

JAHRESBERICHT

Oktober 2002 bis September 2004

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

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Zürich, September 2004

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT (FOREWORD)

LEHRE

Vorlesungen	1
Semester- und Diplomarbeiten	9

FORSCHUNG (RESEARCH)	17
----------------------------	----

VERANSTALTUNGEN

Kolloquium Baustatik und Konstruktion	63
Weitere Veranstaltungen	65

ANHANG

Organigramm	73
Institutsangehörige	74
Akademische Gäste, Gastvorträge	75
Neuerschienene Autographien und Lehrbücher	76
Abgeschlossene Dissertationen	77
Institutspublikationen	78
Beiträge in Fachzeitschriften und Tagungsunterlagen	83
Vorträge von Institutsangehörigen	92
Dienstleistungen	99

VORWORT

Traditionsgemäss möchten wir mit dem vorliegenden Zweijahresbericht unsere Fachkollegen und Freunde im In- und Ausland über die Tätigkeiten unseres Instituts orientieren.

In den Berichtszeitraum fällt die Wahl von Dr. Alessandro Dazio zum Assistenzprofessor für Baudynamik und Konstruktion (1. Aug. 2003) sowie die Wahl von Prof. Dr. Michael H. Faber zum ausserordentlichen Professor für Risiko und Sicherheit (1. Juni 2004). Wir freuen uns sehr über diese Wahlen und wünschen unseren beiden jüngeren Kollegen viel Erfolg und Befriedigung in ihrem Amt.

Mit dem Ende des Berichtszeitraums fällt auch die Emeritierung unseres Kollegen Prof. Dr. Edoardo Anderheggen zusammen. Er war seit 1976 an der ETH Zürich als ordentlicher Professor für Informatik im Ingenieurwesen tätig, zuerst am Institut für Informatik und seit 1992 an unserem Institut. Sein Hauptforschungsgebiet lag in der Softwareentwicklung für lineare und nichtlineare strukturelle Anwendungen nach der Methode der finiten Elemente. Wir danken Professor Anderheggen herzlich für seine unserem Institut und der ETH erbrachten Dienste und wünschen ihm für die Zukunft alles Gute.

Die Umstellung zu den neuen Bachelor- und Masterstudiengängen ist in vollem Gang. Im kommenden Wintersemester beginnt schon der zweite Bachelorstudienjahrgang, und in zwei Jahren werden wir mit den neuen Masterstudiengängen beginnen. Die Vertiefungsrichtung „Konstruktion“ des Masterstudiengangs Bauingenieurwissenschaften wird dabei von den Professuren unseres Instituts getragen werden.

Wir freuen uns auf die Fortsetzung unserer Tätigkeit und möchten es nicht unterlassen, unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, vor allem aber auch unseren vielen Partnern in der Praxis und in der Verwaltung für ihre stete Unterstützung herzlich zu danken.

Zürich, September 2004

FOREWORD

As is our tradition, this biennial report is intended to inform fellow engineers and friends both in Switzerland and abroad of our institute's activities.

In the report period, Dr. Alessandro Dazio was appointed as assistant professor for structural dynamics and earthquake engineering (1 August 2003) and Prof. Dr. Michael H. Faber was promoted to associate professor for risk and safety (1 June 2004). We are very glad about these appointments and wish our young colleagues every success and satisfaction in their positions.

At the end of the report period Prof. Dr. Edoardo Anderheggen will be retiring. He has been professor of informatics in engineering at the ETH since 1976, until 1992 at the institute of informatics and during the last twelve years at our institute. His research has concentrated on the development of software for linear and nonlinear applications in structural mechanics based on the finite element method. We would like to extend to him our best thanks for all he has done both for our institute and the ETH and we wish him all the best for the future.

We are in the process of changing our curriculum in civil engineering from the diploma to the bachelor and master system. This fall the second bachelor course will begin and in the fall of 2006 the first master course will commence. The professors of our institute will be responsible for the structural engineering stream of the master program.

We look forward to continuing our activities and would like to sincerely thank all members of the institute as well as our many partners in practice and administration for their continued support.

Prof. Dr. Peter Marti, Vorsteher

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.

Im Wintersemester 2003/2004 wurden den Vorlesungen neue Nummern zugewiesen.

Die mit einem Stern bezeichneten Vorlesungen werden in der Folge näher beschrieben und illustriert.

Industrielles Bauen/Holzbau

Steurer, A. 7. + 8. Sem.
(bisher Nr. 10-197 + Nr. 10-198) 1 G

Vorfertigung, industrielles Bauen und Automation haben neue Vorstellungen in das Bauen des 20. Jahrhunderts eingeführt. Die Vorlesung will Ursprung und Gesetzmässigkeit des industriellen Bauens aufzeigen und seine Entwicklung bis heute darstellen. Der Progress der Industrieproduktion wird mit jenem des *Bauhandwerks* verglichen. Speziell das *Bauen mit System* im Holzbau als Alternative zum konventionellen Mauerwerksbau, eröffnet ein gänzlich neues Verständnis sowie eine neue Qualität im Bauen. Die Erarbeitung der angepassten, baustoffgerechten Anforderungen, die Kenntnis der verschiedenen Ausbildungsformen, das Wechselspiel zwischen Gestaltung und statischer Anforderung sowie das Verständnis der konstruktiven Belange bei einfachen und mehrgeschossigen Bauten in Holz, stehen dabei im Mittelpunkt. Von speziellem Interesse ist zudem auch das Verfolgen und Analysieren neuester Entwicklungen auf dem Gebiet der industriellen Bauproduktion in den USA, England und Japan und dies auch im Bereich der sich stetig verbreitenden Stahlleichtbauweise im Wohnungsbau.

Informatik

Anderheggen, E. 1. Sem.
WS 2002/03 4 G
(bisher Nr. 37-701)

Einführung in die höhere Programmiersprache C++, Datentypen und Strukturen, Anweisungen und Kontrollstrukturen, Rekursion, Algorithmen (z.B. Sortieren, Matrizenrechnung), objektorientierte Programmierung, Grafik, etc. Übungen und Demonstrationen auf Windows-2000, Grundsätzliches über Betriebssysteme und Computerprogrammierung. Prinzipielles Verständnis der Arbeitsweise von Computern und Datennetzen.

Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

Faber, M.H., und Burlando, P. 2. Sem.
Nr. 101-0012-00L 2 V, 2 U
(bisher Nr. 20-012)

Ziel:

Einführung in die Stochastik, Umgang mit Zufallsvariablen, Kennen lernen 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.

Projektarbeit*

Fontana, M. 2. Sem.
Nr. 101-0510-00L 3 G

Baustatik I

Marti, P. 3. Sem.
Kenel, A. (WS 2003/2004) 3 G
Nr. 101-0113-00
(bisher Nr. 20-113)

Ziel:
Verständnis des Tragverhaltens von Stabtragwerken im elastischen Zustand; sichere Anwendung der Gleichgewichtsbedingungen; Fähigkeit, elastische Formänderungen zu berechnen.

Inhalt:
Einführung: Aufgabe der Baustatik, Grundlagen, baustatische Verfahren. Starre Systeme: Lagerreaktionen, Schnittgrößen, Einflusslinien. Deformierbare Systeme: Spannungen, Verzerrungen, elastische Formänderungen, Biegung elastischer Stäbe, Anwendung des Prinzips der virtuellen Arbeiten auf elastische Systeme.

Baustatik II

Marti, P. 4. Sem.
Nr. 101-0114-00 4 G
(bisher Nr. 20-114)

Ziel:
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.

Stahlbeton I

Marti, P. 4. Sem.
Nr. 101-0124-00 4 G
(bisher Nr. 20-124)

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, Beton, Betonstahl, Normalkraft, Biegung, Biegung mit Normalkraft, Querkraft, Torsion und kombinierte Beanspruchungen, Scheiben.

Computerstatik

Anderheggen, E. 4. Sem.
Nr. 101-0116-00L 2 V
(bisher Nr. 20-116)

Grundlagen der Computerstatik insbesondere der Methode der finiten Elemente für statische und dynamische Berechnungen für lineare Stabtragwerke nach Theorie 1. und 2. Ordnung, Stabilitätsprobleme, Eigenschwingungen und Traglastbestimmung einfacher ebener Rahmentragwerke, Flächentragwerke, insbesondere Scheiben und Platten. Das Lernprogramm EasyStatics wird dabei eingesetzt. Demonstriert wird zudem die Arbeitsweise der in der Praxis stark verbreiteten Programme STATIK-4 und CEDRUS-4.

Baustatik III

Vogel, T. 5. Sem.
Nr. 101-0115-00L 2 G
(bisher Nr. 20-115)

Ziel:
Verständnis fördern für die Lastabtragung in einfachen Flächentragwerken. Grundlagen der elastischen Spannungsverteilung vermitteln und Ausblicke in Lösungsmethoden ermöglichen. Die Plastizitätstheorie auf Flächentragwerke erweitern und einfache Lösungsmethoden anwenden.

Inhalt:
Scheiben (elastische Scheiben, Airysche Spannungsfunktion, Traglastverfahren, Beispiele aus Massivbau und Bodenmechanik, ebener Verzerungszustand). Grundlagen Platten (Einführung in die Theorie dünner elastischer Platten). Anwendung statischer und kinematischer Methoden für Platten- und Flachdecken. Einführung in CEDRUS-4.

Entwurf*

Marti, P., und Figi, H. (WS 2002/2003) 5. Sem.
 Nr. 20-165 2 G
 Vogel, T., und Figi, H. (WS 2003/2004)
 Nr. 101-0165-00L

Ziel:

Überblick über den Entwurfsprozess für Bauwerke; Kenntnis der wesentlichen Bauwerksakten; Aneignung eines systematischen Vorgehens für die Entwurfsarbeit; Fähigkeit, sinnvolle Tragwerkskonzepte für einfache Problemstellungen auszuarbeiten.

Hochbau

Mojsilovic, N., und Steurer, A. 5. Sem.
 Nr. 101-0145-00 2 G
 (ab WS 2002/2003)

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.

Numerische Methoden

Anderheggen, E. 5. Sem.
 101-0185-00L 2 V
 (bisher Nr. 20-185)

Verständnis der Arbeitsweise numerischer Verfahren zur Lösung stationärer (statischer) und instationärer (dynamischer) Feldprobleme aus verschiedenen Ingenieurgebieten (Strukturmechanik, Materialtechnologie, Geotechnik, Hydraulik, usw.).

Sicherheit im Bauwesen

Faber, M.H. 5.Sem.
 Nr. 101-0155-00L 2 G
 (bisher Nr. 20-155)

Grundlegende Wahrscheinlichkeitstheorie, Risikerkennung und logische Bäume, Zuverlässigkeit technischer Komponenten, Methoden struktureller Zuverlässigkeit, EDV basierte Zuverlässigkeitsberechnungen, Einführung der zeitvarianten Zuverlässigkeitstheorie, erweiterte Methoden in der Risikoanalyse, Bayes'sche Netze, Entscheidungsanalyse, strukturelle Zuverlässigkeitsanwendung, Risiko basierte Inspektions- und Instandhaltungsplanung, Aspekte von Risikoakzeptierbarkeit und menschlichem Versagen.

Stahlbau I

Fontana, M. (WS 2003/2004) 5. Sem.
 Nr. 101-0137-00 3 G
 (bisher Stahlbau GZ I, Nr. 20-135)

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.

Stahlbeton II

Marti, P. 5. Sem.
 Kaufmann, W. (WS 2003/2004) 3 G
 Nr. 101-0125-00
 (bisher Nr. 20-125)

Ziel:

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

Inhalt:

Platten; Vorspannung.

Brückenbau I

Vogel, T., und Fontana, M. 6. Sem.
 Nr. 101-0146-00L 2 G
 (bisher Nr. 20-146)

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:
 Geschichtlicher Rückblick. Entwurfsgrundlagen: Anforderungen, Randbedingungen, bautechnische Möglichkeiten, Entwurfsziele. Grundlagen der Berechnung und Bemessung: Bemessungskonzept, Modellbildung, Brückenträger. Konstruktive Einzelheiten: Lager, Fugen, Entwässerung, Randausbildung, Abdichtung und Belag. Vertiefung Balkenbrücken.

Holz und Holzwerkstoffe

Fontana, M., Sell, J., und Mischler, A. 6. Sem.
 Nr. 101-0636-00L 2 G
 (bisher Nr. 20-638)

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.

Informationssysteme für Ingenieure

Steffen, P. 6. Sem.
 Nr. 101-0186-00L 2 V
 (bisher 20-186)

Grundkenntnisse in Datenbank-Technologie (Schwerpunkt relationale Datenbanken). Einblick in die

Arbeitsweise vernetzter Informationssysteme. Übersicht über den Einsatz moderner Informationssysteme im Ingenieurwesen. Blick auf neueste Entwicklungen (z.B. Internet Information Systems).

Stahlbau II

Fontana, M. 6. Sem.
 Nr. 101-0136-00 4 G
 (bisher Stahlbau GZ II und Hallenbauten, Nr. 20-135)

Verständnis der theoretischen Grundlagen und konstruktiven Belange von Vollwand-, Fachwerk- und Verbundträgern. Erkennen und meistern von Kräfteinleitungs- und Umlenkproblemen.

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.

Stahlbeton III

Mojsilovic, N. 6. Sem.
 Nr. 101-0126-00 2 G
 (bisher 20-126)

Ziel:
 Vertiefung der Kenntnisse des Verhaltens von Stahlbeton im Bruchzustand. Verwendung von Spannungsfeldern, Fachwerkmodellen und Mechanismen für Scheibenprobleme. Vertiefung der Kenntnisse des Verformungsvermögens von Stahl- und Spannbeton. Langzeitvorgänge.

Brückenbau II

Fontana, M., und Vogel, T. 7. Sem.
 Nr. 101-0147-00 2 G
 (bisher Brückenbau AK, Nr. 20-147)

Fontana, M.:
 Vertiefen und Erweitern der theoretischen Kenntnisse und konstruktiven Belangen des Brückenbaus unter Beachtung ausführungstechnischer, wirtschaftlicher und gestalterischer Aspekte. Im Speziellen: besondere Aspekte des Stahl- und Verbundbrückenbaus, Modellbildung, Querträger, schiefe und gekrümmte Brücken, Montage.

Vogel, T.:

Besondere Aspekte des Massivbrückenbaus. Bemessung von Stützen; schiefe und gekrümmte Brücken. Bauverfahren. Externe Vorspannung und Schrägseilbrücken.

Erdbebensicherung von Bauwerken

Dazio, A., und Wenk T. 7. Sem.
Nr. 101-0157-00L 2 G
(bisher Wenk, T., Nr. 20-157)

Einführung in die Grundlagen der Seismologie und des Erdbebeningenieurwesens. Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten. Dynamische Berechnung, erdbebensichere Bemessung und konstruktive Durchbildung von Hochbauten. Erarbeitung der Besonderheiten einer Bemessung für dynamische Einwirkung im Gegensatz zur rein statischen Bemessung (Interaktion von Einwirkung und Bauwerksverhalten). Erdbebensicherung von Brücken. Sanierung bestehender Bauwerke.

Holzbau

Fontana, M. 7. Sem.
Nr. 101-0167-00 2 G
(bisher Nr. 20-107)

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.

Stahlbau III

Fontana, M. 7. Sem.
Nr. 101-0137-00 2 G
(bisher Stahlbau AK, Nr. 20-138)

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: Brandschutz-

ziele und -konzepte, die Einwirkung Brand, Feuerwiderstandsberechnung von Verbundbauteilen. Ergänzungen zu Stabilitätsproblemen. Profilbleche und Kaltprofile als Tragelemente, Konstruktion und Bemessung als Biege- resp. Schubelemente. Oberflächenschutz von Stahlbauteilen. Qualitätssicherung und Preisbildung.

Erhaltung von Tragwerken

Vogel, T. 8. Sem.
Nr. 101-128-00L 2 G
(bisher Nr. 20-128)

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.

Flächentragwerke

Vogel, T. 8. Sem.
Nr. 101-0148-00L 2 G
(bisher Nr. 20-148)

Ziel:

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

Inhalt:

Ergänzungen Platten: Dünne elastische Platten mit grossen Durchbiegungen, Sandwichplatten, aufgelöste Platten (Raumfachwerke); Schalen: Grundlagen, Membrantheorie, Biegetheorie, Beispiele, Geometrie der gekrümmten Fläche, Formfindung von gekrümmtem Flächentragwerken, aufgelöste Schalen (Raumfachwerke); Faltwerke.

Methode der finiten Elemente

Anderheggen, E. 8. Sem.
Nr. 151-1548-00L 2 V
(bisher Nr. 31-548)

Grundlagen der Methode der finiten Elemente für die Simulation physikalischer Probleme. Verwendung des Programms FLOWERS, das zur Lösung eines breiten Spektrums statischer und dynamischer, linearer und nichtlinearer Probleme der Strukturmechanik anwendbar ist.

Tragwerksdynamik und Schwingungsprobleme

Dazio, A. 8. Sem.
Nr. 101-0118-00L 2 G
(bisher Weber, B., Nr. 20-118)

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.

Projektarbeit SS 2004

Radwegbrücken im oberen Donautal

Leitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. A. Steuerer
Assistentin: C. Basler.

Im Zuge des Radwegausbaus entlang der Donau baute die Strassenbauverwaltung von Baden-Württemberg Mitte der 80er Jahre zwischen Donaueschingen und Sigmaringen mehrere Brücken. Interessant dabei ist nicht nur die Vielzahl der Brücken, sondern auch die Fülle der Lösungen. Obschon all diese Bauwerke die gleiche Funktion zu erfüllen haben und in etwa gleiche Stützweiten (50 bis 60 Meter) aufweisen, ist jede Brücke anders konzipiert und ausgeführt.

Insgesamt 5 Brücken wurden von den Studierenden gruppenweise untersucht, darunter zwei Schrägseilbrücken, zwei Fachwerkbrücken und eine Kragträgerbrücke.

Teil der Projektarbeit war eine zweitägige Exkursion, bei der die statische Funktions- und Wirkungsweise der Brücken erkannt, verstanden und ergründet werden sollte. Zusätzlich wurden den Studenten mit Modellversuchen an Holz- und Aluminiummodellen vor Ort die einzelnen Elemente von Trogbriicken und Fachwerkbrücken und deren Wirkungsweise unter Belastung veranschaulicht.

Die Antworten zu den Fragen, welches die funktionellen Forderungen oder die relevanten zu erwartenden Einwirkungen sind, wie das Tragwerk *funktioniert* und wie die Lasten vom Bauwerk *getragen* und *abgetragen* werden, veranschaulichen das Wechselspiel zwischen Anforderungen, statischem Konzept und konstruktiver Umsetzung.

Darauf aufbauend war der Zustand der nunmehr knapp 20-jährigen Brücken zu analysieren und zu bewerten. Eigene Lösungsvorschläge für erkennbare Schwächen oder Mängel sollten in der Gegenüberstellung diskutiert und erarbeitet werden.



Gruppe 1: Fachwerkbrücke Fridingen.



Gruppe 2: Seilverspannte Brücke beim Käpfletunnel.



Gruppe 3: Seilverspannte Brücke beim Donauhaus.



Gruppe 4: Fachwerkbrücke beim Teufelsloch.



Gruppe 5: Kragträgerbrücke beim Käppeler Hof.

Entwurf für Bauingenieure

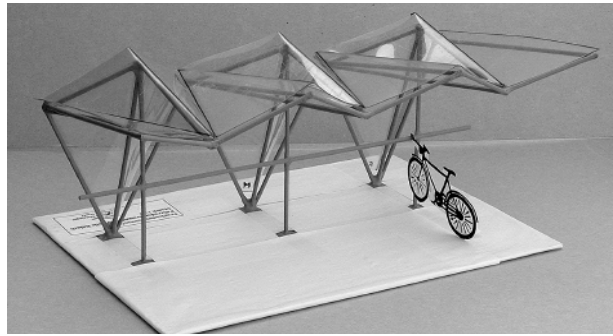
Leitung: Prof. Dr. P. Marti
(WS 2001/02 und 2002/03)
Prof. T. Vogel
(ab WS 2003/04)
Lehrbeauftragter: H. Figi, Chur
(ab WS 2002/03)
Mitarbeit: Assistierende.

Mit dem Studienplan 1999 der Bauingenieurwissenschaften wurde eine Lehrveranstaltung Entwurf eingeführt, die inzwischen dreimal durchgeführt wurde. Sie ist für die Studierenden des Kreditzugs Konstruktion eine Bedingung, dass sie zu projektorientierten Semester- und Diplomarbeiten zugelassen werden.

Das Konzept besteht aus einem grossen Anteil an eigener betreuter Entwurfsarbeit in Gruppen mit zwei Zwischen- und einer Schlusspräsentation. Die Entwurfsarbeit wird begleitet von einigen wenigen Vorlesungen zu Grundlagen und Methodik des Entwurfs und zu einzelnen Sachthemen, die für die bearbeiteten Objekte relevant sind.

Für das Wintersemester 2003/04 wurden neue Entwurfsaufgaben in Zusammenarbeit mit der Stadt Bülach vorbereitet. Die räumliche Konzentration erlaubte eine gemeinsame Begehung und ergab interessierte Teilnehmer für die Schlusspräsentation (Behörden, Anwohner, ortskundige Fachleute).

Jede Aufgabenstellung wurde von zwei Dreiergruppen bearbeitet, was einen Vergleich ermöglichte aber auch zeigte, dass unterschiedliche Entwurfsanforderungen zu unterschiedlichen Lösungen führen. Einige Entwürfe werden mittels Fotos der verlangten Modelle vorgestellt.



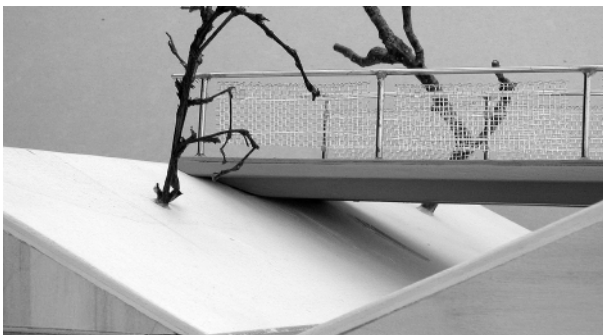
*Typisierter Fahrradunterstand
(S. Blum, Ch. Matzinger, und A. Naeff).*



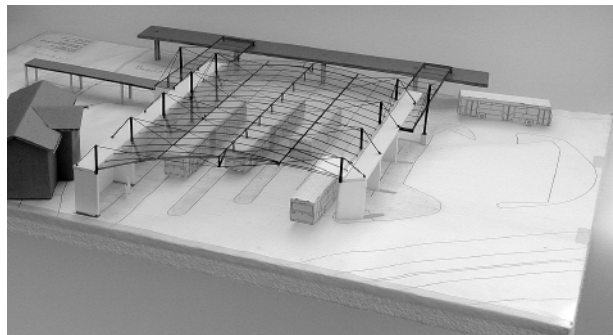
*Überdachung der bestehenden Bühne auf dem
Lindenhof (A. Mettler, D. Heinzmann, und P. Künzler).*



*Lift als behindertengängiger Zugang zum Rathaus
(S. Dumoulin, Y. Rey, und A. Murisien).*



*Rahmenbrücke aus Beton über den Sechtbach
(R. Meier, B. Zehnder, und U. Mayer).*



*Stützenfreie Überdachung des Bushofs beim Bahnhof
Bülach (F. Steiner, D. Felix, und S. Roos).*

Semester- und Diplomarbeiten

In der Regel bieten pro Semester jeweils zwei Professoren Semesterarbeiten und zwei andere Diplomarbeiten an. Die Semesterarbeiten werden in der Regel von einem Professor begleitet, der einem anderen Fachbereich angehört. Die Diplomarbeiten dauern zwölf Wochen.

Die folgende Aufstellung enthält nebst den Themen die jeweilige Anzahl der beteiligten Studentinnen und Studenten. Die mit einem Stern bezeichneten Arbeiten werden in der Folge näher beschrieben und illustriert.

Semesterarbeiten

WS 2002/2003

Prof. Dr. M. Fontana,
(mit Prof. A. Deplazes, D-ARCH)
- Fussgängerbrücke *Bennauer Steg* 3

Prof. Dr. M. Fontana,
(mit Prof. R. Klinger, TU Göteborg)
- Projektierung und Bemessung einer Lager- und Umschlagshalle in Göteborg (Schweden) 2

Prof. T. Vogel
(mit Prof. Dr. H. Böhni)
- Erhaltung der Überführung
Dübendorferstrasse 1

SS 2003

Prof. Dr. M.H. Faber
- Statische Berechnung und
Zuverlässigkeitsanalyse einer Stahlhalle 2

Prof. Dr. M. Fontana,
(mit Prof. D. Eberle D-ARCH)
- Living through Dancing 3

Prof. Dr. M. Fontana,
(mit Prof. Dr. M. Mato, Universität Madrid)
- Brücke über die Alp bei Biberbrugg 1

Prof. Dr. P. Marti
(mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Konzeption von Stützwänden* 3

WS 2003/2004

Prof. T. Vogel
(mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Neubau Dreifachturnhalle Hardau Zürich 2
- Brücke Jonentobel* 2
(mit Prof. Dr. J. van Mier, Baustoffe)
- Entwurf eines Betonkanus 1

SS 2004

Prof. Dr. A. Dazio
(mit Prof. T. Vogel)
- Überprüfung bestehender Bauten bezüglich Erdbeben* 1

Prof. Dr. M. Fontana
(mit Prof. D. Eberle D-ARCH)
- Bau einer biotechnischen Anlage mit integriertem Uni-Betrieb in Zürich 3

Prof. Dr. P. Marti
- Hochhaus Stadion Zürich 2

Prof. T. Vogel
- Tragfähigkeit von zweiseitig abtragenden Glasplatten aus Verbundsicherheitsglas 1
(mit Prof. Dr. A. Grün, Photogrammetrie)
- Rekonstruktion der Buddhastatuen von Bamiyan, Afghanistan* 5
(mit Prof. Dr. V. Sigrist, TU Hamburg-Harburg)
- Vergleichsrechnungen Normen SIA 162 und 262 2

Projektarbeit SS 2004

Prof. Dr. M. Fontana
(mit Dr. A. Steurer)
- Radwegbrücken im oberen Donautal* 20

Diplomarbeiten

WS 2002/2003

Prof. Dr. M.H. Faber
- Katalogisierung der Einflussparameter bei Ermüdung von Eisenbahnbrücken 1
- Zustandsindikatoren für die Inspektions- und Unterhaltsplanung von Betonbauten*¹⁾ 1

LEHRE

Prof. Dr. M. Fontana		Prof. T. Vogel	
- Hauptfassade des London Heathrow Terminal 5, Fassaden unter Explosionseinwirkung	1	- Zur Festigkeitsbeurteilung von Natursteinmauerwerk* ⁶⁾⁷⁾	1
Prof. Dr. M. Fontana, Dr. A. Steurer		SS 2004	
- Biege- und Schubtragverhalten von Mehrschicht-Holzplatten	1	Prof. Dr. P. Marti	
Dr. A. Steurer		- Hochhaus Stadion Zürich	1
- Neuere Holzbausysteme, flächige Holzbausysteme	1	- Zustandsbeurteilung Panzerhallen Thun	1
Prof. Dr. P. Marti			
- Versuche zur Schubtragfähigkeit und zum Verformungsvermögen von Stahlbetonplatten ^{2)*}	1		
- Wohnüberbauung Paul Clairmont-Strasse, Zürich ²⁾³⁾	1		
- Fertigteil – Kuppelschale	1		
Prof. T. Vogel			
- Erhaltung der Überführung Dübendorferstrasse	2		
- Erweiterung Hochschule Wädenswil (mit Dr. C.C. Fu, Univ. of Maryland)	1		
- European and US Practice Concerning Creep and Shrinkage of Concrete Bridges	1		
SS 2003			
Dr. A. Steurer			
- Small scale hybrids; Holz-Beton-Verbund in kleinen Dimensionen	2		
Prof. Dr. P. Marti			
- Paraplegikerzentrum Nottwil ⁴⁾	1		
Prof. T. Vogel			
- Brücke Jonentobel	1		
- Erhaltung historischer Brücken - Vergleich der Praxis USA/Schweiz	1		
WS 2003/2004			
Prof. Dr. M. Fontana		1) Culmann-Preis 2003	
- Schubtragverhalten von mittels Setzbolzen befestigten Schubverbindern	1	2) Silbermedaille der ETH Zürich	
- Paul Klee Museum Bern ⁵⁾	1	3) Willi Studer-Preis 2003	
Prof. Dr. M. Fontana, Dr. A. Steurer		4) Nachwuchs-Förderpreis von Ernst & Sohn 2003	
- WUKESONG-ARENA, Projektierung und Bemessung	2	5) 2. Hatt-Bucher-Preis 2004	
		6) Culmann-Preis 2004	
		7) Nachwuchs-Förderpreis von Ernst & Sohn 2004	

Semesterarbeit SS 2003

Konzeption von Stützwänden

Leitung: Prof. Dr. P. Marti in
Zusammenarbeit mit
Prof. Dr. S. Springman
Assistenten: O. Monsch, T. Ramholt,
H. Seelhofer, R. Siccardi.

Grosse Stützmauern oder Stützwände stellen eine wichtige, oft vernachlässigte Kunstbau-Aufgabe dar. Lieblos konzipierte Stützwände haben leider wesentlich zum Schlagwort von der verbetonierten Landschaft beigetragen.

Die Zielsetzung der Arbeit bestand in der Erarbeitung einer kurzen Dokumentation, welche an Hand konkreter Fallbeispiele systematisch Wege zu einer angemessenen Einpassung, Gestaltung und Konstruktion von Stützwänden aufzeigt.

Nach einem kurzen Überblick über die verschiedenen gebräuchlichen Stützwandtypen wurden von der Studentengruppe am Beispiel einer 30 m hohen, bereits realisierten Schwergewichtsmauer an der Gotthard-Nordrampe verschiedene eigene Tragwerkskonzepte erarbeitet und im Rahmen eines Variantenstudiums bewertet.

Die Weiterbearbeitung der Bestvariante erfolgte bis auf Stufe Vorprojekt. Dabei wurden ausser statisch-konstruktiven Aspekten vor allem die Bauausführung vertieft betrachtet und die Bauwerksdokumente in Form der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis verfasst.

Die Arbeit führte zu einer wirtschaftlichen und ästhetisch ansprechenden Alternative zur tatsächlich ausgeführten Schwergewichtsmauer.



Modellfotografie der Bestvariante.

Semesterarbeit SS 2004

Überprüfung bestehender Bauten bezüglich Erdbeben

Leitung: Prof. Dr. A. Dazio,
Prof. T. Vogel
Assistent: S. Fricker.

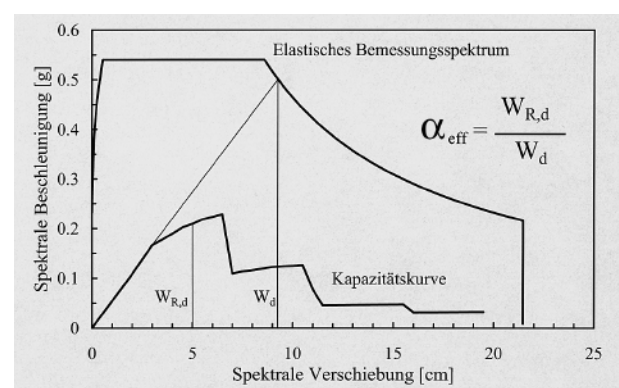
Die neue Norm SIA 261 schreibt für Neubauten die Annahme wesentlich höherer Erdbebeneinwirkungen vor als bisher. Die Überprüfung der Erdbebensicherheit bestehender Bauten und die gegebenenfalls notwendige Ertüchtigung stellen deshalb eine wesentliche technische und volkswirtschaftliche Aufgabe dar, wofür aber im Moment klare Regelungen fehlen. Eine Arbeitsgruppe des SIA hat deshalb ein Merkblatt erstellt, das dieser Situation gerecht werden soll.

Ziel der Semesterarbeit war die Probeanwendung des Merkblatts an einem sechsstöckigen erdbebengefährdeten Wohngebäude aus den 70er Jahren. Die horizontale Aussteifung des Gebäudes erfolgt in Längsrichtung durch Stahlbetonwände und in Querrichtung durch Mauerwerkswände. Mit den im Merkblatt vorgeschlagenen Verfahren (kraft- und verformungsbasiert) wurde die seismische Tragsicherheit des Gebäudes anhand von sogenannten Erfüllungsfaktoren α_{eff} beurteilt:

$$\alpha_{\text{eff}} = 0.55 \text{ in Längsrichtung (Stahlbeton)}$$

$$\alpha_{\text{eff}} = 0.06 \text{ in Querrichtung (Mauerwerk)}$$

Die Erfüllungsfaktoren sind richtungsabhängig und zeigen, dass nur 55% bzw. 6% der Einwirkung gemäss SIA 261 übertragen werden kann. Das Gebäude soll vor allem in Querrichtung ertüchtigt werden, weil der vorhandene Widerstand einem zu hohen Personenrisiko entspricht, das in keinem Fall akzeptiert werden darf.



Beurteilung der Erdbebensicherheit in Längsrichtung.

Semesterarbeit SS 2004

Rekonstruktion der Buddhastatuen von Bamiyan, Afghanistan

Leitung: Prof. T. Vogel in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. A. Grün
 Assistenten: R. Bargähr, F. Remondino.

Im Hochtal von Bamiyan rund 200 km nordwestlich von Kabul wurden vor 1800 Jahren zwei grosse Buddhastatuen aus dem dort vorhandenen Sedimentgestein herausgearbeitet. Die höhere der beiden Statuen ist mit 53 m die weltweit grösste Darstellung eines stehenden Buddhas. Beide Buddhas galten als Meisterleistung der damaligen Handwerkskunst und standen als Weltkulturerbe unter dem Schutz der UNESCO. Dennoch wurden die beiden Statuen sowie weitere Kulturschätze des Hochtals im März 2001 durch Mitglieder der Al Kaida gesprengt.

Ausgangslage für die Rekonstruktion der grösseren der beiden Statuen ist die fotogrammetrische Auswertung dreier metrischer Fotos durch Prof. Dr. A. Grün und sein Team am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich.

Aufgabe der fünf Studierenden war die Planung verschiedener Bau- und Vorgehensabläufe zur Rekonstruktion der zerstörten grösseren Buddhastatue. Dabei waren Bauweise, Konzept und Materialwahl von besonderem Interesse. Zwei Massivbauweisen aus Ortbeton sowie drei Fassadenbauweisen aus Beton-, Kunststoff- und Kupferschalen wurden ausgearbeitet.



Zerstörte Buddhastatue und digitalisierte Darstellung der ausgewerteten photogrammetrischen Daten.

Semesterarbeit SS 2004

Brücke Jonentobel Nationalstrassenabschnitt N 4.1.6

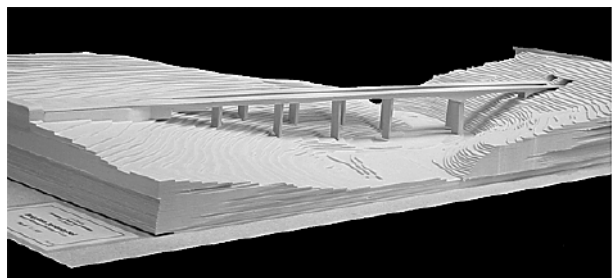
Leitung: Prof. T. Vogel in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. S. Springman
 Assistent: H. Stempfle.

Mit dem Bau des Nationalstrassenabschnitts N 4.1.6 und der definitiven Fertigstellung des Teilabschnittes N 4.1.7 wird zusammen mit der bereits im Bau befindlichen Umfahrung Zürich eine direkte und durchgehende Autobahnverbindung vom Raum Zürich in den Raum Zug/Innerschweiz hergestellt. Im Rahmen dieser Ausbaumassnahme wird das Jonentobel in rund 20 m Höhe von zwei parallelen, ca. 290 m langen Brücken überspannt.

Für dieses Projekt führte der Kanton Zürich vom 28.11.2001 bis 27.3.2002 einen anonymen Projektwettbewerb durch. Die Semesterarbeit wurde unter denselben Voraussetzungen wie der bereits stattgefundene Wettbewerb durchgeführt, wobei der Umfang auf das Bauwerk BW 467 Brücke Jonentobel beschränkt wurde.

Die Aufgabe der Studierenden Mattia Pinotti und Fabiano Martini war, einen gestalterisch überzeugenden Entwurf zu entwickeln und diesen statisch und konstruktiv auf der Stufe des Vorprojekts zu bearbeiten. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass die bereits in dem durchgeführten Wettbewerb abgegebenen Arbeiten als Lösungsideen zu verstehen sind und nicht übernommen werden sollen.

Die Studenten entwickelten durch die Zweiteilung in einen Durchlaufträger und einen gevouteten Träger einen überzeugenden Entwurf, der sehr elegant und sensibel auf die Umgebung reagiert und sie haben diesen gleichzeitig bis ins Detail sowohl statisch als auch konstruktiv sehr gut ausgearbeitet.



Modell des Entwurfs.

Diplomarbeit WS 2002/2003

Zustandsindikatoren für die Inspektions- und Unterhaltsplanung von Betonbauten

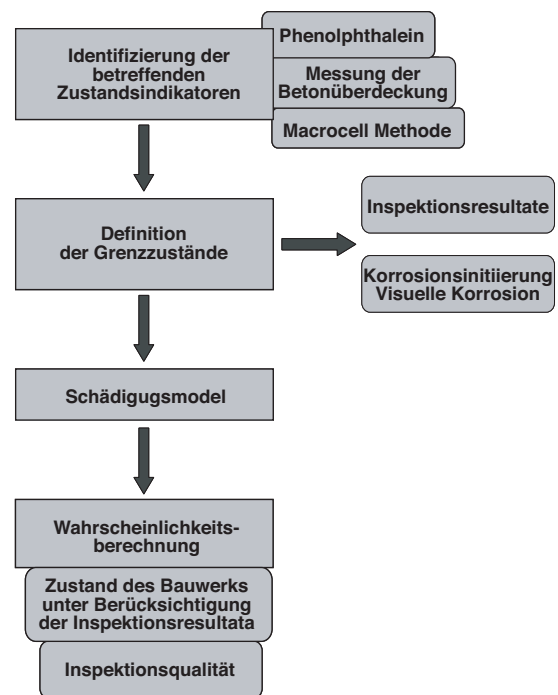
Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber
Assistentin: V. Malioka.

Zustandserfassungen am bestehenden Bauwerk in Form von zerstörungsfreien Inspektions- und Überwachungsmethoden sind ein bewährtes Mittel zur Beurteilung des Schädigungsverlaufs von Stahlbetonbauten. Liegen ihre Ergebnisse in quantifizierbarer Form vor, erlauben sie eine Aktualisierung der probabilistischen Schädigungsprognose. Diese ist einerseits abhängig von der Bedeutung des Zustandsindikators bezüglich des Schadenmodells und andererseits von der Qualität der Messergebnisse.

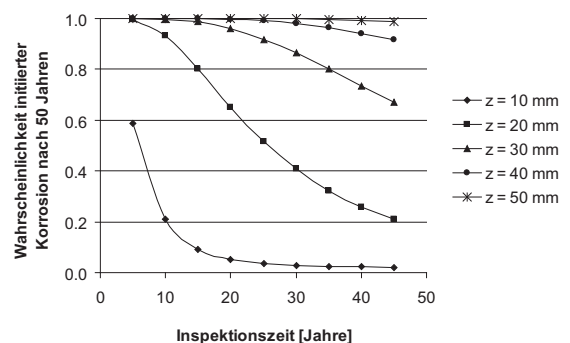
Im Rahmen der Diplomarbeit von Regula Wicki wurde der Einfluss der pH-Messung mittels Phenolphthalein, der Strommessung mittels Korrosionssensoren und der Messung der Überdeckung auf die Beurteilung des Karbonatisierungsfortschritts untersucht. Dabei wurde gezeigt, wie die Resultate dieser Inspektionsmethoden quantifiziert und anschliessend in die probabilistische Modellierung der Korrosionsentwicklung integriert werden können.

Die probabilistischen Modelle sowie die Grössen und die Verteilungen der Parameter wurden aus dem Projekt *DuraCrete* übernommen. Daraus wurde die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Zustandes in der Zukunft berechnet. Das Ergebnis einer Inspektion wurde als eine zusätzliche Bedingung eingeführt. Dies geschah durch die Definition einer Grenzzustandsfunktion, welche das Messergebnis mit dem entsprechenden Wert aus dem Korrosionsmodell verglich. Ist das Messergebnis bezüglich der Korrosion ungünstiger als der Wert aus dem Modell, deutet der Zustandsindikator auf eine Schädigung, im anderen Fall weist der Zustandsindikator auf keine Schädigung hin. Die Indikation wurde anschliessend gemäss der Bayes'schen Formel in die Berechnung der Korrosionswahrscheinlichkeit einbezogen. Für die untersuchten Zustandsindikatoren wurden numerische Berechnungen mittels FORM-Analyse anhand konkreter Werte durchgeführt.

Regula Wicki ist für diese Diplomarbeit mit dem Culmann Preis ausgezeichnet worden.



Zustandsindikatoren Ansatz: Der Ansatz erleichtert die Beurteilung der Lebensdauer und der Einschätzung der Inspektionsqualität.



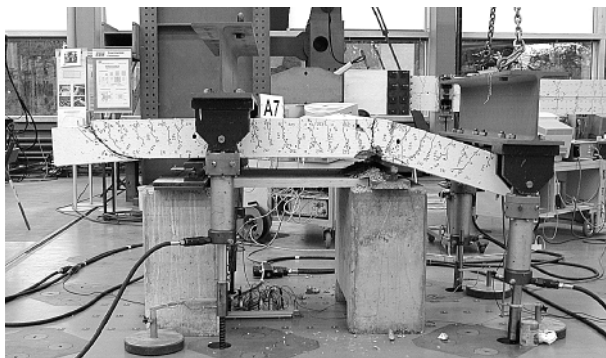
Wahrscheinlichkeit initiiert Korrosion nach 50 Jahren, gegeben ist eine Indikation des Sensors in verschiedenen Tiefen (z) zu verschiedenen Inspektionszeitpunkten.

Diplomarbeit WS 2002/2003

Versuche zur Schubtragfähigkeit und zum Verformungsvermögen von Stahlbetonplatten

Leitung: Prof. Dr. P. Marti
 Assistent: T. Jäger.

Die Zielsetzung der Diplomarbeit von Hans Seelhofer bestand in der experimentellen und theoretischen Untersuchung des Einflusses einer Abstufung der Längsbewehrung sowie einer Richtungsabweichung zwischen Längsbewehrung und Hauptquerkraft auf das Schubtragverhalten von Stahlbetonplatten.



Dreipunkt-Biegeversuch an der Platte A7.

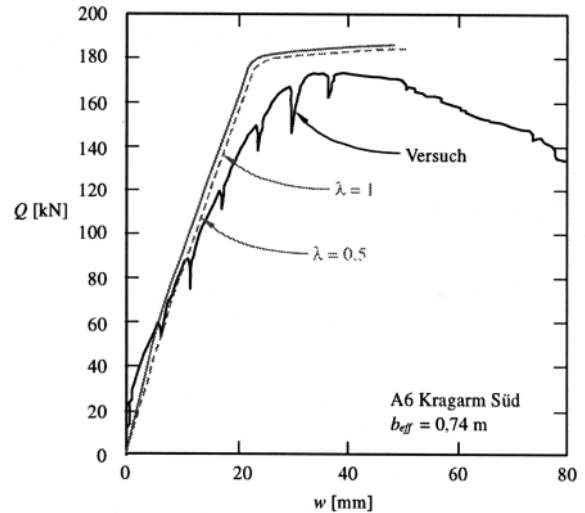
	h	b	l	$\rho_x = \rho_y$	ρ_z	φ_0
A6	200	800	2620	1,07%	0,15%	45°
A7				1,06%		0°
	mm	mm	mm			

Daten der Versuchskörper.

Der experimentelle Teil der Arbeit umfasste die Durchführung und Auswertung von je einem Vierpunktbiegeversuch und einem Dreipunktbiegeversuch an zwei Versuchskörpern.

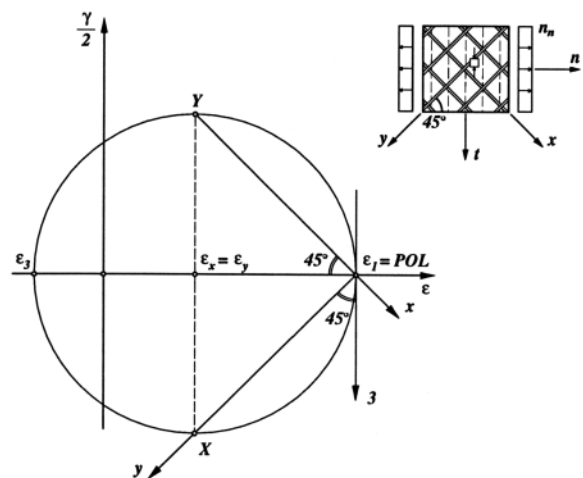
Die Längsbewehrung wurde an den beiden Plattenenden unterschiedlich abgestuft und wies bei den beiden Platten einen unterschiedlichen Winkel φ_0 zum Plattenrand und somit zur Hauptquerkraftrichtung auf.

Der theoretische Teil der Arbeit umfasste eine Diskussion der Versuchsergebnisse sowie einige ergänzende Betrachtungen. Zur Diskussion der Versuchsergebnisse wurde unter anderem das Sandwichmodell in Kombination mit dem gerissenen Scheibenmodell eingesetzt. Die auf diese Weise ermittelte Last-Verformungs-Beziehung stimmte mit den Versuchsergebnissen gut überein.



Berechnete und gemessene Last-Durchbiegungs-Kurven.

Ergänzend wurden die Versuchsergebnisse sowohl hinsichtlich Verformungen und Rissbreiten als auch bezüglich Tragfähigkeit mit den gültigen Normbeziehungen verglichen. Aufbauend auf dem Vernehmlassungsentwurf der Norm SIA 262 (2003) wurde ein Modell für die Ermittlung eines unteren Grenzwertes der Schubtragfähigkeit von Platten ohne Querkraftbewehrung mit einer von der Hauptquerkrafttrichtung stark abweichenden Längsbewehrungsrichtung erarbeitet.



Verzerrungszustand im oberen Sandwichdeckel der Versuchslatte A6.

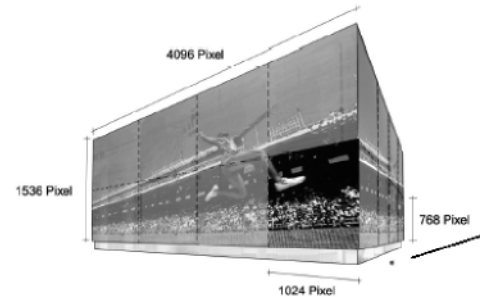
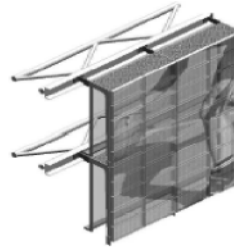
Diplomarbeit WS 2003/04

Wukesong-Arena Projektierung und Bemessung

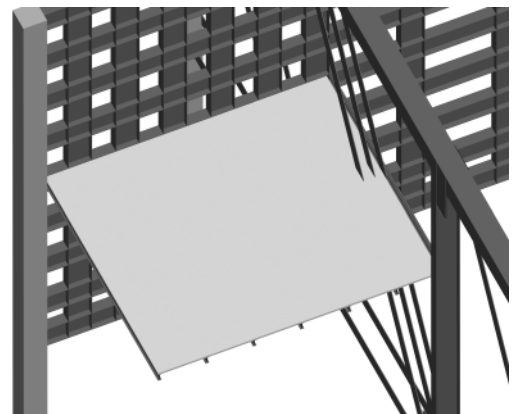
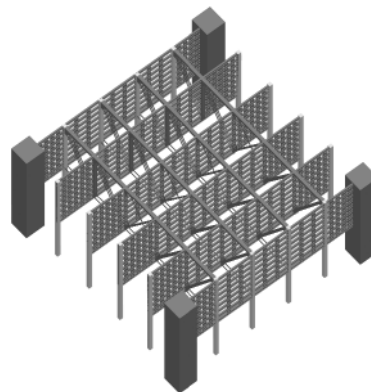
Leitung: Prof. Dr. M. Fontana,
Dr. A. Steuerer
Assistent: M. Bianchi.

Im Rahmen der Olympischen Spiele 2008 in Peking soll ein unbebautes Gelände im Stadtteil *Wukesong* zu einem Erholungs- und Freizeitpark umgestaltet werden. Im Zentrum dieses Parkes soll ein Stadion, die sogenannte *Arena*, entstehen. Dieses Zentrum wird als Austragungsort des Basketballturniers aber auch als Kultur- und Verkaufszentrum dienen. Das Stadion umfasst insgesamt 18'000 Sitzplätze. Es weist im Grundriss eine quadratische Form mit 132 m Seitenlänge auf. An den vier Ecken sind Stahlbetontürme vorgesehen, deren Abmessungen 12 x 12 m betragen. Die Gesamthöhe des Bauwerkes beträgt 71 m. Das Erdgeschoss dient als Spielfläche und muss eine Höhe von 32 m aufweisen. In den darüber liegenden 39 m finden acht Stockwerke Platz. Diese Stockwerke dienen als Verkaufs- und Ausstellungsflächen. An die Fassaden werden LED-Screens montiert, auf denen Videos und Abbildungen, ähnlich wie bei normalen PC-Bildschirmen, projiziert werden.

Die Aufgabe bestand darin, die Tragstruktur für das Gebäude zu entwerfen. Als Lösung für die Haupttragstruktur wurde ein räumlicher Trägerrost gewählt. Der Rost besteht aus einem Fachwerk- und einem Vierendeelträger. Die Sekundärtragstruktur besteht aus einer Blechverbunddecke, die über 24 m zwischen zwei Vierendeelträger spannt. Für die Arbeit wurde Herr Elio Raveglia mit dem 2. Hatt-Bucher-Preis 2004 ausgezeichnet.



LED Bildschirmeinrichtungen auf den Fassaden.



Haupt- und Sekundärtragstruktur.

Diplomarbeit WS2003/2004

Zur Festigkeitsbeurteilung von Natursteinmauerwerk

Leitung: Prof. T. Vogel
 Assistent: A. Kott.

Natursteinmauerwerk ist eine alte Konstruktionsweise, welche z.B. in Stützmauern und Brückenpfeilern vorkommen kann. Steindruckfestigkeit, Steinzugfestigkeit, Elastizitätsmodule sowie die Querdehnungszahl spielen für die Ermittlung der Druckfestigkeit von Natursteinmauerwerk eine entscheidende Rolle. In den heutigen Mauerwerksnormen werden die Bemessungsregeln im Wesentlichen aus empirischen Auswertungen von Druckversuchen hergeleitet. Die daraus folgenden rechnerischen Mauerwerksdruckfestigkeiten können stark von den tatsächlichen Druckfestigkeiten abweichen.

Ziel der Arbeit war, eine Analyse der bestehenden Ansätze für die Berechnung der Natursteinmauerwerksfestigkeit durchzuführen. Die Resultate und die experimentellen Ergebnisse sollten mit den geltenden Empfehlungen der Norm SIA 178 (Ausgabe 1996) Ziffer 3 22 1 Figur 2 verglichen werden.

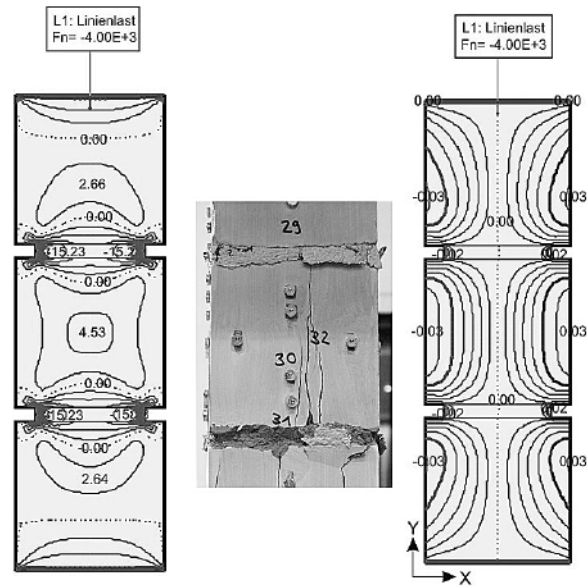


Biegezugversuch eines Mörtelprüfkörpers.

Für die Ermittlung der Berechnungsansätze und die Erstellung der Versuchsprognose der 3-Steinversuche wurden zuverlässige Stein- und Mörtelkennwerte benötigt. Für die Bestimmung der Mörtelkennwerte wurden an Mörtelprismen Biegezug- und Würfeldruckfestigkeiten ermittelt. Drei verschiedene Mörtelarten wurden verwendet. Die Querzugfestigkeit der Schmerikoner Sandsteine wurde mittels Spaltzugversuchen bestimmt.

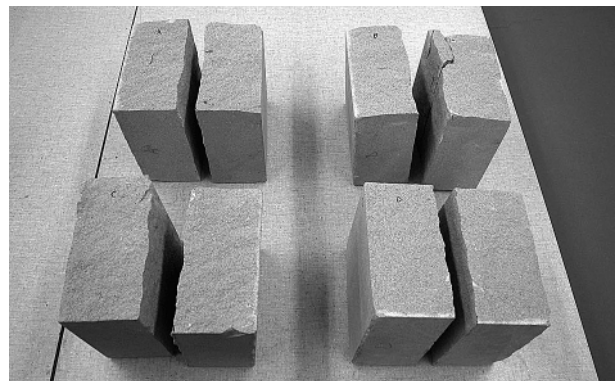
Anschließend wurden alle zwölf Proben auf der servohydraulischen Universalprüfmaschine Schenck belastet.

Es zeigte sich, dass das Versagen in allen Proben durch Querkzugspannungen im mittleren Stein eingeleitet wurde. Mit dem Erreichen der Spaltzugfestigkeit entstand ein senkrechter Riss. Folglich ist die Mauerwerksdruckfestigkeit kleiner als die Druckfestigkeit des Steins.



3-Stein Probekörper; horizontale Spannungen, Bruchbild und horizontale Verformungen.

Die Richtwerte der Norm SIA 178 entsprechen vor allem im Bereich niedriger Steindruckfestigkeit den Bemessungsvorschlägen aus der Literatur. Ergebnisse der Bemessungsvorschläge im Bereich hoher Steindruckfestigkeiten liefern meist tiefere Mauerwerksdruckfestigkeiten. Die Resultate aus eigenen Versuchen mit höheren Stein- und Mörteldruckfestigkeiten liegen ca. 20% über den Richtwerten der Norm SIA 178.



Bruchbilder der Sandsteine aus den Spaltzugversuchen.

FORSCHUNG

Numerische Simulation von flexiblen Steinschlagschutzsystemen

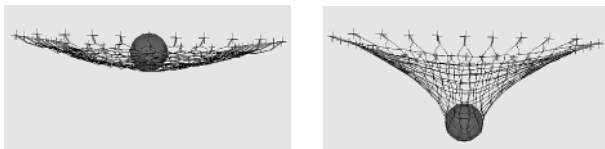
Projektleitung: Dr. W. Ammann (SLF Davos),
Prof. Dr. E. Anderheggen
Mitarbeiter: A. Volkwein
Projektpartner: Fatzer AG Geobrug,
Romanshorn;
Kommission für Technologie
und Innovation (KTI), Bern.

Die Energieaufnahmefähigkeit heutiger Steinschlagschutzsysteme ist inzwischen mit bis zu 3000 kJ dermassen ausgereizt, dass deren Erweiterung mit herkömmlichen Methoden mit einem nicht mehr vertretbaren experimentellen Aufwand verbunden wäre. Stattdessen empfiehlt sich für eine Reduktion der Testanzahl eine entsprechende numerische Simulation, welche in der Lage ist, den numerisch nichtlinearen Auffangprozess in einer flexiblen Barriere gegen Steinschlag abzubilden.

Die untersuchten Barrieren bestehen aus Netzen, welche aus biegsamen, lose zusammenhängenden Stahlringen zusammengesetzt sind. Die Netze werden durch Stützen und Seile aufgespannt. Spezielle in die Seile integrierte sog. Bremsringe nehmen an innerhalb der Verbauung klar definierten Orten durch grosse plastische Verformungen Energie auf. Der dabei erreichte grosse Bremsweg bewirkt eine weitere Reduktion der Spitzenlasten durch eine zeitliche Verteilung der Bremskräfte. Dies erfordert in der Simulation zusätzlich die Berücksichtigung von geometrischer Nichtlinearität.

Für die numerische Simulation wurde ein spezielles Finite-Element-Programm entwickelt, welches die auftretenden Kräfte in den Verbauungskomponenten bestimmt. Durch die zusätzliche Ermittlung des Auslastungsgrades der einzelnen Komponenten lassen sich auch Angaben über die Restkapazität der Verbauung machen.

Die Validierung bzw. Verifizierung der Finite-Element-Berechnungen erfolgt durch Ergebnisse aus quasistatischen Labor- und dynamischen Feldversuchen.



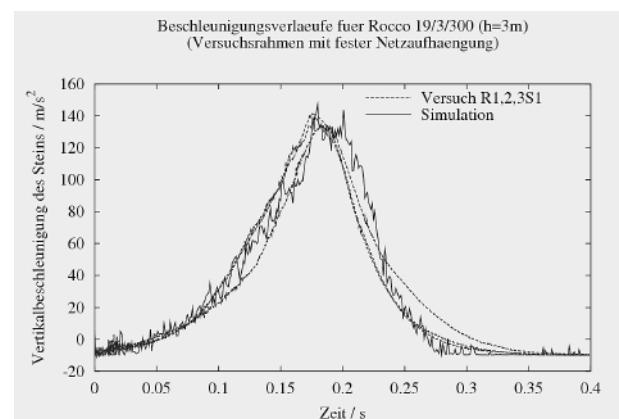
Numerical Simulation of Flexible Rockfall Protection Systems

Today's flexible rockfall protection barriers have reached a development stage above which a much greater effort is required to extend their rockfall retaining capacity above 3000 kJ using traditional developing methods. By the use of a numerical program which is capable of simulating the stopping process of a rock in a flexible barrier the expenses for numerous experiments can dramatically be reduced.

The examined rockfall protection systems consist of nets which are composed from flexible and loosely connected steel-wire rings. Steel posts and cables support the net and deforming brake elements dissipate the rock's energy. The extended braking distance also causes a peak-load reduction within all barrier components and of the anchorage due to a time-distribution of the acting forces. The resulting large deformations require the consideration of geometrical nonlinearities as well as the nonlinear structural and material behaviour of the single barrier components.

For the numerical simulation a special purpose finite element application has been written which investigates the acting forces in the barrier components. Additionally, the degree of utilization of those elements can be stated. This gives an approximation of the remaining capacity of the barrier.

The validation respectively the verification of the finite element calculations were established by results from quasi-static laboratory tests and dynamic field experiments.



Simulation und Steinbeschleunigung eines unverschieblich gelagerten Ringnetzes.

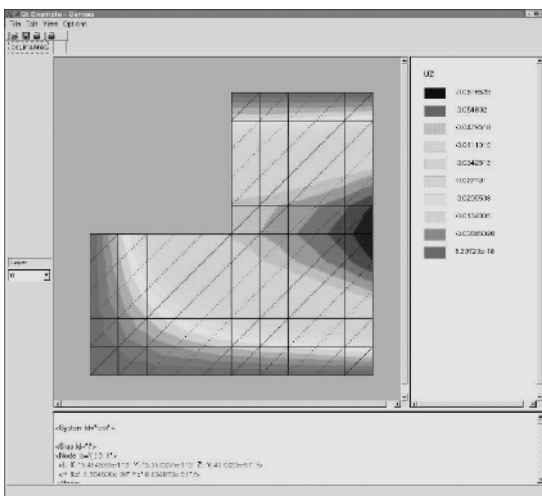
Simulation and rock acceleration of a rigidly supported ring net.

Numerische Simulation von Stahlbetonverbunddecken unter Brandeinwirkung

Projektleitung: Prof. Dr. E. Anderheggen,
Prof. Dr. M. Fontana
Mitarbeiter: C. Tesar.

Grossbrandversuche in *Cardington* (1990) haben gezeigt, dass sich Stahlbetonverbunddecken im Brandfall deutlich besser verhalten, als zuvor angenommen wurde. Verantwortlich dafür sind die Membrankräfte, die aufgrund der grossen Verformungen in der Stahlbetonplatte entstehen. Bei entsprechender Anordnung der Bewehrung in der Platte kann auf einen Brandschutz einzelner Hauptträger verzichtet werden.

Zum besseren Verständnis des Tragverhaltens von Verbunddecken bei erhöhten Temperaturen wird ein speziell dafür ausgerichtetes FE-Programm (*SlabFem*) entwickelt. Das Materialverhalten von Beton wird in Anlehnung an den *CEB/FIP Model Code 1990* beschrieben. Es werden eigens entwickelte viereckige Schalenelemente mit acht Knoten basierend auf der sog. *Free Formulation Theory* nach *Bergan* benutzt. Die gerippte Struktur typischer Verbunddecken werden durch exzentrisch angeschlossenen Balken modelliert. Die Verbundfuge wird mit einem neuartigen Ansatz modelliert: Die Scherkräfte in den Dübeln werden als Unbekannte in das Gesamtsystem aufgenommen, indem für jede Scherkraft eine Kompatibilitätsbedingung aufgestellt wird. Dadurch ist es möglich, das physikalische Verhalten der Dübel direkt zu beschreiben, ohne verschmierte Federmodelle zu benutzen. Die zeitliche Temperaturverteilung wird mithilfe von *ABAQUS* auf Grundlage des *EC 4* ermittelt.



Visualisierungstool in *SlabFem*.
Visualization tool in *SlabFem*.

Numerical Simulation of Composite Floor Slabs in Fire

Full-scale fire tests in *Cardington* (1990) have shown that composite floor slabs behave well in fire even with unprotected beams. A major reason are in-plane forces caused by large deflections in the reinforced concrete slabs. If the reinforcement in the slab is placed accordingly it is possible to leave the supporting beams unprotected.

A tailor-made finite element program called *SlabFem* is being developed to investigate the structural behaviour and the load-carrying mechanism of heated composite floor slabs. The material behaviour of the concrete is described in accordance with the *CEB/FIP Model Code 1990*. The behaviour of the cracked concrete is described by a system of orthogonal cracks, which follow the principal strain directions and are rotating during the load history. Specially developed quadrilateral plane shell elements based on the so-called *Free Formulation Theory* by *Bergan* with eight nodes are used. The ribbed nature of typical composite slabs is modelled with eccentrically connected beam elements. A new approach is used to model the shear connection between the beams and the slab. The shear forces in each shear connector are introduced as unknowns and incorporated in the global system. They are determined during the solving process by adding a compatibility condition for each shear connection. That way it is possible to describe the physical behaviour of each shear connector directly, i.e. without the need of using smeared shear connectors represented by spring elements. The temperature distribution can be specified arbitrarily and is calculated over time in accordance with the *EC 4* using the finite element system *ABAQUS*.



Grossbrandversuche in *Cardington*.
Cardington full-scale fire tests.

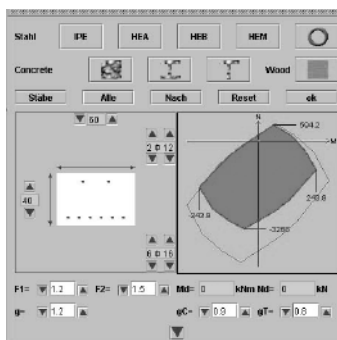
EasyStatics: ein Werkzeug für die Tragwerkslehre

Projektleitung: Prof. Dr. E. Anderheggen
Mitarbeiterin: C. Pedron.

Ziel des Projekts *EasyStatics* ist die Entwicklung von computerbasierten Hilfsmitteln für die Tragwerkslehre an Architektur- und Bauingenieurschulen. Das nach der Methode der finiten Elemente arbeitende Programm *EasyStatics* ermöglicht die elastische Analyse nach Theorie 1. und 2. Ordnung, die Ermittlung von Eigenschwingungen, sowie die starr-plastische Traglastbestimmung von ebenen Fachwerken und Rahmen. Interaktion und Benutzerfreundlichkeit sind hierbei von grösster Bedeutung.

Das Programm ist aus der Überlegung entstanden, dass heute eher die Fähigkeit, zielgerechte baustatische Modelle zu bilden als die Beherrschung baustatischer Rechenverfahren von Bedeutung ist. Bauingenieure und Architekten müssen in der Lage sein, geeignete baustatische Modelle zu bilden, was mit dem eigentlichen Tragwerksentwurf in engem Zusammenhang steht. Wird dies beherrscht, ist die zielgerechte Anwendung baustatischer Computerprogramme dank ihrer heutigen Benutzerfreundlichkeit unproblematisch.

EasyStatics stellt ein virtuelles baustatisches Laboratorium dar, mit dem die Studierenden ihr Kräftegefühl entwickeln können, indem sie blitzschnell und hochinteraktiv mehrere Tragwerkvarianten vergleichen. Dafür wurde auch noch ein Modul für die Querschnittsvorbemessung entwickelt, das den Studierenden den Zusammenhang zwischen Schnittkräften und Querschnittsgrössen zeigt. Rechteckige, I- und T-formige Stahlbetonquerschnitte mit oberen und/oder unteren Bewehrungen, Standard-Walzprofile und Rohre aus Stahl sowie Rechteckquerschnitte aus Holz werden dabei behandelt.



M-N Interaktionsdiagramm eines rechteckigen Stahlbetonquerschnitts.

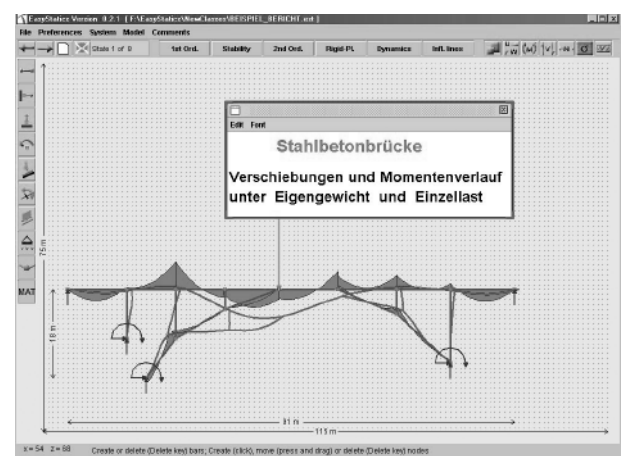
M-N interaction diagram of a rectangular reinforced concrete cross-section

EasyStatics: a Tool for Structural Analysis and Design

The objective of the *EasyStatics* project is to develop IT-tools to help students in civil engineering and architecture understand the basic concepts of structural analysis and design. The program *EasyStatics* based on the Finite Element Method allows elastic analysis by 1st and 2nd order theory as well as eigenmodes evaluation and ultimate load analysis of plane trusses and frames. Full interaction through a sophisticated graphical user interface is of prime importance for the users we aim at.

The program *EasyStatics* is based on the idea that, while traditional structural analysis methods have become obsolete, teaching should today focus more than before on structural design. Civil engineers and architects need first of all to be able to choose appropriate mechanical models for real-life structures. The use of today's structural analysis programs then becomes easy.

The purpose of *EasyStatics* is to provide a virtual structural laboratory helping students to develop their intuition for structural behaviour, thus to be better prepared for practice. Also for this purpose a module for section predimensioning has been developed in order to show students the connection between sectional forces and dimensions. Rectangular, I- and T-shaped reinforced concrete sections with upper and/or lower reinforcement, standard steel profiles, steel tubes and rectangular wooden section can be handled.



Momentenverlauf und Verschiebungen einer Stahlbetonbrücke unter Eigengewicht und Einzellast.

Moment distribution and displacements due to self weight and a single load.

Ein Programm für die Analyse, Entwurf und Überwachung von Schrägseilbrücken

Projektleitung: Prof. Dr. E. Anderheggen
 Mitarbeiter: P. Pedrozzi
 Betreuung: Dr. M. Schlaich.

Unter den neu gebauten Brücken sind Schrägseilbrücken weltweit für Spannweiten zwischen 200 und 900 Metern sehr beliebt. Solche Brücken werden meistens in Freivorbau gebaut und müssen deshalb in allen Bauzuständen unter vielen Lastfällen untersucht werden. Zudem müssen die Kabelvorspannkraften ermittelt und eventuell während des Baus geändert werden, um die erwünschte verschobene Lage des Fahrbahnträgers und des Pylons im Gebrauchszustand zu erhalten. Für längere Spannweiten sollen einige nichtlineare- und ausführungabhängige Effekte wie zum Beispiel Kriechen, Schwinden und eingeprägte Anfangsverschiebungen in Verbunddecken berücksichtigt werden.

Konventionelle Baustatikprogramme können solche spezifischen Probleme nicht automatisch behandeln und zwingen heutzutage den Benutzer die Daten manuell zu manipulieren. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Programms, das speziell für die statische Analyse von Schrägseilbrücken konzipiert ist und welches die erwähnten Probleme automatisch behandeln kann. Das Programm wurde entworfen um in jeder Planungs- und Bauphase eingesetzt zu werden: Entwurf, Detailplanung, Bau und Instandsetzung.

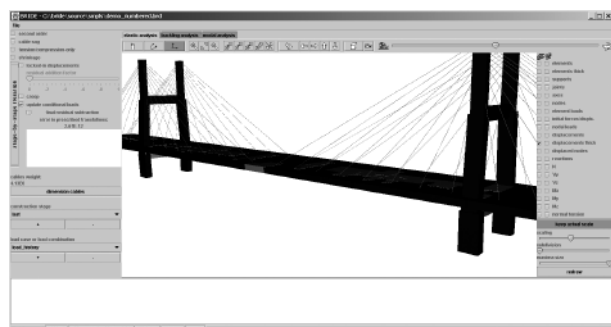
Das Programm BRIDE ist durch einige neu eingeführte Konzepte gekennzeichnet, welche es erlauben, die erwähnten nichtlinearen Effekte zu berücksichtigen: die chronologisch geordnete Liste von Modellobjekten, welche vom Benutzer in der Eingabedatei definiert wird und die schrittweise Iteration über die Bauzustände, die sämtliche Bauphasen in chronologischer Ordnung simuliert.

A Software Tool for the Analysis, Design and Monitoring of Cable-Stayed Bridges

Of the newly-built bridges, cable-stayed bridges are today very common worldwide for spans ranging between 200 and 900 meters. Being mostly built by the cantilever method, cable-stayed bridges have to be analyzed separately in every construction stage taking into account many load cases. In addition, the forces in the cable stays have to be determined and possibly changed during construction so as to obtain the desired deck and mast deflections during service. Some non-linear and execution-dependent effects such as concrete creep, shrinkage and locked-in bending in composite steel-concrete decks have to be considered in the case of longer spans.

Conventional structural analysis software cannot automatically handle these specific problems, which today in many cases require the program user to manually process data. The goal of this project is the development of a specially tailored program for the structural analysis of cable-stayed bridges, which automatically handles the aforementioned problems. The program has been designed to be used in all stages of planning and construction: preliminary design, detail planning, construction process and retrofitting.

The program BRIDE is characterized by some newly introduced concepts allowing to take the aforementioned non-linear effects into account: the chronologically ordered list of model objects accurately representing the complete construction process, which has to be defined in the input by the user, and the stage-by-stage iteration in which all construction stages are simulated in chronological order.



Benutzeroberfläche des Programms BRIDE.
 User interface of the program BRIDE.

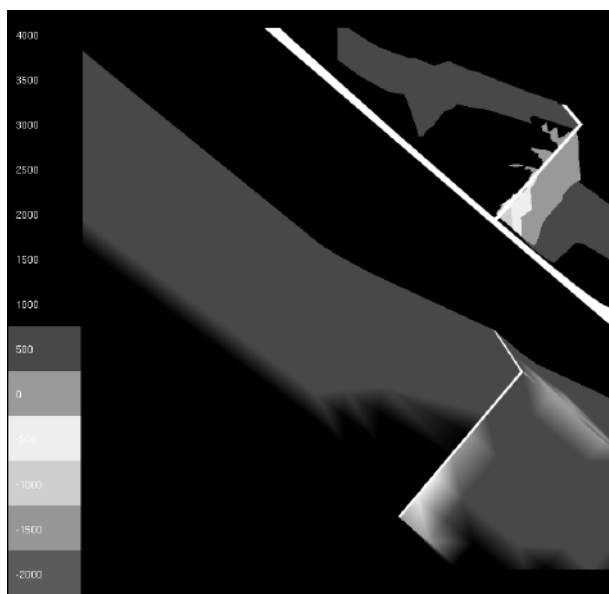
Numerische Modellierung von Schnee

Projektleitung: Prof. Dr. E. Anderheggen
 Mitarbeiter: M. Stoffel
 Projektpartner: Eidgenössisches Institut für
 Schnee- und Lawinenforschung,
 Davos.

Die Lawinengefahr wird meist mit Hilfe von Expertenwissen und statistischen Methoden eingeschätzt. Dabei werden nicht alle physikalischen Zusammenhänge, wie z.B. Schneestruktur, Temperatur, schwache Schichten, Topographie etc. erschöpfend erfasst. Mit modernen numerischen Methoden können diese extrem nichtlinearen Einflüsse nun modelliert werden. Das Ziel des Projektes ist es, das Verhalten von Schneedecken in Lawinhängen dreidimensional zu simulieren.

In Zusammenarbeit mit dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung wurde ein dreidimensionales Finite Elemente Programm entwickelt, mit dessen Hilfe der Einfluss des Schneedeckenaufbaues, der Geländeform sowie die Temperaturabhängigkeit untersucht werden können.

Um reale Hänge berechnen zu können, wurde eine Schnittstelle zu GIS entwickelt. Mit Hilfe von Orthophotos und dem GIS Interface können auch die Kräfte auf die bestehenden Lawinverbauungen berechnet werden. Dies kann in Zukunft zur Dimensionierung und Positionierung von Lawinverbauungen verwendet werden.



Numerical Modeling of the Alpine Snow-pack

Most predictions of the avalanche hazard are today based on decisions made by experienced experts and statistical methods. The exact physical processes (structure of snow cover, temperature dependence, weak layers, topographic situations, material behaviour, etc.) which lead to an avalanche are thereby not fully taken into account.

Those highly nonlinear processes can be modeled using modern numerical methods. A special-purpose finite element simulation software has been developed in a joint research project with the Federal Institute for Snow and Avalanche Research (SLF, P. Bartelt). The aim of this project is to simulate the behaviour of a snow cover on a slope in three dimensions. This will lead to a better understanding of the physical behaviour of snow and hopefully to a higher accuracy in predictions. Research topics in this project are the numerical modeling of the physical behaviour of snow, especially the treatment of weak layers with almost no resistance to friction and the implementation of a N-directional material model (see [1]) to simulate the failure of snow.

As a byproduct the forces on a snow defense structure under realistic conditions can be evaluated. In the future this will help with the design and placement of such avalanche protection systems.

The program employs an explicit integration scheme for the visco-elastic snow simulation and an implicit scheme for the temperature simulation. The temperature simulation is separated in two phases: the ice-matrix temperature of the snow and the temperature of the surrounding air. This is important, since the physical behaviour of snow is highly temperature dependent.

A graphical interface to a GIS system has been developed to be able to use real slopes as well as a front-end to display the results of the simulation.

[1] Renau, J., *The N-Directional Approach to Constitutive Laws*, IBK Bericht Nr. 270, vdf Hochschulverlag an der ETH 2001

*Spannungsverteilung an Lawinverbauung.
 Stress distribution on snow defense structure.*

Simulationssoftware für das Gefrierverfahren

Projektleitung: Prof. Dr. E. Anderheggen
 Mitarbeiter: A. Sres.

Strömendes Grundwasser limitiert den Einsatz des Gefrierverfahrens im Tiefbau. Das anströmende Wasser verlangsamt das Wachsen des Frostkörpers oder verhindert es gar, wenn es zu schnell fließt. Somit ist die Strömungsgeschwindigkeit ein wichtiger Faktor und muss bei der Projektierung entsprechend berücksichtigt werden.

Die Software simuliert das Anwachsen des Frostkörpers unter Berücksichtigung von strömendem Grundwasser. Es erweitert das Anwendungsgebiet des Gefrierverfahrens dank zuverlässiger Vorhersagen und erlaubt eine genauere Planung. Es wird die Projektierung vereinfachen und Planungsfehler und die damit entstehenden Folgen vermeiden helfen. Die numerische Simulation der zwei gekoppelten Felder (Temperatur und Grundwasserströmung) erfolgt nach der Methode der finiten Elemente in einem vorgegebenen dreidimensionalen Gebiet. Die Temperatur- und Druckverteilung ist eine Funktion der Zeit. Deren Entwicklung wird in Zeitschritten unter Berücksichtigung der durch Grundwassertransporte sich ergebenden Konvektion, sowie der Phasenänderungen von Wasser zu Eis und umgekehrt berechnet. Die Wasserdruckverteilung und die daraus erfolgenden Grundwasserströme sind eine Funktion der Durchlässigkeit der Bodenschichten und damit auch der Eisbildung. Die Materialparameter sind Funktionen der Temperatur und/oder des Druckes.

Das Computerprogramm beinhaltet keine bodenmechanischen Berechnungen, da schon viele solche Programme existieren. Die Resultate der Software werden jedoch als Eingabedaten für ausgewählte bodenmechanische Software verwendbar sein. Geplant ist noch die entstehenden Hebungen abzuschätzen und die Software mit Labor- und Feldmessungen zu verifizieren.

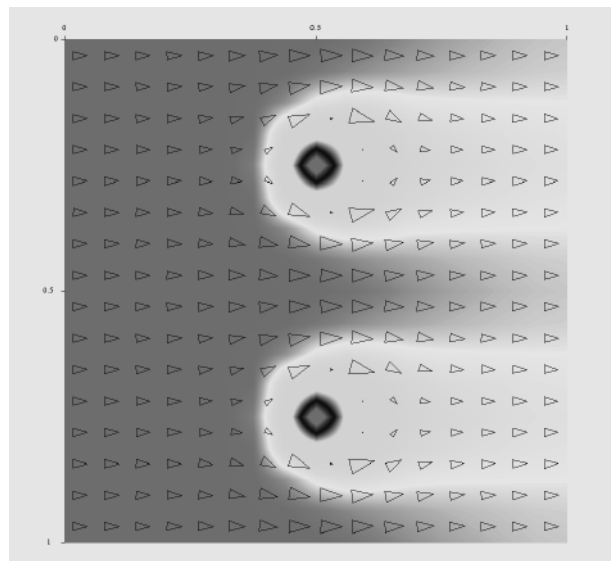
*Temperaturverteilung und Grundwasserströmung um zwei Gefrierlanzen.
 Temperature distribution and groundwaterflow round two freezing pipes.*

Simulation Software of Artificial Ground Freezing

Groundwater flow limits the use of artificial ground freezing as it slows down the growth of the ice-body or even prevents it, if it is too fast. Therefore, the velocity of ground water flow is an important factor which has to be taken into account in the planning of such soil consolidations.

The special purpose software application simulates the growth of the ice-body considering the flowing ground water. It expands the range of using the artificial ground freezing with more reliable prediction allowing a more precise planning. It will simplify project planning and help to avoid mistakes and their associated costs. The numerical simulation of the two coupled fields (temperature and ground water) is done by the finite element method in a given three-dimensional region. The distribution of the temperature and pressure is a function of time. Its development in time will be calculated considering convection caused by ground water flow and phase changing of water to ice and vice versa. The water pressure potential and the resulting flow of ground water is a function of both the permeability of the soil layers and the building of frozen soil. The material parameters are functions of the temperature and/or pressure.

The software does not involve mechanical calculations, because software for this purpose already exists. However, results from our software will be used as input for selected soil mechanics programs. It is planned to estimate the resulting heave and to verify the software in laboratory and field tests.



Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren

Erfassung des Verhaltens von Strukturen

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

Das Forschungsprojekt *Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren* ist stark interdisziplinär und die Aufgabe der Gruppe *Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik* besteht in der Entwicklung von Indikatoren, die geeignet zur Erfassung des Verhaltens von Strukturen sind.

Wichtigster Indikator, um das seismische Verhalten von Strukturen zu beschreiben, sind Verformungen, weil sie direkt zu den Dehnungen, d.h. zu den Schäden in einem Bauteil proportional sind. Maximale Verformungen während eines Erdbebens sind schwer zu messen, deshalb können sie kaum als Indikatoren verwendet werden.

Hingegen können bleibende Verformungen immer leicht erfasst werden. Hauptziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines Verfahrens, das die Verwendung von bleibenden Verformungen zur Beurteilung des seismischen Verhaltens von Strukturen ermöglicht. Bleibende Verformungen werden dabei anhand von photogrammetrischen Methoden, deren Entwicklung auch Teil des Forschungsprojektes ist, erfasst und mit weiteren Indikatoren wie Baujahr, Unregelmässigkeit der Struktur usw. kombiniert, um die gesuchte Informationen zum Verhalten von Strukturen zu bekommen.

Management of Earthquake Risks using Condition Indicators

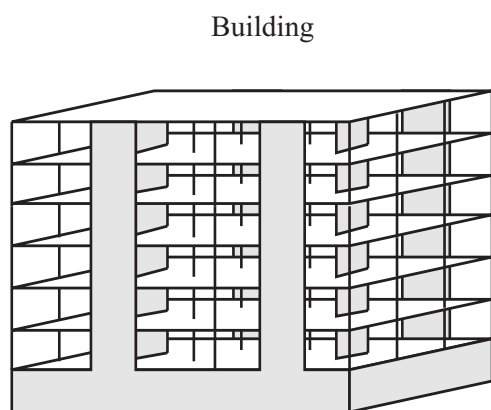
Assessment of Structural Damage

With six partners, the research project *Management of Earthquake Risks using Condition Indicators* is highly interdisciplinary and the *Earthquake Engineering and Structural Dynamics Group* deals with the assessment of structural damages using condition indicators.

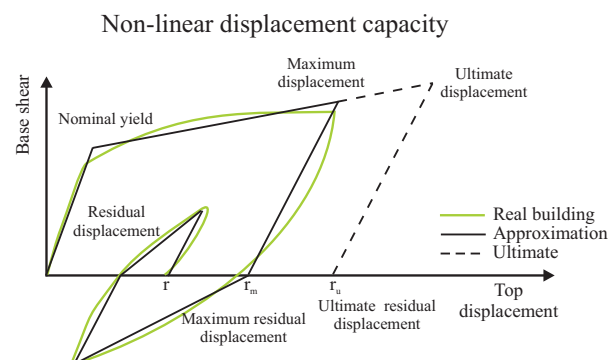
The most significant indicator characterizing the seismic performance of structures is the structural drift because it is directly related to the strains expected to occur in the materials, hence to the expected damage. However, maximum deformations during an earthquake can be measured only for few selected structures and can therefore hardly be used as updatable condition indicator as requested by the pursued strategy.

On the contrary, residual deformations can readily be measured before, during and after an earthquake. Main goal of the project is the development of a methodology to use residual deformations in the assessment of the seismic performance of structures.

These residual deformations are measured by means of photogrammetric methods - also developed in the framework of the project - and are used in combination with other indicators like for example the year of construction, the regularity of the structure, and so on, to assess the performance of the structure.



*Bleibende Verformungen eines Gebäude nach einem Erdbeben.
 Residual displacements of a building after an earthquake.*



Hochleistungswerkstoffe im Erdbebeningenieurwesen

Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio
 Mitarbeiter: D. Buzzini
 Projektpartner: Prof. Dr. J.G.M. van Mier.

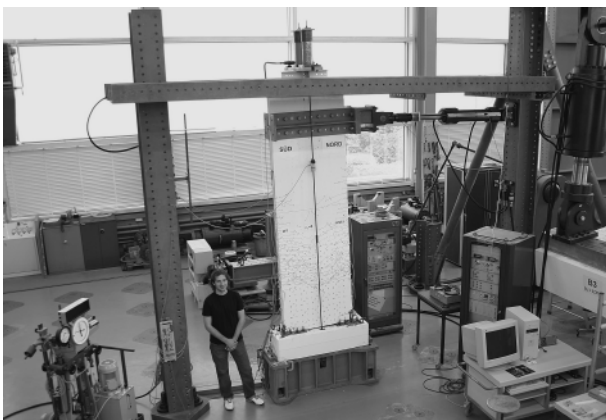
Es ist unbestritten, dass anhand der Prinzipien der Kapazitätsbemessung duktile Strukturen bemessen werden können. Dabei müssen aber gewisse Nachteile in Kauf genommen werden und zwar: 1) die frühzeitige Abplatzung der Betonüberdeckung, die zu grossen Gebrauchstauglichkeitsproblemen führen kann; 2) das Reißen der Längsbewehrung nachdem sie auf Druck ausgeknickt ist; 3) die notwendige Genauigkeit beim Verlegen der Schub- und Umschnürungsbewehrung, die schwer zu erreichen ist; 4) der grosse Bewehrungsgehalt, was das Verlegen erschwert; 5) die bleibenden Verformungen nach einem Erdbeben, die meistens nicht vernachlässigbar sind.

Numerische Simulationen haben gezeigt, dass hybride Faserbeton-Strukturen (HFC) die Auswirkung dieser Nachteile vermeiden oder mindestens reduzieren können. Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung von HFC-Strukturen mit optimalen seismischen Eigenschaften. Zurzeit fokussiert das Projekt auf Brückenstützen und Tragwände. Vorversuche sind gerade im Gang, mit dem Ziel: 1) die Eigenschaften von HFC zu optimieren; 2) die numerischen Simulationen zu validieren; 3) die Vorteile von HFC-Strukturen zu demonstrieren; 4) potentielle Probleme, die mit HFC-Strukturen verbunden sind, zu erkennen und 5) die Planung der Hauptversuche zu ermöglichen.

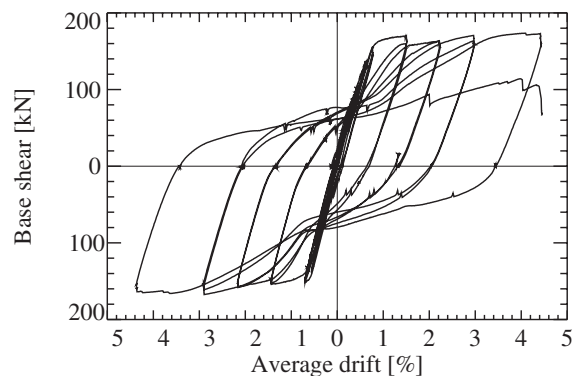
High Performance Materials in Earthquake Engineering

The ability of capacity design principles to ensure a dependable ductile behavior of reinforced concrete structure is proved by a large amount of experimental evidence worldwide. However, the ductile behavior of such structures is also characterized by some drawbacks, i.e.: 1) premature spalling of the architectural and cover concrete can lead to major serviceability problems; 2) the most common failure mechanism of ductile structural elements consists in the tensile fracture of previously buckled reinforcement bars; 3) confinement, shear and architectural reinforcement require a high accuracy of placement that can be difficult to achieve; 4) the reinforcement content can be high, leading to a cumbersome placement; 5) the residual displacements after the seismic event can be important.

Finite element analyses performed by the principal investigator showed that high performance hybrid fiber concrete (HFC) structures can potentially overcome or at least reduce these drawbacks. Aim of the project is the development of HFC structures with superior seismic performance. In a first stage, the project will focus on the seismic behavior of HFC walls and bridge piers. Preliminary tests on medium scale units are ongoing (see figure) with the goal to: 1) optimize the mechanical properties of high performance HFC; 2) check and calibrate the FE analyses; 3) demonstrate the superior behavior of the proposed HFC structures; 4) outline potential problems relevant to HFC structures; 5) allow the development of a test matrix for the main tests.



Tragwand aus hybridem Faserbeton: Versuchseinrichtung (links) und hysteretisches Verhalten (rechts).
 HFC structural wall: Test setup (left) and hysteretic behavior (right).



Erdbebensicherheit bestehender Brücken

Projektleitung: Prof. Dr. A. Dazio

Mitarbeitende: -

Projektpartner: -

Die seit Januar 2003 gültige Norm SIA 261 basiert auf den neuesten Forschungsergebnissen und schreibt für Neubauten die Annahme wesentlich höherer Erdbebeneinwirkungen vor als bisher. Somit sind 90% der schweizerischen Brücken gar nicht oder nur nach veralteten Regeln für Erdbeben bemessen und besitzen deshalb eine nicht näher bekannte Erdbebensicherheit. Das mögliche Schadensausmass während eines Erdbebens ist deshalb noch unbekannt.

Um dieser Situation gerecht zu werden hat das ASTRA ein zweistufiges Beurteilungsverfahren für die Erdbebensicherheit bestehender Brücken entwickelt. In der ersten Phase werden alle Brücke beurteilt und diejenigen, die das Potential für eine übermässige Verletzbarkeit aufweisen, identifiziert. Anschliessend sollen diese Brücken im Rahmen einer zweiten Phase vertieft analysiert werden. Die vertiefte Analyse soll am besten verformungsbasiert durchgeführt werden.

Das Forschungsprojekt soll die Grundlagen zur verformungsbasierten Überprüfung bestehender Balkenbrücken vorbereiten. Das Projekt besteht aus vier Teilen: 1. Quantifizierung der seismischen Beanspruchung der Brückenbauteile anhand nichtlinearer Zeitverlaufsrechnungen. 2. Experimentelle Untersuchung des Verformungsvermögens von konventionell bemessenen Brückenstützen. Zu diesem Zweck wurde im Labor des IBK eine neue Reaktionswand gebaut (siehe Bild). 3. Einerseits die Entwicklung von Modellen, um den Verformungsbedarf und das Verformungsvermögen von Balkenbrücken realistisch zu bestimmen und einander gegenüber zu stellen. Andererseits die Entwicklung von Regeln zur optimalen Überprüfung von Balkenbrücken. 4. Entwicklung von Regeln und Kalibrierung von Modellen zur numerischen Simulation von Balkenbrücken unter seismischer Einwirkung.

*Montage der neuen IBK Reaktionswand.
Assemblage of the new IBK reaction wall.*

Seismic Safety of Existing Bridges

Seismic hazard in Switzerland has been neglected for a long time. Therefore, most of the existing structures have not been designed to withstand earthquake attacks and thus, represent a potentially high seismic risk. The assessment of existing structures according to current requirements results most of the time in an insufficient structural safety calling for an expensive retrofit of the analyzed structure. Such an outcome is due to an increase of the seismic requirements as well as the use of obsolete assessment techniques. New seismic design methodologies, like e.g. the direct displacement design method, allow a better representation of the real seismic behavior of the structure. Such refined analyses are often able to show that the retrofit of the structure is not really needed. However, sound information on the non-linear cyclic behavior of the existing structures is needed. The project focuses on the seismic assessment of multi-span bridges and is made up of four parts: 1. Typical Swiss bridges are modeled using FE methods and analyzed in terms of seismic demand. 2. The seismic capacity and performance of bridge piers built according to old Swiss practice and using the relevant material is investigated experimentally. To this purpose a new reaction wall has been designed (see figure). 3. Seismic demand and capacity are compared and guidelines to assess existing bridges are formulated. 4. Finally, FE models are calibrated against experimental evidence to allow a better estimation of the performance of existing bridges.



Integrale risikobasierte Inspektionsplanung für Tragwerke

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: D. Straub
 Projektpartner: Bureau Veritas, Paris.

Alle Tragwerke sind in unterschiedlichem Ausmass Schädigungsprozessen unterworfen. Korrosion oder Ermüdung können dazu führen, dass der Widerstand des Bauwerks abnimmt und die erforderliche Sicherheit nicht mehr gewährleistet ist. Um dies zu verhindern, kann es notwendig sein, den Verlauf der Schädigung durch Inspektionen zu kontrollieren und Reparaturen durchzuführen.

In den vergangenen 15 bis 20 Jahren wurden zuverlässigkeits- und risikobasierte Methoden zur Planung von Inspektionen entwickelt (RBI: Risk Based Inspection planning). RBI wendet die Entscheidungstheorie an, um den Bauwerksunterhalt zu optimieren unter Berücksichtigung der Kosten eines Versagens sowie von Inspektionen und Reparaturen. Zwischen 2000 und 2004 wurde im Rahmen des Forschungsprojektes ein neuer Ansatz zu RBI entwickelt [1], welcher es zum ersten Mal ermöglicht, die Optimierung, basierend auf probabilistischen Schädigungs- und Inspektionsmodellen, effizient durchzuführen.

Der neue Ansatz erlaubt nun die gesamtheitliche Anwendung von RBI auf ganze Tragwerksysteme. Das Forschungsprojekt konzentrierte sich daher in der letzten Phase auf die Frage, wie der Ansatz benutzt werden kann, um die verschiedenen Abhängigkeiten innerhalb eines Tragwerksystems in der Inspektionsplanung zu berücksichtigen. Im Besonderen wurden die Abhängigkeiten im Schädigungsverhalten zwischen verschiedenen Stellen des Tragwerks berücksichtigt. Da diese Abhängigkeiten dazu führen, dass die Grösse der Schädigung an den verschiedenen Stellen korreliert ist, kann bei der Inspektion einer Stelle Information über den Zustand des restlichen Systems gewonnen werden. Es konnte gezeigt werden, dass es mit dem neuen Ansatz möglich ist, den Wert dieser Information zu quantifizieren [2]. Eine solche Quantifizierung erlaubt nun, den Inspektionsaufwand für ein gesamtes System integral zu optimieren.

Risk Based Inspection Planning for Structural Systems

Deterioration processes such as fatigue crack growth and corrosion will to some degree always be present in structural systems and may reduce the performance of the system beyond what is acceptable. In order to ensure that given acceptance criteria are fulfilled throughout the service life of the engineering systems it may thus be necessary to control the development of deterioration and, if required, to install corrective maintenance measures. In usual practical applications inspection is the most relevant and effective means of deterioration control.

During the last 15 to 20 years reliability based and risk based approaches have been developed for the planning of inspections (RBI). RBI takes basis in the decision theory to minimize overall service life costs including direct and implied costs of failures, repairs and inspections. Between 2000 and 2004, a generic approach to RBI was developed within the research project [1]. This approach, for the first time, provides the means for a computationally efficient optimization of the inspection efforts taking basis in probabilistic deterioration and inspection performance models.

This new generic approach enables the application of RBI to integral structural systems. In the last phase of the research project it has thus been investigated how the generic approach to RBI can be applied to take into account the different types of functional and stochastic dependencies which are present in deteriorating systems. Special emphasis has thereby been given to the dependencies of the deterioration behavior at different points in the structure. Because these dependencies lead to a correlation in the deterioration size at the different locations, an inspection of one location provides information on the entire structure. The new generic approaches allow quantifying these effects [2].

[1] Straub, D. (2004), *Generic Approaches to Risk Based Inspection Planning for Steel Structures*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 284.

[2] Straub, D., Faber, M.H. *System Effects in Generic Risk Based Inspection Planning*. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Trans. ASME, Vol. 126, Is. 3.

Versagenskonsequenzen und Zuverlässigkeitsbasierte Akzeptanzkriterien für aussergewöhnliche Bauwerke

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber,
 Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: O. Kübler, M. Knobloch
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds,
 Bern.

Moderne Bauwerksnormen sind für gewöhnliche Bauwerke kalibriert worden, so dass ein adäquates und homogenes Sicherheitsniveau erreicht wird. Bauwerke, die ausserhalb des Anwendungsbereiches dieser Normen liegen, sind aussergewöhnliche Bauwerke; z.B. Hochhäuser mit einer hohen Konzentration an Unternehmen und nicht zuletzt Menschen.

Ein Versagen von solchen Bauwerken hat nicht nur für den Bauwerkseigentümer enorme Konsequenzen sondern auch für die Gesellschaft. Aufgrund dieser Konsequenzen bezüglich eines potentiellen Versagens kann sich das optimale Sicherheitsniveau signifikant von dem optimalen Niveau für gewöhnliche Bauwerke unterscheiden.

Trotz des untypischen Grundes, der am 11. September 2001 zum Einsturz der World Trade Center Türme führte, können Lehren aus dem Ereignis gezogen und die Bemessungsbasis für ähnliche zukünftige Gebäude kann verbessert werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Bewertung der tatsächlichen Versagenskonsequenzen gerichtet und beinhalten Folgekosten. Die Auswertung berücksichtigt Todesfälle wie auch die ökonomischen und materiellen Konsequenzen.

Consequence type	Scenario	
	Low	High
Rescue & clean-up	1.7	1.7
Property		19.2 19.2
WTC Twin Towers	4.7	
Other destroyed buildings	2.0	
Damaged buildings	4.3	
Inventory	5.2	
Infrastructure	3.0	
Fatalities		5.5 5.5
Environment & cultural assets		0.1 0.1
Impact to economy		9.1 66.2
Businesses	7.2	64.3
Infrastructure	0.7	0.7
Rents	1.2	1.2
Total		35.6 92.7

(in billion USD)

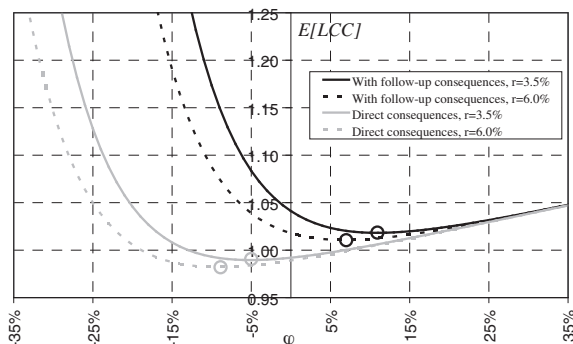
*Konsequenzen bezüglich des Einsturzes der WTC-Türme.
 Consequences associated to the failure of the WTC towers.*

Failure Consequences and Reliability Acceptance Criteria for Exceptional Building Structures

Modern codes for the design of structures have been calibrated for normal structures, i.e. such that structures achieve an adequate and homogeneous level of reliability. Structures, which are not normal fall beyond the application area of the design codes and may be seen as exceptional structures. One particular type of exceptional structure are building enterprises and not least people.

Failure of such structures may have enormous consequences not only for the owners of the buildings but also for the society in general. Due to the potential enormous consequences in case of failure, the optimal level of safety to be applied as basis for the design may differ significantly from the optimal level of safety for so-called ordinary structures.

Despite the atypical and senseless cause of the tragic collapse of the World Trade Centre buildings in New York City on September 11, 2001 it might be possible to learn something from the event whereby the design basis of similar future structures could be enhanced. Of special importance is the assessment of the actual consequences in case of failure including follow-up consequences. The evaluations include adverse effects due to the loss of lives, businesses interruption, and material losses.



*Einfluss der Folgekosten auf die optimale Tragwerksbemessung.
 Influence of follow-up consequences on the optimal structural design.*

Zuverlässigkeit von Holzkonstruktionen

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: J. Köhler
 Projektpartner: COST Action E24.

Die Basis für die Bemessung von Holzkonstruktionen beruht bei weitem nicht auf der gleichen rationalen Grundlage wie die Basis zur Bemessung von Stahl- und Betonkonstruktionen. Letztere ist begründet in den Entwicklungen, die in den letzten zwei Dekaden auf dem Gebiet der Zuverlässigkeitsmethoden gemacht wurden. Die neu entwickelten EUROCODES und mehrere nationale Bemessungsrichtlinien haben diese Methoden bei der Kalibrierung der partialen Sicherheits- und Lastkombinationsfaktoren verwendet. Konsistenterweise müssten diese Methoden auch als Basis für die Bemessung von Holzkonstruktion verwendet werden. Aus diesem Grund wurde von der Europäischen Union das COST Projekt E24 mit dem Titel *Zuverlässigkeit in Holzkonstruktionen* angeregt, welches nun nahezu drei Jahre läuft und bald abgeschlossen sein wird.

Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, eine operative Basis für die Zuverlässigkeitsanalyse von Holzkonstruktionen zu erarbeiten.

Die Ergebnisse des Projektes resultierten bis jetzt in einem Vorschlag für eine probabilistische Bemessungsgrundlage für den Entwurf von Holzbauwerken. Folgende Punkte sind enthalten:

- Modelle für die Materialeigenschaften von Vollholz und Holzwerkstoffen.
- Modelle für Grösseneffekte, Lasttypeffekte und Feuchteeffekte.
- Richtlinien für die Zuverlässigkeitsanalyse von Tragsystemen aus Holz.
- Modelle für Holzverbindungen.
- Modell für die Holzsortierung.

In den nächsten Monaten wird das Dokument zu einem Vorentwurf für den Probabilistischen Model Code für den Entwurf von Holzbauwerken fertig gestellt und publiziert.



Bei der Verarbeitung zu Baumaterial verändert das Material Holz im wesentlichem Masse seine Eigenschaften. Dieser Umstand wird bei der stochastischen Modellierung berücksichtigt.

By processing trees to building material, the main characteristics of wood material are affected drastically. This feature has to be considered in the stochastic models.

Reliability of Timber Structures

The basis for the design of timber structures has by far and large not achieved the same level of rationality as the basis for the design of steel and concrete structures. The basis for the design of steel and concrete structures takes basis in the developments achieved in the field of structural reliability methods over the last two decades. The newly developed EUROCODES and several national codes have utilized these methods when calibrating the partial safety factors and load combination factors. It would be fully consistent to use these methods also when considering the design of timber structures. As a consequence of this the European Community COST E24 action entitled *Reliability of Timber Structures* was initiated, an action that is now almost three years old and close to its finalization.

The aim of this research project is to establish an operational basis for reliability analysis of timber structures and subsequently reliability based code calibration for Load and Resistance Factor Design (LRFD) design codes for timber structures such that the level of structural reliability for timber structures is equivalent to the safety of concrete and steel structures.

The efforts of the project have by now resulted in a proposal for the *Probabilistic Model Code for the Design of Timber Structures* which in the present version contains the following articles:

- Models for the Material Properties of Solid Timber and for Timber Materials.
- Models for Size Effects, Load-Type Effects and Moisture Effects.
- Framework for System Reliability Analysis of Timber Structures.
- Models for Timber Connections.
- Model for Quality Control in Timber Structures.

The document will be completed and published as the preliminary draft of the *Probabilistic Model Code for the Design of Timber Structures* within the next few months.

Streuung der Betoneigenschaften im Bauteil

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiterin: V. Malioka
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern; EMPA, Dübendorf.

Betoneigenschaften, wie z.B. die Diffusionsfähigkeit, eine kritische Chloridkonzentration usw., zeigen eine räumliche Variabilität aufgrund der Veränderlichkeit der Serie und der Arbeitsausführung während der Herstellung eines Betonbaus. Daher sind Korrosionsinitiierung und -fortpflanzung räumlich veränderlich. Dies beeinflusst die strukturelle und gebrauchstaugliche Funktion der Struktur.

Über die letzten Jahrzehnte ist in der Forschung die Entwicklung von probabilistischen Modellen zur Voraussage der strukturellen Schäden hauptsächlich auf die Voraussage lokaler Schäden beschränkt geblieben. In diesem Projekt wird die räumliche Verteilung von Betoneigenschaften in der Schadensprognose berücksichtigt, indem Zufallsfelder eingeführt werden.

Aufgrund einer existierenden Messung wird eine Korrelationsanalyse ausgeführt, die ein Bauteil in kleinere, quadratische oder rechteckige Zonen aufteilt. In diesen Zonen werden in Zukunft Inspektionen durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse der Inspektionen wird die Wahrscheinlichkeit geschätzt, dass in einem gewissen Prozentsatz des Bauteils zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Schaden auftritt. [1]

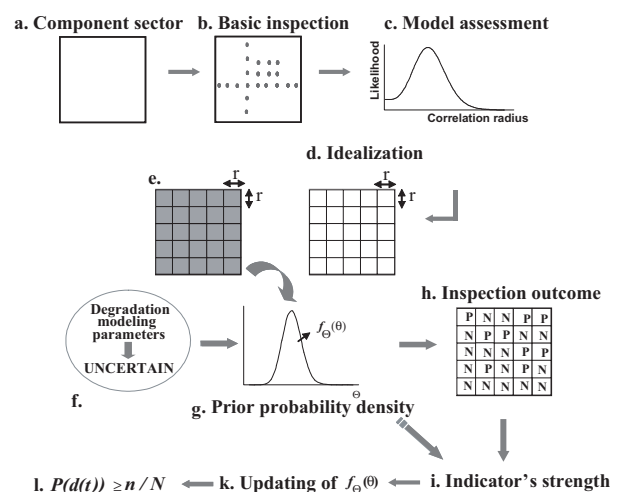
[1] Malioka, V., and Faber, M. H., *Modeling of the spatial variability for concrete structures*, Accepted for presentation at the Second International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'04, Kyoto, Japan, October 18-22, 2004.

Spatial Variability of Concrete Characteristics in Structural Elements

Concrete characteristics e.g. diffusivity, critical chloride concentration etc., exhibit a spatial variability due to the variability of batches and workmanship during the construction of a structure. Therefore corrosion initiation and propagation are spatially variable and thus the structural and serviceability performance of the structure are influenced accordingly.

Over the last decade research in the development of probabilistic models for predicting structural degradation has been mainly directed towards the prediction of localized degradation. In this project the spatial variability of concrete characteristics is taken into account in the prediction of degradation by introducing a random field approach.

Based on existing measurements a correlation analysis is carried out to divide a structural element into smaller zones, grid squares or orthogonal zones. These form the locations of future inspections, the indications of which are used further for assessing the probability that a certain percentage of the structure exhibits degradation at a specified point in time. [1]



Beurteilung räumlich verteilter Schädigungen. Framework of assessment of spatial degradation.

Restrisiken und Risiko-Akzeptanz bei aussergewöhnlichen Einwirkungen auf Infrastrukturbauten

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: M. Schubert, D. Straub
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern.

Für aussergewöhnliche Einwirkungen auf Bauwerke (darunter werden Naturgefahren wie Steinschlag, Murgänge, Lawinen etc., aber auch Anprall oder Explosionen verstanden) gibt es meist kein standardisiertes Bemessungsverfahren. Für solche Fälle ermöglicht die Risikoanalyse, Konzepte zum Schutz vor diesen Einwirkungen konsistent zu beurteilen. Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist, die Grundlagen zu erarbeiten, damit solche Risikoanalysen und -beurteilungen auf einer einheitlichen Basis erfolgen. Dieses Projekt soll zu einem Verfahren führen, welches einheitlich für alle Infrastrukturbauten im Strassenbereich angewandt werden kann.

Das Forschungsprojekt ist in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil befasst sich mit der Beschreibung einer Methodik für die Risikoanalyse bei aussergewöhnlichen Einwirkungen. Anhand konkreter Beispiele soll die Methodik erarbeitet werden, um danach für die verschiedenen Bauwerksklassen ein allgemein anwendbares Verfahren zu beschreiben. Dies beinhaltet eine probabilistische Beschreibung der aussergewöhnlichen Einwirkungen aber auch der Konsequenzen eines Schadensfalls, welche dann mit Hilfe der klassischen Methoden der Risikoanalyse quantitativ berücksichtigt werden.

Im zweiten Teil des Projektes werden die Grundlagen zur Beurteilung des berechneten Risikos und zur Festlegung des akzeptierbaren Risikos erarbeitet. Basierend auf der Entscheidungstheorie wird versucht, Kriterien für Risiko-Akzeptanz zu bestimmen, welche einerseits optimal und konsistent sind und andererseits in Übereinstimmung mit der gängigen Praxis stehen.

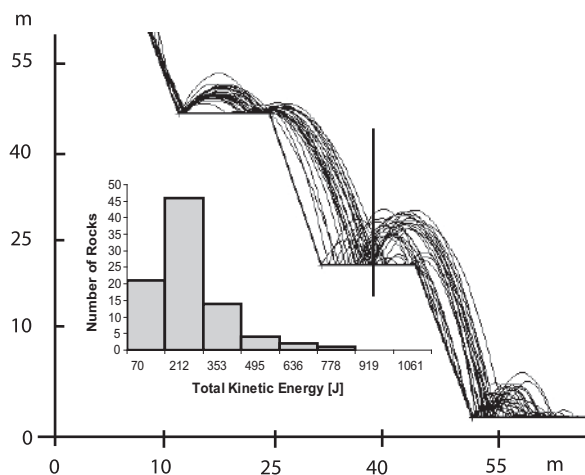
Darstellung möglicher Steinschlag-Trajektorien unter Berücksichtigung der Streuung der Eingangsparameter. Illustration of different rock-fall trajectories considering the scatter of the input parameters.

Residual Risks and Acceptance Criteria for Accidental Loading on Infrastructure Facilities

For accidental loading on structures (comprising natural hazards such as rock fall, debris flow, avalanches etc., and furthermore impact loads and explosion loads) there exist generally no standardized design procedures. Most of these loads are not (and cannot be) explicitly specified in current codes. Risk analysis methods facilitate the consistent evaluation of different protection measures against accidental loads. The aim of this research project is to provide a common basis for risk analyses and assessments. Such a basis will ensure that the procedures applied to evaluate protection measures are consistent within one project and between different projects.

The research project consists of two parts. The first part is concerned with the description of a methodology for risk analyses related to accidental loading. Using specific examples, the methodology will be developed and a generic procedure will be described for the different types of building classes. This includes a probabilistic modeling of both the accidental loads and the consequences related to the events. On this basis the risk can be assessed quantitatively using the tools of the risk analysis.

In the second part of the project, criteria for the determination of the acceptability of the calculated risks will be worked out, i.e. target reliabilities and risks will be determined for the different classes of loads and structures. The acceptance criteria are obtained from the application of decision theory in such a way that they are both optimal and consistent. It will furthermore be assured that the developed criteria are in agreement with current practice to the extent possible.



Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren

Projektleitung: Prof. M. H. Faber,
Prof. A. Dazio,
Dr. J. Laue (IGT),
Prof. H.-R. Schalcher (IBB),
Prof. A. Grün (IPF)

Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds,
Bern.

Effizientes Management und konsistente Quantifizierung der von Natur und Menschenhand verursachten Risiken werden zunehmend zum Anliegen der Gesellschaft. Nachhaltige und konsistente Entscheidungsfindung erfordert einen Rahmen für ein Risikomanagement, welches einen Vergleich der Risiken unterschiedlicher Naturgefahren, wie Erdbeben, Überschwemmung und Dürre, ermöglicht. Die Ergebnisse des Projektes werden nicht nur für Erdbebenrisiken, sondern auch für andere Arten von Risiken von Bedeutung sein.

Das Projekt ist in zwei Ebenen, in eine integrale, interdisziplinäre Ebene und in eine prozessorientierte Ebene gegliedert. Auf der integral formulierten Ebene wird das Problem im Rahmen der Bayes'schen Entscheidungstheorie formuliert, um eine generische und konsistente Basis für Quantifizierung und das Management der Erdbebenrisiken zu schaffen. Die prozessorientierten Teile des Projektes bilden die Bausteine zum Aufbau des theoretischen Rahmens des Risikomanagements.

Ein Kernpunkt der Vorgehensweise ist die Quantifizierung der Effekte von verschiedenen Typen von bestimmbarer Informationen auf das Risiko. Diese Indikatoren können unterschiedliche Charakteristiken haben und erfordern, dass verschiedene Fachkenntnisse ins Projekt integriert werden. Ein Beispiel für solch einen Indikator ist die Information über die Erdbebennorm, nach der die Bauwerke bemessen wurden. Zusätzlich hierzu werden auch für Bauwerksschäden bekannte Indikatoren, wie Verschiebung und Rissbildung herangezogen. Weitere Indikatoren sind die Charakteristiken des Bodens, die den Energiefluss vom Festgestein bis zum Baugrund bei einem Erdbeben implizit erfassen. Indikatoren, die das Gelände, die Bausubstanz und die Infrastruktur erfassen, hängen von der Verfügbarkeit von räumlichen Photogrammetriedaten ab.

Management of Earthquake Risks using Condition Indicators

Efficient management and consistent quantification of natural and man-made risks is increasingly becoming an issue of societal concern. Sustainable and consistent societal decision making requires that a framework for risk management is developed, which allows, at a fundamental level, for the comparison of risks from different natural hazards such as the risks due to earthquakes with risks due to flooding or due to draughts. The results of the project will not only be of significance for earthquake risk management but, due to its generic nature, be adaptable to other types of risks.

The project consists of two levels, an integral, interdisciplinary level and a process oriented level. At the integral level, the general problem is formulated within the framework of the Bayesian decision theory in a rather ambitious attempt to develop a generic and consistent basis for the quantification and management of earthquake risks. The process oriented parts aim to establish the building stones required to develop the risk management framework.

A key element in the pursued approach is the quantification of the effect of various types of determinable information (indicators) on the risks. These indicators may have very different characteristics and necessitate that different expertises are integrated into the project. An example of such an indicator is the information about the structural design codes applied for the design of structures. In addition, more traditional indicators in structures, such as deflections and cracks, will be utilized. Another group of indicators are the characteristics of the soil, implicitly describing the energy transfer from an earthquake from the bedrock to the soil surface. Other indicators are based on the availability of spatial data, describing the terrain, buildings and traffic networks.

[1] Bayraktarli, Y., Faber, M. H., Laue, J., Grün, A., Dazio, A., Schalcher, H.-R., Hollenstein, K. (2004). *Management of Earthquake Risks using Condition Indicators*, 14th International Conference on Engineering Surveying, 15.-19. March 2004, Zurich.

Erdbebenrisikomanagement unter Einbeziehung von Zustandsindikatoren

Theoretischer und methodischer Rahmen

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeitende: Dr. J. Ulfkjaer, Y. Bayraktarli
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds, Bern.

Dieses Teilprojekt des Forschungsvorhabens erarbeitet die theoretischen Grundlagen des Risikomanagements- und Entscheidungsunterstützungssystems vor, während und nach einem Erdbeben (siehe Abbildung).

Der fundamentale Forschungsteil beabsichtigt die Entwicklung einer generischen Methodik, die in unterschiedlichen Regionen Anwendung finden kann. Um das zu ermöglichen, wird die Konzeption von Zustandsindikatoren untersucht und weiterentwickelt.

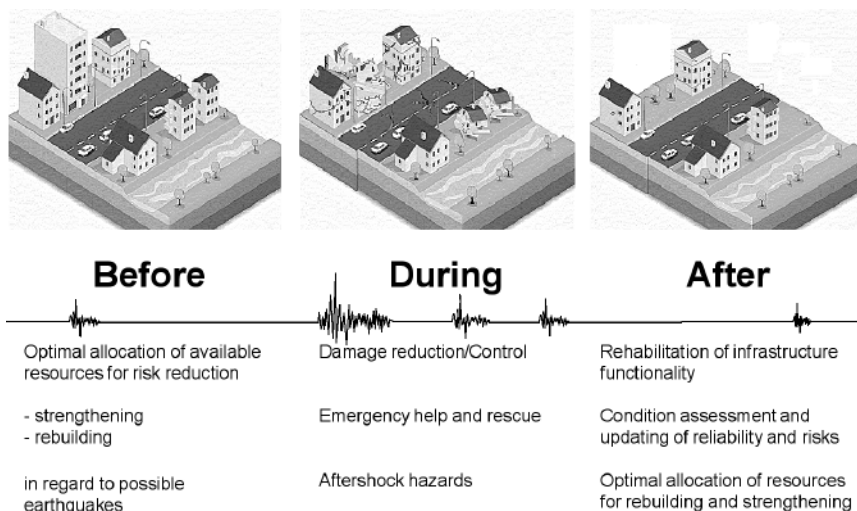
Der theoretische Rahmen für das Risikomanagement ist die Bayes'sche Entscheidungstheorie. Risiken werden mit Hilfe von Bayes'schen Probabilistischen Netzen unter Einbeziehung von Indikatoren quantifiziert. Die Entscheidungssituationen werden identifiziert und in der Weise formuliert, dass sie in der Entscheidungssituation *vor dem Erdbeben* dargestellt und bewertet werden können. Darüber hinaus werden die Entscheidungssituationen über preposteriori Analysen mit dem Ziel bewertet, inwieweit zusätzliche Informationen das Risiko effizient reduzieren können. Eine einheitliche Basis zur Erfassung der Unsicherheiten im Hinblick auf die Entscheidungssituationen wird entwickelt.

Management of Earthquake Risks using Condition Indicators

Theoretical and methodical framework

The project constitutes the fundamental research part of a larger project aiming to develop an earthquake risk management and decision support system, addressing the specific decision situations for the bodies responsible for a group of structures before, during and after an earthquake (see figure). The fundamental research part aims to establish a methodology of generic nature and may be assumed generally applicable to different regional characteristics. In order to achieve this, the concept of condition indicators will be investigated and further developed.

The theoretical framework for the risk management is the Bayesian decision theory. Risks will be quantified using Influence Diagrams or Bayesian Probabilistic Networks (BPN) utilizing indicators. As a first activity the decision problems for the three different decision situations are identified and formulated such that they may be represented and assessed individually in prior decision analysis for the purpose of identifying activities for efficient risk reduction. Furthermore they will be also assessed by means of preposterior decision analysis for the purpose of identifying how additional information may efficiently reduce the risks. A uniform basis for the representation of the uncertainties dominating the decision problems will be developed and specified.



Thematisches Netzwerk SAFERELNET

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: O. Kübler
 Projektpartner: Europäische Kommission,
 44 Partner aus 11 europ.
 Ländern.

SAFERELNET ist ein thematisches Netzwerk, das sich mit sicheren und kosteneffizienten Lösungen für industrielle Produkte befasst, Systeme, Anlagen und Bauwerke befasst. Des Weiteren fördert das Forschungsprojekt den Austausch zwischen den unterschiedlichen Wirtschaftszweigen, den europäischen Ländern und zwischen Wirtschaft und Forschung. SAFERELNET wird vom GROWTH-Programm der Europäischen Kommission gefördert und umfasst 44 Mitglieder aus 11 europäischen Ländern.

Ziel des Netzwerkes ist die integrierte Betrachtung der relevanten Aspekte von Bemessung, Produktion und Betrieb industrieller Produkte und Systeme. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Nutzung von zuverlässigkeitsbasierten Methoden für die optimale Bemessung von industriellen Produkten, Produktionsanlagen, industriellen Systemen und Bauwerken. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei das Finden von präskriptiven Sicherheitskriterien unter Berücksichtigung der ökonomischen Aspekte im Hinblick auf die damit verbundenen Kosten, den Unterhalt und die Verfügbarkeit von industriellen Systemen und Bauwerken. Die Methodik berücksichtigt die Analyse der Zuverlässigkeit von Systemen während des gesamten Lebenszyklus. Damit können Einflüsse z.B. von neuen Unterhalts- und Reparaturmassnahmen auf die Systemzuverlässigkeit, Lebenszykluskosten und Gebrauchstauglichkeit studiert werden.

Innerhalb des Europäischen Forschungsprojektes ist das IBK Taskleader von mehreren Aufgabenstellungen und ist Leiter des anspruchsvollen Arbeitspaketes 4 (Working Package 4/WP4). WP4 berücksichtigt die Integration von Risiko- und Zuverlässigkeitsformulierungen innerhalb einer konsistenten Methodik. Strukturelle Zuverlässigkeitsanalysen und quantitative Zuverlässigkeitsanalysen sollen zusammen mit menschlichen und organisatorischen Faktoren integriert werden. In Übereinstimmung mit der identifizierten Methodik zur integralen Risikobeurteilung wird ein Rahmen für Risikomanagement erarbeitet, der typische Risikobeurteilungsprobleme (Entscheidungsprobleme) berücksichtigt.

SAFERELNET Thematic Network

The SAFERELNET Thematic Network is concerned with providing safe and cost-effective solutions for industrial products, systems, facilities and structures across different industrial sectors, the European countries and between industry and research. SAFERELNET is funded by the GROWTH program of the European Commission and comprises 44 members from 11 European countries.

The scope of the network is the integrated treatment of the important aspects of design, production and operation of industrial products and systems. The main emphasis is on the use of reliability-based methods for the optimal design of products, production facilities, industrial systems and structures from the point of view of balancing the economic aspects associated with providing predefined safety levels, with the associated costs of maintenance and availability. The approaches include modeling the reliability of systems throughout their lifetime so as to be able to study the impact of new maintenance and repair schemes on system reliability, life cycle costs and serviceability. Methods for the assessment of existing structures and equipment will be addressed as well as approaches and criteria for extending the lifetime of products and industrial systems safety with adequate levels of reliability and availability.

Within this European research project, IBK is task leader of several tasks and is leading the challenging Working Package 4 (WP4), as well. WP4 considers the integration of risk and reliability formulations within a single consistent framework. Structural Reliability Analysis (SRA) and Quantitative Reliability Analysis (QRA) should be integrated together with human and organizational factors. In consistency with the identified approaches for integrated risk assessment a framework for risk management will be identified considering in a generic sense the typical risk assessment/decision problems as they occur in industrial applications.

Zustandsindikatoren für die Inspektions- und Unterhaltsplanung

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiterin: V. Malioka
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds, Bern.

Die Auswahl von kosteneffizienten, präventiven und notwendigen Unterhaltsmassnahmen basiert in der Regel auf Zustandsbeurteilungen, die aufgrund von Inspektionen, Tests und Beobachtungen gewonnen werden. Solche Zustandsbeurteilungen unterliegen grossen Unsicherheiten und sind im Allgemeinen nur Indikatoren für den Zustand der Konstruktion.

Schädigungen von Betonkonstruktionen treten in verschiedenen zeitlichen Phasen auf und führen daher zu unterschiedlichen Konsequenzen. Diese Phasen können mittels Inspektionen beobachtet und unterschieden werden. Die Kosteneffizienz des Unterhalts und der Reparaturen ist davon abhängig, wann und wie diese Massnahmen durchgeführt wurden.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Anwendung des Bayes'schen Ansatzes zur Qualitätskontrolle und zur Inspektions- und Unterhaltsplanung von Betonkonstruktionen basierend auf Zustandsindikatoren. Bis heute werden vorwiegend drei zerstörungsfreie Inspektionsmethoden angewandt: die Makrozell-Systeme, die Messung der Betonüberdeckung und die Bestimmung der Karbonisierungstiefe mittels Phenolphthalein. Zwei Eigenschaften charakterisieren die Bedeutung und die Beschaffenheit des Indikators: Erstens die Stärke des Indikators d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Schädigung des Bauteils erreicht ist, falls eine Inspektion eine positive oder negative Indikation angibt; Zweitens die Likelihood des Indikators d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass eine Inspektion eine positive oder negative Indikation angibt, in der Annahme dass das Betonbauwerk in einem bestimmten Zustand ist.

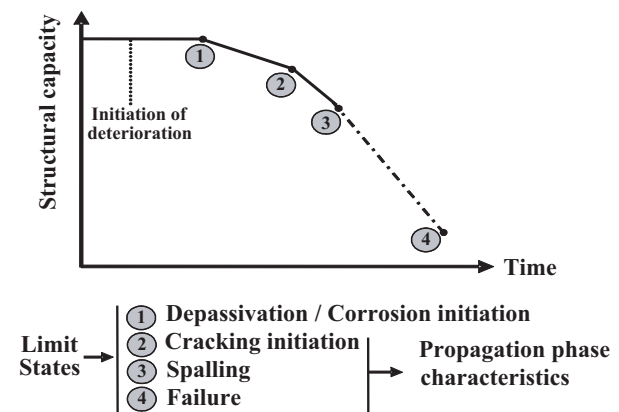
[1] Malioka, V., and Faber, M. H. *Condition indicators for inspection and maintenance planning*, Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 2, pp. 1101-1108, San Francisco, USA, July 6-9, 2003.

Condition Indicators for Inspection and Maintenance Planning

The selection of cost efficient preventive and essential maintenance measures is normally based on condition assessments achieved through inspections, tests and monitoring. Such condition assessments are subject to significant uncertainties and in general at best provide indications rather than observations about the structure's condition.

Deterioration of concrete structures occurs in a number of phases which are associated with different consequences and may be observed and differentiated by means of inspection. Furthermore the cost efficiency of maintenance and repair activities is highly dependent on when and how these are implemented.

The present work focuses on the use of a Bayesian approach in quality control, inspection and maintenance planning of concrete structures based on condition indicators. Focus has been given until now to three main NDE methods, namely macrocell systems, concrete cover depth and phenolphthalein measurements. Two features of the indicators, characterizing the relevance and the quality of the indicator as a means for condition control, have been studied, namely the strength of the indicator, i.e. the probability of the (adverse) structural state of interest conditional upon a positive or negative indication and the likelihood of the indicator, i.e. the probability of observing a positive or negative indication conditional on the (adverse) structural state of interest.



Schädigungsphasen von Betonbauten.
 Structural deterioration phases of concrete structures.

Naturgefahren im Alpenraum – das Alpine Valley Projekt

Projektleitung: Prof. Dr. E. Minor (VAW)
 Projektmanager: D. Straub
 Projektpartner: Professoren des Departements Bau und Umwelt, ETHZ, u. a. Prof. Dr. M. H. Faber, und Prof. T. Vogel.

Die Schweiz ist insbesondere in den Bergregionen verschiedensten Naturgefahren ausgesetzt. Die Beurteilung von Risiken im Zusammenhang mit diesen Gefahren verlangt nach einem interdisziplinären Ansatz, da viele der beteiligten Prozesse in unterschiedliche Fachbereiche fallen.

Das Alpine Valley Projekt wurde initiiert mit dem Ziel, verschiedene Forschungsrichtungen des Departements Bau, Umwelt und Geomatik an der ETH zusammenzubringen und damit die Forschung zum Thema Naturgefahren weiterzubringen. Basierend auf dem Studium eines repräsentativen Alpentals werden die Interaktionen zwischen den verschiedenen Prozessen identifiziert und erforscht. Das Projekt soll zu einer generischen Beschreibung eines Risiko-Assessments für Naturgefahren im alpinen Raum führen.

Die Untersuchungen an einem typischen Alpentale erlauben es, den Einfluss von Naturgefahren auf die Sicherheit von Personen und auf gesellschaftliche und ökonomische Werte zu beschreiben; es wird daher möglich sein, das Risiko integral zu bestimmen. Es wird erwartet, dass die Resultate dieses Projektes ein effektives Hilfsmittel für zukünftige Entscheidungen darstellen, welche in Bezug auf konkrete Schutzmassnahmen in Alpengebieten getroffen werden. Das Projekt soll aber auch die Identifizierung und Beurteilung von zukünftigen Forschungsvorhaben unterstützen.

Natural Hazards in an Alpine Valley

Switzerland is exposed to a variety of natural hazards, especially in its mountainous regions. The assessment of the risks related to these hazards demands for an interdisciplinary approach, as the processes involved typically fall into different research areas.

The Alpine Valley Project was initiated with the goal of concentrating the different research efforts within the Department of Civil, Environmental and Geomatic engineering of ETH (D-BAUG). Based on the study of a representative alpine valley, the contribution of the different processes to the total risk will be identified and the interrelation between the different processes will be studied. The project should result in a generic description of a risk assessment for natural hazards in an Alpine environment.

The study of a typical Alpine valley allows investigating the effect of natural hazards on the safety of people and on the social and economical assets. This facilitates the evaluation of an integral description of the risk and may thus serve as a strong tool for future decisions both in regard to possible mitigation actions for specific mountainous regions, but also for identifying future research needs related to natural hazard phenomena.



*Murgang in Fully, Kt. Wallis, am 14.10.2000.
 Debris flow in Fully, Switzerland, 14.10.2000.
 (Bundesamt für Wasser und Geologie).*

Internationales Forum für Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen (IFED)

Projektleitung: Prof. Dr. M.H. Faber.
 Projektpartner: Prof. Dr. M. A. Maes, Universität Calgary, Kanada;
 Prof. Dr. M. Stewart, Universität Newcastle, Australien;
 Prof. Dr. J. Kanda, Universität Tokyo, Japan;
 Prof. Dr. S. Reid, Universität Sydney, Australien.

Mit dem Ziel, die internationale Zusammenarbeit zwischen den hochrangigen Forschungsgruppen im Bereich *Risiko und Zuverlässigkeit im Bauingenieurwesen* zu festigen, wurde IFED gegründet.

Das Forum, dessen Vorsitz zur Zeit Prof. Dr. M.H. Faber führt, wurde von einem Konsortium bestehend aus fünf Hochschulen gegründet:

- Universität Calgary (CA)
- Universität Sydney (AU)
- Universität Tokyo (J)
- Universität Newcastle (AU)
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (CH)

Das IFED-Forum besteht aus den Mitgliedern des Konsortiums, sowie aus 16 international bekannten Experten aus dem Bereich der Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen.

IFED konzentriert seine Aktivitäten auf das Organisieren und Durchführen folgender Veranstaltungen:

- Workshops im Bereich der Entscheidungsfindung im Ingenieurwesen
- Zielorientierte Kurse und Sommerveranstaltungen im Bereich *Risiko und Zuverlässigkeit im Bauingenieurwesen*

IFED ist eine von anderen Vereinigungen vollständig unabhängige Non-Profit-Organisation. Das Leitbild des Forums sowie weitere Informationen sind unter www.ifed.ethz.ch verfügbar .

International Forum on Engineering Decision Making (IFED)

A new initiative to strengthen the international collaboration between high ranking research groups in the area of risk and reliability in civil engineering has recently been taken by the founding of IFED.

The forum which is presently chaired by Prof. Dr. M.H. Faber was founded by a consortium of five universities:

- The University of Calgary (CA)
- The University of Sydney (AU)
- The University of Tokyo (J)
- The University of Newcastle (AU)
- The Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich (CH)

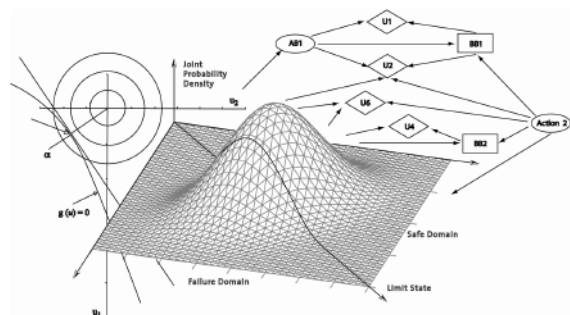
The purpose of the consortium is to establish and maintain the International Forum on Engineering Decision Making (IFED) in accordance with the mission statement, see www.ifed.ethz.ch.

The IFED forum consists of the consortium members as well as the members of a council consisting of 16 internationally recognized experts in the field of engineering decision making.

The activities of IFED are focused on two types of activities, namely to organize and conduct on an international basis:

- Workshops in the general area of engineering decision making
- Targeted courses and summer schools on risk and reliability in civil engineering

IFED functions as a non-profit organization completely independent from any organization or association other than the universities of the five consortium members.



Fachwerkträger aus Abkantprofilen

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: S. Blümel
 Projektpartner: Kommission für Technologie und Innovation (KTI), Bern; Müller Kaltbach Stahl- und Abkantwerk, Kaltbach; Basler & Hofmann AG, Zürich; EMPA, Dübendorf.

Durch den Einsatz von hochfesten, abgekanteten Blechen mit speziell an die statischen und konstruktiven Bedürfnisse angepassten Querschnittsformen können Fachwerke mit Spannweiten zwischen 40 und 100 Metern hergestellt werden, die gegenüber einer konventionellen Bauweise aus Walzprofilen markante Gewichtsreduktionen aufweisen. Für die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit solcher Fachwerke ist die konstruktive Ausbildung der Knoten entscheidend. Die dünnwandigen Querschnitte erfordern beim Nachweis des Tragwiderstandes die Berücksichtigung der Steifigkeit der Knotenbereiche und des lokalen Beulens. Die aus dieser Problematik entstandene Forschungsarbeit [1] hat zum Ziel, für verschiedene Stabquerschnitte geeignete Knotentypen zu entwerfen und experimentell abgesicherte Modelle zum Tragverhalten der Fachwerkträger insbesondere für den Knotenbereich zu entwickeln.

Als Resultat einer Vorstudie wurden die Untersuchungen auf zwei konstruktiv unterschiedliche Ausbildungsformen von Fachwerkträgern beschränkt. Bei einem ersten Fachwerktyp mit einem Hut-Profil für den Obergurt und C-Profilen für die Füllstäbe und den Untergurt stand das Tragverhalten der Druckdiagonalen in Abhängigkeit des Rotationsvermögens des Querschnittes und der gewählten Verbindungstechnik (geschraubt oder geschweisst) im Vordergrund. Für einen zweiten Fachwerktyp mit geschlossenen Pentagon-Profilen für die Gurtungen mussten Modelle zum Trag- und Verformungsverhalten im Knotenbereich unter Berücksichtigung der markanten Einflussparameter gefunden werden.

Die Tragmodelle wurden anhand von insgesamt sieben Versuchen an Fachwerksegmenten überprüft [2]. Die Versuchsergebnisse weisen eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsprognosen auf. Das Projekt zeigt das Einsparungspotential und die konstruktiven Freiheiten bei der zukünftigen Anwendung von Fachwerkträgern aus hochfesten Abkantprofilen.

[1] IBK Bericht Nr. 281, Dissertation, ISBN 3-7281-2926-7, Dezember 2003.

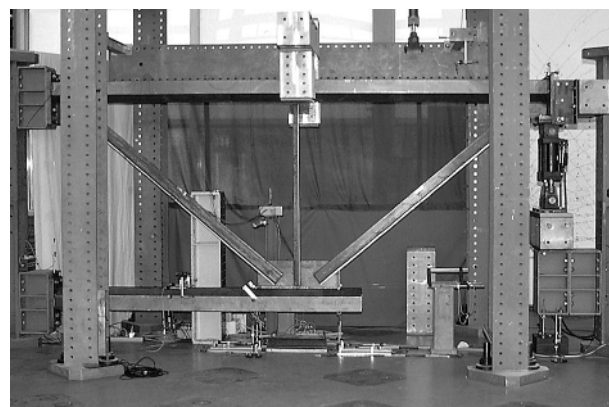
[2] IBK Bericht Nr. 261, ISBN 3-7643-6530-7, Dezember 2000.

Trusses made of Cold-Formed Sections

Trusses with a span of 40 to 100 meters made of high strength cold-formed steel sheets with cross-sections optimized according to statical and structural requirements show a considerable reduction of weight compared to trusses made of hot-rolled profiles. The design of the truss joints and reliable resistance models taking into account the stiffness of the truss joints and local buckling are decisive for the economy and safety of such trusses. The aim of the research project is therefore to develop suitable truss joints for typical cross sections of the truss members and to establish experimentally verified resistance models, in particular for the joint area [1].

A preliminary study allowed the tests to be limited to two different truss designs. In the first case, a hat profile was used for the top chord and a C-profile for the diagonals and the bottom chord. Special attention was paid to the resistance of the compressed diagonals and the influence of the rotational capacity of the cross-section and the joint type (bolted or welded). The second truss design with pentagonal profiles for both chords made it necessary to develop new calculation models for the resistance and deformation behaviour, taking into account all relevant influence parameters.

The resistance models were verified by means of seven tests with truss segments [2]. The experimental results and the theoretical prediction were in good agreement. The project reveals the potential and design possibilities to be exploited in future applications of trusses produced of high strength cold-formed steel sheets.



Versuch an einem Fachwerksegment aus dünnwandigen Abkantprofilen.

Test of a truss segment made of thin-walled cold-formed sections.

Erdbebenverhalten von mit Steko-Holzmodulen gebauten Wänden

Projektleitung: Dr. A. Steurer
 Mitarbeiter: Ch. Fuhrmann
 Projektpartner: Kommission für Technologie und Innovation (KTI) Bern; Steko Holz-Bausysteme AG, Uttwil; Fachhochschule Zürich, Hochschule für Technik Zürich.

Das von uns entwickelte Holz-Modul Steko bildet die Grundlage einer mittlerweile etablierten System-Bauweise, welche im In- und Ausland wachsenden Zuspruch beim Bau von Ein- und Mehrfamilienhäusern erfährt. Frühere Forschungsarbeiten zum Steko-Modul an der ETH Zürich befassten sich zur Hauptsache mit dem Tragverhalten von Wänden unter statischer Beanspruchung sowie dem Brandverhalten. Die zuverlässige Anwendung speziell im mehrgeschossigen Bau setzt daneben jedoch auch Kenntnisse zum Erdbebenverhalten voraus.

Das Forschungsprojekt soll experimentell abgesicherte Grundlagen schaffen, konstruktive Möglichkeiten zur Verbesserung des Erdbebenverhaltens zeigen und darauf abgestimmte Bemessungs- und Nachweisverfahren für die Praxis liefern.

Die theoretischen Untersuchungen werden durch Versuche überprüft und abgesichert. Das Verhalten von Steko-Wänden wird an Wandscheiben im Massstab 1:1 experimentell mittels zyklisch-statischer Beanspruchung untersucht. In insgesamt 25 Versuchen sind die folgenden Einflussgrößen geprüft worden: Anordnung und Grösse der Module, Verhältnis Länge zu Höhe der Wandscheibe, Normalkraftbeanspruchung, Holzart der Schwelle, Schwelle mit und ohne Vorholz und externe Zugverankerung der Wandscheibe.

Die Versuchsergebnisse weisen eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsprognosen auf: Die Steko-Wand verfügt insgesamt über eine grosse Verformungsfähigkeit. Die Last-Verformungshysterese zeigt allerdings eine ausgeprägte sog. *flag-shaped* Charakteristik, d.h. die Energiedissipation ist vergleichsweise klein. Die laufenden numerischen Untersuchungen zum seismischen Verhalten der Steko-Wand unter Einbezug des *flag-shaped* Effekts und der günstigen, selbst zentrierenden Fähigkeiten der Wand werden eine zuverlässige Bewertung ermöglichen.

*Deformation der Schwelle.
 Deformation of base plate.*

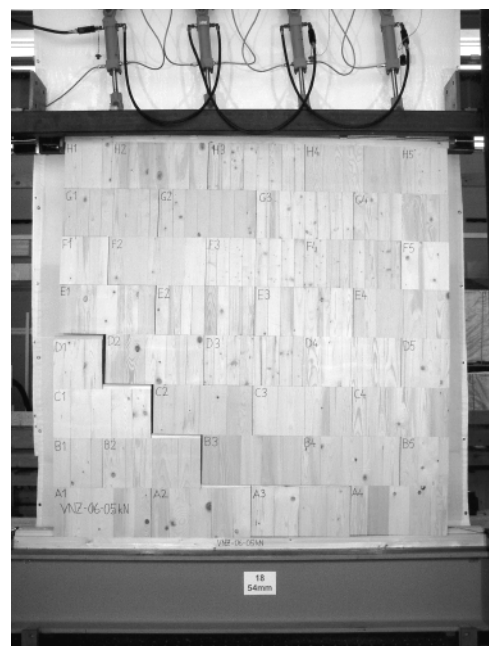
Seismic Behaviour of Steko Walls

Steko, a wooden brick-module developed at our institute, is the basis for a construction system that is increasingly popular for residential buildings both in Switzerland and abroad. Previous research on Steko modules concentrated mainly on the behaviour of walls subjected to static loads as well as to fire behaviour. The application of Steko to multistorey buildings further demands fundamental knowledge of their seismic behaviour.

It is the aim of this research project to develop models for the seismic resistance of Steko walls and to verify them by cyclic tests. New construction details will be developed to improve the seismic behaviour of such walls.

The theoretical investigations will be checked and verified by 25 full-scale tests. Cyclic loading using the following parameters are analysed: Position and size of the modules, length to height ratio of the wall, vertical load, kind of timber for the base plate, contact length of base plate and external tension anchorage.

Experimental results performed up to now and the theoretical predictions were in a good agreement: the Steko wall shows a beneficial ductile behaviour. However, due to its flag-shaped hysteric behaviour the absorbed energy is clearly lower than that of a comparable elasto-plastic system. The seismic response of the Steko wall, considering its flag-shaped hysteric structural behaviour with self-centring capability, will be investigated numerically.



Brandverhalten von gelochten Holzoberflächen

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: Dr. A. Frangi
 Projektpartner: BUWAL, Bern;
 Lignum, Zürich;
 Lignatur AG, Waldstatt.

Holzoberflächen mit Löchern und Schlitzern sind aus brandschutztechnischer Sicht ungünstig. Die Lochungen vergrössern die Feuerangriffsfläche mit der Folge, dass der Abbrand erhöht wird. Um genauere Kenntnisse über das Brandverhalten von Holzoberflächen mit Löchern und Schlitzern zu erhalten, wurden zwei unbelastete Deckenausschnitte aus Hohlkastenelementen mit Löchern bzw. Schlitzern und hinterlegten Schallabsorptionsplatten unter ISO-Normbrandeinwirkung untersucht [1]. Neben dem wissenschaftlichen Interesse am Abbrandverhalten gelochter Holzoberflächen können die Untersuchungen auch direkt umgesetzt werden, da solche Deckenelemente zur Lärminderung vielfältig eingesetzt werden. Vier verschiedene Akustik-Lochungen wurden bei einer Brandeinwirkung von 30 bzw. 60 Minuten untersucht. Als Einflussparameter wurden nicht nur die Grösse der Lochungen, sondern auch die Dicke der gelochten Holzlamelle variiert.

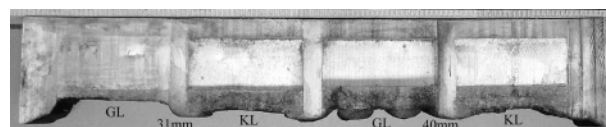
Die Untersuchungen zeigten, dass durch Auslegung einer genügenden Gesamtdicke der gelochten Holzlamelle und der hinterlegten Holzfaserplatten ein Durchbrand durch beide Schichten verhindert werden kann und damit die Hohlkastenräume vor der Brandeinwirkung geschützt werden (vgl. Bild). Da die Berechnung des Feuerwiderstandes von Holzkonstruktionen über die Bestimmung des Abbrandes erfolgt, ist der Einfluss der Lochungen auf die Abbrandgeschwindigkeit im Bereich der Hohlkastenstege von grossem Interesse. Zur Berechnung des Restquerschnittes der Holzstege wurde ein vereinfachtes Berechnungsmodell entwickelt, das zwei verschiedene Brandphasen berücksichtigt, und zwar vor bzw. nach dem Verbrennen der gelochten Holzlamelle.

[1] Frangi, A., und Fontana, M., *Untersuchungen zum Brandverhalten von Holzdecken aus Hohlkastenelementen*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 283, April 2004, 108 pp.

Fire Behaviour of Timber Surfaces with Perforations

Timber surfaces with perforations are unfavourable from a fire design point of view, since the perforations increase the surface area exposed to fire and facilitate an increased penetration of heat into the burning zone. This can lead to an increased burning rate in comparison to heavy timber surfaces. In order to enlarge the theoretical and experimental background of the fire behaviour of timber surfaces with perforations, a series of fire tests was performed at the Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA) in Dübendorf on timber assemblies made of hollow core elements with acoustic perforations and sound absorbers placed behind the perforated acoustic layer [1]. This type of element is commonly used to improve ceiling sound absorption. Four different acoustic configurations commonly used were studied under standard fire exposures of 30 and 60 minutes. As test parameters, the size of the acoustic perforations as well as the thickness of the perforated acoustic layer were varied.

The fire tests showed that fire penetration into the cavities of the hollow elements can be prevented, if the perforated acoustic layer and the sound absorbers placed behind it are sufficiently thick (see figure). The calculation of the fire resistance of timber constructions is based on the determination of the residual cross-section after the fire exposure. Thus, a simplified calculation model was developed and compared to the test results. The model takes into account two different charring phases, before and after the perforated acoustic layer is completely charred. For simplicity, linear relationships are assumed between charring depth and time for each phase. When verifying the simplified calculation model, good agreement between fire test results and the design method was observed.



Restquerschnitt nach 30 Min. Brandeinwirkung.
 Residual cross-section after 30 min. fire exposure.

Beurteilung der Brandsicherheit von Wohnbauten mit Bayes'schen Netzen

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: T. Maag
 Projektpartner: Kantonale Gebäudeversicherungen.

Die Arbeit stellt die Entwicklung eines Modells zur Ermittlung und Beurteilung der Personensicherheit von Wohnbauten im Brandfall vor. Basierend auf einem Bayes'schen Netz wird das Risiko, dass Benutzer von Wohnbauten im Brandfall das Leben verlieren, als erwartete Anzahl Tote pro 100 Mio. Stunden Gebäudenutzung (Fatal Accident Rate) ermittelt. Anhand von entsprechend gewählten Akzeptanzkriterien wird anschliessend die Personensicherheit des Gebäudes beurteilt. Die Akzeptanzkriterien richten sich nach dem ALARP-Prinzip. Danach wird postuliert, dass das Risiko unter Anwendung brandschutztechnischer Massnahmen so gering wie möglich sein soll (as low as reasonably possible).

Die Fatal Accident Rate ist eine Funktion der Wahrscheinlichkeit, im Brandfall zu sterben. Diese Wahrscheinlichkeit wird mit Hilfe eines Bayes'schen Netzes ermittelt. Technische und bauliche Brandschutzmassnahmen werden ebenso berücksichtigt wie der Einfluss von Feuerwehr und Gebäudebenutzer auf die Brandentwicklung und die Brandausbreitung.

Zur Definition des Bayes'schen Netzes und der Akzeptanzkriterien wurden mit Hilfe kantonaler Gebäudeversicherungen und der Polizei statistische Untersuchungen von Gebäudebränden in den Kantonen Bern und Zürich durchgeführt. Mit statistischen, probabilistischen oder experimentellen Untersuchungen und Expertenwissen kann so jeder im Zusammenhang mit der Brandsicherheit von Wohnbauten stehende Einfluss oder Aspekt auf rationaler Grundlage beurteilt werden [1].

Das Bayes'sche Netz lässt sich mit Learning-Technologien laufend auf dem aktuellen Stand des Wissens halten. Das Risikomodell entspricht so den aktuellen Brandsicherheitsinformationen und bleibt stets rational begründbar.

[1] Maag, T., *Risikobasierte Beurteilung der Personensicherheit von Wohnbauten im Brandfall unter Verwendung von Bayes'schen Netzen*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 282, März 2004, 175 pp.

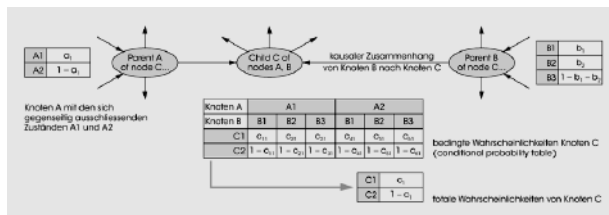
Fire Risk Assessment of Residential Buildings Based on Bayesian Networks

The aim of the work is the development of a methodology to assess the risk of fire fatality in residential buildings. It uses a Bayesian network, which determines risk as the expected number of fatalities per 100 million hours of exposure to a building (fatal accident rate). The acceptance criteria are those determined according to the ALARP approach, which takes the view that a building's fire risk should be rendered as low as reasonably possible through fire safety measures.

The fatal accident rate is a function of the probability of fire fatality. This probability is determined according to a Bayesian network. Here technical and structural fire protection measures were also taken into account, as was the influence of fire brigade and resident behaviour on the development and spread of fire.

With the support of cantonal fire insurers and police departments, detailed statistical surveys of residential building fires in the cantons of Bern and Zurich were undertaken. With the statistical, probabilistic or experimental investigations and expert knowledge every influence on or aspect of residential building fire safety can be evaluated on a rational basis [1].

The Bayesian network can also be continuously updated using learning technologies. Thus the risk assessment of this model remains rationally based, and always corresponds to the latest fire safety information.



Elemente eines Bayes'schen Netzes. Basic Elements of a Bayesian Network.

Trag- und Verformungsverhalten von teilverdübelt Verbundträgern mit neuartigen Verbundmitteln

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: R. Bärtschi
 Projektpartner: Hilti AG, Schaan (FL).

Verbundträger mit teilweise Verbund werden im Hochbau häufig verwendet. Art und Anzahl der Schubverbinder haben einen entscheidenden Einfluss auf das Trag- und Verformungsverhalten sowie die Wirtschaftlichkeit von Verbundträgern. Unterhalb eines gewissen Teilverdübelsgrades kann es zu sprödem, vorzeitigem Versagen kommen. Dieser minimale Teilverdübelsgrad hängt hauptsächlich vom Duktilitätsbedarf des statischen Systems und vom Last-Schlupf-Verhalten der verwendeten Schubverbinder ab. Die in den heutigen Normen angegebenen Werte für den minimalen Teilverdübelsgrad basieren auf dem Last-Verformungsverhalten des in den meisten Fällen verwendeten Kopfbolzendübels. In speziellen Fällen können jedoch auch alternative Verbundsysteme zur Anwendung kommen. Diese Verbundmittel weisen zum Teil ein Last-Schlupf-Verhalten auf, welches beträchtlich von demjenigen eines Kopfbolzendübels abweicht.

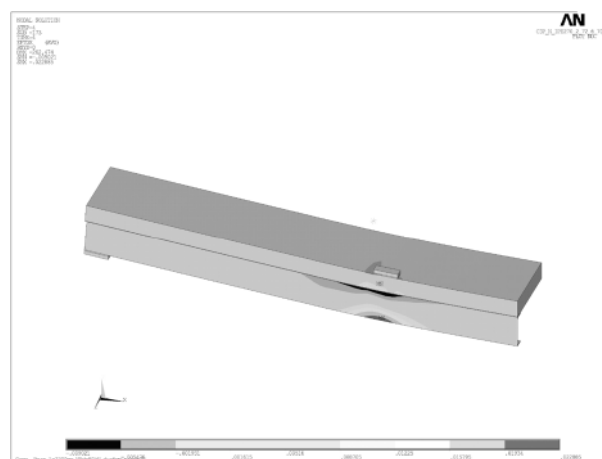
Für Verbundträger mit alternativen Verbundmitteln sind somit andere Bemessungskriterien notwendig als für Verbundträger mit Kopfbolzendübels.

Auf der Basis von umfangreichen experimentellen und numerischen Untersuchungen, welche am IBK durchgeführt wurden, werden die bestehenden Bemessungsregeln für Verbundträger hinsichtlich ihrer Verwendung für Verbundträger mit alternativen Verbundmitteln überprüft. Die Resultate der numerischen Parameterstudien erlauben die Definition verallgemeinerter Bemessungsregeln, welche auch den Duktilitätsbedarf des Verbundträgers und die tatsächliche Verformungskapazität der Verbundmittel berücksichtigen.

Load-bearing Behaviour of Composite Beams in Partial Shear Connection with novel Shear Connectors

Composite beams with partial shear connection are widely used for buildings. The type and the number of shear connectors between the concrete slab and the steel beam decisively influence the load-bearing behaviour and the economical performance of the composite beam. Below a certain degree of partial shear connection brittle, premature failure may occur. This lower limit for the degree of partial shear connection essentially depends on the ductility demand of the structural system and on the load-deformation behaviour of the shear connectors used. The values for the minimum degree of partial shear connection given in today's standards are based on the load-bearing behaviour of the most commonly used welded headed studs. In special cases alternative connector systems are used as well. These connector systems exhibit load-bearing behaviours and deformation capacities which are considerably different from the one of a headed stud.

Based on extensive experimental and numerical investigations performed at the Institute of Structural Engineering (IBK) the existing design rules are verified concerning their application for composite beams with alternative shear connectors. The results of the parametric numerical investigations allow to define more generalized design rules which take into account the ductility requirement of the composite beam and the actual load-bearing behaviour and deformation capacity of the shear connectors used.



FEM-Modell für das Tragverhalten von teilverdübelt Verbundträgern.

FEM-Model for the load-bearing behaviour of composite beams in partial shear connection.

Vorgespannte Holz-Beton-Verbunddecken

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: Dr. A. Mischler, R. Bärtschi
 Projektpartner: Kommission für Technologie und Innovation (KTI), Bern; Fachhochschule Aargau, Windisch; Wey Element AG, Villmergen.

Reine Holzdecken weisen oft Probleme im Bereich der Steifigkeit, des Brand- und Schallschutzes sowie des Tragwiderstandes auf. Verbunddecken bestehend aus einer Betonplatte und darunter liegenden Holzträgern weisen eine höhere Steifigkeit und bessere bauphysikalische Eigenschaften auf. Der Tragwiderstand dieser Holz-Beton-Verbunddecken wird jedoch durch die Zugfestigkeit des Holzes limitiert. Zudem werden mit diesem System bei der Dimensionierung von weit gespannten Decken die Verformungen massgebend.

Eine Vorspannung des Verbundträgers erhöht den Tragwiderstand und bewirkt eine Überhöhung des Trägers. Dies erlaubt die Dimensionierung sehr schlanker Bauteile. Die durchgeführten Versuche haben jedoch gezeigt, dass bei derartigen vorgespannten Holz-Beton-Verbunddecken häufig die Schwingungen massgebendes Bemessungskriterium werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden zum einen Anforderungen an Geschossdecken bezüglich Schwingungen erarbeitet. Zum anderen wird das Trag-, Verformungs- und Schwingungsverhalten von vorgespannten Holz-Beton-Verbunddecken untersucht.



*Vorgespanntes Holz-Beton-Verbund-Deckenelement.
 Prestressed timber-concrete composite beam.*

Prestressed Timber-Concrete Composite Floors

Pure timber floors often have deficiencies concerning stiffness, fire resistance, noise protection and static resistance. Composite floors made of a concrete slab and timber beams underneath exhibit a higher stiffness and better performance in fire and noise protection. However, the bearing resistance of composite floors is limited by the tensile strength of timber. Further more, deflections are a decisive design parameter for wide-spanned timber-concrete composite floors.

Post-tensioning of the composite beam increases the load-bearing resistance and allows pre-cambering of the beam. Thus, very slender members can be designed. However, tests performed at our institute show that for such composite beam elements vibrations often govern the design for floors in buildings.

On the one hand, the vibration limits for composite floors in buildings are investigated within this research project. On the other hand, the load-carrying behaviour and the dynamic behaviour of prestressed timber-concrete composite floors are investigated.



*Detail: Stirnplatte zur Übertragung der Vorspannkräfte zwischen Spannglied und Holzträger.
 Detail: Steel plate for the load transfer between prestressing tendon and timber beam.*

Tragverhalten dünnwandiger Stahlquerschnitte bei erhöhten Temperaturen

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

Erkenntnisse über das Brandverhalten von Stahlelementen sind für deren wirtschaftlichen und sicheren Einsatz in Gebäuden unabdingbar. Ungeschützte Stahlbauteile besitzen eine hohe Wärmeleitfähigkeit und eine vergleichsweise geringe Masigkeit und erwärmen sich daher im Brandfall schnell. Festigkeit und Steifigkeit von Stahl nehmen bei erhöhten Temperaturen deutlich ab.

Die Nachweise des Feuerwiderstandes von tragenden Bauteilen berücksichtigen meist temperaturabhängige Materialeigenschaften, verwenden jedoch dieselben Nachweisformeln wie bei Raumtemperatur. Die Klasseneinteilung im Brandfall ist oftmals mit der Einteilung bei Raumtemperatur identisch. Der Tragwiderstand kann entsprechend der Klassenzugehörigkeit auch im Brandfall mit den bekannten Verfahren Plastisch-Plastisch, Elastisch-Plastisch und Elastisch-Elastisch und der Methode der wirksamen Breiten für dünnwandige Querschnitte berechnet werden. Forschungsergebnisse belegen, dass die Bemessungsmethoden des Kaltzustandes im Brandfall nicht durch einfache Adaption der mechanischen Materialkennwerte erfolgen können.

Die Traglastreduzierung infolge des Beulens und die Traglaststeigerung aufgrund von Plastifizierungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Tragfähigkeit aller Stahlquerschnitte im Brandfall. Infolge der grösseren Dehnungen im Brandfall und dem nichtlinearen Materialverhalten von Stahl bei erhöhten Temperaturen ist ein deutlicher Beuleinfluss auch für kleine Platten-schlankheiten feststellbar. Grosse Dehnungen und Plastifizierungen führen jedoch auch zu einer Erhöhung der Querschnittstragfähigkeit.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein neuartiges Berechnungsverfahren auf der Basis von dehnungsorientierten wirksamen Breiten im plastischen Zustand entwickelt. Das Berechnungsverfahren berücksichtigt das temperatur- und dehnungsabhängige nichtlineare Materialverhalten und liefert sichere und zugleich wirtschaftliche Bemessungsergebnisse.

Behavior of Thin-Walled Steel Sections at Elevated Temperatures

Knowledge about their fire behaviour is essential for a safe and economic use of steel sections in buildings. Unprotected steel structures heat up quickly in case of fire because of their high section factors A/V and the high thermal conductivity of steel. Due to the elevated temperatures in fire, the strength and stiffness of steel decreases rapidly.

The most commonly used design methods to calculate fire resistance of steel members consider uniform temperature-dependent material properties but the same resistance formulas as for ambient temperature design. Although the effective yield strength at elevated temperatures is reached for large, nonreversible strains, the cross-sections are (as a simplification) often classified as for room temperature design. Furthermore, local buckling behaviour and the effective width method to account for the decrease of the load-carrying capacity are considered to be unchanged. Results from the research and a review of the procedure included in the standards indicate that design methods for room temperature cannot be adapted by only changing the material properties.

Local buckling and additional capacity resulting from plastic cross-sectional behavior have a strong influence on the resistance of all steel sections (thin-walled and compact cross-sections) subjected to fire. Local buckling of steel members occurs at lower geometrical slenderness ratios in fire than for room temperature, due to large strains required because of the distinct nonlinear material behavior of steel at elevated temperatures. However, large strains and plastifications leads to a distinct increase of the cross-sectional capacity.

Based on a strain-based formulation for effective widths considering plastic stress distribution and strain- and temperature-dependent nonlinear material behaviour a proposal for a structural model for steel sections in bending and compression is developed. The proposal is in good agreement with results found with the finite element method and provides safe and economic results.

Brandverhalten von zusammengesetzten Holzwandkonstruktionen

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeitende: Dr. A. Frangi, V. Schleifer
 Projektpartner: BUWAL, Bern;
 Lignum Schweizerische
 Holzwirtschaftskonferenz,
 Zürich.

Die Brandschutzvorschriften in der Schweiz erlauben die Verwendung von brennbaren Materialien nur bis zu einer Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten. Im Jahr 2005 wird eine Revision der derzeit gültigen Brandschutzvorschriften in Kraft treten. Mit dieser Revision wird es dann möglich sein Holz auch in der Feuerwiderstandsklasse von 60 Minuten anzuwenden. Durch diese Erweiterung der Vorschriften öffnen sich neue Märkte für den Holzbau im Bereich der mehrgeschossigen Bauten.

Ziel des Forschungsprojekts ist, die theoretischen und experimentellen Grundlagen des Brandverhaltens von zusammengesetzten Holzwandkonstruktionen zu erweitern. Diese Konstruktionen bestehen aus Vollholzquerschnitten (Ständer) und Bekleidungen wie Gipsplatten oder Holzwerkstoffplatten oder einer Kombination aus beiden. Der Hohlraum wird mit oder ohne Hohlraumdämmung ausgeführt, die aus Stein- oder Glaswolle bzw. Holzfaserplatten besteht.

Im Rahmen dieses Projekts wird ein umfangreiches Versuchsprogramm erstellt, um den Einfluss verschiedener Parameter (verwendetes Material, Bekleidungsstärke, ein- oder mehrlagige Bekleidung, Position und Kombination der Bekleidung, Hohlraumdämmung) auf das Brandverhalten der Konstruktionen zu untersuchen. Alle Brandversuche werden an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) in Dübendorf unter ISO-Normbrandeinwirkung durchgeführt.

Mit den Ergebnissen dieses Forschungsprojekts soll die SIA-Dokumentation 83, die im Allgemeinen in der Schweiz zur Berechnung von Holzkonstruktionen herangezogen wird, an die neuen Vorschriften angepasst werden. Weiterhin sollen die Ergebnisse für eine Überprüfung der Bemessungsmethode nach dem Eurocode 5, Teil 1-2 verwendet werden.

*Brandversuch mit Gipsplatten.
 Fire test with gypsum plasterboard.*

Fire Behaviour of Light Timber Frame Wall Assemblies

The Swiss fire regulations allow the use of combustible materials only for a fire resistance of up to 30 minutes. With the revision of the present fire regulations planned in the next year the fire authorities consider to allow the use of timber also for the fire resistance class of 60 minutes. This will then lead to new markets for timber in multi-storey buildings.

The aim of the research project is to enlarge the theoretical and experimental background of the fire behaviour of light timber frame wall assemblies. The assemblies considered consist of solid timber members (studs) and linings of gypsum plasterboards or wood based panels (or combinations), with or without cavity insulation made of rock, glass or wood fibre.

An extensive testing program is planned to study the influence of different parameters (material used, thickness of the linings, single or multiple linings, position and combination of linings, cavity insulation) on the fire behaviour of the assemblies. All fire tests will be performed at the Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA) in Dübendorf using ISO-fire exposure.

The results of the research project should permit the revision of the SIA-Dokumentation 83, commonly used in Switzerland for fire resistance calculations of timber structures, and to check the design methods given in Eurocode 5, part 1-2.



Feuerwiderstand von Verbindungen im Ingenieurholzbau

Projektleitung: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: Dr. A. Mischler, Dr. A. Frangi,
 B. Schuppisser, H. P. Arm
 Projektpartner: BUWAL, Bern;
 Lignum Schweizerische
 Holzwirtschaftskonferenz,
 Zürich.

Nach dem Inkrafttreten der revidierten Brandschutzvorschriften im Jahre 2005 wird es möglich sein, Holzkonstruktionen auch in der Feuerwiderstandsklasse 60 anzuwenden. Die heutigen Bemessungsregeln für Holzverbindungen sind jedoch nur für eine Feuerwiderstandsdauer von bis zu 30 Minuten gültig.

Das Forschungsvorhaben soll die bestehenden theoretischen und experimentellen Grundlagen des Brandverhaltens von Verbindungen des modernen Ingenieurholzbaus erweitern. Hauptsächlich werden mehrschnittige Stahl-Holz-Verbindungen mit Stabdübeln und innen liegenden Knotenblechen untersucht. Diese Verbindungsart weist einen hohen Kaltragwiderstand auf und die Stahlteile sind durch das Holz vor dem Feuer geschützt, so dass auch ein hoher Feuerwiderstand erreicht werden kann.

Im experimentellen Teil des Projekts wurden sowohl der Tragwiderstand unter Raumtemperatur als auch die Feuerwiderstandsdauer unter ISO-Normbrandeinwirkung ermittelt.

Aufgrund der Versuchsergebnisse werden die bestehenden Nachweismethoden auf ihre Eignung für Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten überprüft. Zudem müssen neue Nachweisverfahren für Verbindungen im Brandfall für Feuerwiderstände bis 60 Minuten erarbeitet und validiert werden. Die angepassten Bemessungsregeln sollen in einer überarbeiteten SIA-Dokumentation 83 publiziert werden.

*Mehrschnittige Stahl-Holz-Verbindung mit Stabdübeln
 im Brandversuch.
 Multiple shear steel-to-timber connection during the
 fire test.*

Fire Resistance Connections in Structural Timber Engineering

With the revision of the present fire regulations in the year 2005 the fire authorities consider to allow the use of timber constructions also for the fire resistance of 60 minutes. However, the existing fire design rules for timber connections are only valid for fire resistances up to 30 minutes.

The research project aims to enlarge the theoretical and experimental background of the fire behaviour of connections used in modern structural timber engineering. Mainly, multiple shear steel-to-timber connections with dowels and slotted-in steel plates are studied. Apart from a high load-carrying capacity, the advantage of this connection type is the protection of the steel members against the fire. Therefore, a high fire resistance may be achieved.

The load-carrying capacity at room temperature as well as the fire resistance of the connections subjected to ISO-fire exposure was tested within this research project.

The application of the existing design rules for a fire resistance of 60 minutes will be checked based on the results of the experimental tests. Furthermore, new design models for timber connections with fire resistances of 60 minutes have to be developed and validated. The design models should be published in a revised SIA-Dokumentation 83.



Verträglichkeitsmethode zur Bemessung von Stahlbetonplatten auf Tragsicherheit

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: M. Monotti
 Projektpartner: ETH Zürich;
 Cemsuisse, Bern.

Bei der Untersuchung von Platten nach der Plastizitätstheorie unterscheidet man ein Vorgehen nach der statischen und nach der kinematischen Methode. Mit dem vorliegenden Projekt wird eine Vereinigung der beiden Vorgehensweisen angestrebt [1].

Die statische Methode erfasst den Kraftfluss in einer Platte mit verteilten oder konzentrierten Querkräften. Die beiden Tragwirkungen entsprechen einer Verallgemeinerung der Streifenmethode von Hillerborg bzw. der Randbedingung von Thomson und Tait.

Die kinematische Methode geht von Fließgelenklinienmechanismen aus. Die Berechnungen werden entweder mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Arbeiten oder anhand von Johansens Gleichgewichtsmethode durchgeführt.

Die Verträglichkeitsmethode geht analog zur Kapazitätsbemessung erdbebengefährdeter Tragwerke von einem festgelegten Kollapsmechanismus der Platte aus. Durch lokale Verstärkungen der unteren oder der oberen Plattenbewehrung wird erzwungen, dass sich in den einzelnen Plattensegmenten ein mit dem angenommenen Kollapsmechanismus verträglicher Spannungszustand einstellen kann.

Compatibility Limit Design of Reinforced Concrete Slabs

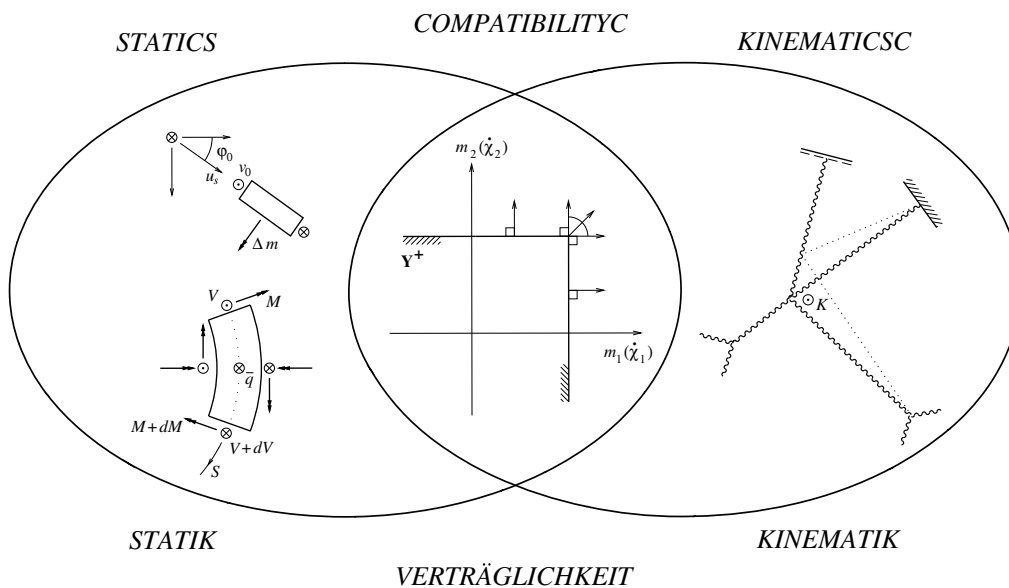
The investigation of reinforced concrete slabs according to the theory of plasticity is normally based either on the static or the kinematic method. The present project aims at a unification of the two approaches [1].

According to the static method the load transfer in slabs involves distributed as well as concentrated shear forces. The two load transfer mechanisms correspond to generalisations of Hillerborg's strip method and Thomson's and Tait's boundary condition, respectively.

Starting from yield line mechanisms the calculations according to the kinematic method are based either on the principle of virtual work or on Johansen's equilibrium method.

Similar to the capacity method of seismic design the compatibility limit design method of slabs starts from a fixed collapse mechanism. By strengthening the bottom or the top reinforcement locally it is ensured that stress states within the different slab segments exist that are compatible with the assumed collapse mechanism.

[1] Monotti, M., *Reinforced Concrete Slabs – Compatibility Limit Design*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 288, vdf Hochschulverlag AG, Zürich, Sept. 2004, 90 pp.



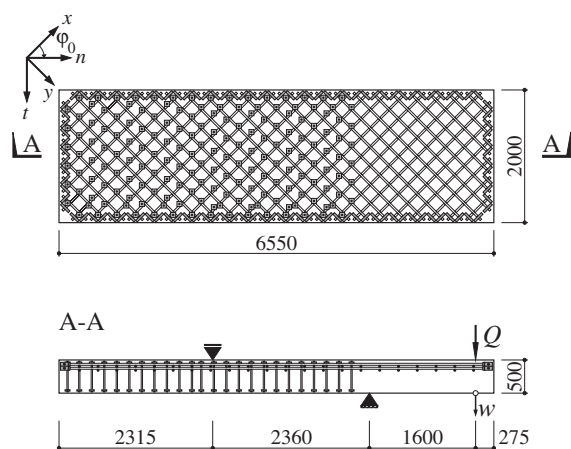
Schubtragfähigkeit und Verformungsvermögen von Stahlbetonplatten

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: T. Jäger
 Projektpartner: ETH Zürich;
 Cemsuisse, Bern.

Das Tragverhalten von Stahlbetonplatten wird massgeblich durch die Abweichung der Hauptquerkraft- und Hauptmomentenrichtungen von den Bewehrungsrichtungen beeinflusst. Mit dem vorliegenden Projekt werden diese Einflüsse auf die Schubtragfähigkeit und das Verformungsvermögen von Platten mit und ohne Bügelbewehrung untersucht.

Insgesamt wurden 28 Bruchversuche an 14 Stahlbetonplatten mit Dicken von 200 mm und 500 mm durchgeführt [1]. Während bei den Versuchen ohne Bügelbewehrung ein spröder Schubbruch beobachtet wurde, konnte bereits mit einer minimalen Bügelbewehrung ein duktiles Biegeversagen erzwungen werden. Ferner führte eine von den Bewehrungsrichtungen abweichende Hauptquerkraft- und Hauptmomentenrichtung zu einem weicheren Verhalten und einer signifikanten Vergrößerung der Rissbreiten.

Mit den weiteren Arbeiten soll das Sandwichmodell unter Berücksichtigung von bruchmechanischen und plastizitätstheoretischen Aspekten erweitert und anhand der abgeschlossenen Bruchversuche kalibriert werden.



Bewehrung der Platte B1 (Abmessungen in mm).
 Reinforcement of specimen B1 (Dimensions in mm).

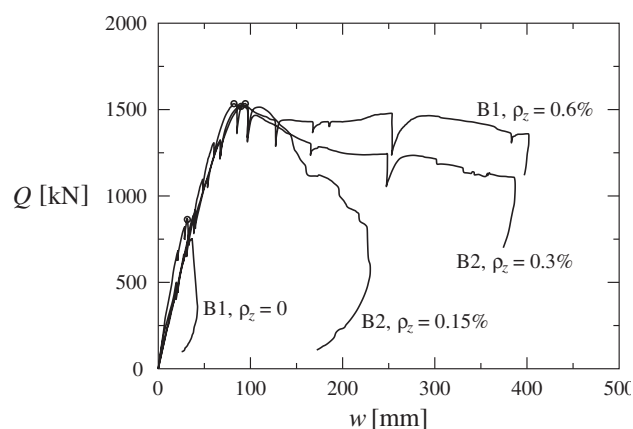
Shear Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Slabs

The load-deformation response of reinforced concrete slabs depends on the angle between the in-plane reinforcement and the principal shear and moment directions. This project aims at investigating these influences both for slabs with and without transverse reinforcement.

A total of 28 tests to failure were performed, using 14 slab specimens with thicknesses of 200 mm and 500 mm [1]. While the specimens without transverse reinforcement exhibited a brittle shear failure, ductile flexural failures were observed for all specimens containing transverse reinforcement. Deviations of the principal shear and moment directions from the in-plane reinforcement directions resulted in a softer response and significantly wider cracks.

Currently, the sandwich model for reinforced concrete slabs is extended and calibrated, based on fracture mechanics and plasticity theory considerations and using the information gained from the described large-scale experiments.

[1] Jaeger, T., *Shear Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Slabs*, Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, München, Sept. 19-21, 2002, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, V. 1, pp. 280-286.



Einfluss verschiedener Bügelbewehrungsgehalte.
 Influence of transverse reinforcement ratio.

Tragverhalten und Bemessung von Stahlbetonvortriebsrohren

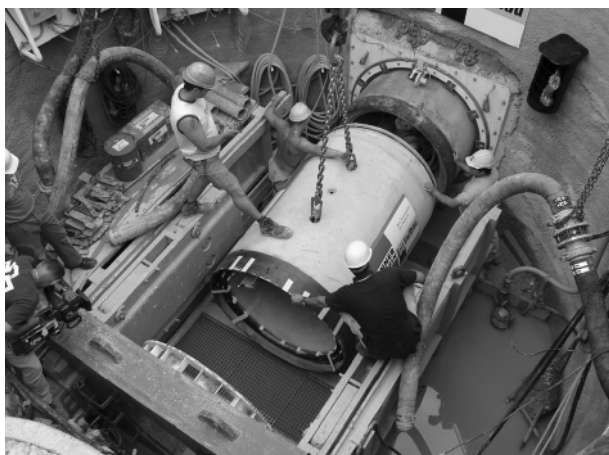
Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: St. Trümpi.

Bei der Bemessung von Stahlbetonrohren für den Pressvortrieb stellen Exzentrizitäten der Vortriebskraft gegenüber der Rohrachse das wichtigste Gefährdungsbild dar. Insbesondere gegengleiche Exzentrizitäten an den beiden Rohrstirnflächen können beträchtliche, rechtwinklig zur Rohrachse wirkende Bettungskräfte hervorrufen. Diese sind die Ursache der meisten während des Vortriebs eintretenden Schäden an Rohren.

Im Rahmen einer Serie von Grossversuchen wurden Stahlbetonrohre mit einem Innendurchmesser von 1 m und einer Länge von 1,5 m unter extremalen gegengleichen Exzentrizitäten bis zum Bruch belastet. Dabei wurden vor allem das Verformungsverhalten sowie die eintretenden Bruchmechanismen für verschiedene Bewehrungsanordnungen und Bettungsverhältnissen untersucht.

Gestützt auf die Versuchsergebnisse – insbesondere die beobachteten Bruchmechanismen – werden übliche Bemessungspraktiken kritisch hinterfragt und verbessert. Zudem wird der Einfluss verschiedener Konstruktionsweisen der zwischen den Rohren liegenden Stossfugen auf die Bettungskräfte untersucht.

Ziel dieser Studien ist es, Grundlagen bereit zu stellen, die eine den Baugrund- und Werkstoffeigenschaften gerechte Bemessung der Rohre sowie eine tadellose Steuerung des Vortriebs ermöglichen und so dazu beitragen, das Schadensrisiko der Pressvortriebsbauweise zu senken.



Vortriebsrohr während des Einbaus.
 Pipe-jacking tube being installed.

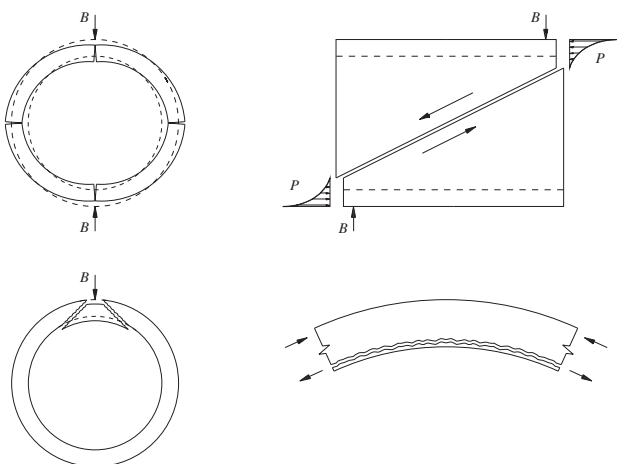
Response and Dimensioning of Reinforced Concrete Pipe-Jacking Tubes

Eccentricities of the jacking force with respect to the tube axis constitute the most important hazard scenario that has to be addressed in the dimensioning of pipe-jacking tubes. In particular, equal and opposite eccentricities at either end of a tube may give rise to considerable lateral forces and have resulted in many damages during construction.

A series of reinforced concrete tubes with an interior diameter of 1 m and a length of 1.5 m were tested to failure by applying axial forces with extreme opposite eccentricities. These tests allowed to investigate the load-deformation response and the failure mechanisms of tubes with different reinforcement layouts and lateral support conditions.

Based on the test results – particularly the observed failure mechanisms – common dimensioning practices are critically examined and necessary improvements are suggested. In addition, the influence of different joint details between adjacent tubes on the lateral forces is investigated.

The overall aim of the present project is to establish a rational basis for a safe dimensioning of pipe-jacking tubes and a proper control of the pipe-jacking process, hopefully leading to a significantly reduced risk of the pipe-jacking construction method.



Mögliche Bruchmechanismen von Pressvortriebsrohren.
 Possible failure mechanisms of pipe-jacking tubes.

Trag- und Verformungsverhalten von Massivbau-Segmentkonstruktionen

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
Mitarbeiter: T. Berset.

Bei Massivbau-Segmentkonstruktionen wird das Tragwerk durch Fugen mit vernachlässigbarer Zugfestigkeit, welche normal zur Haupttragrichtung angeordnet sind, in einzelne kurze Segmente unterteilt. Die Segmente bestehen aus massiven Bauelementen aus Stahlbeton, Beton, natürlichen oder künstlichen Steinen. Der Zusammenhalt der einzelnen Segmente wird durch eine normal zu den Fugen wirkende Längsdruckkraft gewährleistet, welche aus Lasten oder einer Vorspannung resultiert. Beispiele von Massivbau-Segmentkonstruktionen sind Wände, Bögen und Gewölbe aus Mauerwerk oder vorgespannte Segmentbrücken.

Die üblicherweise für den Tragsicherheitsnachweis von Massivbau-Segmentkonstruktionen verwendeten elastischen Tragwerksmodelle setzen voraus, dass die Fugen geschlossen sind. Dies wird durch entsprechend restriktive Anforderungen an die Exzentrizität der Normalkraft in den Fugen gewährleistet. Die für Segmentkonstruktionen charakteristische Lokalisierung der Krümmung in einzelnen Fugen kann damit nicht erfasst werden, während andere Einflüsse, wie Zwängungen aus Temperatur, einen überproportionalen Einfluss auf den Nachweis der Tragsicherheit haben. Eine zuverlässige Aussage über die Tragfähigkeit von statisch unbestimmten Systemen ist damit nicht möglich.

Vereinzelt werden auf der Plastizitätstheorie beruhende Tragwerksmodelle für Massivbau-Segmentkonstruktionen verwendet. Diese werden im Rahmen des vorliegenden Projekts systematisch geordnet und ergänzt, und die Voraussetzungen für ihre Anwendung werden ermittelt. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen für eine möglichst einfache, ein einheitliches Sicherheitsniveau liefernde Bemessung von Massivbau-Segmentkonstruktionen erarbeitet.

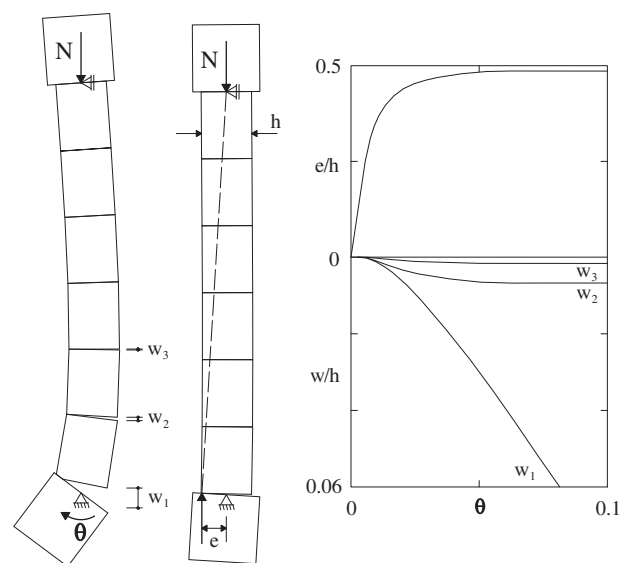
Lokalisierung der Krümmung in Segmentfugen bei zunehmender Rotation.
Curvature localisation in segment joints under increasing rotation.

Load-Deformation Behaviour of Segmental Concrete and Masonry Structures

Segmental concrete and masonry structures are characterised by short segments separated by joints oriented perpendicularly to the main load carrying direction. The segments may be reinforced or plain concrete elements, natural stones or manufactured masonry blocks. The individual segments are held together by a compressive normal force in the joints, resulting from gravity or prestressing. Examples of segmental structures include masonry walls, arches and domes, and prestressed concrete segmental bridges.

Usually, the structural safety of segmental concrete and masonry structures is verified based on elastic models, assuming closed joints, hence severely restricting the eccentricity of the normal force at the joints. The curvature localisation in single joints typical of segmental construction can not be modelled, and secondary influences such as imposed deformations due to temperature are given too much importance. In summary, no reliable estimate of the load carrying capacity of statically indeterminate segmental structures is possible on such a basis.

Models for segmental concrete and masonry structures based on the theory of plasticity have been available for some time but they have not yet gained general acceptance. With this research project such models are systematically collected and amended and the requirements for their applicability are investigated. On this basis, recommendations for a simple and consistent dimensioning of segmental concrete and masonry structures are being worked out, aiming at a uniform reliability.



Stochastische Bemessung von vorgespannten Zugelementen

Projektleiter: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: K. Thoma
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds, Bern;
 Cemsuisse, Bern.

Das Konzept der stochastischen Bemessung erfordert die Berechnung des verallgemeinerten Sicherheitsindex β . Ist man nicht an Simulationstechniken interessiert, kann dies mit den FORM/SORM-Algorithmus erfolgen.

Basis jeder stochastischen Bemessung ist das stochastische Modell des zu untersuchenden physikalischen Phänomens. Bei der Entwicklung eines stochastischen Modells sind zwei wesentliche Aspekte zu diskutieren: das mathematische Modell zur Beschreibung des physikalischen Phänomens sowie die Beschreibung von Variablen, welche in das mathematische Modell einfließen und in den meisten Fällen eine natürliche Variabilität zeigen.

Unter Berücksichtigung von stochastischen Werkstoffbeziehungen und aufbauend auf dem Zuggurtmodell [1] wird ein stochastisches Modell für vorgespannte Betonzugelemente entwickelt, welches als stochastisches finites Element dargestellt werden kann. Damit kann der Einfluss verschiedenster Parameter auf den Sicherheitsindex diskutiert werden, wobei vor allem die Sicherheitsindizes der Traglast und der mittleren Bruchdehnung von Interesse sind [2].

Stochastic Dimensioning of Prestressed Concrete Tension Elements

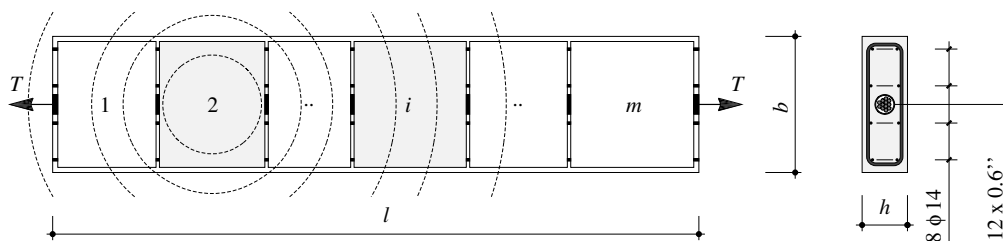
Any stochastic dimensioning requires the computation of the generalised reliability index β . Neglecting simulation techniques this can be achieved by applying the FORM or SORM algorithms.

Any stochastic dimensioning has to be based on a stochastic model of the relevant physical phenomenon. In developing stochastic models two main aspects have to be considered, i.e. the mathematical model needed to describe the physical phenomenon and the description of the mathematical model's variables which in most cases exhibit a natural variability.

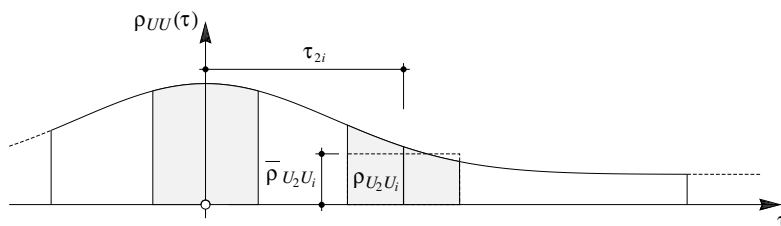
Based on the tension chord model [1] and accounting for stochastic constitutive relationships a stochastic model for prestressed concrete tension elements was developed which can be represented as a stochastic finite element. This made it possible to discuss the influence of various parameters on the reliability index, considering in particular the ultimate load and the associated deformation [2].

[1] Alvarez, M., *Einfluss des Verbundverhaltens auf das Verformungsvermögen von Stahlbeton*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 236, Birkhäuser Verlag, Juli 1998, 182 pp.

[2] Thoma, K. *Stochastische Betrachtung von Modellen für vorgespannte Zugelemente*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 287, vdf Hochschulverlag AG, Zürich, Sept. 2004, 126 pp.



Grundriss und Querschnitt des stochastischen finiten Betonzugelements.
 Plan and cross-section of a stochastic finite concrete tension element.



Korrelationsfunktion des stochastischen Modells für den Beton.
 Correlation function of the stochastic model for concrete.

Verbundverhalten von Spanngliedern mit nachträglichem Verbund

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: R. Ullner
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen, Bern;
 EMPA, Dübendorf.

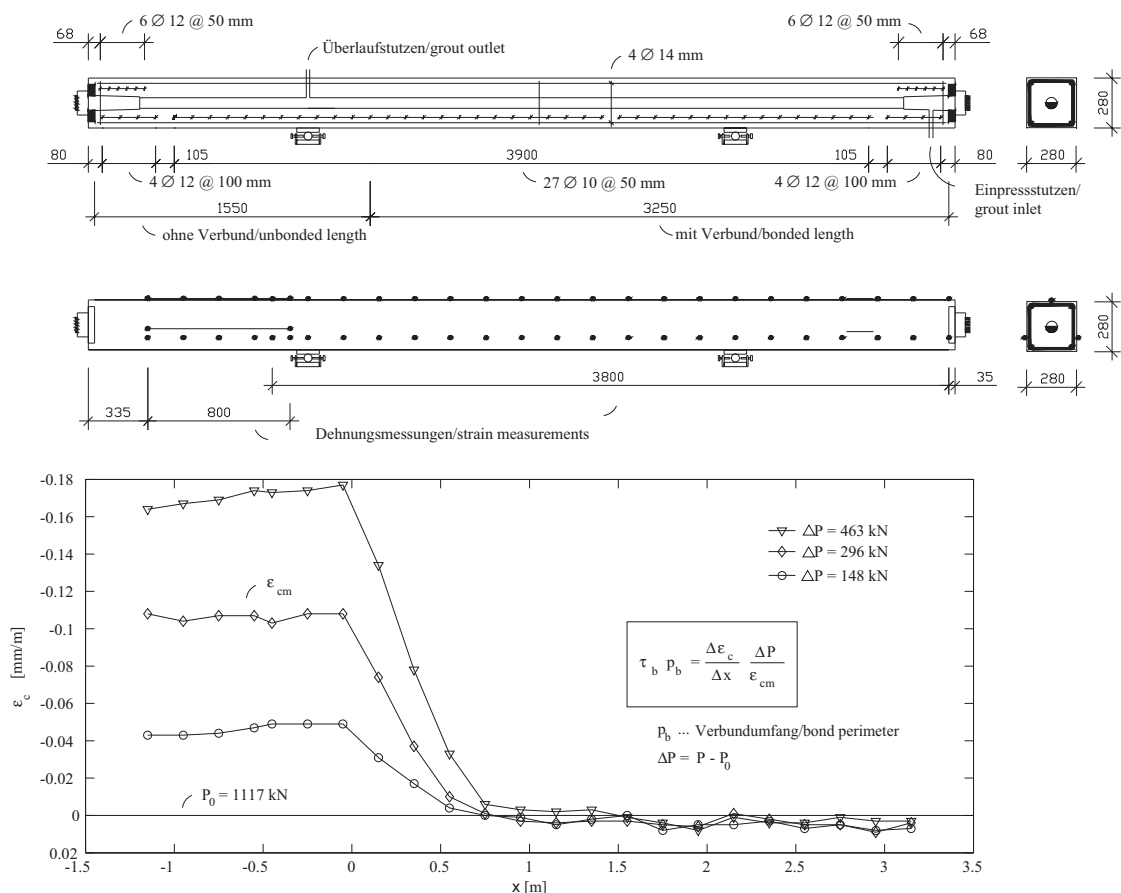
Der Verbund von Beton und Spannstahl hat einen wesentlichen Einfluss auf das Tragverhalten von Betonbauteilen im gerissenen Zustand. Das Verbundverhalten von nach dem Erhärten des Betons vorgespannten und verfüllten Spanngliedern wurde bisher nur spärlich untersucht und ist daher Gegenstand dieses Projekts.

In einer ersten Versuchsreihe mit grossmassstäblichen Prüfkörpern und grosser Einbettungslänge wurde der Einfluss der Spanngliedgrösse und eines Korrosionsschutzmittels (Rustban 310) auf das Verbundverhalten untersucht. Auf der Basis dieser und weiterer Versuche sowie von Resultaten aus der Literatur wird das am IBK entwickelte Zuggurtmodell für teilweise vorgespannte Betonbauteile weiterentwickelt.

Bond Behaviour of Post-Tensioning Tendons

Bond between concrete and prestressing steel significantly influences the load-deformation response of cracked structural concrete members. However, the bond behaviour of grouted post-tensioning tendons has attracted little attention of researchers.

This project aims at investigating the influence of several parameters on the bond behaviour of grouted post-tensioning tendons including tendon size, duct material (steel or plastic), grout strength, and the presence of a temporary corrosion inhibitor (Rustban 310). A first series of large-scale tests was recently completed. Based on the results of these and future tests as well as experiments conducted by others the tension chord model developed at the IBK will be extended to partially prestressed concrete members.



Versuch an einem mit einem Spannglied VSL 6-7 vorgespannten Prüfkörper.
 Test on a specimen prestressed by a tendon VSL 6-7.

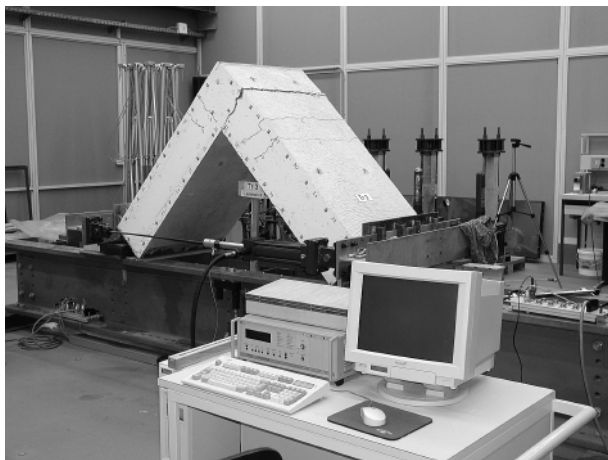
Weisungen für die Konstruktion und Prüfung von Schutzräumen aus vorfabrizierten Betonelementen und Ortbeton

Projektleitung: Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter: M. Baumann, M. Monotti
 Projektpartner: Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern.

Im Hochbau werden auch für die Untergeschosse zunehmend vorfabrizierte Elemente in Verbindung mit Ortbeton zur Erstellung von Wänden und Decken verwendet. Da Untergeschosse oft als Personenschutzräume ausgebildet werden müssen, unterliegen sie speziellen Anforderungen, für die das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) verantwortlich zeichnet.

Im Auftrag des BABS wurden am IBK neun Versuche an Rahmenecken zur Simulation des Tragverhaltens der Wand-Deckenverbindung entsprechender Schutzraumbauten durchgeführt. Anhand des Kraft-Verformungsverhaltens sowie der Rissentwicklung wurde ein Vorschlag zur Prüfung und Beurteilung derartiger Verbundkonstruktionen erarbeitet, der in die neuen Weisungen des BABS einfließt [1].

Der Vorschlag sichert eine vergleichbare Duktilität zwischen einer konventionellen und der entsprechenden Verbundkonstruktion, indem er durch zwei einfache Bedingungen eine genügende Energiedissipation bis zum Beginn des Bruchs verlangt.



*Versuche an Rahmenecken.
 Tests on frame corners.*

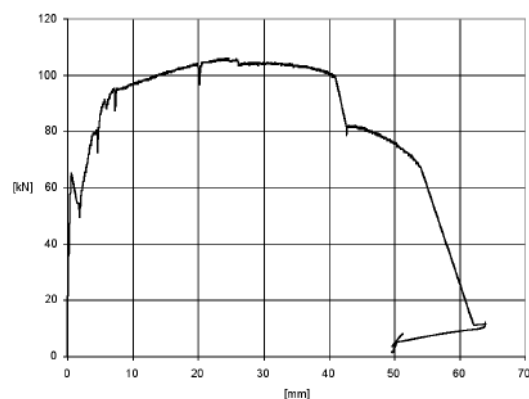
Directives for the Design and Testing of Protective Structures Made of Prefabricated Concrete Elements and Cast-in-Place Concrete

Prefabricated concrete elements are increasingly used in combination with cast-in-place concrete to construct walls and slabs in buildings, including basements. However, parts of basements often serve as protective structures which are subject to special regulations issued by the Federal Agency for Public Protection (BABS).

On commission from the BABS nine tests on frame corners were performed at the IBK to simulate the load-deformation behaviour of wall-slab connections of protective structures made of prefabricated concrete elements and cast-in-place concrete. Based on the overall response as well as the crack development observed in these tests a proposal for the structural assessment of such composite constructions was developed which was integrated in the new regulations [1].

The proposal aims at a comparable ductility of conventional and composite constructions, requiring a sufficient energy dissipation prior to failure by means of two simple conditions.

[1] *Technische Weisungen für die Konstruktion und Prüfung von Schutzräumen aus vorfabrizierten Betonelementen*, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern, Juli 2003, 10 pp.



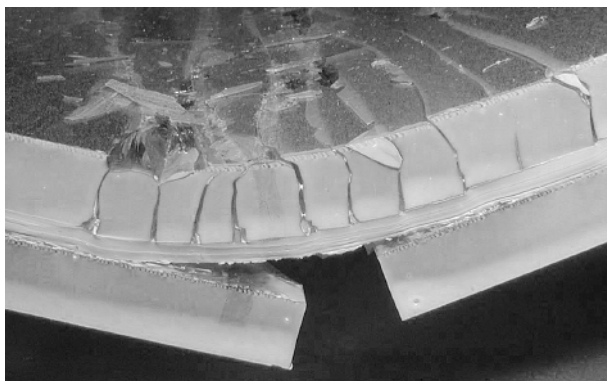
*Typisches Horizontalkraft-Horizontalverschiebungsdiagramm.
 Typical horizontal force versus horizontal displacement diagram.*

Resttragfähigkeit von gebrochenem Verbundsicherheitsglas

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: A. Kott
 Projektpartner: Bundesamt für Bildung und Wissenschaft (BBW), Bern; Pilkington (Schweiz) AG, Wikon.

Mit der Entwicklung neuer Herstellverfahren ist Verbundsicherheitsglas aus Floatglas, Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespannten Glas erhältlich. Damit kann Glas verbunden mit einer Zwischenschicht aus einer Poly-Vinyl-Butyral Folie als konstruktiver Baustoff eingesetzt werden. Die Sandwichstrukturen müssen so dimensioniert sein, dass nach einem eventuellen Bruch von einer oder mehreren Glasschichten noch eine gewisse Tragfähigkeit vorhanden ist, d. h. neben dem Tragfähigkeitsnachweis ist ein Resttragfähigkeitsnachweis notwendig.

Ziel des Projektes ist es, mechanische Modelle für das sich einstellende Tragverhalten im gebrochenen Zustand zu formulieren. Zunächst wurde das Materialverhalten der thermoplastischen Zwischenschicht mittels Zugversuche bestimmt. Anschliessend konnte in kombinierten Stoss- und Biegeversuchen die Resttragfähigkeit untersucht werden. Die Resttragfähigkeit wird massgeblich durch den Eigenspannungszustand, die Lagerungsart und -geometrie, den ersten Bruch und durch die Bauteilabmessungen beeinflusst. Eine Resttragfähigkeit der gebrochenen Scheibe war bei der Ausbildung von Fließgelenklinien festzustellen. Der sich einzustellende Mechanismus beeinflusst die Bruchlast massgeblich. Für die Berechnung kann die Fließgelenkmethode angewendet werden.

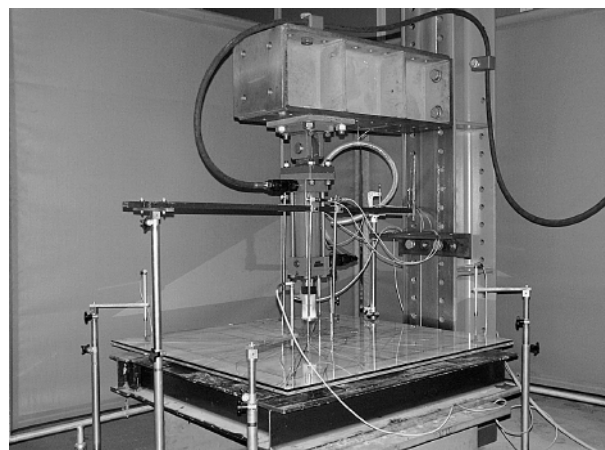


*Gebrochenes Verbundsicherheitsglas mit Resttragfähigkeit.
 Broken laminated safety glass still transferring loads.*

Remaining Structural Capacity of Broken Laminated Safety Glass

Due to new developments in the manufacturing process laminated safety glass is now available, consisting of float glass, toughened glass or heat strengthened glass. Multi-layer glass joined with Poly-Vinyl-Butyral foil can be used as a structural material. The laminates have to be composed in such a way that after the first crack the interlayer holds the pieces together and the whole structure acts integrally. Therefore, apart from verifying the load carrying capacity a verification of the remaining structural capacity is required.

The goal of this project is to formulate mechanical models to describe load transfer mechanisms in broken laminated safety glass. The foil works as tension reinforcement and the upper broken glass layer carries the compression forces. Displacement-controlled tests with different temperatures in a climate chamber were carried out to determine the material properties of the thermoplastic interlayer. The four-point bending tests as well as tests with simply supported glass plates combined with impact tests demonstrated that the different glass types, bearings, the types of initial failure and the specimen dimensions determine the post breakage behaviour [1]. As observed in these tests remaining structural capacity existed when yield lines developed. The various yield line patterns influence decisively the height of the ultimate load. For the calculation of this capacity the yield line theory can be applied.



*Versuchsaufbau für quadratische Verbundsicherheitsplatte unter Einzellast.
 Experimental setup for point loaded simply supported square plate of laminated safety glass.*

[1] Kott, A., Vogel, T.; *Safety of laminated glass structures after initial failure*; Structural Engineering International 2/04, pp. 134 - 138.

Redundanz im Hochbau

Projektleitung: Prof. T. Vogel
Mitarbeiter: I. Müllers.

Die Erkenntnisse im Bereich der Materialwissenschaften und der Berechnungsmethoden im Bauingenieurwesen ermöglichen es, dass heutzutage verbaute Materialien wesentlich besser ausgenutzt werden können. Hieraus resultiert die Möglichkeit, filigrane Tragwerke zu konstruieren, die aber vermutlich kaum mehr versteckte Reserven, so genannte Redundanzen, besitzen. Dies wirft die Frage auf, ob moderne Tragwerke dem Ausfall eines ihrer Tragelemente widerstehen können oder ob dadurch eine Kettenreaktion (progressiver Kollaps) in Gang gesetzt wird, was eine grosse Gefahr für die Nutzer darstellten würde.

Anhand der weit verbreiteten Skelettbauten aus Stahlbeton soll diese Frage beispielhaft untersucht werden. Das Ziel ist es, Auswirkungen auf Baukosten und Tragsysteme bestimmen zu können, wenn man fordert, dass Skelettbauten infolge eines plötzlichen Stützensausfalls nicht progressiv versagen dürfen.

In der Literatur wurden zahlreiche Empfehlungen bzgl. Einwirkungsannahmen, Berechnungsmethoden und konstruktiver Durchbildung gefunden, die einen progressiven Kollaps verhindern sollen. Es handelt sich aber immer nur um Teilaspekte, so dass ein Gesamtkonzept noch erarbeitet werden muss. Hierzu wurden in einem ersten Schritt Bauwerksanalysen von bestehenden Skelettbauten durchgeführt sowie erfahrene Tragwerksplaner befragt. Das Ziel war es, sowohl einen Überblick der gebräuchlichen Bauwerksgeometrien zu erlangen, als auch die Meinung der Praxis bezüglich der Redundanz im Hochbau zu erfahren.

Zurzeit wird untersucht, wie die durch einen Stützensausfall auftretenden dynamischen Einwirkungen berücksichtigt werden können. Hierbei stehen einfache mechanische Modelle eher im Vordergrund als aufwendige numerische Berechnungen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit sollen die gefundenen Grundlagen auf bestehende Gebäude angewendet werden, um die Gefahr eines progressiven Kollapses bei Stahlbetonskelettbauten bewerten und verringern zu können.

*Dominosteine als Metapher für progressives Versagen.
Dominos as metaphor for progressive collapse.*

Structural Redundancy in Buildings

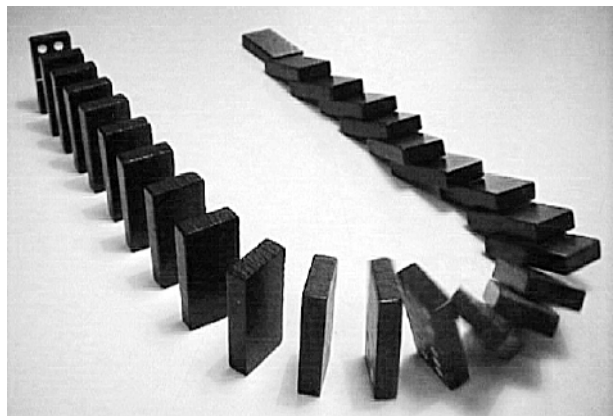
The research results in the field of materials science and structural analysis enable civil engineers to exploit the used materials more efficiently than ever before. As a result, structures with slender elements have been built, which have only little redundancy. The question is, whether modern structures are able to resist the failure of a structural element or whether this failure initiates a chain reaction (progressive collapse), which holds a high risk for the occupants.

This issue will be investigated, considering the widespread flat slab structures made of reinforced concrete. The aim is to determine the effects on the building costs and the structural systems, if an abrupt column failure should not lead to a progressive collapse.

Many recommendations concerning actions to be taken into account, methods of analysis and detailing, which should prevent a progressive collapse, can be found. However, they all treat only parts of the problem. Therefore a general concept has still to be developed. Until now existing buildings have been analysed and experienced structural engineers were interviewed. The objective was both to get an overview of the common building geometries and to find out the experienced engineer's opinion concerning structural redundancy.

Currently, it is investigated how to deal with the dynamic actions which are triggered by an abrupt column failure. The focus is on simple mechanical models rather than on complex numerical analyses.

The results will be applied to existing buildings to evaluate and prevent the danger of progressive collapse in reinforced concrete structures.



Robustheit von V-Stiel-Brücken

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: H. Stempfle
 Projektpartner: Division des routes nationales,
 Canton de Vaud.

V-Stiel-Brücken sind in der Schweiz weit verbreitet und wurden am häufigsten in den sechziger und siebziger Jahren gebaut. Sowohl der Überbau als auch die Stützen bestehen meist aus vorgefertigten Elementen, welche auf der Baustelle zusammengesetzt werden. Dabei wird der Überbau, welcher aus vier Elementen besteht, mittels Spannkabeln zusammengespannt. Die V-Stützen bestehen aus einer Druckstütze und einer Zugstütze, welche im Erdreich liegt, und somit nicht inspiziert werden kann. Die Frage ist nun: Wie robust sind solche Brücken bezüglich der sich ändernden Anforderungen?

Eine robuste Tragstruktur kennzeichnet sich dadurch aus, dass das Tragwerk mehrere Lastpfade haben sollte. Zudem sollten eindeutige Anzeichen erkennbar sein, die einen Ausfall eines sensiblen Details der Konstruktion signalisieren. Im Falle eines Ausfalls eines solchen Details sollte das Tragwerk nicht einstürzen.

In diesem Forschungsprojekt sollen nun die Konsequenzen eines Ausfalls einer oder mehrerer Zugstützen untersucht werden, um folgende Fragen beantworten zu können:

Welche Lastabtragungsmöglichkeiten gibt es im Tragwerk bei verschiedenen Laststellungen? Wie findet die Umlagerung der Lasten statt und führt diese zu Ausfällen der anderen zusätzlich belasteten Teile der Tragstruktur? Gibt es Anzeichen, wie z.B. Risse oder Durchbiegung, die den Ausfall einer Zugstütze anzeigen? Wie ist der Einfluss in Querrichtung auf das gesamte Tragverhalten?

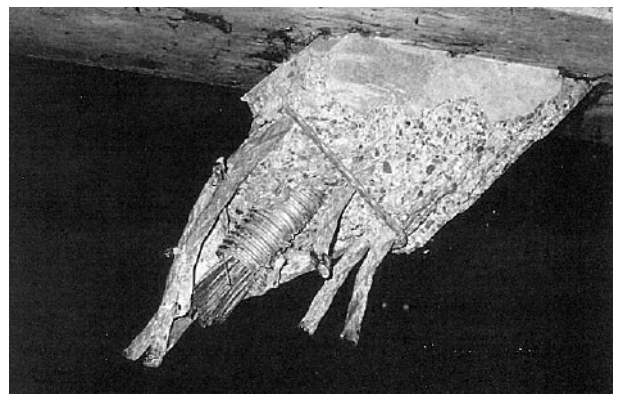
Robustness of Standard Swiss Overpasses with V-Columns

Standard overpasses with V-columns are common in Switzerland. During the 1960s and 1970s a lot of overpasses were built. Both the substructure and the superstructure consist of precast elements. The four elements for the superstructure were prestressed and cast together on the construction site. The V-columns consist of a compression strut and a tension tie which is covered by the ground and therefore cannot be inspected. The question is: How robust are these overpasses due to the changing requirements?

A robust structure is characterized by the fact that more than one load path should be possible. Moreover, significant prewarning signals should indicate if some details of the construction fail. It should be possible to inspect all sensitive parts of the construction and in case of failure of a sensitive part, the whole construction must not collapse.

In this research project the consequences of a failure of one or more tension ties will be investigated to answer the following questions: What load paths through the structure will be possible under different loading cases? What kind of additional loads occur in the other parts of the structure and do other components fail due to those additional loadings? Is it possible to identify the failure of the tension ties by other criteria, i.e. indicated by visible deflections or cracks? What is the influence of the transverse direction?

*Korrodiertes Spannkabel einer Zugstütze.
 Corroded tendon of a tension tie.*



Schallemissionsanalyse zur Zustandserfassung von Betontragwerken

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiterin: B. Schechinger
 Projektpartner: Schweizerischer Nationalfonds, Bern.

Jede Schädigung eines Materials ist begleitet von akustischen Signalen (Schallemissionen, SE). In Beton haben diese einen Frequenzbereich bis ca. 250 kHz. Diese Schwingungen kann man mit Sensoren an der Oberfläche des Prüfkörpers erfassen und analysieren.

Trotz der heterogenen Zusammensetzung von Stahlbeton und der damit verbundenen starken Streuung und Dämpfung der Schallwellen lassen sich einzelne SE bis auf wenige mm genau orten. Die von uns angewendeten Ortungsverfahren werden in ähnlicher Form auch von Seismologen zur Lokalisierung von Erdbeben verwendet.

SE-Messungen bei verschiedenen Versuchen geben wertvolle Hinweise über den zeitlichen und räumlichen Ablauf der Schädigung (siehe Abbildung). Einzelne Phasen der Rissentstehung und des Risswachstums zeigen sich deutlich in SE-Parametern wie der Signalrate oder der Signalstärke.

Die SE-Analyse eignet sich somit als Überwachungsmethode. Im Hinblick auf Anwendungen in der Baupraxis sind aus der SE-Aktivität eindeutige Aussagen abzuleiten, die bei der Quantifizierung eines bereits entstandenen Schadens helfen und Hinweise auf noch ablaufende Schädigungen geben.

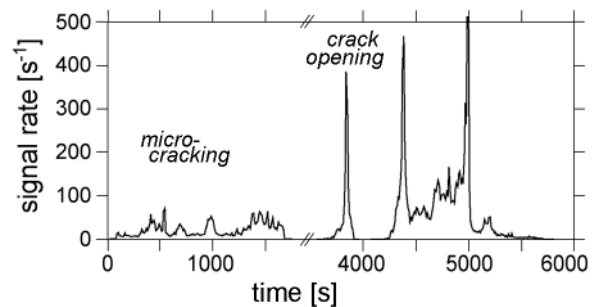
Assessment of Concrete Structures by Means of Acoustic Emission Analysis

Acoustic emissions (AE) accompany each deterioration of a material. In concrete, their frequencies range up to 250 kHz. These oscillations can be recorded by a set of sensors placed on the surface of the test specimen.

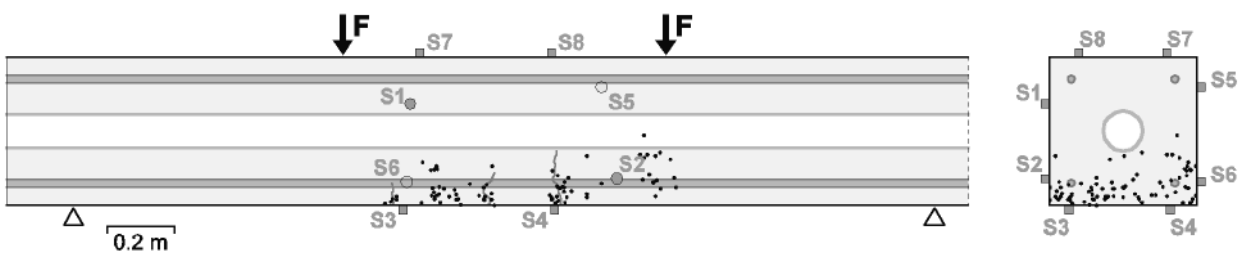
In spite of the heterogeneous composition of reinforced concrete and the resulting strong scattering and attenuation of these acoustic waves, single AE events can still be localized with an accuracy of a few mm. Seismologists apply similar methods in order to localize earthquakes.

AE measurements during several experiments give valuable information about the proceeding of a deterioration in time and space (see figure). Different phases of crack formation and crack growth clearly relate to AE parameters like signal rate or signal strength.

Thus, AE-analysis can be a good tool for monitoring. For applications in practice it is necessary to derive clear conclusions which allow to quantify already generated damage or could indicate damages still accumulating.



Signalrate, aufgezeichnet während des ersten Lastzykluses des 4-Punkt-Biegeversuchs.
 Signal rates recorded during the first loading cycle of the four-point bending test.



Ansicht und Querschnitt eines 4-Punkt-Biegeversuchs mit den zu Beginn der Belastung lokalisierten SE-Ereignissen und den Sensoren S1 bis S8.

Side view and cross-section of a four-point bending test showing AE-events localized at the beginning of loading as well as sensors S1 to S8.

Dynamische Tragfähigkeit von Stahlbetonplatten bei Steinschlag

Projektleitung: Prof. T. Vogel
Mitarbeiter: K. Schellenberg.

Wie Ereignisse im letzten Jahr (Chüebalmtunnel, 04.01.2003; Axenstrasse, 11.02.2003; Lawinengalerie Ripplital, 29.04.2003) gezeigt haben, ist Steinschlag ein aktuelles Gefährdungsbild, das nicht ausser Acht gelassen werden kann.

Die heute anzuwendende Richtlinie *Einwirkungen auf Steinschlagschutzgalerien* stammt aus dem Jahr 1998 und wendet eine statisch wirkende Ersatzkraft an. Das dynamische Verhalten der Betonplatte wird nicht berücksichtigt. Die Gültigkeit der Richtlinie wurde bei ihrem Inkrafttreten bis Ende 2002 beschränkt, um neuere Erkenntnisse nicht auszuschliessen. Des Weiteren empfahl eine Expertengruppe im Jahr 2003, die Richtlinie den neuen SIA-Normen anzupassen.

Mit Hilfe von FE-Modellen wird das Verhalten von Steinschlagschutzgalerien simuliert. Das Ziel ist, den Widerstand von Stahlbetonplatten unter stossartiger Belastung bei Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens des Systems vorherzusagen. Dabei soll ein Versagensmodell erarbeitet werden, das dehnratenabhängige Materialeigenschaften und Aspekte der Wellenausbreitung beinhaltet.

Zusammen mit den letzten Erkenntnissen über der Dämmwirkung der Deckschicht aus dem Institut für Geotechnik, soll ein kombiniertes Bemessungskonzept angestrebt werden.

Diese Arbeit ermöglicht, sowohl die Tragfähigkeit bestehender Galerien besser zu beurteilen, wie auch ein neues Werkzeug für die Projektierung von neuen Galerien bereitzustellen.

Impact Load Capacity of Reinforced Concrete Slabs due to Rockfall

Recent events have shown that impact by rockfall still is a hazard scenario that cannot be disregarded for infrastructures in Alpine regions.

The actual design concept in Switzerland does not take into account the dynamic behavior of the structure. It only uses a static equivalent force to model the impact load. The guideline was established in 1998 and the validity was limited to 5 years to allow the implementation of new findings.

The aim of this project is to provide a better understanding of the structural response due to rockfall impact and to predict a dynamic impact load capacity of protection galleries.

In the past few years the Institute of Geotechnical Engineering has conducted tests, focusing on action effects of an insulation bed on a slab due to rockfall. With the present Project the different methods to determine the stress wave propagation and the failure processes of a reinforced concrete slab after an impact will be evaluated. A finite element model of a slab will be generated. It allows for considering nonlinear and strain dependent material properties.

It is envisaged that the results of the impact load on a reinforced concrete slab together with the findings in the behavior of insulation beds could lead to a new practically applicable design concept which takes into consideration the dynamic behavior of the structure.

[1] Bundesamt für Strassen (ASTRA); *Steinschlag: Naturgefahr für die Nationalstrassen*; Schlussbericht der ASTRA-Expertengruppe (Final Report of the ASTRA Expert Committee); 2003.



Ripplital, 29.04.2003, aus [1].

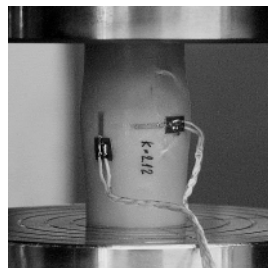
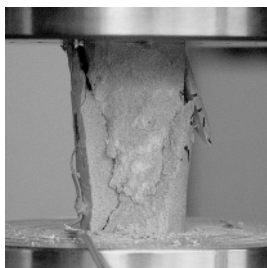
Zum Verbundverhalten eingemörtelter Bewehrungsstäbe

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: R. Bargähr
 Projektpartner: HILTI AG, Schaan.

Die nachträgliche Befestigung von Bauteilen an bereits bestehende Tragstrukturen wird bereits seit Jahrzehnten im Bauingenieurwesen angewandt. Dabei werden unterschiedlichste Befestigungsmittel eingesetzt, welche ihre Last über Spreizkräfte und Reibung dem Untergrund weitergeben.

Als Verbundmittel werden anorganische, organische und Kombinationen von beiden, so genannte hybride Systeme eingesetzt. Als Anker kommen häufig Gewindestangen zur Anwendung. Dabei wird die einzuleitende Last über mechanische Verzahnung an den Mörtel und anschliessend über Mikroverzahnung und Klebwirkung an die Bohrlochwand übertragen. Die verwendeten Mörtel wurden dabei in den letzten zehn Jahren stets leistungsfähiger und die Gewindestangen wurden durch handelsübliche Bewehrungsstäbe ersetzt. Eins aber hatte sich nicht verändert – die Verankerungslänge beschränkte sich auf zehn- bis zwanzigmal den Stabdurchmesser. Dank den Fortschritten der Bohrtechnik ist es inzwischen jedoch möglich, die Verankerungslänge bis auf sechzigmal den Bewehrungsstabdurchmesser zu vergrössern. Dies ist das Anwendungsgebiet von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben.

Ziel der Forschungsarbeit ist es, ein analytisches Modell zu entwickeln, mit welchem das Verbundverhalten von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben abgebildet werden kann. Dabei ist es wichtig, die mechanischen Eigenschaften der verwendeten Verbundmörtel zu kennen. Aus diesem Grund wurden ein- sowie dreiaxiale Bruchversuche an Verbundmörteln durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl der organische als auch der hybride Mörtel als Coulomb-Material modelliert werden können und dies bei sehr unterschiedlichen Kennwerten.

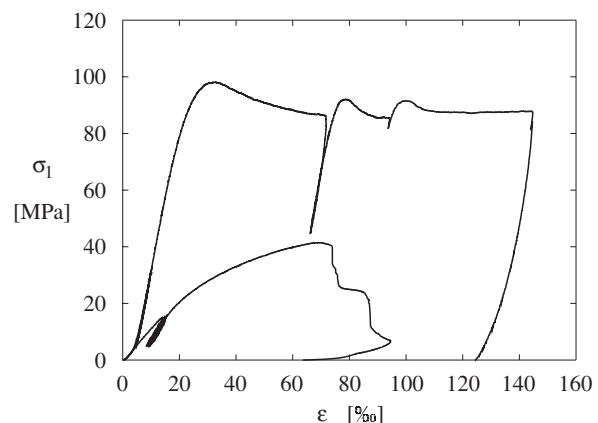


Bond Performance of Post-Installed Rebars

The fastening of additional structural components to already built constructions has been common practice for decades in civil engineering. Since the beginning of that process different types of mechanical fasteners have been in use, which deliver their loads by expansion forces and friction.

As binding agents for adhesive anchors inorganic (pure cement), organic (adhesive) and also combinations of both materials (hybrid systems) are in use. For the anchorage, threaded rods are often applied. The loads are transferred to the mortar by mechanical indentation/bracing and afterwards to the surface of the borehole by micro-bracing. The mortars became more and more efficient and in the last ten years the threaded rods were replaced by normal reinforcing bars. But something did not change during the last years - the embedment length remained about ten to twenty times the diameter of the rebar. By the tremendous development in the drilling technique, today's embedment lengths have reached up to sixty times the rebar-diameter. Like this it is possible to gain extremely powerful connections between reinforced structures. This is the application area for post-installed rebars.

The project aims at developing an analytical bond model that represents the behaviour of post-installed rebars. Thereby, it is important to know the mechanical properties of the mortars. Experimental investigations of the mortars have been made in form of uni- and tri-axial rupture tests. Although the characteristics of both mortars differ considerably, they can be modelled as a Coulomb materials. Test results showed that.



Bruchbilder eines einachsigen Druckversuchs mit einem hybriden und einem organischen Mörtel sowie das dazugehörige Spannungs-Dehnungs-Diagramm.

Crack patterns and stress-strain diagram of a hybrid and an organic mortar under uni-axial stress.

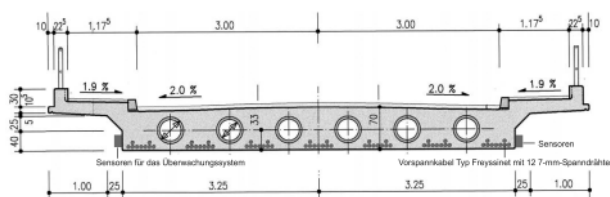
Feldversuche mit dem akustischen Überwachungssystem Soundprint

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

SoundPrint wurde in Kanada entwickelt und wird in Europa von der Firma Advitam vertrieben. Systematisch am Bauwerk angebrachte Sensoren registrieren und lokalisieren die bei einem Drahtbruch freigesetzte Energie, die sich umgewandelt in Schwingungen durch das Bauwerk ausbreitet. Da jede Erregung ein charakteristisches Spektrum hat, lassen sich die nicht relevanten Daten ausfiltern. Die Analyse und Auswertung erfolgt mit speziellen EDV-Programmen. Drahtbrüche können somit erfasst und weitere Brüche oder Folgeschäden unter Kontrolle gebracht werden. SoundPrint wird in Nordamerika zur Überwachung von Bauwerken und Brücken bereits kommerziell angewendet. Über die Anwendung bei einer vorgespannten Stahlbetonbrücke gibt es Erfahrungen aus Grossbritannien.

Die zu betrachtende Brücke über die Moesa in Roveredo im Kanton Graubünden wurde 1952 erbaut. Sie ist eine der ersten vorgespannten Strassenbrücken der Schweiz mit zwei Spannweiten von je ca. 30.00 m und ist in Längsrichtung mit insgesamt 84 Spanngliedern System Freyssinet vorgespannt. Verschiedene Ursachen haben zu Schäden und auch zu Drahtbrüchen geführt.

Für dieses Objekt wurden zwei Reihen à acht Akustikmessgeräten (insgesamt 16 Stück) an die Tragkonstruktion geklebt und einzeln mit einem Zentralcomputer verkabelt. Seit Ende April 2004 ist das Überwachungssystem in Betrieb. Mit Hilfe einer Korrosionszelle sollen im weiteren Verlauf des Projekts künstlich Drahtbrüche erzeugt werden.



*Querschnitt des Ponte Moesa.
 Cross-section of the Ponte Moesa.*

Site Installation and Trials of the Acoustic Monitoring System SoundPrint

SoundPrint was developed in Canada and is distributed in Europe by Advitam. Sensors, systematically attached to the structure, register and localize energy that is released by wire breaks and transferred through the structure as oscillation. Since a characteristic spectrum is related to every oscillation, irrelevant data can be filtered out. The analysis and interpretation is done by special software. Thus, wire breaks can be detected and subsequent wire breaks or deterioration can be controlled.

In North America SoundPrint is commercially used to monitor buildings and bridges. Experiences with monitoring of a prestressed concrete bridge were made in Great Britain. The considered bridge in Roveredo, canton Graubünden spans the river Moesa and was built in 1952. It is one of the first prestressed concrete bridges in Switzerland. Each of the two spans is 30 m long. In the longitudinal direction the bridge is prestressed with 84 strands system Freyssinet. Different causes led to deterioration and to wire breaks. The 16 acoustic sensors are attached in two rows each containing 8 sensors. They are glued onto the structure and each of them is connected with the central processing computer.

The monitoring system is operational since the end of April 2004. By means of a corrosion-cell artificial wire breaks will be generated.



*Installation der Sensoren.
 Installation of the sensors.*

Zum Tragverhalten umschnürter Druckglieder unter zyklischer Belastung

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: S. Fricker
 Projektpartner: SIKA AG, Baar.

Die seit Januar 2003 gültige Norm SIA 261 basiert auf den neuesten Forschungsergebnissen und schreibt für Neubauten die Annahme wesentlich höherer Erdbebeneinwirkungen vor. Bis vor kurzem wurden die Einwirkungen aus Erdbeben in der Schweiz stark unterschätzt. Erst 1970 wurden erste grobe Normenvorschriften, die sich jedoch aus späterer Sicht als ungenügend herausstellten, eingeführt. Die Norm SIA 160 aus dem Jahr 1989 stellte einen wesentlichen Fortschritt dar, entsprach aber dem Wissensstand der frühen 80er Jahre.

Vom vorhandenen Bestand an Hochbauten im Jahre 1995 sind etwa 95% vor 1989 erstellt worden. Solche Bauwerke wurden somit nicht oder nur nach veralteten Regeln auf Erdbeben bemessen.

Der Einsturz von Gebäuden in Stahlbetonbauweise wird normalerweise schon bei relativ kleinen Verformungen durch das Versagen eines Einzelbauteils eingeleitet. Eine Möglichkeit zur Verbesserung des Tragverhaltens von Stahlbetonstützen ist das Umschnüren mit Faserverbundwerkstoffen. Durch die Umschnürung wird die aufnehmbare axiale Last erhöht und zusätzlich wird die Verformungsfähigkeit des Betonquerschnitts und die Querkrafttragfähigkeit erhöht, was ein duktileres Versagen zur Folge hat. Die hervorragenden physikalischen Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen (z.B. hohe Festigkeit bei gleichzeitig geringem spezifischem Gewicht) werden so auf sehr effiziente Weise genutzt.

Die Bemessung für umschnürte Stützen erfolgt bisher entweder nach den klassischen Regeln des Stahlbetonbaus oder wurde aus einer Vielzahl von Versuchsergebnissen mittels heuristischer Methoden abgeleitet. Es besteht Bedarf nach einem einfachen mechanischen Modell zur Versagensart von umschnürten Stahlbetonstützen unter zyklischer Belastung, aus dem einfache Regeln für die Ingenieurpraxis abgeleitet werden können.

*Adana-Ceyhan Erdbeben, Türkei, 1998; Bild: T. Wenk.
 Adana-Ceyhan earthquake, Turkey, 1998.*

Reinforced Concrete Columns Confined with Fibre Reinforced Polymers (FRP) under Seismic Action

Based on the latest research results, the new Swiss code on actions SIA 261 requires for new structures the consideration of substantially higher seismic actions. Prior to 1970, seismic loads were not taken into account in Switzerland. The 1989 code on actions SIA 160 replaced the quite vague requirements of the code SIA 160 from 1970. According to a study from 1995, about 95% of the existing infrastructure and buildings were built before 1989, meaning that the majority of the existing buildings were designed by taking on the based on inadequate provisions.

The collapse of a reinforced concrete building is normally initiated by the failure of vertical load bearing members at relatively small deformations. A possible way to reduce the risk of column failure is to provide ductile behaviour and sufficient shear strength. Both can be increased significantly by confining the concrete by means of fibre reinforced polymers (FRP). Thus, the excellent physical properties of FRP (e.g. high strength to weight ratio) can be used in an efficient way.

Currently the design of FRP-confined columns under seismic actions is either based on the design rules for reinforced concrete columns or is derived from various tests by heuristic methods. There is a need for a simple mechanical model that describes the failure of wrapped reinforced concrete columns under cyclic actions. The mechanical model will allow the derivation of simplified design rules for confined compression members.



Biegeverstärkung von Betontragwerken mit Kohlenstofffaserlamellen

Projektleitung: Prof. T. Vogel,
 Prof. U. Meier
 Mitarbeiter: T. Ulaga.

Schon in den 1970er Jahren wurden Stahlbetontragwerke durch das oberflächliche Ankleben von Stahllamellen verstärkt. Das Verfahren fand viele Anwendungen und erlebte einen neuen Aufschwung, als in den 80er und 90er Jahren die Grundlagen für die Verwendung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststofflamellen geschaffen wurden.

Das erfolgreiche Zusammenwirken der Komponenten Beton, Stabbewehrung und Lamellenbewehrung setzt voraus, dass ein ausreichender Verbund die Übertragung von Kräften ermöglicht.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden unter anderem Betrachtungen am zentrisch beanspruchten Zugglied angestellt, um auf diese Weise Erkenntnisse über die Verbundverhältnisse zu gewinnen. Mit einfachen Stoff- und Verbundgesetzen gelang eine analytische und transparente Behandlung der Aufgabenstellung. Es folgen Aussagen über die Rissabstände, das Kraft-Verformungsverhalten, die Entwicklung der Verbundgüte sowie die Verformungs- und Spannungsverhältnisse in einem Risselement [1].

Die Erkenntnisse sind auch in die kürzlich publizierte Vornorm SIA 166 *Klebebewehrungen* [2] eingeflossen.

[1] Ulaga, T., *Betonbauteile mit Stab- und Lamellenbewehrung: Verbund- und Zuggliedmodellierung*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 280, Juni 2003, 160 pp.

[2] SIA, *Klebebewehrungen*, Vornorm SIA 166, Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2004, 44 pp.

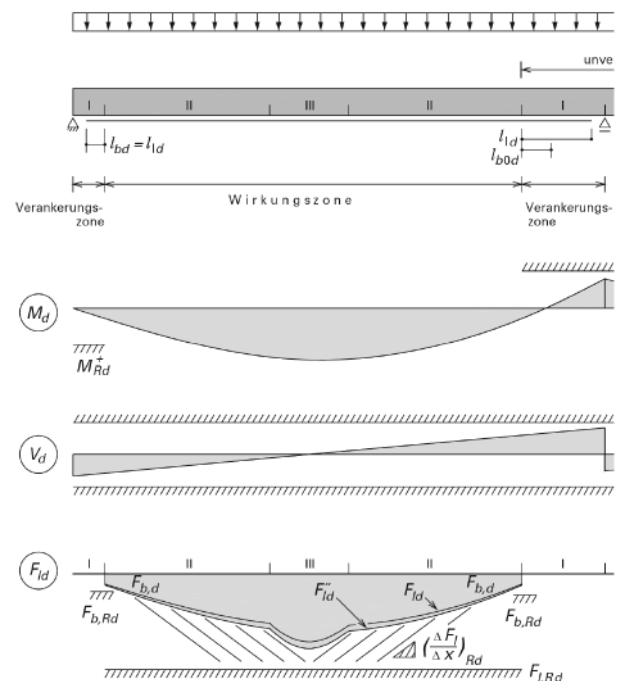
Nachweise an einem teilweise verstärkten Biegeträger, aus [2].
Verifications on a partially strengthened beam, from [2].

Flexural Strengthening of Concrete Structures using Carbon Fibre-Reinforced Strips

The application of externally bonded steel plates for the strengthening of reinforced concrete structures was already widespread in the 1970s. In the 1980s and 1990s research projects aimed at establishing the use of carbon fibre-reinforced plastic laminates for the same purpose.

The interaction between the components concrete, bar reinforcement and plate reinforcement requires the presence of a sufficient bond which enables the exchange of forces.

In this research project a tension chord is considered in order to derive findings concerning the bond behaviour. Simple stress-strain relationships and stress-slip relationships are used to characterize the material and the bond properties. The use of these basics provides results such as the crackspacing, the response of the chord, the bond quality and the deformations and stresses in a crack element [1]. Some conclusions influenced directly the recently issued pre-standard SIA 166 *Externally bonded reinforcements* [2].



Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch (ZEBRA)

Projektleitung: Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter: R. Bargähr
 Projektpartner: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern;
 P. Matt, Ittingen; TFB Wildeg; U. Vollenweider, Zürich.

Jährlich werden Brücken des National- und Kantonsstrassennetzes abgebrochen, weil sie geänderten Anforderungen nicht mehr genügen, Hindernisse für Erweiterungen darstellen oder als nicht mehr nutzbar eingestuft werden. Beim Abbruch dieser Brücken fallen wertvolle Informationen an, die nur mit grossem Aufwand beschafft werden könnten, wenn das Tragwerk seine Funktion weiterhin erfüllen sollte. Zerstörende Untersuchungsmethoden sind uneingeschränkt anwendbar und Ergebnisse früherer Untersuchungen können verifiziert werden.

Ziel dieses Projektes ist es, eine Rahmenorganisation für die Zustandserfassung von Abbruchobjekten und die zentrale Sammlung und Verarbeitung der Daten zu schaffen sowie bauteilspezifische Vorgehensweisen der Zustandserfassung zu erarbeiten. Die Forschungsarbeiten sollen zudem neue Erkenntnisse über relevante Schädigungs- und Versagensmechanismen sowie Erkenntnisse für Überprüfungen ähnlicher Objekte liefern.

Durch das langfristige und koordinierte Sammeln von so gewonnenen Informationen ist eine einheitliche Methodik und Datenstruktur gewährleistet und die gewonnenen Resultate sind vergleichbar und statistisch auswertbar.

Als Nebenprodukt entsteht ein guter Überblick über die Gründe der Brückenabbrüche und über gängige Abbruchverfahren und ihre Eignung für Arbeiten unter Verkehr.



Condition Survey of Bridges during their Demolition

Every year several bridges of the federal road network are demolished due to changed demands, to their being an obstacle to expansion or to them reaching the end of their service life. During the demolition of these bridges valuable information can be gained. This information would have to be obtained at great expense if the structure would have to maintain its function. Destructive testing methods can be applied without restriction and the results of earlier investigations can be verified.

The aims of the research project are the creation of a framework for the condition survey of demolished bridges, the central collection and processing of the data and the development of detailed procedures for the condition survey. In addition, the project should provide new knowledge about damage and failure mechanisms as well as new knowledge for checks of similar objects.

Collecting of the gained information in the long term guarantees a uniform methodology and data structure. Therefore, the results are comparable and statistically processable. As a side effect, a good overview on the reasons for the demolition of bridges and on currently used methods for demolition and their suitability for working under traffic conditions is obtained.

Überführung/overpass Etzelstrasse, Gemeinde Altendorf.

*Unterspriessung vor dem Zersägen (unten).
 Schnittfläche mit Spanngliedern (links).*

*Propping before saw cutting (below).
 Cutting area with post-tensioning tendons (left).*



VERANSTALTUNGEN

Kolloquium Baustatik und Konstruktion

Seit Jahren lädt das IBK für jedes Sommer- und Wintersemester Professoren in- und ausländischer Hochschulen oder Fachleute aus Praxis und Industrie als Referenten an die ETH Höggerberg ein. Auch wissenschaftliche Mitarbeiter des Institutes erhalten Gelegenheit, über ihre Forschungsarbeiten zu berichten. Sowohl Ingenieure aus der Praxis als auch Hochschulangehörige schätzen dieses Angebot.

12.11.2002
Dipl.-Ing. Marcel Achermann
OBERMEYER, Planen + Beraten, München
Interessante Hochbauprojekte in China

3.12.2002
Prof. Dr. sc. techn. Albin Kenel,
Hochschule für Technik, Rapperswil
Biegetragverhalten und Mindestbewehrung von Stahlbeton

14.1. 2003
Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Josef Fink
Institut für Stahlbau, Holzbau und Mischbautechnologie, Innsbruck
Die Herausforderung an Kreativität und Modellbildung für die Ingenieure: Montage von Stahl- und Verbundbrücken

29.4.2003
Dipl. Ing. ETH/SIA Tivadar Puskas
WGG Schnetzer Puskas Ing. AG, Basel
Messturm Basel – Konstruktive Aspekte bei der Tragwerks-Planung im Spannungsfeld zwischen Architektur, Ökonomie und 20 Monaten Bauzeit

13.5.2003
Dr. sc. techn. Daia Zwicky
Wolf Kropf Partner AG, Zürich
Beurteilung der Tragsicherheit von Brücken aus Spannbett-Trägern

3.6.2003
Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange
Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik,
Technische Universität Darmstadt
Werkstoffkennwerte im Hochtemperaturbereich und ihr Einfluss auf die praktische Bemessung

17.6.2003
Dr. sc. techn. Thomas Pfyl
Elektrowatt Infra AG, Zürich
Tragverhalten von Stahlfaserbeton

28.10.2003
Prof. Dr. Viktor Sigrist
Technische Universität Hamburg-Harburg
Aus alt mach neu – Herausforderung im Brückenbau

18.11.2003
Dipl. Bauing. ETH/SIA Eduard Witta
MWV Bauingenieure AG, Zürich
Dipl. Bauing. ETH/SIA Urs Schneider
Schneider Stahlbau AG, Jona
**Zoo Zürich, Masoalhalle
Teil 1: Von der Idee zum Projekt
Teil 2: Konstruktion und Montage**

13.1.2004
Dr. sc. techn. Paul Lüchinger
Dr. Lüchinger + Meyer Bauingenieure AG, Zürich
**Wukesong Arena Beijing Olympics 2008:
Eine Vision nimmt Gestalt an**

3.2.2004
Dr. sc. techn. Tomaz Ulaga
Walt + Galmarini AG, Zürich
**Betonbauteile mit Stab- und Lamellenbewehrung:
Verbund- und Zuggliedmodellierung**

4.5.2004
Prof. Dr. Nigel Priestley
European School of Advanced Studies in Reduction of Seismic Risk (Rose), Pavia, Italy
Myths and Fallacies in Earthquake Engineering, Revisited

Veranstaltungen

18.5.2004

Dr. sc. techn. Hannes Ludescher
Lehrstuhl für Erhaltung und Sicherheit von
Bauwerken, ETH Lausanne

**Zur Festlegung des dynamischen Vergrößerungs-
faktors bei der Überprüfung von Stras-
senbrücken**

25.5.2004

Dipl. Ing. Lars Hauge
COWI A/S, Lyngby, DK

**Stonecutters Bridge
Pushing the Limits for Bridge Design and
Construction**

8.6.2004

Prof. Dr.-Ing. Uwe Starossek
Arbeitsbereich Baustatik und Stahlbau,
Technische Universität Hamburg-Harburg

Progressiver Kollaps

Weitere Veranstaltungen

Interne Anlässe des IBK

Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. M.H. Faber 21.10.2002

Weihnachtsparty 09.12.2002

Vorstellung der Sektion von Prof. T. Vogel 17.03.2003

Institutsskilager Lenzerheide 29.-31.03.2003

Überquerung Greifensee 06.08.2003

Institutsexkursion Thurgau 05.09.2003
 - Besuch der Firma Stadler, Bussnang
 - Wanderung mit Mittagessen in einer Besenbeiz
 - Führung im Napoleonmuseum Arenenberg
 - Wanderung nach Mannenbach am Bodensee

Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. M. Fontana 20.10.2003

Weihnachtsparty 08.12.2003

Institutsskilager Grimentz 19.-22.03.2004

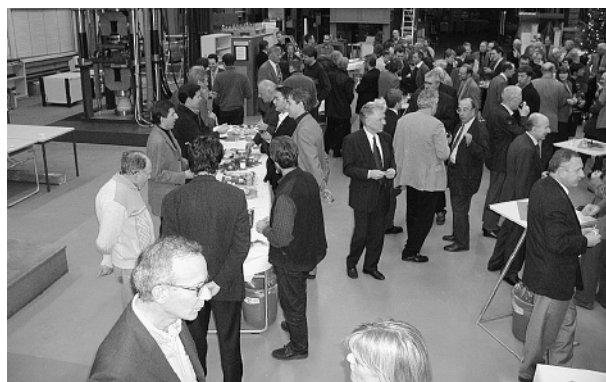
Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. E. Anderheggen 06.04.2004

20-jähriges Jubiläum Emil Honegger 20.04.2004

Überquerung Greifensee 16.08.2004

Institutsexkursion Westumfahrung Zürich und Weinrebenpark Spreitenbach 03.09.2004

Verabschiedung Prof. Anderheggen 03.09.2004



Weihnachtsparty 2002



Überquerung Greifensee 2003



Institutsexkursion Thurgau



20-jähriges Jubiläum Emil Honegger

Ausstellung Ingenieur-Betonbau

8. Dezember 2003 bis 15. Januar 2004,
ETH Hönggerberg, Zürich

Projektleiter: Prof. Dr. P. Marti
Mitarbeit: O. Monsch, B. Schilling
Grafik/Produktion: E. Honegger
Illustrationen: B. Dubs.

Die Ausstellung wurde aus Anlass des hundertjährigen Jubiläums der ersten Schweizer Norm für Betonbau konzipiert. Sie umfasst die drei Teile *Hintergrund*, *Stahlbeton* und *Betontragwerke*.

Der erste Teil vermittelt den geschichtlichen Hintergrund der Betonbauweise. Einleitend wird gezeigt, dass die Bauweise ihre Wurzeln im Lehm- und Mauerwerksbau in Mesopotamien und vor allem im römischen Betonbau hat. Dann werden die wesentlichen Entwicklungsschritte der Baustatik vorgestellt. Anschliessend werden die Entwicklung von Zement und Eisen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufgezeigt und die daraus entstandenen wegweisenden Konstruktionen aus Eisenbeton

dargestellt, insbesondere diejenigen der Protagonisten J. Monier und F. Hennebique.

Im zweiten Teil werden einleitend die grundlegenden Eigenschaften von Beton und Bewehrung vorgestellt, um sich dann dem Verbundwerkstoff Stahlbeton zu widmen. Das Tragverhalten von Bauteilen aus Stahlbeton unter Biegung, Biegung und Normalkraft, Querkraft und Torsion wird in einfach verständlicher Art und Weise dargestellt. Abschliessend werden das Prinzip der Vorspannung erläutert und verschiedene Spannverfahren vorgestellt.

Der dritte Teil der Ausstellung beginnt mit Grundsätzen zum Entwurf und zur Projektierung von Betontragwerken. Danach werden anhand von ausgewähltem Bildmaterial exemplarisch herausragende Betonbauwerke gezeigt. Diese wegweisenden, meist von Schweizer Ingenieuren entworfenen Bauwerke werden durch aussergewöhnliche Bauwerke ausländischer Ingenieure ergänzt. Die Bilder dokumentieren selbsterklärend einerseits die vielfältigen Entwurfs-, Konstruktions- und Gestaltungsmöglichkeiten der Stahlbetonbauweise, und andererseits die subtile Einpassung der faszinierenden und anregenden Bauwerke in ihre Umgebung.



Innenansicht des Pantheons, Rom, 118 - 128 n. Chr.



Sunnibergbrücke, Klosters - Serneus, 1996 - 1998.

Fachtagung Forum Massivbau Brandschutz

12. Juni 2003 ETH Zürich

Projektleiter: Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter: F. Schneider, W. Gächter,
 H. Schneeberger
 Projektpartner: Forum Massivbau, VKF.

Mit der Wahl geeigneter Konstruktionen und Baustoffe kann das Brandrisiko erheblich reduziert werden.

Die Tagung zeigte den Einfluss verschiedener Bauweisen auf die Brandsicherheit, insbesondere auch Vergleiche zwischen Holz- und Massivbauweise. Die Tagung wurde von rund 105 Teilnehmern besucht.

ETH-Tagung Holz im Hochhausbau

20. November 2002 ETH Zürich

Projektleiter: Prof. Dr. M. Fontana,
 Prof. D. Eberle
 Mitarbeiter: R. Tobler, F. Knobel
 Projektpartner: D-ARCH, I-Catcher, Holz21,
 Lignum, Hochparterre.

In dieser gemeinsam mit dem D-ARCH durchgeführte Tagung sollten Visionen für das Bauen mit Holz ausglotet werden. Drei Architektengruppen (Morger & Degelo, Basel; MVRD, Winy Maas, Rotterdam; Thomas Herzog, München) präsentierten ihre Vorstellungen. Insbesondere die Aspekte der Brandsicherheit, der Dauerhaftigkeit und des Tragverhaltens wurden durch unsere Gruppe beleuchtet. Die lebhafteste Schlussdiskussion durch die rund 210 Teilnehmer und die Vielfalt der drei Projektideen zeigten das grosse Interesse der Praxis an diesem kontroversen Thema.

Nachdiplomkurs (NDK) Risiko und Sicherheit

Der Nachdiplomkurs Risiko und Sicherheit der ETH Zürich, der EPFL und der HSG in St. Gallen richtet sich an Ingenieure und Ingenieurinnen aus der Praxis, welche sich mit Fragen der Sicherheit vertieft beschäftigen wollen.

Modul Methoden der systemorientierten Risikoanalyse (G1)

13.-15. August 2003

20.-22. August 2003 ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. W. Kröger,
 Prof. Dr. M.H. Faber
 Dozenten: Dr. R. Blumer (Sulzer AG),
 Dr. V. Dang (PSI),
 Dr. St. Hirschberg (PSI),
 Prof. H.R. Künsch (ETHZ),
 H. Merz (Ernst Basler und Partner),
 Prof. F. Schmalz (ETHZ),
 Dr. M. Schiess (BUWAL).

Dieses Modul vermittelt ein grundsätzliches Verständnis von Risiko- und Sicherheitsfragen, Kenntnisse der Methoden zur Gefahrensuche in verschiedenen technischen Systemen, sowie der gebräuchlichen Ansätze zur Risikoermittlung, zur Risikobeurteilung und zur Entscheidungsfindung. Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsbegriffe, der Methoden der Risikoanalyse (logische Bäume), die Erfassung besonderer Aspekte (menschliches Fehlverhalten, abhängige Ausfälle etc.) sind unter anderem Inhalte dieses Moduls. Weiter wird auf Zuverlässigkeitsanalysen Bayes'sche probabilistischen Netze, Ermittlung des Schadens, Risikobeurteilung, Risikovergleiche, Risikoakzeptanz, Risikoaversion, Sicherheits- und Schutzziele und Elemente der Entscheidungstheorie eingegangen.

Modul Zuverlässigkeit in der Konstruktion (V3)

10.-12. Mai 2004

24.- 25. Mai 2004 ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. M.H. Faber, ETHZ,
 Prof. Dr. E. Brühwiler, EPFL.

Dieses Modul beginnt mit einer allgemeinen Betrachtung von Risiko, Gefahren und Unfallursachen. Es folgt eine Repetition der Wahrscheinlichkeitstheorie, Statistik und Modellierung. Die Methoden struktureller Zuverlässigkeit beinhalten die Zuverlässigkeit von Komponenten und das Sicherheitsformat der Normen. Die Vermittlung der Kenntnisse in diesem Bereich wird durch eine Vorstellung von Software ergänzt. Weiterhin wird auf die Zuverlässigkeitsanalyse von Strukturen eingegangen und auf die Aktualisierung der Ausfallda-

Veranstaltungen

ten. Schutzziele, risikobasierte Instruktion und Unterhaltsplanung sowie aussergewöhnliche Einwirkungen sind weitere Schwerpunkte dieses Moduls. Abschliessend werden juristische Aspekte betrachtet und Fallstudien vorgestellt.

Modul Brandschutz (V5)

11.-13. August 2004

19./20. August 2004 ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. M. Fontana

Mitarbeiter: M. Knobloch.

Im Rahmen der Vertiefungsmodule führten wir zum vierten Mal ein Modul zum Thema Brandsicherheit durch. Das Modul wurde von 35 Teilnehmerinnen und Teilnehmern besucht. Ein international zusammengesetztes Team von Dozierenden vermittelte in einer ersten Phase die Grundlagen zum vielschichtigen Thema Brand. Der theoretische Teil wurde eindrücklich unterstützt von praktischen Demonstrationen im Versuchslabor der SIEMENS-Technologies AG in Männedorf. In einer zweiten Phase hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Gelegenheit ihr Wissen und Können an drei Fallbeispielen, betreut von Brandspezialisten der Feuerpolizeibehörden und des Sicherheitsinstitutes, unter Beweis zu stellen.

Städtebau-Schiffsbau-Flugzeugbau Studienreise Hamburg

28. August – 1. September 2004, ETH Zürich

Projektleiter: Dr. A. Steurer

Mitarbeiter: J. Fischer, U. Wyss

Projektpartner: Fachhochschule Zürich:
Hochschule für Technik Zürich,
Zürich; Stahlbau Zentrum
Schweiz, Zürich.

Hamburg erlebt zurzeit im städtebaulichen und gesellschaftlichen Umfeld unvergleichliche Veränderungen und Entwicklungen. So entstehen zum Beispiel mit dem Projekt *HafenCity* auf 100 ha Landfläche rund 1.5 Mio. Bruttogeschossfläche Wohnungen für 10'000 bis 12'000 Einwohner und Dienstleistungsflächen für mehr als 20'000 Arbeitsplätze. Die im Bau befindlichen Polderbewegungen *Sandtorhafen* der Architekten Ingenhoven Overdieck und Partner oder die dafür bereits gebaute Brückenanlage *Kibelbelsteg* der Architekten und Ingenieure Gerkan, Marg und Partner sind Bestandteile der Neuorientierung der Innenstadt, die sich so

um 40% vergrössert. Einmalige Entwicklungen und Prozesse – sie zu sehen und die Hintergründe zu erfahren – veranlasste uns in Kooperation mit der Hochschule für Technik Zürich und dem Stahlbau Zentrum Schweiz die Studienreise nach Hamburg zu organisieren und durchzuführen.

Zum Thema Bauen am Wasser gehört auch das *Bauen fürs Wasser*, der Schiffsbau. Der detaillierte Einblick in die Planungsprozesse, die Bauabläufe und Fertigungsvorgänge beim Bau von Marine-, Passagier- und Frachtschiffe brachte uns die Werkbesichtigung der im Weltmarkt erfolgreich tätigen Industrieunternehmung und Schiffswert Blohm+Voss. Der Besuch in Altenwerder, einer Hafenstadt zwischen Kirche und Containern, verdeutlicht den Wandel des ehemaligen Fischerdorfes zum modernsten Container-Terminal der Welt. Mit dem HHLA Container Terminal entstand ein gewaltiges Areal mit der neusten Generation von Super-Container-Brücken und futuristischen, fahrerlosen elektronisch gesteuerten Transportfahrzeugen.

Ein äusserst ungewöhnliches Bauwerk für die Schifffahrt entsteht zurzeit an einem Seitenarm des Nord-Ostsee-Kanals: ein Erdmagnetfeldsimulator. Die Spezialkonstruktion erlaubt die Simulation von Erdmagnetfeldern, welche bei der Konstruktion und dem Aufbau von U-Booten und Minensuchbooten eine zentrale Rolle spielt. Die aus magnetischen Gründen gänzlich in Holzbauweise gebaute Hallenkonstruktion überraschte mit ihren beträchtlichen Abmessungen von 113 m Länge, 29 m Breite und einer Gesamthöhe von 46 m, wovon allerdings nur 28 m über Wasser sind.

Die Werksführung bei Airbus Deutschland schliesst den Zyklus der Studienreise *Städtebau-Schiffsbau-Flugzeugbau* ab. Die für die Produktion des Airbus A380 neu gebauten Montagehallen sind was die Bauten selber, aber auch was den Inhalt und die Nutzung anbelangt, höchst interessant. Alles in allem eine weitere Studienreise, aus der wir für unseren Berufsalltag interessante Erinnerungen, aufschlussreiche Eindrücke und nachhaltige Erkenntnisse mitnehmen.

Workshop on the Probabilistic Modeling in Reliability Analysis of Timber Structures

October 10-11, 2002, ETH Zürich

Organization: Prof. Dr. M.H. Faber

Cooperation with: JCSS, COST E24.

During the last 2-3 decades one of the main activities of the Joint Committee on Structural Safety (JCSS) has been to establish a Probabilistic Model

Code (PMC) for Reliability Based Design of Structures. In early 2001 a first version of the JCSS PMC was published on the web: www.jcss.ethz.ch.

Presently the JCSS PMC contains important information regarding the general probabilistic modeling of loads and load combinations together with probabilistic models for the resistance related material characteristics of concrete and steel materials. One of the building stones required to complete the JCSS PMC is a set of relevant probabilistic models for reliability assessment of timber structures. This in fact was initiated already some 6-8 years ago at which time the JCSS asked the timber engineering community for assistance in accomplishing this important task. This contact resulted in the initiation of the European Community COST E24 Action *Reliability of Timber Structures* in the year 2001. The aim of this research project is to establish an operational basis for reliability analysis of timber structures. Therefore, workshops and meetings are organized, bringing together experts of both fields: timber engineering and reliability engineering.

On the workshop in Zurich a number of presentations were given most of which relate to the probabilistic modeling of the

- short term strength of timber components
- long term strength of timber components
- strength and stiffness properties of timber systems

At the end of the workshop presentations were given addressing the special aspects in regard to the formulation of a chapter on the strength of timber structures for the Probabilistic Model Code of the Joint Committee on Structural Safety (JCSS PMC).

Zweite SAFERELNET Generalversammlung

16. bis 18. Oktober 2002, ETH-Zentrum, Zürich
 Organisation: Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter: A. Walzer, O. Kübler
 Projektpartner: SAFERELNET, Europäische Union.

SAFERELNET ist ein thematisches Netzwerk, das vom GROWTH-Programm der Europäischen Kommission gefördert wird. Ziel von SAFERELNET ist die integrierte Betrachtung von sicheren und kosteneffizienten Lösungen für industrielle Produkte, Systeme, Anlagen, und Bauwerken. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Nutzung von zuverlässigkeitsbasierten Risikoanalysen. Des Weiteren fördert das Netzwerk den Austausch zwi-

schenden unterschiedlichen industriellen Sektoren, zwischen den Ländern Europas und zwischen der Industrie und der Forschung.

Vom 16. bis zum 18. Dezember 2002 fand die zweite Generalversammlung des SAFERELNET-Netzwerkes an der ETH Zürich statt. Daran nahmen über 70 Repräsentanten von 54 Organisationen teil. Am ersten Tag wurden die neu hinzugekommen Mitglieder aus den osteuropäischen Ländern begrüsst, informiert und in das Forschungsprojekt integriert. Am zweiten Tag wurde die Arbeit des vergangenen Projektjahres von jedem Arbeitspaket mittels Präsentationen vorgestellt. Am letzten Tag wurden innerhalb der Arbeitspakete die zukünftige Arbeit geplant wie auch innerhalb des SAFERELNET-Vorstandes.

3rd International Workshop Life-Cost Analysis and Design of Civil Infrastructure Systems and fib WG 5.3-1, WG 5.6 / Joint Committee on Structural Safety Probabilistic Modelling of Deterioration Processes on Concrete Structures

24.-26. March 2003, Swiss Federal Institute of Technology EPFL, Lausanne

Organisation: Prof. Dr. M.H. Faber, ETHZ,
 Prof. Dr. E. Brühwiler, EPFL.

The civil infrastructure systems of the world represent a huge investment for both governments and taxpayers. The life cycle benefits of this investment must be maximised to ensure that the needs of our society are optimally met, taking into consideration safety, economy, and sustainability requirements. The Life-Cycle Cost (LCC) analysis and design of civil infrastructure systems plays an important role in maximising these benefits.

With this in mind, it was decided to initiate a series of International Workshops on Life Cycle Cost Analysis and Design of Civil Infrastructure Systems. The Third International Workshop on Life-Cycle Cost Analysis and Design of Civil Infrastructure Systems (LCC03) was held in Lausanne, Switzerland, March 25-26, 2003. In parallel to the initiative of the LCC03 a workshop was planned jointly by the Joint Committee on Structural Safety (JCSS) and Fédération Internationale de Béton (fib).

The main objective of this joint workshop was to identify and implement a generally acceptable basis for the probabilistic modeling of deterioration processes in concrete structures. The conclusions of the joint event may be found in the proceedings. Much

Veranstaltungen

important work has already been performed in an effort to achieve this, however, the issue of identifying and implementing a generally acceptable basis for the probabilistic modeling of deterioration processes in concrete structures remains open. This task is essential for the further progress of the work of fib and for the further development of the JCSS Probabilistic Model Code.

Workshop - Natural Hazards in an Alpine Valley

16. September 2003, ETH Höggerberg
Organisation: Prof. Dr. E. Minor (VAW),
D. Straub (IBK).

Das Alpine-Valley-Projekt beabsichtigt, die verschiedenen Forschungsprojekte im Bereich Naturgefahren innerhalb des Departements Bau, Umwelt und Geomatik miteinander zu verknüpfen. Ziel des Projektes ist es, die verschiedenen Gefährdungsprozesse, die durch natürliche Einwirkungen in einem alpinen Tal entstehen, auf generische Weise zu beschreiben. Dies soll eine Grundlage liefern, um Risiken aus Naturgefahren und entsprechende Massnahmen in solchen Regionen konsistent und effizient beurteilen zu können.

Im Rahmen des Alpine-Valley-Projektes wurde ein Doktoranden-Workshop durchgeführt. Zehn Forschungsprojekte wurden präsentiert. Die Vorträge illustrierten die Breite (in thematischer und methodischer Sicht) der Forschung am Departement, welche sich mit Naturgefahren befasst. Die verschiedenen Beiträge zeigten Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Forschung und führten bei den 30 Teilnehmern zu regen Diskussionen.

Studienkreis Stochastische Dynamik

12. November 2003 bis 25. Februar 2004
ETH-Höggerberg, Zürich
Organisation: Prof. Dr. M.H. Faber
Mitarbeiter: O. Kübler, Y.Y. Bayraktarli.

Begleitend zum Wintersemester 03/04 wurde ein Studienkreis angeboten, der sich mit der stochastischen Beschreibung von dynamischen Phänomenen befasste. In dieser stochastischen Beschreibung wurden unter anderem lineare wie auch nicht lineare Beziehungen von Ein- und Mehrmassenschwingern berücksichtigt, bis hin zum kontinuier-

lichen System. Zum Abschluss des Studienkreises, der sich stark an das Buch *Probabilistic Theory of Structural Dynamics* von Y.K. Lin (1967) anlehnte, wurde die Ermittlung von *Outcrossing Rates* diskutiert.

Auch wenn der Inhalt anhand des konstruktiven Ingenieurbaus vermittelt wurde, fanden sich unter den 13 Teilnehmern auch Mitglieder anderer Institute des Departements D-BAUG; z.B. Doktoranden und Post-Doktoranden des IGT, VAW, IBB und IBK; sowie auch aus der Industrie. Ein Beispiel begleitete den Studienkreis und illustrierte die Anwendung der stochastischen Dynamik im Bereich des Erdbebeningenieurwesens.

Virtuelles Entwerfen in der Tragwerkslehre

26. März 2004, ETH Höngrberg

Projektleiter: Prof. Dr. Edoardo Anderheggen
 Referenten : Prof. Dr. Edoardo Anderheggen,
 Prof. Dr. Otto Künzle,
 Prof. Dr. Ulrich Walder,
 Dipl. Ing. Claudia Pedron.

Computer haben die Baustatik revolutioniert. Dieser Entwicklung wurde mit dem E-Learning Projekt EasyStatics am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich Rechnung getragen. Es besteht aus dem gleichnamigen Computerprogramm EasyStatics und einer passenden internet-basierten Lernumgebung.

Die eintägige Fachtagung richtete sich primär an Lehrkräfte im Fachbereich *Tragkonstruktionen und Baustatik*. Über 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer, zum Teil auch Architekten und Bauingenieure aus der Praxis, verfolgten die Tagung.

Diese bestand aus zwei Teilen. Im ersten Teil thematisierten eine Reihe von Vorträgen sowohl die theoretischen als auch die didaktischen Aspekte von EasyStatics. Im Mittelpunkt standen hierbei die Funktionalität und Einsatzweise von EasyStatics in der Tragwerkslehre. Dies beinhaltete auch eine Demonstration der speziell dafür entwickelten Lernumgebung zur Verdeutlichung des prinzipiellen Ablaufs einer Lehrveranstaltung. Ergänzt wurden die Vorträge durch einen Gastvortrag, der den Einfluss der Informatik auf die Berufsbilder im Bauwesen im allgemein aufzeigte. Die Vorträge machten die unterschiedliche Ansichten der Vortragenden und Herangehensweisen an die Materie deutlich, so dass sich den Vorträgen eine rege und fruchtbare Diskussionsrunde anschloss. Der zweite Teil der Tagung war praktisch orientiert und fand an den Studentendcomputern statt. Die Teilnehmer

konnten selber mit dem Programm *spielen* und waren so in der Lage, einen direkten Einblick von der Vielfältigkeit und Mächtigkeit von EasyStatics zu bekommen.

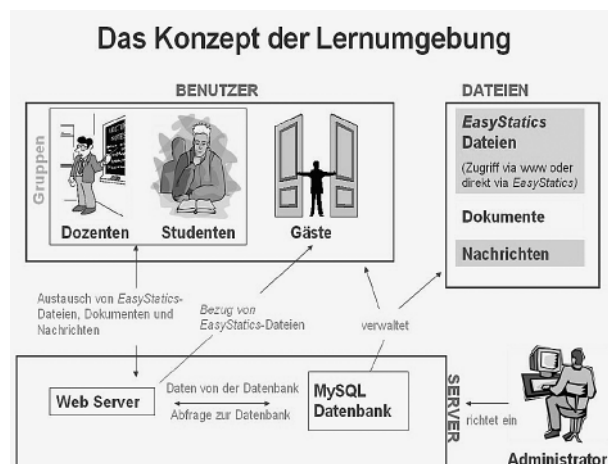
Tagungsunterlagen:

Anderheggen, E.; Steffen P.
EasyStatics – A Tool for Teaching Structural Design
 IBK Publikation SP-012, Dezember 2003

Anderheggen, E.; Steffen P.
EasyStatics - Ein Werkzeug für die Tragwerkslehre
 IBK Publikation SP-013, März 2004

Anderheggen, E.; Pedron, C.; Tesar, C.
EasyStatics - Internetbasierte Lernumgebung

Anderheggen, E.; Pedron, C.; Volkwein, A.
EasyStatics - Benutzeranleitung



SWISSCODES, die neuen Schweizer Tragwerksnormen

Unter dem Projekttitel *Swisscodes* wurden 1999-2003 die Tragwerksnormen des SIA grundlegend überarbeitet. Insgesamt 15 Dokumente mit total 854 Seiten wurden erstellt mit jeweils einer deutschen und einer französischen Version mit Übersetzungen ins Englische und teilweise ins Italienische. Sie decken folgende Bereiche ab:

Norm SIA 260	<i>Grundlagen der Projektierung von Tragwerken</i>
Norm SIA 261	<i>Einwirkungen auf Tragwerke</i>
Norm SIA 262	<i>Betonbau</i>
Norm SIA 263	<i>Stahlbau</i>
Norm SIA 264	<i>Stahl-Beton-Verbundbau</i>
Norm SIA 265	<i>Holzbau</i>
Norm SIA 266	<i>Mauerwerk</i>
Norm SIA 267	<i>Geotechnik</i>

Die Projektkosten von 7.305 Mio. sFr. wurden von Sponsoren (3.975 Mio. CHF.), Volontariat der Sachbearbeiter (2.560 Mio. CHF.) und Volontariat der Begleitkommissionen und Begutachter (0.770 Mio. CHF.) aufgebracht. Im Jahr 2003 wurden die neuen Normen in 37 Einführungskursen sprachregional in Bern (d/f, 1), Zürich (d, 2,3), Lausanne (f, 4,5) und Lugano (i/f, 6) mit insgesamt etwa 6000 Teilnehmern vorgestellt (vgl. Grafik).

Das IBK spielte eine führende Rolle in der Erarbeitung und Einführung der neuen Normen: P. Marti war Projektleiter des Projekts *Swisscodes* und Sachbearbeiter der Norm SIA 260, A. Kenel war Sachbearbeiter der Norm SIA 262, M. Fontana war verantwortlich für die Erarbeitung der Norm SIA 264 und P. Marti, N. Mojsilovic, und T. Berset trugen die Verantwortung für die Erarbeitung der Norm SIA 266. T. Vogel schliesslich war verantwortlich für die Einführungskurse zu den Normen SIA 260 und 261.

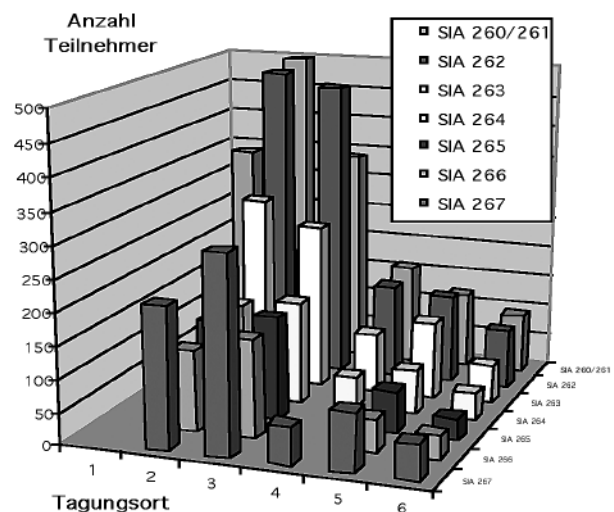
In allen Teilprojekten waren auch ehemalige Mitarbeiter des Instituts massgeblich beteiligt.

*Teilnehmerzahlen der Einführungskurse.
Attendance at the introductory courses.*

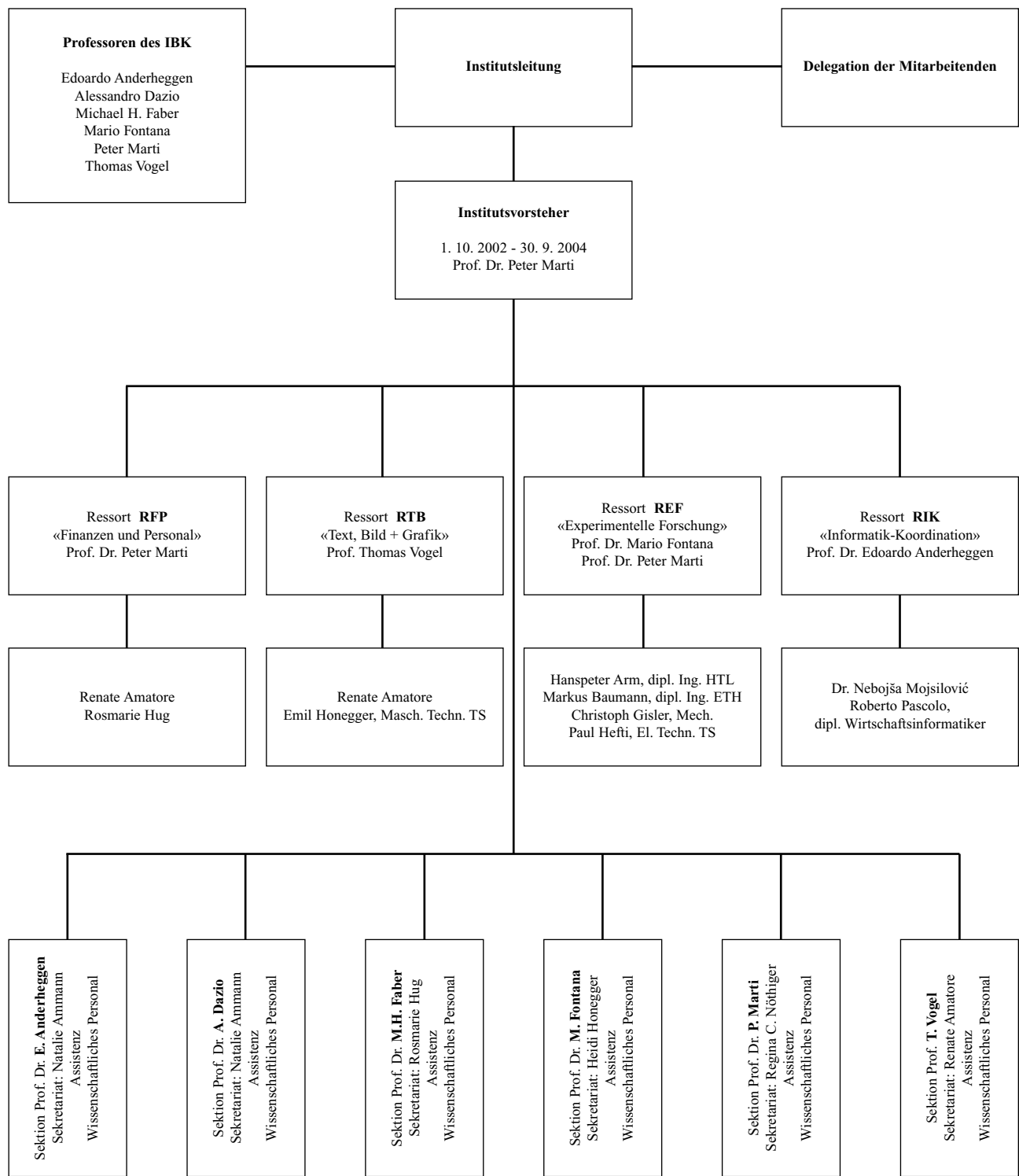
SWISSCODES, the new Swiss structural codes

Under the project title *Swisscodes* the Swiss structural codes were totally revised in the period from 1999 to 2003. A total of 15 documents (854 pages) were produced (in German and French with Italian and English translations), covering: Basis of Structural Design, Actions on Structures, Concrete Structures, Steel Structures, Composite Steel and Concrete Structures, Timber Structures, Masonry, and Geotechnical Design.

The project costs of CHF 7.305 Mio. were covered by sponsors (CHF 3.975 Mio.), voluntary work of drafting panels (CHF 2.560 Mio.) and voluntary work of commissions and reviewers (CHF 0.770 Mio.). In 2003, the new codes were introduced by means of 37 courses in Berne, Zurich, Lausanne, and Lugano, attracting approx. 6000 participants. IBK played a leading role both in developing and introducing the new codes: The project *Swisscodes* was managed by P. Marti who was also responsible for drafting the code SIA 260 *Basis of Structural Design*; A. Kenel was a member of the drafting panel for the code SIA 262 *Concrete Structures*; M. Fontana was responsible for drafting the code SIA 264 *Composite Steel and Concrete Structures*; P. Marti, N. Mojsilovic and T. Berset were responsible for drafting the code SIA 266 *Masonry*; and T. Vogel was responsible for the introduction of the codes SIA 260 *Basis of Structural Design*, and SIA 261 *Actions on Structures*.



Organigramm



Institutsangehörige

Professoren

Prof. Dr. Edoardo Anderheggen	
Prof. Dr. Alessandro Dazio	seit 01.08.2003
Prof. Dr. Mario Fontana	
Prof. Dr. Michael H. Faber	
Prof. Dr. Peter Marti	
Prof. Thomas Vogel	

Assistenz und wissenschaftliches Personal

Sektion Anderheggen

Claudia Pedron	seit 01.05.2001
Pietro Pedrozzi	bis 30.06.2004
Anton Sres	seit 01.10.2001
Martin Stoffel	seit 01.05.2001
Can Tesar	seit 01.01.2003
Axel Volkwein	bis 30.04.2004

Sektion Dazio

Davide Buzzini	seit 01.08.2003
Yazgan Ufuk	seit 23.02.2004

Sektion Faber

Daniel Straub	
Oliver Kübler	
Jochen Köhler	
Annette Walzer	
Vasiliki Malioka	
Yahya Bayraktarli	
Matthias Schubert	seit 01.06.2004
Dr. Jens Peder Ulfkjaer	seit 01.08.2004

Sektion Fontana

Christina Basler	seit 1.1.2004
Roland Bärtschi	
Mattia Bianchi	1.10.2002 - 31.3.2004
Steffen Blümel	bis 30.6.2003
Davide Buzzini	1.3.2003 - 21.10.2003
Samuele Crameri	1.10.2002 - 14.9.2003
Dr. Andrea Frangi	seit 20.11.2003
Markus Knobloch	
Trond Maag	bis 30.4.2004
Igor Oettli	01.09.2002 bis 30.10.2003
Elio Raveglia	seit 15.3.2004
Vanessa Schleifer	seit 1.10.2002
Bernhard Schuppisser	bis 31.3.2004
Dr. Anton Steurer	

Sektion Marti

Thierry Berset	
Thomas Jäger	
Joost Meyboom	bis 31.10.2002
Mario Monotti	bis 31.08.2004
Orlando Monsch	
Thomas Pfyl	bis 31.12.2002
Birgit Schilling	
Hans Seelhofer	seit 15.03.2003
Roberto Siccardi	bis 31.07.2003
Uwe Teutsch	seit 01.05.2003
Karel Thoma	bis 30.06.2004
Stefan Trümpi	
Robert Ullner	seit 01.07.2003

Sektion Vogel

Reto Bargähr	
Stephan Fricker	seit 01.10.2002
Alexander Kott	
Ingo Müllers	seit 01.04.2004
Barbara Schechinger	
Kristian Schellenberg	seit 01.03.2003
Hartwig Stempfle	
Tomaz Ulaga	bis 31.07.2003
Daia Zwicky	bis 31.12.2002

Verwaltungspersonal

Renate Amatore	
Natalie Ammann	
Heidi Honegger	
Rosmarie Hug	
Patricia Meile	seit 01.09.2004
Regina C. Nöthiger	

Technisches Personal

Hanspeter Arm, dipl. Ing. HTL	
Markus Baumann, dipl. Ing. ETH	
Christoph Gisler, Mech.	
Paul Hefti, El. Techn. TS	
Emil Honegger, Masch. Techn. TS	
Patrick Matteo	bis 29.02.2004
Dr. Nebojsa Mojsilovic	
Roberto Pascolo	
dipl. Wirtschaftsinformatiker	seit 01.03.2004

Kaufmännisches Lehrpersonal

Soraja Hagspiel	bis 31.01.2003
Alex Hildebrandt	seit 11.08.2004
Nicolas Paul	seit 13.08.2003
Murielle Spissu	bis 31.07.2003
Andreina Cavelti	seit 11.08.2004

Akademische Gäste, Gastvortr ge

21.-25.10.2002

Dr. Antoine Rouhan
Bureau Veritas, Paris, France.

06.02.-31.03.2003

Prof. Dr. ir. Johan Blaauwendraad, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, TU Delft, NL
Design Tool for Structural Concrete D-Regions (18.03.2003).

28.3.2003

Prof. Dan M. Frangopol
Dept. of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Colorado, Boulder, USA
Probabilistic Maintenance Strategies for Bridges in a Life-Cycle Perspective.

02.-27.06. 2003

Gerhard Ersdal
Petroleum Safety Authority, Norway.

02.06.-06.06.2003

Prof. emerit. Niels Lind
University of Waterloo, Victoria BC, Canada
Uncertainty Analysis of Quantitative Risk Assessments (4.6.2003).

1.9.03-31.8.2004

Kazuyoshi Nishijima
University of Tokyo, Japan.

8.12.-9.12.03

Jun Kanda
University of Tokyo, Japan

09.12.2003

Doktoranden, Rostov State Civil Engineering University, Rostow-am-Don, Russland.

16.-17. 02. and 03.-07.05.2004

Dr. Ad Leijten
TU Delft, Netherlands.

21.4.2004

BSc MSc PhD CEng MStructE Aleksandar Pavic
Dept. of Civil & Structural Engineering,
University of Sheffield, UK

Modal Testing of the Millennium Bridge Using Frequency Response Functions (FRF) Measurements.

seit 13.05.2004

Prof. Zhou Jianfang
Hohai University, Nanjing, China.

19.05.-15.09.2004

Yang Dawei
University of Harbin, Harbin, China.

25.05.2004

Andreas Steiger, Andreas Steiger & Partner AG,
Luzern
OSMOS-Monitoringsystem.

25.05.2004

Studienverein, Fachbereich Konstruktion und Entwurf, Technische Universität Eindhoven, NL.

27.5.2004

Prof. Patrick Weidmann, Dept. of Mechanical Engineering, University of Colorado at Boulder, USA

The Eiffel Tower – A Structural Form Molded by the Wind.

1.9.2004-28.2.2006

Dr. Fuminobu Ozaki
Research Fellow, Society for the Promotion of Science, Chiba University, Chiba-City, Japan.

Neuerschienene Autographien und Lehrbücher

Die aufgeführten Ergänzungen können direkt bei der betreffenden Sektion bestellt werden.

Marti, P.

Ergänzungen zu den Autographien

Stahlbeton GZ I & II

Vorlesungsautographie, 2002, 58 pp.

Fontana, M.

Berechnungsbeispiele zu den Vorlesungen

Stahlbau Grundzüge I und II

Vorlesungsautographie, 3. Auflage, 110 pp.

Abgeschlossene Dissertationen

2002

Blümel, S.

Ein Beitrag zum Trag- und Verformungsverhalten von Fachwerkträgern aus hochfesten Abkantprofilen

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferent: Prof. Dr. B. Edlund

Grassl, H.

Experimentelle und numerische Modellierung des dynamischen Trag- und Verformungsverhaltens von hochflexiblen Schutzsystemen gegen Steinschlag

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferenten: Dr. W. Ammann,
Prof. Dr. E. Anderheggen, Prof. Dr. H. Ohta

Kenel, A.

Biegetragverhalten und Mindestbewehrung von Stahlbetonbauteilen

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. Dr. A. Muttoni

Meyboom, J.

Limit Analysis of Reinforced Concrete Slabs

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. T. Vogel

2003

Maag, T.

Risikobasierte Beurteilung der Personensicherheit von Wohnbauten im Brandfall unter Verwendung von Bayes'schen Netzen

Referent: Prof. Dr. M. Fontana
Korreferenten: Prof. Dr. M.H. Faber, J.P. Favre

Pfyl, Th.

Tragverhalten von Stahlfaserbeton

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. Dr. V. Sigrist

Uлага, T.

Betonbauteile mit Stab- und Lamellenbewehrung: Verbund- und Zuggliedmodellierung

Referent: Prof. T. Vogel
Korreferenten: Prof. U. Meier
Dr. M. Deuring

2004

Brem, M.

Numerische Modellierung der Korrosion in Stahlbetonbauten – Anwendung der Boundary Element Methode

Referent: Prof. T. Vogel
Korreferenten: Prof. Dr. H. Böhni (Betreuer)
Dr. Y. Schiegg

Monotti, M.

Reinforced Concrete Slabs – Compatibility Limit Design

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. Dr. C.T. Morley

Pedrozzi, P.

Ein Programm für die Analyse, Entwurf und Überwachung von Schrägseilbrücken

Referent: Prof. Dr. E. Anderheggen
Korreferenten: Prof. Dr. M. Fontana
Dr. sc. Techn. M. Schlaich

Straub, D.

Generic Approaches to Risk Based Inspection Planning for Steel Structures

Referent: Prof. Dr. M.H. Faber
Korreferent: Prof. Ton Vrouwenvelder

Thoma, K.

Stochastische Betrachtung von Modellen für vorgespannte Zugelemente

Referent: Prof. Dr. P. Marti
Korreferent: Prof. Dr. M.H. Faber

Volkwein, A.

Numerische Simulation von flexiblen Steinschlagschutzsystemen

Referent: Prof. Dr. E. Anderheggen
Korreferent : Prof. Dr.-Ing. habil. W. Wagner

Institutspublikationen

Bestellungen

IBK Berichte: BD Bücherdienst AG
Postfach 64
CH-8840 Einsiedeln
Tf. 055/418 89 89
Fax 055/418 89 19
vdf@buecherdienst.ch

IBK Sonderdrucke: Autoren

Meyboom, J.

Limit Analysis of Reinforced Concrete Slabs

IBK Bericht Nr. 276, ISBN 3-7281-2876-7, Nov. 2002, 116 pp., 68 Abb., 11 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

The theory of plasticity and limit analysis methods for slabs are reviewed. A sandwich model for slabs is discussed. Such a model simplifies calculations, makes load paths easier to visualize and allows shear and flexural design to be integrated. Johansen's nodal force method is discussed and the breakdown of this method is attributed to the key assumptions made in its formulation.

The flow of force through a slab is examined. The term *shear zone* is introduced to describe a generalization of the Thomson-Tait edge condition and the term *shear field* is introduced to describe the trajectory of principal shear. The sandwich model is used to investigate how a shear field in the slab core interacts with the cover layers. The reaction to the shear field in the cover layers is studied and generalized stress fields for rectangular and trapezoidal slab segments with uncracked cores are developed. In this way the strip method can be extended to include torsion – the strip method's approach to load distribution is maintained while slab segments that include torsion are used rather than a grillage of torsionless beams.

Reinforcement is designed using a sandwich model and a compression field approach. Compression fields allow a given reinforcement mesh to be efficiently engaged. Design examples are given and reinforcement arrangements are presented.

The results of a previously reported experimental research programme are reviewed. The experiments showed that slabs with shear zones have a very ductile load-deformation response and that there is a good correspondence between the measured and designed load paths.

Kenel, A.

Biegetragverhalten und Mindestbewehrung von Stahlbetonbauteilen

IBK Bericht Nr. 277, ISBN 3-7281-2877-5, Dez. 2002, 114 pp., 55 Abb., 2 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e, f, i.

Unter Berücksichtigung der Verbundtragwirkung zwischen Stahl und Beton wird das Trag- und Verformungsverhalten gerissener Biegeträger sowohl im Gebrauchszustand als auch im Bereich von plastischen Stahl- und Betondehnungen einheitlich behandelt. Der Vergleich von faseroptisch ermittelten Stahldehnungen mit Resultaten von Berechnungen bestätigt die Annahmen des Zuggurmodells. Der Mindestbewehrungsgehalt zur Vermeidung eines spröden Versagens wird unter Verwendung bruchmechanischer Modellvorstellungen mit analytischen Funktionen approximiert. Der Mindestbewehrungsgehalt zur Begrenzung der Rissbreiten im Gebrauchszustand wird angegeben. Für verschiedene Belastungsgeometrien und statische Systeme werden einfache Gleichungen zur Verformungsberechnung bis zur Bruchlast bereitgestellt.

Fontana, M., Bärtschi, R.

New Types of Shear Connectors with Powder-Actuated Fasteners

IBK Bericht 278, ISBN 3-7281-2881-3. Dezember 2002, 88 pp., 134 Abb., 38 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

This test report documents experimental investigations on the structural behaviour of novel shear connectors for steel-concrete composite beams with powder-actuated fasteners. Shear connectors with powder-actuated fasteners are an alternative to welded headed stud connectors. Up to now this kind of connector exhibits a lower resistance per connector than headed studs resulting in higher costs per transmitted load. However, they do not need heavy equipment for installation and they can be fixed through profiled steel sheets even under bad weather conditions.

Pfyll, Th.

Tragverhalten von Stahlfaserbeton

IBK Bericht Nr. 279, ISBN 3-7281-2892-9, Feb. 2003, 139 pp., 49 Abb., 4 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Auf der Grundlage von Untersuchungen des Verbundes zwischen Faser und zementöser Matrix wird ein Modell für die Faserwirkung des Faserverbundwerkstoffs entwickelt, das es erlaubt, das Tragverhalten von Stahlfaserbeton mit nur wenigen Parametern zu beschreiben. Es wird gezeigt, wie diese Parameter mit einfachen Baustoffprüfungen am Faserverbundwerkstoff bestimmt werden können, und der Einfluss von Stahlfasern auf das Tragverhalten von Beton unter Zug-, Druck- und Biegebeanspruchung wird diskutiert. Mit der Erweiterung des Zuggurtmodells um das Modell für die Faserwirkung werden der Einfluss einer Faserbeigabe auf die Rissbildung und das Last-Verformungsverhalten von Stahlbeton theoretisch behandelt und die Erkenntnisse mit Resultaten aus Versuchen verglichen und ausführlich diskutiert. Zur Festlegung geeigneter Kombinationen von Stahlfaserbeton und Stahlbeton werden für Zug- und Biegebeanspruchung Näherungsverfahren angegeben und mit einfachen Beziehungen zur Berücksichtigung der Faserwirkung bei der Bemessung ergänzt.

Uлага, T.

Betonbauteile mit Stab- und Lamellenbewehrung: Verbund- und Zuggliedmodellierung

IBK Bericht Nr. 280, ISBN 3-7281-2908-9, Juni 2003, 160 pp., 71 Abb., 20 Tab., A4, Zusammenfassung: d, e.

In der Arbeit werden Betonelemente betrachtet, die mit innerer Stab- und mit äusserer Lamellenbewehrung verstärkt sind. Die Wechselwirkungen zwischen diesen Komponenten werden idealisiert, so dass einfache Beziehungen entstehen, die zum *Modell des gemischt bewehrten Zugglieds* zusammengefügt werden können. In einem Parameterstudium werden verschiedene Zugglieder mit diesem Modell untersucht. Es folgen neue Erkenntnisse, wie zum Beispiel die Möglichkeit der Ausbildung eines primären und eines sekundären Rissbilds.

Eine besondere Beachtung findet das Verbundverhalten zwischen Beton und Lamellenbewehrung. In der jüngsten Fachliteratur wird im Allgemeinen empfohlen, dass der Zusammenhang zwischen dem

Schlupf und den Verbundschubspannungen mit einem bilinearen Verbundgesetz beschrieben wird. Durch die Betrachtung von Verzahnungsmechanismen kann diese Annahme auf eindruckliche Weise begründet werden.

Blümel, S.

Ein Beitrag zum Trag- und Verformungsverhalten von Fachwerkträgern aus hochfesten Abkantprofilen

IBK Bericht Nr. 281 Dissertation, ISBN 3-7281-2926-7, Dezember 2003, 103 pp., 37 Abb., 19 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Profile aus abgekanteten hochfesten Blechen ermöglichen die Herstellung von Fachwerken mit innovativen Querschnittsformen, welche speziell an die statischen und konstruktiven Bedürfnisse angepasst sind und eine markante Gewichtsreduktion erlauben. Die in der Regel dünnwandigen Querschnitte erfordern die Berücksichtigung der Knotensteifigkeit und des lokalen Beulens. Anhand von sieben Versuchen an Fachwerksegmenten wurde das Tragverhalten unterschiedlicher Stabquerschnitte und Knotenausbildungen untersucht.

Maag, T.

Risikobasierte Beurteilung der Personensicherheit von Wohnbauten im Brandfall unter Verwendung von Bayes'schen Netzen

IBK Bericht Nr. 282 Dissertation, ISBN 3-7281-2945-3, März 2004, 175 pp., 50 Abb., 70 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Die Arbeit stellt die Entwicklung eines Modells zur Ermittlung und Beurteilung der Personensicherheit von Wohnbauten im Brandfall vor. Basierend auf einem Bayes'schen Netz wird das Risiko, dass Benutzer von Wohnbauten im Brandfall das Leben verlieren, als erwartete Anzahl Tote pro 100 Mio. Stunden Gebäudenutzung (fatal accident rate) ermittelt. Anhand von entsprechend gewählten Akzeptanzkriterien wird anschliessend die Personensicherheit des Gebäudes beurteilt. Die Akzeptanzkriterien richten sich nach dem ALARP-Prinzip. Demnach wird postuliert, dass das Risiko unter Anwendung brandschutztechnischer Massnahmen so gering wie möglich sein soll (as low as reasonably possible).

Frangi, A., Fontana, M.

Untersuchungen zum Brandverhalten von Holz-decken aus Hohlkastenelementen

IBK Bericht Nr. 283, ISBN 3-7281-2959-3, April 2004, 108 pp., 65 Abb., 26 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Der erste Teil des Forschungsberichtes befasst sich mit dem Brandverhalten von Hohlkastendeckenelementen mit Akustik-Lochungen und hinterlegten Schallabsorptionsplatten. Aus brandschutztechnischer Sicht sind nämlich die in der Holzdecke zur Lärminderung gefrästen Lochungen ungünstig, da sie die Feuerangriffsfläche erhöhen. Vier verschiedene Akustik-Lochungen, die der heutigen baupraktischen Ausführung entsprechen, wurden bei einer ISO-Normbrandeinwirkung von 30 bzw. 60 Minuten untersucht. Im zweiten Teil des Berichtes wird das Brandverhalten von Hohlkastendeckenelementen mit nur einer einzigen unteren Lamelle behandelt. Als Einflussparameter wurde die Dicke der unteren Lamelle sowie die Füllung der Hohlkastenelemente mit verschiedenen Dämmmaterialien (Steinwolle bzw. Glaswolle) untersucht.

Straub, D.

Generic Approaches to Risk Based Inspection Planning for Steel Structures

IBK Bericht Nr. 284, ISBN 3-7281-2969-0, Juni 2004, 248 pp., 116. Abb., 18 Tab., 216 Ref., A4, Zusammenfassungen: e, d.

Risk based inspection planning (RBI) aims at identifying efficient inspection and maintenance strategies for deteriorating structures that comply with given acceptance criteria related to the safety of people and the environment. RBI is based on quantitative, physical models of the deterioration processes and the inspection performances, which are combined to evaluate the risk of failure for structures conditional on the applied inspection strategy. Taking into account the cost of failure, as well as the cost of inspection and repair, RBI facilitates the identification of cost optimal inspection strategies. The report presents a new approach to RBI which overcomes the computational problems associated with existing procedures. The general RBI methodology is simplified in a consistent manner, thus enabling a procedure which is based on fully quantitative and probabilistic models for both the deterioration and the inspection performance and at the same time facilitating an implementation in a soft-

ware tool. A possible design of this software tool is presented in the report. Furthermore, the computational efficiency of the approach allows for modeling entire structural systems in an integral manner for the purpose of inspection planning; such a system approach is outlined. The report finally contains a section that describes a method for determining acceptance criteria for the risks related to the deterioration and the inspection-maintenance efforts in structures.

Faber, M.H., Kübler, O., Fontana, M., und Knobloch, M.

Failure Consequences and Reliability Acceptance Criteria for Exceptional Building Structures

IBK Bericht Nr. 285, ISBN 3-7281-2976-3, Juli 2004, 141 pp., 75 Abb., 42 Tab., A4, Zusammenfassungen: e.

Modern structural design codes provide a cost and time efficient framework for the safe design of civil engineering structures. The structural design codes have been calibrated such that the structures built according to the codes will have an adequate reliability in regard to assumed relevant load scenarios. The design codes are developed for ordinary structures built for normal purposes assuming normal geometrical properties, well-known materials and utilization of well established procedures for the construction, operation and maintenance. Furthermore, it is assumed that the consequences in case of failure are limited to effects on the structures themselves and the persons and values they contain. Structures falling beyond the application area of design codes may be seen as exceptional structures. For such structures specific assessments in regard to target reliability levels are required.

The report considers the consistent assessment of target reliability levels by taking basis in both, the structural reliability theory and the Bayesian decision theory. In particular, the report illustrates how sustainability and follow-up consequences may be incorporated in the decision process for optimal structural design. Furthermore, the vulnerability and robustness of structures is assessed.

After a thorough reporting and assessment of the consequences which are associated to the failure of the World Trade Center Twin Towers, principle studies show how the proposed framework may be applied in the design of extraordinary structures.

Pedrozzi, P.

Ein Programm für die Analyse, Entwurf und Überwachung von Schrägseilbrücken

IBK Bericht Nr. 286, ISBN 3-7281-2981-x, August 2004, 106pp, 48 Abb., 1 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e

Unter den neu gebauten Brücken sind Schrägseilbrücken weltweit für Spannweiten zwischen 200 und 900 Metern sehr beliebt. Solche Brücken werden meistens in Freivorbau gebaut und müssen deshalb in allen Bauzuständen unter vielen Lastfällen untersucht werden. Zudem müssen die Kabelvorspannkräfte ermittelt und eventuell während des Baus geändert werden, um die erwünschte verschobene Lage des Fahrbahnträgers und des Pylons im Gebrauchszustand zu erhalten. Für längere Spannweiten sollen einige nichtlineare- und ausführungabhängige Effekte wie zum Beispiel Kriechen, Schwinden und eingeprägte Anfangsverschiebungen in Verbunddecken berücksichtigt werden.

Konventionelle Baustatikprogramme können solche spezifischen Probleme nicht automatisch behandeln und zwingen heutzutage den Benutzer die Daten manuell zu manipulieren. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Programms, das speziell für die statische Analyse von Schrägseilbrücken konzipiert ist und welches die erwähnten Probleme automatisch behandeln kann. Das Programm wurde entworfen um in jeder Planungs- und Bauphase eingesetzt zu werden: Entwurf, Detailplanung, Bau und Instandsetzung.

Das Programm BRIDE ist durch einige neu eingeführte Konzepte gekennzeichnet, welche es erlauben, die erwähnten nichtlinearen Effekte zu berücksichtigen: die chronologisch geordnete Liste von Modellobjekten, welche vom Benutzer in der Eingabedatei definiert wird und die schrittweise Iteration über die Bauzustände, die sämtliche Bauphasen in chronologischer Ordnung simuliert.

Thoma, K.

Stochastische Betrachtung von Modellen für vorgespannte Zuelemente

IBK Bericht Nr. 287, ISBN 3-7281-2982-8, August 2004, 118 pp., 49 Abb., 5 Tab., A4, Zusammenfassungen, d, e.

Alle bisher im Rahmen des Forschungsprojekts *Verformungsvermögen von Massivbautragwerken* erarbeiteten mechanischen Modelle für Stahlbetontragwerke sind deterministisch. Der Bericht beinhaltet eine systematische Darstellung der stochasti-

schen Bemessungsmethoden sowie eine Zusammenstellung von stochastischen Werkstoffmodellen und verbindet diese Methoden und Modelle mit dem Zuggurtmodell für vorgespannte Betonzuelemente. Dabei zeigt sich, dass das resultierende Modell als stochastisches finites Element aufgefasst werden kann, welches grundsätzlich auf andere mechanische Modelle übertragen werden kann. Somit sind die Grundelemente für die Entwicklung eines stochastischen FEM-Programms für Stahlbeton-Stabtragwerke gegeben.

Monotti, M.

Reinforced Concrete Slabs – Compatibility Limit Design

IBK Bericht Nr. 288, ISBN 3-7281-0000-0, Sept. 2004, 90 pp., 32 Abb., 2 Tab., A4, Zusammenfassungen: e,d.

Based on the theory of plasticity a new design procedure for reinforced concrete slabs is developed – the compatibility limit design method. The basic idea of this method is to extend the typical design procedure for reinforced concrete beams and frames to slabs. For beams and frames, the failure mechanisms indicate the global force flow because the plastic hinges coincide with the points of zero shear force; the force flow within the beam or frame segments defined by the points of zero shear force can be visualised using truss models or corresponding stress fields and the segments' detailing can be completed accordingly. For slabs, static and kinematic considerations are normally applied in an unrelated way and hence, the potential offered by the theory of plasticity is not fully utilised; by considering yield line mechanisms and developing matching stress fields for slab segments defined by the yield lines the compatibility limit design method attempts to overcome this situation.

The practical application of the compatibility limit design method requires some preliminary assumptions about the resistance distribution in the slab. Based on an intuitively assumed yield line mechanism the required global resistances can be quantified and optimised. In a second step, the stress field approach is employed to study the force flow within and between the individual slab segments and to detect any local resistance deficits.

Volkwein, A.

Numerische Simulation von flexiblen Steinschlagschutzsystemen

IBK Bericht Nr. 289, ISBN 3-7281-2986-0,
September 2004, 152pp, 75 Abb., 9 Tab., A4,
Zusammenfassungen: d, e

Der Bericht beschreibt die numerischen Methoden die im neu entwickelten Finite-Element-Programm FARO zum Einsatz kommen. Das Programm dient der Simulation von flexiblen Ringnetzbarrieren gegen Steinschlag. Ziel bei der Entwicklung der Algorithmen war neben deren qualitativer Brauchbarkeit eine effiziente und schnelle Berechnung, welche die Visualisierung der Simulation ohne Wartezeiten simultan zur Berechnung ermöglicht.

Um die einzelnen Komponenten der Barriere abzubilden, wurden spezielle Elementmodelle entwickelt, die in der Lage sind, deren stark nichtlineares Verformungsverhalten zu simulieren. Neu sind hier vor allem die Methoden, um die Gleitprozesse der Ringnetze entlang ihrer Halteseile und zwischen den einzelnen Netzingen zu erfassen. Diese erfolgen jeweils über grosse Strecken und beinhalten auch Reibung. Ein spezieller Kontaktalgorithmus regelt die Interaktion zwischen dem fallenden Stein und der Schutzverbauung.

Mit Hilfe der in dem Bericht beschriebenen Methoden lassen sich Aussagen über den Be- und Auslastungsgrad von einzelnen Barrierenkomponenten sowie über die vorherrschenden Ankerkräfte im Untergrund ableiten.

IBK Spezialpublikationen

IBK-Jahresbericht 2000-2002

IBK Publikation SP-011, Okt. 2002, 86 pp., A4
Bestellung: Renate Amatore, IBK
Tf. 01/633 3138, Fax 01/633 1064
E-Mail amatore@ibk.baug.ethz.ch

Anderheggen, E.; Steffen, P.

EasyStatics – A Tool for Teaching Structural Design

IBK Publikation SP-012, Dez. 2003, 95 pp., A4
Bestellung: Natalie Amman, IBK
Tf. 01/633 3153, Fax 01/633 1064
E-Mail ammann@ibk.baug.ethz.ch

Anderheggen, E.; Steffen, P.

EasyStatics – Ein Werkzeug für die Tragwerkslehre

IBK Publikation SP-013, März 2004, 96 pp., A4
Bestellung: Natalie Amman, IBK
Tf. 01/633 3153, Fax 01/633 1064
E-Mail ammann@ibk.baug.ethz.ch

Beiträge in Fachzeitschriften und in Tagungsunterlagen

Anderheggen, E., Pedron, C.

Virtuelles Entwerfen in der Tragwerkslehre
tec21, Nr. 8, 20. Februar 2004, pp. 10-12.

Bargähr, R.

Bond Performance of Post-installed Rebars
Proceedings, 5th International PhD-Symposium in Civil Engineering, TU Delft, June 16-19, 2004, pp. 383-389.

Bärtschi, R., Fontana, M.

A Nonlinear Numerical Analysis Model for Composite Beams
Proceedings, 5th International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. Walraven, Blaauwendraad, et al., TU Delft, June 16-19, 2004, Volume 1, pp. 631-638.

Bayraktarli, Y., Faber, M.H., Laue, J., Grün, A., Dazio, A., Schalcher, H.-R., Hollenstein, K.

Management of Earthquake Risks using Condition Indicators
Proceedings, 14th International Conference on Engineering Surveying, Zürich, 15. - 19. March 2004.

Blümel, S., Fontana, M.

Load-bearing and deformation behaviour of truss joints using thin-walled pentagon cross-sections
Thin-Walled Structures, Elsevier Ltd, V. 42, No 2, Feb. 2004, pp. 295-307.

Buzzini, D., Dazio, A., Fontana, M.

Progressive Collapse of Buildings after Failure of a Story
Proceedings of the IABSE Symposium, Shanghai September 2004, pp. 418-419.

Dazio, A.

Indicazioni progettuali per edifici multipiano controventati con setti in c.a.
Invited paper. Symposium *Costruire in c.a. in Zona Sismica*. Edillevante, Bari, Italy, April 23, 2004.

Dazio, A., Hines, E.M., Parker, D., Seible, F.
Numerical Prediction of the Large Scale Proof Tests on Reinforced Concrete Key Structural Components of the New San

Francisco-Oakland Bay Bridge

Proceeding of the Second MIT Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics. Cambridge, MA, June 17-20, 2003.

Dazio, A.

Residual Displacements in Capacity Designed Reinforced-Concrete Structures
Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, August 1-6, 2004.

Dazio, A., Seible, F.

Grossversuche zur Validierung der Erdbebenbemessung der neuen San Francisco-Oakland Bay Bridge
Tagungsband der DACH Tagung 2003, Zurich, September 18-19, 2003.

Ersdal, G., Kübler, O., Faber, M.H., Sørensen, J.D., Haver, S., and Langen, I.

Economic Optimal Reserve Strength for a Jacket Structure
Proceedings, 2nd International ASRANet Colloquium, Barcelona, Spain, July 5-7, 2004.

Faber, M.H.

New Approaches to Inspection Planning of Fatigue Damaged Offshore Platforms
Journal of UK Safety and Reliability Society, Vol. 23, No.1, Winter 2002/3, pp 35-50, ISSN 0961-7353.

Faber, M.H., Kroon, I., Kragh, E., Bayly, D., and Decosemaeker, P.

Risk Assessment of Decommissioning Options using Bayesian Networks
Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Volume 124, Issue 4, November 2002, pp. 231-238.

Faber, M.H., and Stewart, M.G.

Risk Assessment for Civil Engineering Facilities: Critical Overview and Discussion
Journal of Reliability Engineering and System Safety, Vol. 80, 2003, pp.1-12.

Faber, M.H., Engelund, S., and Rackwitz, R.
Aspects of Parallel Wire Cable Reliability
Journal of Structural Safety, Vol. 25/2, 2003, pp. 201-205.

Faber, M.H., Straub, D., and Goyet, J.
Unified Approach to Risk Based Inspection Planning for Offshore Production Facilities
Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Trans. ASME, Volume 125 (2), 2003, pp. 126-131.

Faber, M.H.
Uncertainty Modeling and Probabilities in Engineering Decision Analysis
Proceedings of OMAE'03, 22nd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Cancun, Mexico, OMAE 2003-37217, June 8-13, 2003.

Faber, M.H., Sørensen, J.D., Tychsen, J., and Straub, D.
Field Implementation of RBI for Jacket Structures
Proceedings of OMAE'03, 22nd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Cancun, Mexico, OMAE 2003-37304, June 8-13, 2003.

Faber, M.H., and Sørensen, J.D.
Reliability based Code Calibration – the JCSS Approach
Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 927-935.

Faber, M.H., Kübler, O., Fontana, M.
Modeling Consequences due to Failure of Extraordinary Structures
Proceedings, International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, PSAM7 – ESREL '04, Berlin, Germany, June 14-18, 2004.

Faber, M.H., Köhler, J., and Sørensen, J.D.
Probabilistic Modeling of Graded Timber Material Properties
Journal of Structural Safety, Volume 26, Issue 3, July 2004, pp. 295-309.

Faber, M.H.
Generic Inspection Plans for Steel Structures Subject to Fatigue
Proceedings, Workshop on Risk-Based Maintenance of Civil Engineering Structures, Delft, Netherlands, pp. 5-19, 2003.

Faber, M. H.
Aspects of Sustainable Decision Making For Design and Maintenance
Proceedings, Workshop on Reliability-based Optimization, Centre of Excellence, The Polish Academy of Science, Warsaw, September, 2003.

Faber, M.H., Maes, M.A.
Modeling of Risk Perception in Engineering Decision Analysis
Proceedings to the 11th IFIP WG 7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, (eds. M.A. Maes and L. Huyse, 2004), Banff, Alberta, Canada, November 2-5, 2003.

Faber, M.H., Maes, M.A., and Nishijima, K.
Optimal Design and Portfolio Risk Management for Groups of Structures
 OMAE 2004, Safety and Reliability Symposium, paper 51573, June 2004, Vancouver, Canada.

Faber, M.H., Nishijima, K.
Aspects of Sustainability in Engineering Decision Analysis
Proceedings to the 9th ASCE Speciality Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, Albuquerque, New Mexico, USA, July 26-29, 2004.

Fontana, M., Maag, T.
Personen- und Sachschäden infolge Gebäudebrände in der Schweiz
Festschrift zum 60. Geburtstag von o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. DDr. Ulrich Schneider, Technische Universität Wien, 14. November 2002, pp. 257-265.

Fontana, M.
Die Norm SIA 264 – Stahl-Beton-Verbundbau
Einführung in die Norm SIA 264
Dokumentation SIA D 0184, Zürich, Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verein, Mai 2003, pp. 5-7.

Fontana, M.
Schutzzielorientierte Brandschutzvorschriften in der Schweiz
Tagungs CD, Internationales Brandschutz-Symposium Köln, Universität Hannover und Bauen mit Stahl e.V., Düsseldorf, September 2003, pp. 1-8.

Fontana, M., Maag, T.

Brandschutz im Vergleich verschiedener Bauweisen

Fachtagung Forum Massivbau, Massiv-Focus Nr. 4, Zürich, 12. Juni 2003, pp.11-21.

Fontana, M., Knobloch M.

Beulverhalten dünnwandiger Stahlquerschnitte bei Brandeinwirkung

Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser, Technische Universität Braunschweig, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 173, 2003, pp. 145-161.

Fontana, M., Knobloch, M.

Fire resistance of steel columns with partial loss of fire protection

Proceedings of the IABSE Symposium 2004 – Metropolitan Habitats and Infrastructure, Shanghai, China, 2004, pp. 352-353.

Fontana, M., Knobloch, M.

Load-carrying behaviour of thin-walled steel sections subjected to fire

Proceedings of the Second International Conference on Structural Engineering, Cape Town, 5. - 7. 7. 2004, pp. 1435-1440.

Fontana, M., Knobloch, M.

Local buckling behaviour and strain-based effective widths of steel structures subjected to fire

J.M. Franssen et al. (ed.), *Structures in Fire Proceedings* of the Third International Workshop, Ottawa, Canada, 2004, pp. 71-88.

Fontana, M.

Konstruktion und Bemessung von Verbindungen für den Brandfall

Zuschnitt, Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz, proHolz Austria, Graz, Heft Nr. 11, September 2003, pp. 24-25.

Fontana, M., Mensinger, M.

Stahlbau in der Schweiz

Pressemappe Hallenmontage Wetter Stahlbau, 11. 10. 2003.

Fontana, M.

Sécurité – incendie des systèmes porteurs mixtes acier – béton

Tagungsunterlagen AEAI-Workshop protection incendie des constructions métalliques, Dezember 2002, Lausanne.

Fontana, M., Maag, T.

Personen- und Sachschäden infolge Gebäudebrände in der Schweiz

Festschrift zum 60. Geburtstag von o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. DDr. Ulrich Schneider, Technische Universität Wien, 14. November 2002, pp. 257-265.

Fontana, M.

Holz und Nachhaltigkeit Lebenszyklus eines Bauwerkes

Holzforschung Schweiz, Bulletin Kompetenz-Zentrum Holz des ETH Bereichs SAH, Dübendorf, ISSN 1420-0317, 11. Jg. Nr. 2, November 2003, pp. 8-9.

Foehn, P., Stoffel, M., Bartelt, P.

Formation and Forecasting of Large (Catastrophic) New Snow Avalanches

Proceedings, International Snow and Science Workshop Penticton BC, Canada, Sept. 29 - Oct. 04, 2002.

Foster, S.J., Marti, P., and Mojsilovic, N.

Design of RC Solids Using Stress Analysis

Proceedings, International Conference on Advances in Structures (ASSCCA'03), Sydney, Australia, 22-25 June, 2003 pp. 997-1002.

Foster, S.J., and Marti, P.

Cracked Membrane Model: Finite Element Implementation

Journal of Structural Engineering, ASCE, V. 129, No. 9, Sept. 2003, pp. 1155-1163.

Foster, S.J., Marti, P., and Mojsilovic, N.

Design of Reinforced Concrete Solids Using Stress Analysis

ACI Structural Journal, V. 100, No. 6, Nov-Dec. 2003, pp. 758-764.

Frangi, A., and Fontana, M.

Elasto-Plastic Model for Timber-Concrete Beams with Ductile Connection

Structural Engineering International, International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE ETH Höggerberg, Zurich, ISSN 1016-8664, Febr. 2003, V. 13, No. 1, pp. 47-57.

Frangi, A., Fontana, M.

Charring rates and temperature profiles of wood and sections

Fire and Materials, John Wiley & Sons, Ltd., London, Vol. 27, Issue 2, DOI: 10.1002/fam.819, 17 June 2003 (Online), ISSN 0308-0501, 11 March 2003 (Paper), pp. 91-102.

Frangi, A., Fontana, M., Mischler, A.

Shear behaviour of bond lines in glued laminated timber beams at high temperatures

Wood Science and Technology, Journal of the International Academy of Wood Science, Springer-Verlag, Heidelberg, ISSN 0043-7719 (Paper), Vol. 38, Issue 2, pp. 119-126, 1432-5225 (Online), 25 March 2004.

Goyet J., Rouhan, A., and Faber, M.H.

Industrial Implementation of Risk Based Inspection Planning Methods - Lessons learnt from experience - (1) The case of FPSO's

OMAE 2004, Safety and Reliability Symposium, Paper 51573, June 20-25, 2004, Vancouver, Canada.

Held, H., und Marti, P. (Hrsg.)

Bauen, Bewirtschaften, Erneuern – Gedanken zur Gestaltung der Infrastruktur
Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Hans-Rudolf Schalcher, vdf Hochschulverlag AG, Juli 2004, 283 pp.

Johnsen, T.H., Geiker, M.R., and Faber, M.H.

Quantitative Condition Indicators for Concrete Structures

Journal of Concrete International, ACI. Volume 25, Issue 12, December 2003, pp. 47-54.

Köhler, J., Faber, M.H.

A Probabilistic Approach to Cost Optimal Timber Grading

Proceedings of the 36th Meeting, International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Working Commission W18 – Timber Structures, CIB-W18, Paper No. 36-5-2, Colorado, USA, 2003.

Köhler, J., and Faber, M.H.

A Probabilistic Creep and Fatigue Model for Timber Materials

Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 1141-1148.

Köppel, S., Vogel, T.

Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Stahlbetontragwerken – Acoustic emission analysis for the assessment of reinforced concrete structures

Betonbau in der Schweiz – Construction en béton

en Suisse – Structural concrete in Switzerland, Schweizer Gruppe der Internationalen Vereinigung für Beton (fib-CH), SIA Zürich 2002, pp. 24-29.

Kott, A., and Vogel, T.

Remaining Structural Capacity of Broken Laminated Safety Glass

Proceedings, Glass Processing Days, Tampere, June 15-18, 2003, pp. 403-407.

Kott, A., Vogel, T.

Safety of laminated glass structures after initial failure

Structural Engineering International (SEI), Issue 2/2004, May 2004, pp. 134-138.

Kott, A., Vogel, T.

Safety of laminated glass structures after initial failure

Proceedings, IABSE Symposium *Metropolitan Habitats and Infrastructure*, Shanghai, Sept. 22-24, 2004, pp. 434-435.

Kübler, O., and Faber, M.H.

Optimal Design of Infrastructure Facilities Subject to Deterioration

Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 1031-1039.

Kübler, O., Faber, M.H., and Fontana, M.

Acceptance Criteria for the Design of High-Rise Buildings

Proceedings, IABSE Symposium 2004 – *Metropolitan Habitats and Infrastructure*, Shanghai, China, September 22-24, 2004, pp. 318-319.

Kübler, O., Faber, M.H.

Optimality and Acceptance Criteria in Offshore Design

Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Trans. ASME, Vol. 126, Issue 3, 2004.

Maes, M.A., Faber, M.H.

Issues in Utility Modeling

Proceedings to the 11th IFIP WG 7.5 Working Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, (eds. M.A. Maes and L. Huyse, 2004), Banff, Alberta, Canada, November 2-5, 2003.

Maes, M. A., Faber, M.H., and Abdelatif, S.S.
Consequence and Utility Modelling in Rational Decision Making

Proceedings of OMAE'04, 23rd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vancouver, Canada, June 20–25, 2004.

Malioka, V., Wicki, R., and Faber, M.H.
Condition Indicators for Inspection and Maintenance Planning of Concrete Structures

Proceedings, Workshop on Risk-Based Maintenance of Civil Structures, Delft, Netherlands, January 21, 2003, pp. 344-354.

Malioka, V., and Faber, M.H.
Condition Indicators for Inspection and Maintenance Planning

Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 1101-1108.

Marti, P.
Bridge Girders With Prestressed Concrete Tension Ties

Proceedings, Concrete Structures in the 21st Century, The First fib Congress 2002, Osaka, Japan, Oct. 13-19, 2002, V. 1, Condensed Papers (1), Session 2, pp. 35-36, CD-ROM, 8 pp.

Marti, P. (Hrsg.)
Heinz Isler – Schalen
 3. ergänzte Auflage 2002, Gesellschaft für Ingenieurbaukunst, (ursprüngl. Hrsg. E. Ramm, E. Schunk, Universität Stuttgart), vdf Hochschulverlag AG, Zürich, 2002, 112 pp.

Marti, P.
Kraftfluss in Stahlbetonplatten
Beton- und Stahlbetonbau, V. 98, No. 2, Feb. 2003, pp. 85-93.

Marti, P.
Zum 80. Geburtstag von Bruno Thürlimann
Beton- und Stahlbetonbau, V. 98, No. 2, Feb. 2003, pp. A25.

Marti, P.
Tragwerksentwurf
Dokumentation, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Einwirkungen auf Tragwerke – Einführung in die Norm SIA 260 und 261,

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA D 0181, März 2003, pp. 11-23.

Marti, P.
Entwerfen, Bemessen und Berechnen
Dokumentation, Betonbau – Einführung in die Norm SIA 262, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA D 0182, Juni 2003, pp. 119-120.

Marti, P.
Norm SIA 260 – Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
tec dossier, Sonderheft und Beilage zu tec21 Heft Nr. 29-30, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 22. Juli 2003, pp. 8-9.

Marti, P., und Mojsilovic, N.
Norm SIA 266 – Mauerwerk
tec dossier, Sonderheft und Beilage zu tec21 Heft Nr. 29-30, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 22. Juli 2003, pp. 24-25.

Marti, P., Mojsilovic, N., and Foster, S.J.
Bemessung orthogonal bewehrter Betonkörper (Dimensioning of Orthogonally Reinforced Concrete Solids)
Proceedings, Betonbau in der Schweiz (Structural Concrete in Switzerland), The first fib-Congress, Schweizer Gruppe der fib, Osaka, Japan, Oct. 13-19, 2002, pp. 18-23.

Marti, P., und Pfyl, Th.
Stahlfaserbeton - Forschung, Regelung und Praxis in der Schweiz
Tagungsband, Braunschweiger Bauseminar 2002, *Stahlfaserbeton – Ein unberechenbares Material?*, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Technische Universität Braunschweig, Heft 164, Braunschweig, 14./15. Nov. 2002, pp. 75-84.

Marti, P., and Sigrist, V.
Swisscodes
Proceedings, Betonbau in der Schweiz (Structural Concrete in Switzerland), The first fib-Congress, Schweizer Gruppe der fib, Osaka, Japan, Oct. 13-19, 2002, pp. 64-68.

Mojsilovic, N., and Marti, P.
Eccentric Shear and Normal Forces in Structural Masonry
Proceedings, 6th International Masonry Conference, The British Masonry Society, London, Nov. 4-6, 2002, V. 9, Nov. 2002, pp. 335-340.

Mojsilovic, N., and Marti, P.

New Swiss Structural Masonry Code

Proceedings, 13th International Brick and Block Masonry Conference, Amsterdam, July 4-7, 2004, pp. 489-495.

Pedron, C.

EasyStatics: a tool for teaching structural analysis and design

Proceedings, 6th International Conference on New Educational Environments, Sept. 27-30, 2004, Neuchâtel.

Pedron, C.

EasyStatics a Virtual Structural Design Laboratory

Poster, 5th International Conference on New Educational Environments, May 26-28, 2003, Lucerne.

Pedron, C.

EasyStatics a Virtual Structural Design Laboratory

Poster, E-Learning Campus Zürich, Nov. 5, 2003.

Rackwitz, R., Lentz, A., and Faber, M.H.

Sustainable Civil Engineering Infrastructures by Optimization

In print: *Journal of Structural Safety*, Elsevier, 2004.

Rackwitz, R., and Faber, M.H.

Sustainable Decision Making in Civil Engineering,

Structural Engineering International, issue 3/2004, pp. 237-242.

Rouhan, A. Goyet J., and Faber, M.H.

Industrial Implementation of Risk Based Inspection Planning Methods - Lessons learnt from experience - (2) The case of fixed steel offshore structures

OMAE 2004, Safety and Reliability Symposium, Paper 51573, Vancouver, Canada, June 20-25, 2004.

Schechinger, B., Vogel, T.

A deeper understanding of acoustic emission wave propagation in reinforced concrete

Proceedings, International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering, Berlin, Sept. 16-19, 2003.

Schechinger, B., Vogel, T.

Acoustic Emission for Monitoring Damage Accumulation in Reinforced Concrete Structures

Proceedings, 26th European Conference on Acoustic Emission Testing, Berlin, Sept. 15-17, 2004, pp. 101-109.

Schubert, F., Schechinger, B.

Numerical Modeling of Acoustic Emission Sources and Wave Propagation in Concrete NDT.net

The e-Journal of Nondestructive Testing, Vol. 7, No. 09, Sept. 2002.

Seible, F., Dazio, A.

Proof Testing in Support of Seismic Bridge Design: Example of the San Francisco-Oakland East Bay Safety Project

Keynote Lecture. *Proceeding of the FIB 2003 Symposium Concrete Structures in Seismic Regions*. Athens May 6-9, 2003.

Seible, F., Dazio, A., Restrepo, J.

Proof testing in Support of the New San Francisco-Oakland Bay Bridge

Proceedings of the ACI Bridge Conference, San Diego, December, 2003.

Sigrist, V., and Marti, P.

Swisscodes

Beton- und Stahlbetonbau, V. 97, No. 10, Okt. 2002, pp. A27-A29.

Stempfle, H.

Robustness of standard Swiss overpasses with V-columns

Proceedings, 5th International PhD-Symposium in Civil Engineering, TU Delft, June 16-19, 2004, pp. 391-396.

Steurer, A.

Statische Phänomene - Statisches Gespür

HSZ-T Info 2002, Offizielles Bulletin der Hochschule Zürich, Studienbereich Technik, 41. Jg., Nr. 51, pp. 28-29.

Steurer, A.

Application of timber in civil engineering / timber-focused education of architects and civil engineers in Switzerland

Symposium proceedings, Wood research – Knowledge and concepts for future demands, Research and Work Report 115/50 EMPA Wood Laboratory, January 2003, pp. 135-143

Steurer, A.

Bauteile - Stabilität

Dokumentation SIA D 0185 Holzbau; Einführung in die Norm SIA 265, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, Juni 2003, pp. 67-90.

Steurer, A.

Introduction à la norme SIA 265

Dokumentation SIA D 0185 Construction en bois; Introduction à la norme SIA 265, Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich, Juni 2003, pp. 5-30.

Steurer, A., Sell, J.

Holzbau, Normen, Qualität

Holzforschung Schweiz, Bulletin Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH, Dübendorf, 11. Jg., Heft 1, ISSN 1420-0317, Juni 2003, p.1.

Steurer, A.

Eléments d'ouvrages - Stabilité

Dokumentation SIA D 0185 Construction en bois; Introduction à la norme SIA 265, Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich, 2003, Juni 2003, pp. 67-90.

Steurer, A.

Einführung in die Norm SIA 265 Holzbau

Dokumentation SIA D 0185, Holzbau; Einführung in die Norm SIA 265, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, Juli 2003, pp. 5-30.

Steurer, A.

Erdbeben: Ein Thema im Holzbau? – Konstruktive Überlegungen

Fachtagung Holzbau Baden Württemberg 2003, Herausgeber: Landesbeirat Baden-Württemberg und Institut für Holzbau, Fachhochschule Biberach, November 2003, pp. 110-126.

Steurer, A., Sell, J.

Parallelen

Holzforschung Schweiz, Bulletin Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH, Dübendorf, 11. Jg., Heft 2, ISSN 1420-0317, November 2003, p. 1.

Steurer, A., Sell, J.

Holz, Umwelt, Nachhaltigkeit

Bulletin Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH, Dübendorf, 10. Jg., Heft 2, Dezember 2003, p.1.

Steurer, A., Sell, J.

Bionik – oder Lernen von der Natur

Holzforschung Schweiz, Bulletin Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH, 12. Jg., Heft 1, Mai 2004, p.1.

Steurer, A.

Gedanken zu Bologna

HSZ-T Info 2003, Offizielles Bulletin der Hochschule für Technik Zürich, 42. Jg., Nr. 52, 2004, p. 19.

Steurer, A.

Weiterbildungskurse zu den neuen Tragwerksnormen SIA

HSZ-T Info 2004, Offizielles Bulletin der Hochschule Zürich, Studienbereich Technik, 43. Jg., Nr. 53, Juli 2004, pp. 13-14.

Stewart, M. G., and Faber, M.H.

Probabilistic Modelling of Deterioration Mechanisms for Concrete Structures

Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 1, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 645-651.

Stewart, M.G., Faber, M.H., and Gehlen C.

Temporal and Spatial Aspects of Probabilistic Corrosion Models.

Proceedings to the Joint JCSS, fib and LCC03 workshop held at EPFL, Lausanne, Switzerland, March 24-26, 2003, pp. 183-193.

Stoffel, M., Bartelt, P.

Modeling of snow slab release using a viscoelastic constitutive model and weak layers

Proceedings, European Geophysical Society (EGS XXVII), Nizza, April 2002.

Stoffel, M.

Modeling Snow Slab Release Using a Viscoelastic, Temperature-Dependent Constitutive Model and Weak Layers

Poster, ISSW (International Snow Science Workshop), Sept. 29 to October 4, 2002.

Stoffel, M., Bartelt, P.
Modeling Snow Slab Release Using a Temperature-Dependent Viscoelastic Finite Element Model with weak Layers
Surveys in Geophysics, Vol. 24, 2003, pp. 417-430.

Straub, D., and Faber, M.H.
Risk Based Acceptance Criteria for Joints Subject to Fatigue Deterioration
Proceedings of OMAE'03 22nd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering Paper #37224, Cancun, Mexico, June 8-13, 2003.

Straub, D.
Accounting for Dependencies in Inspection Planning for Steel Structures
Proceedings, Workshop on Risk-Based Maintenance, TU Delft, January, 2003, pp. 54-60.

Straub, D., Faber, M.H.
Modeling Dependency in Inspection Performance
Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 1123-1130.

Straub, D., Faber, M.H.
System Effects in Generic Risk Based Inspection Planning.
Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Trans. ASME, Vol. 126, Is. 3, 2004.

Straub, D., Faber, M.H.
Computational Aspects of Generic Risk Based Inspection Planning
Proceedings, 2nd ASRANet Colloquium, Barcelona, Spain, July, 2004.

Straub, D., Faber, M.H.
Recent Advances in Risk Based Inspection Planning for Structures
Proceedings, PSAM 7, Probabilistic Safety Assessment and Management, June, 14-18, 2004, Berlin, pp. 2416-2422.

Straub D., Faber, M.H.
On the Relation Between Inspection Quantity and Quality
The e-Journal of Nondestructive Testing, Vol. 9(7), www.ndt.net, 2004.

Uлага, T.
Lamellenverstärkte Stahlbetonträger: experimentelle Erfahrung, Analyse, Bemessung
Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Urs Meier CFK im Bauwesen – heute Realität!, EMPA Dübendorf, Jan. 2003, pp. 35-41.

Uлага, T.
Kohlenstofffaserverstärkte thermoplastische Lamellen für die Verstärkung von Betontragwerken
Tagungsband zur Konferenz Swiss Bonding 03, HS Rapperswil, 20.-22. Mai 2003, pp. 235-246.

Uлага, T., Vogel, T., Meier, U.
Binilinear Stress-Slip Bond Model: Theoretical Background and Significance
Proceedings, 6th International Symposium on FRP Reinforcements for Concrete Structures (FRPRCS-6), Singapore, July 8-10, 2003, pp. 153-162.

Vogel, T.
Planmäßige Auswechslung eines externen Spannglieds – Deliberate replacement of a tendon of an externally post-tensioned bridge
Betonbau in der Schweiz – Construction en béton en Suisse – Structural concrete in Switzerland, Schweizer Gruppe der Internationalen Vereinigung für Beton (fib-CH), SIA Zürich 2002, pp. 30-34.

Vogel, T., Schenkel, M.
Bond Behaviour of Reinforcement with Inadequate Concrete Cover
Proceedings, International Symposium Bond in Concrete – from research to standards, Budapest, Nov. 20-22, 2002, pp. 359-366.

Vogel, T. (Hrsg.)
Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Einwirkungen auf Tragwerke – Einführung in die Normen SIA 160 und 261
Tagungsunterlagen, SIA-Dokumentation D 0181/d, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, März 2003, 109 pp.

Vogel, T.
Beispiel – Projektierung eines Widerlagers
Tagungsunterlagen, SIA-Dokumentation D 0181/d, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, März 2003, pp. 67-87.

Vogel, T. (edit.)

Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, Actions sur les structures porteuses – Introduction aux normes SIA 260 et 261

Tagungsunterlagen, Documentation SIA D 0181/f, Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich, mai 2003, 111 pp.

Vogel, T.

Exemple – élaboration d'un projet d'une culée de pont

Tagungsunterlagen, Documentation SIA D 0181/f, Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich, mai 2003, pp. 69-90.

Vogel, T., Ulaga, T.

Design Concepts of the New Swiss Code on Externally Bonded Reinforcement

Proceedings, 6th International Symposium on FRP Reinforcements for Concrete Structures (FRPRCS-6), Singapore, July 8-10, 2003, pp. 1415-1424.

Vogel, T., Köppel, S.

Possibilities and limitations of acoustic emission analysis for reinforced concrete

Proceedings, International Symposium *Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, Berlin, Sept. 16-19, 2003.

Vogel, T. (Hrsg.)

Einführung in die Vornorm SIA 166 Klebebewehrungen

Tagungsunterlagen, SIA-Dokumentation D0209/d, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, August 2004, 66 pp.

Vogel, T.

**- Einführung und Verständigung
- Nachweis von Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit mit und ohne Vorspannung**

Tagungsunterlagen, SIA-Dokumentation D 0209/d, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, August 2004, pp. 5-10, 29-38.

Vrouwenvelder, A., Faber, M.H.,

Chryssanthopoulos, M.

Mission and Work Program of the Joint Committee on Structural Safety

Proceedings to the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, Volume 2, San Francisco, USA, July 6-9, 2003, pp. 989-994.

Zwicky, D., Vogel, T.

Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Balkenbrücken – Vorfabrizierte Spannbetonträger als einfache Balken

Bericht Nr. 569, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern, März 2003, 143 pp.

Vorträge von Institutsangehörigen

Bargähr R.

Bond Performance of Post-installed Rebars

5th International PhD-Symposium in Civil Engineering, Delft, 17.06.2004.

Bärtschi, R.

A Nonlinear Numerical Model for Composite Beams

5th International PhD Symposium in Civil Engineering, TU Delft, The Netherlands, 17.06.2004.

Bärtschi, R.

Composite Beams with Nonlinear Material and Connector Behaviour for Low Degrees of Partial Shear Connection

Composite Construction V Conference, Kruger National Park, 22. July 2004.

Bayraktarli, Y.

Risikomanagement in erdbebengefährdeten Gebieten

Workshop - Natural Hazards in an Alpine Valley, ETH Höggerberg, Zurich, September 16, 2003.

Bianchi, M.

Einführungskurs in die Norm SIA 263 Stahlbau / Brandbemessung

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 263 Stahlbau, Lugano, 8.10.2003.

Bianchi, M.

Einführungskurs in die Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbundbau / Brandbemessung

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 263 Stahl-Beton-Verbundbau, Lugano, 15.10.2003.

Buzzini, D.

Einführungskurs in die Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbunddecken / Blechverbunddecken

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbunddecken, Lugano, 15.10.2003.

Buzzini, D.

Blechverbunddecken

Stahl-Beton-Verbundbau, Einführung in die Norm SIA 264, Lugano, 15.10.2003.

Crameri, S.

Einführungskurs in die Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbunddecken / Slim-Floor

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbunddecken, Lugano, 15.10.2003.

Dazio, A.

Kapazitätsbemessung - Nichttragende Bauteile

SIA Fortbildungskurs *Les nouvelles prescriptions en matière sismique des normes SIA 260 et 261 - Qu'en est-il en Valais?*. Sitten, 9.10.2003.

Dazio, A.

Ingegneria sismica in Svizzera

Eingeladener Vortrag. Generalversammlung ETH Alumni Sektion Tessin. Bellinzona, 13.3.2004.

Dazio, A.

Indicazioni progettuali per edifici multipiano controventati consetti in c.a.

Eingeladener Vortrag. Simposium *Costruire in CA in Zona Sismica*. Edillevante, Bari, Italia, 23.4.2004.

Dazio, A.

Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik auch in der Schweiz?

Antrittsvorlesung. ETH Zürich, 17.5.2004.

Dazio, A.

Residual Displacements in Capacity Designed Reinforced Concrete Structures

13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver, Canada, 2.8.2004.

Dazio, A.

Grossversuche zur Validierung der Erdbebenbemessung der neuen San Francisco-Oakland Bay Bridge

Eingeladener Vortrag. DACH Tagung 2003 *Aktuelle Probleme der Brückendynamik*. Zürich, 19.9.2004.

Faber, M.H.

Risk Assessment for Optimal Decision Making

Invited Lecture held at the Centre of Excellence for Advanced Materials and Structures, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Science, Warsaw, Poland, September 25, 2002.

Faber, M.H.

Decision Making and Risk Acceptance

Invited Lecture, Danish Society for Risk Analysis, Copenhagen, Denmark, October 21, 2002.

Faber, M.H.

Grundlagen der Risikobasierten Instandhaltung

Invited Lecture, Maintenance and Asset Management, Euroforum, Arabella Sheraton Atlantis Hotel, Zürich, November 20, 2002.

Faber, M.H.

Generic Inspection Plans for Steel Structures Subject to Fatigue

Invited Lecture, Workshop on Risk-Based Maintenance of Structures, TU Delft, Netherlands, January 21, 2003.

Faber, M.H.

Risk based design and maintenance of structures

Invited Lecture held at the Centre of Excellence for Advanced Materials and Structures, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Science, Warsaw, Poland, September 15-18, 2003.

Faber, M.H.

What is the cost of safety - are we allocating our resources rationally

Invited Lecture held at the Danish/Nordic Concrete day, Copenhagen, Denmark, September 25, 2003.

Faber, M.H.

Die Risikobasierte Instandhaltung (RBI) von der Methode zur Budgetplanung und Erfolgskontrolle

Invited Lecture, International Institute of Research (IIR) Kongress, Basel, 27. Januar 2004.

Faber, M.H.

Risikobasierte Instandhaltungsplanung (RBI)

Invited Lecture, International Institute of Research (IIR) Kongress, Wien, 23. März, 2004.

Fontana, M.

Brandschutz und Sicherheit

ETH-Tagung - Holz im Hochhausbau, Zürich, 20.11.2002.

Fontana, M.

Sécurité – incendie des systèmes porteurs mixtes acier – béton

AEAI-Workshop protection incendie des constructions métalliques, Lausanne, 10.12.2002.

Fontana, M.

Brandschutz im Messturm Basel

VIB Tagung, Basel, 15.5.2003.

Fontana, M.

Lebenszyklus eines Bauwerks

Schweizer Holzbau und SAH Statusseminar, Biel, 20.6.2003.

Fontana, M.

Einführung in die Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbundbau

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbundbau, ETH Höggerberg, Zürich, 16.7.2003.

Fontana, M.

Was der Planer über dämmschichtbildende Brandschutzsysteme wissen muss

Veranstaltungs-Dokumentation, Neue Gestaltungsfreiheit in Stahl, Alles über Brandschutzbeschichtungen F30/F60, Basel, 28.8.2003.

Fontana, M.

Brandbemessung

SIA Tagung zur Einführung der Norm SIA 264 Stahl-Beton-Verbundbau, ETH Zürich, 16. 7. und 3.9.2003.

Fontana, M.

Brandschutzvorschriften 2004 in der Schweiz – Freie Wahl zwischen aktiven und passiven Konzepten

Internationales Brandschutz-Symposium für Stahlbauten, Bauen mit Stahl, Köln, 12.9.2003.

Fontana, M.

Stahlbau in der Schweiz

Hallenmontage Wetter Stahlbau, 11.10.2003.

Fontana, M.

Mehrgeschossiges Bauen mit Holz: Entwicklungen im Brandschutz

Informationsveranstaltung von ‚holz21‘ und Lignum für Architekten, Ingenieure und Unternehmer, Bern, 28.11.2003.

Fontana, M.

Structural behaviour of thin-walled steel sections subjected to fire – Local buckling behaviour and strainbased effective widths of steel structures subjected to fire

SiF 04, Ottawa, 10.5.2004.

Fontana, M.

Progressive Collapse of Building after Failure of a Story

IABSE Symposium *Metropolitan Habitats and Infrastructure*

Shanghai, China, 22.09.2004.

Knobloch, M.

Load-carrying behaviour of thin-walled steel sections subjected to fire

SEMC 2004, Kapstadt, 9.7.2004.

Knobloch, M.

Fire resistance of steel columns with partial loss of fire protection

IABSE Symposium *Metropolitan Habitats and Infrastructure*

Shanghai, China, 22.09.2004.

Köhler, J.

On the Duration of Load Effect in Timber Structures

COST E24/JCSS Workshop *Reliability in Timber Structures* Zurich, 10.10.2002.

Köhler, J.

A Probabilistic Creep and Fatigue Model for Timber Materials

9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, San Francisco, USA, 7.7.2003.

Köhler, J.

A Probabilistic Approach to Cost Optimal Timber Grading

International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Working Commission W18 – Timber Structures, CIB-W18, 36th Meeting, Colorado, USA, 5.8.2003.

Köhler, J.

Proposal for the Probabilistic Model Code for the Design of Timber Structures

COST E24 *Reliability in Timber Structures* Firenze, 27.05.2004.

Köhler, J.

Proposal for a Probabilistic Model Code for Design of Timber Structures

International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Working Commission W18 – Timber Structures, CIB-W18, 37th Meeting, Edinburgh, Great Britain, 1.9.2004.

Köhler, J.

Review of Data for Timber Connections With Dowel-Type Fasteners

International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Working Commission W18 – Timber Structures, CIB-W18, 37th Meeting, Edinburgh, Great Britain, 1.9.2004.

Kott, A.

Remaining Structural Capacity of Broken Laminated Safety Glass

Glass Processing Days 2003, Tampere, Finland, 18.06.2003.

Kott, A.

Structural glazing – Current research activities in Europe

COST action C7 *Glass and interactive building envelopes*, 7th Management Committee Meeting, Graz, 23.10.2003.

Kott, A.

Safety of laminated glass structures after initial failure

IABSE Symposium *Metropolitan Habitats and Infrastructure*, Shanghai, 24.09.2004.

Kübler, O.

Optimal Design of Infrastructure Facilities Subject to Deterioration

9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9, San Francisco, USA, 7.7.2003.

Kübler, O.

Modeling Consequences due to Failure of Extraordinary Structures

International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM7 – ESREL '04, Berlin, Germany, 14.6.2004.

Kübler, O.

Acceptance Criteria for the Design of High-Risk Buildings

IABSE Symposium *Metropolitan Habitats and Infrastructure*, Shanghai, 22.09.2004.

Malioka, V.
Condition Indicators for Inspection and Maintenance Planning
 Workshop on Risk-Based Maintenance of Civil Structures, TU Delft, Netherlands, January 21, 2003.

Malioka, V.
Condition Indicators for Inspection and Maintenance Planning
 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP9, San Francisco, USA, July 6-9, 2003.

Marti, P.
Bridge Girders With Prestressed Concrete Tension Ties
Concrete Structures in the 21st Century, The First fib Congress 2002, Osaka, Japan, 15.10.2002.

Marti, P.
Urs Meier
 Tagung *CFK im Bauwesen – heute Realität*
 EMPA Akademie, Dübendorf, 9.1.2003.

Marti, P.
Schweizer Betonbau
 Massivbau-Seminar, Fachhochschule Biberach, Biberach, 14.3.2003.

Marti, P.
Taking a doctorate in civil engineering
 6th Symposium, Research School Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Zeist, Netherlands, 5.6.2003.

Marti, P.
Tragwerksentwurf
 Norm SIA 260 *Grundlagen der Projektierung von Tragwerken*, Norm SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke*, Swisscodes-Einführungskurse
 - Zürich, 27.3.2003 (KBOB)
 - Bern, 8.4. und 20.5.2003
 - Lausanne, 27.5. und 23.6.2003
 - Altdorf, 4.7.2003 (Amt für Tiefbau, Kt. Uri)
 - Zürich, 7.7. und 26.8.2003.

Marti, P.
Entwerfen, Bemessen und Berechnen
 Norm SIA 262 *Betonbau*, Swisscodes-Einführungskurse
 - Lausanne, 25.6.2003
 - Zürich, 9.7. und 28.8.2003
 - Altdorf, 21.8.2003 (Amt für Tiefbau, Kt. Uri)
 - Lugano, 6.10.2003.

Marti, P.
 - **Introduction**
 - **Torsion and Combined Actions**
 - **Prestressing**
 - **Plates and Shells**
 fib Workshop, *Strut and Tie Models*, Chennai, India, 7.11.2003.

Marti, P.
ETH-Ingenieure im Bauwesen – ETH-Ausbildung wohin?
 usic-Forum, Zürich, 29.6.2004.

Mojsilovic, N.
Eccentric Shear and Normal Forces in Structural Masonry
 6th International Masonry Conference, London, 4.11.2002.

Mojsilovic, N.
New Swiss Masonry Code
 40th Meeting of International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) Commission W23 – Wall Structures, Padova, 15.9.2003.

Mojsilovic, N.
New Swiss Structural Masonry Code
 13th International Brick and Block Masonry Conference, Amsterdam, 6.7.2004.

Nishijima, K.
Aspects of Sustainability in Engineering Decision Making
 PMC, ASCE, Albuquerque, USA, July 28, 2004.

Pfyl, Th.
Stahlfaserbeton – Forschung, Regelung und Praxis in der Schweiz
 Braunschweiger Bauseminar 2002, *Stahlfaserbeton – Ein unberechenbares Material?*, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, 15.11.2002.

Schechinger, B.
Tomografie mit Schallemissionen an Testkörpern aus Stahlbeton
 Workshop *Tomographie und Inversion*, Neustadt an der Weinstrasse, 10.11.2003.

Schechinger B.
Acoustic Emission for Monitoring Damage Accumulation in Reinforced Concrete Structures

26th European Conference on Acoustic Emission Testing, Berlin, 15.09.2004.

Stempfle H.
Robustness of standard Swiss overpasses with V-columns

5th International PhD-Symposium in Civil Engineering, Delft, 17.06.2004.

Steurer, A.
L'opera dei Grubenmann fra tradizione artigianale e innovazione tecnologica

Convengo *Ponti in legno: Palladio, i Grubenmann, Soane e le esperienze contemporanee*, Archivio del Moderno Accademia die architettura Mendrisio, Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio Vicenza, Sir John Soane's Museum Londra, Passano del Grappe, 5.10.2002

Steurer, A.
Erdbeben und Steko

Internationales Steko-Seminar, ETH Höggerberg, Zürich, 18.10.2002.

Steurer, A.
Career-bounds of timber / Rating of education

EMPA-Symposium, Wood research; Knowledge and concepts for future demands, EMPA Dübendorf, 17.1.2003.

Steurer, A.
Erdbeben in der Schweiz

Faszination Bauwerk, Greutol Architekten Anlässe 2003, Messeturm Basel, Basel, 20.05.2003 und 21.5.2003.

Steurer, A.
Holz: ein/ der Baustoff der Zukunft ?!

Arbeitsgemeinschaft Wirtschaft und Gesellschaft AWG Kanton Zug, Forsthaus Fuchsloch Oberwil ZG, 25.6.2003.

Steurer, A.
Einführung in die Norm SIA 265 Holzbau

SIA-Tagung zur Einführung der Norm SIA 265 Holzbau, ETH Höggerberg, Zürich, 14.7.2003 und 9.9.2003.

Steurer, A.
Bauteile - Stabilität

SIA-Tagung zur Einführung der Norm SIA 265 Holzbau, ETH Höggerberg, Zürich, 14.7.2003 und 9.9.2003.

Steurer, A.
Die Entwicklung zum STEKO – Die Forschungsarbeiten

Seminar Firma Vögeli und Schaffhauser Behörden, ETH-Höggerberg, Zürich, 18.9.2003.

Steurer, A.
Forschung, Entwicklung und Baustatik mit Erdbebentest von STEKO an der ETH Zürich

STEKO Info-Abend *Erdbebensicheres Bauen mit STEKO* alpnaCH Holz und Hiag-Handel, Alpnach, 17.10.2003.

Steurer, A.
Erdbeben: Ein Thema im Holzbau? – Konstruktive Überlegungen

Fachtagung Holzbau für Ingenieure Baden-Württemberg 2003, Filderhalle Leinfelden-Echterdingen, 27.11.2003.

Straub, D.
Accounting for Dependencies in the Inspection Planning of Steel Structures

Workshop on Risk Based Maintenance of Structures, TU Delft, 21.1.2003.

Straub, D.
Acceptance Criteria for Joints Subject to Fatigue Deterioration

22nd Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference, Cancun, 12. 6. 2003.

Straub, D.
Modeling Dependency in Inspection Performance

9th International Conference on Application of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP, San Francisco, 7.7.2003.

Straub D.
Inspección basada en riesgo y vida remanente de plataformas marinas

Vortrag für Pemex, Ciudad del Carmen, Mexico, 16.7.2003.

Straub, D.

Risk Based Inspection Planning

Vorlesungen im Rahmen eines einwöchigen
Kurses an der UNACAR, Mexico, 6.-10. 10. 2003.

Straub, D.

**Integrating Monitoring in Risk Based
Inspection Planning**

9th SIMONET Meeting, UCL University College
London, 5.5.2004.

Straub, D.

**Recent Developments in Risk Based
Inspection Planning for Structures**

PSAM 7, Probabilistic Safety Assessment and
Management, Berlin, 16.6.2004.

Straub, D.

**Reliability Based Assessment of Pipeline
Integrity Workshop**

University College London, Mechanical
Engineering Department, 29.6.2004.

Straub, D.

**Computational Aspects of Generic Risk
Based Inspection Planning**

Keynote lecture, 2nd ASRANet Colloquium,
Barcelona, 6.7.2004.

Uлага, T.

**Bemessung lamellenverstärkter
Stahlbetonträger**

Firmenseminar Obermayer Planen und Beraten,
München, 11.10.2002.

Uлага, T.

**Lamellenverstärkte Stahlbetonträger: experi-
mentelle Erfahrung, Analyse, Bemessung**

EMPA Dübendorf, *CFK im Bauwesen - heute
Realität!*, Veranstaltung zum 60. Geburtstag von
Professor Urs Meier, 09.01.2003.

Uлага, T.

**Kohlenstofffaserverstärkte thermoplasti-
sche Lamellen für die Verstärkung von
Betontragwerken**

Konferenz *Swiss Bonding 03*, HS Rapperswil,
21.5.2003.

Uлага, T.

**Bilinear Stress-Slip Bond Model:
Theoretical Background and Significance**

6th International Symposium on FRP
Reinforcements for Concrete Structures (FRPRCS-
6), Singapore, 08.07.2003.

Vogel, T.

Design for Assessment

Seminar *Advanced Structural Engineering*,
Chalmers University of Technology, Göteborg,
09.10.2002.

Vogel, T.

**Bond Behaviour of Reinforcement with
Inadequate Concrete Cover**

International Symposium *Bond in Concrete – from
research to standards*, Budapest, 21.11.2002.

Vogel, T.

**Beispiel – Projektierung eines
Brückenwiderlagers**

Swisscodes, Einführung in die neuen
Tragwerksnormen des SIA, Einführung in die
Normen SIA 260 und SIA 261.

Bern, 08.04.2003 und 20.05.2003.

ETH Zürich, 27.03.2003 und 07.07.2003.

Vogel, T.

**Tragwerksanalyse und Bemessung
Baugrund**

Amt für Tiefbau, Kanton Uri, Einführung in die
Normen SIA 260 und SIA 261, 04.07.2003.

Vogel, T.

**Design Concepts of the New Swiss Code on
Externally Bonded Reinforcement**

Singapore, Sixth International Symposium on FRP,
Reinforcements for Concrete Structures (FRPRCS-
6), 10.07.2003.

Vogel, T.

Conception des structures porteuses

Introduction aux nouvelles normes SIA sur les
structures porteuses, Introduction aux normes SIA
260 et SIA 261, EPF Lausanne, 10.09.2003.

Corsi di introduzione alle nuove norme strutturali
della SIA, Introduzione alle norme SIA 260 e SIA
261, SUPSI Manno/Lugano, 29.09.2003.

Vogel, T.

**Possibilities and limitations of acoustic
emission analysis for reinforced concrete**

Berlin, 19.09.2003, International Symposium *Non-
Destructive Testing in Civil Engineering 2003*
(NDT-CE 2003).

ANHANG

Vogel, T.

**Einführung, Verständigung
Nachweis von Tragsicherheit und
Gebrauchstauglichkeit mit und ohne
Vorspannung**

Einführung in die Vornorm SIA 166
Klebebewehrungen, ETH Zürich, 09.09.2004.

Vogel, T.

Die neuen Betonnormen

Brückeningenieurtagung, St. Gallen, 02.09.2004.

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
DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
D-BAUG	Departement Bau, Umwelt und Geomatik
D-GESS	Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften
DGZfP	Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V.
FBH	Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau des SIA
fib	fédération internationale du béton
ISO	International Organization for Standardization
IVBH	Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Amatore, R.

- Personalkommission D-BAUG, Stab
- Vertretung admin./techn. Personal in der Departementskonferenz D-BAUG
- Personalkommission der ETH Zürich
- Präsidentin AMFOR, Administratives Forum der ETH Zürich
- Projektleiterin ETHeater: *Welcome Tomorrow* 150 Jahre ETH Jubiläum

Bargähr, R.

- Arbeitsgruppe SIA 261-1 *Erdbeben bei bestehenden Bauwerken*, Sekretär

Berset, T.

- Mitglied der Kommission SIA 177/178 *Mauerwerk*
- Swiss National Technical Contact der Europäischen Normenkommission CEN TC250/SC6 *Mauerwerk*

Bärtschi, R.

- Sekretär der Normenkommission SIA 264 *Verbundbau*

Dazio, A.

- Mitglied der fib Task Group 7.5 *Seismic design of buildings incorporating high performance materials*
- Vorstandsmitglied und Quästor Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB)
- Mitglied der Arbeitsgruppe SIA 261-1 *Überprüfung bestehender Bauten bezüglich Erdbeben*
- Mitglied der Arbeitsgruppe SIA 160 *Erdbeben*
- Mitglied des Organisationskomitees Internationale DACH-Tagung, Zürich, 2003 *Aktuelle Probleme der Baudynamik*

Faber, M.H.

- Mitglied des *Management Committee* Leiter der Arbeitsgruppe 1, *Reliability of Timber Components*. COST E24 *Reliability of Timber Structures*
- Mitglied der Working Commission 1 *Structural Performance, Safety and Analysis* der IVBH
- Mitglied der Arbeitsgruppe *Offshore Structural Safety* der European Safety and Reliability Association (ESRA)
- Ausschussmitglied und Reporter des Joint Committee of Structural Safety (JCSS)
- Mitglied des geschäftsführenden Ausschusses der Civil Engineering Risk and Reliability Association (CERRA)
- Mitglied des Kompetenzzentrums für Naturgefahren (CENAT)
- Mitglied der Arbeitsgruppe ISO/TC98/SC2 WG6 *Assessment of Existing Structures*
- Mitglied der Kommission SIA 160 *Einwirkungen auf Tragwerke*
- Mitglied der Kommission SIA 260 *Grundlagen der Planung von Tragwerken*
- Mitglied des Publikationskomitees der Zeitschrift *Journal of Structural Engineering International*
- Mitglied der Arbeitsgruppe *Risikoerfassung* des Schweizerischen Talsperrenkomitees (STK)
- Mitglied der fib Working Party 5.3-1 *Assessment and Residual Service Life Assessment*
- Mitglied der fib Working Party 5.6 *Model Code for Service Life Design of Concrete Structures*
- Vorsitzender des International Forum on

Engineering Decision Making IFED
<http://www.ifed.ethz.ch/>

- Mitglied des Ausschusses Nachdiplomkurs *Risiko und Sicherheit*, seit 2002

Fontana, M.

- Vizepräsident Eidgenössische Bauprodukte Kommission
- Vertreter Forschung im Normenbeirat für das Baunormenwesen in der Schweiz
- Präsident der Normenkommission SIA 264 *Verbundbau*
- Mitglied der Kommission *Tragwerksnormen* (KTN) des SIA
- Mitglied der Normenkommission SIA 263 *Stahlbauten*
- Mitglied der Normenkommission SIA 183 *Brandschutz*
- Mitglied des Vorstands der FBH
- 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)
- Mitglied des Kompetenz-Zentrums Holz
- Mitglied Steuerungsausschuss und Experte im *Programm Holz 21*, BUWAL Eidgenössische Forstdirektion
- Mitglied der technischen Kommission der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF) Technische Kommission
- Vice Chairman, International Association of Fire Safety Science (IAFSS)
- Mitglied Lenkungsausschuss D-GESS Rektorat
- Vertreter D-BAUG PL Luftschloss 150 Jubiläum ETH

Köhler, J.

- Mitglied des Management Committee COST E24 *Reliability of Timber Structures*

Kott, A.

- Schweizer Delegierter im Management Committee der COST Action C 13

Marti, P.

- Delegierter des Präsidenten für Professorenwahlen, ETH Zürich
- Stellvertreter des Vorstehers des Departements Bau, Umwelt und Geomatik, ETH Zürich

- Präsident der Gesellschaft für Ingenieurbaukunst
- Vorsitzender der Projektleitung Swisscodes
- Präsident der Kommission SIA 162 *Betonbauten*
- Mitglied der Kommission *Tragwerksnormen* (KTN) des SIA
- Mitglied des Vorstands der FBH
- Chairman der fib Commission 4 *Modelling of Structural Behaviour and Design*
- Convenor der fib Special Activity Group 5 *New Model Code*
- Mitglied des Stiftungsrats der Holcim-Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Fortbildung
- Mitglied des Stiftungsrats der Stiftung Hänggigturm Ennenda
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift *Beton- und Stahlbetonbau*

Mojsilovic, N.

- Mitglied der Kommission SIA 177/178 *Mauerwerk*
- Mitglied der Kommission SIA 266 *Mauerwerksbau*
- Swiss National Technical Contact der Europäischen Normenkommission CEN TC250/SC6 *Mauerwerk*
- Mitglied der Working Commission W23 - *Wall Structures* des International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)
- Mitglied des Scientific Committee of 13th International Brick and Block Masonry Conference, Amsterdam, July 4-7, 2004.
- Vertreter des Mittelbaus in der Departementskonferenz des D-BAUG

Monsch, O.

- Sekretär der Gesellschaft für Ingenieurbaukunst
- Prüfungsexperte des Departements Architektur (D-ARCH)

Pfyl, Th.

- Sekretär der Kommission SIA 162 *Betonbauten*
- Mitglied der fib Task Group 8.3 *Fibre Reinforced Concrete*

Schechinger, B.

- Mitglied des Fachausschusses *Schallemissionsprüfverfahren* der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP)

Schellenberg, K.

- Sekretär der Normenkommission SIA 262
Betonbau

Steurer, A.

- Mitglied der Jury Europäischer *Holzleimbau-preis*
- Mitglied der Redaktionskommission *Kompe-tenz-Zentrum Holz, Holzforschung Schweiz*
- Vorstand der *Schweizerischen Arbeitsgemein-schaft für Holzforschung*
- Vorsitz Fachschaft *Bauingenieurwesen*, Fachvorstände der Bauing.abteilungen der Fachhochschulen
- Mitglied der Normenkommission SIA 265
Holzbau

Straub, D.

- Mitglied des wissenschaftlichen Begleitkomitees für das *Discover Earth and Life Dynamics* Projekt an der ETH Zürich.

Vogel, T.

- Mitglied der Kontaktgruppe ETH-Maturitätsschulen und Projektleiter *Ausstellung Maturaarbeiten*
- Vorsitzender der Arbeitsgruppe *Hochschulmarketing Bachelor-Stufe* der ETH
- Mitglied der Arbeitsgruppe *Quantifizierung Lehrleistungen* der ETH Zürich
- Präsident der Hochschulversammlung der ETH Zürich
- Gast der Konferenz des Lehrkörpers der ETH Zürich (inkl. Ausschuss)
- Mitglied der Planungskommission der ETH Zürich
- Mitglied des Stiftungsrats der Degen-Stiftung
- Mitglied der Kommission *Tragwerksnormen (KTN)* des SIA
- Präsident der Normenkommission SIA 262
Betonbau
- Vorsitzender der Arbeitsgruppe SIA 162-8
Klebebewehrungen
- Vorsitzender der Arbeitsgruppe SIA 261-1
Erdbeben bei bestehenden Bauwerken
- Vorstandsmitglied der Fachgruppe für die Erhaltung von Bauwerken (FEB)
- Schweizer Delegierter im CEN TC250/SC1
Structural Eurocodes - Actions on structures
- Mitglied der WG7 des CEN TC 104/SC8
Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures - General Principles
- Mitglied des Fachausschusses

Schallemissionsprüfverfahren der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP)

- Gastmitglied des Arbeitsausschusses *Schützen, Instandsetzen und Verstärken* des DAfStb
- Mitglied des *Technical Committee* der IVBH
- Chairman der Working Commission 1
Structural Performance, Safety and Analysis der IVBH
- Vertreter der Schweizerischen Hochschulen im Stiftungsrat der Stiftung der Schweizer Register
- Mitglied des Fachausschusses Bauingenieurwesen der Hochschule Rapperswil
- Mitglied der Jury *cemsuisse Fotopreis 04*