Nutzung ein ausreichender Verbund zwischen Profilblech und Aufbeton vorhanden ist, und die Verbunddecken im umgebauten Terminal B des Flughafens Zürich weiterhin verwendet werden können.

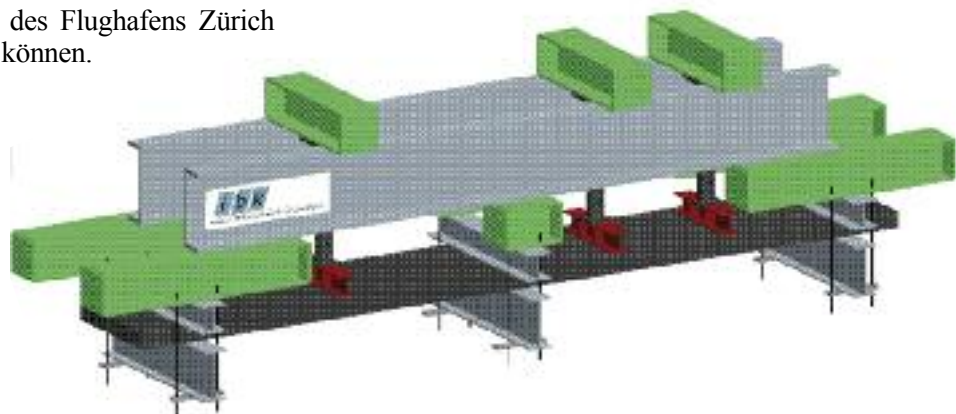
Load-carrying behaviour of steel deck concrete composite slabs

The use of profiled steel sheets in conjunction with a concrete layer results in a good solution for the construction of building floors. Steel deck concrete composite slabs gain structural benefits, allow fast erection and are lightweight. Two design methods, namely the semi-empirical m-k method and the partial connection method, are mainly used for the design of composite slabs. The reconstruction of Terminal B of Zurich Airport allowed analysing experimentally the longitudinal shear bond behaviour of composite slabs with profiled steel sheets after 35 years in service.

Terminal B at Zurich Airport was built in 1974. The two-storey building of Terminal B consisted of HEM 360 columns and Vierendeel girders. Secondary IPE 360 beams comprised the supports of the composite floor slab together with profiled steel sheeting. Terminal B of Zurich Airport has been changed to implement the Schengen agreement with the European Union. As a precondition to reuse the existing structure, it had to be shown that the structure still meets the safety and serviceability requirements in particular the longitudinal shear capacity of the composite slabs after 35 years in service.

Ten full-scaled tests on simple beams with different shear span lengths, two continuous beam tests, two cantilever beam tests, two punching shear tests and two tests on floor openings were performed in situ to experimentally investigate the load-carrying behaviour, and in particular the longitudinal shear capacity of the composite slabs. The test results on simple beams were assessed with the m-k method and the partial shear connection method.

The results show that the profiled steel sheeting after 35 years in use still exhibits an adequate longitudinal shear strength and is suitable for reuse as a slab of Terminal B of Zurich Airport.



Versuchseinrichtung.
Testing device.

Entwicklung umweltfreundlicher Kartonbauelemente für lastabtragende Wände

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeitende: Dr. A. Pohl, M. Bertocchi,
 E. Klingsch
 Projektpartner: ETH / D-ARCH, Prof. A. Deplazes,
 The Swisscore AG, Neuhausen/SH

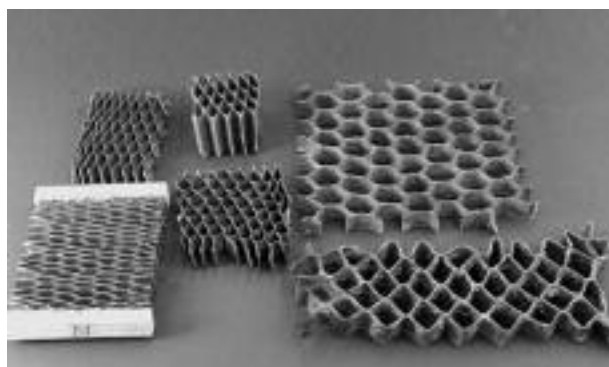
Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von leichten und ökologischen Wandbauteilen insbesondere für den Einsatz in Wohn- und Bürogebäuden. Der Hauptbestandteil dieser Wandelemente sind Kerne aus neuartigem wiederverwertetem Wabenkarton, die mit unterschiedlichen mineralischen Stoffen beschichtet wurden.

Die Grundlagen dieses Projektes sind ausführlich im Rahmen einer Dissertation erarbeitet worden [1]. Darin werden auch erste Hinweise für eine mögliche praxisnahe Umsetzung dieser Ergebnisse gegeben.

In Zusammenarbeit mit Industriepartnern werden die Erkenntnisse dieser Dissertation angepasst, mit dem Ziel einen industriellen Herstellungsprozess für beschichtete, nichtbrennbare Wabenkartonplatten zu entwickeln.

Hierzu werden neben den Kartonelementen aus Papier auch neue Werkstoffe erprobt. Derzeit wird die Wabenbeschichtung optimiert, um ein schnelles und effizientes applizieren auf den Waben zu ermöglichen und die Feuchteresistenz, Dauerhaftigkeit sowie die Brandbeständigkeit sicher zu stellen.

Die beschichteten Wabenkartonplatten sollen in einem weiteren Schritt mit Deckschichten zu Sandwichelementen verbunden werden und in Bauwerken probeweise als Wandelemente zur Anwendung kommen.



*Neue kleinformatige Wabenkartonelemente mit verschiedenen Beschichtungsmaterialien.
 New small scale honeycomb panels with different coating material.*

Development of ecological corrugated cardboard elements for load-bearing walls

The aim of this research project is the development of lightweight, environmental friendly structural elements, to be used e.g. for walls in residential and office buildings. The main components of these recently developed structural elements are corrugated or honeycombed from recycled cardboard, coated with different inorganic and mineral materials.

Basic data for this project is provided in detail in a PhD thesis [1] as well as some information on the transfer of the results for practical application.

In cooperation with industrial partners, the results of the research are used to establish an industrial production process for coated, moisture resistant and quasi non-combustible corrugated or honeycomb cardboards.

Apart from honeycomb and corrugated boards made of paper, new materials are tested. Currently the coating process is optimized, to allow an efficient, rapid application of the coating material on the cardboard. Furthermore, long-term influences as well as the non-combustibility are improved by optimizing the coating.

In a further step, cover plates are fixed to the coated honeycomb boards with adhesives. These sandwich panels will then be tested in real structures as wall elements.

[1] Pohl, A. (2009), *Strengthened corrugated paper honeycomb for application in structural elements*, Ph.D. Thesis ETH No. 18429, ETH Zurich, 2009



*Beschichtung von grossmassstäblichen Wabenkartonplatten mit einer Sprühpistole.
 Coating of large scale honeycomb boards using an airgun.*

Bemessung für Gebrauchstauglichkeit basierend auf dem Zuggurtmodell

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiterin: C. Burns

Aufgrund steigender Baustofffestigkeiten nehmen die Gebrauchsspannungen in Stahlbetonbauteilen stetig zu. Eine Zunahme der Zugspannungen in der Bewehrung widerspiegelt sich direkt in zunehmenden Rissbreiten und Durchbiegungen, da der E-Modul des Stahls nicht von der steigenden Stahlfestigkeit beeinflusst wird. Trotz dieser Tendenz hat die Gebrauchstauglichkeit in den meisten Normen nach wie vor eine untergeordnete Bedeutung, und die semi-empirischen Verformungsgleichungen sind primär auf die kurzfristige Gebrauchstauglichkeit ausgerichtet.

Das Zuggurtmodell (Marti et al. 1997) ist ein mechanisches Modell, das ein praktisches Werkzeug für die Modellierung des Verformungsverhaltens von Stahlbetonbauteilen unter Zug darstellt. Dieses Modell wurde während der letzten 15 Jahre am Institut für Baustatik und Konstruktion (ETH Zürich) entwickelt.

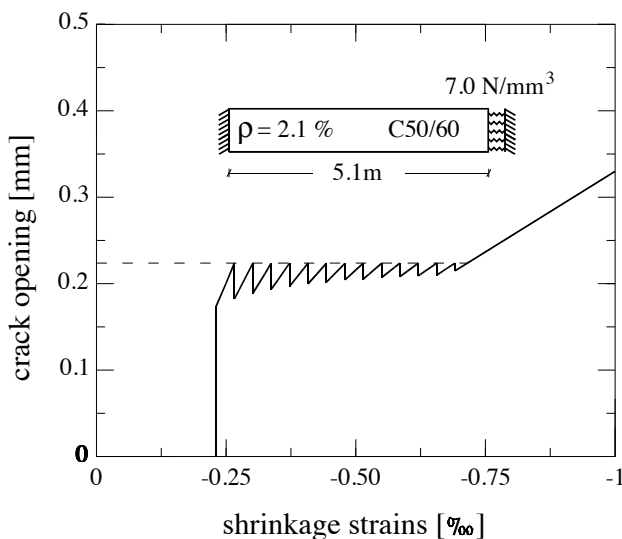
Diese Dissertationsarbeit hat das Ziel, anhand von Versuchsdaten die Anwendbarkeit des Zuggurtmodells für die Bemessung der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen und das Modell für die Berücksichtigung von Langzeiteffekten zu erweitern.

Serviceability Design of RC Members Based on the Tension Chord Model

Due to a continuous increase in the material strengths, the working stresses in reinforced concrete (RC) structural elements are increasing. Higher tensile stresses in the reinforcement are directly reflected in increasing crack widths and deformations, as the elastic modulus of the steel is unaffected by the strength increase. Regardless of this tendency most codes still treat serviceability as a secondary issue and stipulate semi-empirical cracking and deformation equations that are primarily focused on short-term serviceability.

The Tension Chord Model (Marti et al. 1998) was initially derived at the Institute of Structural Engineering (ETH Zurich) for the purpose of determining the deformation capacity of RC bending members at the ultimate limit state. However, the model also represents a consistent tool for describing the serviceability limit state deformation behaviour of tensile members with uniaxial stress states, such as tension ties and tension chords in one-way bending members.

Following up on the previous work carried out during the past 15 years, the present research project aims at illustrating the wide range of serviceability prediction equations that can be derived based on the Tension Chord Model combined with long-term section deformation approaches. The obtained hand-calculation equations for short-term and long-term crack widths and deflections are being verified with large-scale test data.



Breiten von Schwindrissen in einem Zugglied.
 Shrinkage crack widths in an example tension tie.

Marti, P. et al., 1998, *Tension Chord Model for Structural Concrete*, Structural Engineering International, V. 8, No. 4, pp. 287-298.

Marti, P.; Alvarez, M.; and Sigrist, V., 1997, *Rissbildung und Mindestbewehrung*, Schweizer Ingenieur und Architekt, V. 115, No. 41, pp. 832-838.

Querkraftverstärkung von Stahlbetonplatten und -schalen

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiterin: B. Ebert
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen, Bern,
 Hilti Aktiengesellschaft, Schaan

Infolge lokal ungenügendem Verformungsvermögen, Nutzungsveränderungen und erhöhten Einwirkungen sowie zur Berücksichtigung des früher unbeachteten Massstabeffekts besteht in der Praxis ein grosses Bedürfnis nach Querkraftverstärkung von bestehenden Stahlbetonplatten und -schalen ohne Querkraftbewehrung.

Oft sind solche Bauteile nur einseitig zugänglich. In diesem Fall kann eine mit einseitig eingemörtelten Bewehrungsstäben erfolgte Querkraftverstärkung nur auf der zugänglichen Bauteilseite korrekt verankert werden. Auf der unzugänglichen Bauteilseite enden die Bewehrungsstäbe vor oder auf der Höhe der Biegebewehrung, und der lokale Kraftfluss an der Bewehrungsspitze kann nur durch Mobilisierung der Betonzugfestigkeit sichergestellt werden.

Die experimentellen Untersuchungen beinhalten 13 Dreipunkt- bzw. Vierpunktbiegeversuche an zehn grossmassstäblichen Stahlbetonplatten. Variiert werden, bei gleichbleibendem Biegebewehrungsgehalt, die Querkraftbewehrungsart (Bügel bzw. einseitig eingemörtelte Bewehrungsstäbe mit unterschiedlicher Verbundlänge), der Querkraftbewehrungsgehalt und der Massstab der Versuchskörper.



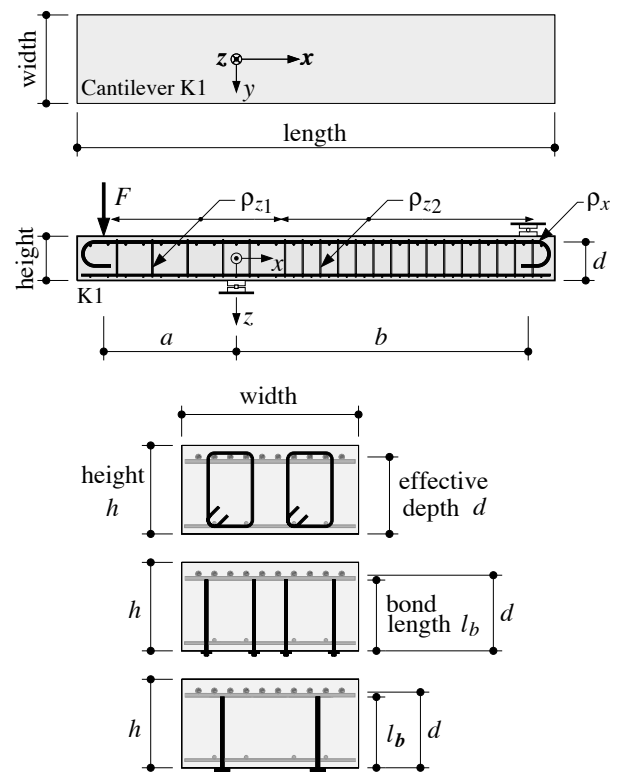
Versuchsanlage.
 Experimental setup.

Shear Strengthening of RC Slabs and Shells

Due to insufficient local deformation capacity, changes in the use of (or increased actions on) a structure as well as the formerly neglected size effect in thick members, reinforced concrete slabs and shells without transverse reinforcement frequently need to be strengthened for shear.

Often, such members can be accessed and strengthened from one side only. In this case a post-installed transverse reinforcement can only be anchored correctly on the accessible side; on the inaccessible side, the transverse reinforcing bars end before or at the level of the bending reinforcement. In this case the local force flow at the tip of the transverse reinforcement has to rely partly on the tensile strength of the concrete.

The experimental studies consist of 13 tests to failure on 10 large-scale reinforced concrete slab specimens that are carried out as four-point and three-point bending tests. The type of transverse reinforcement (ordinary stirrups or unilaterally applied reinforcing bars with different set lengths), the transverse reinforcement ratio and the scale of the specimens are varied, while the in-plane reinforcement ratio of the test specimens is kept constant.



Versuchskörper: Grundriss, Längs- und Querschnitte.
 Test Specimens: Plan view, longitudinal and transverse section.

Verstärkung von Stahlbetonbauteilen mit Stahlbeton

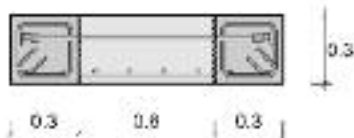
Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti

Mitarbeiter: S. Etter

Stahlbetonbauteile wie Platten, Balken und Stützen werden häufig verstärkt, indem der Querschnitt mit neuem Stahlbeton vergrößert wird. Die Bauteile werden für die Verstärkung in der Regel nicht vollständig entlastet. Der neue Beton schwindet und kriecht stärker als der alte Beton, was eine Lastumlagerung vom neuen zum alten Beton bewirkt. Diese typische Belastungsgeschichte führt zu einer viel höheren Beanspruchung des alten Betons als des neuen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Einfluss der Lastgeschichte auf den Tragwiderstand von zusammengesetzten Stahlbetonbauteilen unter Biegung und Normalkraft theoretisch und experimentell untersucht.

Für die Versuche wurde ein Reaktionsrahmen gebaut, um Vierpunkt-Biegeversuche unter zusätzlicher Druckkraft durchführen zu können. Die beiden Versuchskörper sind 0.6 m breite, 0.3 m dicke und 4.7 m lange Plattenstreifen, die beidseitig um je 0.3 m verbreitert werden, was zu einem Verbundquerschnitt von insgesamt 1.2 m Breite führt. Der einzige Versuchsparameter für die Bruchversuche ist die aufgebrachte Last während der Verstärkung. Während ein Versuchskörper unter Last verstärkt wird, bleibt ein zweiter während der Verstärkung unbelastet. Nach der Verstärkung werden beide Versuchskörper bei einer konstanten Druckkraft von 10 MN durch Erhöhung des Biegemomentes zu Bruch gebracht.



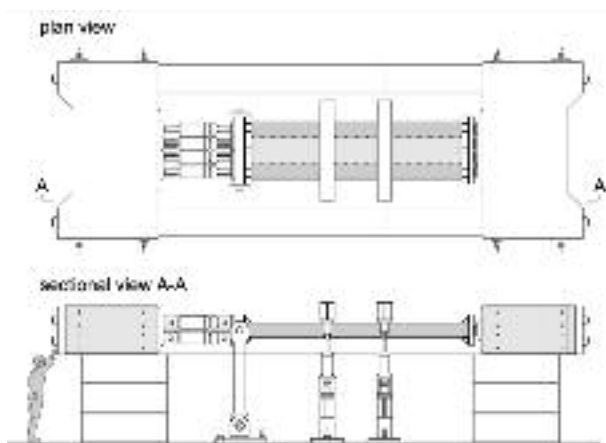
Querschnitt der verstärkten Versuchskörper.
Section of the strengthened specimens.

Strengthening of RC Members with Reinforced Concrete

Reinforced concrete (RC) members such as slabs, beams and columns are frequently strengthened by laterally adding new RC sections. The original section usually remains partially loaded during the strengthening process. The new concrete shrinks and also creeps more strongly than the old concrete and therefore causes internal stress redistributions from the new to the old concrete. This typical load history leads to significantly higher stress levels in the old concrete than in the new concrete.

Within the scope of this work the influence of the load history on the load-bearing capacity of composite members subjected to bending and axial force is investigated both theoretically and experimentally.

In order to perform four-point bending tests with additional axial compression, a new reaction frame was built for the experimental part of the work. The two test specimens consist of 0.6 m wide, 0.3 m thick and 4.7 m long slab strips, which will be widened by 0.3 m on both sides, leading to a total composite section width of 1.2 m. The only test parameter of these tests to failure is the applied load during strengthening. One specimen will be strengthened under load, while the other remains unloaded during strengthening. After strengthening, both specimens are loaded up to failure with a constant axial compression force of 10 MN and an increasing bending moment.



Versuchsanlage.
Experimental setup.

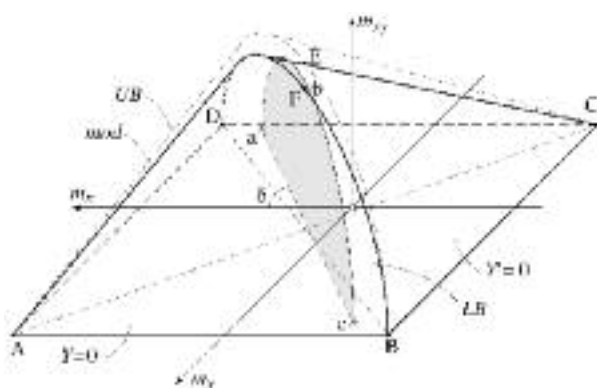
Tragwiderstand von dünnen orthogonal bewehrten Betonplatten

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
Mitarbeiter: D. Heinzmann

Stahlbetonplatten gehören zu den wichtigsten und am häufigsten verwendeten Tragelementen bei der Betonbauweise. Während Querkräfte als verallgemeinerte Reaktionen betrachtet werden können, sind als verallgemeinerte Spannungen Biege- und Drillmomente sowie Membrankräfte zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung des Tragwiderstands unter kombinierter Beanspruchung von Momenten und Membrankräften stehen Ansätze für dünne Platten sowie Sandwichmodellvorstellungen zur Verfügung. Für den Fall einer reinen Momentenbeanspruchung wird üblicherweise die Normalmomenten-Fließbedingung angewandt. Während diese Bedingung für Biegemomente rechtwinklig zu den Bewehrungsrichtungen unbestritten ist, kann sie den Drillwiderstand wesentlich überschätzen.

Ein auf dem unteren Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie aufbauender neuer Ansatz ermöglichte die Bestimmung der Drillwiderstände im Übergangsbereich zwischen positiven und negativen Fließlinien entsprechend der Normalmomenten-Fließbedingung.



Fließflächen für Biege- und Drillmomente.
Yield surfaces for bending and twisting moments.

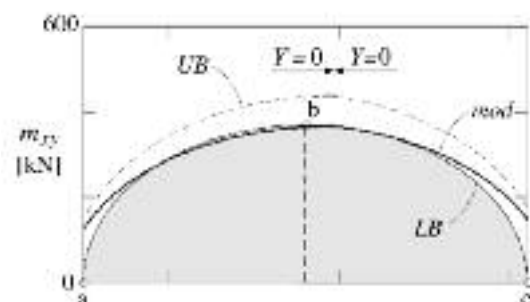
Strength of Thin Orthogonally Reinforced Concrete Slab Elements

Reinforced concrete slabs are among the most important and most frequently used structural concrete members. While transverse shear forces can be regarded as generalised reactions, generalised stresses acting on elements of thin reinforced concrete slabs include bending and twisting moments as well as membrane (in-plane) forces.

Both thin slab and sandwich model approaches are available for strength predictions under general combinations of moments and forces. For the case of pure moments the normal moment yield criterion is usually applied. Whereas this criterion is not called into question for bending moments acting perpendicular to the reinforcement directions, it may substantially overestimate the twisting resistance.

Based on the normal moment yield criterion, a novel lower-bound limit analysis approach enables one to determine the twisting resistance in the transition region from positive to negative yield lines.

Heinzmann, D., Marti, P., *Strength of Thin Orthogonally Reinforced Concrete Plate Elements*, Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, DTU Byg, ISBN 9788778773012, June 20-23, 2010, pp. 189-194.



Schnitt zwischen den Punkten a und c.
Section between points a and c.

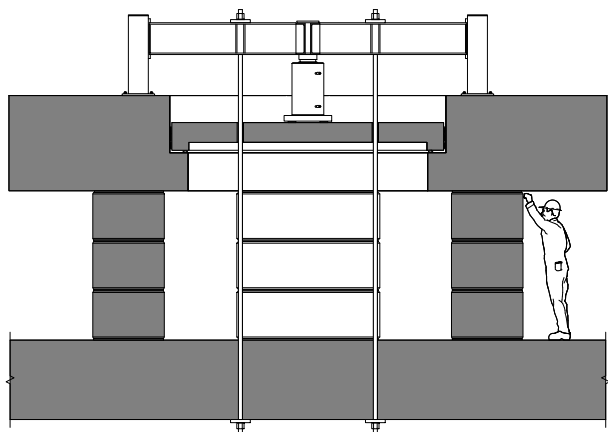
Druckmembraneffekt in Stahlbetonplatten

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: A. Galmarini

Eine typische Bemessungssituation für Stahlbetonplatten besteht aus wenigen hohen, konzentrierten Lasten bei gleichzeitig moderater Belastung der Restfläche. Beispiele dafür sind Radlasten auf der Fahrbahnplatte einer Brücke, Anpralllasten auf Brückenunterbauten und Einzelstützen auf einer Fundamentplatte. Im Grenzzustand verursachen solche konzentrierten Lasten einen lokalen Bruchmechanismus. Das Reißen des Betons und die Verschiebungen im Mechanismus haben zur Folge, dass sich die Mittelachse der Platte an der Grenze des Mechanismus gegen aussen bewegt. Diese Bewegung wird durch die intakten Bereiche der umliegenden Platte behindert, und im Platteninnern bildet sich eine Druckmembran aus.

Oft wird die Kapazität des Bruchmechanismus mit Hilfe der Fliessgelenklinienmethode unter der Annahme seitlich unbehinderter Verschiebung abgeschätzt und der kapazitätsvergrößernde Membraneffekt vernachlässigt.

Mit dieser Forschungsarbeit sollen in einem ersten Schritt die Kapazitätsvergrößerung für kontrollierte Randbedingungen experimentell verifiziert, in einem zweiten Schritt die theoretischen Grundlagen erweitert und zuletzt Wege aufgezeigt werden, wie die Steifigkeit der umliegenden Plattenbereiche berücksichtigt werden kann.



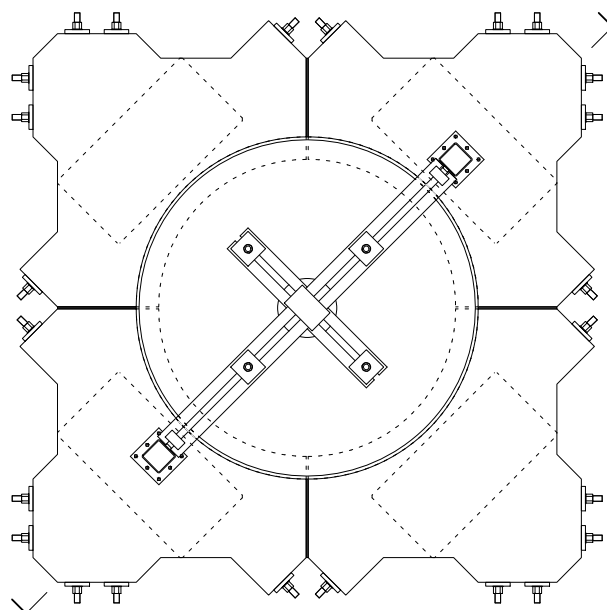
Geplante Versuchsanlage – Schnitt.
 Test setup – Section.

Dome Effect in Reinforced Concrete Slabs

A typical design load case for reinforced concrete slabs consists of a few concentrated loads together with moderate uniform loads on the remainder of the slab. Examples are wheel loads on a bridge deck, impact loads on bridge substructures and columns on foundation slabs. In the ultimate limit state, a local failure mechanism develops under these loads. Concrete cracking and deflection cause the centre line of the slab on the boundary of the mechanism to move outwards. The movement is restrained by the surrounding slab and a compression membrane forms within the slab (dome effect).

The load bearing capacity corresponding to the failure mechanism is often estimated by means of yield line theory assuming free axial displacement along the mechanism boundary. Thereby, the increase in capacity due to the dome effect is neglected.

In the present research project, the capacity increase is verified experimentally for controlled boundary conditions and the theoretical basis broadened. Finally, a method for taking the stiffness of the surrounding slab into account will be developed.



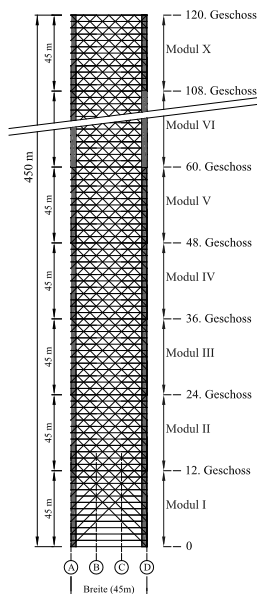
Geplante Versuchsanlage – Aufsicht.
 Test setup – Plan view.

Effiziente und nachhaltige Tragwerke für Hochhäuser aus Stahlbeton

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
Mitarbeiter: K.M. Rahner

Bedingt durch die Zunahme der Weltbevölkerung und damit der Urbanisierung gelten vertikale Strukturen als Ausweg für städtebauliche Entwicklungen. Die mit dem Bevölkerungswachstum einhergehende Rohstoffknappheit verlangt daher nach effizienteren Tragwerken für Hochhäuser. Um zukünftigen veränderten Nutzungsanforderungen entsprechen zu können, ist ein nachhaltiges Tragwerk von den anderen Gebäudekomponenten zu trennen. Umbauten sind dann möglich, und die projektierte Nutzungsdauer des Tragwerks kann tatsächlich ausgenutzt werden.

Statisch effiziente Tragwerke enthalten als Vertikaltragelemente wenige, stark überdrückte Megaelemente, welche die Horizontallasten effizient abtragen. Durch die gezielte Verwendung eines solchen Rückgrats können sekundäre Trag- und übrige Bauelemente sehr leicht ausgebildet werden. In einem Variantenstudium der einzelnen Elemente wird eine neuartige effiziente Tragstruktur entwickelt. Diese wird zur Beurteilung der Effizienz und der Anwendbarkeit in die bestehende Tragwerksordnung eingereiht.

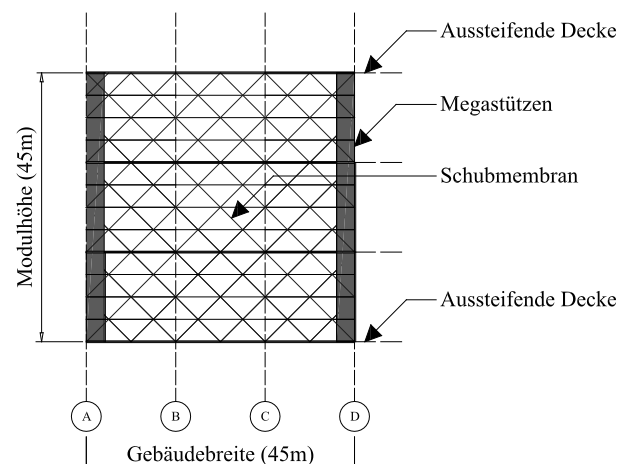


*Statisch effiziente Tragstruktur für Hochhäuser.
Efficient structural system for tall buildings.*

Efficient and Sustainable Structural Systems for Tall Concrete Buildings

Due to the increasing world population and continuing urbanization vertical structures represent a solution for urban development. The shortage of resources, together with the growth in population requires more efficient structural systems for high rise buildings. In order to allow for changes in future use, a sustainable structural system has to be separated from other building components. In this case renovation is possible and the service life of the structural system can be extended to the projected duration.

The main objective of an efficient structural system is to transfer as much gravity load as possible to a small amount of mega elements to enable them to efficiently resist the overturning moments. The use of such a spine structure allows secondary construction elements to be designed as very light floor systems and light drywall elements. Based on a variation study of the individual components a new efficient structural system will be developed. To assess its efficiency, the designed structural system will be ranked in the existing classification of tall building structural systems.



*Ausschnitt des links dargestellten Tragwerks.
Detail of the structural system illustrated in the left figure.*

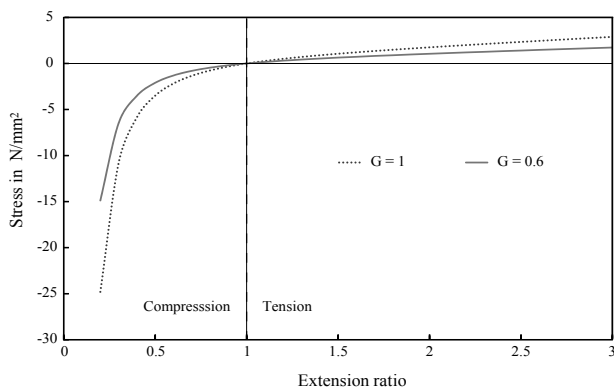
Tragfähigkeit und Robustheit von Tragwerken mit Bewegungsfugen und ihre Versagensmechanismen

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: A. Abdellah

Robustheit ist im Hochbau ein interessantes Thema, das durch Gebäudeeinstürze weltweit aktuell geworden ist. Dafür wurden Strategien entwickelt, um die Robustheit von Gebäuden zu erhöhen. Die verfolgte Strategie in diesem Forschungsthema ist die Segmentierung von Gebäuden oder das Einengen der Schäden auf kleinere Abschnitte.

Gebäudetrennfugen spielen eine wichtige Rolle, da sie eine Diskontinuität im Gebäude darstellen. Die Lastabtragung in solchen Fugen beeinflusst das Schadensbild. Das Fugenmaterial trägt zum Lasttransfer und damit auch zur Schadensausbereitung bei. Vor allem die mechanischen Eigenschaften von solchen Materialien beeinflussen den Lasttransfer zwischen den Gebäudeteilen. Für Lastfälle wie Erdbebenanprall könnten diese Materialien als Dämpfer wirken, vor allem bei nicht erdbebengerechten Fugen. Da diese Materialien sehr duktil sind, werden Bewegungen zwischen Gebäudeteilen gedämpft.

Die Auswirkungen von Fugenarten und Fugenmaterialien auf das Kollapsverhalten von Tragwerken wird numerisch erfasst unter Erdbebenlasten und anderen Gefährdungen. Durch die Verfolgung der Entstehung von plastischen Gelenken im Gebäude kann man das Kollapsmuster erfassen. Anhand von Fallbeispielen wird die Effizienz von solchen Strategien untersucht.



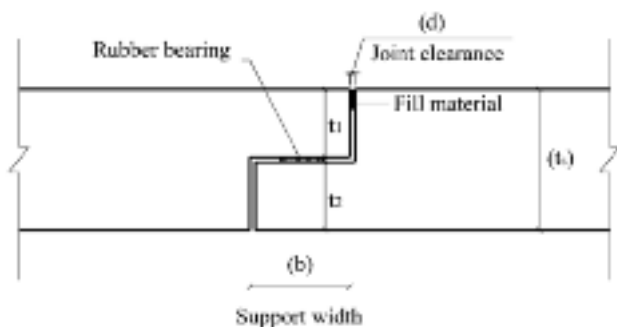
Fugenmaterial unter einaxialer Spannung. Rubber-like material under uniaxial stress.

Structural Behavior and Robustness of segmented RC Buildings and their Failure Modes

Many strategies for limiting progressive collapse have been introduced and refined recently. The strategy of interest in this research is the limitation of damage to parts of the structure and increasing thereby the robustness of specific types of building.

Expansion joints play a decisive role in this topic as they present a structural discontinuity in the building. However, the relative movement of the buildings parts and subsequently the load transferred from one structural member to the other contribute to the degree of collapse propagation. Although fill materials are conventionally not taken into consideration in structural design, they play a decisive role in this strategy along with the types of joint. The effect of joint material characteristics on seismically-induced pounding between two parts of a building will be further investigated. Rubber-like materials have the unique property of allowing large deformation, acting as a damper in the relative movement between building parts.

The present study investigates damage propagation through RC buildings under seismic loading and other hazards numerically. Different parameters will be studied to evaluate the pattern of collapse, particularly the load transfer through expansion joint materials. Based on case studies the efficiency of this strategy will be further investigated.



Gerbergelenk als Bewegungsfuge. Configuration of an expansion joint transferring shear.

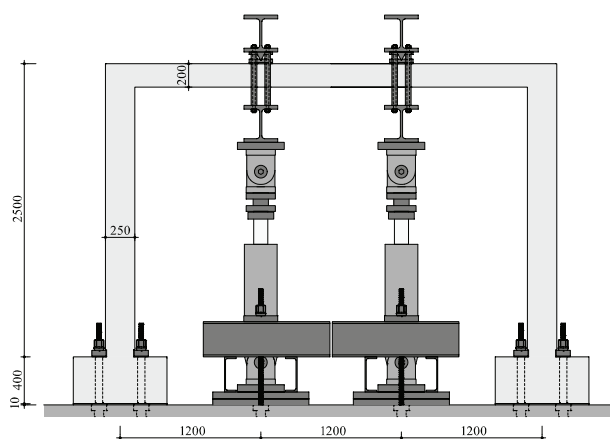
Experimentelle Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten von Stahlbetonbrücken

Projektleitung: Prof. T. Vogel
Mitarbeiter: P. Fehlmann
Projektpartner: cemsuisse, Bern

Bei Brücken mit kurzen Spannweiten ist das Verhältnis von Eigengewicht zu Verkehrslasten klein, was zu grossen Spannungswechseln in den Bauteilen führt. Die Bewehrung älterer Stahlbetonbrücken ist deshalb anfällig auf Ermüdungsschäden.

Anhand von Grossversuchen wird das Ermüdungsverhalten kurzer Rahmenbrücken auf Gebrauchsniveau untersucht. Spezielles Augenmerk galt der Messung der Spannungsdifferenzen in der Bewehrung und der zerstörungsfreien Detektion von Betonstahlbrüchen mittels Schallemissionsanalyse und magnetischem Streufeldverfahren. Das Last-Verformungsverhalten des Prüfkörpers wurde periodisch erfasst, was die Bestimmung der Steifigkeit und weiterer relevanter Parameter ermöglicht.

Ein im Sommer 2010 durchgeführter Versuch wurde durch 2.65 Mio. Lastwechsel belastet, bevor aufgrund zahlreicher Ermüdungsbrüche die gesamte obere Bewehrung der Rahmenecke versagt hatte. Die Auswertung soll zeigen, ob bei Brücken dieses Typs in Zukunft mit Schäden infolge Ermüdung zu rechnen ist und wie diese frühzeitig erkannt werden können.



Versuchsaufbau. Masse in mm.
Test setup dimensions in mm.

Experimental Investigations on the Fatigue Behavior of Concrete Bridges

In small-span bridges, the effects of traffic loads are several times higher than those of the dead loads. Therefore, traffic loads cause large stress variations in the members and thus the steel reinforcement is prone to fatigue.

The fatigue behavior of short frame bridges under service conditions is being studied in large-scale tests. Emphasis was placed on the measurement of stress differences in the reinforcement. A further goal was to detect and localize single rebar breaks by non-destructive methods i.e. acoustic emission and the magnetic flux leakage method. The specimen's load-deflection behavior was measured periodically in order to determine its stiffness as well as other relevant parameters.

In summer 2010 a specimen was loaded with a total of 2.65 million load cycles. Eventually, the complete upper reinforcement in the corner failed due to several fatigue breaks. Interpretation and analysis of the data will show whether fatigue has to be taken into account when inspecting such bridges and how fatigue damage can be detected at an early stage.



Gebrochene Bewehrungsstäbe in der Rahmenecke Ost.
Separated reinforcing bars at the eastward corner of the frame.

Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: S. Fricker, Dr. H. Ungricht
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen ASTRA,
 Tiefbauamt Graubünden

Mit dem Ponte Moesa in Roveredo (GR) bot sich die Chance, eine reale Brücke akustisch zu überwachen. Als dann im Laufe des Forschungsprojektes klar wurde, dass die vorgespannte Stahlbetonbrücke abgebrochen wird, konnten die Messergebnisse durch grossflächige Sondierungen verifiziert werden. Es konnte gezeigt werden, dass die Schallemissionsanalyse zur Überwachung von Drahtbrüchen bei Stahlbetonbrücken geeignet ist. Drahtbrüche konnten trotz starker Störgeräusche aus Verkehr und Bauarbeiten erfasst und lokalisiert werden [1]. Der beim Abbruch vorgefundene Zustand der Vorspannung war schlechter als man aus den vorherigen Sondierungen erwarten konnte. Nur bei einer von sieben Spanngliedgruppen waren sämtliche Spannglieder gut injiziert. Es genügte etwas Chloride und Feuchtigkeit, um die enormen Korrosionsschäden zu verursachen [2].

Acoustic monitoring of a prestressed concrete bridge and its condition survey during demolition

A real bridge, the Ponte Moesa in Roveredo (Canton Grisons), was monitored. While the research was still in progress, it became clear that the concrete bridge was to be demolished. This offered the possibility of verifying the measurement results on the actual structure during the demolition work.

It was shown that acoustic emission is adequate for monitoring reinforced concrete bridges. Wire breaks could be detected despite strong ambient noise from traffic and construction works [1].

The prestressing steel assessed during the demolition was even more corroded than expected from the previous inspections. Only in one out of seven tendon groups, were all tendons properly grouted. A small amount of chlorides combined with moisture caused very large corrosion damage [2].

[1] Fricker, S.; (2009). *Schallemissionsanalyse zur Erfassung von Spanndrahtbrüchen bei Stahlbetonbrücken*, Dissertation ETH Zürich, November 2009, 168 pp.

[2] Fricker, S.; Vogel, T.; Ungricht, H.; Hunkeler, F. (2010). *Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch*; Bericht, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern, Juni 2010, 107 pp.



Kiesnester und schlecht injizierte Spannglieder bei einem der vier 4.70 x 1.00 m grossen Segmente, die aus der Brücke gesägt wurden.

Honeycombing and poor grouting at one of the four sections with a size of 4.70 x 1.00 m cut out of the bridge.

Schallemissionsanalyse zur Zustandsbeurteilung von Spannbetonbrücken

Projektleitung: Prof. T. Vogel
Mitarbeiterin: M. Kalicka

Unsere Infrastruktur wurde in den 1960er und 1970er Jahren wesentlich erweitert und hat inzwischen ein Alter erreicht, in dem Schädigungsprozesse die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen können. Im Betonbau, wie z.B. bei Brücken, sind die meisten Tragelemente nicht direkt zugänglich, was die Anwendung traditioneller Methoden der Zustandserfassung begrenzt.

Die vorgeschlagene Erfassungsmethode ist die Schallemissionsanalyse, die die internen Schädigungsprozesse erfassen kann.

Die Studie umfasst eine allgemeine Erfassung und Beurteilung der akustischen Signale, die von zerstörenden Prozessen stammen und im Rahmen einer in-situ-Überwachung erfasst werden. Die Energie, die durch einzelne Prozesse freigesetzt wird, breitet sich durch den Beton in Form von Spannungswellen aus, die reflektiert werden und sich überlagern. Deshalb ist es notwendig, Ereignisse als Ganzes zu erfassen d.h. aktive zerstörende Prozesse, und ihren Schädigungsgrad zu beurteilen. Das Niveau der lokalisierten Schädigungen soll in Bezug auf die möglichen Versagensarten und die gemessenen Expositionen unter Betriebsbedingungen untersucht werden.

Das Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines Überwachungsverfahrens, das eine quantitative Beurteilung des Zustands erlaubt. Eine zuverlässige Beurteilung und Lokalisierung von zerstörenden Prozessen zusammen mit einer Einschätzung ihres Schädigungsgrads ermöglicht eine effektive Planung der notwendigen Massnahmen wie z.B. weitere Zustandsbeurteilungen und Instandsetzungen.

Condition evaluation of Prestressed Concrete Bridges by Acoustic Emission

Our infrastructure largely extended in the 1960s and 1970s, has reached an age where degradation processes may affect both structural safety and serviceability. In concrete structures, such as bridges, most load-bearing elements are not directly accessible, which limits traditional assessment methods.

The proposed monitoring method is the Acoustic Emission (AE) technique, which detects internal destructive processes.

The study involves a global recognition and evaluation of AE signals representing structural destructive processes based on continuous in-situ monitoring. The energy released by individual processes propagates as stress waves through the concrete that are subject to signal reflection and overlapping. Therefore it is necessary to monitor overall events i.e. active destructive processes and evaluate their damage severity. The level of localised severity will be analysed with respect to the potential failure modes and to the measured exposures under operational conditions.

The main aim of this project is to develop a monitoring procedure that provides quantitative assessment of the structural health condition.

Reliable evaluation and localization of destructive processes together with an estimation of their severity level permits an effective planning of necessary measures like further assessment and repairs.



*Wojciechow Brücke über den Fluss Pierzchnianka.
Wojciechow Bridge over the river Pierzchnianka.*

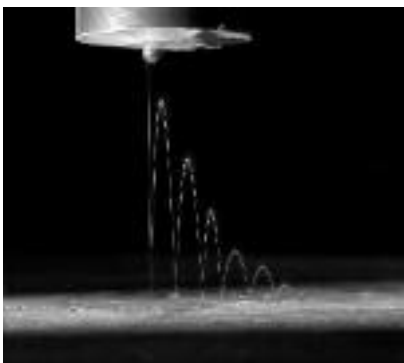
Kalibrierung piezoelektrischer Sensoren für Schallemissionsmessungen am Beton

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: G. Kocur

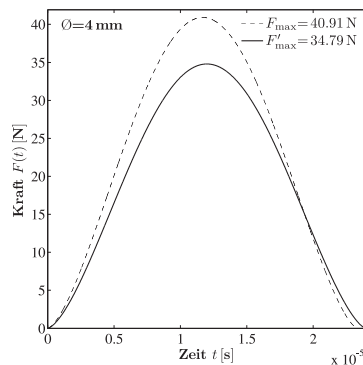
Schallemissionsmessungen werden mit piezoelektrischen Sensoren durchgeführt. Jeder Sensor weist eine eigene Übertragungsfunktion $i(t)$ auf, die seine physikalischen Eigenschaften wiedergibt. Dessen Kalibrierung ist ein wichtiger Bestandteil in der Messkette. Mit der Kalibrierung wird die Abweichung der realen (experimentellen) von der idealen (hier numerischen) Herleitung bestimmt. Hierfür wird die Lichtspur eines Stahlkugelaufpralls auf einer polierten Betonoberfläche bei einer Verschlusszeit von 2 s fotografiert (Fig. a). Über die Höhe des Rückpralls können die plastischen Verluste beim Aufprall mit dem Restitutionskoeffizienten e quantifiziert werden. Der Kugelaufprall regt elastische Wellen im Festkörper an, die sich von der Aufprallstelle fortpflanzen. Diese werden von den Sensoren an der Oberfläche als Spannungssignal $v(t)$ aufgenommen. Numerisch wird ein elastischer Stoß $F(t)$ nach Hertz Theorie angenommen und mit einer mit e reduzierten Aufprallgeschwindigkeit modifiziert (Fig. b). Der reduzierte Kraftimpuls $F'(t)$ wird als Anregung für die Simulation der Wellenausbreitung in einem zufallsverteilten Betonmodell (Fig. c) benutzt. An Sensorpositionen wird die Verschiebung $u(t)$ berechnet. Damit kann die Übertragungsfunktion durch Inversion ermittelt werden.

Calibration of piezoelectric sensors for acoustic emission measurement on concrete

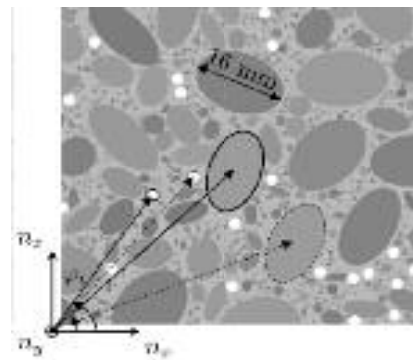
Acoustic emission measurements are performed with piezoelectric sensors. Each sensor exhibits its own transfer function $i(t)$ that reflects the physical properties. The calibration is an integral part in the measurement chain. Calibration is a comparison between a real (experimental) and an ideal (here numerical) derivation. Therefore, the light trace of a bouncing steel ball is photographed with an exposure time of 2 s (Fig. a). The height of the rebound is used to determine the coefficient of restitution e and to quantify the plastic losses due to the impact. The ball impact excites elastic waves that propagate in the solid from the impact location. These are recorded by sensors on the surface as voltage signal $v(t)$. Numerically, an elastic impact $F(t)$ is assumed according to Hertz theory and modified by an e-reduced impact velocity (Fig. b). The reduced force impulse $F'(t)$ is used as the excitation for simulating wave propagation in a randomly distributed concrete model (Fig. c). The displacements $u(t)$ are calculated at the sensor positions. The transfer function can then be determined by inversion.



(Fig. a) Lichtspur des Stahlkugelaufpralls ($\phi=4$ mm, Fallhöhe $h=50$ mm) auf einer Betonoberfläche.
 Light trace of bouncing steel ball ($\phi=4$ mm, drop height $h=50$ mm) on a concrete surface.



(Fig. b) Kraft-Zeit-Kurve des Hertzianischen Stoßes mit und ohne Berücksichtigung der Verluste.
 Force-time curve of the Hertzian impact with and without consideration of losses.



(Fig. c) Querschnitt des numerischen Betonmodells.
 Cross section of the numerical concrete model.

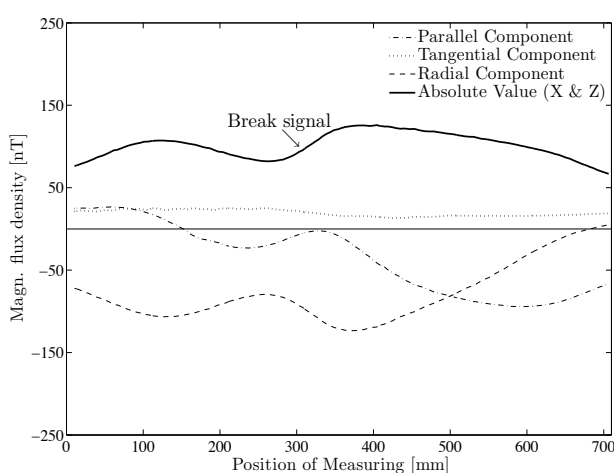
Detektion von Betonstahlbrüchen mittels magnetischer Streufeldmethode

Projektleitung: Prof. T. Vogel
Mitarbeiter: T. Wolf
Projektpartner: Bundesamt für Strassen ASTRA

Bei der Zustandserfassung von Betonbauwerken konnten bislang ohne zerstörende Massnahmen keine Bewehrungsbrüche festgestellt werden. Dies kann daran liegen, dass nicht speziell danach gesucht wurde und diese mit zerstörungsfreien Methoden nur schwer zu detektieren sind.

Abhilfe kann die magnetische Streufeldmethode schaffen, da sich ein Bruch in einem Stahlstab durch einen Richtungswechsel in den Magnetfeldlinien äussert, welcher mit Förstersonden gemessen werden kann. Vorgängig müssen frühere magnetische Einflüsse gelöscht und eine definierte Magnetisierung erzielt werden. Dies kann mit einem Magneten geschehen, welcher wiederholte Male entlang der Bewehrungsstabachse verfahren wird. Die drei vektoriellen Komponenten des Magnetfeldes werden mit einem Sensor gemessen, welcher mit einem konstanten Abstand entlang des Bewehrungsstabes geführt wird.

Bisher wurden erste Brüche detektiert, wobei weder deren Existenz noch Lage zuvor bekannt war. Das Ziel der Forschungsarbeit ist die Entwicklung eines Messsystems zur Detektion von Bewehrungsbrüchen.



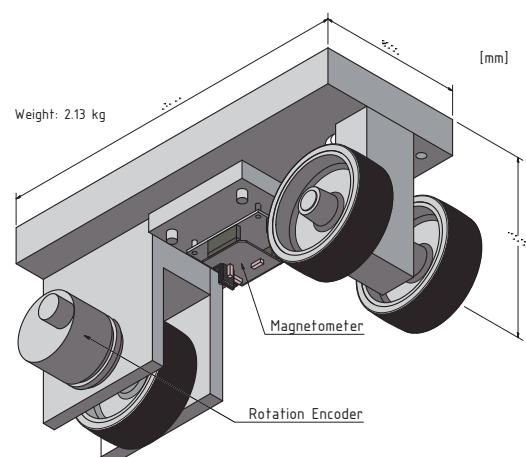
Messkurvenverlauf an einem Bewehrungsstab mit Bruchsignal.
Curves of measurement readings for a reinforcing bar with a break signal.

Detection of Breaks in Reinforcing Bars using the Magnetic Flux Leakage Method

By means of the condition assessment of concrete structures almost no breaks in the reinforcement have been detected so far. Possible explanations are that breaks have not been specifically investigated and they are hard to detect using non-destructive testing methods.

The magnetic flux leakage (MFL) method has the potential of fulfilling this role. A break in a steel bar leads to a change of the direction in the magnetic flux lines which can be measured using a fluxgate. Prior to that, the previous magnetic influences have to be erased and a defined magnetization has to be achieved. This can be done using a magnet by repeated movements along the reinforcing bar. The three components of the magnetic vector field have to be measured with a sensor that is moved at a constant distance of separation along the reinforcing bar.

The first breaks were detected without knowing either of the existence or the position of the breaks. The aim of this project is to develop a measurement system that is able to detect breaks in rebars.



Messwagen mit Drehgeber und Magnetometer.
Measurement vehicle with rotation encoder and magnetometer.

Tragfähigkeit von Steinschlaggalerien

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiterin: S. Ghadimi Khasraghy
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen ASTRA

Anhand von Finite Elemente Analysen wird die dynamische Tragfähigkeit von Steinschlaggalerien untersucht. Basierend auf den numerischen Resultaten, welche durch grossmassstäbliche Fallversuche kalibriert wurden [1], konnte ein Kriterium zur Untersuchung des Versagens der Platte vorgeschlagen werden. Dieses bietet eine angemessene Grundlage für die Extrapolation der numerischen Resultate über die durchgeführten Experimente hinaus.

Zusätzlich wurde ein numerischer Ansatz für die Modellierung bewehrter Stahlbetonplatten, die wiederholten Einschlägen ausgesetzt sind, vorgeschlagen, um ein besseres Verständnis des Verhaltens der Steinschlaggalerien zu erhalten, die eine Belastungsgeschichte mit mehr als einem Einschlag aufwiesen. Diese Erkenntnisse werden anschliessend verwendet, um eine bestehende Steinschlaggalerie zu modellieren und mögliche Versagensarten zu studieren.

Die Finite Elemente Methode wird darüber hinaus verwendet, um den Einfluss verschiedener Eingabeparameter und getroffener Vereinfachungen im vorgeschlagenen analytischen Modell [2] zu untersuchen. Das Modell basiert auf einem nichtlinearen Dreimassenschwinger, was es ermöglicht auf eine effiziente Weise die Tragwiderstände einer Galerie verformungsbasiert auf Durchstanzen und Biegung hin zu untersuchen. Die Kombination aus analytischen und Finite Elemente basierten Modellen ermöglicht ein besseres Verständnis des Verhaltens von Platten, die Steinschlägen ausgesetzt sind, was dem Entwurf von Steinschlaggalerien zugute kommt und mit dem bestehende Galerien überprüft werden können.

[1] Schellenberg, K., Volkwein, A., Roth, A., and Vogel, T. (2007). *Large-scale impact tests on rock fall galleries*, 7th International Conference on Shock & Impact Loads on Structures, 17 – 19 October, Beijing, pp. 497-504.

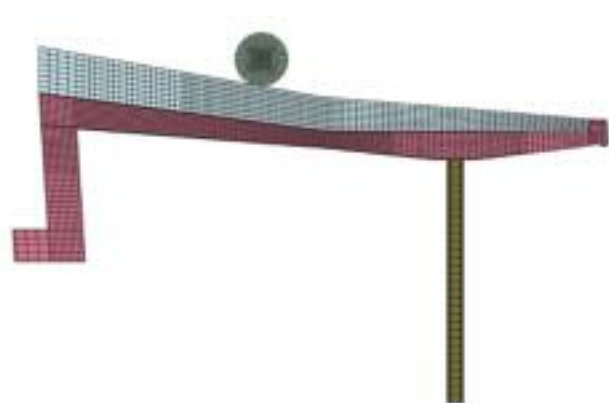
[2] Schellenberg, K., (2008). *On the Design of Rockfall Protection Galleries*, Dissertation, Diss. Nr. 17924, ETH Zürich.

Impact capacity of reinforced concrete rockfall protection galleries

Finite element analyses are used to study the impact load-carrying capacity of rockfall protection galleries. Based on the finite element results obtained from simulating large-scale experiments [1], a criterion is proposed to investigate failure of the slabs. This provides a reasonable base for extrapolation of the numerical results beyond the range of performed experiments.

In addition, a numerical approach is proposed for modelling reinforced concrete slabs subjected to consecutive impact loading, to improve our understanding of the behavior of rockfall protection galleries subjected to impact of more than one rock in their lifetime. The knowledge gained is used to model an existing rockfall protection gallery and to study a possible failure mechanism.

The finite element method is also used to investigate the influence of parameters and assumptions made for a proposed analytical model. The model, which is based on a system of multiple degrees of freedom [2], provides an efficient way of carrying out a performance-based design and to predict shear and bending failure. The combination of analytical and finite element models facilitates a better understanding of the behavior of slabs subjected to impact loads and allows the knowledge to be applied in improving the design of rockfall protection galleries and calculating the capacity of existing ones.



*FE-Modell einer Steinschlaggalerie.
 Finite element model of a rockfall protection gallery.*

VERANSTALTUNGEN

Kolloquium Baustatik und Konstruktion

Das Kolloquium ist seit Jahren ein Angebot sowohl für Hochschulangehörige als auch für Ingenieure aus der Praxis. Das IBK lädt im Frühjahrs- und Herbstsemester Professoren in- und ausländischer Hochschulen oder Fachleute aus Praxis und Industrie als Referenten ein. Auch wissenschaftliche Mitarbeitende des Instituts erhalten Gelegenheit, über ihre Forschungsarbeiten zu berichten. Sowohl Ingenieure aus der Praxis als auch Hochschulangehörige schätzen dieses Angebot.

10.03.2009

Walter Kaufmann, Dr. sc. techn.
dsp Ingenieure & Planer AG, Greifensee
Innbrücke Vulpera

07.04.2009

Markus Feldmann, Prof. Dr.-Ing.
Institut für Stahlbau, RWTH Aachen
Feuerverzinken im Stahlbau

26.05.2009

Richard Greiner, Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Institut für Stahlbau und Flächentragwerke, TU Graz
Stabilität im Stahlbau

06.10.2009

Richard Stroetmann, Prof. Dr.-Ing.
Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Stahl- und Holzbau, Technische Universität Dresden
MyZeil Frankfurt – Planung und Ausführung des avantgardistischen Freiformdaches

20.10.2009

Alessandro Dazio, Prof. Dr.
Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich
Erkenntnisse aus dem $M_w = 6.3$ Erdbeben von L'Aquila am 6. April 2009

03.11.2009

Andrea & Eugenio Pedrazzini, dipl. Bauing. ETH
ingegneri pedrazzini sagl, Lugano
Melezzabrücke in Borgnone-Palagnedra

17.11.2009

Massimo Laffranchi, Dr. sc. techn.
Fürst Laffranchi GmbH, Wolfwil
Sporthalle Mülimatt, Brugg

02.03.2010

Jürg Conzett, dipl. Bauingenieur ETH/SIA
Conzett Bronzini Gartmann AG, Chur
Dorfbrücke Vals

13.04.2010

Konstantin Meskouris, Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Lehrstuhl für Baustatik und Baudynamik, RWTH Aachen
Seismische Vulnerabilität von Baukonstruktionen

27.04.2010

Gregorij Meleshko, dipl. Bauingenieur ETH
Walt+Galmarini AG, Zürich
Umbau Toni-Molkerei

18.05.2010

Steve Winterstein, Dr.
Consulting Engineer
Why is There no Key of H?

12.10.2010

Seshadri Srinivasan,
Fellow Royal Academy of Engineering
Dar Al-Handasah Consultants, London, UK
The Role of Concept in the Design of Bridges

26.10.2010

João Fonseca, Prof. Dr.-Ing.
Universidade da Beira Interior, Covilha, Portugal
Zum Bemessen und Konstruieren von Stahlbetonplatten und -scheiben mit Lastpfaden

23.11.2010

Maria E. Moreyra Garlock, Prof. Dr.
Department of Civil and Environmental Engineering, Princeton University, USA
Félix Candela: Strength and Elegance in Structural Engineering

07.12.2010

Heinrich Schnetzer, Dr. sc. techn.
WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG, Basel
Elbphilharmonie Hamburg – Tragkonzepte und Modellbildung

VERANSTALTUNGEN

Interne Anlässe des IBK

2009

Institutsskilager Visperterminen	23.-26.01.2009
Institutsexkursion Leica Heerbrugg	28.08.2009
Vorstellung der Sektion von Prof. T. Vogel	5.10.2009
Weihnachtsparty	7.12.2009



Institutsskilager 2009, Visperterminen



Institutsexkursion 2009

2010

Institutsskilager Wengen	22.-25.01.2010
Apéro für Titularprofessor Dr. Andrea Frangi	30.06.2010
Institutsexkursion - Uhrenmuseum Longines in St. Imier - Windkraftwerk Mt. Crosin - Fotovoltaikanlage Mt. Soleil	27.08.2010
Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. M. Fontana	27.09.2010
Weihnachtsparty	13.12.2010



Institutsskilager 2010, Wengen



Institutsexkursion 2010

Weitere Veranstaltungen

Course – Fundamentals of Seismic Design

January 12 - February 6, 2009, Pavia, Italy

Organisation: ROSE School, Pavia

Referent: Prof. Dr. A. Dazio

The course started with a brief review of the dynamic behaviour of linear and non-linear single-degree-of-freedom systems, which forms the basis for understanding seismic design. Then the conceptual seismic design of structures was addressed. The main focus of the course was the discussion of current (force-based) and developing (displacement-based, or performance-based) seismic design philosophies including the tools needed to their realization and verification, i.e. methods to estimate the strength and ductility of structural elements, equivalent lateral force and response spectrum methods, non-linear static and dynamic analysis methods. Capacity design principles necessary to ensure a satisfactory and dependable hierarchy of ductile inelastic deformations were explained with emphasis on the design and detailing of reinforced concrete structures. Specific design examples relevant to multi-degree-of-freedom systems such as buildings and bridges were worked through and verified via nonlinear time-history analyses.

Kurs – Erdbebensicherheit von Betonbauten: Verformungsbasierte Verfahren

30. Januar 2009, Wien, Österreich

Veranstaltung: Lehrgang für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen

Organisation: Austrian Standard + Training, Wien

Referent: Prof. Dr. A. Dazio

Im Modul 3 (Vertiefungsmodul) der Veranstaltung „Lehrgang für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen“ wurden moderne verformungsbasierte

Verfahren zur Überprüfung von neuen und bestehenden Tragwerken diskutiert. Zuerst wurde die rationale Begründung für diese modernen Verfahren dargestellt und anschliessend wichtige Aspekte des Verformungsverhaltens von Stahlbetontragwerken präsentiert. Auf dieser Basis wurde dann das breite Spektrum der inelastischen statischen und dynamischen Analyseverfahren eingeführt und die „Capacity Spectrum Method“ als Vertreterin dieser Methoden eingehend behandelt. Anschliessend wurden praktische Anwendungen diskutiert, bei welchen Bauwerksüberprüfungen anhand von verformungsbasierten Analyseverfahren durchgeführt wurden.

Short Course – Seismic Design of Building Structures

May 4-8 and 25-28, 2009,
Stellenbosch, Republic of South Africa

Organisation: University of Stellenbosch

Referenten : Prof. Dr. A. Dazio (25.-28. May),
Dr. K. Beyer (4.-8. May)

The aim of this course was to present the basic principles for the seismic design of structures. South Africa and Switzerland have substantial similarities in seismic loading and building practice. The progress made in Switzerland regarding the design of buildings for seismic loads was shared during this course. The comprehensive content of the course included: i) elements of seismology, ii) response spectra and ductility, iii) conceptual seismic design, iv) seismic analysis of buildings by means of established linear code procedures (i.e. equivalent lateral force and response spectrum methods), v) design and detailing of buildings with emphasis on the capacity design of reinforced concrete structures. The course was attended by students as well as design engineers. It was a repetition of the courses presented in 2006 and 2007.

Weiterbildungszertifikat ETH (CAS) in Risiko und Sicherheit technischer Systeme

Das Weiterbildungszertifikat ETH (CAS) in Risiko und Sicherheit technischer Systeme in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart und mit Unterstützung durch die Hochschule St. Gallen, dem Paul Scherrer Institut und dem Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung bietet ein berufsbegleitendes Weiterbildungsangebot für den sachgerechten interdisziplinären Umgang mit Risiko und Sicherheit.

Strukturelle Zuverlässigkeit (V3)

13.-15. und 28.-29. Mai 2009, ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Dozenten: Prof. Dr. M.H. Faber,
Dr. J. Köhler,
Dr. M. Schubert,
M. Graf

Vermittlung von Methoden zur Beurteilung der Sicherheit und Zuverlässigkeit, Fokus auf Konstruktionen und Systemen im Bauwesen:

- Risiko und Sicherheit im Bauwesen
- Grundlagen der probabilistischen Modellierung
- Methoden der (strukturellen) Zuverlässigkeitsanalyse
- Zuverlässigkeit von Systemen: Technische Systeme und Anforderungen in Normen
- Beurteilung bestehender Bauwerke: Aktualisierung von Zuverlässigkeit
- Risikobasierte Inspektionsplanung (RBI)
- Risikoakzeptanzkriterien
- Aussergewöhnliche Einwirkungen (Bsp. Brand, Explosionen, Naturgefahren).

Brandschutz (V5)

24.-28. August 2009, ETH Zürich

Projektleiter: Prof. Dr. M. Fontana
Mitarbeiterin: K. Krämer

Im Rahmen der Vertiefungsmodule führten wir zum sechsten Mal ein Modul zum Thema Brandsicherheit durch. Das Modul wurde von 24 Teilnehmerinnen und Teilnehmern besucht. Die Dozierenden vermittelten in einer ersten Phase die Grundlagen zum vielschichtigen Thema Brand. Der theoretische Teil wurde durch praktische Demonstrationen

von Sprinkleranlagen und der Druckbelüftung von Treppenhäusern anlässlich eines Besuches bei der Firma Jomos AG in Balsthal ergänzt. In einer zweiten Phase hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Gelegenheit ihr Wissen und Können an vier echten Fallbeispielen, betreut von Brandspezialisten der Feuerpolizeibehörden und des Schweizerischen Institutes zur Förderung der Sicherheit, unter Beweis zu stellen.

Fachtagung – Erdbeben und Mauerwerk 11. D-A-CH-Tagung 2009

10.-11. September 2009, ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. A. Dazio
Referenten: S. Beinersdorf, T. Berset, Dr. K. Beyer
K. Blechschmidt, F. Braune,
Prof. Dr. A. Dazio, Prof. Dr. E. Fehling,
Prof. Dr. R. Flesch, Dr. S. Fritsche,
T. Furtmüller, C. Gellert,
Prof. Dr. S. Lagomarsino, Dr. S. Lu,
A. Lutz, Dr. C. Michel, H. Norda,
K. Lang-Pfyl, R. Räss, M. Rupf,
Dr. M. Schläfli, Dr. J. Schwarz,
A. Seltenhammer, Dr. J. Studer,
J. Stürz, Prof. Dr. R. Suter,
Dr. T. Szczesiak, H. Vogt,
Dr. T. Wenk, R. Zemp
Partner: Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-
ingenieurwesen und Baudynamik
(SGEB),
Fachgruppe für Brückenbau und
Hochbau (FBH),
Präventionsstiftung der kantonalen
Gebäudeversicherungen (KGV)

Ziel der gemeinsamen Tagung der drei Erdbebengesellschaften der Schweiz, Österreichs und Deutschland war die Diskussion über aktuelle Probleme des Erdbebeningenieurwesens bei Neu- und Altbauten in Mauerwerk. Die Beiträge aus den Problemkreisen Erdbebenverhalten, experimentellen Untersuchungen, numerische Modellierung, Berechnung, Bemessung und Überprüfung sowie Erdbebenertüchtigung, gaben in komprimierter Form einen sehr guten Überblick über aktuelle Fragen der Forschung und Ingenieurpraxis.

Tagungsband:

Schweizer Ingenieur- und Architektenverein: „Erdbeben und Mauerwerk – 11. D-A-CH-Tagung 2009“. SIA Dokumentation D0231. ISBN 978-3-03732-021-1. Zürich, 2009.

Kurs – Nichtlineare Analyseverfahren

16. September 2009, Horw

Veranstaltung: CAS Erdbebensicherheit
 Organisation: Hochschule Luzern - Technik &
 Architektur
 Referent: Prof. Dr. A. Dazio

Im Rahmen des Moduls 3 „Überprüfung und Ertüchtigung bestehender Bauten“ der CAS Erdbebensicherheit organisiert bei der Hochschule Luzern – Technik & Architektur wurden Verfahren zur nichtlinearen Analyse von neuen und bestehenden Tragwerken präsentiert. Zuerst wurden die gängigsten Verfahren eingeführt und anschliessend vereinfachte Verfahren basierend auf der Einmassenschwinger-Idealisierung vertieft betrachtet. Zum Schluss wurde im Rahmen einer praktischen Übung die nichtlineare Analyse eines Stahlbetonrahmens unter Erdbebeneinwirkung anhand sowohl von Handberechnungen als auch von numerischen Simulationen durchgeführt.

Ingenieurseminar "Befestigungen im Betonbau"

28. Januar 2010, ETH Zürich

Patronat: Prof. T. Vogel
 Organisation: SFS unimarket AG
 Referenten: D. Schuler, Winterthur,
 Dr.-Ing. J. Buhler, Waldachtal D,
 Dr. sc. techn. M. Brem, Zürich,
 M. Unmüssig, Münchenstein,
 J. Luible, Basel,
 C. Boillat, Basel,
 Prof. T. Vogel, Zürich

Wie bereits früher mit andern Industriepartnern wurde diese Tagung durchgeführt um den Ingenieuren in der Praxis einerseits neue Produkte, andererseits aber auch neue übergeordnete Konzepte der Befestigungstechnik vorzustellen.

Themen dieser Tagung, die mit ca. 120 Teilnehmern auf ein erfreuliches Echo stiess, waren stossartige Belastung, nachträgliche Bewehrungsanschlüsse, Korrosion, Verbindung von zweischaligen Betonbauteilen, Erdbebenertüchtigung und Robustheit.

ASTRA-Tag am D-BAUG

5. Februar 2010, 24. November 2010, ETH Zürich

Organisation: Prof. Dr. P. Marti
 Referierende: Verantwortliche der am D-BAUG vom Bundesamt für Strassen unterstützten Forschungsprojekte.

Holzbau – Ergänzende Festlegungen: Einführung in die Norm SIA 265/1

4. Februar 2010, ETH Zürich und 4. März 2010, Biel

Organisation: Berner Fachhochschule, Biel
 Lignum, Zürich,
 Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA

Am 4. Februar (Zürich) und 4. März 2010 (Biel) fanden die Einführungskurse zur revidierten Norm SIA 265/1 statt. Im Zentrum stand die Anwendung und Bemessung von Holzwerkstoffen in Bauteilen und Verbindungen. Das IBK hat insbesondere bei der Organisation des Kurses vom 4. Februar mitgewirkt, der an der ETH Höggerberg stattfand.

Die Norm SIA 265/1 Holzbau – Ergänzende Festlegungen wurde einer Revision unterzogen mit dem Ziel, die in der Ausgabe 2003 der Norm SIA 265 nicht vorhandenen Bemessungsregeln für Holzwerkstoffe (HWS) und Verbindungen zwischen Holz und Holzwerkstoffen einzubauen.

Am Kurs wurden die Hintergründe zur Norm und die neuen Nachweiskonzepte präsentiert und einige im Tagungsband dargestellte Bemessungsbeispiele zu Bauteilen und Verbindungen erläutert.

VERANSTALTUNGEN

YES2010 – 4. Symposium der ivbh.ch

29. April 2010, EIF Fribourg

Organisation: P. Fehlmann (Präsident), IBK, ETH Zürich,
P. Buchs, Tiefbauamt Kt. Fribourg, Fribourg,
Prof. Dr. A. Frangi, IBK, ETH Zürich,
H. Huber, Heribert Huber Consultant, Altdorf,
Dr. M. Knobloch, IBK, ETH Zürich,
Prof. A. Rime, EIF Fribourg, Fribourg,
Dr. A. Schumacher, SZS, Zürich,
E. Selçukoglu, EIF Fribourg, Fribourg,
Prof. Dr. D. Zwicky, EIF Fribourg, Fribourg

Bereits zum vierten Mal organisierte die Schweizer Gruppe der Internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau (ivbh.ch) am 29. April 2010 in Fribourg an der Hochschule für Technik und Architektur das Young Engineers' Symposium (YES2010). Rund 140 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der ganzen Schweiz und dem nahen Ausland nutzten die Gelegenheit, den Projektpräsentationen ihrer jungen Kolleginnen und Kollegen zu lauschen und in sogenannten BASAARs über die gegenwärtigen Probleme und die Zukunft des Bauingenieurberufs zu diskutieren.

Wegen dem durchwegs sehr hohen Niveau der Präsentationen, entschied sich die Jury unter der Leitung von Prof. Dr. Mario Fontana anstatt drei sogar vier Young Engineers auszuzeichnen. Das Preisgeld von je CHF 2'000.- ermöglicht den Gewinnerinnen und Gewinnern die Teilnahme an einer internationalen Konferenz der IVBH.

Das Symposium wurde durch zwei spannende Keynotes von Dr. Massimo Laffranchi und Dr. Paul Lüchinger abgerundet. Beide Referenten haben gezeigt, dass Bauingenieur heute und in Zukunft ein Traumberuf sein kann.

Studienreise FBH nach China

5.-13. Juni 2010

Organisation: Fachgruppe Brückenbau und Hochbau (FBH)

Das IBK hat zusammen mit der FBH eine Studienreise nach China vom 5. bis 13. Juni 2010 organisiert. Besucht wurden moderne und historische Bauwerke in Beijing, das Brettschichtholzwerk der Firma Häring AG in Tianjian, eine Tempelanlage mit Brettschichtholz und der Bau der Jiubao Bogenbrücken in Hangzhou sowie die EXPO in Shanghai. Die Bauwerke und die grosse Bautätigkeit sowie die Kultur Chinas hinterliessen einen unvergesslichen Eindruck.



„100 Jahre Sitterviadukt – Ingenieure planen, bauen und erhalten unsere Infrastruktur“ und „Besichtigung Sitterviadukt – höchste Eisenbahnbrücke der Schweiz“

28. Oktober 2010, St. Gallen

Organisation: T. Kuchler, VGL SOB,
W. Dietz, ehem. Direktor BT,
Dr. U. Kälin, Mediensprecherin SOB,
Prof. Dr. M. Fontana, IBK, ETH Zürich,
U. Marti, Präsident FEB, Zürich,
K. Kumin, Sekretariat FBH,
Schweizerische Südostbahn AG, SOB
Partner: SIA Fachgruppe Brückenbau und Hochbau (FBH),
SIA Fachgruppe für die Erhaltung von Bauwerken (FEB)

Das IBK hat zusammen mit der Schweizerischen Südostbahn AG und den SIA-Fachgruppen FBH

und FEB, am 28.10.2010 in St. Gallen eine Tagung unter dem Motto: „100 Jahre Sitterviadukt – Ingenieure planen, bauen und erhalten unsere Infrastruktur“ organisiert.

Neben hochkarätigen Referenten am Vormittag stand am Nachmittag die Besichtigung der höchsten Eisenbahnbrücke der Schweiz, des Sitterviadukts der Schweizerischen Südostbahn AG auf dem Programm.

Am Beispiel dieser Eisenbahnbrücke wurde der Einfluss einer funktionierenden Infrastruktur und der damit verbundenen Leistung von Ingenieuren auf die Entwicklung der Gesellschaft aufgezeigt.

International Forum on Engineering Decision Making (IFED)

The IFED forums are concerned with engineering decision-making based on the assessment of engineering risks. The quantification of risks is an important element of risk-based decision-making.

Fourth Forum:

Long-term Policy Makings for Sustainable Society

May 13-16, 2009, Hakone, Japan

Organisation: Prof. Dr. J. Kanda,
University Tokyo, Japan
Partner: Prof. Dr. M.H. Faber, ETH Zurich
Prof. Dr. M.A. Maes,
University of Calgary, Canada,
Prof. Dr. M. Stewart,
University Newcastle, Australia,
Prof. Dr. S. Reid,
University Sydney, Australia

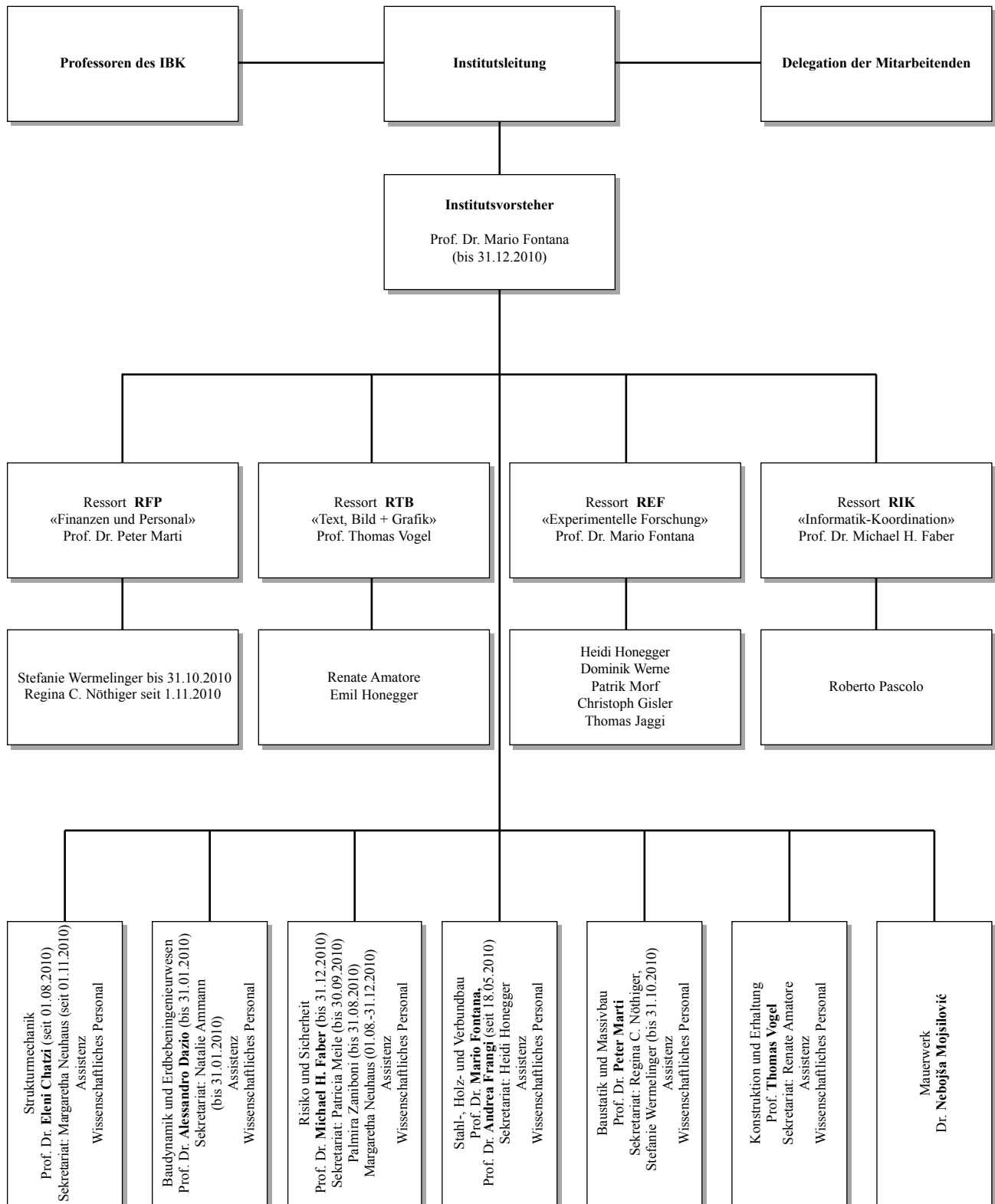
Fifth Forum:

*Global Catastrophic Risk Management -
New Insights and Challenges*

December 7-11, 2010, Stoos, Switzerland.

Organisation: Prof. Dr. M.H. Faber, ETH Zurich
Partner: Prof. Dr. S. Reid,
University Sydney, Australia,
Prof. Dr. M.A. Maes,
University of Calgary, Canada,
Prof. Dr. J. Kanda,
University Tokyo, Japan,
Prof. Dr. M. Stewart,
University Newcastle, Australia

Organigramm von 01.01.2009 bis 31.12.2010



Institutsangehörige

Professoren

Prof. Dr. Eleni N. Chatzi	seit 01.08.2010
Prof. Dr. Alessandro Dazio	bis 31.01.2010
Prof. Dr. Michael H. Faber	bis 31.12.2010
Prof. Dr. Mario Fontana	
Prof. Dr. Andrea Frangi	seit 18.05.2010
Prof. Dr. Peter Marti	
Prof. Thomas Vogel	

Assistenz und wissenschaftliches Personal

Sektion Chatzi (seit 01.08.2010)

Martin Bimschas	seit 01.08.2010
Juliana Felkner	seit 01.09.2010
Lavanya Thanigaivelu	seit 01.11.2010

Sektion Dazio (bis 31.01.2010)

Dr. Katrin Beyer	bis 31.01.2010
Martin Bimschas	bis 31.01.2010
Ahmad Abo El Ezz	bis 30.11.2009
Pia Hannewald	01.01.2009 bis 31.01.2010
Martin Trüb	bis 31.01.2010
Ufuk Yazgan	bis 31.01.2010

Sektion Faber

Annett Anders	seit 15.07.2009
Martin Bimschas	01.02.2010 bis 31.07.2010
Rocco Custer	01.08.2010 bis 31.12.2010
Gianluca De Sanctis	seit 01.11.2009
Markus Deublein	
Gerhard Fink	seit 01.02.2009
Mathias Graf	
Pia Hannewald	seit 01.02.2010
Dr. Jochen Köhler	
Katharina Krämer	
Andreas Kurz	bis 31.05.2009
Dr. Nebojsa Mojsilovic	
Harikrishna Narasimhan	
Dr. Kazuyoshi Nishijima	bis 31.12.2010
Jianjun Qin	
Eva Sabiote	bis 31.12.2010

Dr. Matthias Schubert	
Martin Trüb	01.02.2010 bis 30.09.2010
Annette Walzer	
Shuoyun Zhang	seit 16.03.2009

Sektion Fontana

Marco Bertocchi	bis 30.06.2010
Daniel Caduff	seit 01.01.2010
Carsten Erchinger	bis 17.04.2009
Dr. Andrea Frangi	bis 30.06.2010
Robert Jockwer	seit 01.07.2009
Jochen Klein	bis 28.02.2009
Eike Klingsch	
Michael Klippel	seit 01.07.2009
Dr. Markus Knobloch	
Martin Neuenschwander	seit 01.09.2009
Philipp Niederegger	bis 16.04.2009
Jacqueline Pauli	
Almut Pohl	bis 30.09.2009
Vanessa Schleifer	bis 28.02.2009
Diego Somaini	
Matthias Theiler	seit 01.08.2009

Sektion Marti

Clare Burns	
Barbara Ebert	
Stephan Etter	
Andreas Galmarini	
Michelle F. Hagmann	seit 09.08.2010
Daniel Heinzmann	
Dr. Thomas Jäger	bis 31.03.2010
Orlando Monsch	
Christian Ott	seit 01.01.2010
Kevin Rahner	seit 01.11.2009
Susanna Schenkel-Würmli	
Matthias Schmidlin	
Hans Seelhofer	bis 30.06.2009
Uwe Teutsch	bis 30.06.2009
Sebastian Villiger	seit 01.09.2009
Simon Zweidler	

Sektion Vogel

Amr Abdellah	seit 15.01.2009
Patrick Fehlmann	

ANHANG

Sara Ghadimi Khasraghy
Malgorzata Kalicka seit 01.08.2009
Georg Kocur
Thomas Wolf

Verwaltungspersonal

Renate Amatore
Natalie Ammann bis 31.01.2010
Heidi Honegger
Patricia Meile bis 30.09.2010
Margaretha Neuhaus seit 01.08.2010
Regina C. Nöthiger bis 31.07.2009
 seit 01.11.2010
Stefanie Wermelinger bis 31.10.2010
Palmira Zaniboni bis 31.08.2010

Technisches Personal

Hanspeter Arm bis 31.12.2010
Christoph Gisler
Paul Hefti bis 28.02.2009
Emil Honegger
Thomas Jaggi
Patrik Morf
Roberto Pascolo
Dominik Werne

Kaufmännisches Personal (Lehre/Praktikum)

Linda Artun (Lernende) 01.01.2010 bis 25.07.2010
Dounia Vogler (Lernende) 01.01.2009 bis 31.12.2009
Tamara Zaugg (Lernende) 17.08.2009 bis 31.12.2009

Akademische Gäste, Gastvorträge

19.12.2008-15.04.2009

Dr. Dagang Lu

Harbin Institute of Technology, St. Harbin, China.

19.01.2009-15.02.2009

Luca Garrè

University of Genova, Genova, I.

10.08.2009-29.08.2009

Dr. Staffan Svensson

Technical University of Denmark, Copenhagen, DK.

01.10.2009-31.03.2010

Prof. Dr. Marc A. Maes

University of Calgary, Calgary, Canada.

14.10.2009

Dr. Mario Plos

Senior Lecturer, Chalmers University of Technology, Göteborg, S.

01.01.2010-31.12.2010

Zhi-jun Zhang

HoHai University, Nanjing, China.

22.03.2010

Prof. Dr. Frede,

A. Christensen,

Dr. Jens Peder Ulfkjær

Aarhus School of Engineering, DK.

07.05.2010

Prof. Dr. Norimitsu Kishi

Muroran Institute of Technology, Muroran-shi, Hokkaido, Japan,

Dr. Hishashi Kon-No & Satoru Yamaguchi

Civil Engineering Research Institute of Cold Region, Public Works Research Institute, Sapporo, Japan.

15.05.2010-15.08.2010

Edgar Andrés Virgüez Virguez

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

17.05.2010-21.05.2010

Dr. Steve Winterstein

Consulting Engineer, Stanford, USA.

02.07.2010

Prof. Dr. Thomas Schumacher

University of Delaware, USA.

17.08.2010

Prof. Dr. Roberto T. Leon

School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA.

01.10.2010-30.11.2010

Prof. Dr.-Ing. João Fonseca

Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade de Beira Interior, Covilha, P.

16.11.2010

Prof. Dr. Christos T. Georgakis

University of Denmark Copenhagen, DK.

08.12.2010

Prof. Dr. Steven Glaser

University of California Berkley, USA,

Prof. Dr.-Ing. Christian U. Grosse

TU München, D.

Abgeschlossene Dissertationen

2009

Bayraktarli, Y.

Construction and Application of Bayesian Probabilistic Networks for Earthquake Risk Management

Referent: Prof. Dr. M.H. Faber
Korreferenten: Prof. T. Vrouwenvelder
M. Bertogg

Erchinger, C.

Zum Verhalten von mehrschnittigen Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen im Brandfall

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. U. Kuhlmann
Prof. Dr. A. Mischler
Dr. J. König

Fricker, S.

Schallemissionsanalyse zur Erfassung von Spanndrahtbrüchen bei Stahlbetonbrücken

Referent: Prof. T. Vogel
Korreferenten: Prof. Dr. E. Brühwiler
Prof. Dr.-Ing. Ch. Grosse

Malioka, V.

Condition Indicators for the Assessment of Local and Spatial Deterioration of Concrete Structures

Referent: Prof. Dr. M.H. Faber
Korreferent: Prof. M. Chryssanthopoulos

Niederegger, Ph.

Tragverhalten von drei- und vierseitig gelagerten Querschnittselementen aus Metallen mit nichtlinearer Spannungs-Dehnungsbeziehung

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferenten: Prof. em. Dr. O. Künzle
Prof. Dr. A. Nussbaumer

Nishijima, K.

Issues of sustainability in engineering decision analysis

Referent: Prof. Dr. M.H. Faber
Korreferenten: Prof. L. Bretschger
Prof. N. Lind

Pohl, A.

Strengthened corrugated paper honeycomb for application in structural elements

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferent: Prof. A. Deplazes

Schubert, M.

Konzepte zur informierten Entscheidungsfindung im Bauwesen

Referent: Prof. Dr. M.H. Faber
Korreferenten: Prof. Dr. E. Brühwiler
Prof. Dr. R. Rackwitz

Seelhofer, H.

Ebener Spannungszustand im Betonbau: Grundlagen und Anwendungen

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. J. Kollegger

Teutsch, U.

Tragverhalten von Tensairity Trägern

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferenten: Dr. R. Luchsinger
Prof. Dr. M. Fontana

Yazgan, U. ¹⁾

The Use of Post-Earthquake Residual Displacements as a Performance Indicator in Seismic Assessment

Referent: Prof. Dr. A. Dazio
Korreferenten: Prof. Dr. J. Conte
Prof. Dr. P. Gülkan

2010

Bimschas, M.

Displacement Based Seismic Assessment of Existing Bridges in Regions of Moderate Seismicity

Referent: Prof. Dr. A. Dazio
Korreferenten: Prof. Dr. M. Kowalsky
Prof. Dr. M.J.N. Priestley

Trüb, M.

Numerical Modeling of High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites

Referent: Prof. Dr. A. Dazio
Korreferenten: Prof. Dr. M.H. Faber
Prof. Dr. G. Parra-Montesinos
Prof. Dr. E. Spacone

¹⁾ Medaille der ETH

Ehrungen

2009

Andrea Anastasi

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Angelo Berweger

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Bernard Braun

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Gianluca De Sanctis

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Patrick Fehlmann

IVBH Fotowettbewerb Tragwerke, 7. Preis.

Eike Klingsch

Young Researcher Award für Paper,
Experimental Analysis of Concrete Strength at High Temperatures and after Cooling
auf der Konferenz Applications of Structural Fire Engineering, 19.-20.02.2009 in Prag.

Lorenz Kocher

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Martin Neuenschwander

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Michael Rupf

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Vanessa Schleifer

Schweizerischer Verein von Brandschutz- und Sicherheitsfachleuten SFS Sicherheitspreis 2009 für Doktorarbeit,
Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall.

Matthias Theiler

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Sebastian Villiger

Medaille der ETH für hervorragende Master-Arbeit.

Corinna Wendeler

PLANAT Forschungspreis 2009 für Doktorarbeit,
Murgangrückhalt in Wildbächen - Grundlagen zu Planung und Berechnung von flexiblen Barrieren.

2010

Balz Bauer

Medaille der ETH Zürich, Willi-Studer-Preis und Studiengang-Preis für hervorragende Master-Arbeit.

Prof. Dr. Alessandro Dazio

Goldene Eule VSETH 2010 - beste Lehrperson im D-BAUG.

Prof. Dr. Alessandro Dazio

Credit Suisse Award for Best Teaching.

Dario Geisseler

Hatt-Bucher-Preis für Master-Arbeit.

Corina Hess

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Stefan Hung

Medaille der ETH Zürich und Hatt-Bucher-Preis für eine hervorragende Master-Arbeit.

Robert Jockwer

Friedrich-Wilhelm Preis für Diplomarbeit.
F.C. Trapp-Preis für Gesamtleistung bei der Ausbildung zum Bauingenieur.

Malgorzata Kalicka

Ernst & Sohn Achievement Award for the best lecture during the 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering.

Michael Klippel

F.C. Trapp-Preis für Gesamtleistung bei der Ausbildung zum Bauingenieur.

Michel Pauli

VSV-Preis für Master-Arbeit.

Daniel Rüegg

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Marc Schlosser

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Roman Schneider

SFS-Preis für Master-Arbeit.

Matthias Wielatt

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Dr. Ufuk Yazgan

Medaille der ETH Zürich für Doktorarbeit,
The Use of Post-Earthquake Residual Displacements as a Performance Indicator in Seismic Assessment.

Cornel Zürcher

Culmann-Preis für Master-Arbeit.

Institutspublikationen

Bestellungen IBK Berichte:

AVA Verlagsauslieferung AG
Centralweg 16
CH-8910 Affoltern am Albis
Tel. 044 762 42 00
Fax 044 762 42 10
avainfo@ava.ch

IBK-Publikationen finden Sie auch unter:
<http://e-collection.ethbib.ethz.ch/>

Gülzow, A.

Zerstörungsfreie Bestimmung der Biegesteifigkeiten von Brettsperrholzplatten

Bericht IBK Nr. 312, ISBN 978-3-7281-3249-9,
November 2008, 201 pp., 101 Abb., 43 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e.

Brettsperrholzplatten werden durch kreuzweises Verkleben von Brettlagen hergestellt und im Holzbau häufig als lastabtragende Platten oder Scheiben eingesetzt. Da für die Bemessung von Brettsperrholzplatten meist die Gebrauchstauglichkeitsanforderungen massgebend werden, ist es erwünscht, die Steifigkeitseigenschaften möglichst genau zu charakterisieren.

Dank den umfangreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der EMPA, ist es gelungen, eine zerstörungsfreie Methode zur Bestimmung der Steifigkeitseigenschaften von Brettsperrholzplatten zu entwickeln, welche baupraktisch bereits bei der Herstellung der Platten eingesetzt werden kann.

Schleifer, V.

Zum Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall

Bericht IBK Nr. 313, ISBN 978-3-7281-3253-6,
Januar 2009, 146 pp., 102 Abb., 30 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e.

Mit dem Einsatz von Holzkonstruktionen in mehrgeschossigen Gebäuden wird insbesondere die Bildung von Brandabschnitten immer wichtiger, um die Brandausbreitung zu verhindern und sichere Flucht- und Rettungswege zu gewährleisten. Durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die Lig-

num wurde daher ein grosses Forschungs- und Informationsprojekt „Brandsicherheit und mehrgeschossiger Holzbau“ gestartet, an dem das IBK mit verschiedenen Forschungsprojekten und deren Umsetzung für die Praxis beteiligt ist.

Der Bericht beschreibt eine Berechnungsmethode zum Nachweis der raumabschliessenden Funktion von massiven und zusammengesetzten mehrschichtigen Holzbauteilen. Zusammengesetzte mehrschichtige Bauteile bestehen aus Holzständern, die ihren Feuerwiderstand durch Bekleidung und Dämmung erreichen. Die Berechnungsmethode bestimmt den Feuerwiderstand des gesamten Bauteils in dem es für eine beliebige Kombination von Bekleidungen und Dämmungen die Beiträge der einzelnen Komponenten an den Feuerwiderstand aufsummiert. Als wichtige Neuerung gegenüber bisherigen Berechnungsmodellen wird die gegenseitige Beeinflussung der Schichten aufgrund von physikalischen Modellen berücksichtigt. Die Methode wurde anhand von umfangreichen FE-Berechnungen und Versuchen kalibriert.

Erchinger, C.

Zum Verhalten von mehrschnittigen Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen im Brandfall

IBK Bericht Nr. 314, ISBN 978-3-7281-3254-3,
Februar 2009, 272 pp., 129 Abb., 40 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e.

Verbindungen bestimmen im Ingenieurholzbau meist wesentlich das Verhalten des gesamten Tragwerkes. Dies gilt besonders für das Verhalten von Holztragwerken im Brandfall. Häufig werden im Verbindungsbereich Stahlelemente eingesetzt, welche sich wegen ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit sehr schnell erwärmen und zudem Wärme in den Verbindungsbereich einleiten. Mehrschnittige Stabdübelverbindungen mit innenliegenden Blechen gehören zwar zu den effizientesten Verbindungen im Holzbau; über ihr Verhalten im Brandfall ist aber bisher wenig bekannt.

Mit der im Bericht beschriebenen Forschungsarbeit wird das Verhalten von 2-, 4-, und 6-schnittigen Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen bei Brandbeanspruchungen untersucht und ein Trag- und Berechnungsmodell entwickelt. Die Forschungsarbeit wurde unterstützt durch das BAFU (holz21) und die Lignum.

Schellenberg, K.

On the Design of Rockfall Protection Galleries

IBK Bericht Nr. 315, ISBN 978-3-7281-3264-2,
Januar 2009, 170 pp. 77 Abb., 18 Tab., A4,
Zusammenfassungen: e, d.

Galleries are common measures to protect roads and railways from rockfall, which is a relevant natural hazard in mountainous regions.

The aim of this research is to provide a better understanding of the dynamic response of rockfall protection galleries in order to improve the prediction accuracy of their impact load capacity. Therefore, an analytical model based on a system of multiple degrees of freedom is proposed. The model allows for a performance-based design predicting both shear and bending failure of the slab structure due to impact.

In order to verify and calibrate the model various tests from small-scale to large-scale were performed. The small-scale tests were used to evaluate the adequacy of the test setup for laboratory research. In medium-scale tests different cushion layers were evaluated and in particular the performance of the measuring equipment was evaluated. Large-scale tests on the scale 1:2 provided the required data to calibrate the analytical model. In the last series punching tests were performed with different boundary conditions and a smaller loading area.

Klein, J.

Zum Verhalten von Tragwerken bei natürlicher Brandeinwirkung unter Berücksichtigung technischer Massnahmen

Bericht IBK Nr. 316, ISBN 978-3-7281-3266-6,
Februar 2009, 170 pp., 88 Abb., 58 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e.

Der zeitliche Temperaturverlauf während eines Feuers in einem Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des Tragwerkverhaltens. Die physikalischen Phänomene während eines Brandes sind komplex, daher müssen für die Brandbeanspruchung vereinfachte Modelle herangezogen werden. Die heute gängigste Methode ist die Verwendung einer nominellen Zeit-Temperaturkurve z.B. der ISO-Normbrandkurve, welche einen einfachen Zusammenhang zwischen der Temperatur, der Heissgasschicht im Brandraum und der Zeit herstellt. Einziger Eingangsparameter ist die Zeit,

so dass die ISO-Normbrandkurve weder die Entwicklungs- noch die Abkühlphase berücksichtigen kann. Realistischere Brandmodelle basieren auf sogenannten Naturbrandkurven, welche die wichtigsten Einflussgrössen auf die Temperaturentwicklung berücksichtigen.

Der Bericht zeigt die Entwicklung einer Modellbrandkurve für Industriebauten und deren Anwendung auf die Bemessung von Stahlbauteilen im Brandfall. Er beschäftigt sich mit der Auswertung von Daten einer umfangreichen Brandlasterhebung in Industrie- und Gewerbebetrieben, analysiert insbesondere die Menge und Zusammensetzung der Brandlasten in Abhängigkeit der Nutzungsart (Lager oder Produktion) und Nutzungsklasse (Branche), zudem erfasst er für die Temperaturentwicklung wichtige Grundlagen, wie die thermischen Eigenschaften der den Brandraum umfassenden Bauteile, sowie die Ventilationsöffnungen. Zudem wird eine vereinfachte Methode zur Bestimmung des Zeit-Temperaturverlaufes angegeben und darauf aufbauend die Bemessung von Stahltragwerken dargestellt. Die Arbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit der VKF.

Niederegger, P.

Tragverhalten von drei- und vierseitig gelagerten Querschnittselementen aus Metallen mit nicht-linearer Spannungs-Dehnungsbeziehung

IBK Bericht Nr. 317, ISBN 978-3-7281-3271-0,
April 2009, 199 pp., 80 Abb., 48 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e.

Aluminium und rostfreier Stahl bilden wegen ihrer hohen Korrosionsresistenz und ihrem ansprechenden Erscheinungsbild eine Alternative zu Karbonstahl. Wegen ihrer vergleichsweise hohen Materialkosten werden sie vorwiegend in Form von schlanken, dünnwandigen Bauteilen angewandt, was zu Stabilitätsproblemen wie Knicken oder Beulen führt. Aluminium und rostfreier Stahl weisen keine ausgeprägte Streckgrenze auf, sondern haben einen nichtlinearen Spannungs-Dehnungsverlauf. Dies hat grossen Einfluss auf das Beulverhalten der Bauteile aus Aluminium und rostfreiem Stahl.

Wegen des nichtlinearen Spannungs-Dehnungsverlaufs, sowohl bei Aluminium und rostfreiem Stahl bei Raumtemperatur als auch bei Karbonstahl bei hohen Temperaturen, wurde untersucht ob ein ähnliches Beulverhalten vorliegt. Der Forschungsbericht

nimmt daher auch Bezug auf die umfangreichen Forschungsarbeiten im Bereich des Stabilitätsverhaltens von Stahlbauteilen bei Brandeinwirkung. Auf der Grundlage der numerischen und experimentellen Untersuchungen wurden analytische Traglastmodelle entwickelt.

Pohl, A.

Strengthened corrugated paper honeycomb for application in structural elements

IBK Bericht Nr. 318, ISBN 978-3-7281-3301-4, Oktober 2009, 331 pp., 148 Abb., 38 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

Der Bericht befasst sich mit Sandwichbauteilen mit leichten Papierwabenkernen.

Im Besonderen wird untersucht, wie Papierwaben, die durch Aufeinanderschichten von Wellpappelagen hergestellt werden, als Kernmaterial in umweltfreundlichen, tragenden Sandwichwänden in Wohn- und Bürogebäuden eingesetzt werden können.

Die Verwendung von Papier in der Baubranche ist nicht neu - Türen und Möbel besitzen Papierwabenkerne, und in England, bzw. Japan wurden bereits einige temporäre Strukturen aus Karton errichtet. Im Gegensatz zu diesen Anwendungen, in denen das Papier nur sein eigenes Gewicht trägt, sind die Sandwichelemente dieser Forschungsarbeit dazu vorgesehen, als tragende Wände von mehrstöckigen Gebäuden die Lasten aus mehreren Geschossen aufzunehmen.

Zur Charakterisierung der Papierwaben wurden zunächst ihre relevanten Eigenschaften wie Schub- und Elastizitätsmodul sowie ihre Druck- und Schubfestigkeit in Versuchen und anhand analytischer Berechnungen ermittelt. Der Einfluss der Feuchtigkeit auf die Papierwabe wurde experimentell untersucht, wobei sich zeigte, dass die Druckfestigkeit des Materials in feuchtem Klima um bis zu 75% abfällt und in nassen Papierwaben praktisch gleich Null ist.

Eine Reihe von Materialien wurde auf ihre Eignung untersucht, als Imprägnierung das Papier vor feuchtebedingtem Festigkeitsabfall zu schützen. Aus den Ergebnissen wurde eine umweltfreundliche, anorganische Suspension entwickelt, die das Papier sowohl feuchteunempfindlich als auch quasi nichtbrennbar macht. Die wichtigsten Eigenschaften des imprägnierten Materials wie E-Modul und Schubmodul sowie Druck- und Schubfestigkeit wurden experimentell untersucht, und es zeigten sich deutlich verbesserte Materialeigenschaften im Vergleich zum unbehandelten Material. Sandwich-

stäbe unterschiedlicher Länge mit Papierwabenkern und Stahldeckschichten wurden auf Druck geprüft und die Resultate anschliessend mit den Ergebnissen bestehender analytischer Modelle verglichen.

Im letzten Teil des Berichtes werden mögliche Anwendungen von imprägnierten und nicht imprägnierten Papierwaben in Wohn- und Bürogebäuden aufgezeigt und Beispielquerschnitte angegeben.

Mojsilović, N., Simundić, G., Page, A.W.

Static-Cyclic Shear Tests on Masonry Wassettes with a Damp-Proof Course Membrane

IBK Bericht Nr. 319, ISBN 978-3-7281-3321-2, November 2009, 87 pp. 207 Abb., 11 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Cyclic load tests were performed on two series of masonry elements with a damp-proof course (DPC) membrane placed into one of the bed joints. Each series consisted of nine 110 mm thick clay brick masonry wassettes with nominal dimensions of 1200x1200 mm. The DPC was placed either between the first two courses (Series A) or between the concrete base and first masonry course (Series B). In addition, three control specimens with the same dimensions and without a DPC were tested (Series C). The specimens were at first subjected to a vertical pre-compression load, which was kept constant during the test and then subjected to a cyclic shear load applied in time steps with prescribed horizontal displacements. Three different levels of pre-compression were considered. For each level of pre-compression, three replicates were tested for Series A and B, resulting in a total of 21 tests.

The behaviour of the wassettes was highly influenced by the pre-compression level. Furthermore, the presence and position of the DPC had a considerable influence on the behaviour of the wassettes, especially on the failure mode. Two types of failure were observed, namely sliding and compression failure. In general, all the wassettes initially showed some uplift of the corners. In the case of sliding failure the uplift diminished. When compression failure was the governing mode, the uplift had the effect of reducing the compression area of the walette available to carry the compressive load. Wassettes which failed in compression developed mostly vertical cracks which moved towards the walette toes during the testing with increasing applied displacements. Furthermore, wassettes that failed in compression exhibited almost no ductility. Wassettes that failed through sliding developed horizontal cracks in the bed joint containing the

DPC. These wallettes also displayed considerable energy dissipation capacity and behaved in a quasi ductile manner. Greater ductility was observed in the wallettes with the DPC in the bed joint (Series A) rather than at the walette-slab interface (Series B), indicating that the former detail would be more desirable for enhanced seismic performance.

Seelhofer, H.

Ebener Spannungszustand im Betonbau: Grundlagen und Anwendungen

IBK Bericht Nr. 320, ISBN 978-3-7281-3308-3, November 2009, 236 pp., 70 Abb., 2 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Bei der Modellierung von Stahlbetontragwerken kommt der Beschreibung des Verhaltens von Stahlbeton im ebenen Spannungszustand eine besondere Bedeutung zu. Sie liefert die Grundlage zur Modellierung von Trägerstegen, Trägern unter Torsion und kombinierter Beanspruchung, Scheiben, Platten, Faltwerken und Schalen – also der meisten Anwendungen der Betonbauweise. Ausgehend von dieser Tatsache wird in der vorliegenden Arbeit das Verhalten des Stahlbetons im ebenen Spannungszustand ins Zentrum der Betrachtungen gestellt, um darauf basierend Elemente ebener Flächentragwerke zu modellieren.

Die Arbeit leistet einen Beitrag zur Modellierung des Tragverhaltens von Stahlbeton im ebenen Spannungszustand und deren Anwendung auf Elemente ebener Flächentragwerke. Die betrachteten Modelle dienen als Grundlage für die Bemessung bzw. Beurteilung des Tragwiderstands sowie die Bestimmung der Verformungen von kontinuierlichen Bereichen ebener Stahlbeton-Flächentragwerke.

Neben der eigentlichen Thematik der Arbeit werden ihrer Bedeutung im konstruktiven Ingenieurbau entsprechend die Grundlagen der Baustatik als einheitliche widerspruchsfreie theoretische Basis der Modellierung sowie das Werkstoff- und Verbundverhalten relativ eingehend dargestellt. Ferner werden verschiedene generelle Fragen zur Modellbildung im Betonbau aufgegriffen und einer Diskussion unterworfen.

Malioka, V.

Condition Indicators for the Assessment of Local and Spatial Deterioration of Concrete Structures

IBK Bericht Nr. 321, ISBN 978-3-7281-3322-9, Dezember 2009, 207 pp., 114 Abb., 49 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

The economical efforts required to maintain the already existing stock of concrete structures are rapidly increasing and consequently engineers are looking for ways to balance the risks associated with ageing structures against an inevitable shortage of funds for maintenance and repair.

Regular inspections form an important tool in the condition control of concrete structures and the information gathered should form the basis for repair and maintenance planning. In practice, the appraisal of inspection results is highly person-dependent (subjective) and therefore the overall assessment of the actual state and future performance of concrete structures is not performed in a rational and systematic way. An important limitation of methods proposed for the assessment of concrete structures is not including in models the spatial variability effects of the concrete material properties and of the environmental exposure of different structural components. With the above in mind, this work proposes a framework within which condition indicators can be identified, quantified and modelled. Condition indicators may be established either from prior knowledge of the structure or from inspections during the service life of the structure. It is illustrated how in-service condition indicators may be employed within a Bayesian probabilistic framework as a tool to update the knowledge on the future structural performance. Probabilistic models for the assessment of the localized effects of corrosion are reviewed. Based on latest developments in the assessment of the spatial effects of the corrosion process, it is explained how a random field approach may be adopted for simplifying the problems associated with the assessment of the spatial variability. The underlying advantages and limitations are presented. The practical application of the subjects treated in this work is presented aiming to consider the requirements of owners of structures. It is shown how it is possible to formulate and set up acceptance criteria for the spatial variability of the concrete material properties of newly built structures. The communication of the acceptance criteria and their updating on the basis of additional measurements is illustrated.

Schubert, M.

Konzepte zur informierten Entscheidungsfindung im Bauwesen

IBK Bericht Nr. 322, ISBN 978-3-7281-3323-6, Dezember 2009, 211 pp., 82 Abb., 42 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Diese Arbeit hat zum Ziel, einen Beitrag zur Entwicklung einer einheitlichen Basis in der Entscheidungsfindung im Bauingenieurwesen zu leisten. Grundlagen und Prinzipien zur Sicherheitsbewertung werden zusammengestellt; Aspekte der Berücksichtigung von Unsicherheiten, Modellierung von Konsequenzen und die Berücksichtigung von Aversionen werden beleuchtet und diskutiert. Die Systemmodellierung als wesentlicher Bestandteil der Entscheidungsfindung wird formalisiert und ein indikatorbasiertes Konzept wird vorgestellt. Darauf beruht der Vorschlag, jedes System mit drei verschiedenen Ebenen zu beschreiben: durch die Exposition, die Verletzbarkeit und die Robustheit. Diese Methodik erlaubt eine direkte Betrachtung und Quantifizierung von Systemeigenschaften. Damit werden Quantitäten geschaffen, mit denen die Charakteristiken des Systems und dessen Verhalten in unterschiedlichen Situationen untersucht werden können. Die formale, indikatorbasierte Risikoermittlung erlaubt auch eine hierarchische Modellierung von Portfolios von Objekten. Es wird gezeigt, wie Abhängigkeiten modelliert werden können, welche Einflüsse zu Abhängigkeiten innerhalb eines Portfolios führen können und welchen Einfluss diese Abhängigkeiten auf die Verteilung des Risikos haben.

Der Nachteil generischer, indikatorbasierter Modelle besteht in ihrer Erstellung, die zeit- und rechenintensiv ist. Einmal erstellt, bieten sie jedoch die Möglichkeit, effizient Risikoberechnungen für mehrere Objekte mit ähnlichen Charakteristiken durchzuführen.

Im Fokus von Risikoanalysen in der gebauten Umwelt stehen häufig die Personensicherheit und der Konflikt, Entscheidungen in Bezug auf Investitionen in die Personensicherheit zu rechtfertigen. Viele theoretische Grundlagen sind vorhanden, der Schritt zur breiten praktischen Umsetzung ist jedoch noch nicht vollzogen worden. Die theoretischen Grundlagen werden dargestellt und ein Weg wird gezeigt, der die Anwendung in der Praxis ermöglichen könnte.

Nishijima, K.

Issues of Sustainability in Engineering Decision Analysis

IBK Bericht Nr. 323, ISBN 978-3-7281-3336-6, Dezember 2009, 137 pp. 35 Abb., 6 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

Sustainable societal development has become a subject of increased and widespread societal attention especially during the last two decades. The realization of a sustainable development of society necessitates that a holistic perspective is taken in operational and strategic societal decision-making. In principle, a joint consideration of the preferences, needs and capabilities of the present and future generations across all nations, industrial and public sectors is required if we are to fully succeed in achieving sustainable societal development. So far, the available research literature in this field has mainly reported on results relating to individual aspects of sustainable development; as of yet a general framework that facilitates the joint consideration of the many dimensions of sustainability in supporting decision-making for sustainable societal development is still missing.

Motivated by this, the present thesis investigates relevant issues of sustainability in engineering decision analysis by means of two different approaches. The first approach is to reformulate the classical life-cycle cost optimization concept, which has been advocated in civil engineering as the decision principle, in such a way that relevant aspects of sustainability can be incorporated into engineering decision-making. The second approach is to present a fundamental concept for incorporating the reliability of civil infrastructure in general economic models so that the sustainable policies on design and maintenance of civil infrastructure can be identified from a macroeconomic perspective.

The investigation along with the first approach provides insights for the consideration of the sustainability in current practical engineering decisions, while the concept proposed within the second approach should serve as a building block for further development of the theoretical decision framework in regard to the treatment of reliability in a macroeconomic context.

Etter, S., Heinzmann, D., Jäger, T., Marti, P.
Versuche zum Durchstanzverhalten von Stahlbetonplatten

IBK Bericht Nr. 324, ISBN 978-3-7281-3324-1, Dezember 2009, 64 pp., 63 Abb., 14 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Im Rahmen der beschriebenen Durchstanzversuche wurden drei Versuchskörper geprüft. Die quadratischen Stahlbetonplatten mit Seitenlängen von 4.10 m und einer Dicke von 0.35 m waren im Zentrum monolithisch mit einem kreiszylindrischen Stützenstummel mit 0.40 m Durchmesser verbunden. Für die Versuche wurden die Platten auf dem Stützenstummel gelagert und an acht Punkten symmetrisch belastet.

Die drei Versuchskörper SP1, SP2 und SP3 wiesen eine identische, nicht abgestufte Biegebewehrung auf. Variiert wurde die Anordnung der Durchstanzbewehrung, die aus Bewehrungsstäben mit beidseitig aufgestauchten Ankerköpfen bestand. Der Versuchskörper SP1 enthielt keine Durchstanzbewehrung. Beim Versuchskörper SP2 war die Durchstanzbewehrung bis zu einem Abstand von zirka 0.55 m vom Zentrum angeordnet, während die Durchstanzbewehrung beim Versuchskörper SP3 flächendeckend angeordnet war.

Die spröden Durchstanzbrüche erfolgten bei Stützenlasten von 1.71 MN beim Versuchskörper SP1, 3.08 MN beim Versuchskörper SP2 und 3.35 MN beim Versuchskörper SP3.

Klippel, M., Knobloch, M., Fontana, M.
Umbau Dock B am Flughafen Zürich, Belastungsversuche an Holorib-Blechverbunddecken Versuchsbericht mit Auswertung

IBK Bericht Nr. 325, ISBN 978-3-7281-3344-1, April 2010, 61 pp., 45 Abb., 23 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Dieser Versuchsbericht dokumentiert grossmassstäbliche experimentelle Untersuchungen an einer 35 Jahre alten Blechverbunddecke am Flughafen Zürich.

Blechverbunddecken bestehen aus dünnen Trapezprofilblechen und einer Ortbetondecke. Die Bleche dienen im Bauzustand als Schalung, im Endzustand als Bewehrung. Der Verbund zwischen Beton und Blechen wird bei den untersuchten Holoribdecken allein durch die schwalbenschwanzartige Formgebung der Bleche erreicht, so dass ihr Tragwiderstand für übliche Spannweiten durch das Versagen des Verbundes begrenzt wird. Die experimentellen Untersuchungen konzentrierten sich auf das Verbundverhalten von Profilblech und Beton

nach 35 Jahren Nutzung. Mittels Biegeversuchen wurde der Tragwiderstand bei unterschiedlichen Schublängen vor Ort untersucht und daraus die massgebenden Parameter für die zwei am häufigsten verwendeten Tragmodelle – das halbempirische m-k-Verfahren und das Teilverbundverfahren – abgeleitet.

Bimschas, M.

Displacement Based Seismic Assessment of Existing Bridges in Regions of Moderate Seismicity

IBK Bericht Nr. 326, ISBN 978-3-7281-3373-1, August 2010, 416 pp., 273 Abb., 41 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

The seismic assessment of existing structures built before the introduction of seismic design codes is a challenge common to the majority of countries worldwide. It is characterised by a large number of structures featuring qualities peculiar to the local building tradition and needing to be assessed with reasonable efficiency and sufficient accuracy, as dictated by the high costs typically entailed in actual retrofit measures. To face this challenge, the Swiss Federal Roads Office (FEDRO) recently developed a two-phase strategy for the assessment of the more than 3300 bridges of the national road network. While in the first phase a quick screening based on qualitative indicators is carried out, phase two calls for a quantitative assessment of the bridge.

The report focuses on both the deformation demand and the deformation capacity of existing reinforced concrete (RC) girder bridges with a continuous superstructure, providing the basis for the quantitative analysis methodology required in the second phase of the assessment procedure. Recommendations are given concerning the appropriate structural modelling of girder bridges for seismic analyses, in particular with respect to the important aspect of soil-structure interaction at the pier foundations and the abutments. Based on an evaluation of a variety of displacement-based analysis methods, four procedures with increasing sophistication are selected and – where necessary – modified. The appropriate field of application for each method is identified taking into account the seismicity level and the structural properties of the bridge. The influence of cyclic strength degradation due to lap-splice failure in the plastic regions of the piers is investigated and recommendations are given for its consideration in practical assessment applications. Furthermore, the results of a series of

three large-scale tests on bridge piers are presented. The test units featured typical properties and seismic detailing deficiencies commonly found in existing Swiss bridge piers, such as, e.g., insufficient transverse reinforcement and lap-splices at the pier bases.

Beyer, K., Abo El Ezz, A., Dazio, A.

Quasi-static cyclic tests on different types of masonry spandrels

IBK Bericht Nr. 327, ISBN 978-3-7281-3374-8, September 2010, 251 pp. 208 Abb., 49 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Unreinforced masonry (URM) has been a popular construction material for thousands of years and today the vast majority of dwellings worldwide are built using URM in one or other of its different types. Over and over again, earthquakes have caused significant damage to many URM structures claiming countless lives. However, during the same earthquakes other URM structures were able to survive even intense shaking suggesting that by means of appropriate conceptual design, constructive detailing and quality of the materials it is possible to build safe masonry structures even in earthquake-prone regions with relatively high seismicity. Yet, this need for an engineering approach has been neglected for a long time due to the local character of masonry. As a result, scientific research in this field was hitherto not as popular as more mainstream fields like reinforced concrete or steel construction, leading to a deficit that urgently needs to be rectified.

Recognising the importance of horizontal structural elements (spandrels) connecting vertical piers to the seismic behaviour of URM walls, and considering the scarcity of information regarding their inelastic cyclic performance, nine full-scale quasi-static tests on spandrels have been designed and carried out. This report presents in detail the results of the five composite spandrels typical of modern buildings and of the four masonry spandrels typical of buildings erected at the end of the nineteenth century. The tests reproduced failure mechanisms observed during real earthquakes and shall provide sound experimental evidence for the development and calibration of much needed reliable mechanical models describing the behaviour of spandrels under seismic action.

Bayraktarli, Y.

Construction and Application of Bayesian Probabilistic Networks for Earthquake Riskmanagement

IBK Bericht Nr. 328, ISBN 978-3-7281-3376-2, Dezember 2010, 242 pp., 77 Abb., 9 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

Management of earthquake risks necessitates a consideration of uncertainties arising from seismic hazard, soil failure, structural damage and consequences. Furthermore, significant uncertainties emerge when cities are analyzed.

First, a system-theoretic definition for a city is given. Afterwards, a framework for risk assessment is proposed. Both perspectives are jointly considered by the application of Bayesian probabilistic networks (BPN). The elements within a BPN comprise the set of parameters considered within the risk analysis problem. The joint probability distribution of these parameters would be of the highest possible value, but could be carried out only in very rare cases. BPNs are a very efficient method for this purpose.

BPNs are constructed for modules: seismic hazard, soil failure, structural damage, and consequences. The application of these modules is illustrated by four examples in a city in Turkey.

Traditional schemes generally assess risks for individual hazards on an object by object basis. By using the framework proposed in this PhD thesis consistent representation of uncertainties and the consideration of crucial effects of dependencies are possible. Furthermore, systematic risk updating based on new information is facilitated.

Fricker, S.

Schallemissionsanalyse zur Erfassung von Spanndrahtbrüchen bei Stahlbetonbrücken

IBK Bericht Nr. 329, ISBN 978-3-7281-3377-9, Dezember 2010, 187 pp., 204 Abb., 36 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Die Schallemissionsanalyse wendet Methoden aus der Seismologie und der Nachrichtentechnik an, um Ereignisse zu erfassen und zu lokalisieren. Verschiedene Autoren transferierten dieses Wissen auf das Bauwesen und erzielten unter Laborbedingungen gute Ergebnisse. Bisher gab es nur wenige Anwendungen zur Überwachung von Stahlbetonbrücken. Dies liegt an der wesentlich komplexeren Geometrie einer Stahlbetonbrücke gegenüber einem Laborprüfkörper. Zudem wird die Auswertung durch die grösseren Abmessungen sowie die Vielzahl von Umwelt- und Störgeräuschen erschwert.

Mit dem Ponte Moesa in Roveredo, Kanton Graubünden, bot sich die Chance, eine reale Brücke zu überwachen. Als dann im Laufe des Forschungsprojektes klar wurde, dass die vorgespannte Stahlbetonbrücke abgebrochen wird, ergab sich die äusserst seltene Möglichkeit, auch zerstörende Versuchsmassnahmen anzuwenden. Darüber hinaus konnten die Messergebnisse durch Sondierungen während den Abbrucharbeiten verifiziert werden, was unter normalen Umständen nicht möglich wäre.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit drei Aspekten der Untersuchungen an einer Strassenbrücke. Zum einen wertet sie die akustische Überwachung der Brücke durch einen kommerziellen Anbieter aus. Zum anderen bewertet sie die Ergebnisse von Feldversuchen, die mit der institutseigenen Versuchsanlage durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen durch gezielte Sondierungen während des Abbruchs verifiziert. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt beim Überwachen und Erkennen von Spanndrahtbrüchen mit der Schallemissionsanalyse. Der praktische Einsatz gab auch Anhaltspunkte, einzuschätzen, wann und wo eine akustische Überwachung aus sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Gründen empfehlenswert ist. Ausserdem konnten Möglichkeiten und Grenzen dieser im Labor entwickelten Methode bei der Praxisanwendung aufgezeigt werden.

Yazgan, U.

The Use of Post-Earthquake Residual Displacements as a Performance Indicator in Seismic Assessment

IBK Bericht Nr. 330, ISBN 978-3-7281-3378-6, Dezember 2010, 244 pp., 125 Abb., 27 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

A new post-earthquake damage assessment method is presented. The residual deformations as well as visual damage indicators are considered to estimate the maximum deformations attained by the damaged structure. Application of the method to units tested on shaking tables confirm its effectiveness in predicting maximum displacements.

Teutsch, U.

Tragverhalten von Tensairity Trägern

IBK Bericht Nr. 331, ISBN 978-3-7281-3379-3, Dezember 2010, 192 pp., 108 Abb., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Das Leichtbausystem Tensairity® ist ein hybrides Tragwerk aus Gurten aus Stahl, Holz oder Verbundmaterialien und einer unter geringem Innendruck stehenden zylindrischen Membran als Stegkonstruktion. Der unter Innendruck stehende zylindrische Membranschlauch übernimmt dabei die Funktion von Füllgliedern eines Fachwerkträgers und ist gleichzeitig als elastische Bettung der Gurte zu betrachten. Tensairity Träger sind in ihrer Formgebung und ihren Abmessungen ähnlich zu konventionellen „Airbeams“, haben jedoch durch den Einsatz von Strukturelementen wie Druckstreben und Seilen/Zugelementen eine wesentlich höhere Tragfähigkeit bei kleineren Durchbiegungen und kleinen Innendrücken (50-500 mbar).

Im Zuge dieser Forschungsarbeit wurde mit Hilfe von experimentellen Untersuchungen das Tragverhalten solcher Strukturen untersucht, und auf der Grundlage der experimentellen Erkenntnisse wurden analytische Berechnungsmodelle entwickelt, die dem konstruierenden Ingenieur ausreichend genaue Berechnungen derartiger Tragstrukturen ermöglichen.

Neuerschienene Autographien

Die aufgeführte Autographie kann direkt bei der betreffenden Sektion bestellt werden.

Marti, P.

Autographie Stahlbeton I/II

Departement Bau, Umwelt und Geomatik, ETH Zürich, 2009-2010, 207 pp.

Beiträge in Fachzeitschriften und in Tagungsunterlagen

Abdellah, A., Vogel, T.

Tie Together or Separate; another Approach to Resist Progressive Collapse

Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Kgs. Lyngby, Denmark, June 20-23, 2010.

Bertocchi, M., Frangi, A., Fontana, M.

Holzbauteile aus kernfreiem Laubholz

Interner IBK Bericht Fo-01-2009, April 2009, 36 pp.

Beyer, K., Abo El-Ezz, A., Dazio, A.

Experimentelle und numerische Untersuchungen an Mauerwerksriegeln

Proceedings, 2009 D-A-CH Conference. Zurich, September 10-11, 2009.

Beyer, K., Abo El Ezz, A., Dazio, A.

Experimental Investigation of the cyclic behavior of unreinforced masonry spandrels

Proceedings, 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. Toronto, Ontario, Canada, July 25-29, 2010.

Brühwiler, E., Vogel, T., Lang, T., Lüchinger, P. Swiss Codes for Existing Structures - Principles and Challenges

Proceedings, IABSE–fib Conference, Codes in Structural Engineering, Dubrovnik, May 3-5, 2010, SECON-CSSE, Croatia, Vol. 2, pp. 1113-1120.

Braun, B., Rupf, M., Beyer, K., Dazio, A.

Quasi-static cyclic tests of two prefabricated, reinforced masonry walls

Proceedings, 14th European Conference on Earthquake Engineering. Ohrid, Republic of Macedonia, August 30-September 03, 2010.

Deublein, M.

Entwicklung effizienter Verfahren zur maschinellen Festigkeitssortierung von Schnittholz

Proceedings, Forschungskolloquium "Holzbau Forschung und Praxis", Stuttgart, Deutschland, 17.-18.3.2010, pp. 49-60.

Deublein, M., Steiger, R., Köhler, J.

Quality Control and Improvement of Structural Timber

Proceedings, COST E53 conference: "The Future of Quality Control for Wood & Wood Products", Edinburgh, UK, May 04-07, 2010.

Deublein, M., Mauritz, R., Köhler, J.

Real-Time Quality Evaluation of Structural Timber

Proceedings, WCTE 2010, World Conference of Timber Engineering, June 20-24, 2010, Riva del Garda, Trento, Italy.

Dietsch, P., Köhler, J.

Assessment of timber structures

Report, ISBN 978-3-8322-9513-4, Shaker Verlag, 2010.

Dazio, A., Beyer, K., Bachmann, H.

Quasi-static cyclic tests and plastic hinge analysis of RC structural walls

Engineering Structures, 31(7), 1556-1571, 2009.

Dazio, A., Beyer, K.

Schäden an Mauerwerksbauten beim Erdbeben vom 6. April 2009 in L'Aquila

Proceedings, 2009 D-A-CH Conference. Zurich, September 10-11, 2009.

Dazio, A., Beyer, K.

Seismic behaviour of different types of masonry spandrels

Proceedings, 14th European Conference on Earthquake Engineering. Ohrid, Republic of Macedonia, August 30-September 03, 2010.

Dazio, A., Beyer, K.

Comportamento e analisi non lineare di nuclei in calcestruzzo armato

Progettazione Sismica, Vol. 2, No. 2, 2010.

Ebert, B.

Strengthening of RC Slabs and Shells by Unilaterally Applied Shear Reinforcement

Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, DTU Byg, ISBN 9788778773012, June 20-23, 2010, pp. 519-524.

Erchinger, C.

Mehrschnittige Stabdübelverbindungen und Brandschutz

Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung zukünftiger Entwicklungspotenziale, Forschungs- und Untersuchungsprojekt "Zukunft Holz", Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, 26. Juni 2009, pp. 965-972.

Erchinger, C., Frangi, A., Fontana, M.

Fire design model for multiple shear steel-to-timber dowelled connections

Proceedings, CIB-W018 Meeting Zurich, *Proceedings* edited by Dr. Rainer Görlacher, Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen University Karlsruhe, Germany, Zürich, 23.-27. August 2009.

Erchinger, C., Frangi, A., Fontana, M.

Fire design of steel-to-timber dowelled connections

Engineering Structures, Vol. 32, Issue 2, 2010, pp. 580–589.

Etter, S.

Load History Effects in Laterally Strengthened RC Members

Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, DTU Byg, ISBN 9788778773012, June 20-23, 2010, pp. 525-530.

Faber, M.H.

Structural Safety special issue on risk and risk communication (Foreword)

Structural Safety, 31(2), March 2009, p. 97.

Faber, M.H. (spec. ed.)

Risk Acceptance and Risk Communication

Structural Safety, 31(2), March 2009, pp. 97-212, special ed. M.H. Faber, Stanford Conference on "Risk acceptance and communications", Stanford University, Palo Alto, USA, March 26-27, 2007.

Faber, M.H., Köhler, J., Schubert, M., Sabiote, E., Fermaud, C., Scheiwiller, A. (eds.)

Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung

Forschungsauftrag AGB 2005/102 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung, UVEK, Bundesamt für Strassen, Report No. 618, December 2009.

Faber, M.H., Maes, M.A.

Sustainable strategic and operational management of life safety

Proceedings, IFED 4th International Forum on Engineering Decision Making, Hakone, Japan, May 13-16, 2009, www.ifed.ethz.ch.

Faber, M.H., Straub, D., Montes-Iturrizaga, R., Heredia-Zavoni, E.

FPSO Risk Assessment and Acceptance Criteria with Application to FPSO Mooring Systems

Proceedings, OMAE2009, 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Honolulu, USA, May 31-June 05, 2009, [OMA2009-80242].

Faber, M.H., Thöns, S., Narasimhan, H., Schubert, M.

Risikobasierter Ansatz zur Bewertung der Robustheit von Bauwerken

Stahlbau, Vol. 79, Issue 8, August 2010, pp. 547-555.

Fehlmann, P., Vogel, T.

Experimental Investigations on the Fatigue Behavior of Concrete Bridges

Proceedings, IABSE Symposium, Bangkok, Thailand, September 9-11, 2009, IABSE, Zurich, pp. 420-421.

Fehlmann, P., Vogel, T.

Versuche zur Ermüdungsfestigkeit alter Betonstähle

Beton- und Stahlbetonbau, 104/7, Ernst & Sohn, Juli 2009, pp. 416-423.

Fermaud, C., Willi, C., Köhler, J., Schubert, M., Faber, M.H. (eds.)

Ermittlung des Netzrisikos

Forschungsauftrag AGB 2005/103 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung, UVEK, Bundesamt für Strassen, Report No. 619, December 2009.

Fink, G., Köhler, J.

Water vapour balance in a building – moisture exposure for timber structures

Proceedings, Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, September 21-22, 2009.

Fink, G., Steiger, R., Köhler, J.

Definition of robustness and related terms

Proceedings, Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, September 21-22, 2009.

Fischer, M., Fontana M., Krämer, K.

Wirtschaftliche Optimierung im vorbeugenden Brandschutz / Optimisation économique de la prévention contre l'incendie

Die Volkswirtschaft / La Vie économique, 06-2010, 2010, ISSN 1011-386X, Hrsg.: Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement, Schweiz, 4 pp.

Fontana, M.

Brandschutz, Normen, Konstruktion

Tagungsunterlagen, Holzbaufachtagung Mehrgeschossige Holzbauwerke TU Dresden, Leitung: U. Werner Direktor Bauakademie Sachsen, Dresden, 19.03.2009, pp. 2-8.

Fontana, M.

Brandrisikoanalyse bei Industriebauten – Brandlasthebungen in Industrie- und Gewerbebauten

Tagungsunterlagen, 13. VDI-Fachtagung Baulicher und Gebäudetechnischer Brandschutz, Düsseldorf, ISBN 978-3-18-092062-7, ISSN 0083-5560, 25.-26. März 2009, Düsseldorf, pp. 159-174.

Fontana, M.

Brandschutz im Stahlbau

Tagungsunterlagen, Bauingenieur(aus)bildung im 21. Jahrhundert. – Was soll gelehrt werden – wie soll gelehrt werden? 1. Darmstädter Ingenieurkongress – Bau und Umwelt, Adaptiver Brandschutz / Brandschutz im Bauwesen, TU Darmstadt, ISBN 978-3-941799-00-4, 14.-15. September 2009, Darmstadt, 8 pp. (CD).

Frangi, A.

Brandverhalten von Holz - Baustoffverhalten, Berechnungsgrundlagen

Tagungsunterlagen, 13. VDI-Fachtagung Baulicher und Gebäudetechnischer Brandschutz, Düsseldorf, ISBN 978-3-18-092062-7, ISSN 0083-5560, 25.-26. März 2009, Düsseldorf, pp. 3-22.

Frangi, A., Fontana, M., Knobloch, M., Boichichio, G.

Fire behaviour of cross-laminated solid timber panels

Fire Safety Science, Vol. 9, 2009, pp. 1279-1290.

Frangi, A., Fontana, M., Hugli, E., Jöbstl, R.

Experimental analysis of cross-laminated timber panels in fire

Fire Safety Journal, Vol. 44, Issue 8, 2009, pp. 1078-1087.

Frangi, A., Fontana, M., Mensinger, M.

Innovative composite slab system with integrated installation floor

Structural Engineering International, Vol. 19. No. 4, November 2009, pp. 404-409.

Frangi, A., Knobloch, M., Fontana, M.

Fire design of timber slabs made of hollow core elements

Engineering Structures, Vol. 31, Issue 1, 2009, pp. 150-157.

Frangi, A., Fontana, M., Mensinger, M.

Design of composite slab system with integrated installation floor

Proceedings, International Conference on "Highrise Towers and Tall Buildings 2010 – Design and Construction of Safe and Sustainable Highrise Structures", München, April 14-16, 2010.

Frangi, A., Erchinger, C., Fontana, M.

Experimental fire analysis of steel-to-timber connections using dowels and nails

Fire and Materials, Vol. 34, Issue 1, 2010, pp. 1-19.

Frangi, A., Fontana, M., Hugli, E., Wiederkehr, R.

Fire safety of multi-storey timber buildings

Proceedings, 11th World Conference on timber engineering, Structures and Buildings, CD-ROM, WCTE 2010, CNR-IVALSA Trees and Timber Institute San Michele a/A, June 2010, Trentino, 10 pp.

Frangi, A., Fontana, M.

Fire safety of multi-storey timber buildings

Structures and Buildings, Vol. 163, Issue 4, 2010, pp. 213-226.

Frangi, A., Knobloch, M., Fontana, M.

Fire design of timber-concrete composite slabs with screwed connection

Journal of Structural Engineering, Vol. 136, 2010, pp. 219-228.

- Frangi, A., Schleifer, V., Fontana, M., Hugi, E.
Experimental and numerical analysis of gypsum plasterboards in fire
Fire Technology, Vol. 46, No. 1, 2010, pp. 149-167.
- Frangi, A., Schleifer, V., Fontana, M.
Design model for the verification of the separating function of light timber frame assemblies
Engineering Structures, Vol. 32, Issue 4, 2010, pp. 1184-1195.
- Frangi, A., Schleifer, V., Fontana, M., Hugi, E.
Design method for the separating function of timber structures
Proceedings, 6th international conference on structures in fire (SiF 10), Michigan State University, East Lansing, ISBN 978-1-60595-027-3 / 1-60595-027-0, June 2-4, 2010, DEStech Publications Inc., Lancaster, PA, pp. 503-510.
- Frangi, A., Bertocchi, M., Theiler, M.
Mechanische Eigenschaften und Bemessung von Bauteilen aus Holzwerkstoffen
Tagungsunterlagen, Holzbau – Ergänzende Festlegungen : Bemessungsbeispiele zur Norm SIA 265/1, SIA Schweizerischer Ingenieur- u. Architektenverein, ISBN 978-3-03-732024-2, 2010, Zürich, pp. 37-48.
- Frangi, A., Morf, P.
Brandversuch mit einer Holz-FVK-Verbindung
Interner IBK-Bericht, Fo-02-2010, November 2010.
- Frangi A., Bertocchi, M., Fontana, M.
Brandversuch an einer Holzdecke mit brennbaren Dämmstoffen
Interner IBK-Bericht, ETH Zürich, interner Versuchsbericht Fo-03-2010, Dezember 2010.
- Fricker, S., Vogel, T., Ungricht, H., Hunkeler, F.
Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch
Bericht Nr. 623, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, ASTRA Bern, Juni 2010, 111 pp.
- Ghadimi Khasraghy, S., Schellenberg, K., Vogel, T.
Prediction of shear failure of rockfall protection galleries
Proceedings, PROTECT2009, Structures under Extreme Loading, Hayama, Japan, August 19-21, 2009, p. 42 and CD-ROM 10 pp.
- Ghadimi Khasraghy, S., Kishi, N., Vogel, T.
Numerical simulation of consecutive rockfall impacts on reinforced concrete slabs
Proceedings, IABSE Symposium, Bangkok, Thailand, September 9-11, 2009, IABSE, Zurich, pp. 218-220.
- Graf, M., Nishijima, K., Faber, M.H.
A probabilistic typhoon model for the north-west Pacific region
Proceedings, APCWE-VII, 7th Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, Taipei, Taiwan, November 8-12, 2009.
- Graf, M., Nishijima, K., Faber, M.H.
Bayesian updating in natural hazard risk assessment
Australian Journal of Structural Engineering, 9(1), March 2009, Special issue on Disaster & Hazard Mitigation (IFED 2007), pp. 35-44.
- Heinzmann, D., Marti, P.
Strength of Thin Orthogonally Reinforced Concrete Plate Elements
Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, DTU Byg, ISBN 9788778773012, June 20-23, 2010, pp. 189-194.
- Jaeger, Th., Marti, P.
RC Slab Shear Prediction Competition: Experiments
ACI Structural Journal, V. 106, No. 3, May-June 2009, pp. 300-308.
- Jaeger, Th., Marti, P.
RC Slab Shear Prediction Competition: Entries and Discussion
ACI Structural Journal, V. 106, No. 3, May-June 2009, pp. 309-318.
- Jaeger, Th., Marti, P.
Discussion of "RC Slab Shear Prediction Competition: Entries and Discussion"
ACI Structural Journal, V. 107, No. 2, March-April 2010, pp. 250-251.
- Kalicka, M.W.
Acoustic emission as a monitoring method in prestressed concrete bridges health condition evaluation
Journal of Acoustic Emission, 27, Acoustic Emission Group, December 2009, pp. 18-26.

Kalicka, M.W.

Acoustic Emission in Structural Health Monitoring – corrosion detection in posttensioned girders

Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Kgs. Lyngby, Denmark, June 20-23, 2010, pp. 611-616.

Kalicka, M.W.

Acoustic emission signal propagation through welded steel bridge joints

Proceedings, 10th ECNDT Conference, Moscow, Russia, June 7-11, 2010, Abstracts Part 1, pp. 305-306 and CD-ROM No. 1.7.11.

Numerical analysis method for prototype reinforced concrete girders under consecutive impact loading

Proceedings, Third Euro-Mediterranean Symposium on Advances in Geomaterials and Structures, Vol. 2, Djerba, 2010, pp. 367-372.

Klingsch, E., Frangi, A., Fontana, M.

Experimental analysis of concrete strength at high temperatures and after cooling

Proceedings, Application of Structural Fire Engineering, ISBN 80-01-04266-9 / 978-80-01-04266-3, February 19-20, 2009, Prag CZ, pp. 216-221.

Klingsch, E., Frangi, A., Fontana, M.

Experimental analysis of concrete strength at high temperatures and after cooling

Acta Polytechnica – Journal of Advanced Engineering (CTU), Vol. 49, 2009, pp 34-38.

Klingsch, E., Frangi, A., Fontana, M.

Concrete residual strength in comparison: blended cements versus ordinary Portland cement

Studies and Researches – Annual Review of Structural Concrete, Vol. 29, 2009, Politecnico di Milano, Milano, pp. 131-154.

Klingsch, E., Frangi, A., Fontana, M.

Experimental analysis on spalling of high-strength concrete

Proceedings, Third International fib Congress, May-June 2010, Washington.

Klippel, M., Knobloch, M., Fontana, M.

In situ tests on steel deck concrete composite slabs at Zurich International Airport

Proceedings, 4th International Conference on Steel & Composite Structures ICSCS'10, ISBN 978-981-08-6218-3, 981-08-6218-0, 21.-23.7.2010, Sydney, pp. 156-158.

Knobloch, M.

Local buckling behaviour of steel sections subjected to fire

Proceedings, 9th International Symposium on Fire Safety Science, IAFSS, Universität Karlsruhe, Editor: B. Karlsson, Iceland Fire Authority, ISSN 1817-4299, 2009 / 19.-26. September 2008, Karlsruhe, pp. 1239-1254.

Numerical analysis of the cross-sectional capacity of structural steel members in fire

Proceedings, 6th International Conference on Structures on Fire (SiF 10), Michigan State University, East Lansing, ISBN 978-1-60595-027-3 / 1-60595-027-0, DEStech Publications, Lancaster, PA, June 2010, pp. 19-26.

Knobloch, M., Klippel, M., Fontana, M.

In situ tests on steel deck concrete composite slabs at Zurich International Airport

Proceedings, IABSE Symposium 2010, Venedig, Italy, 2010, pp. 360-361.

Stability of steel columns subjected to fire

Proceedings, SDSS2010 International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures, 8.-10. September 2010, Rio de Janeiro, pp. 465-472.

Knoll, F., Vogel, T.

Design for robustness

Structural Engineering Documents, No 11, IABSE Zurich, May 2009, 99 pp.

Köhler, J.

Modelling the performance of timber structures – recent research developments and future challenges

Proceedings, WCTE 2010, World Conference of Timber Engineering, June 20-24, 2010, Riva del Garda, Trento, Italy.

Köhler, J.

Quantitative Assessment – Updating Assessment of timber structures

ISBN 978-3-8322-9513-4, Shaker Verlag, 2010, pp.120-134.

Köhler, J.

Probabilistic Models for the Timber Material Properties of Interest

Assessment of timber structures, 978-3-8322-9513-4, Shaker Verlag, 2010, pp. 110-118.

- Köhler, J., Narasimhan, H., Faber, M.H. (eds.)
 Proceedings of Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, September 21-22, 2009. European Science Foundation: COST EU RTD Framework Programme, ISBN 978-3-909386-29-1, ETH Zürich, January 2010.
- Köhler, J., Sandomeer, M., Isaaksson, T., Källsner, B.
Modelling the Bending Strength of Timber Components - Implications to Test Standards
Proceedings, CIB-W18, 42nd meeting, Zurich, Switzerland, August 25-28, 2009, paper 42-6-3.
- Kocur, G.K., Saenger, E.H., Vogel, T.
Elastic wave propagation in a segmented X-ray computed tomography model of a concrete specimen
Journal of Construction and Building Materials, 24/12, Elsevier, December 2010, pp. 2393-2400.
- Kocur, G.K., Vogel, T.
Classification of the damage condition of pre-loaded reinforced concrete slabs using parameter-based acoustic emission analysis
Journal of Construction and Building Materials, 24/12, Elsevier, December 2010, pp. 2332-2338.
- Konthesingha, K.M.C., Masia, M.J., Petersen, R.B., Mojsilović, N., Simundic, G., Page, A.W.
Cyclic In-plane Shear Behaviour of Unreinforced Masonry Panels Retrofitted with Fibre Reinforced Polymer Strips
Proceedings, 8th International Masonry Conference, Dresden, Germany, July 4-7, 2010, pp. 633-642.
- Krämer, K., Köhler, J., Faber, M.H.
The derivation of acceptance criteria for risk to life based on optimal resource allocation
Proceedings, 8th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Lund, June 16-18, 2010.
- Kotsidas, P., Chatzi, E.N., Modi, V.
Stationary, nonimaging lenses for solar concentration
Journal of Applied Optics, Vol. 49, Issue 27, pp. 5183-5191, 2010.
- Kránitz, K., Deublein, M., Niemz, P.
Strength estimation of aged wood by means of ultrasonic devices
Proceedings, COST E53 conference: "The Future of Quality Control for Wood & Wood Products", May 04-07, 2010, Edinburgh, UK.
- Kránitz, K., Deublein, M., Niemz, P.
Determination of elastic parameters of aged wood by means of ultrasonic devices
Proceedings, 4th International Conference of COST Action IE0601, "Wood Science for Conservation of Cultural Heritage"; Izmir, Turkey October 20-22, 2010.
- Luchsinger, R.H., Teutsch, U., Marti, P.
An analytical model for Tensairity girders
Proceedings, 'Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures', International Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), Valencia, Spain, Editors: Domingo, A., Lazaro, C., September 28 - October 2, 2009, CD-ROM.
- Maes, M.A., Faber, M.H., Dann, M.R.
Hierarchical modeling of pipeline defect growth subject to ILI uncertainty
Proceedings, OMAE2009, 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Honolulu, USA, May 31-June 05, 2009, [OMAE2009-79470].
- Marti, P., Truempi, St., Heinzmann, D.
Hydraulic Joint for Pipe Jacking
ASCE Journal of Construction Engineering and Management, V. 135, No. 6, June 2009, pp. 439-447.
- Marti, P.
Verbundverhalten von Spannstählen und Spanngliedern
Dokumentation SIA D 0234, 5. Studentagung 'Neues aus der Brückenforschung', SIA Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau (FBH)/ Bundesamt für Strassen (ASTRA), Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 18. November 2010, pp. 89-95.
- Mensingher, M., Fontana, M., Frangi, A.
Entwicklung eines multifunktionalen Deckensystems mit erhöhter Ressourceneffizienz
Stahlbau, 79. Jg. Heft 4, April 2010, Berlin, pp. 282-297.
- Milani, G., Beyer, K., Dazio, A.
Upper bound limit analysis of meso-mechanical spandrel models for the pushover analysis of 2D masonry frames
Engineering Structures, 31: 2696-2710, 2009.

Mojsilović, N., Notz, S., Wäfler, B., Yu, J.
Load Tests on Masonry Elements with Chases
Proceedings, 11th Canadian Masonry Symposium,
 Toronto, Canada, May 31-June 3, 2009,
 CD-ROM 9 pp.

Mojsilović, N., Faber, M.H.
**Probabilistic Assessment of Masonry
 Compressive Strength**
Proceedings, ICOSSAR 2009, 10th International
 Conference on Structural Safety and Reliability,
 Osaka, Japan, September 13-17, 2009.

Mojsilović, N., Simundic, G., Page, A.W.
**Load Tests on Masonry Wallettes Subjected to
 Cyclic Shear**
Proceedings, 8th International Masonry Conference,
 Dresden, Germany, July 4-7, 2010, pp. 487-496.

Mojsilović, N., Simundic, G., Page, A.W.
**Masonry Wallettes with Damp-Proof Course
 Membrane Subjected to Cyclic Shear:
 An Experimental Study**
Construction and Building Materials, 24/11,
Elsevier, November, 2010, pp. 2135-2144.

Montes-Iturrizaga, R., Heredia-Zavoni, E., Vargas-
 Rodriguez, F., Faber, M.H., Straub, D., de la De
 Dios, O.J.
**Risk Based Structural Integrity Management of
 Marine Platforms Using Bayesian Probabilistic
 Nets**
*Journal of Offshore Mechanics and Arctic
 Engineering*, Trans. ASME, 131(1), February 2009,
 paper 011602, 10 pp.

Morf, P., Frangi, A., Fontana, M.
**Experimentelle Untersuchungen zum Trag- und
 Verformungsverhalten von Lärmschutzkassetten
 aus Aluminium**
Interner IBK-Bericht, ETH Zürich, interner Versuchs-
 bericht Fo-01-2010, August 2010.

Narasimhan, H., Borg, R.P., Cacace, F., Zuccaro, G.,
 Faber, M.H., De Gregorio, D., Faggiano, B.,
 Formisano, A., Mazzolani, F., Indirli, M.
**A framework and guidelines for volcanic risk
 assessment**
Proceedings, COST Action C26 International Confe-
 rence on Urban Habitat Constructions under Catastro-
 phic Events, Naples, Italy, September 16-18, 2010,
 ISBN: 978-0-415-60685-1, pp. 699-710,
 Publisher: CrC Press, Taylor & Franzis Group.

Narasimhan, H., Faber, M.H.
**Categorisation and assessment of robustness
 related provisions in European standards**
Proceedings, Joint Workshop of COST Actions
 TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, September 21-
 22, 2009, ISBN 978-3-909386-29-1, pp. 147-164.

Narasimhan, H., Faber, M.H.
**Towards sound assessment and improvement of
 robustness of structures: Treatment of structural
 robustness in European**
Proceedings, SEMC 2010, the Fourth International
 Conference on Structural Engineering, Mechanics and
 Computation, Cape Town, South Africa, September
 6-8, 2010, ISBN: 978-0-415-58472-2, pp. 1039-1042,
 Publisher: CrC Press, Taylor & Franzis Group.

Neuenschwander, M., Knobloch, M., Fontana, M.
**Fire behavior of concrete-filled steel circular
 hollow section columns with massive steel core**
Proceedings SDSS2010 International Colloquium on
 Stability and Ductility of Steel Structures, September
 2010, Rio de Janeiro, pp. 473-480.

Niederegger, P., Knobloch, M., Fontana, M.
**Analytical calculation model for unstiffened
 elements with nonlinear stress-strain relationships
 under uniform compression**
Steel Construction – Design and Research, März
 2009, pp. 42-49.

Nishijima, K., Faber, M.H.
**Societal performance of infrastructure subject to
 natural hazards**
Australian Journal of Structural Engineering, 9(1),
 March 2009, Special issue on Disaster & Hazard
 Mitigation (IFED 2007), pp. 9-16.

Nishijima, K., Faber, M.H.
**A budget management approach for societal
 infrastructure projects**
*Structure and Infrastructure Engineering:
 Maintenance, Management, Life-Cycle Design and
 Performance*, 5(1), February 2009, pp. 41-47.

Nishijima, K., Faber, M.H.
**A macroeconomic decision framework for sustain-
 able design and maintenance policy making for
 civil infrastructure**
Proceedings, IFED 4th International Forum on
 Engineering Decision Making, Hakone, Japan, May
 13-16, 2009, www.ifed.ethz.ch.

- Nishijima, K., Graf, M., Faber, M.H.
Optimal evacuation and shut-down decisions in the face of emerging natural hazards
Proceedings, ICOSSAR2009, 10th International Conference on Structural Safety and Reliability, Osaka, Japan, September 13-17, 2009.
- Nishijima, K., Maes, M.A., Goyet, J., Faber, M.H.
Constrained optimization of component reliabilities in complex systems
Structural Safety, 31(2), March 2009, pp. 168-178, special ed. M.H. Faber.
- Nishijima, K., Qin, J., Faber, M.H.
Probability integral solution by extrapolation for system reliability assessment
Proceedings, ISRERM2010, International Symposium on Reliability Engineering and Risk Management, Shanghai, China, September 23-26, 2010.
- Nishijima, K., Qin, J., Faber, M.H.
A scalable parametric approximation to multi-normal probability integrals.
Proceedings, IFIP WG7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, Munich, Germany, April 7-10, 2010.
- Nishijima, K., Custer, R.
Open framework for global natural hazard risk assessment
Proceedings, Fifth International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland, December 7-11, 2010.
- Pauli, J., Knobloch, M., Fontana, M.
Stub column tests on square and rectangular hollow steel sections at elevated temperatures
Proceedings, fourth international conference on structural engineering, mechanics and computation (SEMC 2010), Advances and Trends in Structural Engineering, Mechanics and Computation, University of Cape Town, Cape Town, 2010, p. 183.
- Plagianakos, T.S., Teutsch, U., Crettol, R., Luchsinger, R.H.
Static response of a spindle-shaped Tensairity column to axial compression
Engineering Structures, V. 31, No. 8, Aug. 2009, pp. 1822-1831 and online
doi:10.1016/j.enstruct.2009.02.028.
- Pohl, A., Fontana, M.
The mechanical and thermal properties of corrugated paper honeycomb. Part 1 – Experimental investigation
Nordic Pulp and Paper Research Journal, Vol. 25, Issue 4, 2010, pp. 513-521.
- Qin, J., Faber, M.H.
Integrity management of concrete bridges using Spatial Information Systems
Proceedings, IABMAS 2010, The Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Philadelphia, USA, July 11-15, 2010.
- Rupf, M., Braun, B., Beyer, K., Dazio, A.
Quasi-statische zyklische Versuche an vorfabrizierten, bewehrten Mauerwerkswänden
Proceedings, 2009 D-A-CH Conference. Zurich, September 10-11, 2009.
- Sandomeer, M., Steiger, R.
Potential der maschinellen Festigkeitsortierung von Schnittholz ZUKUNFT HOLZ – Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung künftiger Entwicklungspotentiale
Abschlussbericht AZ 54-8214.07, FH Biberach, S. 361-370.
- Sandomeer, M., Steiger, R., Köhler, J.
Cost optimized Timber Machine Strength Grading
Proceedings, COST E53 conference "Economical and Technical Aspects of Quality Control of Wood and Wood Products", October 22-23, 2009, Lisbon, Portugal.
- Schellenberg, K., Vogel, T.
A Dynamic Design Method for Rockfall Protection Galleries
Structural Engineering International, 19/3, IABSE, August 2009, pp. 321-326.
- Schickhofer, G., Frangi, A., Fontana, M.
BSPhandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz
Verlag der Technischen Universität Graz Editor: Institut für Holzbau und Holztechnologie und holz.bau forschungs gmbh, ISBN 978-3-85125-076-3, Graz, November 2009.

Schleifer, V.

Modell zum Nachweis der raumabschließenden Funktion von Holzbauteilen

Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung zukünftiger Entwicklungspotenziale, Forschungs- und Untersuchungsprojekt "Zukunft Holz", Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, 26.06.2009, pp. 973-981.

Schleifer, V.

Brandschutzzeiten besser berechnen

baublatt, Die Fachzeitschrift für die Schweizer Baubranche Nr. 33, Docu Media Schweiz GmbH, ISSN 1660-4504, Rüslikon, 14. August 2009, Rüslikon, pp. 14-15.

Schleifer, V., Frangi, A.

Untersuchungen zum Raumabschluss von Bauteilen mit Isoresist 1000

Interner IBK-Bericht, ETH Zürich, interner Forschungsbericht Fo-02-2009, Zürich, 27. April 2009, pp. 1-14.

Schmidt, J., König, J., Köhler, J.

Fire exposed cross laminated timber – modeling and tests

Proceedings, WCTE 2010, World Conference of Timber Engineering, June 20-24, 2010, Riva del Garda, Trento, Italy.

Schubert, M., Faber, M.H. (eds.)

Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten

Forschungsauftrag AGB 2002/020 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung, UVEK, Bundesamt für Strassen, Report No. 616, June 2009, 318 pp.

Schubert, M., Faber, M.H.

Risiko- und Zuverlässigkeitsberechnungen - Belastung oder Mehrwert

Journal Modolor, Issue 8, pp. 26-32, ISSN 1662-7741, 15.12.2010.

Somainsi, D., Knobloch, M., Fontana, M.

Simplified analytical model for global buckling of steel columns in fire

Proceedings, 8th International PhD Symposium in Civil Engineering, June 20-23, 2010, Technical University of Denmark; ISBN 978-87-7877-301-2, 2010, Technical University of Denmark, Lyngby, pp. 117-122.

Somainsi, D., Knobloch, M., Fontana, M.

Simplified analytical model for centrally and eccentrically loaded steel columns in fire

Proceedings, 4th International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation 2010 (SEMC 2010), Advances and Trends in Structural Engineering, Mechanics and Computation, ISBN 978-0-415-58472-2, CRC Press, Boca Raton, 2010, Cape Town, South Africa, p. 181.

Sørensen, J.D., Rizzuto, E., Faber, M.H.

Robustness – theoretical framework

Proceedings, Joint workshop of Cost Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, September 21-22, 2009, ISBN 978-3-909386-29-1, pp. 35-44.

Steiger, R., Köhler, J., Fink, G., Dietsch, P.

General Procedure in the Assessment of Structures

Assessment of timber structures, 978-3-8322-9513-4, Shaker Verlag, 2010, pp. 10-13.

Steiger, R., Arnold, M., Jockwer, R.

Property relationships used EN 338 strength grades of Norway spruce structural timber

Proceedings, WCTE 2010 11th World Conference on timber engineering, CNR-IVALSA Trees and Timber Institute San Michele a/A, 2010, Trentino.

Straub, D., Malioka, V., Faber, M.H.

A framework for the asset integrity management of large deteriorating concrete structures

Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance, 5(3), June 2009, pp. 199-213.

Svensson, S., Köhler, J.

Including moisture induced stresses in the safety format of timber structures

Proceedings, WCTE 2010, World Conference of Timber Engineering, June 20-24, 2010, Riva del Garda, Trento, Italy.

Thauvoye, Ch., Zhao, B., Klein, J., Fontana, M.

Fire Load Survey and Statistical Analysis

Proceedings, 9th International Symposium on Fire Safety Science, IAFSS, Universität Karlsruhe, Editor: B. Karlsson, Iceland Fire Authority, ISSN 1817-4299, Karlsruhe DE, 2009 / 19.-26. September 2008, pp. 991-1002.

Theiler, M., Frangi, A.

Flächen aus Schichten – Steifigkeitswerte und Spannungsberechnung

Tagungsunterlagen, 41. Fortbildungskurs SAH, Werkstoffkombinationen, ein Mehrwert für Holz, ISBN 3-906703-22-3 / 978-3-906703-22-0, Weinfelden, 27./28. Oktober 2009, pp. 53-63.

Thöns, S., Faber, M.H., Rücker, W.

Support Structure Reliability of Offshore Wind Turbines Utilizing an Adaptive Response Surface Method

Proceedings, OMAE 2010, 29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Shanghai, China, June 6-11, 2010, [OMAE2010-20546].

Villiger, S., Teutsch, U.

Tensairity®-Footbridge: Construction and Experimental Results

Proceedings, 'Spatial Structures – Temporary and Permanent', International Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), Shanghai, China, China Architecture & Building Press, Editors: Zhang, Q., Yang L., Hu, Y., November 8-12, 2010, pp. 527-528 and CD-ROM, 16 pp.

Vogel, T.

Erfahrungen in der Schweiz

Tagungsunterlagen, "Renovatieprogramma's Bruggen en Viaducten", Niederländische Betonvereinigung, 10.03.2009, Zeist, Niederlande.

Vogel, T.

Tragfunktion sichern

TEC21, 19/2009, Verlags-AG der akademischen technischen Vereine, 8. Mai 2009, pp. 16-20.

Vogel, T., Trausch L.

New Swiss codes for the conservation of concrete structures

Proceedings, 11th Annual International fib Symposium, London, June 22-24, 2009.

Vogel, T.

IABSE, a Framework for New Challenges

Structural Engineering International, 19/3, IABSE, August 2009, p. 233.

Vogel, T., Labiouse, V., Masuya, H.

Rockfall Protection as an Integral Task

Structural Engineering International, 19/3, IABSE, August 2009, pp. 304-312.

Vogel, T., Høj, N.P.

Rockfall Protection: Introduction

Structural Engineering International, 19/3, IABSE, August 2009, p. 304.

Vogel, T., Marti, P.

Christian Menn – Brückenbauer

Gesellschaft für Ingenieurbaukunst, 2. ergänzte Auflage, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2009, 121 pp.

Vogel, T., Zwicky, D., Joray, D., Diggelmann, M., Høj, N.P.

Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten – Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten

Bericht Nr. 623, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, ASTRA Bern, Dezember 2009, 279 pp.

Vogel, T.

Covering Robustness in Present and Future Codes

Proceedings, IABSE–fib Conference, Codes in Structural Engineering, Dubrovnik, May 3-5, 2010, SECON-CSSE, Croatia, Vol. 1, pp. 489-496.

Vogel, T.

Remaining structural capacity of an early post-tensioned bridge verified after removal

Proceedings, 5th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Philadelphia (PA), USA, July 11-15, 2010, p. 294 & CD-ROM pp. 1461-1468.

Vogel, T.

Allgemeine Bedeutung von technischen Normen

Tagungsunterlagen, FAN-Herbstkurs 2010, Luzern, 28.10.2010, Fachleute Naturgefahren.

Wever, T.E., Plagianakos, T.S., Luchsinger, R.H., Marti, P.

Effect of Fabric Webs on the Static Response of Spindle-Shaped Tensairity Columns

ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 136, No. 4, April 2010, pp. 410-418.

Wolf, T., Vogel, T.

Detection of breaks in reinforcing bars with the magnetic flux leakage method

Proceedings, 4th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure, Zurich, July 22-24, 2009, p. 110.

Wolf, T., Vogel, T.

Detection of reinforcement breaks on large-scale fatigue tests with the magnetic flux leakage method

Proceedings, 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Kgs. Lyngby, Denmark, June 20-23, 2010.

Wolf, T., Vogel, T.

Experimental trials on the detection of reinforcement breaks with the magnetic flux leakage method

Proceedings, 5th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Philadelphia (PA), USA, July 11-15, 2010. p. 142 & CD-ROM p. 536-542.

Yazgan, U., Dazio, A.

Critical aspects of finite element modeling of RC structures for seismic performance assessment

Proceedings, 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. Toronto, Ontario, Canada, July 25-29, 2010.

Zhang, S., Nishijima, K., Maes, M., Faber, M.H.

Probabilistic object oriented system analysis
Proceedings, IFIP WG7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, Munich, Germany, April 7-10, 2010.

Zhang, S., Nishijima, K., Faber, M.H.

Decision graphical formulation for climatic change adaptation of civil infrastructure

Proceedings, Fifth International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland December 7-11, 2010.

Vorträge von Institutsangehörigen

Abdellah, A.

Tie Together or Separate; another Approach to Resist Progressive Collapse

8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark, 22.06.2010.

Beyer, K.

Experimentelle und numerische Untersuchungen an Mauerwerksriegeln

D-A-CH Tagung. Zürich, 10. September 2009.

Beyer, K.

Experimental Investigation of the cyclic behavior of unreinforced masonry spandrels

9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. Toronto, July 27, 2010.

Beyer, K.

Seismic behaviour of different types of masonry spandrels

14th European Conference on Earthquake Engineering. Ohrid, August 31, 2010.

Chatzi, E.N.

Detection of Structural Flaws Using the Extended Finite Element Method and a Novel Genetic Algorithm

EMI 2010 Conference, University of Southern California, August 10, 2010.

Chatzi, E.N.

The Unscented Kalman Filter Method for the Identification of Structures Subjected to Base Excitation

EMI 2010 Conference, University of Southern California, August 10, 2010.

Chatzi, E.N.

Application of Nonlinear System Identification on Structural Health Monitoring

Empa, Dübendorf, Theodor-Erismann-Auditorium, 30. September 2010.

Dazio, A.

Etablierte und aufkommende Verfahren zur seismischen Bemessung von Tragwerken

Fortbildungskurs „Erdbebensichere Bauten – Erfahrungen aus der Planung und Realisierung“, Burgdorf, 23. April 2009.

Dazio, A.

Recent findings on the seismic behavior of reinforced concrete and masonry structures in Switzerland

South African Institute of Civil Engineering (SAICE), Western Cape Branch meeting, Newlands, Cape Town, 27. Mai 2009.

Dazio, A.

Schäden an Mauerwerksbauten beim Erdbeben vom 6. April 2009 in L'Aquila

D-A-CH Tagung. Zürich, 10. September 2009.

Dazio, A.

Erkenntnisse aus dem Mw = 6.3 Erdbeben von L'Aquila am 6. April 2009

IBK Kolloquium. Zürich, 10. Oktober 2009.

Dazio, A.

Strategien zur Erdbebensicherung von Bauwerken

Körperschallisolationen-Seminar für die Bauindustrie, Fachhochschule Nordwestschweiz, Brugg-Windisch, 20. November 2009.

Deublein, M.

Entwicklung effizienter Verfahren zur maschinellen Festigkeitssortierung von Schnittholz

Forschungskolloquium "Holzbau Forschung und Praxis" Stuttgart, 18.03.2010.

Deublein, M.

Quality Control and Improvement of Structural Timber

COST E53 final conference: "The Future of Quality Control for Wood & Wood Products", Edinburgh, UK, 06.05.2010.

Deublein, M.

Real-Time Quality Evaluation of Structural Timber

World Conference on Timber Engineering WCTE 2010, Riva del Garda, Italy, June 21, 2010.

Ebert, B.

Strengthening of RC Slabs and Shells by Unilaterally Applied Shear Reinforcement

8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark, 22.06.2010.

Etter, S.

Load History Effects in Laterally Strengthened RC Members

8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark, 22.06.2010.

Faber, M.H.

Risk and Reliability in Civil Engineering

Department of Structural Mechanics, University of Pavia, Italy, 13.01.2009.

Faber, M.H.

Risk and Reliability Analysis for Integrity

Management of Offshore Facilities, Faculty of Engineering, University of Genoa, Italy, 14.01.2009.

Faber, M.H.

Risk informed decision making concerning engineered facilities

SEDUREC 2009, International Symposium on Safety and Durability of Materials and Constructions, Barcelona, Spain, 27.02.2009.

Faber, M.H.

Sustainable strategic and operational management of life safety

IFED 4th International Forum on Engineering Decision Making, Hakone, Japan, 14.05.2009.

Faber, M.H.

FPSO Risk Assessment and Acceptance Criteria with Application to FPSO Mooring Systems

International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Honolulu, USA, 02.06.2009.

Faber, M.H.

Robustness of Structures

TUD Annual Progress Conference TU0601, Brussels, Belgium, 15.06.2009.

Faber, M.H.

HazNeth and risk research

Interdisciplinary CCSS Seminar on Modeling Complex Socio-Economic Systems and Crises, ETH Zurich, 29.09.2009.

Faber, M.H.

Socio Economical Preference Conform Safety Regulation

Invited lecture at the International Symposium on Risk and Reliability Applications on Engineering Planning and Design, Engineering School, UAEM Toluca, Mexico, 09.11.2009.

Faber, M.H.

Resilience and Robustness of Structures

Invited lecture at UNESCO/COST C22 Urban Flood Management Conference, Paris, France, 26.11.2009.

Faber, M.H.

Risk Assessment of Systems

Department of Structural Engineering, Magnel Lab for Concrete Research, University Ghent, Belgium, 30.03.2010.

Faber, M.H.

Risk assessment and earthquake risk management

Internationales Graduiertenkolleg 802, Universität Braunschweig, Germany, 28.06.2010.

Faber, M.H.

Robustness in practical design – how to proceed?

Stellenbosch University, South Africa, 09.09.2010.

Faber, M.H.

New Perspectives in Engineering

Shanghai Jiao Tong University, China, 20.09.2010.

Faber, M.H.

Robustness of Systems and Structures

Tongji University, Shanghai, China, 21.09.2010.

Faber, M.H.

Risk assessment and earthquake risk management

ISRERM'2010, Shanghai, China, 24.09.2010.

Fontana, M.

Fire Engineering in Switzerland – Design and Research (part 1)

Invited Lecture, Tokyo University of Science, Japan, 12.02.2009.

Fontana, M.

Brandschutz - Engineering and Eurocodes

Lehrgang für Kantonale Brandschutz-Experten VKF, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Horw, 17.02.2009.

Fontana, M.

Brandschutz, Normen, Konstruktion

Holzbaufachtagung Mehrgeschossige Holzbauwerke, TU Dresden, 19.03.2009.

Fontana, M.

**Brandrisikoanalyse bei Industriebauten –
Brandlasterhebungen in Industrie- und
Gewerbebauten**

13. VDI Fachtagung Baulicher und Gebäudetechnischer Brandschutz, Bergische Universität Wuppertal, 25.03.2009.

Fontana, M.

Fire and Structures: a Long-Standing Match

Colloquia Doctoralia 2009, Politecnico di Milano Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Italy, 15.05.2009.

Fontana, M.

**Grundlagen des Brandschutzes, Ziele,
Statistiken, Brandschutzkonzepte**

Risiko & Sicherheit Modul Brandschutz V5, ETH Zürich, 24.08.2009.

Fontana, M.

Baulicher Brandschutz – Fluchtwege

Risiko & Sicherheit Modul Brandschutz V5, ETH Zürich, 24.08.2009.

Fontana, M.

Gebäudetypen, Feuerwiderstand, Fluchtwege

Risiko & Sicherheit Modul Brandschutz V5, ETH Zürich, 25.08.2009.

Fontana, M.

**Fire Resistance of Structures –
Fire Engineering of Buildings**

IABSE 80 Anniversary Public Session, IABSE, Bangkok, 11.09.2009.

Fontana, M.

Brandschutz im Stahlbau

Adaptiver Brandschutz / Brandschutz im Bauwesen, 1. Darmstädter Ingenieurkongress - Bau und Umwelt, Darmstadt, 15.09.2009.

Fontana, M.

Brandschutz in der Schweiz

PVA Akademie Brandschutz im Holzbau, PVA AG, Altenburg, 24.09.2009.

Fontana, M.

**Die alte Rheinbrücke in Schaffhausen von H.U.
Grubenmann: Besonderheiten, Rekordspannweite ohne Zwischenpfeiler ??, Statische Systeme**

Anlass des "Grubenmann-Jahres", Rotary Club Winterthur-Mörsburg, Winterthur, 10.11.2009.

Fontana, M.

Podiumsdiskussion Baunormenharmonisierung
Swissbau 2010, SIA, Basel, 14.01.2010.

Fontana, M.

Fire resistance of Structures

IABSE Days in South Africa 2010, Durban, 23.03.2010 und Johannesburg, 25.03.2010.

Fontana, M.

**Möglichkeiten des Brandschutzes in
intelligenten Gebäuden**

Kolloquium Sensitive und reaktionsfähige Gebäude, Leibniz Universität Hannover, 25.06.2010.

Fontana, M.

Fire behavior of concrete-filled steel circular-hollow section columns with massive steel core

International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures SDSS'Rio 2010, Rio de Janeiro, 09.09.2010.

Fontana, M.

In situ tests on steel deck concrete composite slabs at Zurich International Airport

34th IABSE Symposium Large Structures and Infrastructures for Environmentally Constrained and Urbanised Areas, Venice, 23.09.2010.

Fontana, M.

Die Ingenieure und der Brückenbau

Tagung 100 Jahre Sitterviadukt – Ingenieure planen, bauen und erhalten unsere Infrastruktur, St. Gallen, 28.10.2010.

Frangi, A.

Brandverhalten von Holz – Baustoffverhalten, Berechnungsgrundlagen

13. VDI Fachtagung Baulicher und Gebäudetechnischer Brandschutz, Bergische Universität Wuppertal, 25.03.2009.

Frangi, A.

Edifici a strutture multipiano in legno

Lecture invited by Prof. Massimo Laffranchi, Università della Svizzera Italiana, Accademia di architettura Mendrisio, 07.04.2009.

Frangi, A.

Fire design model for multiple shear steel-to-timber dowelled connections

42nd CIB-W018 Meeting, CIB, Zürich, 27.08.2009.

- Frangi, A.
Tendenzen im Brandschutz heute – Brandschutz im Holzbau
WISSEN-FORUM „Brandschutz-Innovationen 09“, AFC Air Flow Consulting AG, Bern, 12.05.2009 und Zürich, 17.09.2009.
- Frangi, A.
Design of timber structures in fire
Lecture invited by Prof. Alfredo Dias, Civil Engineering Department, University of Coimbra, Portugal, 29.10.2009.
- Frangi, A.
Forschung im Holzbau – Brandrisiko
Bauen mit Holz Brandschutzfachmann/-frau Holzbau, Zürich, 20. und 26.11.2009.
- Frangi, A.
Forschung im Holzbau – Brandschutz
Bauen mit Holz Brandschutzfachmann/-frau Holzbau, Zürich, 20. und 26.11.2009.
- Frangi, A.
Berechnung und Bemessung von Bauteilen mit HWS
Holzbau - Ergänzende Festlegungen: Einführung in die Norm SIA 265/1, Zürich, 04.02.2010 und Biel, 04.03.2010.
- Frangi, A.
Structural fire design, separating function
FireInTimber Project, Seminar on Fire safety in timber buildings, Berlin, 09.03.2010.
- Frangi, A.
Design method for the separating function of timber structures
6th International Conference on Structures in Fire SiF'10, Michigan State University, East Lansing, 03.06.2010.
- Frangi, A.
Dynamische Einwirkungen auf Holz-Beton-Verbunddecken
Fachtagung „Innovationen am Bau – Systemlösungen für Beton- und Holzdecken“ Technopark®, Zürich, 15.06.2010 und Berner Fachhochschule Burgdorf, 17.06.2010.
- Frangi, A.
Fire safety of multi storey timber buildings
WCTE 2010 World Conference on timber engineering, CNR-IVALSA Trees and Timber Institute San Michele a/A, Trentino, 23.06.2010.
- Frangi, A.
Baustatik
Vorlesungsblock, MAS Real Estate, Curem, Zürich Technopark®, Zürich, 27.08.2010.
- Ghadimi Khasraghy, S.
Prediction of Shear Failure of Rockfall Protection Galleries
PROTECT 2009, Shonan Village, Japan, 19.08.2009.
- Ghadimi Khasraghy, S.
Numerical Simulation of Consecutive Rockfall Impacts on Reinforced Concrete Slabs
IABSE Symposium 2009 Sustainable Infrastructure, Bangkok, 10.09.2009.
- Graf, M.
A probabilistic typhoon model for the north-west Pacific region
APCWE-VII, 7th Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, Taipei, Taiwan, 09.11.2009.
- Graf, M.
Integrating epistemic uncertainty into typhoon risk assessment
Fifth International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland, 09.12.10.
- Heinzmann, D.
Strength of Thin Orthogonally Reinforced Concrete Plate Elements
8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark, 22.06.2010.
- Jockwer, R.
Tragwiderstand von Brettschichholzträgern mit Ausklinkungen oder Durchbrüchen
Forschungskolloquium Holzbau Forschung + Praxis, Universität Stuttgart, 18.03.2010.
- Kalicka, M.W.
Acoustic Emission Signal Propagation Through Welded Steel Bridge Joints
10th European Conference on Non-Destructive Testing (ECNDT), Moscow, Russia, 09.06.2010.
- Kalicka, M.W.
Acoustic Emission in Structural Health Monitoring – Corrosion Detecting in Post-Tensioned Girders
8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark Lyngby, Denmark, 21.06.2010.

Klingsch, E.

Experimental analysis of concrete strength at high temperatures and after cooling

Applications of Structural Fire Engineering, Prague, 19.02.2009.

Klingsch, E.

Strength of concrete at high temperatures and after cooling

33rd IABSE Symposium Bangkok 2009, IABSE, Bangkok, 10.09.2009.

Klingsch, E.

Experimental analysis on spalling of high-strength concrete

The third international fib congress and exhibition, fib (CEB-FIP), Washington D.C., 01.06.2010.

Knobloch, M.

Fire Engineering in Switzerland – Design and Research (part 2)

Invited Lecture, Tokyo University of Science, Japan, 12.02.2009.

Knobloch, M.

Numerical analysis of the cross-sectional capacity of structural steel members in fire

6th International Conference on Structures in Fire SiF'10, Michigan State University, East Lansing, 03.06.2010.

Knobloch, M.

In situ tests on steel deck concrete composite slabs at Zurich International Airport

4th International Conference on Steel & Composite Structures ICSCS, Sydney, 21.07.2010.

Knobloch, M.

Stability of steel columns subjected to fire

International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures SDSS'Rio 2010, Rio de Janeiro, 08.09.2010.

Kocur, G.K.

- **Classification of the Damage Condition of Preloaded Reinforced Concrete Slabs using Qualitative Acoustic Emission Analysis,**
- **Elastic Wave Propagation in a Segmented Computer Tomography Model of Concrete Specimen**

5th Kumamoto International Workshop on Fracture (KIFA-5), Acoustic Emission and NDE in Concrete, Kumamoto, Japan, 17./18.09.2009.

Kocur, G.K.

Investigation on Source Radiation Patterns in Non-Destructive Testing of Concrete using Time Reverse Modeling

9th World Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (WCCM/APCOM 2010), Sydney, Australia, 21.07.2010.

Köhler, J.

Moisture Exposure in Timber Structures

Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, 23.09.2009.

Köhler, J.

Confabilidad de Estructuras de Madera

Universidad Tecnológica Nacional, Venado Tuerto, Santa Fe, Argentina, 26.10.2009.

Köhler, J.

Lecciones en Confabilidad de Estructuras

Universidad Tecnológica Nacional, San Rafael, Mendoza, Argentina, 28.-30.10.2009.

Köhler, J.

Timber in Structures – recent research developments and future challenges

Colloquium on Physics and Reliability of Wood and Wood Composites, ETH Zurich, 06.11.2009.

Köhler, J.

Modelling the Bending Strength of Timber Components - Implications to Test Standards

CIB-W18, 42nd meeting, Zurich, 02.08.2009.

Köhler, J.

Timber in Structures - recent research developments and future challenges

Research Seminar - Timber Engineering, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 13.05.2010.

Köhler, J.

Consideration of system effects in timber structural design

Lecture – Timber Engineering, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 14.05.2010.

Köhler, J.

Timber in Structures – recent research developments and future challenges

WCTE, Riva del Garda, Italy, 24.06.2010.

- Köhler, J.
Die Aktualisierung als zentrales Element in den Erhaltungsnormen
 SIA / ASTRA Ingenieurtagung 2010 – Zukunft der SIA Tragwerksnormen, Olten, Schweiz, 19.11.2010.
- Krämer, K.
The derivation of acceptance criteria for risk to life based on optimal resource allocation
 8th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Lund, Sweden, June 16, 2010.
- Marti, P.
Verbundverhalten von Spannstählen und Spanngliedern
 5. Studientagung ‘Neues aus der Brückenforschung’, SIA Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau (FBH)/Bundesamt für Strassen (ASTRA), Olten, 18.11.2010.
- Marti, P.
Von den Alten lernen? Zur Stellung der Bauingenieure gestern, heute und morgen: Impulsreferat
 SIA/ASTRA-Ingenieurtagung 2010, Olten, 19.11.2010.
- Mojsilović, N.
Load Tests on Masonry Elements with Chases
 University of Newcastle, Callaghan NSW, Australia, 27.03.2009, 11th Canadian Masonry Symposium, Toronto, Canada, 01.06.2009 and University of Genoa, Italy, 16.06.2009.
- Mojsilović, N.
Static-Cyclic Shear Tests on Masonry Elements with DPC (Damp-Proof Course)
 University of Genoa, Italy, 03.07.2009.
- Mojsilović, N.
Probabilistic Assessment of Masonry Compressive Strength
 ICOSSAR 2009, Osaka, Japan, 14.09.2009.
- Mojsilović, N.
Load Tests on Masonry Wallettes Subjected to Cyclic Shear
 8th International Masonry Conference, Dresden, Germany, 07.07.2010.
- Narasimhan, H.
Evaluation of Robustness of Structures – A Comparative Study
 COST Action TU0601 Robustness of Structures MC and WG meetings, Coimbra, Portugal, 03.03.2009.
- Narasimhan, H.
Categorisation and assessment of robustness related provisions in European standards
 Joint Workshop of COST Actions TU0601 and E55, Ljubljana, Slovenia, 21.09.2009.
- Narasimhan, H.
Methodology for Risk Assessment and Management of Natural Hazards
 COST Action C26, International Conference on Urban Habitat Constructions under Catastrophic Events, Naples, Italy, 17.09.2010.
- Narasimhan, H.
Towards sound assessment and improvement of robustness of structures
 SEMC 2010, The Fourth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, Cape Town, South Africa, 07.09.2010.
- Nishijima, K.
A macroeconomic decision framework for sustainable design and maintenance policy making for civil infrastructure
 IFED 4th International Forum on Engineering Decision Making, Hakone, Japan, 14.05.2009.
- Nishijima, K.
Optimal evacuation and shut-down decisions in the face of emerging natural hazards
 ICOSSAR2009, 10th International Conference on Structural Safety and Reliability, Osaka, Japan, 15.09.2009.
- Nishijima, K.
A scalable parametric approximation to multi-normal probability integrals
 IFIP WG7.5, Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, Munich, Germany, 08.04.2010.
- Nishijima, K.
Probability integral solution by extrapolation for system reliability assessment
 ISRERM2010, International Symposium on Reliability Engineering and Risk Management, Shanghai, China, 25.09.2010.

Nishijima, K.

Open framework for global natural hazard risk assessment

Fifth International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland, 09.12.2010.

Pauli, J.

Stub column tests on square and rectangular hollow steel sections at elevated temperatures

The Fourth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, University of Cape Town, 07.09.2010.

Qin, J.

A Spatial and Visual Risk Based Integrity Management Platform for the Farø Bridges

Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark 17.05.2010.

Sandomeer, M.

Discussion on Output Control of Structural Timber

COST E53 meeting of working group 3, Bled, Slovenia, 22.04.2009.

Sandomeer, M.

Cost optimized Timber Machine Strength Grading

COST E53 conference on Economical and Technical Aspects of Quality Control of Wood and Wood Products, Lisbon, Portugal, 22.10.2009.

Schleifer, V.

Verhalten von raumabschliessenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall

SAH Statusseminar 2009, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH, St. Loup, 22.04.2009.

Somaini, D.

Simplified analytical model for centrally and eccentrically loaded steel columns in fire

The Fourth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, University of Cape Town, 07.09.2010.

Theiler, M.

Flächen aus Schichten - Steifigkeitswerte und Spannungsberechnung

41. Fortbildungskurs der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH – Werkstoffkombinationen – ein Mehrwert für Holz, Weinfelden, 27.10.2009.

Theiler, M.

Stabilität von stabförmigen Holzbauteilen unter Druckbeanspruchung oder unter kombinierter Druck- und Biegebeanspruchung

Forschungskolloquium – Holzbau Forschung + Praxis, Universität Stuttgart, 18.03.2010.

Theiler, M.

Dehnungsbasiertes Berechnungsmodell für Holzdruckstäbe

Statusseminar SAH, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, Böttstein, 28.04.2010.

Thöns, S.

Support Structure Reliability of Offshore Wind Turbines Utilizing an Adaptive Response Surface Method

29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAEO 2010), Shanghai, China, 08.06.2010.

Vogel, T.

Erfahrungen eines Juroren

Wege zur Ingenieurbaukunst – der Brückenwettbewerb; Gesellschaft für Ingenieurbaukunst und Stiftung Forschung Planungswettbewerbe, Bern, 07.02.2009.

Vogel, T.

Erfahrungen in der Schweiz

Renovatieprogramma's Bruggen en Viaducten, Nederlandse Betonvereniging, Zeist, Niederlande, 10.03.2009.

Vogel, T.

TP 107, Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten

Informationstagung AGB1 Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten, ASTRA Ittigen BE, 07.05.2009.

Vogel, T.

New Swiss codes for the conservation of concrete structures

Concrete: 21st Century Superhero, 11th Annual International fib Symposium, London, 23.06.2009.

Vogel, T.

Robustheit im Brückenbau

Promotionsfeier ETH Zürich, 18.09.2009.

Vogel, T.

Robustheit bei Verankerungen

Ingenieurseminar Befestigungen im Betonbau, ETH Zürich, 28.01.2010.

Vogel, T.
Entwurf von Steinschlagschutzgalerien mit besonderer Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit
35. ZLG (CAS) Angewandte Erdwissenschaften, Objektschutz bei Naturgefahren, Kappel a. Albis, 19.02.2010.

Vogel, T.
Covering Robustness in Present and Future Codes
Joint IABSE-fib Conference on Codes in Structural Engineering, Cavtat-Dubrovnik, Croatia, 04.05.2010.

Vogel, T.
Remaining structural capacity of an early post-tensioned bridge verified after removal
IABMAS 2010, Philadelphia, PA, USA, 13.07.2010.

Vogel, T.
Allgemeine Bedeutung von technischen Normen
Herbstkurs 2010, Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN), Luzern, 28.10.2010.

Wolf, T.
Detection of Breaks in Reinforcing Bars with the Magnetic Flux Leakage Method
4th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-4) 2009, Zurich, 22.07.2009.

Wolf, T.
Detection of reinforcement breaks on large-scale fatigue tests with the magnetic flux leakage method
8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, Technical University of Denmark Lyngby, Denmark, 21.06.2010.

Wolf, T.
Experimental trials on the detection of reinforcement breaks with the magnetic flux leakage method
IABMAS 2010, Philadelphia, PA, USA, 12.07.2010.

Yazgan, U.
Critical aspects of finite element modeling of RC structures for seismic performance assessment
9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. Toronto, July 26, 2010.

Zhang, S.
Probabilistic object oriented system analysis
IFIP WG7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems Munich, Germany, 08.04.2010.

Zhang, S.
Decision graphical formulation for climatic change adaptation of civil infrastructure
Fifth International Forum on Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland, 09.12.2010.

Dienstleistungen

Angehörige des Institutes sind sowohl in nationalen und internationalen Vereinigungen des Bauingenieurwesens als auch in nationalen und internationalen Normenkommissionen tätig.

Verwendete, nicht weiter erklärte Abkürzungen:

CEN	Comité Européen de Normalisation
COST	Coopération européenne dans la domaine de la recherche scientifique et technique
D-ARCH	Departement Architektur
D-BAUG	Departement Bau, Umwelt und Geomatik
DEZA	Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
fib	fédération internationale du béton
ISO	International Organization for Standardization
IVBH	Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Abdellah, A.

- Vorstand AVETH (seit Sept. 2010)

Amatore, R.

- Mitglied der Hochschulversammlung der ETH Zürich und deren Ausschuss
- Personalkommission der ETH Zürich und deren Ausschuss
- Präsidentin AMFOR, Administratives Forum der ETH Zürich

Chatzi, E.N.

- Member, Technical Chamber of Greece
Technical Reviewer/Evaluator
- Reviewer, MDPI Journal of Algorithms
- Reviewer, ISET Journal of Earthquake Technology
- External Evaluator, 'Archimedes III', 'Thalis', Greek research programs

Dazio, A.

- Mitglied der fib Task Group 7.5 *Seismic design of buildings incorporating high performance materials*
- Vorstandsmitglied und Quästor der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB) des SIA

- Vorstandsmitglied der Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau (FBH) des SIA

Faber, M.H.

- Leiter des Master of Advanced Studies in Natural Hazards Management, ETH Zürich
- Präsident Joint Committee of Structural Safety (JCSS), <http://www.jcss.ethz.ch/>
- Vorstandsmitglied Civil Engineering Risk and Reliability Association (CERRA)
- Vorsitzender und Mitglied Schweiz der COST Aktion TU0601 Robustness of Structures
- Vorsitzender der Work Group 4 und Mitglied Schweiz der COST Aktion C26 Risk Assessment for Catastrophic Scenarios in Urban Areas
- Vorsitzender und Gründungsmitglied International Forum on Engineering Decision Making (IFED), <http://www.ifed.ethz.ch>
- Vorstandsmitglied Geotechnical Safety Network (GEOSNet)
- Vorstandsmitglied Network for International Development and Cooperation (NIDECO), www.nideco.ethz.ch
- Gutachter für Projekte des Australian Research Council (ARC)
- Gutachter für Projekte der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Gutachter für Projekte des Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (FORMAS)
- Gutachter für Projekte des Austrian Science Fund (FWF)
- Gutachter für Projekte der Israel Science Foundation (ISF)
- Gutachter für Projekte des Qatar National Research Fund (QNR)
- Gutachter für Projekte des Human Technology Centre (HumTec) der RWTH Aachen
- Gutachter für Projekte der Swiss National Science Foundation (SNF)
- Gutachter für Projekte, Latvian Science Council (LZA)
- Gutachter für Projekte European Science Foundation. (ESF)
- Mitglied des Ausschusses CAS, Zertifikatslehrgang "Risiko und Sicherheit technischer Systeme"
- Mitglied Editorial Board, Journal Georisk
- Mitglied Editorial Board, International Journal of Reliability and Safety (IJRS)
- Mitglied Editorial Board, Probabilistic Engineering Mechanics

ANHANG

- Mitglied Editorial Board, Structural Engineering International (SEI), Journal der IABSE/IVBH
 - Mitglied Editorial Board, Structural Safety
 - Mitglied Editorial Board International Journal of Engineering under Uncertainty
 - Mitglied Review Board, Journal of Computer & Structures
 - Mitglied Review Board, Waste Management & Research, Journal of the International Solid Waste Association (ISWA)
 - Mitglied und Initiator der ETH-Post-Tsunami Initiative, www.tsunami.ethz.ch
 - Mitglied fib Working Party 5.3-1 Assessment and Residual Service Life Assessment
 - Mitglied fib Working Party 5.6 Model Code for Service Life Design of Concrete Structures
 - Mitglied HazNETH, Research Network for Natural Hazards at ETH Zurich, www.haznet.ethz.ch
 - Mitglied WEF World Economic Forum, Global Agenda Council on Catastrophic Risks
 - Mitglied der International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE/IVBH), Working Commission 1 Structural Performance, Safety and Analysis
 - Mitglied des International Advisory Council (IAC) des adpc - Asian Disaster Preparedness Center
 - Mitglied der International Association for Structural Safety and Reliability, Committee on Stochastic Methods in Structural Engineering (IASSAR-CSMSE), Sub-Kommission SC3: Structural Reliability and Optimization
 - Mitglied Arbeitsgruppe ISO/TC98/SC2/WG6 Assessment of Existing Structures
 - Mitglied Arbeitsgruppe ISO/TC98/SC2/WG11 General Principles on Risk Assessment for Structures
 - Mitglied der Kommission SIA 269 Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken
 - Mitglied Schweizerisches Talsperrenkomitee (STK), Arbeitsgruppe Risikoerfassung
 - Mitglied SafeLand: Living with landslide risk in Europe. EU collaboration project
 - Mitglied COST E53, Quality Control for Wood and Wood Products
 - Mitglied COST E55, Modelling of the Performance of Timber Structures
 - Mitglied des Zulassungsausschusses Masterstudiengänge am Departement Bau, Umwelt und Geomatik
 - Vorsitzender International Conferences on Application of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP
 - Mitglied Scientific and Technical Committee IFIP WG7.5 Conference on Reliability and Optimization
 - Mitglied Scientific Committee for the International Conferences on Offshore Mechanics and Arctic Engineering OMAE
 - Mitglied Scientific Committee for the International Probabilistic Workshops
 - Mitglied Technical Advisory Panel for the International ASRAnet Colloquia
 - Mitglied Technical Committee Offshore Safety der European Safety and Reliability Association (ESRA)
 - Mitglied International Advisory Panel: Development of Swedish University of Building Engineering Sciences
 - Mitherausgeber des International Journal of Engineering under Uncertainty: Hazards, Assessment and Mitigation
 - Mitglied Scientific Committee ICOSSAR2009, 10th International Conference on Structural Safety and Reliability, Osaka, Japan, September 13-17, 2009
 - Mitglied Scientific Committee NDTCE'09, International Symposium on Non-Destructive Testing in Civil Engineering, Nantes, France, June 30-July 03, 2009
 - Mitglied Scientific Committee ISRERM'2010, International Symposium on Reliability Engineering & Risk Management, Shanghai, P.R. China, September 23-26, 2010
 - Mitglied Scientific Committee 8th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, TU Denmark, Copenhagen, Denmark, June 20-23, 2010
- Fehlmann, P.**
- Sekretär der Normenkommission SIA 262 Betonbau
 - Vorsitz des Organisationskomitees Young Engineers' Symposium YES2010 der ivbh.ch in Freiburg
- Fontana, M.**
- Vizepräsident *Eidgenössische Bauprodukte Kommission*
 - Mitglied *Normenbeirat Bau*
 - Vice Chairman, *Internationals Association of Fire Safety Science (IAFSS)*
 - Vice President IABSE
 - Mitglied der Kommission SIA 264 *Verbundbau*
 - Mitglied der technischen Kommission der *Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF)* Technische Kommission
 - Mitglied der Kommission SIA 263 *Stahlbauten*

- Nationaler Vertreter der Schweiz im *CEN TC 250/SC 4 Eurocode 4 Design of composite structures*
- Mitglied der *European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) TC 3 Technical Committee 3 Fire safety of steel structures*
- Präsident der Projektgruppe Brandschutz der *Schweizerischen Zentralstelle für Stahlbau (SZS) Vorstandsmitglied Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau (FBH)/SIA*
- Mitglied des *Kompetenz-Zentrums Holz, ETHZ*
- Mitglied *PL D-BAUG House of Science*
- Mitglied *ASTRA Forschungskomitee*
- Beirat *Kantonsschule Romanshorn*
- Mitglied *Scientific Committee, 7th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Stuttgart*
- Mitglied *Beförderungskommission D-BAUG*
- Stellvertreter *Studiendelegierter Studiengang Bauingenieurwissenschaften D-BAUG*

Frangi, A.

- Vizepräsident der *SIA Normenkommission NK 265, Holzbau*
- Vizepräsident *IABSE Working Commission WC 2, Steel, Timber and Composite Structures*
- Mitglied *Organisation Committee, Jury for Young Engineers' Symposium (YES), 2009/2010, Hochschule für Technik und Architektur, Freiburg*
- Member of the „Maintenance Group“ of *Eurocode 5, part 1-2 (CEN/TC250)*
- Member of the “Horizontal Group on Fire Design” (*CEN/TC250*)
- Mitglied *FSUW European Network (Fire Safe Use of Wood)*
- Mitglied *WoodWisDom-Net Project FireInTimber*
- Vorstandsmitglied *Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH*
- Vizepräsident *IVBH Schweizer Gruppe*
- Mitglied *Editorial Board Structural Engineering International (SEI)*
- Mitglied *Scientific Committee IABSE/fib Symposium, Codes in Structural Engineering, Cavtat, Croatia, 3.-5.5.2010*
- Mitglied des *Organisationskomitees CIB W18, 42th meeting, August 25-28, 2009, Zurich, Switzerland*
- Mitglied *Scientific Committee Conference on Structures in Fire (SiF), East Lansing, Michigan, USA, 2.-4.6.2010*
- Mitglied *Scientific Committee “World Conference Timber Engineering” (WCTE), Riva del Garda, Italien, 20.-24.6.2010*

Ghadimi Khasraghy, S.

- Vorstand *AVETH (März 2009-Sept. 2010)*

Honegger, E.

- Mitglied der *Jury des IABSE Photo Contest 2010*

Jäger, T.

- Lehrbeauftragter für *Baustatik* an der *Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Chur (HTW Chur)*

Knobloch, M.

- Mitglied *ECCS (European Convention for Constructional Steelwork) TC8*
- Mitglied *IABSE Working Commission WC 2, Steel, Timber and Composite Structures*
- Mitglied *IABSE Internal Auditor*
- Mitglied *Organisation Committee / Jury for Young Engineers' Symposium (YES), 2009/2010, Hochschule für Technik und Architektur, Freiburg*
- Vorstandsmitglied *IVBH Schweizer Gruppe*
- Mitglied *SIA Normenkommission NK 264 Verbundbau*

Köhler, J.

- Vorsitzender der *COST Aktion E55, Modelling of the Performance of Timber Structures*
- Gutachter der *ESF, European Science Foundation*
- Schweizer Delegierter und Mitglied des *Management Komitees COST Aktion E53, Quality Control of Wood and Wood Products*
- Schweizer Delegierter *COST C26 Urban Constructions under Catastrophic Events*
- Mitglied *Review Board Journal "Wood Science and Technology"*.
- Mitglied *Review Board Journal "Engineering Structures"*
- Mitglied *Review Board Journal "Structural Control and Health Monitoring"*
- Mitglied des *Organisationskomitees CIB W18, 42th meeting, August 25-28, 2009, Zurich, Switzerland*
- Mitglied des *Scientific Committee ICSA 2010, 1st International Conference on Structures and Architectures, July 21-23, 2010, Guimaraes, Portugal*
- Mitglied *Working Group on Timber Structure CEN TC 124, comité Européen de Normalisation*

ANHANG

- Mitglied des Organisationskomitees ICASP11, 11th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, August 01-04, 2011, ETH Zurich, Switzerland
- Eingeladener Experte WoodWisdom - Gradewood

Marti, P.

- Vorsteher des Departements Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich (bis 2009)
- Delegierter des Präsidenten für Professorenwahlen der ETH Zürich (bis 2009)

Mojsilović, N.

- Fellow der International Masonry Society
- Mitglied der Kommission SIA 266 Mauerwerksbau
- Swiss National Technical Contact der Europäischen Normenkommission CEN TC/250/SC6 Mauerwerk
- Mitglied der Working Commission W23 – Wall Structures des International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), Convenor of the Working Group Reinforced and Prestressed Masonry
- Vertreter des Mittelbaus in der Departementskonferenz des D-BAUG

Monsch, O.

- Prüfungsexperte des Departements Architektur (D-ARCH)

Schmidlin, M.

- Lehrbeauftragter für Baustatik an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Chur (HTW Chur)

Vogel, T.

- Prorektor für das Doktorat der ETH Zürich
- Mitglied der Kontaktgruppe ETH-Maturitätsschulen und Projektleiter Ausstellung Maturaarbeiten
- Mitglied des Kuratoriums des Sprachenzentrums der Universität und der ETH Zürich
- Mitglied des Stiftungsrats der Degen-Stiftung
- Mitglied des Stiftungsrats der Albert-Lück-Stiftung
- Mitglied der Kommission Tragwerksnormen (KTN) des SIA
- Präsident der Normenkommission SIA 262 Betonbau
- Mitglied der Arbeitsgruppe Recyclingbeton der Normenkommission SIA 262

- Mitglied der Projektleitung Erhaltung von Tragwerken
- Mitglied des Fachausschusses Schallemissionsprüfverfahren der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP)
- Mitglied des RILEM TC ACD 'Acoustic Emission and Related NDE Techniques for Crack Detection and Damage Evaluation in Concrete'
- Mitglied der Geschäftsleitung der IVBH
- Mitglied des Scientific Committee fib Symposium 2009 London
- Mitglied des International Scientific Committee von IABMAS 2010 Philadelphia
- Mitglied des International Scientific Committee *First Middle East Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures* (SMAR 2011), Dubai UAE
- Mitglied des International Scientific Committee *International Symposium on Nondestructive Testing of Materials and Structures* (NDTMS-2011), Istanbul
- Mitglied des International Committee *Third International Workshop 'Performance, Protection & Strengthening of Structures under Extreme Loading'* (Protect 2011), Lugano
- Vertreter der Schweizerischen Hochschulen im Stiftungsrat der Stiftung der Schweizer Register (REG)
- Mitglied der Jury Umfahrung Wattwil, Brücke Thur/SOB

Wolf, T.

- Stiftung Schweizer Jugend forscht, Experte 44. Nationaler Wettbewerb