
*JAHRESBERICHT
OKTOBER 2000 BIS SEPTEMBER 2002*

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

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

Zürich, Oktober 2002

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT (FOREWORD)

LEHRE

Vorlesungen	1
Semester- und Diplomarbeiten	6

FORSCHUNG (RESEARCH)	15
-----------------------------------	----

VERANSTALTUNGEN

Kolloquium Baustatik und Konstruktion	51
Weitere Veranstaltungen	53

ANHANG

Organigramm	63
Institutsangehörige	64
Akademische Gäste und Gastreferenten	65
Neuerschienene Autographien und Lehrbücher	66
Abgeschlossene Dissertationen	66
Institutspublikationen	67
Beiträge in Fachzeitschriften und Tagungsunterlagen	71
Vorträge von Institutsangehörigen	78
Dienstleistungen	84

VORWORT

In Ergänzung zur Homepage des Instituts für Bau-
statik und Konstruktion (www.ibk.baug.ethz.ch)
möchten wir mit dem vorliegenden Institutsbericht,
der traditionsgemäss am Ende der zweijährigen
Amtszeit des jeweiligen Institutsvorstehers er-
scheint, über unsere Tätigkeiten orientieren. Der Be-
richt richtet sich an unsere Fachkollegen und Freun-
de im In- und Ausland sowie an die Mitglieder
unserer Verwaltung. Allen sei hier für ihre direkte
oder indirekte Unterstützung gedankt.

Zuerst ist hier zu berichten, dass die seit der Emeri-
tierung des Kollegen Hugo Bachmann im Herbst
2000 vakant gewordene Professur mit den Schwer-
punkten Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen
leider immer noch nicht besetzt werden konnte. Es
besteht heute jedoch die begründete Hoffnung, dass
dies in der ersten Hälfte des nächsten Jahres gesche-
hen wird.

Einen Höhepunkt der Berichtsperiode stellte der "Tag
der offenen Tür" unseres Departements am 12. Mai
2001 dar, als bei strahlendem Wetter über 4000 Be-
sucher zu uns kamen. Näheres über die vielfältigen
Aktivitäten unseres Instituts am diesen Tag ist aus
diesem Bericht zu erfahren.

Zu Neuerungen in unserer Lehrtätigkeit führte der
ab Herbst 1999 geltende Studienplan für die Bauin-
genieurwissenschaften, vor allem weil in den höhe-
ren Semestern das Kreditpunktesystem mit völlig
geänderten Leistungskontrollen neu eingeführt wur-
de. Dieses in den meisten europäischen Universitä-
ten heute gültige Studiensystem soll in erster Linie
die Mobilität der Studierenden erleichtern und ihnen
eine grössere Flexibilität bei der Stoffwahl anbieten.

Noch grössere Umstellungen dürfte allerdings der
nächste Schritt mit sich ziehen, in dem es um die
Zweiteilung des heutigen Diplomstudiums in ein
dreijähriges, breit angelegtes "Bachelor"-Studium,
gefolgt von spezialisierten "Master"-Studiengängen
geht. Die Detailplanung dazu im Hinblick auf die
Einführung womöglich ab Herbst 2003 hat bereits
begonnen.

Schliesslich sind wir froh, über die steigende Anzahl
neu eingeschriebener Studierenden für die Bauin-
genieurwissenschaften berichten zu können: Im
Herbst 2002 sollen es etwa 100 sein, eine Zahl, von
der man seit Jahren weit entfernt war. Die von der
Praxis erwünschte Trendumkehrung scheint Tatsa-
che zu werden.

Zürich, Oktober 2002

FOREWORD

In addition to the Institute of Structural Engineer-
ing's homepage (www.ibk.baug.ethz.ch), we are
pleased to inform you of our activities with this
biennial report, which appears traditionally at the
end of the two-year term of office of the acting
Head of Institute. The report is directed towards
professional colleagues and friends both in Switzer-
land and abroad as well as members of the univer-
sity administration. We want to express our sincere
thanks to you all, for both direct and indirect sup-
port.

First we wish to report that since the retirement of
Professor Hugo Bachmann, his chair, which became
vacant in autumn 2000, with the main focus on
structural dynamics and earthquake engineering,
has not yet been filled. We are now confident how-
ever that it will be possible to do so in the first half
of 2003.

A highlight of the period of the report was our
department's Open Day on May 12, 2001, when
with glorious weather we had over 4000 visitors.
More on the varied activities of our Institute on this
special day can be found in this report.

The new curriculum for the civil engineering disci-
plines, which has been in force since 1999, led to
major changes in our teaching activities, above all
because in the higher semesters the credit point sys-
tem that was introduced involves a completely new
method of assessing performance. This system,
which is now adopted in most European universi-
ties, is intended primarily to foster student mobility
and offer students greater flexibility in the selection
of subjects.

Still greater adjustments will be necessary with the
next step, which involves the subdivision of the cur-
rent diploma course into a broad three-year "Bach-
elors" course, followed by a more specialised "Mas-
ters" course. The detailed planning has already
begun, with a view to introducing it if possible in
autumn 2003.

Finally, we are glad to report that the number of stu-
dents in civil engineering has increased signifi-
cantly. This year we expect an intake of around 100
new students, a number that has not been reached
for some years now. The reversal of the trend, which
is welcome also to engineering practice, appears to
be genuine.

Prof. Dr. Edoardo Anderheggen, 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.

Industrielles Bauen/Holzbau

Steurer, A. 7. + 8. Sem.
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.
Nr. 37-701 4 G

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.

Baustatik I

Vogel, T. 3. Sem.
Nr. 20-113 3 G

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

Vogel, T. 4. Sem.
Nr. 20-114 4 G

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. Einflusslinien von Verformungsgrössen und an statisch unbestimmten Systemen. Nichtlineare Statik der Stabtragwerke: Elastisch-plastische Systeme, Fliessbedingungen, Traglastverfahren.

Stahlbeton I (bisher Stahlbeton GZ I)

Marti, P. 4. Sem.
Nr. 20-124 4 G

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.

Stahlbeton II (bisher Stahlbeton GZ II)

Marti, P. 5. Sem.
Nr. 20-125 (bisher 2 V, 1 U) 3 G

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

Inhalt: Platten; Vorspannung.

Stahlbau GZ I

Fontana, M. 4. Sem.
Nr. 20-135 3 G

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

Stahlbau GZ II und Hallenbauten

Fontana, M. 5. Sem.
Nr. 20-135 2 V, 1 U

Stahlbau Grundzüge II

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

Hallenbauten

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

Es wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Bauwerke angestrebt, welche den vielfältigen Anforderungen aus Architektur, Betrieb, Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit usw. Rechnung trägt.

Entwurf

Marti, P. (WS 2001/2002) 5. Sem.
Nr. 20-165 2 G

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.

Numerische Methoden

Anderheggen, E. 5. Sem.
Nr. 20-185 2 V, 1 U

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

Brückenbau GZ

Vogel, T. (SS 2001) 6. Sem.
Nr. 20-106 3 V, 1 U

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, Brückenunterbau. Konstruktive Einzelheiten: Lager, Fugen, Entwässerung, Randausbildung, Abdichtung und Belag. Spezielle Probleme: Balken, Rahmen, Bogen, Platten, Schrägseilbrücken, Hängebrücken. Brückenunterbau: Widerlager, Pfeiler, Foundationen.

Baustatik III

Vogel, T. (SS 2001) 6. Sem.
Nr. 20-115 2 G

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.

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.

Computerstatik

Anderheggen, E. 6. Sem.
Nr. 20-116 2 V, 1 U

Grundlagen der Computerstatik insbesondere der Methode der finiten Elemente für statische und dynamische Berechnungen für lineare Stabtragwerke nach Theorie der 1. und 2. Ordnung, Stabilitätsprobleme, nichtlineare inkrementelle Berechnung und Traglastbestimmung einfacher ebener Rahmentragwerke, Flächentragwerke, insbesondere Scheiben und Platten, lineare Strukturmechanik mittels der Methode der modalen Analyse. Verwendung baustatischer Programme, die in der Praxis stark verbreitet sind: STATIK-4, CEDRUS-4.

Hochbau

Marti, P., und Galli, M. (SS 2001) 6. Sem.
Nr. 20-126 3 V, 1 U
Marti, P. (WS 2001/2002) 5. Sem.
Nr. 20-145 2 G

Ziel: Kenntnis der Grundlagen der Bauphysik und deren Anwendung auf Gebäudehüllen; Erfassen des Tragverhaltens von Mauerwerk; Kenntnis der Tragwerke des Hochbaus; Fähigkeit zur Umsetzung der erworbenen Kenntnisse bei einfachen Problemstellungen.

Brückenbau I

Vogel, T., und Fontana, M. (SS 2002) 6. Sem.
Nr. 20-146 2 G

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

Inhalt: 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.

Sicherheit im Bauwesen

Faber, M. (bisher 5. Sem.) 6. Sem.
Nr. 20-155 (bisher Nr. 20-816) (bisher 2 G) 3 G

Zentrale Begriffe, Gefährdungsanalyse und Massnahmenplanung, Verarbeitung von Information, Basisvariablen und Modelle, Zuverlässigkeit von Elementen und Systemen, Tragsicherheit bestehender Bauwerke, Gefährdungsanalyse mit logischen Bäumen, Human Error im Bauprozess, Wertungsfragen.

Informationssysteme für Ingenieure

Steffen, P. (SS 2002) 6. Sem.
Nr. 20-186 2 G

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

LEHRE

Holzbau

Fontana, M. 7. Sem.
Nr. 20-107 2 V, 1 U

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.

Brückenbau AK

Fontana, M., und Vogel, T. 7. Sem.
Nr. 20-147 2 V, 1 U

Fontana, M.:
Vertiefen und Erweitern der theoretischen Kenntnisse und konstruktiven Belange 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.

Stahlbeton III

Marti, P., und Mojsilovi}, N. (bisher 7. Sem.) 6. Sem.
Nr. 20-126 (bisher Nr. 20-117) (bisher 2 V, 1 U) 2 G

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

Flächentragwerke

Marti, P. 8. Sem.
Nr. 20-148 2 V, 1 U

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; Eröffnung des Zugangs zur Fachliteratur.

Inhalt: Scheiben – Traglastverfahren, Stahlbetonscheiben, Spannungsfelder, elastische Scheiben; Platten – Traglastverfahren, Stahlbetonplatten, dünne elastische Platten; Schalen – Membrantheorie, Biegetheorie, Stahlbetonschalen, Faltwerke.

Erdbebensicherung von Bauwerken

Wenk, T. 7. Sem.
Nr. 20-137 2 V, 1 U

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

Tragwerksdynamik und Schwingungsprobleme

Weber, B. 8. Sem.
Nr. 20-118 2 V, 1 U

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 Bauwerksschwingungen infolge von Maschinen, menschlichen Körperbewegungen, Wind, usw. Einsatz von Schwingungstilgern. Sensibilisierung für das Auftreten und die Auswirkungen von Schwingungen bei Bauwerken.

Erhaltung von Tragwerken

Vogel, T. 8. Sem.
Nr. 20-128 2 V, 1 U

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.

Stahlbau AK

Fontana, M. 8. Sem.
Nr. 20-138 2 V, 1 U

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

Holz und Holzwerkstoffe

Fontana, M., Sell, J., und Mischler, A. 8. Sem.
Nr. 20-638 2 V, 1 U

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.

Methode der finiten Elemente

Anderheggen, E. Höhere Sem.
Nr. 31-548 2 V, 1 U

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

Semester- und Diplomarbeiten

In der Regel bieten pro Semester jeweils zwei Professoren Semesterarbeiten und zwei andere Diplomarbeiten an. Die Semesterarbeiten werden 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 2000/2001

- Prof. Dr. M.H. Faber
(mit Prof. Dr. M. Fontana, Stahlbau)
- Brücke über die Sihl – Risikobasierte Unterhaltsplanung* 3
- Prof. Dr. M. Fontana
(mit Prof. Dr. R. Hermanns, T. Ramholt, Geotechnik, K. Huber und R. Schläpfer, Unternehmung)
- Gewerbehäus / Fabrikhalle, Dättwil 15
(mit Prof. Dr. R. Hermanns, T. Ramholt, Geotechnik)
 - Ponts de Cronay 19

SS 2001

- Prof. Dr. M. Fontana
(mit Prof. Dr. M. Breit, Prof. Dr. Ch. Holliger, FHA, Stanford University, UC Berkeley, TU Delft u. a. m.)
- Projekt POLE* 1
- Prof. Dr. P. Marti
(mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Überdeckung Altendorf 12

WS 2001/2002

- Prof. Dr. P. Marti
(mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Überbauung "West-Side" in Zürich 6
- Prof. T. Vogel
(mit Prof. A. Deplazes, Architektur)
- Brücke über den Ticino Giubiasco-Sementina* 10
- (mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Massnahmenkonzept für die Lawingalerie „Nasse Kehle“ 4
(mit Architekt M. Zingg, Sarnen und Dr. T. Wenk, Erdbebeningenieurwesen)
 - Erdbebenbemessung der Überbauung "Feld" in Sarnen 3

SS 2002

- Prof. Dr. M. Fontana, Dr. A. Steurer
(mit Prof. H. Kramel, Architektur)
- Airport Tansania* 10
(mit Prof. Dr. M. Breit, Prof. Dr. Ch. Holliger, Prof. D. Kündig, FHA, TU Delft, Polytechnico Milano)
 - Projekt POLE Europe 1
- Prof. T. Vogel
(mit Prof. Dr. S. Springman, Geotechnik)
- Erweiterung Kunstmuseum St. Gallen 4
(mit Prof. Dr. E. Anderheggen, Informatik im Bauwesen)
 - Überprüfung der auskragenden Fahrbahnplatte einer Stützmauer 1

Diplomarbeiten

WS 2000/2001

- Prof. Dr. E. Anderheggen
- Bestimmung der Traglast starrplastischer Platten, Rahmen und Fachwerke aus Stahlbeton 1
- Prof. Dr. M. Fontana
- Auszieh widerstand von eingeklebten Stahlstäben bei hohen Temperaturen 1
 - Verhalten von auf Schub beanspruchten BSH-Klebstofffugen bei hohen Temperaturen 1
 - Zugverbindungen an Pressholz mit eingeklebten Gewindestangen 1
 - Theoretische Untersuchungen zum Tragverhalten von dünnwandigen Querschnitten 1

Prof. Dr. P. Marti		Prof. Dr. M.H. Faber	
• Emmebrücke Derendingen-Inkwil, Bahn 2000	1	• Zuverlässigkeitsbasierte Normenkalibrierung zur Ermittlung von Sicherheitsbeiwerten der neuen Schweizer Stahlbaunorm SIA 263*	1
• Zeltbau	1	• Räumliche Simulation von Schadensprozessen mittels stochastischen finiten Elementen	1
• Erhaltung von Stützmauern aus Natursteinmauerwerk	1	(mit Prof. Dr. M. Fontana)	
• Geotechnische und konstruktive Aspekte beim Entwurf von alpinen Stützmauern	1	• Zuverlässigkeit von flexiblen Steinschlag-Schutzsystemen	1
Dr. A. Steurer (D-ARCH)		Prof. Dr. M. Fontana	
• Ein System mit TJI-Trägern zum Hausbau	2	• Verbundverhalten von in BSH eingeklebten vorgespannten Stahllitzen	1
• Industrieller Wohnungsbau in Finnland	1	• Tragverhalten von mit Glasfasern verstärkten Holzbauteilen unter Zugbeanspruchung	1
• Das 2x4-System in Japan	1	(in Zusammenarbeit mit D. Meyer, Unternehmung)	
• TwinHaus, ein Produkt von WeberHaus	1	• Atriumfassade der Debis-Gebäude, Potsdamerplatz – Berlin*	1
• Vorfabrizierte Betonelemente im Wohnungsbau	1		
• Anforderungskatalog & Entwurf einer temporären Notunterkunft für den Katastropheneinsatz	1		
Prof. T. Vogel		Prof. Dr. P. Marti	
• Ampère-Steg Zürich*	3	• Zyklischer Zugversuch an vorgespanntem Betonelement	2
• Bruchversuch an der Platzertobelbrücke	2	• Vorgespannte Betonschalen	1
		• Stadthaus Zürich – Überprüfung der Erdbebensicherheit	1
SS 2001		• Sensebrücke Laupen	1
Prof. Dr. E. Anderheggen		• Neubau Triebwerksprüfstand TW3, Zürich-Flughafen	1
• Graphische Oberfläche für das Finite-Element-Programm <i>Bride</i> *	1		
Prof. Dr. M.H. Faber		Dr. A. Steurer (D-ARCH)	
• Potentialfeld-Messungen zur Zustandsbeurteilung von Betonbauwerken	1	• Bausysteme für den privaten Wohnungsbau in Beton und Holz	1
		• Mehrschalige raumhaltige Fassaden	1
Prof. Dr. M. Fontana			
• Tragverhalten von Verbundbauteilen mit Holz	1	SS 2002	
• Glasdach Eurogate 2000	1	Prof. Dr. M. Fontana	
Dr. A. Steurer (D-ARCH)		(mit Prof. Dr. U. Kuhlmann, Universität Stuttgart)	
• Bambus als Baumaterial	1	• Verankerung von CFK-Lamellen auf Holz	1
• Systemholzbau Homogen 80	1	• Beurteilung der Tragsicherheit und der Restlebensdauer der Eisenbahnbrücke über die Sihl	1
• Unbehandelte Fassaden aus Holzwerkstoffen	1		
Prof. T. Vogel		Dr. A. Steurer (D-ARCH)	
• Brücke über den Ticino Giubiasco-Sementina	2	• Feuchtigkeitsproblematik bei Holzfussböden	1
• Schubversuch an einem Spannbetonträger	2	• Holzkonstruktionen im Freien - Brücken aus Holz	1
• Zur Verankerung von Bewehrungsstäben	1	• Der Strickbau in den heutigen Anforderungen	1
		• Walter Gropius – Das Haus als Ware	1
WS 2001/2002			
Prof. Dr. E. Anderheggen		Prof. T. Vogel	
• Simulation eines Bremsrings im Steinschlagschutzsystem	1	• Lehnenviadukt Neuenhof	
		• Bruchversuch an einem Spannbetonträger*	2
		• Brücken über den Flaz	1

Semesterarbeit WS 2000/2001

Brücke über die Sihl – Risikobasierte Unterhaltsplanung

Leitung : Prof. Dr. M.H. Faber und
Prof. Dr. M. Fontana
Assistenten : D. Straub, S. Blümel.

Stahlbauten unter veränderlichen Einwirkungen akkumulieren Ermüdungsschäden. Dadurch können bei Stahlbrücken, die Verkehrslasten ausgesetzt sind, Risse entstehen. Dies führt zu Veränderungen der Steifigkeitsverhältnisse, zu Lastumlagerungen und im Extremfall zum Einsturz des Bauwerks. Inspektionen und Unterhaltsarbeiten vermindern das Risiko eines Ermüdungsschadens. Mittels einer risikobasierten Unterhaltsplanung können die verfügbaren Ressourcen für Infrastrukturbauwerke optimal eingesetzt werden.

Für die 1896 gebaute Bahnbrücke über die Sihl beim Bahnhof Sihlbrugg wurde in der Gruppe eine risikobasierte Unterhaltsplanung durchgeführt. Berücksichtigt wurde der zeitliche Verlauf der Einwirkungen und der baulichen Veränderungen. Eine FEM-Analyse erlaubte die Ermittlung der Spannungen und die probabilistische Analyse des bruchmechanischen Modells ermöglichte die Ermittlung der jährlichen Versagenswahrscheinlichkeiten unter Berücksichtigung verschiedener Inspektionsstrategien. Mittels eines Bayes'schen Netzes konnten effizient unterschiedliche Alternativen bewertet und erwartete Kosten berechnet werden.

Die von der SBB durchgeführte Unterhaltsstrategie wurde für die Brücke über die Sihl als kostenoptimale Lösung identifiziert.



Die 1896 gebaute Bahnbrücke über die Sihl.

Semesterarbeit SS 2001

Projekt POLE

Leitung : Prof. Dr. M. Fontana in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. M. Breit, Prof. Dr. Ch. Holliger, FHA, Stanford University, UC Berkeley, Uni Delft u. a. m.
Assistent : R. Bärtschi.

Seit mehreren Jahren werden an der Stanford University Untersuchungen zur multidisziplinären, multikulturellen Zusammenarbeit in Planerteams der verschiedensten Berufssparten durchgeführt. Dabei wird auch der Einfluss neuer Medien auf die Teamarbeit untersucht.

Dr. R. Fruchter führt an der Stanford University eine Forschungsgruppe, welche sich auf die Auswertung interdisziplinärer Teamarbeit im Bauwesen spezialisiert hat und jedes Jahr eine Semesterarbeit mit Studierenden und Doktorierenden aus den USA, Europa und Japan durchführt. In diesen Semesterarbeiten planen Teams, welche aus Architekten, Bauingenieuren und Bauprozessmanagern bestehen, interaktiv Lösungen für Bauprojekte. Dabei wird die Teamarbeit mit modernster, hochspezialisierter Informationstechnologie unterstützt.

Auf Initiative der Fachhochschule Aargau (FHA) nahm im Sommersemester 2001 mit Unterstützung von Swiss Virtual Campus erstmals eine Gruppe von Studierenden aus der Schweiz an einer solchen Semesterarbeit teil.

Während der Einführungswoche an der Stanford University wurden den Teilnehmern die notwendigen IT-Skills vermittelt und internationale, multikulturelle Teams gebildet. Zu Semesterende wurden die Arbeiten in Stanford vor Vertretern US-amerikanischer Bau- und Computerfirmen präsentiert.

Während des Semesters wurden wöchentlich virtuelle Vorlesungen abgehalten. Zudem erfolgten alle Zwischenvorweisungen via Internet. Auch die Teamsitzungen wurden unter Verwendung von internetbasierten Videokonferenzen abgehalten. Die asynchrone Kommunikation in den Teams erfolgte via E-Mail und mittels eines eigens an der Stanford University entwickelten Diskussionsforums. Alle Projektdaten wurden mittels FTP-Server für alle Teammitglieder zugänglich gemacht.

Nebst informations- und bautechnischen Problemen stellte vor allem das Arbeiten in über die Kontinente, Kulturen und Zeitzonen verteilten Teams eine sehr bedeutende, nervenaufreibende, aber auch sehr lehrreiche Herausforderung für alle Beteiligten dar.

Semesterarbeit WS 2001/2002

Brücke über den Ticino Giubiasco-Sementina

Leitung : Prof. T. Vogel in Zusammenarbeit mit
Prof. A. Deplazes

Assistent : D. Zwicky.

Die Ortsverbindungsstrasse Giubiasco-Sementina überquert den Ticino auf einer Stahlbrücke mit obenliegendem Bogen, die den heutigen Anforderungen nicht mehr genügt.



Alte Stahlbogenbrücke.

Zehn Studierende stellten sich in Zweiergruppen derselben Aufgabe, die zuvor Gegenstand eines Projektwettbewerbes gewesen war, nämlich eine neue Brücke zu entwerfen, die gestalterisch überzeugt. Der Beizug eines Architekten als „Gastkritiker“ führte dazu, dass gestalterische Fragen von Anbeginn im Vordergrund standen. Allerdings waren die Studierenden erstaunt, dass auch der Architekt rationale Argumentationen forderte und statische Schwachstellen schonungslos aufdeckte. Da die Wirtschaftlichkeit nicht im Vordergrund stand, wurden auch Lösungen vorgeschlagen, die versuchten, die Brücke als „Landmark“ zu verstehen.



Modell des Entwurfs von Eva van Gunsteren und Timo Stammwitz.

Semesterarbeit SS 2002

Airport Tansania

Leitung : Prof. Dr. M. Fontana und
Dr. A. Steurer in Zusammenarbeit mit
Prof. H.E. Kramel

Assistenten : R. Bärtschi, B. Schuppisser.

Zur Zeit findet ein internationaler Projektwettbewerb für den Neu- und Ausbau des Mwanza Regional Airport in Tansania statt. Dem Flughafen, welcher 860 km nordöstlich von Dar es Salaam am südlichen Ufer des Viktoriasees liegt, kommt im Zusammenhang mit der nahe gelegenen dynamischen Bergbau-Industrie, dem stark ansteigenden Fischexport sowie der wachsenden Hub-Funktion zu den benachbarten Ländern Ruanda, Uganda und Kenia zunehmende Bedeutung zu. Ein neues Terminal sowie zugehörige Hangars für die Wartung der Flugzeuge sollen der neuen Situation Rechnung tragen und künftiges Wachstum durch modulare Erweiterungen schnell und einfach möglich machen.

Auf der Basis bestehender Projektskizzen eines internationalen Wettbewerbsteams unter schweizer Architekturführung (Prof. Kramel) bestand die Aufgabe darin, für das Flughafengebäude, respektive den Hangarbereich, zunächst Tragwerkskonzepte zu entwerfen, parallel dazu die den spezifischen Gegebenheiten angepassten Bewertungskriterien zu entwickeln und darauf abgestimmt schliesslich das gewählte Tragwerk zu konstruieren und zu bemessen.

Nicht die Bewältigung grosser Spannweiten forderte die Studierenden, vielmehr diktierte der ungewöhnliche Standort und die davon abhängenden Einflussgrössen die Analyse und den Entwurf. Fragen zum Einfluss des Klimas (Temperatur, Wind, Korrosion usw.), zu den Transportmöglichkeiten und den möglichen Abmessungen (Elementierung der Teile, Kosten, Gewichtsminimierung usw.) oder Fragen wie und womit kann montiert werden (Anordnung der Montagestösse, Austauschbarkeit der Elemente, Zeitabläufe usw.) und vieles mehr beherrschten die Entwurfs- und Konstruktionsarbeit. Im Ergebnis der fünf Gruppenarbeiten liegen nunmehr zwei ansprechende Projekte für das Flughafengebäude und drei interessante Entwürfe für die Hangarbauten vor.

Diplomarbeit WS 2000/2001

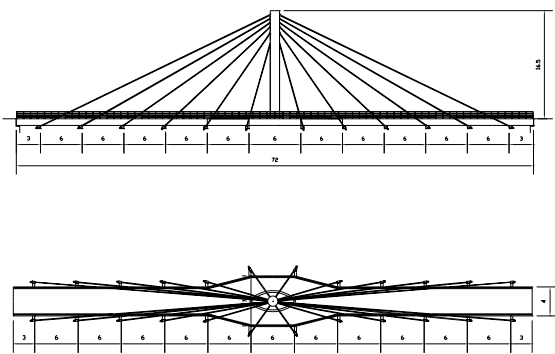
Ampère-Steg Zürich

Leitung : Prof. T. Vogel
 Assistent : D. Zwicky.

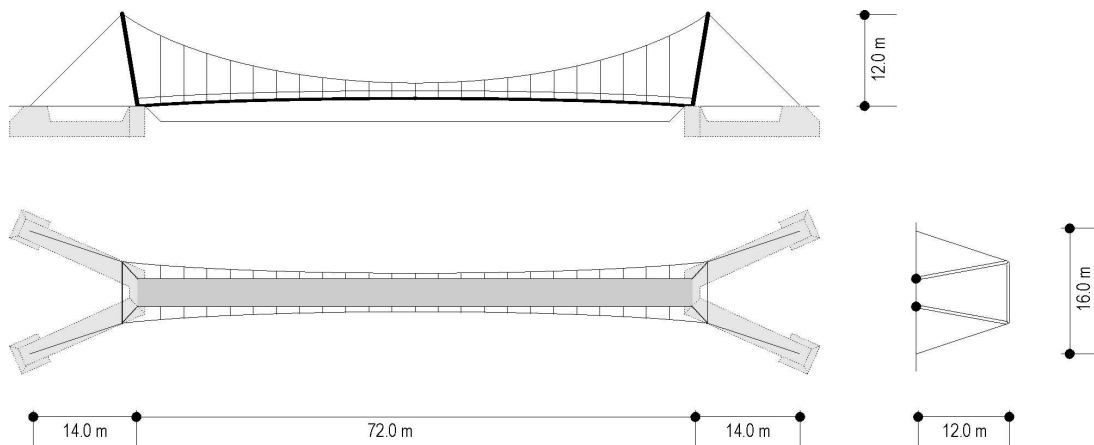
Im Rahmen der Aufwertung der Zürcher Stadtkreise 4 und 5 soll eine weitere Brücke für Fussgänger und Radfahrer über die Limmat geplant werden. Die neue Fussgänger- und Radfahrerachse beginnt bei der Ampère-Strasse, überbrückt die Limmat in Nord-Süd-Richtung und führt neben dem Tramdepot Escher-Wyss-Platz vorbei zur Hardturmstrasse.

Aus finanziellen sowie ästhetischen Gründen sollte auf grosse Aufgangsbauwerke verzichtet werden. Das neue Bauwerk sollte deshalb als tief liegender Steg ab dem Limmatufer geplant werden.

Nach einem Variantenstudium, in dem verschieden Möglichkeiten ausgelotet worden waren, wählten die drei Diplomierenden ganz unterschiedliche Lösungsansätze.



Schräggabelbrücke von Rahel Macina.



Hängebrücke von Andrew Imlach.

Rahel Machina bearbeitete eine Schräggabelbrücke mit zentralem Pylon mitten in der Limmat. Der Brückenträger besteht aus einer Betonplatte und führt beidseits um den Pylon herum.

Matthias Studer wählte eine zweifeldrige gedeckte Holzkonstruktion mit aussenliegendem parabelförmigem Zugband.



Modell des Entwurfs von Matthias Studer.

Andrew Imlach schliesslich entschied sich für eine Hängebrücke mit rückwärts geneigten portalförmigen Pylonen und einem Versteifungsträger in Stahl-Beton-Verbundbauweise.

Es zeigte sich bei allen Entwürfen, dass die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure gewillt sind, neue Lösungen abseits der ausgetretenen Pfade zu suchen, dass sie jedoch Unterstützung insbesondere im konstruktiven Bereich und in der Detaillierung brauchen, damit Projekte entstehen, die den heutigen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit entsprechen.

Diplomarbeit SS 2001

Graphische Oberfläche für das Finite-Element-Programm *Bride*

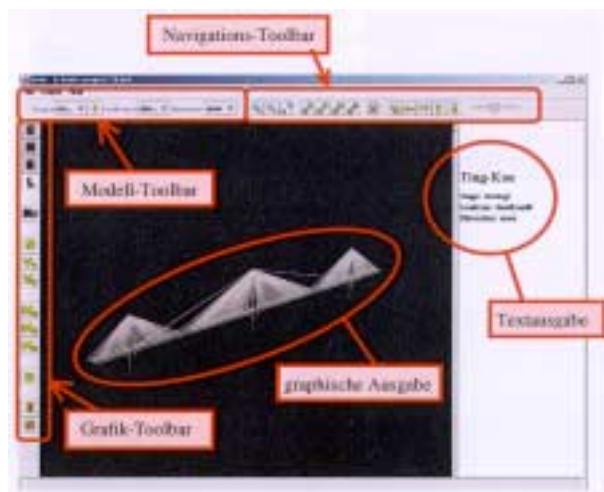
Leitung : Prof. Dr. E. Anderheggen
 Assistent : P. Pedrozzi.

Die Diplomarbeit bestand darin, die bereits existierende graphische Oberfläche des Programmes *Bride*, welches im Rahmen einer Dissertation geschrieben wird, zu verbessern und zu erweitern. Der Diplomand Andreas Bucher verfügte schon über gute Kenntnisse der Programmiersprache Java, ohne die die Bearbeitung der Diplomarbeit unmöglich gewesen wäre.

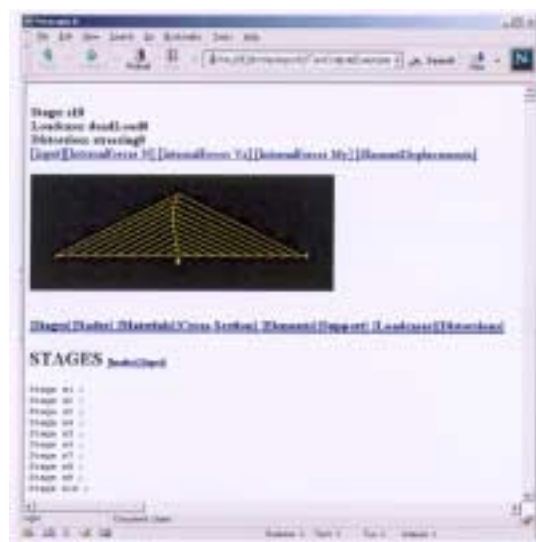
Zur Aufgabenstellung gehörten folgende Punkte:

- Kennenlernen der Arbeitsweise der schon vorhandenen graphischen Oberfläche.
- Erarbeiten eines Konzeptes für die Gestaltung der Oberflächenelemente, wie Buttons, Fenster für die dreidimensionale Darstellung, Textausgabefenster usw.
- Funktionalität für das Selektieren einzelner Teile des dreidimensional dargestellte Brückenmodells.
- Funktionalität für die Erzeugung, Editierung und Abspeicherung der Simulationsresultate in einem Dokument.
- Dokumentation des geschriebenen Programmteils.

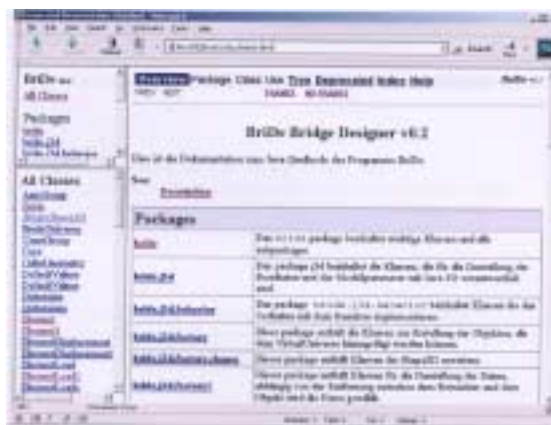
Dieser Programmteil wurde später zwar tiefgreifend angepasst, jedoch enthielt die Diplomarbeit viele gute Ideen und Umsetzungen. Eine wichtige dabei war, die vom Programm erzeugten Dokumente als HTML-Dateien abzuspeichern.



Aufbau der programmierten Oberfläche.



Vom Programm erzeugtes HTML-Dokument.



Automatisch generierbare Programmdokumentation.

Diplomarbeit WS 2001/2002

Zuverlässigkeitsbasierte Normenkalibrierung zur Ermittlung von Sicherheitsbeiwerten der neuen Schweizer Stahlbaunorm SIA 263

Leitung : Prof. Dr. M.H. Faber
 Assistent : O. Kübler.

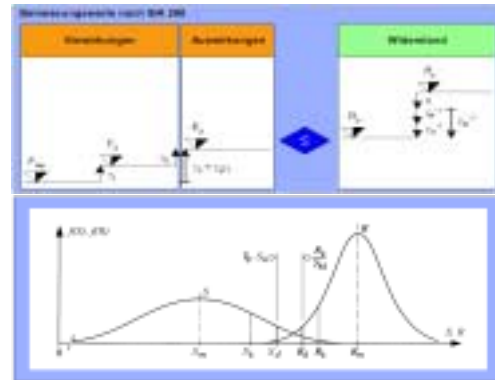
Bauwerksnormen ermöglichen eine ökonomische und zeiteffektive Bemessung von Bauwerken. Diese Normen basieren auf einem deterministischen Sicherheitsformat, wobei Sicherheitsbeiwerte, Lastkombinationsbeiwerte und charakteristische Werte die Zuverlässigkeit eines Bauwerks definieren.

Ziel dieser Arbeit war das konsistente Erarbeiten von Sicherheitsbeiwerten gemäss der Philosophie des *Joint Committee on Structural Safety* (JCSS). Die Basis der zuverlässigkeitsbasierten Normenkalibrierung ist die Zuverlässigkeitstheorie. Diese ermittelt Versagenswahrscheinlichkeiten für Grenzzustände, z.B. das Erreichen der Tragfähigkeit.

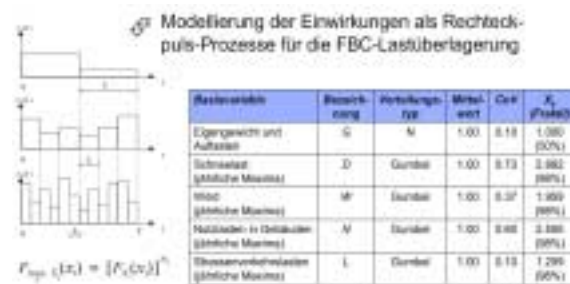
Hierbei finden die relevanten Grössen Eingang als probabilistische Variablen. Die probabilistische Modellierung der relevanten Grössen (Widerstand, Lasten und Modellunsicherheiten) basiert auf dem "Probabilistic Model Code" des JCSS. Zur Modellierung von Kombination mehrerer veränderlicher Lasten wurde das Ferry-Borghes Castanheta Lastmodell verwendet.

Um den Ablauf des Normenkalibrierens rational und effizient zu gestalten, wurden zwei Programme erstellt. Diese basieren auf Excel und VBA. Die Programme ermöglichen die Berechnung von Ferry Borghes – Castanheta Lastüberlagerungen und eine flexible, vollautomatische FORM – Analysen von Grenzzuständen. Des Weiteren, erlauben sie die Optimierung von Sicherheitsfaktoren.

Die Sicherheitsfaktoren wurden so optimiert, dass eine gewünschte Zuverlässigkeit für alle Lastkombinationen best möglichst angenähert wird. Partielle Sicherheitsbeiwerte für den Widerstand, ständige und variable Einwirkungen wurden so für die zukünftige Schweizer Stahlbaunorm SIA 263 kalibriert.



Sicherheitsformat nach SIA 260 und die probabilistische Interpretation.



Probabilistische Modellierung der Lasten.



VBA – Programm zur Normenkalibrierung.

	Bezeichnung	optimaler Wert	SIA 263	Frakti
Widerstandsfaktor für den Festigkeitsnachweis	γ_{M0}	1.10	1.05	5 %
Lastbeiwert für ständige Einwirkungen	γ_G	1.30	1.35	50 %
Lastbeiwert für veränderliche Einwirkungen (im allgemeinen)	γ_Q	1.80	1.50	98 %
Lastbeiwert für veränderliche Einwirkungen (Strassen- und Bahverkehrslasten)	γ_Q	1.35	1.35	98 %

Kalibrierte Sicherheitsfaktoren für $\beta = 4.20$.

Diplomarbeit SS 2002

Lehnenviadukt Neuenhof Bruchversuch an einem Spann- betonträger

Leitung : Prof. T. Vogel
Assistent : R. Bargähr.

Der für diese Diplomarbeit vom Aargauer Baudepartement, Abteilung Tiefbau für einen Bruchversuch zur Verfügung gestellte Träger stammt vom Objekt 502 der Nationalstrasse A1 bei Neuenhof, das 1968 erstellt worden war. Die sieben Regelfelder dieser insgesamt acht feldrigen Brücke bestanden aus total 77 im Spannbett vorgefertigten I-Trägern (7 Felder à 11 Träger) mit einer Spannweite von jeweils 25 m. Die Hauptspannweite von 42.5 m wird durch ein Ortbetonfeld, welches aus sechs Trägern besteht, gebildet. Im Rahmen der „Kapazitätserweiterung Baregg“ wurden die drei äussersten Träger je Feld abgebrochen, um Platz für eine neue, parallel geführte Brücke zu schaffen.

Bei den vorgefertigten I-Trägern handelt es sich um einfache Balken, welche infolge knapper Konstruktionshöhe zwischen die Querträger eingehängt wurden.



Träger T9 beim Umsetzen auf den Belastungsstand.

Für die Versuchsdurchführung wurde der 350 kN schwere Träger T9 an die ETH transportiert und auf den Freiluftbelastungsstand des IBK gehieft. Gelagert wurde der Träger als einfacher Balken mit einer Spannweite von 22.0 m und einer exzentrisch angeordneten Krafteinleitung von 5.0 m neben dem Kipplager.

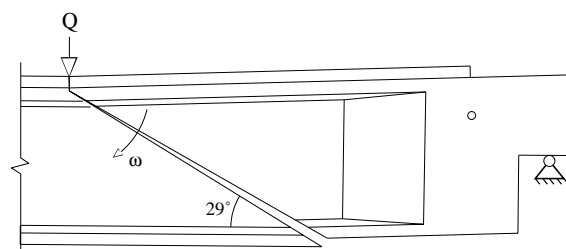
Von besonderem Interesse war die Frage nach der Schubtragfähigkeit im Bereich der Auflager, welche durch die Diplomanden Adrian Vontobel und Markus Weissenberger zu beantworten war. Bevor mit dem eigentlichen Bruchversuch begonnen werden konnte, wurden im Rahmen einer Versuchsprognose



Krafteinleitung mittels Querjoch und Hydraulikpressen.

der am wahrscheinlichsten zu erwartende Versagensmechanismus eruiert sowie weitere Voraussetzungen bezüglich dem Tragverhalten an Hand von theoretischen Überlegungen durchgeführt. Aus dem oberen Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie ergab sich, dass der Träger durch einen Biegeschubbruch versagen würde. Diese Versagensart wurde dann auch durch den Versuch bestätigt.

Insgesamt wurde eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis aufgezeigt und damit eine weitere Bestätigung der vorhandenen Berechnungsmodelle erhalten.



Vergleich von prognostiziertem und eingetretenen Bruchbild.

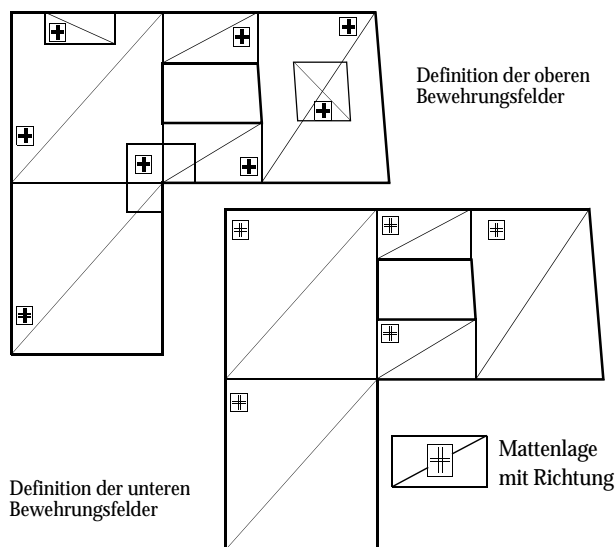
FORSCHUNG

BeAn – Bemessung und Analyse von Stahlbetontragwerken

Projektleitung : Prof. Dr. E. Anderheggen
Mitarbeiter : Dr. G. Glanzer.

Das heute abgeschlossene Forschungsprojekt stellt eine Kombination der Methode der finiten Elemente und der Plastizitätstheorie dar. Es umfasst neben der Bemessung (Ermittlung von Bewehrungsgehalten) auch die Traglastanalyse von Stahlbetontragwerken.

Basierend auf dem unteren Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie (konservativ) wird für die Angabe der Bewehrungsgehalte dem durch das äussere Belastungsbild verursachten Spannungszustand ein fiktiver Eigenspannungszustand, bzw. eine Linearkombination von diesen, so superponiert, dass die Bewehrungsgehalte minimiert werden. Mit dem anschliessenden Analyseverfahren wird für die ermittelten Bewehrungsgehalte der plastische Rotationsbedarf nachgewiesen, und darüber hinaus noch die Traglast ermittelt. Dieses Verfahren kann auch direkt zum Nachrechnen von bereits existierenden Stahlbetonstrukturen verwendet werden, indem man die bereits vorhandenen Bewehrungsgehalte direkt spezifiziert. Mit dem dazu entwickelten Computerprogramm ist erfolgreich versucht worden, dem projektierenden Ingenieur ein effizientes und benutzerfreundliches Werkzeug zur Hand zu geben. Das hier beschriebene Bemessungs- und Analyseverfahren ist auch in einem weitverbreiteten kommerziellen Programm implementiert worden.



Vordefinierte Bewehrungsfelder für obere und untere Plattenbewehrung.

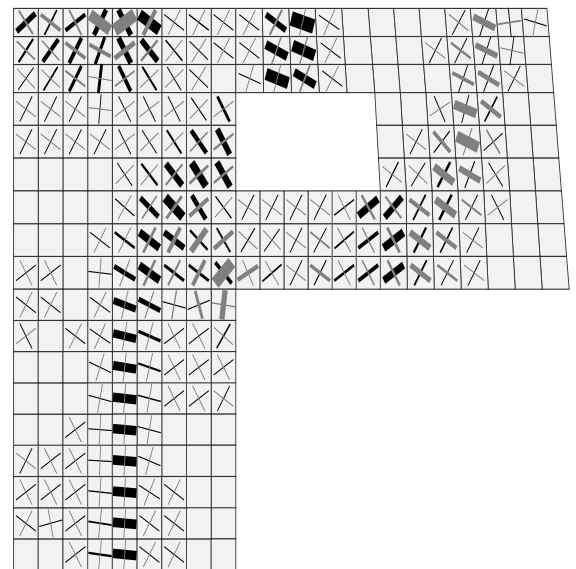
User defined reinforcement fields for upper and lower reinforcement.

BeAn – Dimensioning and Analysis of Reinforced Concrete Slabs

This now finished research project combines the finite element method with the theory of plasticity. The computational procedure comprises, besides optimal reinforcement dimensioning, the ultimate load analysis of reinforced concrete structures.

Based on the lower bound theorem of plasticity, in order to determine the best possible arrangement of reinforcement, in addition to the stress state caused by external loading, fictitious self-equilibrating states are superimposed. The subsequent analysis shows the plastic rotational requirements for the given reinforcement and additionally provides the ultimate load level. This method can also be used to analyse existing reinforced concrete slabs as the used reinforcement contents are known. The aim of the computer program developed for this purpose is to provide the practising engineer an efficient and user-friendly tool, which allows a rational arrangement for the reinforcement and also calculates the ultimate load in a simple way.

[1] Glanzer, G., "Nichtlineare FE-Analyse von Stahlbetonplatten und -schalen mittels linearisierter Fliessbedingungen im Knotenkrafttraum", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 260, Nov. 2000, 154 pp.



Hauptkrümmungen bei Erreichen der Traglast.

Principal curvatures at ultimate state.

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 gebührend berücksichtigt werden.

Die geplante 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 Temperaturverteilung 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 Verteilung des Wasserdrucks und der daraus erfolgenden Grundwasserströme ist eine Funktion der Durchlässigkeit der Bodenschichten und damit auch der Eisbildung. Die Materialparameter, wie Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Durchlässigkeit, etc. sind Funktionen der Temperatur.

Das geplante Computerprogramm beinhaltet keine bodenmechanische Berechnungen, da schon viele gute solche Programme (z.B. Z-Soil, Plaxis, etc.) existieren und erfolgreich angewendet werden. Die Resultate unseres Programmes werden jedoch als Eingabedaten für ausgewählte bodenmechanische Software verwendbar sein.

Anwendung des Gefrierverfahrens in Genf, Bau einer Galerie unter der Rhone (Quelle: Stump Bohr AG).

Artificial ground freezing in Geneva: Building a tunnel under the river Rhone (Source: Stump Bore Ltd).

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 groundwater flow is an important factor and has to be taken into account while projecting this soil consolidation procedure.

The planned 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) will be done by the finite element method in a given three-dimensional region. The distribution of the temperature is a function of time. Its development in time will be calculated considering convection caused by groundwater flow and phase changing of water to ice and vice versa. The water pressure potential and the resulting ground water flow is a function of both the permeability of the soil layers and the building of frozen soil. The material parameters, like heat conductivity, heat capacity, permeability, etc. are functions of the temperature.

The planned software does not involve soil mechanical calculations, because a good software (Z-Soil, Plaxis, etc.) already exists for this purpose. However, the results of our software will be used as input for selected soil mechanic programs.



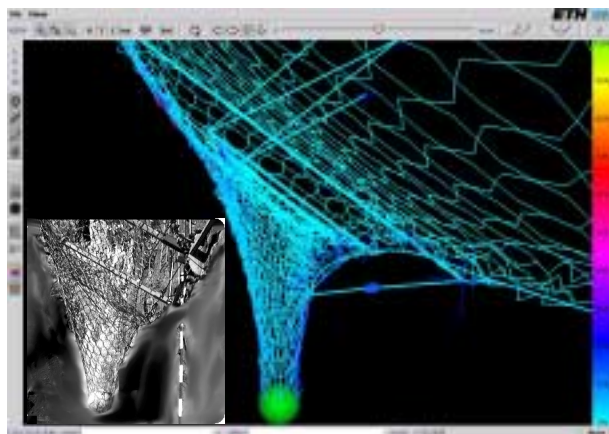
Numerische Modellierung von Steinschlagschutzsystemen

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

Die Ringnetze moderner Steinschlagschutzsysteme bestehen aus biegsamen, lose zusammenhängenden Stahlringen und werden durch Stützen und Seile aufgespannt. Zusammen mit speziellen Bremsselementen sind die Gesamtsysteme in der Lage, einzelne Steinschlagereignisse mit einem Energieinhalt von bis zu 3000 kJ zurückzuhalten. Für eine Erhöhung dieses Energieaufnahmevermögens empfiehlt sich zur Limitierung aufwendiger Experimente eine umfassende Analyse und numerische Simulation der Verbauungen.

Ein speziell entwickeltes Finite-Element-Programm bildet den Abbremsprozess eines in eine solche Verbauung fallenden Steins nach und bestimmt somit die auftretenden Kräfte in den Verbauungskomponenten. Die graphische Benutzeroberfläche und die geschwindigkeitsoptimierten Algorithmen zur Formulierung spezieller Elemente und der Interaktion zwischen fallendem Stein und Verbauung ermöglichen ein Mitverfolgen der Simulation während der Berechnung. Die Validierung bzw. Verifizierung der Finite-Element-Berechnungen erfolgt durch Ergebnisse aus quasistatischen Labor- und dynamischen Feldversuchen.

Zur Ermittlung des Trag- und Verformungsverhaltens der Bauwerke wurden dazu neue experimentelle Methoden entwickelt. Steinschlagversuche im Maßstab 1:1 wurden mit einzelnen Netzen in unterschiedlicher Lagerung sowie mit dreifeldrigen Gesamtsystemen durchgeführt. Erstmals kamen Beschleunigungssensoren im Inneren eines Wurfkörpers zur Bestimmung der Systemantwort zum Einsatz.

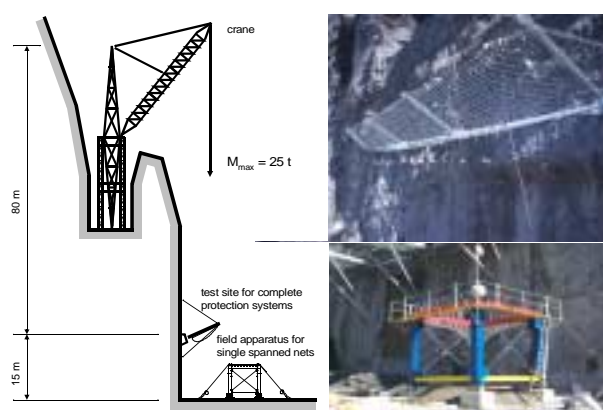


Numerical Modelling of Rockfall Protection Systems

The nets of today's rockfall protection systems consist of flexible and loosely connected steel-wire rings. Steel posts and cables support the net and deforming brake elements dissipate the rock's energy which results into an overall energy capacity of up to 3000kJ. Due to the increasing costs of full-scale field tests a computational simulation of the protection system provides a convenient method for optimizing the development of systems with higher energy capacities.

This special purpose finite element application is capable to simulate the brake-down process of the rockfall event as well as the loads of the single components of the barrier. The graphical user interface and the speed-optimized algorithms for special purpose elements and the interaction between the rock and the net provide a real-time visualization with the calculation. The validation process of the finite element simulation takes place by the comparison with the results of quasi-static laboratory tests and full-scale dynamic field experiments.

New experimental methods were developed for a thorough understanding of the complex, dynamical behaviour of the barrier system. Full-scale tests were performed using single and three-span net configurations. Net deformations and cable forces were measured. Furthermore, accelerometers were placed in an artificial concrete boulder in order to determine the nature of the breaking force acting on the falling rock.



Steinschlag Versuchsanlage Walenstadt/SG der Firma Fatzer AG und der Eidg. Forschungsanstalt WSL.

Rockfall Test Site Walenstadt/SG of Fatzer AG and the Swiss Federal Research Institute WSL.

Gesamtsystem RX025: Simulation und Versuch.

Barrier system RX025: Simulation and experiment.

Die N-Direktionale Methode für die Formulierung von Stoffgesetzen

Projektleitung : Prof. Dr. E. Anderheggen
 Mitarbeiter : Dr. J. Renau.

Die *N-Direktionale Methode* [1] ermöglicht die numerische Beschreibung des Materialverhaltens. An Stelle von auf Tensoren basierenden Stoffgesetzen wird das Kontinuum durch die Überlagerung einer finiten Anzahl N von *einachsigen Sub-Kontinua* modelliert, jedes einzelne fähig, eine Spannung in seine Richtung zu übertragen. Werden diese N Richtungen *regelmässig verteilt*, kann lineare isotrope Elastizität beinahe entkoppelt exakt modelliert werden. Dies entspricht einem verallgemeinerten Federmodell, mit N -Kräften in klug gewählten Richtungen.

Die Hauptidee der *N-Direktionalen Methode* basiert auf der Annahme, dass diese Entkopplung auch im nicht-linearen Fall und für grosse Verzerrungen gültig ist. Die Spannung in einem Sub-Kontinuum ist nun eine nicht-lineare Funktion dessen Dehnung und der volumetrischen Dehnung. In diesem Fall wird die einachsige *logarithmische Dehnung* eingesetzt, welche grosse, einachsige Verzerrungen physikalisch sinnvoll beschreibt [2]. Die *N-Direktionale Methode* eignet sich somit zur Modellierung von grossen Verzerrungen, die zu bleibenden Schäden und zum Verlust des Widerstandsvermögens im Material führen.

Die Anwendung der *N-Direktionalen Methode* in einer expliziten Finiten-Element-Formulierung ermöglicht mit einer beschränkten Anzahl von Materialparametern die Simulation des im Beton unter einachsiger Belastung beobachteten Schubversagens ohne Betrachtung von Schubspannungen und Dehnungen. Die genaue Herleitung *N-Direktionaler Stoffgesetze* für nicht-isotrope Verbundmaterialien erfordert weitere Forschungsarbeiten.

Unter den unterschiedlichen Anwendungen dieser Methode ist die Modellierung einer Stahlbetonscheibe im ebenen Spannungszustand erwähnenswert. Die Kräfte einer Scheibe mit einem beliebigen Verzerrungszustand werden aus der Summe der Kräfte im Beton nach der *N-Richtungen Methode* und den Stahlkräften in den Bewehrungsrichtungen bestimmt.

[1] Renau, J., "The N-Directional Approach to Constitutive Laws", ETH Zurich, 2001.

[2] Anderheggen, E., and Renau, J., "Large-Strain Material Modelling by the N-Directional Approach", *Proceedings*, World Congress on Computational Mechanics, WCCM V, Vienna, 2002.

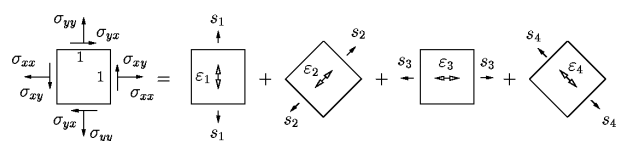
N-Directional Approach to Constitutive Laws

The *N-Directional Approach* [1] numerically describes material behaviour. Instead of using tensorial stress-strain relations, the continuum is modelled by the superposition of a finite number N of *uniaxial sub-continua* each of them transmitting a normal stress in its direction only. If these N directions are *evenly distributed*, linear isotropic elasticity can be modelled exactly in an *almost un-coupled* way. This model can be viewed as a generalised spring model where the N spring forces act in cleverly chosen directions.

The fundamental assumption of the *N-Directional Approach* is that this un-coupling property is also valid in the non-linear, large-strain case. The directional stress transmitted by each sub-continuum is computed as a non-linear function of the corresponding normal strain and the volumetric strain only. For this case the *logarithmic strains*, which represent the natural and physically meaningful way of measuring large uniaxial deformations, can be consistently used [2]. For this reason the *N-Directional Approach* appears to be well suited for modelling large deformations leading to irreversible damage up to the loss of all stress carrying capacity.

This large-strain formulation applied in an explicit finite element framework can reproduce, with a small number of parameters, the shear failure observed in concrete-like materials under uniaxial conditions without explicitly considering shear or tangential stress/strain components. However, further and more detailed studies are still required in order to make any reliable statement about the formulation of a *N-Directional* constitutive law for modelling granular cohesive materials.

Among the several applications of this method, the modelling of reinforced concrete panels in plane stress should be mentioned. The panel forces can be obtained by superimposing the concrete forces computed with a *N-Directional* plane stress damage model and the directional forces of the reinforcing bars.



2D-Modell mit $N = 4$ regelmässig verteilten Richtungen.
 2D-Model with $N = 4$ evenly distributed directions.

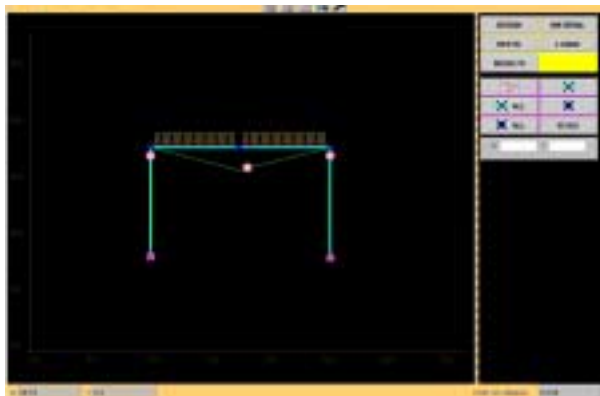
Informatikhilfsmittel für die Lehre in der Baustatik

Projektleitung : Prof. Dr. E. Anderheggen;
 Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiterin : C. Pedron
 Projektpartner : Prof. Dr. M. Laffranchi,
 Accademia di Architettura, Mendrisio;
 Prof. Dr. A. Muttoni, EPFL, Lausanne.

EasyStatics ist Teil des Projektes *Interstructures*, finanziert vom ETH-Rat (Virtual Campus Schweiz) und vom Rektorat der ETH. Ziel von *Interstructures* ist die Entwicklung interaktiver Lehrmodule für die Baustatikgrundkurse von Architekten und Bauingenieuren. Das IBK entwickelt hierfür ein Programm basierend auf der Methode der finite Elemente, das die elastische und dynamische Analyse nach Theorie 1. und 2. Ordnung, sowie die starr-plastische Traglastbestimmung von ebenen Fachwerken und Rahmen ermöglicht. Höchste Interaktion ist hierbei von grösster Bedeutung.

Das Programm *EasyStatics* ist aus der Überlegung entstanden, dass heute eher die Fähigkeit, zielgerichtete baustatische Modelle zu bilden, von Bedeutung ist, als die Beherrschung baustatischer Rechenverfahren. Denn heute brauchen die Bauingenieure weder zu rechnen, noch rechnen zu können. Sie müssen nur in der Lage sein, geeignete baustatische Modelle zu bilden, was mit dem eigentlichen Tragwerkentwurf in engem Zusammenhang steht. Beherrscht man diese Modelle, ist die weitere zielgerichtete Anwendung baustatischer Computerprogramme dank ihrer heutigen Benutzerfreundlichkeit unproblematisch.

Heutzutage sind die Bedürfnisse der Praxis nach Baustatikkennnissen oft noch getrennt von der Ausbildung der Studenten: Diese lernen veraltete Rechenverfahren, während sie kaum Intuition für das Verhalten der Strukturen entwickeln. *EasyStatics* will ein virtuelles baustatisches Labor liefern, in dem der Student sein Kräftegefühl entwickelt, indem er blitzschnell und hochinteraktiv mehrere Tragwerkvarianten vergleicht.

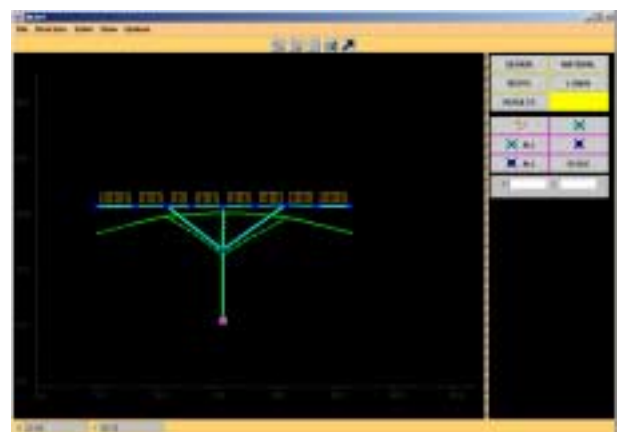


Computer-Based Tools for Teaching Structural Analysis

EasyStatics is part of the project *Interstructures* funded by the ETH-Board (Swiss Virtual Campus) and the rectorate of the ETH. The objective of *Interstructures* is to create interactive teaching modules for the basic courses in structural analysis to be used by students in civil engineering and architecture. A program is being developed at the IBK based on the finite element method which allows the elastic and dynamic analysis considering the theory of 1st and 2nd order as well as the ultimate load analysis of plane trusses and frames. Full interaction through a sophisticated graphical user interface is very important for our purposes.

The program *EasyStatics* is based on the fact that traditional structural analysis methods have become obsolete. Only structural design is important. Nowadays, the civil engineers need neither to calculate nor to be able to calculate. They only must be able to find appropriate mechanical models for these structures. Being able to manage these models makes the use of today's user friendly static computer programs easy.

The needs in the field of civil engineering are unfortunately are still often disjointed from the student's education. They still study the old computational methods and hardly develop their intuition about structural behaviour. The purpose of *EasyStatics* is to provide a virtual laboratory of structural analysis so that the student can develop his intuition on structural behaviour and be better prepared for practice.



Rahmenverschiebungen unter verteilten Lasten.
 Displacement of frame with distributed loads.

Kollapsmechanismus unter konzentrierten Lasten.
 Collapse mechanism of frame with concentrated loads.

Numerische Simulation des Verhaltens von Tragwerken unter Brandeinwirkung

Projektleitung : Prof. Dr. E. Anderheggen
Mitarbeiter : H. Batschkus.

Das in Zusammenarbeit mit der Sektion von Prof. M. Fontana entstandene Projekt hat die Simulation der Temperaturverteilung in Bauteilen und des Einflusses von erhöhter Temperatur auf deren mechanisches Verhalten im Brandfall zum Inhalt.

Mit dem entstandenen Programm *PyromanDLT* werden Durchlaufträger mit in Stablängsrichtung konstantem Querschnitt sowohl mechanisch als auch durch Temperatur belastet. Der Querschnitt besteht aus beliebigen Rechteckelementen, wobei Verbundquerschnitte mit nachgiebigen Verbindungsmitteln durch die Definition einer Scherfuge mit entsprechenden Dübeleigenschaften berücksichtigt werden können. Das System wird im Falle der Temperaturberechnung dreidimensional, im Falle der mechanischen Berechnung zweidimensional modelliert und berechnet. Die Bestimmung der Temperaturverteilung im Bauteil erfolgt mit einer nichtlinearen instationären Berechnung. Am Ende jedes Zeitschrittes erfolgt eine lineare mechanische Berechnung (entkoppelt vom Wärmeleitungsproblem) nach der Balkentheorie, wobei ein neuartiges Doppelbalkenelement zur Berücksichtigung der Dübel verwendet wird.

Die Eingabedaten des Systems werden von einer Textdatei gelesen und verarbeitet. Die Ausgabe der Berechnungsdaten, u.a. Temperaturen, Dübelkräfte, Verformungen, etc., erfolgt interaktiv über eine grafische Benutzeroberfläche.

Neben der Programmierung der Numerik in C++ liegt in der Portierbarkeit der Applikation eine weitere Anforderung des Projektes. Ausgehend von OpenStep 4.2 wird das Projekt auf den heute unter Mac OS X, einem UNIX-Betriebssystem, verfügbaren identischen Entwicklungswerkzeugen wie zu NeXT-Zeiten weiterentwickelt. Sie erlauben die Mischung der Sprachen C, C++, Objective-C, Display Postscript und Java sowie die Portierung einer Applikation u.a. auf die Windows Plattform.

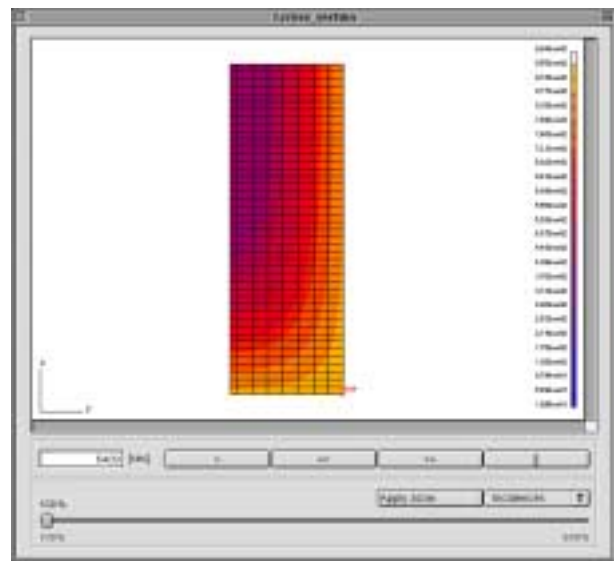
[1] Anderheggen, E., und Batschkus, H., "Pyroman, Brandsimulation von Hochbauten", 9. Forum Bauinformatik, Dresden, Sept. 1997.

[2] Anderheggen, E., and Batschkus, H., "Numerical Simulation of Structural Damage Due to Fire", First International Conference on New Information Technologies for Decision Making in Civil Engineering, Oct. 11-13, 1998, Montreal, Canada.

Numerical Simulation of the Behaviour of Structural Systems in the Case of Fire

The aim of this project (resulting from a cooperation with Prof. M. Fontana) is the computer simulation of the temperature distribution in structural systems in case of fire and the investigation of the influence of increased temperatures on their mechanical behaviour.

Continuous beams with a constant cross-section are loaded both mechanically and by an increasing temperature. The cross-section consists of any number of rectangular elements. Composite sections can be specified by defining dowel characteristics. When computing the temperature distribution of the system a three-dimensional model is used, while all mechanical computations are based on a two dimensional model. The determination of the temperature distribution results from a nonlinear instationary computation. At the end of each time step a linear mechanical analysis is performed (uncoupled with the heat problem) which is based on beam theory using a specially developed „double beam“ element considering the dowel's influence.



After being computed in several time-steps the results, e.g. temperatures, dowel forces or deformations, are output on a graphical user interface.

In addition to programming the numerical part in C++, the applications portability to different platforms is an important aspect. Starting with OpenStep 4.2 the project uses the same developing tools, well known from NeXT, today on Mac OS X. Using them the program Pyroman can be executed, e.g. on Windows NT and programming languages like C, C++, Objective C, Display Postscript and Java can be mixed.

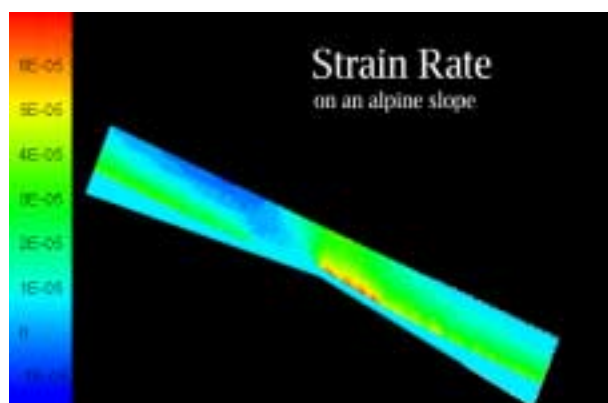
Zwei- und dreidimensionale Simulation alpiner Schneedecken

Projektleitung : Dr. P.A. Bartelt, SLF, Davos;
Prof. Dr. E. Anderheggen
Mitarbeiter : M. Stoffel.

Die Lawinengefahr wird bisher meist mit Hilfe von Expertenwissen und statistischen Methoden bestimmt. Dabei werden die exakten physikalischen, zu Lawinen führenden Zusammenhänge nur teilweise berücksichtigt (Schneestruktur, Temperaturabhängigkeiten, schwache Schichten, Topographie, Materialverhalten, etc.). Mit modernen numerischen Methoden können diese stark nicht-linearen Einflüsse nun modelliert werden. Das Ziel des Projektes ist es, das Verhalten von Schneedecken in Lawinhängen dreidimensional zu simulieren. Dies führt zu einem besseren Verständnis des physikalischen Verhaltens des Schnees und hoffentlich in eine bessere Prognostizierbarkeit der Lawinengefahr.

Das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, besitzt bereits ein eindimensionales Modell. Aufbauend auf den Erfahrungen mit diesem Modell wird ein zwei- und dreidimensionales Modell entwickelt. In einer ersten Phase wird ein zweidimensionales finite Element Programm inklusive einer speziellen sogenannten schwachen Schicht bestehend aus Elementen verschwindender Dicke erstellt. In einer zweiten Phase wird dieses Modell auf drei Dimensionen erweitert.

Um reale Hänge berechnen zu können, wird eine Schnittstelle zu einem Geoinformationssystem (GIS) entwickelt werden. Damit werden Deformationsgeschwindigkeiten, Spannungen und Dehnungen in der Schneedecke, Rand-Kräfte und Anrissgebiete in einer graphischen Benutzeroberfläche aufbauend auf OpenGL präsentiert.



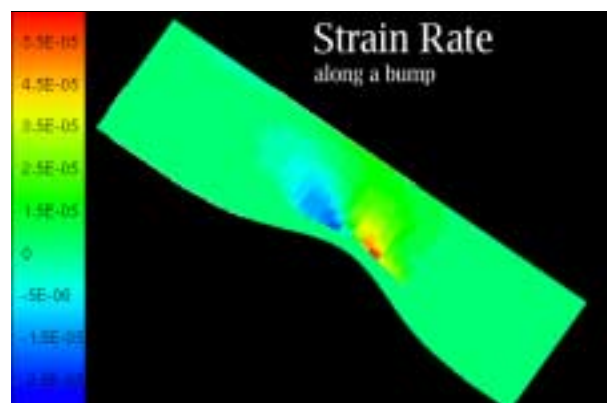
Kriechgeschwindigkeiten für verschiedene Hangformen.

Two and Three Dimensional Simulations of the Alpine Snowpack

Most predictions of avalanche hazards are based on expertise and statistical methods. The exact physical laws (structure of snow cover, temperature dependence, weak layers, topographies, material behaviour, etc.) which lead to an avalanche are not fully taken into account by this approach. Those highly nonlinear processes can be modelled using modern numerical methods. 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 better prediction of avalanche hazards.

The Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research in Davos has already developed a one-dimensional model of a snow pack. Based on the knowledge of this model the extension to two and three dimensions is the current research topic. In a first step a two-dimensional finite element model will be created to study the behaviour of weak layers implemented as spring elements or zero thickness elements. From this point a three-dimensional model is to be made.

To be able to model real three-dimensional slopes an interface to a GIS is to be programmed. The results such as deformation velocities, strains and stresses in the snow cover, boundary forces, and breaking areas are displayed in a graphical user interface using OpenGL.



Strain rates for different slope geometries.

Ein neues Computerprogramm zur Berechnung von Schrägseilbrücken

Projektleitung : Prof. Dr. E. Anderheggen;
 Dr. M. Schlaich, SBP, Stuttgart
 Mitarbeiter : P. Pedrozzi.

Schrägseilbrücken sind sehr beliebt für Spannweiten bis zu 900 Metern, weil sie gewisse Vorteile anbieten: Sie sind selbstverankert, können in Freivorbau gebaut werden und sind wesentlich steifer als die Hängebrücke. Ihr Entwurf wurde erst in der ersten Hälfte der sechziger Jahre dank der Verfeinerung der Rechenverfahren für die statische Analyse möglich.

Heutzutage gibt es mehrere Programme für die statische Analyse. Trotzdem ist die Berechnung von Schrägseilbrücken mit herkömmlichen Baustatikprogrammen ziemlich unbequem. Sie sind meistens nicht konsequent auf die Besonderheiten dieser Brückenart zugeschnitten, was auch historisch gesehen die Berechnungen erschwerten.

Das Programm *Bride* wird im Rahmen einer Dissertation entwickelt, mit dem Ziel, die Berechnung von solchen Brücken einfach wie möglich zu halten, sowohl in der Entwurfsphase wie auch bei der Überwachung während der Ausführung. Um den Bezug zur Praxis nicht zu verlieren, ist der Brückenbauer, Dr. Mike Schlaich, mit in die Betreuung einbezogen.

Die Eigenschaften des Programms können durch folgende Punkte zusammengefasst werden:

- Automatische Bestimmung der in der Struktur benötigten Vorspannungen, um die erwünschte Brückengeometrie im Enzustand zu gewährleisten.
- Automatische Bestimmung der Kabelquerschnitte.
- Berücksichtigung des Ablaufs des Bauvorgangs mit vielen unabhängigen Bauzuständen.
- Berücksichtigung der Eigenspannungen in gegossenen Betonteilen.
- Berechnung des Kriechvorgangs.
- Berechnung nach Theorie II. Ordnung inklusive Kabeldurchhang.
- Dynamische Eigenschwingungsanalyse.

Programm *Bride* während eines Entwicklungstestes.
 Snapshot of software *Bride* during development test.

A New Special-Purpose Computer Program for the Design and Analysis of Cable-Stayed Bridges

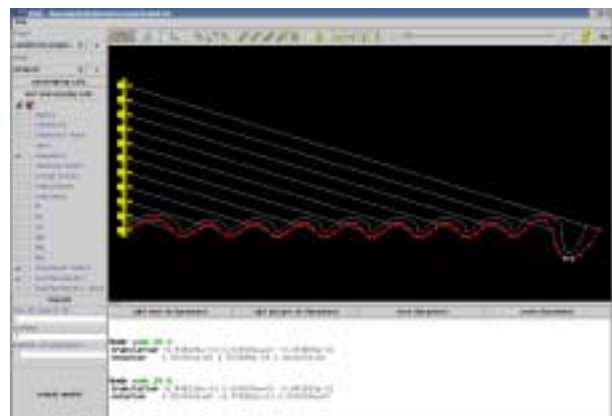
Cable-stayed bridges are today often used for bridge spans of up to 900 meters because they offer important advantages: they are self anchored, can be erected with the cantilever method and are stiffer than the suspension bridges. The design of cable-stayed bridges became possible just in the first half of the sixties, due to the progress in the computational techniques for structural analysis.

Of course, cable-stayed bridges can be analysed with standard structural analysis software. This, however, is not very comfortable. In most cases these programs were not conceived for the characteristics of this bridge type which, also from an historical point of view, makes their calculation difficult.

The program *Bride* is being developed in the context of a dissertation with the goal to keep the calculation of such bridges as simple as possible, in both the design phase and for controlling erection. To stay in contact with the needs of the industry the bridge builder, Dr. Mike Schlaich, is involved in the project as adviser.

The features of the program can be summarised as follows:

- automatic calculation of the initial forces needed in the structure to induce the correct geometry in the final stage
- automatic calculation of the cable sections
- consideration of the erection process in many independent stages
- consideration of the residual stress in casted concrete parts
- calculation of creeping
- calculation of theory of 2nd order and cable sag
- modal analysis.

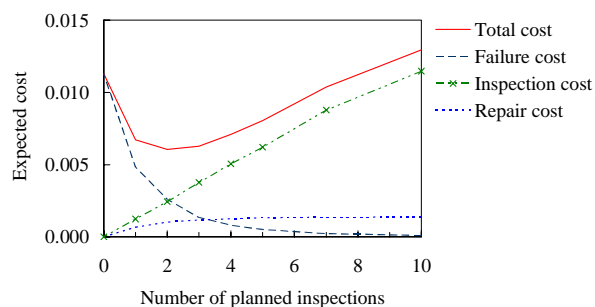


Generische Ansätze zur Risikobasierten Inspektionsplanung

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

Die gebaute Infrastruktur ist idealerweise so geplant und konstruiert, dass sie einen ökonomisch optimalen Mitteleinsatz während der geplanten Lebensdauer garantiert und dabei gleichzeitig Randbedingungen in Bezug auf Sicherheit und Umweltbeeinflussung erfüllt. Schädigungsprozesse wie Materialermüdung und Korrosion sind dabei jedoch immer präsent. Sie werden beim Entwurf meist berücksichtigt. Da die Schädigungsprozesse jedoch oft mit grossen Unsicherheiten verbunden sind, ist es nicht immer sinnvoll oder möglich, eine grosse Sicherheit schon beim Entwurf zu erzielen. Oftmals kann diese Sicherheit besser mit gezielten Inspektionen oder Unterhaltsarbeiten erreicht werden. Zudem genügen viele Bauwerke aufgrund von Nutzungsänderungen oder -verlängerungen den Anforderungen an die Sicherheit nicht mehr. Auch hier können Inspektionen geeignete Massnahmen sein.

Die risikobasierte Inspektionsplanung ist in den letzten 15 Jahren entwickelt worden. Basierend auf der Entscheidungstheorie und der Zuverlässigkeitsanalyse erlaubt sie, den optimalen Inspektionsaufwand für ein Bauelement zu bestimmen. Auf probabilistischen Modellen für die Schädigungsprozesse aufbauend werden dabei alle (quantifizierbaren) Informationen in die Analyse einbezogen. Die Methode hat aber den grossen Nachteil, dass sie numerisch sehr aufwendig ist. Ziel der Forschungsarbeit ist daher, eine generische Formulierung von optimalen Inspektionsplänen zu erarbeiten, d.h. eine Inspektionsplanung als Funktion von wenigen entscheidenden Parametern. Damit kann die Anwendung stark vereinfacht und ein vermehrter Einsatz der Methodik ermöglicht werden. Weitere Aspekte der Arbeit sind die probabilistische Modellierung von Inspektionen unter Einbezug von Systemeffekten und die konsistente Umsetzung von Risiko-Grenzwerten durch Inspektionen.

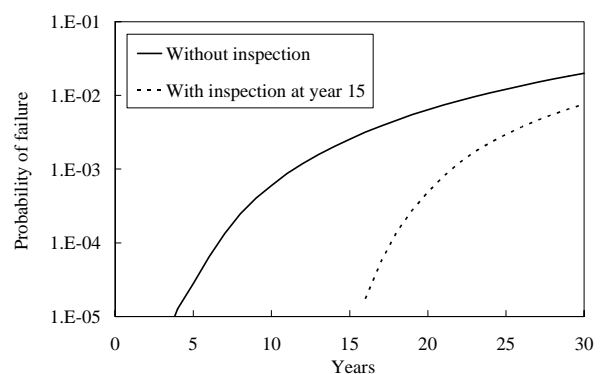


Das Optimierungsproblem in der Inspektionsplanung.
 The inspection optimisation problem.

Generic Approaches to Risk Based Inspection Planning

Engineering systems are ideally designed to ensure an economical operation throughout the anticipated service life in compliance with given requirements and acceptance criteria. Such acceptance criteria are typically related to the safety of personnel and risk to the environment. Deterioration processes such as fatigue crack growth and corrosion will always be present to some degree and depending on the adapted design philosophy in terms of degradation allowance and protective measures, the deterioration processes may reduce the performance of the system beyond what is acceptable. In order to ensure that the 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 10 to 15 years reliability and risk based approaches have been developed for the planning of inspections. These approaches are based on the decision theory that is aimed at minimizing overall service life costs including direct and implied costs of failures, repairs and inspections. Application is however restricted due to the significant numerical effort required by these methods. The aim of the project is to investigate and develop risk based inspection planning for generic representations of fatigue sensitive details. The problem of inspection planning for a system of correlated elements is addressed within the generic framework in order to facilitate application to large engineering systems. In view of risk based regulations the consistent treatment of acceptance criteria regarding the deterioration processes is also investigated.



Einfluss einer Inspektion auf die Zuverlässigkeit einer ermüdungsbeanspruchten Verbindung.

Influence of an inspection on the reliability of a joint subject to fatigue.

Optimale Bemessung und Akzeptanzkriterien von Infrastrukturbauwerken

Projektleitung : Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter : O. Kübler
 Projektpartner : Schweizerischer Nationalfonds, Bern;
 SAFERELNET-Thematic Network.

Seit jeher liegt das Hauptaugenmerk der Bauingenieure darin, sichere Infrastrukturbauwerke zu erstellen, die ihre zgedachte Funktion bestmöglichst erfüllen. Dabei hat der Bauingenieur die vorhandenen Ressourcen nachhaltig einzusetzen, um kostenoptimale Bauwerke zu erstellen.

Um kostenoptimale Bauwerke zu erstellen, müssen alle Kosten, die während der Lebenszeit eines Bauwerkes auftreten oder potentiell auftreten können, berücksichtigt werden, z.B. Versagenskosten eines Bauwerkes. Mittels der Zuverlässigkeitstheorie und der Risikodefinition, können diese berücksichtigt werden und die erwarteten Lebenszykluskosten ermittelt werden. Diesen stehen die erwarteten Einnahmen gegenüber. Aus der Summe beider erhält man den erwarteten Gewinn eines Infrastrukturbauwerks. Werden alle Kosten und Einnahmen zu einem Zeitpunkt diskontiert, so erhält man den erwarteten Kapitalwert des Infrastrukturbauwerkes. Die optimalen Bemessungsgrößen des Bauwerks werden so gewählt, so dass sie den Kapitalwert des Bauwerks maximieren.

1971 definierten Rosenblueth und Mendoza [1] den zu erwartenden Kapitalwert von Bauwerken unter Berücksichtigung eines zeitvarianten Versagens. Dabei wird angenommen, dass das Versagen eines Bauwerks eine Realisation eines Poisson Prozesses ist. Rackwitz [2] hat diesen Gedanken aufgenommen und für Erneuerungsprozesse generalisiert.

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es einen Rahmen zu definieren, innerhalb dessen Fragestellungen des Bauingenieurwesens analysiert werden können; solche wie: die optimale Bemessung, die optimale Lebenszeit und die optimale Sanierungsmethode für ein Bauwerk. Dafür müssen Formulierungen für den erwarteten Kapitalwert abgeleitet und Konsequenzmodelle erstellt werden.

Mittels dieser Methodik ist es möglich, Akzeptanzkriterien zu definieren, z.B. jährliche Versagenswahrscheinlichkeit. Diese Akzeptanzkriterien wiederum können benutzt werden, um Sicherheitsfaktoren von Bauwerksnormen zu kalibrieren.

[1] Rosenblueth, E., and Mendoza, E., "Reliability Optimization in Isostatic Structures", *Journal of Engineering Mechanics*, Div., ASCE, 1997, EM6, pp. 1625-1642.

[2] Rackwitz, R., "Optimization – the basis of code-making and reliability verification", *Structural Safety*, 22, 2000, pp. 27-60.

Optimal Design and Acceptance Criteria Determination of Civil Engineering Structures

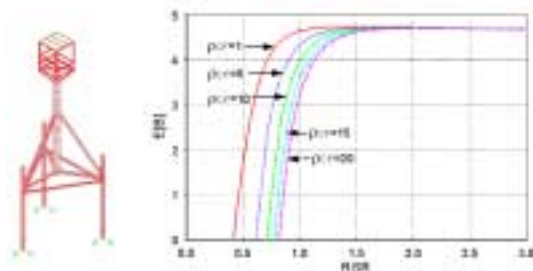
The main focus of civil engineers is to construct safe civil engineering facilities, of which the intended function is fulfilled as best as possible. Besides this, the civil engineer has to use the available resources in a sustainable manner in order to create facilities at optimal costs.

In order to create civil engineering facilities at optimal costs, all possible costs which are associated with the facility have to be considered. By means of the reliability theory and the definition of risk, these costs can be considered in the expected life cycle costs. The expected income of a civil engineering structure is also considered. The sum of the costs and the income is the expected benefit from the structure. If all costs and income are discounted, the expected net present value of the civil engineering facility is obtained. The optimal design parameters are chosen such that they maximize the net present value.

As defined by Rosenblueth and Mendoza [1] in 1971 and later generalized by Rackwitz [2], the expected net present value of a civil engineering facility can be derived. Therefore, the occurrence of a failure is considered to be time dependent and follows a stationary Poisson or a renewal process.

The aim of this research project is to define a framework within which civil engineering decisions can be analysed, e.g. the optimal design, the optimal lifetime and the optimal rehabilitation method of civil engineering structures. Therefore, formulations of the expected net present value have to be derived and predictions of future conditions have to be generated.

This approach can be used to derive acceptance criteria such as the acceptable annual probability of failure. These criteria can be used to calibrate partial safety factors in structural design codes.



Erwarteter Kapitalwert einer Ölbohrplattform.
 Expected net present value of an offshore oil production facility.

Zuverlässigkeit in Holzkonstruktionen

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

Die Basis für die Bemessung von Holzkonstruktionen beruht bei weitem nicht auf der gleichen rationalen Grundlage wie die Bemessungsbasis für Stahl- und Betonkonstruktionen. Diese ist begründet in den Entwicklungen, die in den letzten zwei Dekaden auf dem Gebiet der Zuverlässigkeitsmethoden gemacht wurden. Der neu entwickelte EUROCODE 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 Holzkonstruktionen verwendet werden. Aus diesem Grund wurde von der europäischen Union die COST E24 Aktivität mit dem Titel 'Zuverlässigkeit in Holzkonstruktionen' initiiert, welche nun nahezu 18 Monate andauert und noch ebenso lange andauern wird.

Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, eine operative Basis für die Zuverlässigkeitsanalyse von Holzkonstruktionen zu erarbeiten. Anschliessend sollen die gewonnenen Erkenntnisse auf die Kalibrierung von Last- und Widerstandsfaktoren von Holzbaunormen angewendet werden, sodass das Zuverlässigkeitsniveau von Holzkonstruktionen und das von Beton- und Stahlkonstruktionen gleich ist.

Im Bereich des Forschungsprojektes sind die unten aufgeführten Aspekte von besonderer Relevanz.

Die probabilistische Modellierung der Festigkeitseigenschaften von Holz:

- Kurzzeitfestigkeit unter besonderer Berücksichtigung von Qualitätskontrolle bei der Holzsortierung.
- Langzeitfestigkeit unter der Berücksichtigung von Schadensakkumulierungsmodellen.

Systemeffekte in Holzkonstruktionen:

- zusammengefügte Holzbauteile
- Tragsysteme
- Verbindungen im Holzbau.

Diese Bemühungen resultierten bis jetzt in einer Entwurfsvorlage für ein basistheoretisches und methodologisches Rahmenwerk für die probabilistische Darstellung und Erfassung der Kurz- und Langzeitfestigkeit von Holz.

Reliability in 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 is based on the developments 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 18 months old and close to its mid-term.

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

In the scope of this project the below-mentioned aspects are of particular relevance.

Probabilistic modeling of resistance related timber material properties:

- short term resistance under special consideration of quality control in timber grading
- long term resistance by modeling the deterioration of timber by using damage accumulation models.

System effects in timber structures:

- laminated timber
- structural systems
- timber joints.

These efforts have resulted in a draft for the fundamental theoretical and methodological framework for the probabilistic representation and assessment of short and long-term timber material properties.

Unterhaltsplanung und Schädigungsprognose von Betonkonstruktionen

Projektleitung : Prof. Dr. M.H. Faber
 Mitarbeiter : 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 über den Zustand der Konstruktion.

Schwächungen 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. Ein grundlegender Aspekt, der dabei berücksichtigt werden muss, ist die räumliche Variabilität des Schwächungsmechanismus. Wesentliche Arbeit, die in den letzten Jahren auf dem Gebiet der probabilistischen Modellierung von Schädigungsprozessen von Betonkonstruktionen durchgeführt wurde, war auf die Voraussage von lokaler Schädigung konzentriert. Jedoch erfordert die räumliche Verteilung der Variablen, z.B. Betonüberdeckung, Diffusionskoeffizient und Chloridkonzentration, die Entwicklung einer probabilistischen Betrachtungsweise.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Anwendung des Bayes'schen Ansatzes zur Qualitätskontrolle und zur Inspektions- und Unterhaltsplanung von Betonkonstruktionen basierend auf Zustandsindikatoren. Die Bedeutung der räumlichen Charakteristik der Schädigungsprozesse wird behandelt, indem die probabilistischen lokalen Schädigungsmodelle zu räumlichen Modellen erweitert werden. Zerstörungsfreie Prüfungen, wie visuelle Inspektionen, Potentialfeldmessungen, Messungen von Betonüberdeckungen und Chloridanalyse werden verwendet, um die Schädigung abzuschätzen. Das Ziel ist eine konsistente Planung von Inspektionen und Instandhaltungen, welche die erwarteten Lebenskosten minimieren.

Modellierung der räumlichen Variabilität mittels Finiter Element Diskretisierung und ausgewerteten Chloridprofilen.

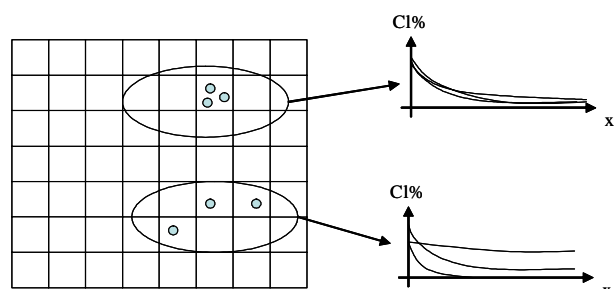
Modelling of spatial variability by finite element discretisation and sampled chloride profiles.

Maintenance Planning and Prediction of Deterioration of Concrete Structures

The selection of cost efficient preventive and essential maintenance measures are normally based on condition assessments obtained from 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. A basic aspect that needs consideration before the decision making stage, is the spatial variability of the deterioration mechanisms. Significant work performed during the last few years on the probabilistic modelling of deterioration processes for concrete structures concentrated on the prediction of localised degradation. However, the spatial randomness of deterioration variables, e.g. concrete cover depth, diffusion coefficient, chloride concentration, etc. requires the development of a probabilistic approach to deal with the uncertainties involved.

The present work focuses on the use of a Bayesian approach to quality control, inspection and maintenance planning of concrete structures based on condition indicators. Moreover, the significance of the spatial characteristics of the deterioration processes is to be addressed and emphasis is to be placed on extending the probabilistic modelling for localised degradation to distributed degradation. NDE inspections, e.g. visual, half-cell potential, covermeter, chloride analysis, etc. are considered as the means for assessing deterioration. The objective of this work is to plan a consistent programme of inspection and maintenance that minimises the expected total life-cycle costs and maximises the expected service life benefits.



Brandverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken

Projektleitung : Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter : A. Frangi
 Projektpartner : Kommission für Technologie und Innovation (KTI), Bern
 Hilti Schweiz AG, Schaan;
 SFS Profis AG, Heerbrugg;
 Lignum, Zürich;
 VKF, Bern;
 EMPA, Dübendorf;
 EPFL, Lausanne.

Holz-Beton-Verbunddecken weisen im Vergleich mit Holzbalkendecken neben einer erhöhten Tragfähigkeit und Steifigkeit auch verbesserte Eigenschaften bezüglich Schall- und Brandschutz auf. Die Betonschicht erzeugt einen dichten Abschluss gegen Rauch und Löschwasser. Das Holz schützt den Beton gegen Wärme und durch den Verbund kann ein hoher Feuerwiderstand erreicht werden. Hingegen liegen zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken für den Brandfall keine experimentell abgesicherte Tragmodelle vor. Aus diesem Grund wurden umfangreiche experimentelle Untersuchungen zum Brandverhalten von Verbundmitteln für Holz-Beton-Verbunddecken bei Zug- und Scherbeanspruchung, sowie zum globalen Brandverhalten von belasteten Holz-Beton-Verbunddecken durchgeführt [1].

Für den Nachweis des Feuerwiderstandes wurden Berechnungsmodelle zum Tragverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken unter Brandeinwirkung erarbeitet. Als Grundlage dienen Modelle zur Temperaturentwicklung in den Querschnitten und umfangreiche Messungen und Auswertungen der Abbrandtiefen. Es zeigte sich, dass das für normale Holzquerschnitte verwendete Modell des effektiven Restquerschnittes auf Holz-Beton-Verbundkonstruktionen erweitert werden kann. Wichtig ist jedoch die Beachtung des Tragverhaltens der Verbundmittel im Brandfall. Die entsprechenden Modelle dazu wurden erarbeitet und eingebaut. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit sind im IBK Bericht Nr. 269 dargestellt und haben auch Eingang in das Lignum Merkblatt „Brandschutz-Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken bis 60 Minuten Feuerwiderstand“ gefunden.

[1] Frangi, A., und Fontana, M., “Versuche zum Tragverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken bei Raumtemperatur und Normbrandbedingungen”, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK *Bericht* Nr. 249, Juli 2000, 325 pp.

Fire Behaviour of Composite Timber-Concrete Slabs

Compared to timber floors the main advantages of this type of composite structure are increased strength and stiffness, improved sound insulation and fire resistance. The concrete layer provides a smoke and watertight barrier while the timber protects the concrete against heat which in turn provides an improved fire resistance. For the design and analysis of composite timber-concrete slabs there are currently no design models available that have been verified by experimental data. Therefore, comprehensive experimental investigations on the fire behaviour of shear connectors for composite timber-concrete slabs subjected to shear and tension, as well as large scale tests on loaded composite timber-concrete slabs, were performed [1].

For the analysis of the fire resistance, design models were developed for composite timber-concrete slabs subjected to fire. They are based on models for the temperature development in the section and on the statistical analysis of multiple measurements of the burning rate. The experimental data showed that the model used for pure timber sections in fire can be extended to composite timber-concrete slabs. It is important to take account of the behaviour of the shear connectors in a fire. Design models for their behaviour were developed and included in the overall model. The results of this research are presented in the IBK-Report No. 269 and they form the basis for the Lignum Technical Note ‘Fire resistances-design of timber-concrete composite slabs for a fire resistance of up to 60 minutes’.



Leimversagen der Fuge einer Holz-Beton-Verbunddecke mit Balken.

Delamination of the glued joint between a composite timber-concrete slab and beam after 63 minutes.

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 der 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 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.

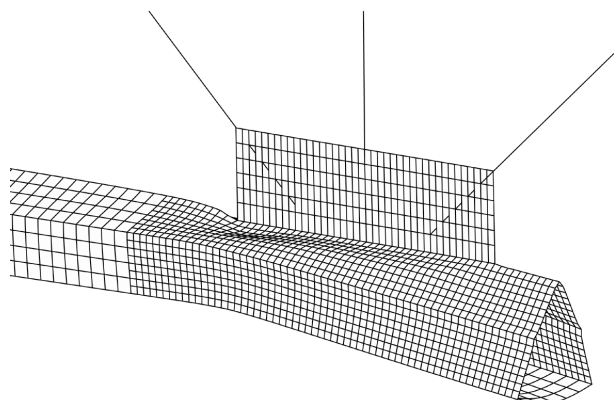
Die Tragmodelle wurden anhand von insgesamt sieben Versuchen an Fachwerksegmenten überprüft. Die Versuchsergebnisse weisen eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsprognosen auf. Das Projekt zeigt das Einsparungspotential und die konstruktiven Freiheiten bei der zukünftigen Anwendung von Fachwerkträgern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

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 this research project is 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.

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.

The resistance models were verified by means of seven tests on truss segments. The experimental results and the theoretical predictions were in good agreement. The project reveals the potential and design possibilities that can be exploited in future applications of trusses produced using high strength cold-formed steel sheets.



Finite-Elemente-Modell eines Fachwerkknotens.

Finite element model of a truss joint.

Personensicherheit von Holzbauten im Brandfall – Ein risikobasierter Ansatz

Projektleitung : Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter : T. Maag
 Projektpartner : VKF, Bern;
 GVB, Bern;
 GVZ, Zürich.

Mit einem Nachweisverfahren der Personensicherheit für das Gefährdungsbild Brand sollen künftig Brandschutzmassnahmen und bauliche Ausbildung von Holzanwendungen besser beurteilt werden können. Dabei wird auch untersucht, warum sich Holzbauten bez. Personensicherheit schlechter verhalten als andere Bauten. Spielt die Materialwahl tatsächlich eine so grosse Rolle oder sind noch andere Faktoren massgebend?

Eine umfangreiche statistische Auswertung von Gebäudebränden im Kanton Bern gab einen vertieften Einblick über den Einfluss der Bauweise, des Gebäudealters und der Nutzung auf die Personen- und Gebäudeschäden bei Bränden. Für die Beurteilung aktueller brandschutztechnischer Fragestellungen ist insbesondere das Verhalten moderner Bauten wichtig, sodass nebst einer Brandschadenanalyse für Gebäude aller Erstellungsjahre auch eine Untersuchung an modernen Gebäuden mit Erstellungsjahr 1990 bis 1999 durchgeführt wurde. Eine weitere Untersuchung von Gebäuden im Kanton Zürich zeigte Brandursachen und Verhalten der Betroffenen im Brandfall auf. Die Kantone Bern und Zürich verfügen mit Ihren Gebäudeversicherungen GVB und GVZ über öffentlich rechtliche und obligatorische Versicherungssysteme, ohne die solche Untersuchungen nicht möglich wären. Zudem trugen auch die Stadtpolizei Zürich und die Kantonspolizei Zürich zum Gelingen der Statistiken bei.

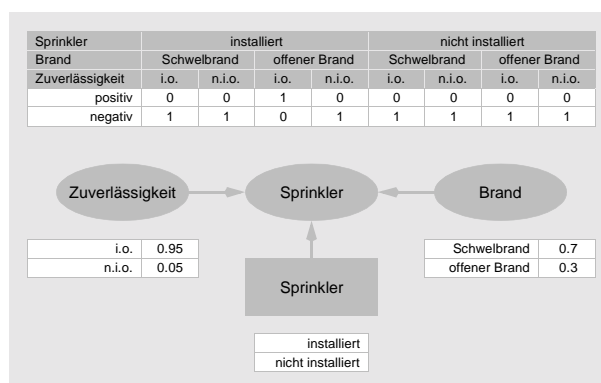
Die aus den Statistiken und diversen experimentellen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse dienen der Definition eines geeigneten Risikomodells. Kernstück des Risikomodells bildet ein Bayesian Belief Network, mit dessen Hilfe das Risiko in Form der sogenannten Fatal Accident Rate (Tote pro 100 Mio Personenstunden Aufenthalt im Gebäude) berechnet wird. Die heutige Fatal Accident Rate nicht-massiver Bauten liegt zwar höher als diejenige massiver Bauten, doch die Detailuntersuchungen zeigen, dass sie durch Bauweise oder bauliche Brandschutzmassnahmen wenig beeinflusst werden kann. Personenschäden im Wohnbereich hängen vielmehr von der Vorsicht der betroffenen Personen beim Umgang mit Feuer und Raucherwaren ab. Sie können technisch mit Massnahmen wie Sprinkler oder Brandmelder wirkungsvoll bekämpft werden. Solche Massnahmen sind in der Schweiz im Wohnbereich, wo rund neun von zehn Brandtoten zu beklagen sind, jedoch kaum vorhanden.

Fire Safety of Timber Structures A Risk Based Approach

The development of a method to assess the fire risk to timber structures will improve fire safety evaluations and measures, and structural details. Reasons are investigated why timber structures in comparison to other structures exhibit a relatively poor behaviour with regard to fire safety. Is the choice of materials really of crucial influence or do other factors play a more decisive role?

Detailed statistical surveys of fires in the cantons of Berne and Zurich show the influence of construction type, building age and occupancy on financial loss, injury and fatality. Statistical surveys on buildings built between 1990 and 1999 were carried out to study actual fire safety problems. The statistical surveys were possible thanks to the support of the cantonal fire insurers and the police departments.

Using statistical and large scale test data a qualified risk model was developed. Based on a Bayesian Belief Network, risk is expressed as Fatal Accident Rate (deaths per 100 million hours in a building). Although the acceptable Fatal Accident Rate for timber structures is currently higher than for other structures, detailed investigations show that construction type and fire safety measures have only a limited effect on fire fatalities. A more significant effect on fire fatalities is human behaviour, especially associated with fire and cigarettes. Only technical measures such as sprinklers and smoke alarms can provide effective protection for such risks. However, in Switzerland, where nine out of ten fatalities occur in residential buildings, such measures are unusual.



Ausschnitt aus dem Bayesian Belief Network.
 Excerpt from the Bayesian Belief Network.

Erdbebenverhalten von Holzwänden

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

Die zunehmende Verwendung von Holz für Tragkonstruktionen von mehrgeschossigen Bauwerken stellt unweigerlich auch die Frage nach deren Verhalten unter Erdbebeneinwirkung. Die Kenntnisse zum Erdbebenverhalten solcher Tragwerke sind allerdings vergleichsweise noch recht bescheiden.

Das Projekt hat zum Ziel – ausgehend von den heute üblichen Wandausbildungen – gesicherte Regeln und Empfehlungen zu erarbeiten, welche den Entwurf, die konstruktive Durchbildung und die Bemessung erdbebengefährdeter Holztragwerke – vor allem in Ländern mit mässiger Seismizität – vernünftig, einfach und zuverlässig machen.

Das Forschungsprojekt gliedert sich in drei Teile. In der ersten Phase werden auf der Grundlage der heutigen Kenntnisse der Erdbebenforschung die speziell für die Ausbildungen in Holz relevanten Einflussgrössen herausgeschält, analysiert und bewertet.

Um die wichtigsten Grössen zu quantifizieren und besser zu verstehen, werden im Hauptteil die signifikanten Fragen am praktischen Beispiel der STEKO-Wand detailliert untersucht. Die theoretischen Untersuchungen werden dabei durch Versuche unterstützt und ergänzt. Das Verhalten von STEKO-Wänden wird an Wandscheiben in Bauteilgrösse, d.h. im Massstab 1:1 experimentell untersucht. Mittels zyklisch-statischer Beanspruchungen werden dabei die wichtigen Eingangsparameter für die numerischen Berechnungsmodelle ermittelt.

Im dritten Teil setzt man die gewonnenen Erkenntnisse wiederum auf die allgemeine Fragestellung des Erdbebenverhaltens von Bauteilen aus Holz um. Daraus lassen sich schliesslich der grundsätzliche Bedarf an weiteren Forschungsarbeiten extrahieren und mögliche Lücken im heutigen Wissen aufzeigen.

Schubwand aus Stekomodulen.
Shear wall made of Steko-modules.

Seismic Behaviour of Timber Walls

The increasing use of timber in multi-storey buildings demands a better understanding of their behaviour under the influence of earthquakes. To date the knowledge of seismic behaviour of timber walls is limited.

Based on typical wall constructions, the aim of the project is to development models and design methods to detail timber structures for seismic loads – particularly in countries with moderate seismicity – in an efficient and reliable way.

The project is divided into three parts. In the first part relevant parameters are identified, analysed and assessed based on the present state of knowledge. In the second part relevant parameters are investigated to achieve a better understanding of timber walls exposed to seismic loads. These theoretical investigations will be supported and supplemented by full scale tests. Cyclic static loading will provide important parameters for the numerical models.

In the third part the scientific findings will be transformed into a general formulation of the seismic behaviour of timber members and the fundamental needs of future research programmes will be formulated.



Brandverhalten von Steko-Wänden

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

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 sowie Industriebauten erfährt. Frühere Forschungsarbeiten zum Steko-Modul an der ETH Zürich befassen sich zur Hauptsache mit dem Tragverhalten von Wänden unter statischer Beanspruchung. Die zuverlässige Verwendung im Allgemeinen, wie auch die Anwendung für den mehrgeschossigen Bau im Speziellen, setzten jedoch auch Kenntnisse zum Brandverhalten voraus.

Für die Beurteilung des Brandverhaltens von Steko-Wänden liegen allerdings keine ausreichenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen vor. Das Forschungsprojekt soll experimentell abgesicherte Grundlagen schaffen, konstruktive Möglichkeiten zur Verbesserung des Brandverhaltens zeigen und abgestimmte Bemessungsverfahren für die Praxis liefern.

Neben den theoretischen Untersuchungen waren Brandversuche an Wänden in Bauteilgrösse durchgeführt. Analog der Deckenlast in der Bauausführung wird die Wand im Versuch mit einer Normalkraft belastet. Die ersten sechs Versuche waren in drei Gruppen gegliedert: Wand mit Hohlraumfüllung (Isofloc) und Stabilisierungslatten, Wand mit Beplankung ohne Hohlraumfüllung und Wand mit ausbetoniertem Hohlraum. Die Ergebnisse der ersten Auswertung der Versuchsergebnisse sind mehr als zufrieden stellend: So kann mit einer einzigen Beplankung (10 mm – Gipsfaserplatte) ein Brandwiderstand von 30 Minuten und mit ausbetonierten Hohlräumen sogar ein solcher von 90 Minuten erreicht werden.

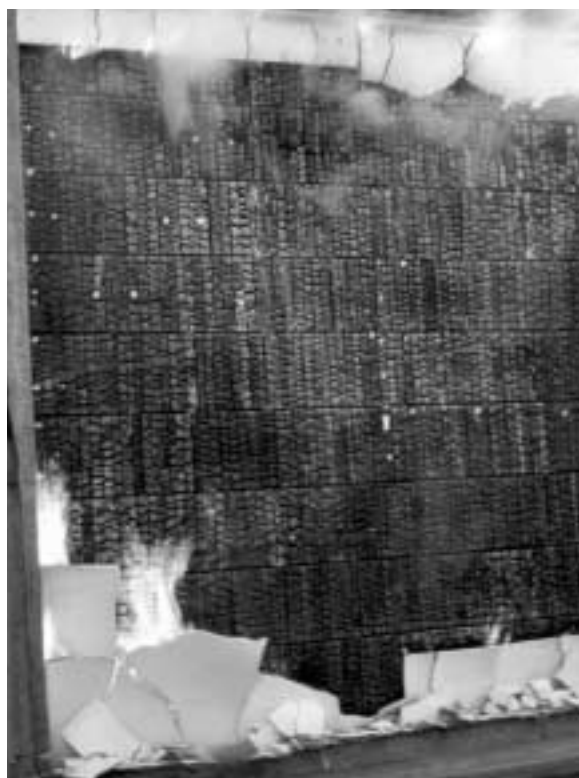
Stekowand nach Brandversuch.
 Steko wall after fire test.

Fire Behaviour of Steko Walls

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

Up to this day the theoretical and experimental investigations regarding fire safety are still needed. It is the aim of this research project to develop models for the fire resistance of Steko walls and to verify them by fire tests. New construction details will be developed to improve the fire behaviour of such walls.

In the fire tests the load conditions and height/construction features for simple houses as well as multi-storey buildings were simulated. A series of six fire tests on Steko walls were performed. Three standard wall types were tested: wall with cavity insulation (Isofloc) and additional slats, wall with panelling without cavity insulation and wall with concrete filled cavity. The results are more than satisfactory: The additional panelling (plasterboard 10 mm) resulted in a fire resistance of 30 minutes and the wall with concrete filled cavity had a fire resistance of 90 minutes.



Brandverhalten von textilen Fassadenverkleidungen

Projektleitung : Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter : H.P. Arm, F. Cippà
 Projektpartner : Vereinigungen Kantonalen
 Feuerversicherungen, Bern.

Brennbare Textilien aus Kunststoffen werden häufig für die Verkleidung von Gerüsten während der Bauzeit eingesetzt. Die Werbebranche hat diese Netze als Werbeträger entdeckt und verkleidet ganze Fassaden mit Megapostern. Das Brandverhalten solcher Verkleidungen könnte sich negativ auf die Brandsicherheit auswirken. Massgebend für das Verhalten ist die Brennbarkeit der verwendeten Textilien, welche normalerweise in Kleinversuchen festgestellt wird.

Um das Verhalten verschiedener Textilien und den Einfluss der Brennbarkeit, gekennzeichnet durch die Brandkennziffer, im grossen Massstab realistisch zu erfassen, wurden Grossversuche im Zivilschutzzentrum Andelfingen durchgeführt. An einem 3-geschossigen Übungsgebäude des Zivilschutzentrums wurden Gewebepanzen aufgehängt und durch ein Stützfeuer beansprucht. Die Versuche zeigten eine gute Korrelation zwischen den Kleinversuchen und dem Verhalten im grossen Massstab. Auch im Schmelzverhalten ergaben sich gute Übereinstimmungen. Die Untersuchungen bilden eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Brandsicherheit verkleideter Gebäude und haben Eingang in ein Merkblatt der VKF gefunden.



Gewebepanzen für Brandversuch am Übungsgebäude.
 Textile cover for large scale fire test.

Fire Behaviour of Textile Facade Covers

Combustible textiles are often used to cover scaffolding during the construction of a building. The marketing industry has discovered that these fabrics can be used as space for advertising and has started to cover whole facades with 'megaposters'. The burning of such textiles could negatively influence fire safety in the covered buildings. The reaction to fire of textiles is usually classified on the basis of small scale tests. To get an idea of the realistic behaviour of different types of textiles, large scale testing at the civil defence centre in Andelfingen were performed. Textiles were installed on a three storey building and ignited by a heptan fire. The test results showed a good correlation between small and large scale tests. Also the melting behaviour corresponded well to the melting temperature found in small scale testing. The large scale tests form an important basis for the assessment of the fire safety of different types of buildings covered by textiles and were used by the Swiss fire authorities for the preparation of a technical note on the use of combustible textile covers in buildings.



Brandversuch an schwerentflammbarer Verkleidung nach 180 Sekunden.

Fire test on fire-retardant textile cover after 180 seconds.



Brandversuch an schwerentflammbarer Verkleidung nach 360 Sekunden.

Fire test on fire-retardant textile cover after 360 seconds.

Tragverhalten dünnwandiger Stahlquerschnitte bei erhöhten Temperaturen

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

Das Tragverhalten von dünnwandigen Stahlquerschnitten wird nicht ausschliesslich vom Materialverhalten, sondern insbesondere von Stabilitätsgefährdungen geprägt. Dünnwandige Querschnitte können bei Druck-, Biege- und/oder Schubbeanspruchung und bei entsprechender Schlankheit ausbeulen und erreichen daher nicht die volle elastische Querschnittstragfähigkeit. Neben den Stabilitätsproblemen beeinflusst die Einwirkung *Brand* aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Stahl die Querschnitts- und Konstruktionswahl entscheidend. Die derzeit angewandten Bemessungsmethoden ermöglichen die Verwendung von beulgefährdeten Bauteilen im Brandfall nur, wenn für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer nachgewiesen wird, dass an keinem Punkt des Querschnitts die Stahltemperatur grösser als 350 °C ist.

Erhöhte Temperaturen verändern die Materialeigenschaften von Stahl und führen zu thermischen Dehnungen und Zwängungen. Ungleiche Temperaturen über den Querschnitt erzeugen Eigenspannungen, welche das Stabilitätsverhalten nachhaltig beeinflussen.

Die wirklichkeitsnahe Bestimmung des temperaturabhängigen Tragwiderstands unter Berücksichtigung des Beulens und der Ausnutzung der überkritischen Tragreserven stellt eine Grundvoraussetzung für den wirtschaftlichen und sicheren Einsatz von dünnwandigen Querschnitten dar.

Bei erhöhten Temperaturen fällt nicht nur die Traglast ab, sondern der Spannungsverlauf ausgebeulter Stahlbleche weist auch eine von der Raumtemperatur abweichende Charakteristik auf. Der bei hochschlanken allseitig gelenkig gelagerten Blechen unter Druckbeanspruchung bei 20 °C typische Zugbereich in Querschnittsmitte wird beispielsweise bei erhöhten Temperaturen bereits bei mittelschlanken b/t -Verhältnissen beobachtet.

Die Ziele des Forschungsprojektes sind die Erarbeitung der Grundlagen und die Entwicklung eines Bemessungsverfahrens zum Stabilitätsverhalten dünnwandiger Stahlquerschnitte bei Brandeinwirkung. Hierzu werden die Traglast beulgefährdeter Querschnitte durch umfangreiche Parameterstudien mit Hilfe numerischer Berechnungsmethoden bestimmt und der Einfluss der thermischen Dehnungen und Zwängungen sowie der Erwärmungsgeschwindigkeit evaluiert.

Behaviour of Thin-Walled Steel Sections at Elevated Temperatures

The load-carrying behaviour of thin-walled steel sections is influenced by material properties as well as member stability. Thin-walled cross-sections can buckle under compression or shear depending on their slenderness and therefore often do not reach their full elastic strength. Elevated temperatures also have a big influence on the resistance of thin-walled steel cross-sections and their design. Existing design methods allow the use of thin-walled cross-sections to be subjected to fire only if it can be proven that for the required fire resistance period the temperature in the cross-section will not exceed 350 °C.

Elevated temperatures alter the material properties of steel and lead to thermally induced strains. Temperature gradients in a steel section create internal stresses which affect stability.

The realistic assessment of the sectional resistance at elevated temperatures is important for an economic and safe application of thin-walled steel sections.

At elevated temperatures the strength decreases and the stress distribution in buckled steel plates is different than at room temperature. For example, the typical tension zone in the middle of slender, simply-supported steel plates under compression at room temperatures can be observed at elevated temperatures for lower width-thickness ratios, which show no local buckling at room temperature.

The aim of this research project is the development of a design method for the stability behaviour of thin-walled steel sections subjected to fire. The strength of thin-walled steel sections is investigated by means of parametric studies including numerical calculations. Furthermore, the influence on strength of thermally induced strains and the rate of heating is evaluated.

Trag- und Verformungsverhalten von teilverdübelt Verbunddecken mit neuartigen Verbundmitteln

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

Die Verbundbauweise hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Durch den optimalen Werkstoffeinsatz können ressourcensparende, ökologisch günstige Deckensysteme erstellt werden. Die Art der Verbindung zwischen Betonplatte und Stahlträger und die Anzahl der Verbundmittel beeinflusst massgeblich das Trag- und Verformungsverhalten sowie die Wirtschaftlichkeit der Decken.

Nebst voll verdübelt Verbundträgern kommen häufig teilverdübelt Deckenquerschnitte zum Einsatz. Bei teilverdübelt Trägern wird die Anzahl der Dübel auf das statisch erforderliche Minimum reduziert, wodurch die Verbundmittel im Traglastversuch zuerst versagen. Durch die Reduktion der Verbundmittel können erheblich Kosten eingespart werden. Aus Sicherheitsgründen muss ihr Tragverhalten jedoch genau bekannt und berechenbar sein.

In den einschlägigen Normen wird jeweils ein minimaler Teilverdübungsgrad verlangt. Dabei wird von den im Stahlbau am häufigsten verwendeten geschweissten Kopfbolzendübeln als Verbundmittel ausgegangen. Insbesondere wenn Schweißen nicht möglich ist kommen jedoch auch alternative Systeme, wie zum Beispiel die am IBK entwickelten mit Setzbolzen befestigten Schubverbinder, zum Einsatz. Der untere Grenzwert des Verdübungsgrades ist stark abhängig vom Last-Verformungsverhalten der verwendeten Schubverbinder. Der Duktilitätsbedarf des Tragsystems und die vorhandene Duktilität der Verbindung sind die entscheidenden Einflussgrößen.

Im Rahmen der Forschungsarbeit soll in einem ersten Teil das Tragverhalten von Schubverbindern mit Setzbolzen ermittelt und modelliert werden. Dabei werden die Schwerpunkte der Modellierung auf den Tragwiderstand, das Verformungsverhalten und das Langzeitverhalten der Verbundelemente gelegt.

In einem zweiten Teil soll das Verhalten von Verbundträgern und -decken im Tragsicherheits- und im Gebrauchszustand in Abhängigkeit von Spannweite und Teilverdübungsgrad ermittelt, mit Modellen beschrieben und experimentell überprüft werden.

Zudem wird ein grundlegendes Rechenmodell für die Trag- und Verformungsfähigkeit von Verbundmitteln und -decken entwickelt und anhand von Versuchen verifiziert.

Load-Deformation Behaviour of Partially Connected Composite Slabs With Novel Shear Connectors

Composite construction has become of increased importance in recent years. Thanks to an efficient combination of steel and concrete, resource-saving slab systems can be realised. The type of connection between concrete slab and steel beam is of crucial importance for the load-deformation behaviour and the economical performance of the slab.

In addition to fully composite construction, partially connected composite slabs are often used. In composite beams with partial shear connection the number of connectors is reduced to the structural minimum. Therefore, the connectors are the first elements to fail in an ultimate load test. By reducing the number of connectors, construction costs can be decisively decreased. For safety reasons, the load-deformation behaviour of the connectors must be well-known and predictable.

Design codes require a minimum degree of shear connection. These requirements are established assuming the use of the most commonly used shear stud connectors. However, if welding is not possible, alternative connector systems can be used, e.g. the novel shear connectors fixed by means of powder-actuated fasteners, which are being developed at IBK. The lower limit of the degree of shear connection strongly depends on the load-deformation behaviour of the shear connectors used. The required ductility of the load-bearing system and the ductility provided by the connector are the decisive parameters.

In the first part of this research project, the load-deformation behaviour of shear connectors fixed by means of powder-actuated fasteners will be determined and modelled. The focus of this project will be the modelling of the ultimate load capacity, deformation behaviour and long-term behaviour of the composite elements.

In the second part of this project, the behaviour of composite beams and slabs at ultimate and serviceability states are to be modelled and tested by varying the span and the degree of shear connection.

Additionally, basic calculation models to describe ultimate load and deformation capacity of a single connector element and of composite slabs will be developed and verified with experimental investigations.

Brandsicherheit von Holz-Bauteilen und Verbindungen

Projektleitung : Prof. Dr. M. Fontana
 Mitarbeiter : Dr. A. Mischler, B. Schuppisser
 Projektpartner : Lignum, Zürich;
 Holz 21.

Um einen Quantensprung im Absatz von Schweizer Holz zu erreichen, stellt die Sicherheit von Holzbauten, insbesondere im mehrgeschossigen Bauen, einen wesentlichen Faktor dar. Zwischen einer vermehrten Holznachfrage und einer optimalen Brandsicherheit von Holzbauten besteht ein direkter Zusammenhang. Die VKF hat in Aussicht gestellt, dass sie ab der nächsten Vorschriften-Revision (ab 2003) ihre Richtlinien dahingehend ändert, dass der mehrgeschossige Holzbau gesamtschweizerisch auf der Stufe der Standardanforderungen (bis zu sechs Geschossen) zugelassen wird. Somit ergeben sich neue Anwendungsgebiete und neue Märkte für das Holz. Gleichzeitig wird, aufgrund der in diesem Bereich noch geringen brandschutztechnischen Erfahrung, bezüglich Konstruktion und Ausführung Neuland betreten. Die VKF verlangt umfangreiche Entwicklungs- und Forschungsarbeiten, damit das hohe Sicherheitsniveau in der Schweiz beibehalten wird und die Grundsätze des Brandschutzes nicht beeinträchtigt werden.

Mit dem Projekt werden die Voraussetzungen geschaffen, um in den Feuerwiderstandsklassen 30 und 60 gesicherte Grundlagen und Bemessungskonzepte für die Berechnung von tragenden und brandabschnittsbildenden Bauteilen aus Holz und deren Verbindungen zu erhalten. Ein Hauptziel liegt in der Erarbeitung von Nachweismethoden für den Feuerwiderstand von Bauteilen aus ungeschütztem und verkleidetem Holz sowie Verbindungen für Feuerwiderstände bis 60 Minuten.

In Abstimmung mit Versuchen im Prüflabor werden die Berechnungs- und Nachweisverfahren entwickelt. Diese rechnerischen Modelle sollen künftig als Nachweismethode für Bauteile und Verbindungen dienen. Die Modelle müssen mittels Brandversuchen validiert und kalibriert werden.

Die Berechnungs- und Nachweisverfahren werden so aufgearbeitet, dass sie der VKF zur Anerkennung vorgelegt und in einer neuen revidierten SIA-Dokumentation 83 publiziert werden können.

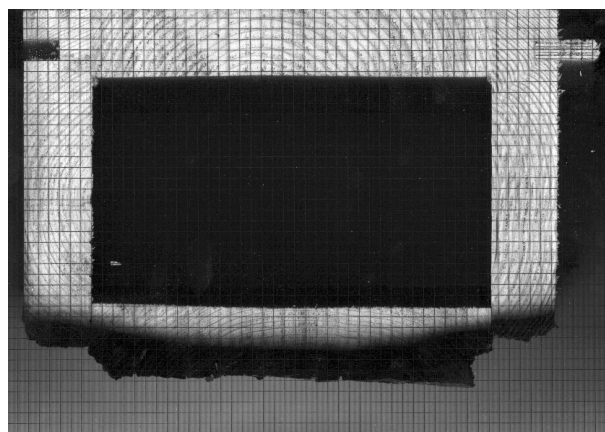
Fire Safety of Structural Members and Connections in Timber

The safety of timber structures, particularly for multi-storey buildings, is important to increase the sale of Swiss timber. There is a causal relationship between the increase in demand for timber and the optimal fire safety of timber structures. The Swiss association of fire insurers recently announced that timber structures with up to six storeys will be permitted in their new guidelines. This will open new areas of application and markets for timber. Currently, however, experience in planning and execution regarding fire safety for such applications is still low. To avoid adverse effects on the highly developed safety level in Switzerland or on basic principles of fire protection the insurers demand extensive activity in research and development.

This project will lay the foundation for design models for the dimensioning of timber members and connections with a fire resistance of 30 and 60 minutes. Its main aim is to elaborate verification procedures for a 60 minute fire resistance of unprotected and covered structural members and connections.

Design models will be developed in accordance with experiments. These models will serve as verification procedures for timber members and connections. The verification procedures have to be validated and calibrated by fire tests.

The design models will be generated for acceptance by the Swiss association of fire insurers and will be published as an SIA document.



Holz-Bauteil nach Brandversuch.
 Structural member in timber after fire test.

Verbund und Duktilität

Projektleitung : Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter : A. Kenel
 Projektpartner : Schweizerischer Nationalfonds, Bern;
 Cemsuisse, Bern;
 Bundesamt für Strassen, Bern.

Das Last-Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen wird massgeblich durch den Verbund zwischen Beton und Bewehrung beeinflusst. Rissabstände, Rissbreiten, die zugversteifende Wirkung des Betons zwischen den Rissen und das Verformungsvermögen sind direkt mit dem Verbund-Schlupfverhalten verknüpft [1].

Mit dem vorliegenden Projekt wurden die massgebenden Verbundparameter experimentell untersucht. Dabei kamen statt der bisher meist verwendeten Dehnmessstreifen (DMS) faseroptische Messmethoden zur Anwendung. An Vierpunktbiegeversuchen an fünf Stahlbetonplattenstreifen wurde der Einfluss ausgewählter Parameter auf das Dehn- und Verbundverhalten sowohl im Gebrauchs- als auch im Bruchzustand untersucht [2].

Aus den Versuchen gewonnene Erkenntnisse wurden durch theoretische Überlegungen erweitert. Einfache Beziehungen zur Bestimmung der Mindestbewehrung und zur Verformungsberechnung unter Berücksichtigung des Verbundverhaltens wurden aufgezeigt. Die Publikation dieser Resultate erfolgt im Rahmen einer Dissertation [3].

Bond and Ductility

Bond between concrete and reinforcement significantly influences the load-deformation response of structural concrete members. Crack spacings, crack widths, tension stiffening effects and ultimate deformation capacities are directly related to the bond-slip behaviour [1].

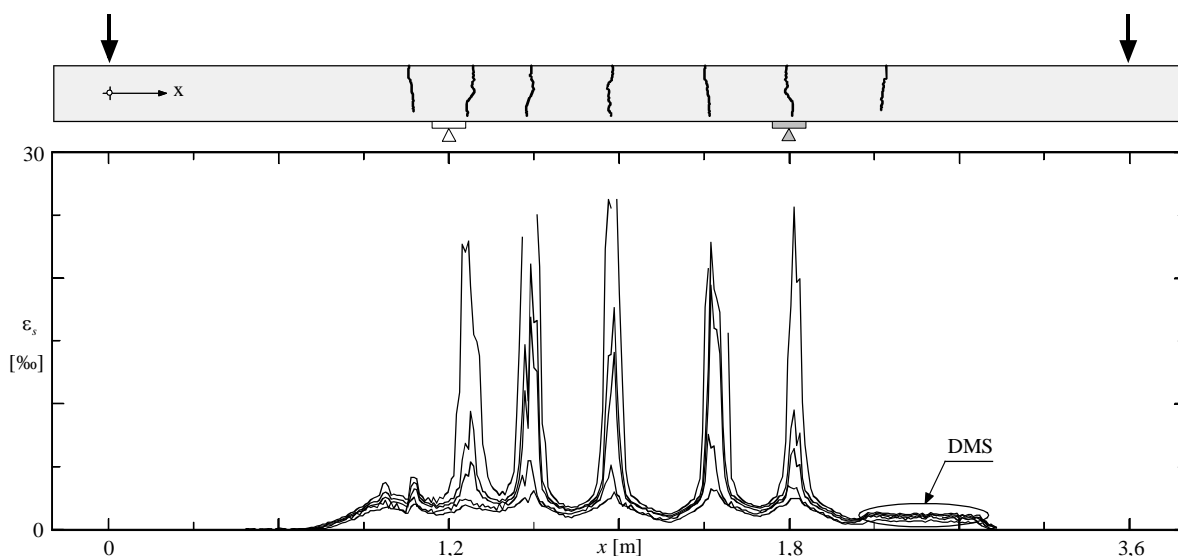
The decisive bond parameters were investigated experimentally in the present project. Fiberoptic measurement methods were employed rather than the more commonly used strain gauges (DMS). To study the influence of some key parameters on the strain and bond behaviour at service and ultimate loads four-point bending tests on five reinforced concrete slab strips were conducted [2].

Theoretical considerations were proposed based on the results of the experimental programme. Starting from the bond slip behaviour simple methods for the calculation of minimum reinforcement and deflection are presented. The results of this work will be published in a dissertation [3].

[1] Marti, P., Alvarez, M., Kaufmann, W., and Sigrist, V., "Tension Chord Model for Structural Concrete", *Structural Engineering International*, International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE, V. 8, No. 4, Nov. 1998, pp. 287-298.

[2] Kenel, A., und Marti, P., "Faseroptische Dehnungsmessungen an einbetonierten Bewehrungsstäben", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 271, Jan. 2002, 93 pp.

[3] Kenel, A., "Biegetragverhalten und Mindestbewehrung von Stahlbetonbauteilen", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht, (in Vorbereitung).



Faseroptisch bestimmte Stahldehnungen.

Steel strain measurements using fiber Bragg grating sensors.

Stahlfaserverstärkter Stahlbeton

Projektleitung : Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter : Th. Pfyl
 Projektpartner : Schweizerischer Nationalfonds, Bern;
 Cemsuisse, Bern.

Stahlfaserbetone zeigen nach der Rissbildung ein zähes aber entfestigendes Verhalten. Daher ist für Anwendungen im konstruktiven Ingenieurbau im Allgemeinen eine konventionelle Bewehrung unerlässlich.

Mit einer Serie von Zug- und Biegeversuchen wurde im Hinblick auf mögliche praktische Anwendungen das Last-Verformungsverhalten schwach bewehrter, stahlfaserverstärkter Stahlbetonelemente untersucht [1]. Während einerseits mit zunehmendem Fasergehalt kleinere Rissabstände und Rissbreiten sowie ein steiferes Verhalten im Bereich elastischer Stahlspannungen zu beobachten waren, konnte andererseits gezeigt werden, dass bereits geringe Fasermengen genügen, um im Bereich plastischer Stahlspannungen das für Stahlbeton typische, verfestigende Verhalten in ein entfestigendes, mit einer Lokalisierung der Verformungen verbundenes Verhalten überzuführen.

Ein theoretisches Modell zur Beschreibung des Nachrissverhaltens von stahlfaserverstärktem Stahlbeton, das im Wesentlichen das Zuggurtmodell mit einem einfachen theoretischen Modell zur Beschreibung der Faserwirkung kombiniert, ermöglicht das Abschätzen von Rissabständen und Rissbreiten sowie die Beantwortung der Frage, inwieweit eine konventionelle Mindestbewehrung infolge einer Faserbeigabe reduziert werden kann. Die Erweiterung des theoretischen Modells um die Bedingung, dass das Verformungsvermögen konventioneller Stahlbetonelemente erhalten bleibt, erlaubt, "zulässige Faserwirksamkeiten" in Abhängigkeit des Bewehrungsgehaltes zu bestimmen.

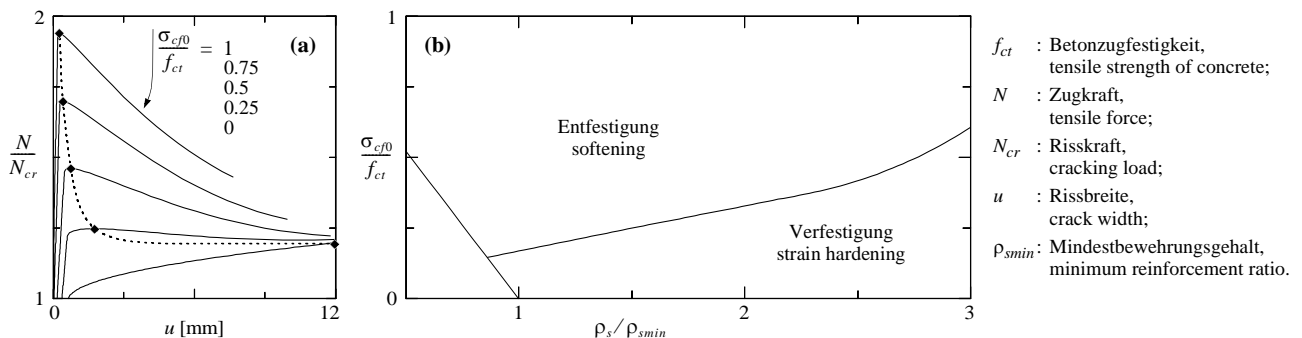
Reinforced Steel Fibre Concrete

Although steel fibre concrete is tough after cracking, it fails with a softening behaviour and should, therefore, generally be used together with conventional reinforcement.

In order to ensure the safe use of reinforced steel fibre concrete in practise, the load-deformation behaviour of this material was studied by conducting a series of tension and bending tests on specimens containing minimum or less than minimum conventional reinforcement combined with different fibre quantities [1]. While increased fibre content has a favourable effect on crack spacings and widths if the conventional reinforcement remains elastic, the hardening response of traditional reinforced concrete is changed to a softening response even with low fibre contents if the reinforcement has yielded. The softening response is associated with a localization of deformations.

A theoretical model is presented to describe the post-cracking behaviour of reinforced steel fibre concrete. The model combines the Tension Chord Model with a simple fibre effectiveness model and allows crack spacings and widths to be accurately estimated. The model is also used to investigate the amount by which minimum conventional reinforcement can be reduced due to the inclusion of fibres. Fibre content limits are proposed that are proportional to the conventional reinforcement ratio such that the desirable load-deformation behaviour of traditional reinforced concrete is maintained in reinforced steel fibre concrete.

[1] Pfyl, Th., und Marti, P., "Versuche an stahlfaserverstärkten Stahlbetonelementen", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 268, Sept. 2001, 137 pp.



(a) Last-Verformungsverhalten eines mindestbewehrten Zuggliedes für verschiedene Faserwirksamkeiten σ_{cf0} ; (b) zulässige Faserwirksamkeit eines Zuggliedes in Abhängigkeit des Bewehrungsgehaltes ρ_s .

(a) Load-deformation behaviour of a minimum reinforced tension element for various fiber effectivenesses, σ_{cf0} ; (b) allowable fiber effectiveness for a tension element as a function of the reinforcement ratio, ρ_s .

Zyklische Versuche an Spannbetonzug- elementen

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

Ermüdungsprobleme können beispielsweise bei teilweise vorgespannten Strassen- und Eisenbahnbrücken auftreten. Sind die Querschnitte infolge der Vorspannung unter Eigengewicht normalerweise komprimiert, können unter Nutzlasten Risse entstehen. Dies kann relativ grosse Spannungsamplituden im Betonstahl und im Spannstahl zur Folge haben. Mit heutigen Berechnungsverfahren können diese Spannungsamplituden nicht zuverlässig bestimmt werden. Vor allem sind die Aspekte der Verbundschädigung und der Belastungsgeschichte bisher nicht hinreichend berücksichtigt worden.

Zur Beantwortung dieser Fragen ist zur Zeit ein Versuchsprogramm mit fünf Spannbetonzugelementen unter zyklischer Beanspruchung im Gange. Die 5,84 m langen Elemente haben quadratische Querschnitte mit Seitenlängen von 440 und 320 mm.

Ein spezielles Finite Element Programm ist in Entwicklung, um experimentelle Resultate mit analytischen Berechnungsmodellen und stochastischen Simulationen zu vergleichen [1]. Die stochastische Simulation dient als Grundlage für eine probabilistische Formulierung des Zuggurtmodells.

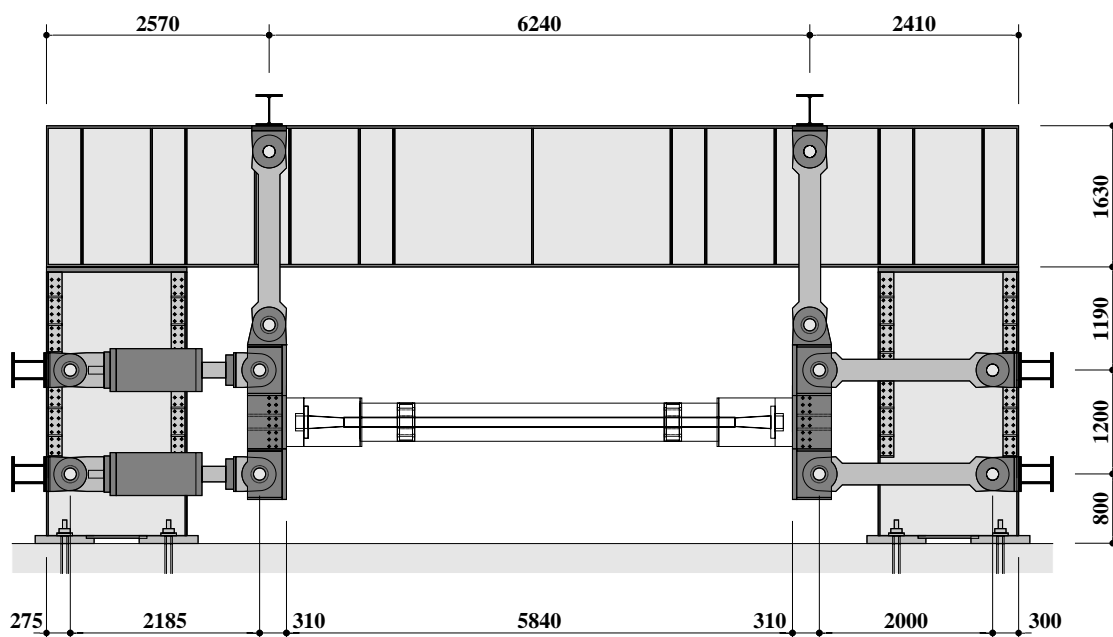
Fatigue Loading of Prestressed Concrete Tension Members

Fatigue problems may occur in partially prestressed concrete members such as railway and road bridge decks and girders. While all sections are typically compressed under dead load, cracks may develop under live loads resulting in relatively large stress amplitudes in the non-prestressed and prestressed reinforcements. These amplitudes cannot be reliably predicted using current design approaches. In particular, the following aspects have not yet been treated satisfactorily: (a) the influence of bond deterioration under cyclic load; (b) the influence of load history.

In order to investigate these questions large-scale tests on five prestressed tension members under cyclic load are in progress. The 5.84 m long members have square cross-sections of 440 and 320 mm side length.

A special finite element program is being developed to compare experimental results, analytical models and stochastic simulation data [1]. The stochastic simulation provides a probabilistic formulation of the tension chord model.

[1] Thoma, K., "Prestressed Concrete Tension Members: Stochastic Simulation", *Sonderpublikation*, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 348-354.



Versuchsaufbau für die zyklischen Versuche an Spannbetonzugelementen.

Experimental setup for the fatigue loading of the prestressed concrete tension members.

Tragfähigkeit von Platten

Projektleitung : Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter : J. Meyboom
 Projektpartner : ETH Zürich;
 Cemsuisse, Bern.

Auf der Basis einer vorangehenden Arbeit [1] werden Spannungsfelder zur Lastabtragung in Platten entwickelt. Die Methode von Thomson und Tait zur Behandlung der Drillmomente an Plattenrändern wird für Schubzonen im Platteninnern verallgemeinert, und die Abtragung der Hauptkräfte wird anhand von Schubfeldern untersucht (a). Für trapezförmige und rechteckige Plattensegmente werden aus den Schubfeldern abgeleitete verallgemeinerte Spannungsfelder vorgestellt.

Diese Spannungsfelder können in die sich aus dem Verlauf der Fliessgelenklinien eines Bruchmechanismus ergebenden Plattensegmente eingepasst werden. Jedes Plattensegment ist durch Schubzonen und Fliessgelenklinien begrenzt. Die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung erfolgt unter Verwendung eines Sandwichmodells und der Druckfeldtheorie; ein typisches Druckfeld ist in (b) dargestellt. Die ansonsten isotrope Bewehrung muss im Allgemeinen zur Gewährleistung des Lastabtrages entlang der definierten Pfade lokal verstärkt werden.

Anhand von Versuchsergebnissen [1] wird gezeigt, dass derart konstruierte Platten ein duktilen Bruchverhalten aufweisen.

Hinsichtlich Johansens Knotenkraftmethode wird aufgezeigt, dass Knotenkräfte am Ende jeder Schubzone zwar auftreten, die Methode jedoch das Zusammenfallen der Linien maximaler Momente und der Linien verschwindender Querkräfte fordert. Die kinematischen Randbedingungen gewisser Platten verunmöglichen dies allerdings und damit verliert die Knotenkraftmethode ihre Gültigkeit.

Limit Analysis of Reinforced Concrete Slabs

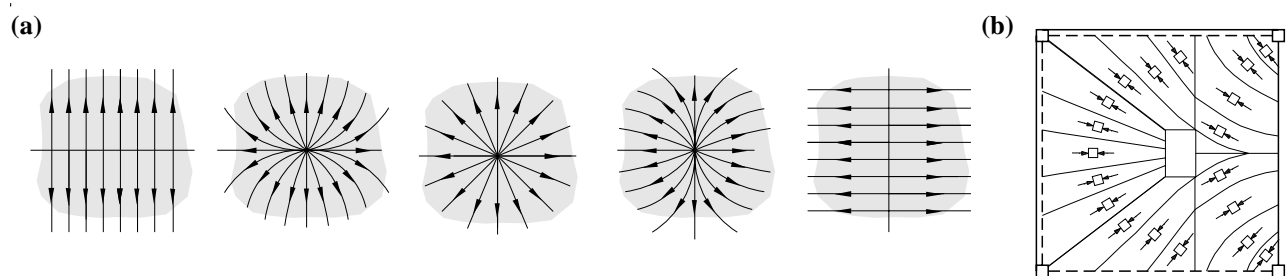
Previous work [1] is used to develop stress fields in slabs for a chosen load path. The term shear zone is introduced to describe a generalization of the Thomson-Tait edge condition and the term shear field is introduced to describe the trajectory of principal shear, see (a). Generalized stress fields are developed from shear fields and presented for trapezoidal and rectangular slab segments.

These stress fields can be fit into the segments of a yield line pattern like pieces of a jigsaw puzzle. Each slab segment is thus defined by a stress field bounded by shear zones and yield lines. Reinforcement is designed using a sandwich model and a compression field approach. A typical compression field is shown in (b). An isotropic reinforcement net is provided that is detailed and locally augmented to carry the clearly identified load path.

Experimental data [1] is reviewed to show that slabs with shear zones and appropriately detailed reinforcement fail in a ductile manner.

Johansen's nodal force method is also reviewed. It is found that, although nodal forces are real forces that occur at the end of shear zones, the formulation of Johansen's method requires the correspondence between the location of lines of maximum moment and zero shear. Certain slab configurations have kinematic restrictions that exclude this correspondence and in these cases the method breaks down.

[1] Meyboom, J., and Marti, P., "Experimental Investigation of Shear Diaphragms in Reinforced Concrete Slabs", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 243, Juni 2001, 165 pp.



(a) Schubfelder; (b) Druckfeld im unteren Sandwichdeckel einer Platte unter gleichmässig verteilter Flächenlast.

(a) Shear fields; (b) Compression field on bottom surface of a uniformly loaded slab.

Die verallgemeinerte Streifenmethode

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

Ziel dieses Forschungsprojekts ist eine Verallgemeinerung von Hillerborgs Streifenmethode für die Bemessung von Stahlbetonplatten. Der Kraftfluss in einer Platte wird im Allgemeinen unter Verwendung krummliniger Koordinatensysteme untersucht. Gleichgewichtslösungen, die mit Fließgelenklinenlösungen verträglich sind, stehen im Zentrum des Interesses (a).

Die Grundelemente der verallgemeinerten Streifenmethode sind in (b) dargestellt. Für jedes Plattensegment eines Fließgelenklinenmechanismus werden entsprechende statisch zulässige Spannungsfelder betrachtet. Versteckte Unterzüge erlauben die Übertragung konzentrierter Kräfte [1].

Mit den laufenden Forschungsarbeiten wird der Aufbau einer umfassenden Sammlung von Spannungsfeldern angestrebt. Schliesslich soll die Anwendung der neuen Bemessungsmethode mit verschiedenen praktischen Beispielen illustriert werden.

The Generalised Strip Method

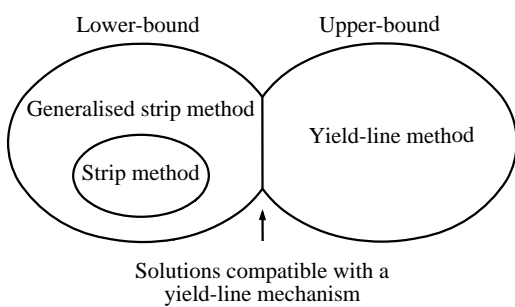
This project aims at generalising Hillerborg's strip method for reinforced concrete slab design. In general, the force flow in a slab is analysed by using curvilinear coordinates. Lower-bound solutions compatible with yield-line mechanisms are of particular interest (a).

The basic tools of the generalised strip method are illustrated in (b). Statically admissible stress fields are considered for every slab segment involved in a yield-line mechanism. Strong bands allow the transfer of concentrated forces [1].

The goal of the ongoing research work is the elaboration of a comprehensive stress field library and the application of the new method to different design examples.

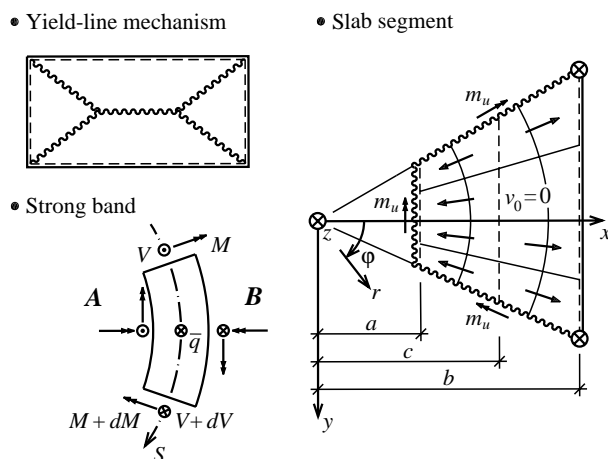
[1] Monotti, M., "Equilibrium Solutions for Reinforced Concrete Slabs", *Sonderpublikation*, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 56-63.

a) Limit Analysis of Reinforced Concrete Slabs



Traglastverfahren für Stahlbetonplatten.
 Limit analysis of reinforced concrete slabs.

b) Generalised Strip Method: Basic Tools



Verallgemeinerte Streifenmethode: Grundelemente.
 Generalised strip method: Basic tools.

Schubtragfähigkeit und Verformungsvermögen von Stahlbetonplatten

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

Ausser bei konzentrierten Lastenleitungen und Stützen ist die Schubbeanspruchung von Stahlbetonplatten normalerweise gering. Im Gegensatz zu Stabtragwerken, bei welchen in der Regel eine Mindestbügelbewehrung eingelegt wird, wird bei Platten oft auf eine Schubbewehrung verzichtet. Die Abtragung der Querkräfte beruht dann auf der Zugfestigkeit des Betons.

Die zur Verfügung stehenden Bemessungsvorschriften für Stahlbetonplatten lassen bezüglich Schubtragsicherheit und zugehörigen Verformungen diverse Fragen offen. Insbesondere fehlen Versuche, die den Einfluss der Plattendicke auf die Schubtragfähigkeit von Platten mit und ohne Schubbewehrung aufzeigen. Ferner wurde bisher der Einfluss einer Abweichung der Hauptquerkrafttrichtung von den Bewehrungsrichtungen kaum untersucht.

Schliesslich wurden auch der Einfluss des Biegebewehrungsgehalts und der Effekt der Abstufung der Biegebewehrung nur unzureichend untersucht.

Zur Abklärung dieser Fragen ist zur Zeit ein Versuchsprogramm mit 15 Stahlbetonplatten mit Dicken von 200 mm, 500 mm und 800 mm im Gange [1].

Shear Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Slabs

Except in the vicinity of concentrated loads and supports, shear stresses in reinforced concrete slabs are typically low. Unlike in beams, transverse reinforcement is not normally placed in slabs. Rather, concrete tensile strength is relied upon to transfer shear force.

The current semi-empirical design approaches leave several important questions regarding shear transfer and the associated deformations of reinforced concrete slabs unanswered.

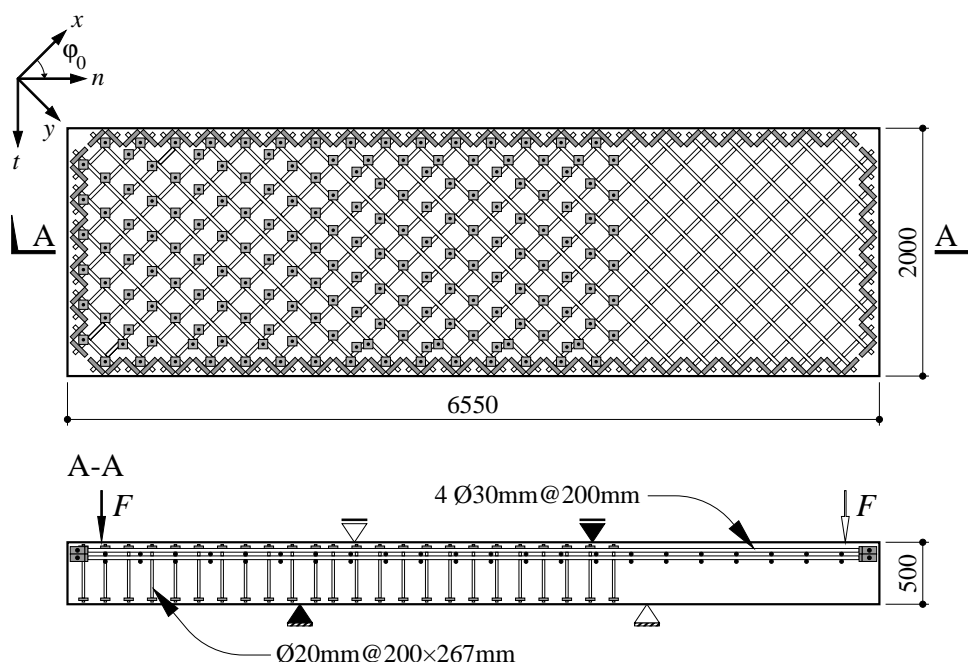
There is a lack of experimental evidence concerning the influence of plate thickness on shear transfer in slabs with and without transverse reinforcement.

The influence of a deviation of the direction of principal shear flow from the direction of the in-plane reinforcement has not yet been investigated sufficiently. Most shear tests on slabs have been performed with the principal shear flowing in the direction of the main reinforcement.

The influence of the in-plane reinforcement ratio and the effect of curtailing the in-plane reinforcement has not yet been investigated sufficiently.

In order to investigate these problems tests on 15 slabs with an overall depth of 200 mm, 500 mm and 800 mm are in progress [1].

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



Versuche an Pressvortriebsrohren

Projektleitung : Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter : St. Trümpi
 Projektpartner : Créabéton Matériaux AG, Lyss.

Der Pressvortrieb stellt eine interessante Bauweise zur Erstellung von oberflächennahen Stollen mit Durchmessern bis 4 m im Lockergestein dar. Verschiedene, vor allem im Zusammenhang mit Steuerbewegungen aufgetretene Schadensereignisse während des Vorschubs gaben den Anlass, das Tragverhalten der meistens verwendeten Stahlbetonrohre näher zu untersuchen.

Stahlbetonrohre werden in Bruchversuchen Normalkräften mit extremen Exzentrizitäten bezüglich ihrer Längsachse ausgesetzt. Dabei wird das Tragverhalten bei unterschiedlichen seitlichen Lagerungsbedingungen beobachtet. Zudem wird der Einfluss einer stirnseitigen Verbügelung sowie einer randnahen Verstärkung der Ringbewehrung untersucht.

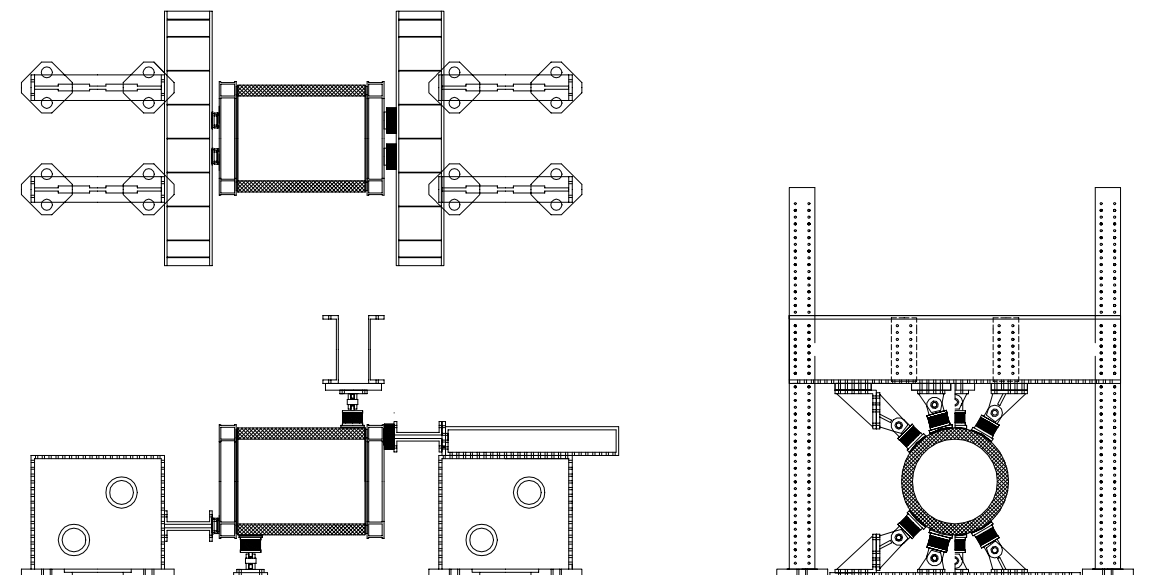
Die Versuchsergebnisse sollen eine umfassende Überprüfung und Verbesserung der heute gängigen Bemessung der Rohre ermöglichen. Zudem soll ein entsprechendes Verfahren zur Überwachung des Vortriebs gefunden werden, mit dem Ziel, die Schäden während des Vortriebs zu minimieren.

Tests on Pipe-Jacking Tubes

Pipe-jacking is an increasingly common method used to construct shallow tunnels with diameters of up to 4 m in soft ground. Concern regarding the effect of this construction method on structural integrity has led to an experimental investigation of these structures using typical reinforced concrete pipe sections. Pipes are damaged repeatedly during jacking, particularly as a result of the steering operation.

Large scale tests are being conducted to investigate the behaviour of reinforced pipes with loads applied eccentrically to their longitudinal axis. The influence of lateral support, transverse edge reinforcement and supplementary circumferential edge reinforcement are being studied.

The experimental programme will form the basis for a review of and proposed improvements to current jacked pipe reinforcement practices. A procedure will be developed to determine reinforcement requirements for jacked pipes that account for the particularities of the construction method.



Versuchseinrichtung.

Test rig.

CFK-Lamellen-Vorspannsystem ohne Verbund

Projektleitung : Prof. Dr. P. Marti
 Mitarbeiter : T. Berset
 Projektpartner : Kommission für Technologie und
 Innovation (KTI), Bern;
 StressHead AG, Luzern.

Lamellen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) werden seit über zehn Jahren zur Verstärkung von Stahlbeton verwendet. Dazu werden die CFK-Lamellen üblicherweise mit Epoxidharzklebstoffen auf die Betonoberfläche aufgeklebt. Normalerweise werden die Lamellen schlaff aufgeklebt; es wurden aber auch Versuche mit vorgespannten geklebten CFK-Lamellen durchgeführt.

Dieses Forschungsprojekt befasst sich mit der Entwicklung eines Vorspannsystems ohne Verbund für CFK-Lamellen. Verglichen mit schlaff aufgeklebten externen Verstärkungen führt die Vorspannung zu einem erheblich besseren Gebrauchsverhalten, insbesondere in Bezug auf Durchbiegungen und Rissbreiten. Im Vergleich zu Systemen mit Verbund wird die Dehnungslokalisierung bei den Rissen vermieden, und ein vorzeitiges Versagen der spröden CFK-Lamelle tritt nicht auf. Damit kann die hohe Zugfestigkeit des Materials ausgenutzt werden.

Das CFK-Spannglied besteht aus einer hochfesten CFK-Lamelle mit einem im Werk montierten Spannkopf an beiden Enden. Die CFK-Lamelle wird über ein Keilsystem in einer elliptischen Hülse verankert. Der Spannkopf selbst besteht vollständig aus CFK. Das Spannglied wurde in 26 Kurzzeit-Zugversuchen geprüft.

Im Zusammenhang mit Pilotanwendungen wurden bewegliche und feste Verankerungen entwickelt, welche an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Bauwerke angepasst sind [1].

Grundlagen für die Konzeption und Bemessung von Verstärkungen mit vorgespannten CFK-Spanngliedern wurden erarbeitet. Unter der Annahme, dass das Verformungsvermögen eines verstärkten Tragwerks nicht durch ein vorzeitiges Versagen des Verstärkungssystems beschränkt sein soll, konnte eine vorläufige Empfehlung für den zulässigen Vorspanngrad des CFK-Spannglieds abgegeben werden [2].

[1] Berset, T., Schwegler, G., und Trausch, L., "Verstärkung einer Autobahnbrücke mit vorgespannten CFK-Lamelle", *tec21*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, V. 128, Nr. 22, Mai 2002, pp. 27-29.

Development of a Post-Tensioning System Using Unbonded CFRP Tendons

Carbon fibre reinforced polymer (CFRP) strips have been used for more than ten years to strengthen existing concrete structures. Typically, CFRP strips are epoxy-glued to the concrete surface. Normally, they are not prestressed but there have been attempts to use bonded prestressed CFRP strips.

This project deals with the development of a post-tensioning system using unbonded CFRP tendons. Compared to non-prestressed external reinforcements, prestressing results in a considerably better behaviour under service loads, i.e. reduced deflections and crack widths. Compared to bonded systems the danger of premature failures due to strain localisation effects is eliminated and the high tensile strength of the CFRP tendons can be fully utilised.

The CFRP tendon consists of a high strength CFRP strip with factory mounted anchor heads at both ends. The CFRP strip is anchored via wedges placed in an elliptical sleeve. All parts of the anchor head are made of CFRP. 26 short term tension tests on tendons have been performed.

Pilot strengthening projects have necessitated the development of fixed and stressing anchorages with designs adapted to the particular requirements of each application [1].

Basic principles for the design of strengthening systems using CFRP tendons have been developed and a tentative recommendation for the permissible prestress of unbonded CFRP tendons has been made [2] requiring that the deformation capacity of a strengthened structure should not be limited by premature failure of the strengthening system [2].



CFK Spannkopf.
CFRP anchor head.

[2] Berset, T., "Development of a Post-Tensioning System Using Unbonded CFRP Tendons", *Sonderpublikation*, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 1, pp. 32-37.

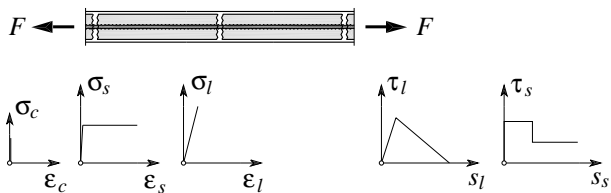
Biegeverstärkung von Betontragwerken mit Kohlenstofffaserlamellen

Projektleitung : Prof. T. Vogel;
 Prof. U. Meier, EMPA, Dübendorf
 Mitarbeiter : T. Ulaga.

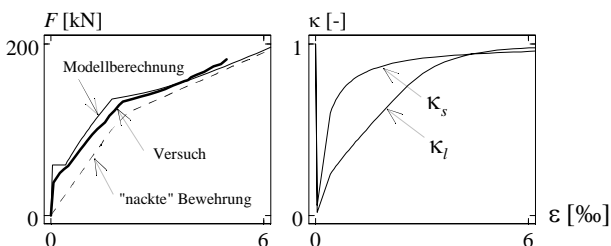
Schon in den 1970er Jahren wurden Stahlbetontragwerke durch das oberflächliche Ankleben von Stahllamellen verstärkt. Das Verfahren fand viele Anwendungen und erlebte einen neuen Aufschwung, als in den 80er und 90er Jahren die Grundlagen für die Verwendung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststofflamellen geschaffen wurden. Heute ist vor allem die letztgenannte Variante eine oft gewählte Verstärkungsmethode.

Das erfolgreiche Zusammenwirken der Komponenten Beton, Stabbewehrung und Lamellenbewehrung setzt voraus, dass ein ausreichender Verbund die Übertragung von Kräften ermöglicht. Die Existenz dieser Grundlage wird bei den meisten Anwendungen stillschweigend vorausgesetzt. Letztlich gibt es diesbezüglich auch kaum wissenschaftlich fundierte und dennoch praktikable Ansätze.

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden unter anderem Betrachtungen am zentrisch beanspruchten Zugglied angestellt, um auf diese Weise Erkenntnisse über die Verbundverhältnisse zu gewinnen. Mit einfachen Stoff- und Verbundgesetzen gelingt 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. Die Erkenntnisse können oft auf einfache Weise modifiziert werden, so dass zweckmässige Bemessungsregeln entstehen.



Gemischt bewehrtes Zugglied: Grundlagen.
 Tension chord with mixed reinforcement: Fundamentals.



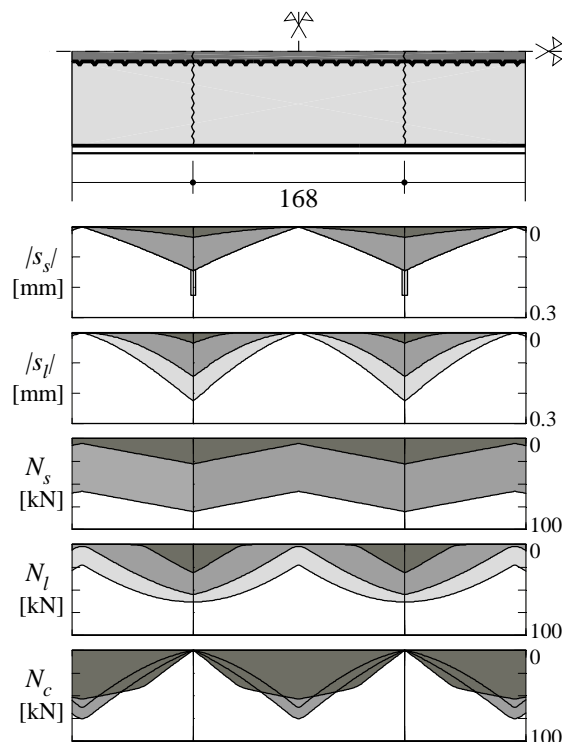
Krafverlauf und Verbundbeiwerte κ_s und κ_l .
 Response and bond coefficients κ_s and κ_l .

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 80s and 90s research projects were aimed at establishing the use of carbon fibre-reinforced plastic laminates for the same purpose. Since then, this strengthening method has been used even more often and today many applications can be found.

The interaction between concrete, bar reinforcement and plate reinforcement requires the presence of sufficient bond to enable the exchange of forces. In most practical cases, sufficient bond is considered as given and no further investigation is performed. In fact, there are no scientifically established yet applicable approaches which address this question.

In this research project a tension chord is used to investigate bond behaviour. Simple stress-strain relationships and stress-slip relationships are used to characterize the material and the bond properties. The use of these fundamental properties give information on crack distances, the response of the chord, bond quality and the deformations and stresses in a crack element. Some conclusions can directly be converted into practical dimensioning rules.



Verformungs- und Kraftverhältnisse im Risselement.
 Deformations and forces in a crack element.

Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch (ZEBRA)

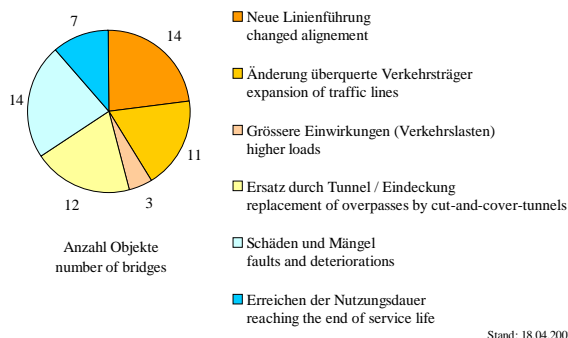
Projektleitung : Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter : R. Bargähr
 Projektpartner : Bundesamt für Strassen, Bern;
 P. Matt, Ittigen;
 TFB, Wildegg;
 U. Vollenweider, Zürich.

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.



Gründe für den Abbruch von Brücken zwischen 1997 und 2002.

Reasons for the demolition of bridges between 1997 and 2002.

Assessment of Bridge Condition During Demolition

Every year several bridges of the federal road network are demolished due to changed demands, planned expansion or their age. During the demolition of these bridges valuable information can be gained. This information would have to be obtained at great expense if these structures were to be kept in service. Destructive testing methods can be applied without restriction and the results of earlier investigations can be verified.

The aim of this research project is to create the framework for the condition assessment of demolished bridges, the centralisation of data collection and processing, and the development of detailed procedures for condition assessments. In addition, the project will provide new knowledge about damage and failure mechanisms as well as insight into the assessment of similar structures.

The long term collection and coordination of this information guarantees a consistent condition assessment methodology and data structure. This will allow results to be compared and statistically processed.

A good overview will be gained of the reasons for bridge demolition, currently used demolition methods and the suitability of these methods for working adjacent to traffic.



Auflad der zersägten Teilstücke der Überführung Burggasse Altendorf SZ.

Lifting of the sawn pieces of the Burggasse overpass in Altendorf SZ.

Schallemissionsanalyse zur Zustandserfassung von Betontragwerken

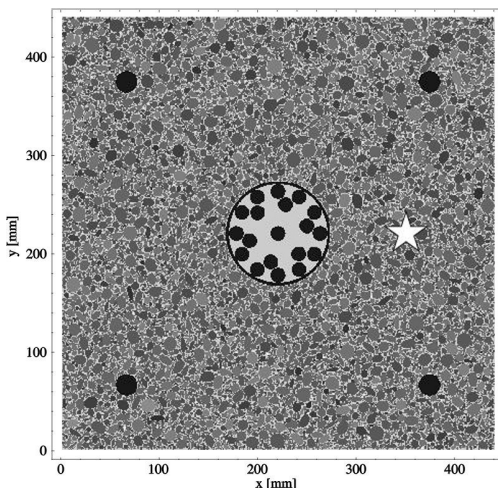
Projektleitung : Prof. T. Vogel
 Mitarbeitende : S. Köppel, B. Schechinger
 Projektpartner : Schweizerischer Nationalfonds, Bern.

Die Schallemissionsanalyse (SEA) ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren, mit dem Schädigungsprozesse im Innern des Prüfobjekts beobachtet werden können. Kommt es durch äussere Belastung zu Rissbildung, Rissreibung und Verbundauflösung, wird punktuell Energie in Form von Ultraschallwellen freigesetzt, die an der Oberfläche mit Sensoren registriert werden können. Mit den aufgezeichneten Signalen können die Schallemissionen lokalisiert und Bruchparameter wie die Bruchorientierung und -öffnungsrichtung abgeleitet werden.

Um den Einfluss von Bewehrung und Spanngliedern auf die Wellenausbreitung zu untersuchen, wurden numerische Simulationen durchgeführt. Als Modell wurde der Querschnitt der vorgespannten Betonbalken gewählt, an denen von K. Thoma Ermüdungsversuche durchgeführt werden (S. 38). Diese Versuche werden auch für Schallemissionsmessungen genutzt.

Die Simulationsergebnisse zeigen, welchen Einfluss v.a. das Spannglied auf die Laufzeiten und Amplituden der Wellen hat. Die damit verbundenen Auswirkungen auf die Ortungsgenauigkeit müssen abgeschätzt werden.

[1] Köppel, S., "Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Stahlbetontragwerken", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 272, Feb. 2002, 174 pp.



Diskretes 2D-Modell mit SE-Quelle (weisser Stern).
 Discrete 2D-model with SE-source (white asterisk).

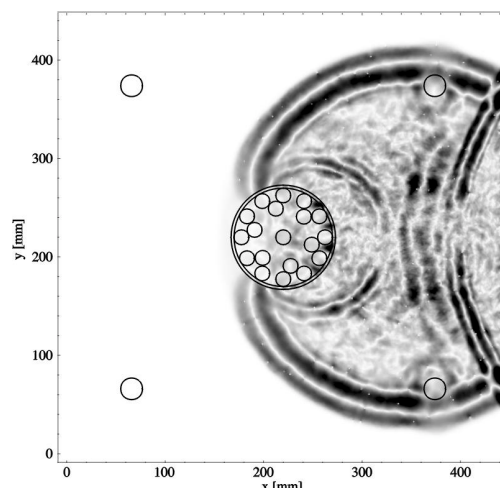
Assessment of Concrete Structures by Means of Acoustic Emission Analysis

Acoustic emission (AE) analysis is a non-destructive testing method for monitoring degradation processes within a specimen. Under external loading, energy in the form of ultrasonic waves is emitted by these degradation processes which include crack formation, friction and loss of bond between reinforcement and concrete. The ultrasonic waves are measured by surface mounted sensors and are used to locate the degradation processes and derive crack parameters such as crack orientations and opening directions.

Numerical simulations are carried out to investigate the influence of reinforcement bars and tendons on the wave propagation. The chosen cross-section for the model is taken from the prestressed concrete beam used for fatigue tests by K. Thoma (pp. 38). Ultrasonic wave measurements are being taken during these experiments.

The results of the simulations show the influence of the tendon on the travel times and amplitudes of the acoustic waves. The corresponding effect on accurately locating the degradation processes has to be estimated.

[2] Schechinger, B., "Acoustic Emission Analysis for Prestressed Concrete Structures", *Sonderpublikation*, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 217-222.



Wellenfront nach 46 μ s.
 Wave front after 46 μ s.

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 und innovativer architektonischer Ansätze hat sich Glas als statisch konstruktiver Baustoff bewährt. Neben dem statischen Nachweis der Tragfähigkeit wird in modernen Bemessungsverfahren für Überkopfverglasung, begehbare Glas und bei allen weiteren tragenden Glasteilen ein Resttragfähigkeitsnachweis verlangt. Die geforderte Resttragfähigkeit wird bis heute in Versuchen im Massstab 1:1 nachgewiesen.

Ziel dieses Projektes ist es, mechanische Modelle für das sich einstellende Tragverhalten zu formulieren. Neben einer genauen Definition des Begriffes „Resttragfähigkeit“ sollen auch Simulationen die Grundlagen für einen Resttragfähigkeitsnachweis sein.

Verbundsicherheitsglas ist im ungebrochenen Zustand eine Sandwichstruktur, die aus mindestens zwei Glasscheiben und einer PVB-Folie besteht. Im ersten Schritt wird untersucht, wie weit Querschnittsgeometrien sowie die unterschiedlich hohen thermischen Vorspannungen nicht nur einen entscheidenden Einfluss auf das globale Tragverhalten, sondern auch auf das Resttragverhalten haben. Um zuverlässige Aussagen über die Resttragdauer und -last machen zu können, wird das Materialverhalten der thermoplastischen Schicht mittels Zugversuchen erkundet. Das nicht lineare, viskoelastische Spannungs-Dehnungsverhalten der PVB-Folie wird von der Dehnungshöhe, Dehnungsgeschwindigkeit und Temperatur bestimmt. Aus den daraus formulierten Materialgesetzen werden in Biegeversuchen mit Hilfe von gezielten Querschnittsschwächungen künstliche Bruchbilder verursacht und ausgewertet.



Zugversuch einer PVB Probe.
 Tensile test of a PVB plastic film.

Remaining Structural Capacity of Broken Laminated Safety Glass

With the development of new manufacturing procedures and innovative architectural applications, glass has proven to be a statically and constructionally applicable building material. In addition to using modern calculation procedures to confirm the load carrying capacity of overhead glazing, accessible glass and all other basic glass sections, a verification of the remaining capacity is required. Full scale tests are typically necessary to determine the required capacity.

The goal of this project is to formulate mechanical models to describe load transfer mechanisms in broken glass. In addition to defining the term "remaining structural capacity", simulations will be developed to verify remaining structural capacity.

In the unbroken status laminated safety glass is a sandwich structure consisting of at least two glass panels and a PVB-film. In the first step it is studied whether cross-section geometry as well as the different types of tempered glass have not only a crucial influence on the global carrying behaviour, but also on the remaining carrying behaviour. In order to be able to make reliable predictions about the bearing reserves in terms of time and load, tensile tests will explore the material behaviour of the thermoplastic interlayer. The non-linear, viscoelastic tension and strain behaviour of the PVB film is determined by strain level, strain rate and temperature. Based on the formulated constitutive equations, test specimens with prefabricated fracture patterns and cracks will be evaluated in bending tests.



Herstellung der VSG Scheiben in Vorverbund für die Vierpunktbiegeversuche.

Production of the VSG panels in pre-lamination for the bending tests.

Schubwiderstand minimal verbügelter Balken / Verstärkungen

Projektleitung : Prof. T. Vogel
 Mitarbeiter : D. Zwicky
 Projektpartner : Bundesamt für Strassen, Bern;
 Amt für Tiefbau, Kanton Uri, Altdorf;
 StahlTon AG, Zürich.

In den Sechziger- und Siebzigerjahren wurden in der Schweiz für Strassenbrücken im Spannweitenbereich bis ca. 30 m oft vorfabrizierte, mit einer Fahrbahnplatte aus Ortbeton ergänzte Stahlbeton- oder Spannbetonträger eingesetzt. Diese Träger wurden auf Schub nach dem damals geläufigen Konzept der schiefen Hauptzugspannungen bemessen. Zusammen mit den verwendeten hohen Vorspanngraden ergaben sich für die Stegscheiben oft nur konstruktive, minimale Bügelbewehrungen. Bei Anwendung von heutigen Bemessungsmodellen, z.B. von Fachwerkmodellen mit variabler Neigung der Beton-druckdiagonalen, kann die Schubtragfähigkeit oft nicht nachgewiesen werden.

Aus dem Ersatz einer Brücke im Kanton Uri standen dem IBK mehrere vorfabrizierte Spannbetonträger von ca. 21 m Länge und 35 t Gewicht für Belastungsversuche zur Verfügung. Auf dieser Grundlage wurde auf dem Vorplatz der Forschungshalle HIF an der ETH Höggerberg ein Freiluft-Belastungsstand errichtet, auf dem Träger mit Spannweiten von 15-25 m mittels Bodenankern belastet werden können.

Trotz verschiedenen Belastungsanordnungen gelang es nicht, vor dem zuverlässig prognostizierbaren Biegebruch einen Schubbruch herbeizuführen [1]. Diese Tatsache soll auch in die rechnerische Überprüfung bestehender Brücken einfließen können.

Mit der Mechanismusmethode der klassischen Plastizitätstheorie lässt sich die massgebende Laststellung und meist auch die massgebende Versagensart bestimmen. Da Träger mit mehreren Bewehrungs- bzw. Vorspannlagen innerlich statisch unbestimmt sind, auch wenn sie als einfache Balken gelagert werden, ist die Plastizitätskontrolle nicht trivial.

Mit Spannungsfeldern lässt sich jedoch ein statisch zulässiger Spannungszustand finden, der auch die Verankerungs- und Verbundwiderstände der verschiedenen Zugglieder berücksichtigt [2].

[1] Zwicky, D., und Vogel, T., "Bruchversuche an ausgebauten Brückenträgern aus Spannbeton", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 258, Nov. 2000, 167 pp.

[2] Zwicky, D., "Zur Tragfähigkeit stark vorgespannter Betonbalken", Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, IBK Bericht Nr. 275, Sept. 2002, 229 pp.

Shear Strength of Beams with Minimal Web Reinforcement Ratios / Strengthening

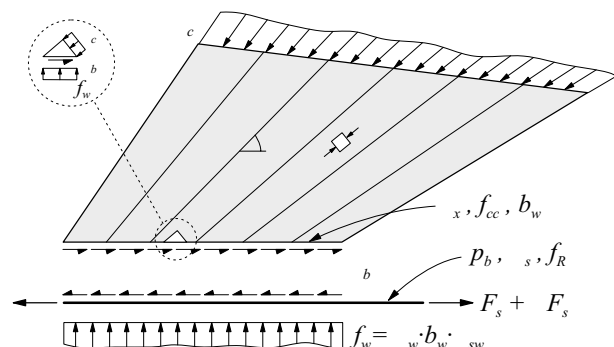
In the 1960's and 1970's prefabricated concrete beams were often used for road bridges with spans up to approximately 30 m in Switzerland. The road deck was extended with cast-in-place concrete. At that time, the beams were designed for shear according to the concept of inclined principal stresses. In addition, high prestressing ratios were applied to reduce tensile stresses. Therefore, the shear reinforcement often consisted of secondary reinforcement only. Applying current models, e.g. general truss models with restricted inclination of the compression struts, this kind of girder often exhibits insufficient shear strength.

Due to the replacement of a bridge, several prefabricated prestressed beams of with an approximately 21 m span and weighing approximately 35 tons were available for load tests to failure. For this purpose an outdoor testing facility was built. With the help of ground anchors, beams with spans of 15-25 m can be loaded in this facility.

Although different test set-ups were used, shear failure could not be reached before the reliably predictable bending failure [1]. This fact should be taken into account in the evaluation of existing bridges.

The upper-bound method of the classical theory of plasticity determines the governing load position and in most cases the governing failure mechanism. Because girders with different layers of reinforcement and prestressing are statically indeterminate even if they are supported as single-span beams, plasticity control is not trivial.

Stress fields, however, can be found that include the effects of bond and anchorage of the different tension elements [2].



Kritische Druckdiagonalen neigung, massgebender Schnittkörper und Parameter.

Critical inclination of compression diagonals, governing free-body-diagram and parameters.

Bewehrungsanschlüsse mit minimalen Randabständen

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

In der klassischen Befestigungstechnik ist das Versagen des Untergrundes ein häufiger und akzeptierter Bruchmechanismus. Es werden minimale Rand- und Achsabstände eingehalten, um die Ausbildung eines Ausbruchkegels zu erlauben und andere Versagensmechanismen wie Kantenbruch, Aufspalten und seitliches Abplatzen nicht massgebend werden zu lassen. Deshalb genügen relativ kleine Setztiefen.

Verankerungen und Stösse von Bewehrungen hingegen werden so ausgelegt, dass die Fließkraft des Bewehrungsstabes erreicht und Betonversagen nicht massgebend wird.

In den letzten Jahren wurde der Befestigungstechnik ein neues Anwendungsfeld erschlossen, indem nachträgliche Bewehrungsanschlüsse nach dem Prinzip der Verbunddübel mittels eines Injektionsystems eingemörtelt werden. Damit die Bewehrung auch in der Arbeitsfuge ihre Aufgabe erfüllen kann, sind kleine Randabstände die Regel und kleine Achsabstände häufig nicht zu vermeiden. Dank den Fortschritten der Bohrtechnik ist es möglich, die Setztiefen (= Verankerungslängen) so zu vergrößern, dass leistungsfähige Anschlüsse entstehen.

Deshalb müssen auch Versagensmechanismen, die bisher gemieden werden konnten, verstanden und rechnerisch erfasst werden. Auch genügt die Annahme einer Krafteinleitung im Bohrlochtieft nicht mehr, sondern die Verbundwirkung längs der ganzen Verankerungslänge muss in die Betrachtung miteinbezogen werden. Gegenüber einbetonierten Bewehrungen ergeben sich komplexere Verhältnisse, da mit dem Verbundmörtel ein weiterer Werkstoff berücksichtigt werden muss.

Aufspalten des Betons bei kleinem Randabstand, Versuch aus der Diplomarbeit "Zur Verankerung von Bewehrungsstäben" von Andreas Kuster (Sommersemester 2001).

Lateral concrete spalling due to small edge distance, test from the diploma work "On the anchorage of reinforcement bars" by Andres Kuster (summer semester 2001).

Retrofitted Reinforcement With Minimal Edge Distance

With conventional fastening techniques, subgrade rupture is a common and accepted failure mechanism. Minimal edge distances and spacings are observed to allow for the formation of a concrete cone and to exclude other failure mechanisms such as edge fracture, splitting and lateral spalling. That is why relatively small anchorage depths suffice.

Anchorage and splices of reinforcement bars are, however, designed to yield and concrete failure is not relevant.

In the last few years new fastening techniques have been developed that allow reinforcement to be retrofitted using an injection system to give a bonded anchorage. For the reinforcement to be effective at a construction joint, small edge distances and often small bar spacings are required. Due to advances in drilling techniques the drilling depth (= anchorage length) can be extended to give efficient splices.

For this reason failure mechanisms that could previously be avoided must now be understood and calculated. To assume the introduction of force in the deepest point of the bore hole is not sufficient any more, and bond along the whole anchorage depth has to be considered. Compared with cast-in reinforcement, more complex conditions occur because mortar is present.



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.

24.10.2000

Dr. rer. nat. Herbert Wiggenhauser
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlbetonkonstruktionen

07.11.2000

Aldo Bacchetta, dipl. Bauing. ETH
Bänziger + Bacchetta + Partner, Zürich
Dr. Hans G. Dauner, Dipl.-Ing. TH Stuttgart
DIC SA, Aigle
Dreirosenbrücke

21.11.2000

Prof. Dr.-Ing. Wieland Ramm
Bauingenieurwesen, Fachgebiet Massivbau, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern
Die historische Entwicklung des Eisenbaus bis 1900

16.01.2001

Dipl.-Ing., M.E.Sc. Klaus Thiele
Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich
Pseudodynamik – Eine zukunftssträchtige Versuchsmethode

24.04.2001

Dr. Andres Rüfenacht
F. Preisig AG, Zürich
Siggenthalerbrücke

08.05.2001

Dr. Hans G. Dauner, Dipl.-Ing. TH Stuttgart
DIC SA, Aigle
Walter Waldis, Ing. HTL
Baudepartement Kt. Aargau, Aarau
Neues aus dem Verbundbrückenbau am Beispiel der Talbrücke Dättwil

22.05.2001

Dr. Vladimir Cervenka
Cervenka Consulting, Prag
Computersimulation in der Betonbaupraxis

12.06.2001

Armand Fürst, dipl. Bauing. ETH
Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, Wolfwil
Vorgespannte Betonzugglieder im Brückenbau

20.11.2001

Prof. em. Manabu Ito
University of Tokyo, Tokyo
Participation of Architects or Industrial Designers in Bridge Design

04.12.2001

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gebbeken
Institut für Mechanik und Statik, Universität der Bundeswehr München
Zur Antinomienproblematik zukünftiger Hochschulausbildung

08.01.2002

Dr. Alessandro Dazio
Department of Structural Engineering, University of California, San Diego
Erdbebensicherung von Tragwandgebäuden: Ein neues praxisorientiertes Verfahren

15.01.2002

Prof. Dr.-Ing. Martina Schnellenbach-Held
Institut für Massivbau, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt
Ein Fuzzy-Expertensystem für den konstruktiven Vorentwurf von Stahlbetonhochbauten

VERANSTALTUNGEN

12.03.2002

Dr. Andreas Felber
Buckland & Taylor Ltd., Vancouver
Praktische Anwendungen der Baudynamik

12.03.2002

Dr. Dieter Wepf
WWI Wepf + Wepf Ingenieure AG, Flawil
Erdbebensicherheit – Forschung und Praxis

23.04.2002

Dipl.-Ing. Johann Sischka
Waagner Biro Stahl-Glas Technik, Wien
Überdachung des Queen Elizabeth II. Great Court im British Museum in London

14.05.2002

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Rackwitz
Institut für Baustoffe und Konstruktion, Technische Universität München
Wie sicher ist sicher genug? Eine Anwendung des Lebensqualitätsindex

03.06.2002

Dr. Walter Kaufmann
Arenas & Asociados, S.L., Santander, E
Neue Tragwerke in Spanien – Konzeption und Bemessung

03.06.2002

Dr. Alessandro Dazio
University of California, San Diego
Neue Entwicklungen im Erbebeningenieurwesen

03.06.2002

Dr. Panos Tsopelas
The Catholic University of America, Washington, DC
Advanced Seismic Isolation and Energy Dissipation Systems for Bridges and Buildings

03.06.2002

Dr. Lambros Katafygiotis
Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong
Simulation Methods for Calculating the Reliability of Uncertain Structures Subject to Stochastic Dynamic Loads

04.06.2002

Dipl.-Ing. Dietrich Hommel
Geschäftsbereich Brücken- und Wasserbau, Gründungstechnik, COWI A/S, Lyngby, DK
Die Rehabilitierung der Zárate – Brazo Largo Brücken über den Paraná in Argentinien

18.06.2002

Dr. Stefan Köppel
Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich
Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Stahlbetontragwerken

02.07.2002

Prof. Dr. Michael H. Faber
Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich
Risiko-Bewertung im Bauwesen – Fortschritte und Ausblicke

Weitere Veranstaltungen

Interne Anlässe des IBK

Vorstellung der Sektion von Prof. T. Vogel 17.10.2000

Weihnachtsparty 11.12.2000

Institutsskilager Hasliberg 03.-05.03.2001

Überquerung Greifensee 16.08.2001

Institutsexkursion Appenzellerland 07.09.2001

- Besuch der Firma Lignatur (Holzdecken)
- Golf-Schnupperkurs
- Barfussweg nach Gontenbad
- Führung durch das Städtchen Appenzell
- Besichtigung der Firma Ebnetter (Alpenbitter)

Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. P. Marti 22.10.2001

Weihnachtsparty 10.12.2001

35-jähriges Jubiläum Markus Baumann 09.01.2002

Institutsskilager Arosa 16.-18.03.2002

Vorstellung der Sektion von Prof. Dr. E. Anderheggen 25.03.2002

25-jähriges Jubiläum Rosmarie Hug 31.05.2002

Institutsexkursion Taminaschlucht 30.08.2002

- Besichtigung der Staustufe Mapragg und des Kraftwerks
- Wanderung zum alten Bad Pfäfers
- Führung zur Thermalquelle und durch das Bädernmuseum
- Wanderung durch die Taminaschlucht nach Fläsch
- Degustation des "Herrschäftlers" bei Andrea Davaz



Institutsskilager Hasliberg.



Überquerung Greifensee.



Institutsexkursion Appenzellerland.



Institutsexkursion Taminaschlucht.

Tag der offenen Tür 'Risiko und Sicherheit'

Organisation : Prof. Dr. M.H. Faber
Referenten : Mitglieder des IBK
Mitarbeiter : Mitglieder des IBK.

Im Rahmen des Zürcher Festivals des Wissens veranstaltete das Departement Bau, Umwelt und Geomatik einen Tag der offenen Tür und nutzte die Plattform zur Präsentation innovativer Forschung. Das kurzzeitig zum "Technorama" der ETH mutierte Forschungsgebäude konfrontierte durch zahlreiche Präsentationen und Experimente die zahlreich erschienenen Besucherinnen und Besucher mit den Herausforderungen unserer bebauten und natürlichen Welt.

In diesem Rahmen wurden zum Themenbereich "Risiko und Sicherheit" in der grossen Versuchshalle am Höggerberg vom IBK eindrucksvolle Experimente vorgeführt, die sich mit der Sicherheit von Baumaterialien und Bauwerken auseinandersetzten. Im folgenden seien einige davon erwähnt.



Dieser Brückenträger wurde bis zur Zerstörung belastet.

Zum Beispiel war ein 21 Meter langer Brückenträger zu bestaunen, der in einem Grossversuch der aufgetragenen Belastung nicht mehr standhielt. Die Gruppe um Professor Vogel bot hier ein Ereignis, welches man nicht alle Tage zu sehen bekommt.

'Brückenexperimente' in einer vollkommen anderen Gewichtsklasse gab es in der Bauhalle zu sehen. 'Wer baut die stabilste Brücke?' hiess die Fragestellung in einem Wettbewerb unter Mittelschülerinnen und Mittelschülern des Kantons Zürich. Ihre Aufgabe bestand darin, eine Brücke mit einer Spannweite von 90 Zentimetern zu bauen, die nur 90 Gramm wog. In einer Reihe von spektakulären Belastungstests unter Leitung und Moderation von Professor Fontana wurde die Antwort am Tag der offenen Tür gefunden.



Welches Modell hält wohl am meisten?



Eine richtiges Erdbeben erleben – auf dem IBK-Rütteltisch.

Den Besuchern einen ganz besonderen Leckerbissen bot das Team um den IBK-Rütteltisch allen voran Markus Baumann. Normalerweise ist der IBK-Rütteltisch dazu da, zu untersuchen welche Kräfte bei einem Erdbeben auf Gebäude wirken. Auf ihm befestigte Wände werden mit Hilfe von drei computergesteuerten Zylindern, die mit der Kraft von je 12 Tonnen wirken, einer erdbebenähnlichen Belastungsprobe ausgesetzt. Die Besucher hatten die Möglichkeit einen solchen Test am eigenen Leib nachzuvollziehen. Mit einem Sicherheitsgurt versehen, durfte man sich auf den Rütteltisch stellen und die eigene Standfestigkeit prüfen. So mancher wusste hinterher festen Boden unter den Füßen zu schätzen.

Das Team um Professor Bachmann demonstrierte an einer Fussgängerbrücke die Wirkungsweise eines Tilgers. Die Schwingungen der Brücke wurden unter Teilnahme des Publikums demonstriert. Dieses konnte die Eigenschwingungen der Brücke und die Wirkung des Tilgers als Dämpfungsmassname selbst erleben.



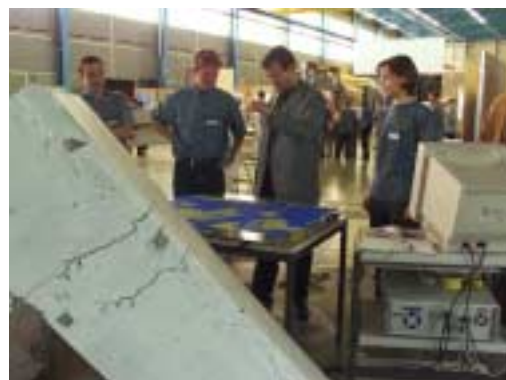
Die schwingende Fussgängerbrücke.

Eine Reihe von numerischen Experimenten wurden im Bereich der Gruppe Risiko und Sicherheit von Professor Faber durchgeführt, wobei das Publikum mit probabilistischen Informationen über die Sicherheit von Bauwerken konfrontiert wurde, d.h. mit Versuchsergebnissen. Auf Grundlage verschiedenster Informationen sollte das Publikum zwischen zwei Möglichkeiten entscheiden – sicher oder unsicher. Eine Reihe von verschiedenen Situationen mit zunehmender Schwierigkeit sollte berücksichtigt werden, wobei die Teilnehmer so lange Punkte sammeln konnten, wie ihre Antworten korrekt waren. Der Gewinner wurde am Schluss mit einem Diplom ausgezeichnet: Master of Risk.

Handwerkliches Geschick war beim eigenhändigen Herstellen von Gipsmodellen gefragt. Die Gruppe um Professor Marti gab den Besuchern Anleitung zur Herstellung kleiner Schalenträgerwerke mittels Gips und Gaze. So wurde anschaulich gemacht, wie mittels richtiger Formgebung die Tragfähigkeit und Stabilität von Trägerwerken verbessert werden kann.

Ausserhalb des Themenblocks 'Risiko und Sicherheit' war das IBK auch in der Themenwelt Bauinformatik präsent. Die Gruppe um Professor Anderheggen präsentierte in interessanten Vorführungen ihre Arbeitsfelder. So zum Beispiel das Simulationsprogramm FARO, welches zur Analyse von Steinschlagschutznetzen verwendet wird.

Und so gab es noch vieles mehr zu erleben an diesem Tag in der grossen Bauhalle auf dem Höggerberg. Alles in allem für unser Institut ein grosser Erfolg. Trotz der Auflage, die Kosten für die einzelnen Vorführungen und Experimente klein zu halten und dem daraus resultierenden kleinen Budget, haben wir es geschafft, für die Besucher eine interessante und zugleich informative Schau zu bieten.



Die Ortung von Schallemissionen, gezeigt als Analogie zur Herdbestimmung von Erdbeben.

Unser Departement Bau, Umwelt und Geomatik nutzte das grosse Zuschauerinteresse am Gesamtanlass in eigener Sache. Die von rückgängigen Studierendenzahlen bedrohten Studiengänge im Bauwesen wollten mit diesem Tag der offenen Tür natürlich auch Lust machen auf ein Studium im Bereich des Bau-, Umwelt- und Geomatikingenieurwesens. Zielgruppe des Tages der offenen Tür waren unter anderen auch die Mittelschülerinnen und Mittelschüler, die in Zukunft auf die Hochschulen drängen werden. Mit den Wettbewerben und breiten Informationsveranstaltungen hat das Departement auf sich aufmerksam gemacht und hoffentlich die Faszination für das Studium wecken können.

Ausstellung Schweizer Ingenieurholzbau

5. Mai bis 29. September 2001, Museum für Ingenieur-
baukunst, Hänggigturm Ennenda, GL

Projektleiter : Dr. A. Steurer
Mitarbeiter : Ch. Fuhrmann, E. Honegger
Projektpartner : Gesellschaft für Ingenieurbaukunst,
Zürich;
Bundesamt für Umwelt,
Wald & Landschaft
Eidg. Forstdirektion, Bern;
Schnitter- und Culmann-Fonds
der ETH Zürich.

Die Ausstellung vermittelt mit ihren insgesamt 60 Ausstellungstafeln einerseits den bedeutenden Beitrag der schweizerischen Holzbauer an der Entwicklung und Verbreitung des Holzes als Baustoff für Ingenieurtragwerke und andererseits veranschaulicht sie anhand von Beispielen ausgeführter und wegweisender Bauten, wie ausserordentlich vielfältig heute das Anwendungsspektrum von Holz ist. Ausgehend von den Brückenbaumeistern des 18. Jahrhunderts wird aufgrund historischer Dokumente gezeigt, wie sich der Bau weitgespannter Tragwerke aus Holz schrittweise von der empirisch geprägten Konstruktionsweise der Zimmerleute zur eigentlichen Ingenieurdisziplin entwickelte. Wie gross der Beitrag dazu von Schweizer Holzbauern aber auch von Schweizer Lehr- und Forschungsanstalten ist, mag in vielen Fällen unbekannt sein und gleichzeitig auch überraschen.

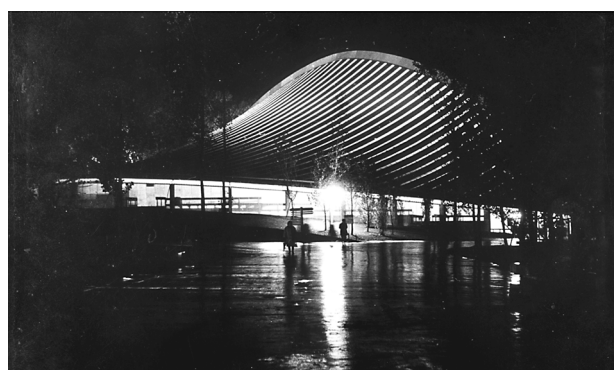
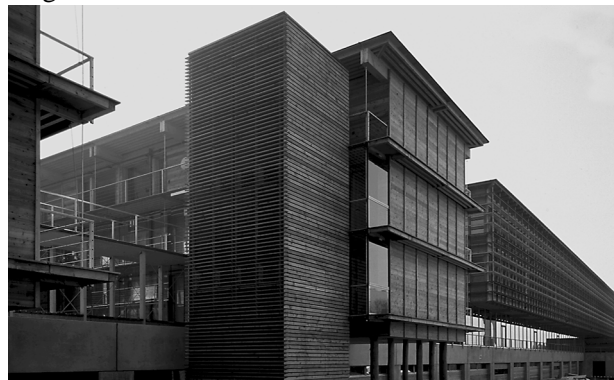
Die Ausstellung führt durch die kulturell und technisch bedeutende und faszinierende Geschichte des Holzbaus und erläutert die Entwicklung des Ingenieurholzbaus bis hin zum heutigen Stand der Technik in sechs Schritten:

- Holz: Tradition und Bedeutung des Holzbaus;
- Forschung: Die Rolle und der Stellenwert der Statik und Grundlagenforschung;
- Holzleimbau: Brettschichtholz als Schrittma-
cher;
- Verbindungen: Fortschritt gebunden an die Ent-
wicklung der Verbindungstechnologie;
- Brückenbau: Herausforderung und Behauptung;
- Hochbau: Vom Zimmermann zum Ingenieur
und Generalisten.

Durchwegs sind es Dokumentationen zu Bauwerken, die auf detailreich gestalteten Schautafeln und anhand von Modellen und Bauteilen zeigen, wie die Suche nach dem Neuen schrittweise zum Ziel führte. So beleuchtet die Ausstellung auch den anfangs des 20. Jahrhunderts vollzogenen Wandel vom konventionellen, handwerklichen Holzbau zum Ingenieur-Holzbau. Dieser Wechsel fusste im wesentlichen auf methodischer Grundlagenforschung, welche half, die eben erst aufgestellten Konstruktionsregeln in

zuverlässige Normenwerke zu überführen. Dazu ge-
hörte aber auch das rege und zum Teil kühne Bauen
in der Schweiz mit dem von Otto Hetzer 1906 paten-
tierten Brettschichtholz. Das Bewusstsein aller-
dings, mit verleimtem Holz eine wirkliche Alterna-
tive zu den herkömmlichen Baustoffen Stahl und
Beton zu haben, wurde erst durch den Bau beein-
druckender und aussergewöhnlicher Tragwerke in
den sechziger Jahren geschaffen. Drei Bauwerke in
der Schweiz spielen dabei eine entscheidende Rolle:
Die Festhalle der EXPO 64, die Eishalle Bern und
die Eissporthalle Davos. Sie hatten Signalwirkung
und gelten als Meilensteine in der Verbreitung der
Leimbauweise.

Der Fortschritt im Ingenieurholzbau ist aber auch
unmittelbar an die Entwicklungen in der Verbin-
dungstechnologie geknüpft. So zeigt die Ausstel-
lung am Beispiel der Untersuchungen und Entwick-
lungsarbeiten der ETH Zürich im Bereich der mehr-
schnittigen Passbolzenverbindung wie eine in allen
Belangen optimierte Anschluss technik dem Inge-
nieurholzbau zu einer neuen Qualität und Dimensi-
on verhilft. Eine vergleichsweise kleine Zahl enga-
gierter Wissenschaftler, Ingenieure und Unterneh-
mer hat in den letzten Jahren konsequente Innovati-
on betrieben und eine Vielzahl von Ingenieurbau-
werken in Holz geschaffen, die Holz und Holzwerk-
stoffe in ihren vielfältigen Erscheinungsformen und
Konstruktionsvarianten wieder zum vorbildlichen
und hochwertigen Baustoff machen, was die Aus-
stellung in anregender Art nachvollzieht und auf-
zeigt.



Oben : Interkantonale Försterschule, Lyss (BE).
Unten : Festhalle Expo 1964 Lausanne (VD).

International Workshop on Reliability and Risk Based Inspection Planning

14./15. Dezember 2000, ETH-Hönggerberg
Organisation : Prof. Dr. M.H. Faber.

The interest in reliability and risk-based inspection planning has been steadily increasing over the last decade. It is now often a requirement by legislation, owners and operators that inspection and maintenance activities are planned to fulfil stated requirements to the maximum acceptable risk of personnel and environment and that the effect of inspection and maintenance activities is assessed in terms of life cycle costs including costs of inspections, costs of repairs and costs of failures.

Considering the strong interest in the field of reliability and risk based inspection planning and the many new developments during the last few years in different industries it was decided to bring together the different parties involved in this field to achieve an overview of the present state of the art, strong-points and short-comings in practical applications and the major challenges lying ahead.

This resulted in the workshop on Risk and Reliability Based Inspection and Maintenance Planning organized in collaboration with the Federal Institute of Technology (ETH Zurich), Switzerland, the Technical University of Aalborg (AAU), Denmark and Bureau Veritas (BV), France. The presentations given at the workshop were later published in the IBK Bericht 266, July 2001, 196 pp.

Workshop on Reliability Based Code Calibration

21./22. März 2002, ETH-Hönggerberg
Organisation : Prof. Dr. M.H. Faber.

Over the last 10 years reliability methods have formed the basis for the revisions of several existing codes and for the calibration of partial safety factors and load combination factors for new codes such as e.g. the Eurocodes.

A fundamental prerequisite for the calibration of safety formats of design and assessment codes is that uncertainties are treated consistently. This essentially means that the probabilistic modelling of the uncertainties associated with resistances and load effects must be performed on the same philosophical basis across the different application areas and materials. At present the situation in this regard is far less than satisfying. Despite the fact that consistent probabilistic models have been developed

and that the theoretical basis for the further treatment of the uncertainties has been established it is typically the case that application and material specific code calibrations are performed on a different setting using different models and methodologies.

Considering the importance of achieving a common and consistent basis for the reliability based calibration of design and assessment codes it was decided to bring together the different parties involved in code development and code calibration. This resulted in the Joint Committee on Structural Safety workshop on Reliability Based Code Calibration held at ETH in Zurich on March 21-22, 2002.

The workshop resulted in an agreement on a new recommended best practice for code calibration. This message was later (September 21, 2002) disseminated as a press release by ETH Zurich. The papers and the presentations given at the workshop together with the press release are available at the JCSS web-page: <http://www.jcss.ethz.ch>.

NDK Risiko und Sicherheit Modul Brandschutz

25. bis 27. Februar 2002 und 4./5. März 2002
Projektleiter : Prof. Dr. M. Fontana
Mitarbeiter : M. Knobloch
Projektpartner : NDK Risiko und Sicherheit.

Das Nachdiplomstudium Risiko und Sicherheit der ETH Zürich, der EPFL und der HSG in St. Gallen richtet sich an Ingenieurinnen und Ingenieure aus der Praxis, welche sich mit Fragen der Sicherheit vertieft beschäftigen wollen. Im Rahmen der Vertiefungsmodule führten wir zum vierten Mal ein Modul zum Thema Brandsicherheit durch. Das Modul wurde von über 50 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-Cerberus in Männedorf. In einer zweiten Phase hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Gelegenheit ihr Wissen und Können an drei echten Fallbeispielen, betreut von Brandspezialisten der Feuerpolizeibehörden und des Sicherheitsinstitutes, unter Beweis zu stellen. Vier Teilnehmer haben ihre Diplomarbeit aus dem Bereich Brandsicherheit gewählt und werden den Kurs im Herbst damit abschliessen.

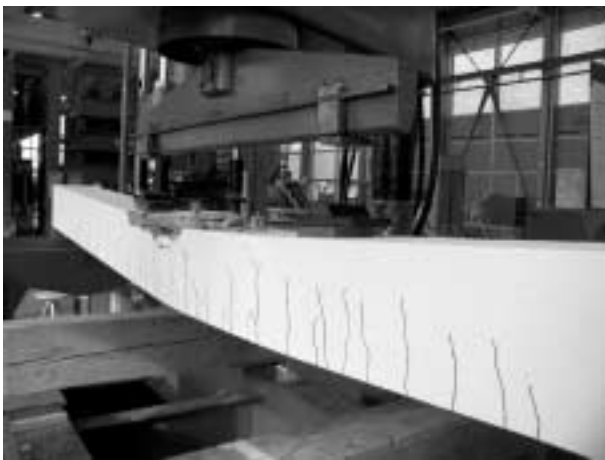
Vier-Punkt-Biegeversuche

Sommersemester 2002, ETH-Hönggerberg
Organisator : Prof. Dr. P. Marti
Mitarbeiterin : B. Schilling.

Im Rahmen der Vorlesung Stahlbeton I des vierten Semesters wurden mit den Studenten zwei Vier-Punkt-Biegeversuche auf der Biegeprüfmaschine MAN durchgeführt.

Am 18. April erfolgte der erste Versuch an einem 3,5 m langen Stahlbetonträger mit quadratischem Vollquerschnitt der Seitenlänge 22 cm. Der Prüfkörper war in Längsrichtung mit drei Stäben Durchmesser 14 mm bewehrt. Der Auflagerabstand betrug 3 m. Die Krafteinleitung erfolgte je in einem Abstand von 1 m vom Auflager entfernt.

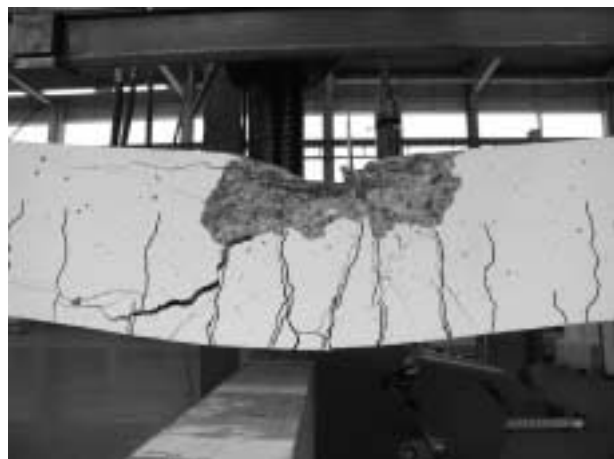
Während der Versuchsdurchführung wurden sechs Studenten zur Rissanzeichnung, Messung der Rissöffnung und zur Bestimmung der Rissabstände eingesetzt. Die induktiven Wegaufnehmer erfassten kontinuierlich die Mittendurchbiegung und die Dehnung der Zug- und Druckseite. Auf dem Bildschirm wurden das Last-Mittendurchbiegungs- und das Momenten-Krümmungs-Diagramm aufgezeichnet.



Am 16. Mai war der zweite Versuch Bestandteil einer Übung. Im Rahmen eines Wettbewerbs durften die Studenten in Vierergruppen sowohl das Tragverhalten des Trägers vorhersagen als auch das Last-Mittendurchbiegungs- und das Last-Zuggurtdehnungsdiagramm im Voraus bestimmen. Zur Unterstützung der Prognosen wurden die Versuchsergebnisse des ersten Versuches und ein Spannungs-Dehnungsdiagramm der Längsarmierung abgegeben. Vor Versuchsbeginn gaben die Studentengruppen die Vorhersagen in einem verschlossenen Couvert ab.

Der zweite Prüfkörper war dem ersten identisch, die Versuchsanordnung wurde jedoch leicht verändert. Die Distanz der Krafteinleitung zum Auflager betrug neu 60 cm, der Auflagerabstand mass 2,6 m. Zusätzlich zu den vorherigen elektronischen Messungen wurde im Bereich zwischen Auflager und Krafteinleitung die mittlere Dehnung auf der Höhe der Längsbewehrung bestimmt.

Begleitet durch das Schweizer Fernsehen verfolgten die Studenten den Versuch mit Spannung. Waren die Berechnungen richtig? Erfolgte tatsächlich ein Schubbruch? Mit fortschreitender Versuchsdauer wurde manche Vermutung bestätigt oder widerlegt.



Die Preisverleihung wurde eine Woche später am Ende der Vorlesung durchgeführt. Die Mitglieder der drei besten Gruppen erhielten ein Exemplar des Kataloges zur Wanderausstellung "Schweizer Eisenbahnbrücken". Zusätzlich wurden die Gewinner und die Zweitplatzierten mit einem SAB Gutschein beschenkt.

Ausstellung von Maturaarbeiten mathematisch-technisch- naturwissenschaftlicher Ausrichtung

20. Juni 2002, ETH-Hönggerberg, neues Chemiegebäude

Veranstalter : Kontaktgruppe
ETH-Maturitätsschulen

Projektleiter : Prof. T. Vogel

Mitarbeit : G. Kläy, ETH tools.

Die ETH bemüht sich aktiv um ihre zukünftigen Studierenden, indem sie den Kontakt zu den Mittelschulen sucht und dabei die Berufsberatungen einbezieht. In der Kontaktgruppe ETH-Maturitätsschulen sind alle Departemente der ETH vertreten, um departementsübergreifende Veranstaltungen wie die Informationstage für Maturandinnen und Maturanden oder die Mittelschülerinnentage zu initiieren und zu begleiten. Die Kontaktgruppe arbeitet im Milizsystem und so trifft es jeweils ein Mitglied, wenn eine neue Idee aufgegriffen und umgesetzt werden soll.



Matthias Theurillat vom MNG Rämibühl mit seinem Modell für ein Kongresszentrum.

Mit der Maturitäts-Anerkennungsverordnung vom 15. Februar 1995 wurde eine Maturaarbeit als integraler Teil der Maturitätsprüfung eingeführt. Durch die Gelegenheit, die Maturaarbeit in Form eines Posters an der ETH Zürich auszustellen, sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Motivation zum Verfassen einer Maturaarbeit im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich;
- Abbau einer allfälligen Schwellenangst bei Maturandinnen und Maturanden;
- Ermöglichung von persönlichen Kontakten, insbesondere auch zu Lehrerinnen und Lehrern;
- Schaffung von Transparenz und Öffentlichkeit bezüglich des neuen Elements der Matura als Mittel der Qualitätssicherung;
- Fördern der Methodenkompetenz der zukünftigen Studierenden;
- Sichtbarmachung der voraussetzbaren Grundlagen für die Dozierenden der ETH.



Stimmungsbild, u.a. mit Yvonne Schaub von der Kantonsschule Zürcher Unterland und ihrer Präsentation von Fossilien an der Lägern.

Die erste Durchführung einer Ausstellung von Maturaarbeiten als Postersession war als Experiment deklariert, ging es doch darum, sowohl das Interesse als auch die geeigneten Randbedingungen bezüglich Ort, Zeit und Form auszuloten. Schliesslich wurden 25 Arbeiten ausgestellt, die von 30 Maturandinnen und Maturanden aus 11 Schulen präsentiert wurden. Im Verlaufe des Nachmittages besuchten etwa 200 Personen die Ausstellung.



Die Magnetschwebbahn von Martin Geiser von der Kantonsschule Trogen.

Stahl und Glas

19./20. März 2002, ETH Höngerberg
Projektleiter : Prof. Dr. M. Fontana
Projektpartner : Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich;
Schweizerische Metall-Union;
Schweizerische Zentralstelle für
Fenster- und Fassadenbau.

In den letzten 15 Jahren hat das Konstruieren und Bauen von Stahl-Glas-Konstruktionen einen enormen Aufschwung erlebt. Dabei wird der Werkstoff Glas im Gegensatz zur Ära der Kristallpaläste im 19. Jahrhundert bewusst in die Tragstruktur mit einbezogen, wodurch das Glas nicht nur Füllelement ist, sondern zu einem aktiven, tragenden Bestandteil wird. Die Tagung hat Möglichkeiten, Potenziale und Entwicklungstendenzen von Stahl-Glas-Konstruktionen aufgezeigt.

Über 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer verfolgten die Tagung, welche am ersten Tag einen umfassenden Einblick in das Material Glas und das Planen und Bauen mit Stahl- und Glas anhand vieler gebauter Beispiele zeigte. Am zweiten Tag folgten dann vertiefte Hinweise und Ratschläge für die Bemessung und Konstruktion und eine Exkursion zu typischen Bauten aus Stahl- und Glas in der Stadt Zürich, die von ihren Planern und den ausführenden Unternehmungen vorgestellt wurden. Einmal mehr zeigte sich die enge Zusammenarbeit zwischen Hochschule, Verbänden und der Praxis als sehr fruchtbar für die Vermittlung des Standes der Technik. Ein umfangreicher Band dokumentiert die Tagung und kann weiterhin beim Stahlbau Zentrum Schweiz oder beim IBK bezogen werden.



Stahl-Glas-Konstruktionen standen im Zentrum des Fortbildungskurses.

SAH Statusseminar

12. Juni 2002, ETH Zürich
Projektleiter : Dr. A. Steurer
Referenten : Prof. Dr. M. Fontana, Dr. A. Steurer,
Dr. A. Mischler, T. Maag
Projektpartner : Schweizerische Arbeitsgemeinschaft
für Holzforschung;
Kompetenz-Zentrum Holz
des ETH-Bereiches.

Initiiert durch unser Institut trafen sich am 12. Juni 2002 unter der Ägide der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH) die in der schweizerischen Holzforschung tätigen Personen zu einem Statusseminar an der ETH Zürich. Wie gross und weit gesteckt der Kreis der Holzforschung in der Schweiz ist macht die Liste der beteiligten Institutionen deutlich: Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK, Fachbereich Stahl- und Holzbau), Forstwissenschaften (Professur für Holzwissenschaften) der ETH Zürich, IBOIS Laboratoire de construction en bois EPF Lausanne, Abteilung Holz der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA Zürich und St. Gallen), Forschungsbereich Wald der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Schweizerische Hochschule für die Holzwirtschaft (SH Holz) und Hochschule für Technik, Wirtschaft und soziale Arbeit St. Gallen (FHS). Exponenten der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung, von Holz 21 und der Lignum/Schweizerische Holzwirtschaftskonferenz vertraten am Seminar die wichtigsten Förderkreise der Holzforschung.

Die Wissenschaftler berichteten über ihre laufenden Forschungsprojekte und über kommende Vorhaben. Neben der eigentlichen technischen Information gewährten sie Einblick in ihre Forschungsinstitution und ihren Umgang mit den Fragestellungen. Einmal mehr wurde deutlich, dass hinter der Holzforschung engagierte Personen stehen, denen dieses Forum die wertvolle Gelegenheit bot, gemeinsame Interessen von Kollegen aufzuspüren wie auch neue Kontakte zu schaffen, respektive bestehende zu vertiefen. Ein Tagungsband [1] fasst die verschiedenen, vorgestellten Forschungsprojekte zusammen und erlaubt einen aufschlussreichen Überblick in den Stand der Schweizer Holzforschung.

[1] "Holzforschung Schweiz", *Tagungsband*, Statusseminar, SAH, ETH Zürich, 10. Jahrgang, Heft 1, 12. Juni 2002.

Studienreise Japan

5. bis 12. Oktober 2001

Projektleiter : Dr. A. Steurer
 Mitarbeiter : J. Fischer, U. Wyss
 Projektpartner : Fachhochschule Zürich:
 Hochschule für Wirtschaft
 und Verwaltung, Zürich;
 Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich.

Japan ist ein Land wie wohl kein anderes, bei dem das Nebeneinander von Tradition und Moderne so ausgeprägt erscheint. Dieses Spannungsfeld zeichnet den japanischen Alltag in besonderer Art und reflektiert sich selbst in Produktionsprozessen, Baumethoden oder Bauten. Der vermeintliche Widerspruch spiegelt horrendes Tempo in abgeklärter Ruhe oder Aufsehen erregenden Architektur in der Bauart Jahrtausende alter Tempel. All dies war für uns Grund genug, eine Studienreise nach Japan in Kooperation mit der Hochschule für Technik Zürich und dem Stahlbau Zentrum Schweiz zu organisieren und durchzuführen.

Dank persönlichen Beziehungen der Organisatoren zu verschiedenen Exponenten der japanischen Bauwelt, erhielten die 21 TeilnehmerInnen innerhalb 12 Tagen einen Einblick in den faszinierenden Alltag aus Technik und Kultur in Japan. Die Akashi-Kaikyo-Hängebrücke in Kobe, das Umeda Sky Building in Osaka oder der Besuch des eben gerade fertig gestellten Hyogo Prefectural Museum of Art in Kobe und die Diskussion mit Beteiligten des Architekturbüros Tadao Ando waren genauso faszinierend wie der Besuch des im Jahre 743 erstmals errichteten Todaiji Tempel in Nara, welcher aufgrund seiner eindrücklichen Abmessungen und dem immensen Holzeinsatz als grösstes Holzgebäude der Welt bezeichnet wird.

Wie gross die Gegensätze auch sein können manifestierte sich in anderer Art beim Besuch der neu entstandenen Forschungsstadt Tsukuba, eine Fahrstunde von Tokio entfernt. Frappant sind die Unterschiede zwischen staatlicher und privatwirtschaftlicher Forschung. Das staatliche Forschungszentrum BRI (Building Research Institute) hinterliess mit seinen rund 100 Angestellten eher den Eindruck der bedächtigen Gangart, wogegen das von einer der drei grössten Baufirmen Japans mit 300 Personen betriebene Kajima Technical Research Institute mit den gerade im Gang befindlichen Experimenten zum Verhalten von Rahmenecken unter dynamischer Beanspruchung eine beeindruckende Anschauung "pulsierender" und praxisnaher Forschung vermittelte.

Der Besuch einer der insgesamt sechs Produktionsstätten von Sekisui House Ltd. eröffnete uns eine gänzlich andere Perspektive. Mit einer Produktion

ab "fliessendem Band" werden jährlich über 60'000 Wohneinheiten zum Teil mit Robotern produziert. Der Jahresumsatz beträgt 14.7 Mrd. Schweizer Franken (2001). Obschon der Grad an industrieller Vorfertigung sehr hoch ist, erlaubt das Endprodukt gleichwohl ein hohes Mass an Individualität und wird als fertiges Haus auch nicht als "Stangenware" wahrgenommen. In der eigenen, über vier Geschoss hohen Versuchshalle werden einzelne Hausteile, mitunter ganze Häuser Temperaturzyklen (-35° zu +40° Celsius), extremen Windsituationen sowie Erdbebenbeanspruchungen ausgesetzt, um so ihre Tauglichkeit im Alltag im Massstab 1:1 zu prüfen und Weiterentwicklungen voranzutreiben. Eine beeindruckende Situation, die im krassen Gegensatz zu unserem Baualltag steht!

Im Rückflug, hoch über dem Mount Fuji waren wir uns einig: Japan ist sowohl in technischer, sozialer wie auch kultureller Hinsicht ein absolut faszinierendes Land, aus dem wir für unseren Berufsalltag interessante Erinnerungen, aufschlussreiche Eindrücke und nachhaltige Erkenntnisse mitnehmen.

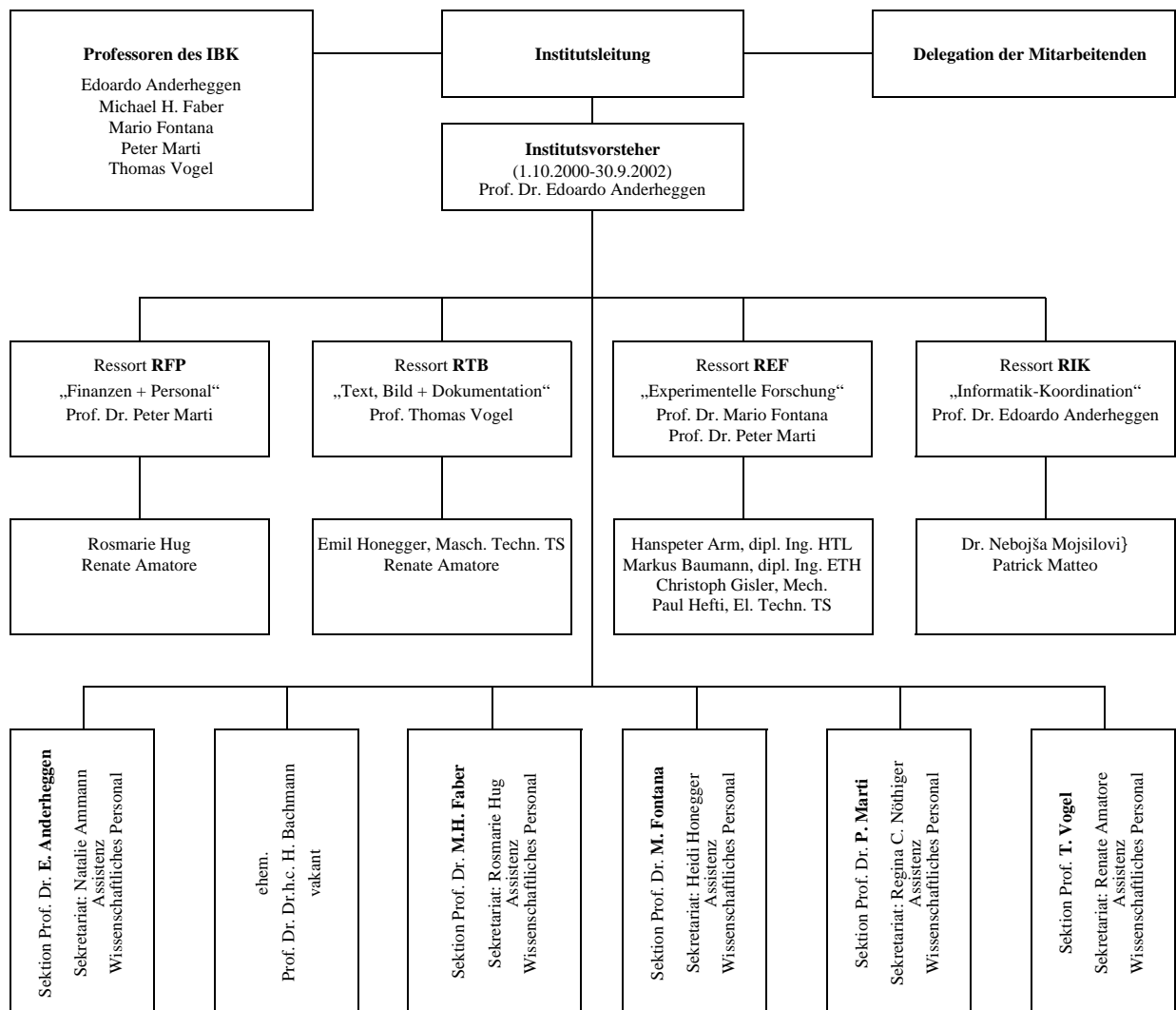


Reisegruppe.



Umeda Sky Building.

Organigramm



Institutsangehörige

Professoren

Prof. Dr. Edoardo Anderheggen
 Prof. Dr. Mario Fontana
 Prof. Dr. Michael H. Faber
 Prof. Dr. Peter Marti
 Prof. Thomas Vogel

Assistenz und wissenschaftliches Personal

Sektion Anderheggen

Horst Batschkus	bis 31.12.2001
Dr. Günter Glanzer	bis 31.03.2001
Claudia Pedron	seit 01.05.2001
Pietro Pedrozzi	
Dr. Juan Renau-Munoz	bis 31.12.2001
Anton Sres	seit 01.10.2001
Martin Stoffel	seit 01.05.2001
Axel Volkwein	

Sektion Faber

Daniel Straub	seit 01.07.2000
Oliver Kübler	seit 01.10.2000
Jochen Köhler	seit 01.02.2001
Annette Walzer	seit 01.04.2001
Vasiliki Malioka	seit 01.11.2001
Yahya Bayraktarli	seit 01.09.2002

Sektion Fontana

Bruno Alabor	01.11.2000-31.03.2002
Roland Bärtschi	
Steffen Blümel	
Fabio Chiaverio	23.07.2002-30.09.2002
Federico Cippà	01.05.2002-05.07.2002
Paolo Dabraio	01.10.2000-31.01.2002
Andrea Frangi	bis 30.11.2001
Christoph Fuhrmann	bis 31.08.2001
Andreas Gianoli	bis 06.10.2000
Andrew Imlach	15.02.2001-31.08.2001
Markus Knobloch	seit 01.08.2001
Pirmin Krähemann	12.02.2001-31.05.2002
Trond Maag	
Dr. Adrian Mischler	bis 30.06.2002
Igor Oettli	seit 01.09.2002
Bernhard Schuppisser	seit 01.10.2001
Dr. Anton Steurer	

Sektion Marti

Thierry Berset	
Armand Fürst	bis 31.12.2000
Thomas Jäger	
Albin Kenel	
Joost Meyboom	
Mario Monotti	
Orlando Monsch	
Thomas Pfyl	
Birgit Schilling	seit 01.04.2002
Matthias Schmidlin	bis 31.12.2000
Roberto Siccardi	seit 01.06.2002
Kirill Sokolov	bis 31.12.2000
Karel Thoma	
Stefan Trümpi	seit 01.07.2001

Sektion Vogel

Reto Bargähr	seit 01.03.2001
Stefan Köppel	bis 31.03.2002
Werner Köhler	bis 31.03.2002
Alexander Kott	
Barbara Schechinger	
Hartwig Stempfle	seit 01.04.2002
Tomaz Ulaga	
Daia Zwicky	

Verwaltungspersonal

Renate Amatore
 Natalie Ammann
 Heidi Honegger
 Rosmarie Hug
 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
 Dr. Neboj{a Mojsilovi}

Kaufmännisches Lehrpersonal

Simone Ferrario	04.03.2002-16.08.2002
Soraja Hagspiel	seit 09.09.2002
Jana Peter	22.08.2001-27.03.2002
Murielle Spissu	seit 19.08.2002

Akademische Gäste, Gastvorträge

09.10.2000

Prof. Dr. Junichi Izumo, Dept. of Civil Engineering, Kanto Gakuin University, Yokohama, Japan.

22.05.2001

Dr. Vladimir Cervenka, Cervenka Consulting, Prag
Computerprogramme.

07.06.2001

Studierende von Prof. Dr.-Ing. Peter Osterrieder, Lehrstuhl für Statik und Dynamik, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Cottbus.

05.11.2001

Dr. Patrick Steffen, Cubus AG, Zürich
Die neue Cubus Programme "Statik 4" und "Cedrus 4".

04.08.2001-31.01.2002

Prof. Dr. Stephen J. Foster, School of Civil & Environmental Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia

Eight years of research into the behaviour of high strength concrete columns – Where are we now? (18.12.2001).

09.10.2001

Studierende von Prof. Dr.-Ing. Balthasar Novák, Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren, Universität Stuttgart, Stuttgart.

19.03.2002

Prof. Dr. F. Michael Bartlett, Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Western Ontario, London, Canada

Aspects of the 2000 Canadian Highway Bridge Design Code.

20.03.2002

Dr.-Ing. habil. J.D. Schnapp, Friedrich-Schiller-Universität Jena;

Dr.-Ing. habil. J. Bose, BAM Berlin mit Fachausschuss Schallemissionsprüfverfahren.

26.04.2002

Prof. H.-F. Xiang und Prof. Y. Ge, Tongji University, Shanghai, China;

Prof. Dr. A. Jutila, Helsinki University of Technology, Finland.

15.-17.07.2002

Prof. Dr. Stephen J. Foster, School of Civil & Environmental Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia.

25.07.2002

Prof. Dr. Eng. M. Yamanouchi, Fukushima National College of Technology, Japan.

18.09.2002

Prof. Dr. Venkatesh Kodur, Institute for Research in Construction, National Research Council, Ottawa, Canada

World Trade Centre Disaster – Building Performance Study – Observations, Conclusions and Recommendations.

Neuerschienene Autographien und Lehrbücher

Die aufgeführten Autographien und Lehrbücher können direkt bei der betreffenden Sektion bzw. beim angegebenen Verlag bestellt werden.

Anderheggen, E.
Lineare, stationäre Netz- und Feldprobleme
 Vorlesungsautographie, Auflage 2001/2002, 26 pp.

Anderheggen, E.
Plastizitätstheorie und lineare Programmierung
 Vorlesungsautographie, Auflage 2001, 7 pp.

Faber, M.H.
Risk and Safety in Civil Engineering
 Lecture notes, Oct. 2001, 300 pp.
<http://www.ibk.baug.ethz.ch/Fa>.

Abgeschlossene Dissertationen

2000

Glanzer, G.
Nichtlineare FE-Analyse von Stahlbetonplatten und -schalen mittels linearisierter Fließbedingungen im Knotenkrafttraum
 Referent : Prof. Dr. E. Anderheggen
 Korreferent : Prof. Th. Vogel

Stenger, F.
Tragverhalten von Stahlbetonscheiben mit vorgespannter externer Kohlenstoffaserschubbewehrung
 Referent : Prof. Dr. P. Marti
 Korreferent : Prof. U. Meier

2001

Frangi, A.
Brandverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken
 Referent : Prof. Dr. M. Fontana
 Korreferent : Prof. Dr. E. Gehri

Fürst, A.
Vorgespannte Betonzugglieder im Brückenbau
 Referent : Prof. Dr. P. Marti
 Korreferent : Dr. P. Ritz

Lang, K.
Seismic vulnerability of existing buildings
 Referent : Prof. Dr. H. Bachmann
 Korreferenten: Prof. Dr. M. Badoux
 Prof. Dr. G.M. Calvi
 Prof. Dr. D. Giardini

Renau-Munoz, J.
The N-Directional Approach to Constitutive Laws
 Referent : Prof. Dr. E. Anderheggen
 Korreferent : Prof. Dr. F.H. Wittmann

2002

Köppel, S.
Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Stahlbetontragwerken
 Referent : Prof. T. Vogel
 Korreferent : Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt

Zwicky, D.
Zur Tragfähigkeit stark vorgespannter Betonbalcken
 Referent : Prof. T. Vogel
 Korreferent : Prof. Dr. A. Muttoni

Institutspublikationen

Bestellungen

IBK Berichte : BD Bücherdienst AG
Postfach 64
CH-8840 Einsiedeln
Tf. 055/418 8989
Fax 055/418 8919
vdf@buecherdienst.ch

IBK Sonderdrucke : Autoren

IBK Spezialpublikationen: Einzeln aufgeführt

IBK Berichte

Thiele, K., Wenk, Th., und Bachmann, H.
Versuche an Stahlbetontragwänden unter pseudodynamischer Einwirkung
IBK Bericht Nr. 257, ISBN 3-7643-6526-9, Nov. 2000, 91 pp., 60 Abb., 14 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Zwicky, D., und Vogel, T.
Bruchversuche an ausgebauten Brückenträgern aus Spannbeton
IBK Bericht Nr. 258, ISBN 3-7643-6543-8, Nov. 2000, 167 pp., 99 Abb., 15 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Schubwiderstand minimal verbügelter Balken" konnten an vier vorfabrizierten, vorgespannten Trägern Belastungsversuche im Massstab 1:1 bis zum Bruch durchgeführt werden. Die Träger stammten aus dem Lehnviadukt Wassnerwald und standen dort vor dem Ersatz der Brücke 30 Jahre lang im Einsatz; sie wiesen Längen von etwa 21 m und ein Gewicht von jeweils etwa 35 t auf. Die Versuche wurden auf einem speziell für diesen Zweck errichteten Freiluft-Belastungsstand durchgeführt.

Zur Zeit ihrer Herstellung wurden solche Träger auf Schub nach dem Konzept der schiefen Hauptzugspannungen bemessen. Zusammen mit den verwendeten hohen Vorspanngraden führte dies zu minimalen, lediglich konstruktiven Bügelbewehrungen für die Stegscheiben. Werden solche Träger aufgrund aktueller Normvorschriften überprüft, kann die Tragsicherheit für Schubkräfte oft nicht nachgewiesen werden. In den Versuchen wurde dem Tragverhalten und dem Widerstand für Schubkräfte deshalb besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Der Bericht enthält ausführliche Beschreibungen

der Versuchsträger und der Versuchsdurchführung, des Umfangs und der Art der durchgeführten Messungen sowie die Darstellung deren Resultate. Die Versuchsergebnisse werden zudem ersten Plausibilitätsüberlegungen unterworfen.

Köppel, S., und Vogel, T.
Schallemissionsmessungen bei Versuchen an Stahlbeton
IBK Bericht Nr. 259, ISBN 3-7643-6521-8, Nov. 2000, 164 pp., 119 Abb., 22 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Schallemissionsanalyse zur Zustandserfassung von Betontragwerken" wird am IBK untersucht, welche bestehenden Analyseverfahren für die Überprüfung von realen Tragwerken geeignet sind und welche neuen Möglichkeiten durch den Einsatz moderner SE-Messgeräte entstehen.

Einerseits dienten Experimente mit künstlichen Schallquellen zur Untersuchung des Wellenausbreitungsverhaltens in Stahlbeton. Andererseits wurden Experimente durchgeführt, bei denen verschiedene Versuchskörper aus Stahlbeton mechanisch belastet und die dabei entstandenen SE aufgezeichnet wurden. Diese Versuche bestanden aus drei kleinen Serien von Spaltzug-, Auszieh-, und Biegeversuchen sowie einem Grossversuch an einem 21 m langen vorfabrizierten und vorgespannten Träger einer demontierten Brücke.

Die Auswertung erfolgte in einem ersten Schritt anhand qualitativer Analysen, wobei Anzahl und Amplitude der SE mit dem Schädigungsfortschritt verglichen wurden. In einem zweiten Schritt wurden die Quellen der SE lokalisiert, wobei die Ortungsergebnisse im Allgemeinen eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den Erwartungen bzw. den an der Oberfläche der Versuchskörper beobachteten Rissen aufwiesen. Die Beurteilung weitergehender, quantitativer Analyseverfahren erfolgte im Rahmen der Dissertation (IBK Bericht Nr. 272).

Glanzer, G.
Nichtlineare FE-Analyse von Stahlbetonplatten und -schalen mittels linearisierter Fließbedingungen im Knotenkrafttraum
IBK Bericht Nr. 260, ISBN 3-7643-6522-6, Nov. 2000, 154 pp., 94 Abb., A4, Zusammenfassungen: d, e.

In dieser Arbeit wird ein neues Konzept zur nichtlinearen Analyse von Stahlbetonplatten und -schalen vorgestellt. Neu dabei ist, dass ein elastoplastisches Materialgesetz im Knotenkrafttraum definiert wird, und nicht wie bisher im Spannungs-Verzerrungsraum. Mit der Formulierung des Materialgesetzes

im Knotenkraftraum, das auch als Elementgesetz bezeichnet wird, reduziert sich das bei Finite-Element-Programmen übliche Dreistufensystem, bestehend aus System-, Element- und Materialstufe auf ein zweistufiges System, das nur mehr aus einer System- und Elementstufe besteht. Diese Reduktion hat den Vorteil, dass auf Elementstufe direkt mit der Steifigkeitsmatrix gearbeitet werden kann. Dadurch entfällt die Neubildung der Elementsteifigkeitsmatrix in jedem Zeitschritt. Diese wird nur mehr auf Elementstufe modifiziert und an die Systemstufe weitergeleitet. Zur Beschreibung dieses Elementgesetzes müssen die dazu erforderlichen Fließbedingungen linearisiert und für den Knotenkraftraum formuliert sein.

Blümel, S., und Fontana, M.

Versuche zum Trag- und Verformungsverhalten von Fachwerkträgern aus Abkantprofilen

IBK Bericht 261, ISBN 3-7643-6530-7, Dez. 2000, 97 pp., 94 Abb., 9 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.

Stenger, F.

Tragverhalten von Stahlbetonscheiben mit vorgespannter externer Kohlenstofffaser-Schubbewehrung

IBK Bericht Nr. 262, ISBN 3-7643-6583-8, März 2001, 153 pp., 79 Abb., 21 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Das Gerissene Scheibenmodell wird auf vorgespannte Elemente erweitert. Mit der versteifenden Mitwirkung des Betons in bewehrten Bauteilen unter Zugbeanspruchung, dem entfestigenden Einfluss von Querdehnungen auf die Betondruckfestigkeit und endlichen Rissabständen werden die wesentlichen Einflussgrößen erfasst. Bei Anwendung wirklichkeitsgetreuer Stahl- und Betonstoffgesetze beschreibt das Modell das Trag- und Verformungsverhalten gerissener, vorgespannter Betonscheibenelemente sehr zutreffend. Dies gilt auch für Fälle, in denen das Bauteilversagen durch Erreichen der effektiven Betondruckfestigkeit ausgelöst wird. Die Tauglichkeit einer externen vorgespannten Schub-

verstärkung aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff wird anhand grossmasstäblicher Versuche an Schubträgern eindrücklich nachgewiesen.

Meyboom, J., und Marti, P.

Experimental Investigation of Shear Diaphragms in Reinforced Concrete Slabs

IBK Bericht Nr. 263, ISBN 3-7643-6611-7, June 2001, 165 pp., 122 Abb., 57 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e, f, i.

The concept of a shear diaphragm, a line of concentrated shear in a slab, is being developed at the ETH to allow a slab to be designed with a clear load path, simple equilibrium equations and truss models. The shear in the diaphragm is generated by torsion which is discontinuous across the shear diaphragm. Six slabs were designed and tested to failure. The first three tests, A1 to A3, investigated pure torsion across a shear diaphragm, and the last three tests, A4 to A6, investigated combined torsion and bending across a shear diaphragm.

Slabs A1, A2, A4 and A5 were reinforced for their principal moments using specially detailed reinforcing bars in which flexural and shear reinforcement were combined. In these tests the basic behaviour of shear diaphragms could be observed. Slabs A3 and A6 were provided with an orthogonal reinforcement mesh without special shear reinforcement in order to study the behaviour of a shear diaphragm and shear transfer in a conventionally reinforced slab.

Thiele, K., Dazio, A., und Bachmann, H.

Bewehrungsstahl unter zyklischer Beanspruchung

IBK Bericht Nr. 264, ISBN 3-7643-6603-6, Mai 2001, 85 pp., 69 Abb., 8 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Rückert, G.C.

Wandelbare hybride Konstruktionen - Von der morphologischen Studie zum Prototyp

IBK Bericht Nr. 265, ISBN 3-7643-6604-4, Juni 2001, 93 pp., 69 Abb., A4, Zusammenfassungen: d, e, f, i.

Wandelbare Konstruktionen sind gekennzeichnet durch ihre duale Funktionalität als Tragwerk oder Mechanismus. Die konstruktiven Möglichkeiten bei der Ausbildung wandelbarer hybrider Konstruktionen, bestehend aus biegesteifen und biegeschlaffen Komponenten, werden in einer morphologischen Studie aufgezeigt. Eine neuartige Konstruktion, welche, durch die Aussteifung ihres orthogonalen Scherengitters mit unterspannten Strebenkreuzen, wesentliche Vorteile gegenüber existenten Kon-

struktionssystemen ermöglicht, wird entwickelt. Anhand der Erprobung eines 25m² grossen Prototyps wird die verbesserte statische und kinematische Funktionalität der neuartigen Konstruktion verifiziert.

Faber, M.H. (Ed.)

Risk Based Inspection and Maintenance Planning

IBK Bericht Nr. 266, ISBN 3-7643-6615-X, Juni 2001, 196 pp., 107 Abb., 32 Tab., A4, Zusammenfassung: e.

The interest in reliability and risk-based inspection planning and risk management for deteriorating structures, installations and production facilities has been steadily increasing over the last decade. It is now often a requirement by legislation, owners and operators that inspection and maintenance activities are planned to fulfil stated requirements to the maximum acceptable risk of personnel and environment and that the effect of inspection and maintenance activities is assessed in terms of life cycle costs including costs of inspections, costs of repairs and costs of failures.

Considering the strong interest in the field of reliability and risk based inspection planning and the many new developments during the last few years in different industries the workshop on Risk Based Inspection and Maintenance Planning brought together different parties and industries. The aim of this workshop was to achieve an overview of the present state of the art, strong-points and short-comings in practical applications and the major challenges lying ahead. The present report summarises the conclusions followed by the written contributions of the participants.

Fürst, A.

Vorgespannte Betonzugglieder im Brückenbau

IBK Bericht Nr. 267, ISBN 3-7643-6618-4, Juli 2001, 124 pp., 35 Abb., A4, Zusammenfassungen: d, e, i, f.

Mit vorgespannten Betonzuggliedern wird die Steifigkeit des Betons mit der Festigkeit des Spannstahls in sinnvoller und wirtschaftlicher Weise kombiniert. Der Bericht liefert eine systematische Untersuchung des Tragverhaltens vorgespannter Betonzugglieder und zeigt verschiedene Einsatzmöglichkeiten in Brückenträgern auf. Die Diskussion der in den Füllgliedern unterspannter Träger wirkenden Kräfte führt darüber hinaus zu einigen Bemerkungen zur plastischen Bemessung, insbesondere zum Duktilitätsbedarf und zu der bei der Dimensionierung erdbebenresistenter Bauten verwendeten Methode der Kapazitätsbemessung.

Pfyl, Th., und Marti, P.

Versuche an stahlfaserverstärkten Stahlbetonelementen

IBK Bericht Nr. 268, ISBN 3-7643-6663-X, Sept. 2001, 137 pp., 84 Abb., 32 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e, f.

Im Hinblick auf mögliche praktische Anwendungen von Stahlfaserbeton im konstruktiven Ingenieurbau wurden am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich insgesamt sechs Zug- und acht Biegeversuche an nur schwach bewehrten Stahlbetonbauteilen sowie drei Versuche an mindestbewehrten zweifeldrigen Plattenstreifen durchgeführt. Die zur Herstellung der Versuchskörper ausgewählten Fasergehalte beschränkten sich mit 0, 30 und 60 kg handelsüblicher Stahlfasern pro m³ Beton auf in der Praxis verarbeitbare Mengen.

Ausgehend von der Kenntnis des sehr zähen, jedoch entfestigenden, stets mit einer Lokalisierung der Verformungen verbundenen Verhaltens von Stahlfaserbeton wurde insbesondere untersucht, mit welchen Kombinationen von Stahlfasern und konventioneller Bewehrung ein verfestigendes, eine gute Risseverteilung sicherstellendes Verhalten erreicht werden kann.

Frangi, A.

Brandverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken

IBK Bericht Nr. 269, ISBN 3-7643-6681-8, Sept. 2001, 240 pp., 138 Abb., 38 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e, i.

Die Beurteilung des Feuerwiderstandes von Holz-Beton-Verbunddecken ist für deren gesicherten Einsatz in mehrgeschossigen Bauten von grosser Bedeutung. Insbesondere für die Förderung der ökologisch günstigen Holzbauweise wäre es wünschenswert, Holz-Beton-Verbundkonstruktionen in Zukunft für mehrgeschossige Wohn- und Bürobauten einsetzen zu können. Voraussetzung dazu sind jedoch gesicherte Berechnungsmodelle für den Feuerwiderstand solcher Decken.

Generell ist zu erwarten, dass sich Holz-Beton-Verbunddecken im Brandfall günstig verhalten. Da die Betondecke einen rauch- und löschwasserdichten Abschluss bildet und das Holz den Beton vor der Hitze schützt und Abplatzungen verhindert. Im Bericht werden Berechnungsverfahren zum Feuerwiderstandsnachweis und zum Tragsicherheitsnachweis unter Berücksichtigung der nachgiebigen Verbundfuge im Brandfall entwickelt und anhand umfangreicher Versuche (dargestellt im IBK Bericht 249) überprüft. Der Bericht enthält auch wertvolle Angaben zu Abbrandraten und zur Temperaturverteilung in Holzquerschnitten und Berechnungsmodelle zum Temperaturverlauf unter Normbrandeinwirkung.

Renau-Munoz, J.

The N-Directional Approach to Constitutive Laws

IBK Bericht Nr. 270, ISBN 3-7281-2833-3, Dez. 2001, 220 pp., 71 Abb., 4 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d, s.

This work proposes a consistent new approach for numerically describing non-linear material behaviour under large deformations and irreversible structural damage. The continuum is represented as a superposition of a finite number N of *uniaxial sub-continua* each of them capable of transmitting a directional stress in its direction only, like a generalised spring. If these N directions are *evenly distributed*, linear isotropic elasticity can be modelled exactly in an *almost un-coupled* way. The main assumption of the N -Directional Approach is that this un-coupling property remains valid in the non-linear large-strain case. Each directional stress component is a non-linear function of the corresponding normal strain in its direction and of the volumetric strain only.

The problem of deriving directional constitutive laws directly from the experimental data is also addressed. A basic study for non-linear cohesive composite and damage-prone materials shows the suitability of the N -Directional Approach for modelling these kinds of material. On this purpose, an N -directional formulation of large rotation, constant strain tetrahedral finite element was implemented in an explicit parallel solver system with an excellent numerical performance.

Kenel, A., und Marti, P.

Faseroptische Dehnungsmessungen an einbetonierten Bewehrungsstäben

IBK Bericht Nr. 271, ISBN 3-7281-2835-X, Jan. 2002, 93 pp., 54 Abb., 16 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e, f.

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Verformungsvermögen von Massivbautragwerken" wurden am Institut für Baustatik und Konstruktion der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich fünf Vierpunktbiegeversuche an Stahlbetonplattenstreifen mit identischen Abmessungen durchgeführt. Der Verlauf der Stahldehnungen der schlaffen Bewehrung wurde mit auf Bragg-Gittern beruhenden, faseroptischen Dehnungssensoren erfasst. Damit sollte das Verbundverhalten zwischen Bewehrung und Beton möglichst wenig beeinträchtigt werden. Ziel der Versuche war es, den Einfluss ausgewählter Parameter auf das Dehn- und Verbundverhalten von auf Biegung beanspruchten Stahlbetonbauteilen im Gebrauchs- sowohl als auch im Bruchzustand zu untersuchen.

Köppel, S.

Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Stahlbetontragwerken

IBK Bericht Nr. 272, ISBN 3-7281-2837-6, Feb. 2002, 174 pp., 63 Abb., 6 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Der Bericht untersucht die Möglichkeiten und Grenzen der Schallemissionsanalyse (SEA) zur zerstörungsfreien Prüfung von Stahlbetontragwerken. Zuerst werden die Grundlagen der SEA, aufgeteilt in die theoretischen Modelle zur Entstehung und Ausbreitung von SE im Werkstoff einerseits und die Beschreibung des Messvorgangs andererseits erörtert. Danach wird ein breites Spektrum verschiedener Möglichkeiten zur Analyse von SE beschrieben. Die Beurteilung der Verfahren in Bezug auf die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Resultate erfolgt dann anhand eigens durchgeführter SE-Versuche (IBK Bericht Nr. 259).

Insgesamt wird die SEA als vielversprechendes Verfahren zur Untersuchung von Schädigungsvorgängen in Stahlbetontragwerken beurteilt. Bis zur praktischen Anwendbarkeit ist aber noch weitere Forschung notwendig.

Lang, K.

Seismic vulnerability of existing buildings

IBK Bericht Nr. 273, ISBN 3-7281-2840-6, März 2002, 188 pp., 97 Abb., 32 Tab., A4, Zusammenfassungen: e, d.

Bachmann, H., und Lang, K.

Zur Erdbebensicherung von Mauerwerksbauten

IBK Bericht Nr. 274, ISBN 3-7281-2847-3, Mai 2002, 52 pp., 25 Abb., 9 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Zwicky, D.

Zur Tragfähigkeit stark vorgespannter Betonbalken

IBK Bericht Nr. 275, ISBN 3-7281-2870-8, Sept. 2002, 229 pp., 69 Abb., 15 Tab., A4, Zusammenfassungen: d, e.

Die Arbeit zeigt die Anwendung verfeinerter Untersuchungen auf der Basis der Plastizitätstheorie in der rechnerischen Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Betontragwerke.

Die angestellten Überlegungen werden vorwiegend auf profilierte, im Spannbett vorgefabrizierte und zusätzlich nachträglich mit Spanngliedern vorgespannte einfache Balken angewendet, unter besonderer Berücksichtigung kleiner Lagerüberstände und hoher Vorspanngrade. Vereinzelt werden Hinweise zu Durchlaufträgern gegeben. Die Überle-

gungen beschränken sich auf die deterministische Beurteilung der Tragsicherheit mittels Bruchmechanismen und Spannungsfeldern als verfeinerte Berechnungsmethoden für stark vorgespannte, minimal verbügelte Betonbalken konstanter Bauhöhe. Die angewandten Methoden werden an einem ausgewählten Tragwerk und insbesondere anhand daran durchgeführter Bruchversuche im Massstab 1:1 illustriert.

In einem Anhang wird die Planung, Durchführung und Auswertung von Bruchversuchen im Massstab 1:1 besprochen. Es wird auf die Besonderheiten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Labor- und Feldversuchen eingegangen. Es werden Angaben gemacht zu Belastungsanordnung und -vorrichtungen, Messtechnik, Versuchsdurchführung und Versuchsüberwachung sowie zur Auswertung, Darstellung, Interpretation und Nachrechnung von Versuchsdaten.

IBK Sonderdrucke

Bachmann, H.

Wenn Bauwerke schwingen – Eine lockere Betrachtung anhand von 10 Thesen

IBK Sonderdruck Nr. 0026, Feb. 2001, 12 pp., A4.
Aus Bauingenieur, No. 11/12, 2001, pp. 683-693.

Bestellung: Natalie Ammann, IBK
Tf. 01/633 3153, Fax 01/633 1064
E-Mail ammann@ibk.baug.ethz.ch

IBK Spezialpublikationen

IBK Jahresbericht 1998-2000

IBK Publikation SP-010, Okt. 2000, 96 pp., A4.

Bestellung: Renate Amatore, IBK
Tf. 01/633 3138, Fax 01/633 1064
E-Mail amatore@ibk.baug.ethz.ch

Beiträge in Fachzeitschriften und in Tagungsunterlagen

Anderheggen, E., and Renau, J.

Large-Strain Material Modelling by the N-Directional Approach

Proceedings, Fifth World Congress on Computational Mechanics (WCCM V), Vienna University of Technology, Vienna, July 7-12, 2002, 'www.wccm.tuwien.ac.at', 10 pp.

Anderheggen, E., Volkwein, A., and Grassl, H.

Computational Simulation of Highly Flexible Rockfall Protection Systems

Proceedings, Fifth World Congress on Computational Mechanics (WCCM V), Vienna University of Technology, Vienna, July 7-12, 2002, 'www.wccm.tuwien.ac.at', 10 pp.

Berset, T.

Development of a Post-Tensioning System Using Unbonded CFRP Tendons

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 1, pp. 32-37.

Engelund, S., and Faber, M.H.

Planning of Ultrasonic Inspections of Parallel Wire Cables

Proceedings, 8th ASCE Speciality Conference on probabilistic mechanics and Structural Reliability, Notre Dame, 2000.

Engelund, S., Faber, M.H., Sorensen, J.D., and Bloch, A.

Approximations in Inspection Planning

Proceedings, 8th ASCE Speciality Conference on probabilistic mechanics and Structural Reliability, Notre Dame, 2000.

Faber, M.H.

Reliability of Exceptional Structures

Special issue, *Journal on Human factors and Ergonomics in Manufacturing*.

Faber, M.H.

Reliability Based Inspection Planning of Fatigue Damaged Offshore Platforms

Proceedings, International PEP-IMP Symposium on Risk and Reliability Assessment for Offshore Structures, Mexico City, 2001.

Faber, M.H.

RBI – the Framework

Journal of Structural Engineering International, IABSE, V. 12, No. 3, 2002, pp.186-194.

- Faber, M.H.
Reliability Based Assessment of Existing Structures
Journal of Progress in Structural Engineering and Materials, John Wiley & Sons, V. 2, Issue 2.
- Faber, M.H., Engelund, S., Sorensen, J.D., and Bloch, A.
Simplified and Generic Risk Based Inspection Planning
Proceedings, OMAE 2000 conference, New Orleans, Feb. 2000.
- Faber, M.H., und Gehlen, C.
Probabilistischer Ansatz zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von bestehenden Stahlbetonbauten
Beton- und Stahlbetonbau, 97. Jahrgang, Heft 8, Aug. 2002, pp. 421-429.
- Faber, M.H., Hansen, P.F., Jepsen, F.D., and Møller, H.H.
Reliability Based Management of Marine Fouling
Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, V. 123, May 2001.
- Faber, M.H., and Melchers, R.E.
Aspects of Safety in Design and Assessment of Deteriorating Structures
Proceedings, IABSE Symposium on application of risk analysis in civil engineering, Malta, Mar. 2001.
- Faber, M.H., and Rostam, S.
Durability and Service Life of Concrete Structures – the Owners Perspective
Proceedings, IABSE Symposium on application of risk analysis in civil engineering, Malta, Mar. 2001.
- Faber, M.H., and Sorensen, J.D.
Bayesian Sampling using Condition Indicators
Proceedings, ICOSSAR, Newport Beach, 2001.
- Faber, M.H., and Sorensen, J.D.
Indicators for Assessment and Inspection Planning of concrete structures
Journal of Structural Safety, V. 24, 2002, pp. 377-396.
- Faber, M.H., Val, D.V., and Stewart, M.G.
Proof load testing for bridge assessment and upgrading
Journal of Engineering Structures, V. 22, No. 12, pp. 1677-1689.
- Fontana, M.
Brandschutzforschung im Holzbau
Tagungsunterlagen, VBSF Fachtagung 2000 Holz und Brandschutz, Lugano, 9./10. Nov. 2000, pp. 1-15.
- Fontana, M.
Das Verhalten von Stahl im Ofenversuch und in wirklichen Tragwerken
 SZS Tagung Brandschutz im Stahlbau, *Metall*, Juni 2001, pp. 10-13.
- Fontana, M.
Grundlagen des Brandschutz-Engineering
Tagungsunterlagen, Lehrgang für kantonale Brandschutz-Experten VKF, Horw, Apr. 2001, pp. 20.
- Fontana, M.
Schutzzielorientierte Brandschutzvorschriften in der Schweiz
Tagungsband, 9. Internationales Brandschutz-Symposium, München, Mai 2001, pp. 129.
- Fontana, M.
Fire Engineering of steel structures
Proceedings, NSCC 2001, 9th Nordic Steel Construction Conference, ISBN 952-9683-03-0, Helsinki, June 2001, pp. 29.
- Fontana, M., Beck, H., and Bärtschi, R.
Experimental Investigations on the behaviour of strip shear connectors with powder actuated fasteners
Tagungsunterlagen, International RILEM Symposium on Connections between Steel and Concrete, Stuttgart, 10.-12. Sept. 2001, pp. 1046-1055.
- Fontana, M., und Frangi, A.
Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken im Brandfall
Tagungsunterlagen, 9. Brandschutztagung DGfH, Würzburg, 23.-24. Okt. 2001, pp. 1-10.
- Fontana, M.
Brandschutztechnische Leistungsfähigkeit von Holzverbundkonstruktionen im Vergleich zu Massivholzkonstruktionen
Tagungsunterlagen, Österreichischer Brandschutztag, Linz, Nov. 2001, pp. 4-1 - 4-12.
- Fontana, M.
Ganzheitlicher Brandschutz im Stahl- und Verbundbau
 24. Stahlbauseminare, Die Bauakademie Biberach
 • Neu-Ulm, 22./23. Feb. 2002
 • Wien, 1./2. Mär. 2002
 pp. 3-1 - 3-27.
- Fontana, M.
Brandsichere Stahl/Beton Verbundbauten
Tagungsunterlagen, VKF Workshop Brandschutz im Stahlbau, Horw, Jan. 2002, pp.1-27.

- Fontana, M.
Mögliche Versagensarten brandbeanspruchter Stahlbetonbauten und brandschutztechnische Bemessung von Tunnelquerschnitten
Tagungsunterlagen, TFB Fachveranstaltung Tunnelbrand: Sicherheit – Bauwerkswiderstand – Instandsetzung, Wildeg, Apr. 2002, Kap. 4, pp. 1-14.
- Fontana, M.
Was ist und was kann ‚Fire Safety Engineering‘
Tagungsunterlagen, Brandschutztagung VKF, Neuenburg, Juni 2002, pp. 4.
- Fontana, M.
Holz-Beton-Verbund
Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 8-9.
- Fontana, M.
Stahlbau in Europa: der Beitrag der Schweiz
Stahlbau, Ernst & Sohn, Berlin, Aug. 2002, pp. 549-550.
- Fontana, M., und Bärtschi, R.
Verbunddecken mit neuartigen Verbundmitteln
Stahlbau, Ernst & Sohn, Berlin, Aug. 2002, pp. 605-611.
- Fontana, M., und Frangi, A.
Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken für den Brandfall
Bauingenieur, Springer Verlag, Berlin, Aug. 2002, pp. 320-327.
- Fontana, M., und Maag, T.
Statistische Untersuchungen zu Gebäudebränden
s+s report, VdS-Magazin, Feb. 2002, No.1, pp. 18-23.
- Foster, S.J., and Marti, P.
Design of reinforced concrete membranes using stress analysis
Proceedings, 17th Australasian Conference on the Mechanics of Structures (ACMSM17), Gold Coast, Australia, June 12-14, 2002, pp. 327-332.
- Foster, S.J., and Marti, P.
FE Modelling of RC Membranes Using the CMM Formulation
Proceedings, Fifth World Congress on Computational Mechanics (WCCM V), Vienna University of Technology, Vienna, July 7-12, 2002, ‘www.wccm.tuwien.ac.at’, 10 pp.
- Frangi, A., and Fontana, M.
A Design Model for the Fire Resistance of Timber-Concrete Composite Slabs
Proceedings, IABSE Conference on Innovative Wooden Structures and Bridges, Lahti, Finland, Aug. 29-31, 2001, ISBN 3-85748-1003-X, pp. 113-118.
- Fürst, A., Marti, P., and Ganz, H.R.
Bending of Stay Cables
Structural Engineering International, International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE, 2000, Feb. 2001, V. 11, No. 1, pp. 42-46.
- Goyet, J., Straub, D., and Faber, M.H.
Risk Based Inspection Planning – Methodology and Application to an Offshore Structure
Revue française de génie civil, Hermes, Paris, 2002, V. 6, No. 3, pp. 489-503.
- Goyet, J., Straub, D., and Faber, M.H.
Risk Based Approaches to Inspection Planning of FPSO's
Journal of Structural Engineering International, V. 12, No. 3, 2002, pp. 200-208.
- Grassl, H., Volkwein, A., Anderheggen, E., and Ammann, W.J.
Numerical simulation of highly flexible rockfall protection systems
Proceedings, Structures under Shock and Impact, Montreal, May 2002, pp. 143-153.
- Jaeger, T.
Shear Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Slabs
Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 1, pp. 280-286.
- Kenel, A.
Measuring Reinforcing Steel Strains Using Fibre Bragg Grating Sensors
Proceedings, 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. K. Bergmeister, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, Oct. 5-7, 2000, V. 1, pp. 177-187.
- Köhler, J., and Svensson, S.
Probabilistic Modeling of Duration of Load Effects in Timber Structures
Proceedings, International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Working Commission W18-Timber Structures CIB-W18, 34th Meeting, Kyoto, Japan, Sept. 2002.

Köhler, J.

Probabilistic Modeling of duration of Load Effects in Timber Structures by using a fracture mechanics model

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 1, pp. 317-325.

Köppel, S., and Grosse, C.

Advanced Acoustic Emission Techniques for Failure Analysis in Concrete

Proceedings, 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Rome, Oct. 2000, CD-ROM, idn231.

Kott, A., and Vogel T.

Baustatik World – An Internet-based Assistant for Structural Analysis in Civil Engineering

Proceedings, 4th International Conference on New Educational Environment, Lugano, May 8-12, 2002, Poster, pp. 14.

Krähemann, P.

Vorgespannte Holz-Beton-Verbunddecken

Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 14.

Kübler, O., and Faber, M.H.

Optimality and Acceptance Criteria in Offshore Design

Proceedings, International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Oslo, Norway, 2002.

Kübler, O., and Faber, M.H.

Optimality and Acceptance Criteria in Offshore Design

Proceedings, 21st International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, ASME, Oslo, Norway, 2002.

Kübler, O.

Design Lifetime Assessment of Civil Engineering Structures

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 1, pp. 382-390.

Lentz, A., Johnson, T.H., and Faber, M.H.

Half-Cell Potential Measurements for Condition Assessment

Proceedings, IABMAS, Barcelona, July 14-17, 2002.

Maag, T.

Personensicherheit von Holzbauten im Brandfall

Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 10.

Malioka, V.C., and Onoufriou, T.

Bridge Management and Maintenance Planning Optimisation using Genetic Algorithms

Proceedings, 1st International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS, Barcelona, July 14-17, 2002, pp. 88.

Malioka, V.C.

Bayesian Probabilities and Genetic Algorithms in Inspection and Maintenance Planning

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 14-23.

Marti, P.

Tragwerksentwurf und Normung

Festschrift zum 60. Geburtstag von Lutz Sparowitz, Institut für Betonbau, Technische Universität Graz, Graz, Dez. 2000, pp. 191-195.

Marti, P.

Betonüberdeckung der Bewehrung

Tagungsband, Fachtagung Aus- und Weiterbildung für die Praxis, 'Null-Unterhaltsstrategie bei Verkehrsbauten: Ziele und Umsetzung', Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB), No. 804551, Wildegg, 8. Mai 2001, pp. 49-54.

Marti, P.

Brückenforschung, Normung und Lehre

FBH/ASTRA 3. Studientagung 'Neues aus der Brückenforschung', *Dokumentation* SIA D 0173, Bern, 28. Mai 2002, pp. 75-78.

Marti, P., Mojsilovi}, 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., Monsch, O., und Laffranchi, M.

Schweizer Eisenbahnbrücken

Gesellschaft für Ingenieurbaukunst, vdf Hochschulverlag AG, Zürich, März 2001, Band 5, 175 pp.

Marti, P., Rubi, M., und Frey, M.

Behelfsmässiger Brückenbau in der Schweiz

Wehrtechnisches Symposium 'Militärische Brücken', Bundesakademie für Wehrverwaltung und Wehrtechnik, Mannheim, 29.-31. Okt. 2001, 12 pp. CD-ROM.

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.

Meyboom, J.

Shear Transfer in Slabs

Proceedings, 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. K. Bergmeister, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, Oct. 5-7, 2000, V. 2, pp. 321-331.

Mischler, A.

- **Übersicht über die Verbindungsarten und ihre Wirkungsweisen**
- **Die Bemessung von Stabdübel-Verbindungen**
- **Verbindungen und Verstärkungen mit axial beanspruchten Schrauben**

Tagungsband, Verbindungstechnik im Holzbau, 32. SAH-Fortbildungskurs, Lignum Zürich, Weinfelden, 15./16. Nov. 2000, pp. 27-48, 71-91, 179-186.

Mischler, A.

Neue Stahl-Holz-Verbindung mit selbstbohrenden Stabdübeln

Tagungsband, Internationales Holzbauforum, Garmisch Partenkirchen, 7./8. Dez. 2000, pp. 15.

Mischler, A.

Multiple shear steel-to-timber connections with self-drilling dowels

- *Proceedings*, IABSE-Conference on Innovative Wooden Structures and Bridges, Lahti, Finland, Aug. 29-31, 2001, ISBN 3-85748-1003-X, pp. 537-542.
- *Proceedings*, International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM), Symposium on Joints in Timber Structures, Stuttgart, Sept. 2001, ISBN 2-912143-28-4, pp. 143-152.

Mischler, A.

Selbstbohrende Stabdübel SFS-WS

Tagungsband, Kerto-Seminar, EMPA-Akademie, Dübendorf, 5./6. Sept. 2001, pp. 11.

Mischler, A.

Verstärken von Holzkonstruktionen

Tagungsband, 15. EMPA/HSR Fortbildungskurs 'Holzbau' – Erneuern, Umnutzen, Verstärken von Holzkonstruktionen, Mai 2002, Rapperswil, pp. 13.

Mischler, A.

- **Holzbauteile und Verbindungen**
- **Verbindungen mit selbstbohrenden Stabdübeln**

Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 11, 13.

Mischler, A., and Frangi, A.

Pull-out tests on glued-in rods at high temperatures

Proceedings, International Council for Research and Innovation in Building and Construction Working Commission W18 – Timber Structures, CIB-W18, 34th Meeting, Venice I, Aug. 2001, paper 34-16-3, pp. 14.

Monotti, M.

Equilibrium Solutions for Reinforced Concrete Slabs

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 56-63.

Pfyl, Th.

Behaviour of Reinforced Steel Fibre Concrete Members in Bending and Tension

Proceedings, 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. K. Bergmeister, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, Oct. 5-7, 2000, V. 2, pp. 47-55.

Schechinger, B.

Acoustic Emission Analysis for Prestressed Concrete Structures

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 217-222.

Schuppisser, B.

Brandverhalten von Holzwänden

Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 12.

Sorensen, J.D., Bloch, A., and Faber, M.H.

Simplified Approach to Inspection Planning

Proceedings, 8th ASCE Speciality Conference on probabilistic mechanics and Structural Reliability, Notre Dame, 2000.

Sorensen, J.D., and Faber, M.H.

Simplified, Generic Inspection Planning for Steel Structures

Special issue of the ASCE Journal, 2001.

Sorensen, J.D., and Faber, M.H.

Generic inspection planning for steel structures

Proceedings, ICOSSAR, Newport Beach, 2001.

Sorensen, J.D., and Faber, M.H.

Reliability Based Optimal Planning of Maintenance and Inspection

Journal of Structural Safety.

Sorensen, J.D., and Faber, M.H.

Codified Risk Based Inspection Planning

Journal of Structural Engineering International, IABSE, V. 12, No.3, 2002, pp. 195-199.

Sorensen, J. D., and Faber, M.H.

Optimal, Generic Planning of Maintenance and Inspection of Steel Bridges

Proceedings, IABMAS, Barcelona, July 14-17, 2002.

Sloth, M., Jensen, J. S., and Faber, M.H.

Bridge Management Using Bayesian Condition Indicators

Proceedings, IABMAS, Barcelona, July 14-17, 2002.

Steurer, A.

Beanspruchungsverhältnisse im Stirnplattenstoss

Festschrift Prof. Dr.-Ing. G. Valtinat, Jürgen Priebe & Ulrike Eberwien, Hamburg, 2001, ISBN 3-00-008440-1, pp. 381-394.

Steurer, A.

- **Mehrgeschossiger Holzbau: Der Standpunkt**
- **Eine andere Art des Bauens: Stärken nutzen - Schwächen kompensieren; vom Trennen und Zusammenfügen**

Buch, Tagung 'Mehrgeschossiger Holzbau', Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, 33. SAH Fortbildungskurs, Weinfelden, Lignum, Zürich, Nov. 2001, ISBN 3-906703-13-4, pp. 7-38, 217-231.

Steurer, A.

- **Zukunftsfaktor Wissen**
- **Forschung im Ingenieurholzbau**
- **Erdbebenverhalten von Holzwänden**
- **Holzbau – Industrielles Bauen**

Bulletin Holzforschung Schweiz, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, Dübendorf, 10. Jahrgang, Heft 1, Juni 2002, pp. 1, 6-7, 15, 16-17.

Straub, D., and Faber, M.H.

Generic Risk Based Inspection Planning for Components Subject to Corrosion

Proceedings, ESRA Workshop on Risk Based Inspection Planning, Zürich, 2000, pp.129-138.

Straub, D., and Faber, M.H.

System effects in Generic Risk Based Inspection Planning

Proceedings, International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Oslo, 2002.

Straub, D., and Faber, M.H.

On the Relation between Inspection Quality and Quantity

Proceedings, European-American Workshop on Reliability of NDE, Berlin, 2002.

Straub, D.

Probabilistic Modeling of Non-Destructive Testing of Steel Structures

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 311-320.

Thoma, K.

Prestressed Concrete Tension Members: Stochastic Simulation

Sonderpublikation, 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Bauingenieur, Technische Universität München, Universität der Bundeswehr München, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, Sept. 19-21, 2002, V. 2, pp. 348-354.

Ulaga, T.

Analytical Analysis of Simply Supported and Continuous Beams Strengthened with CFRP Laminates

Proceedings, 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. K. Bergmeister, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, Oct. 5-7, 2000, V. 1, pp. 19-28.

- Ulaga, T.
Zum Biegeverhalten CFK-verstärkter Stahlbetonträger
Beton- und Stahlbetonbau, 96. Jahrgang, Heft 4, Apr. 2001, pp. 337.
- Ulaga, T., and Meier, U.
Long-term Behaviour of CFRP-laminate-strengthened Concrete Beams at Elevated Temperatures
Proceedings, FRPRCS-5 Conference, Cambridge, July, 2001, V. 1, pp. 147-155.
- Ulaga, T., und Meier, U.
Kohlenstoffaserverstärkte thermoplastische Lamellen für die Verstärkung von Betontragwerken
EMPA Bericht Nr. 260, Zürich, März 2002, 112 pp.
- Ulaga, T., Vogel, T., and Meier, U.
The Premature Failure of CFRP Laminate-Strengthened Concrete Structures: Experimental and Theoretical findings, and Conclusions for Dimensioning
Proceedings and CD-ROM, 1. International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, July 14-17, 2002, pp. 271-272.
- Vogel, T.
Building and maintaining bridges in Switzerland
Proceedings, Brobyggardagen 2001, Göteborg, Sweden, Jan. 29, 2001,
- Vogel, T.
Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch – Erste Ergebnisse eines Forschungsprojektes an der ETH Zürich
tec21, Heft 24, 15. Juni 2001, pp. 19-24.
- Vogel, T.
Der Experte als Bindeglied zwischen Hochschule und Praxis
tec21, Heft 31/32, 7. Aug. 2001, pp. 9-12.
- Vogel, T.
Condition Assessment of Concrete Bridges during Demolition
Proceedings and CD-ROM, fib-Symposium 'Concrete and the Environment', Berlin, Oct. 3-5, 2001, pp. 133-134.
- Vogel, T.
Praktische ZfP-Anwendungen – Chancen und Grenzen
CD-ROM, Fachtagung 'Bauwerksdiagnose – Praktische Anwendungen Zerstörungsfreier Prüfungen', Leipzig, 25./26. Okt. 2001, pp. 1-11.
- Vogel, T.
Vornorm SIA 166 Klebebewehrung
Tagungsunterlagen, Kolloquium 'Geklebte und vorgespannte CFK-Lamellenbewehrungen', ETH Zürich, 27. Nov. 2001, pp. 1-7.
- Vogel, T.
Deliberate Replacement of a Tendon of an Externally Post-Tensioned Bridge
Proceedings and CD-ROM, 1. International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, July 14-17, 2002, pp. 359-360.
- Vogel, T., Böhni, H., and Girmscheid, G.
Conservation of Highway bridges
Annual Report 2000, Department of Civil, Environmental and Geomatics Engineering, pp. 6-8.
- Vogel, T., and Ulaga, T.
Strengthening of a Concrete Bridge and Loading to Failure
Structural Engineering International, V. 12, Nr. 2, May 2002, pp. 105-110.
- Zwicky, D.
Structural Evaluation of 30-year-old Prestressed Concrete Girders
Proceedings, 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Ed. K. Bergmeister, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, Oct. 5-7, 2000, V. 2, pp. 343-354.
- Zwicky, D.
Schubwiderstand minimal verbügelter Balken
Beton- und Stahlbetonbau, 96. Jahrgang, Heft 4, Apr. 2001, pp. 342.
- Zwicky, D., and Vogel, T.
A Concept for checking structural safety of existing girder bridges and comparison with full scale tests
Proceedings and CD-ROM, 1. International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, July 14-17, 2002, pp. 455-456.
- Zwicky, D., and Vogel, T.
Checking the Limit State of Existing T-Beam Girder Bridges
Proceedings, 6th International Conference on Short & Medium Span Bridges SMSB VI, Vancouver, BC, July 31, - Aug. 2, 2002, V. II, pp. 691-698.

Vorträge von Institutsanhörigen

Anderheggen, E.

Constitutive Material Laws by the N-Directional Approach

Università di Trento, Trento, 27.3.2001.

Anderheggen, E.

The N-Directional Approach to Constitutive Laws

Politecnico di Milano, Mailand, 10.12.2001.

Bärtschi, R.

Experimental Investigations on the behaviour of strip shear connectors with powder actuated fasteners

International RILEM Symposium on Connections between Steel and Concrete, Stuttgart, 09.2001.

Berset, T.

Development of a Post-Tensioning System Using Unbonded CFRP Tendons

4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.

Faber, M.H.

Simplified Approach to Inspection Planning

8th ASCE Speciality Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, University of Notre Dame, 21.7.2000.

Faber, M.H.

Planning of Ultra Sonic Inspections of Parallel Wire Cables

8th ASCE Speciality Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, University of Notre Dame, 21.7.2000.

Faber, M.H.

Risk Based Inspection and Maintenance Planning

Invited Lecture at the Czech Academy of Sciences, Prague, 30.9.2000.

Faber, M.H.

Risk Based Inspection Planning - the Framework

International Workshop on Risk Based Inspection Planning, Zurich, 12.2000.

Faber, M.H.

Indicators for Assessment and Inspection

International Workshop on Risk Based Inspection Planning, Zurich, 12.2000.

Faber, M.H.

Risiko und Sicherheit – Entscheidungsfindung unter der Berücksichtigung von Unschärfen

Antrittsvorlesung, ETH Zürich, 10.1.2001.

Faber, M.H.

- **Aspects of Safety in Design and Assessment of Deteriorating Structures**
- **Durability and Service Life of Concrete Structures – The Owners Perspective**
- **Short Course on Risk and Reliability in Civil Engineering**

IABSE Conference on Safety, Risk and Reliability – Trends in Engineering, Malta, 03.2001.

Faber, M.H.

Gefahrenidentifikation, System und Risikoanalyse

Vorlesungen im Rahmen des Nachdiplomkurses "Risiko und Sicherheit", Modul G2, 31.1.2001.

Faber, M.H.

Statistik und Anwendungen

Vorlesungen im Rahmen des Nachdiplomkurses "Risiko und Sicherheit", Modul G4, 7.4.2001.

Faber, M.H.

Principles of Structural Reliability

Workshop COST Action E24 COIMBRA, Portugal, 05.2001.

Faber, M.H.

Introduction to Offshore Engineering

9. Semester, ETH Höggerberg, 18.5.2001.

Faber, M.H.

Reliability of Exceptional Structures

World Congress on Safety of Technical Systems, Saarbrücken, 09.2001.

Faber, M.H.

Risk Based Inspection Planning

Course to Petrobras, Rio de Janeiro, 10.2001.

Faber, M.H.

Reliability Based Inspection Planning of Fatigue Damaged Offshore Platforms

Risk Symposium IMP/Pemex, 12.2001.

Faber, M.H.

Sicherheit in der Konstruktion

Vorlesungen im Rahmen des Nachdiplomkurses "Risiko und Sicherheit", Modul V3, 01.2002.

Faber, M.H.

Reliability Based Code Calibration

JCSS Workshop on Reliability Based Code Calibration, ETH Zürich, 03.2002.

Faber, M.H.

Timber Strength Grading in Code Calibration

Workshop COST Action E24, Como, Italy, 04.2002.

Faber, M.H.

Aspekte der Risikobasierten Instandhaltung

Euroforum, Risk Based Maintenance, Bad Homburg, 05.2002.

- Faber, M.H.
Risiko-Bewertung im Bauwesen – Fortschritte und Ausblicke
 Kolloquium Baustatik und Konstruktion, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Höggerberg, 2.7.2002.
- Faber, M.H.
Condition Indicators for Inspection Planning of Concrete Structures
 First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS, Barcelona, 07.2002.
- Fontana, M.
Das globale Brandsicherheitskonzept
 Deutscher Stahlbautag, Bauen mit Stahl DSTV, Stuttgart, 19.10.2000.
- Fontana, M.
Brandschutzforschung im Holzbau
 VBSF Fachtagung 2000 Holz und Brandschutz, Lugano, 10.11.2000.
- Fontana, M.
Resultate der Brandversuche an Modulhotels
 VKF Direktorenkonferenz, Bern, 24.1.2001.
- Fontana, M.
Die Cardington-Versuche und das Gestalten mit unverkleidetem Stahl
 SZS Informationstagung Brandschutz im Stahlbau, ETH Zürich, 28.3.2001.
- Fontana, M.
Grundlagen des Brandschutz-Engineering
 Lehrgang für kantonale Brandschutz-Experten VKF, Horw, 4.4.2001.
- Fontana, M.
Aktuelle Brandversuche
 Seminar Brandschutz im mehrgeschossigen Holzbau, SH-Holz, Biel, 16.5.2001.
- Fontana, M.
Schutzzielorientierte Brandschutzvorschriften in der Schweiz
 9th International Fire Protection Symposium, München, 25.5.2001.
- Fontana, M.
Fire Engineering of steel structures
 NSCC 2001, 9th Nordic Steel Construction Conference, Helsinki, 19.6.2001.
- Fontana, M.
A Design Model for the Fire Resistance of Timber-Concrete Composite Slabs
 IABSE Conference on Innovative Wooden Structures and Bridges, Lahti, Finland, 08.2001.
- Fontana, M.
Brandverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken
 9. Brandschutztagung DGfH, Würzburg, 23.10.2001.
- Fontana, M.
Brandschutztechnische Leistungsfähigkeit von Holzverbundkonstruktionen im Vergleich zu Massivholzkonstruktionen
 Österreichischer Brandschutztag, Linz, 7.11.2001.
- Fontana, M.
Brandsichere Stahl/Beton Verbundbauten
 VKF Workshop Brandschutz im Stahlbau, Horw, 30.1.2002; 5.2.2002.
- Fontana, M.
Ganzheitlicher Brandschutz im Stahl- und Verbundbau
 24. Stahlbauseminare, Die Bauakademie Biberach
 • Neu-Ulm, 22.2.2002
 • Wien, 1.3.2002.
- Fontana, M.
Resistance and deformation behaviour of truss joints using thin walled pentagon cross-sections
 IABSE Working Commission 2, Universität Stuttgart, 22.3.2002.
- Fontana, M.
Mögliche Versagensarten brandbeanspruchter Stahlbetonbauten und brandschutztechnische Bemessung von Tunnelquerschnitten
 TFB Fachveranstaltung Tunnelbrand: Sicherheit – Bauwerkswiderstand – Instandsetzung, Wildeg, 23.4.2002.
- Fontana, M.
Was ist und was kann ‚Fire Safety Engineering‘
 Brandschutztagung VKF, Neuenburg, 4.6.2002.
- Fontana, M.
Holz-Beton-Verbund
 Statusseminar SAH, ETH Zürich, 12.6.2002.
- Glanzer, G.
Ein neues Verfahren zur elastoplastischen Bemessung und Analyse von Stahlbetonplatten
 Baumesse, Bozen, 19.2.2001.
- Jaeger, T.
Shear Strength and Deformation Capacity of Reinforced Concrete Slabs
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.

- Kenel, A.
Measuring Reinforcing Steel Strains Using Fibre Bragg Grating Sensors
 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, 6.10.2000.
- Kenel, A.
Faseroptische Stahldehnungsmessungen an Stahlbetonbiegeträgern
 Abt. für Ingenieurstrukturen, EMPA Dübendorf, 4.12.2001.
- Kenel, A.
Steel Strain Measurements Using Fiber Bragg Grating Sensors
 IMAC, EPF Lausanne, 2.7.2002.
- Köhler, J.
Probabilistic Modelling of Timber Material Properties
 Workshop of the COST action E24 'Reliability of Timber Structures', Copenhagen, Denmark, 10.2001.
- Köhler, J.
Timber Strength Grading in Code Calibration
 3rd World Conference on Structural Control, Como, Italy, 11.4.2002.
- Köhler, J.
Probabilistic Modeling of Duration of Load Effects in Timber Structures by Using a Fracture Mechanics Model
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 19.9.2002.
- Kott, A.
Remaining structural capacity of broken laminated safety glass
 COST Aktion C 13, Working Group 3, Lausanne, 12.9.2002.
- Krähemann, P.
Vorgespannte Holz-Beton-Verbunddecken
 Statusseminar SAH, ETH Zürich, 12.6.2002.
- Kübler, O.
Optimality and Acceptance Criteria in Offshore Design
 21st International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Oslo, Norway, 06.2002.
- Kübler, O.
Design Lifetime Assessment of Civil Engineering Structures
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 19.9.2002.
- Maag, T.
Zur Brandsicherheit von Holzbauten – Ein risikobasierter Ansatz zur Personensicherheit
 Statusseminar SAH, ETH Zürich, 12.6.2002.
- Malioka, V.C.
Bridge Management and Maintenance Planning Optimisation using Genetic Algorithms
 1st International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS Barcelona, 17.7.2002.
- Malioka, V.C.
Bayesian Probabilities and Genetic Algorithms in Inspection and Maintenance Planning
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.
- Marti, P.
Maillarts Einfluss auf den Betonbau
 Fachhochschule Biberach, Biberach, 25.10.2000.
- Marti, P.
Ansprache des Präsidenten der Konferenz der Dozenten
 ETH-Tag 2000, ETH Zürich, 18.11.2000.
- Marti, P.
Developing the New Swiss Codes
 IABSE Conference 'Safety, Risk and Reliability', Malta, 18.3.2001.
- Marti, P.
Betonüberdeckung der Bewehrung
 Fachtagung Aus- und Weiterbildung für die Praxis, 'Null-Unterhaltsstrategie bei Verkehrsbauten: Ziele und Umsetzung', Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB), No. 804551, Wildeggen, 8.5.2001.
- Marti, P.
Developing the New Swiss Codes
 fib Council and Steering Committee Meeting, Patras, 20.4.2001.
- Marti, P.
A Simple, Consistent Approach to Structural Concrete
 23. Fachsymposium, Slowenischer Verein der Baukonstrukteure, Bled, 18.10.2001.
- Marti, P.
Behelfsmässiger Brückenbau in der Schweiz
 Wehrtechnisches Symposium 'Militärische Brücken', Bundesakademie für Wehrverwaltung und Wehrtechnik, Mannheim, 31.10.2001.
- Marti, P.
Eisenbahnbrücken
 Eröffnung der Ausstellung 'Schweizer Eisenbahnbrücken', ETH-Zentrum, Zürich, 6.11.2001.

Marti, P.

Entwicklung des Eisenbahnbrückenbaues

Eröffnung der Ausstellung 'Schweizer Eisenbahnbrücken', Hochschule für Technik Rapperswil, Rapperswil, 11.4.2002.

Marti, P.

Brückenforschung, Normung und Lehre

FBH/ASTRA Studientagung 'Neues aus der Brückenforschung', Bern, 28.5.2002.

Meyboom, J.

Shear Transfer in Slabs

3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, 7.10.2000.

Mischler, A.

- **Übersicht über die Verbindungsarten und ihre Wirkungsweisen**
- **Die Bemessung von Stabdübel-Verbindungen**
- **Verbindungen und Verstärkungen mit axial beanspruchten Schrauben**

32. SAH-Fortbildungskurs, Verbindungstechnik im Holzbau, Lignum Zürich, Weinfelden, 15./16.11.2000.

Mischler, A.

Neue Stahl-Holz-Verbindung mit selbstbohrenden Stabdübeln

Internationales Holzbauforum, Garmisch Partenkirchen, 7.12.2000.

Mischler, A.

Multiple shear steel-to-timber connections with self-drilling dowels

IABSE-Conference on Innovative Wooden Structures and Bridges, Lahti, Finland, 31.8.2001.

Mischler, A.

Selbstbohrende Stabdübel SFS-WS

Kerto-Seminar, EMPA-Akademie, Dübendorf, 09.2001.

Mischler, A.

Multiple shear steel-to-timber connections with self-drilling dowels

Symposium on Joints in Timber Structures, International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM), Stuttgart, 13.9.2001.

Mischler, A.

Verstärken von Holzkonstruktionen

15. EMPA/HSR Fortbildungskurs 'Holzbau' – Erneuern, Umnutzen, Verstärken von Holzkonstruktionen, Rapperswil, 23.5.2002.

Mischler, A.

- **Holzbauteile und Verbindungen**
- **Verbindungen mit selbstbohrenden Stabdübeln**

Statusseminar der SAH, Kompetenz-Zentrum Holz des ETH-Bereichs und Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung (SAH), Zürich, 12.6.2002.

Mischler, A.

Pull-out tests on glued-in rods at high temperatures

International Council for Research and Innovation in Building and Construction Working Commission W18 - Timber Structures, CIB-W18, 34th Meeting, Venice I, 23.8.2001.

Mojsilovi}, N.

Post-Tensioned Masonry – Swiss Experience

Vancouver Structural Engineers Group, Canada, 21.6.2001.

Mojsilovi}, N.

Masonry Subjected to Combined Actions

- University of Toronto, Canada, 20.6.2001
- University of British Columbia, Vancouver, Canada, 25.6.2001
- University of California at Berkeley, 28.6.2001
- University of Illinois, Urbana-Champaign, 28.8.2001
- Northwestern University, Evanston, 29.8.2001
- Portland Cement Association, Skokie IL, 30.8.2001
- VSL International, Singapore, 10.10.2001
- VSL International, Sydney, Australia, 16.10.2001
- University of New South Wales, Sydney, Australia, 17.10.2001
- University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, 23.10.2001
- Curtin University of Technology, Perth, Australia, 2.11.2001.

Mojsilovi}, N.

Masonry Research at ETH Zurich

University of Newcastle, Australia, 25.10.2001.

Monotti, M.

Equilibrium Solutions for Reinforced Concrete Slabs

4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 19.9.2002.

Monsch, O.

Eisenbahnbrücken – Konstruktion, Gestaltung
Geschichte der Bautechnik in Fallstudien, Diplomwahlfach, 5. Zyklus, SS 2001, Departement Architektur, ETH Höggerberg, 6.10.2001.

Pedrozzi, P.

Entwicklung eines Programms für den Entwurf und Bau von Schrägseilbrücken als Beispiel einer Forschungstätigkeit

Maturandentage ETH, 11./12.9.2001.

Pfyll, Th.

Behaviour of Reinforced Steel Fibre Concrete Members in Bending and Tension

3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, 5.10.2000.

Renau, J.

Large-Strain Material Modelling by the N-Directional Approach

Fifth World Congress on Computational Mechanics, Vienna, 11.7.2002.

Schechinger, B.

Schallemissionsanalyse zur Zustandserfassung von Betontragwerken

Fachausschuss Schallemissionsprüfverfahren der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung, Zürich, 20.3.2002.

Schechinger, B.

Schallemissionsanalyse zur Zustandserfassung von Betontragwerken

Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren, Aussenstelle, Dresden, 16.4.2002.

Schechinger, B.

Acoustic Emission Analysis for Prestressed Concrete Structures

4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.

Steurer, A.

Swisscode 5 – SIA 164; Normen – Der normale Wahnsinn?

Fachseminar, Schwyzer Arbeitsgemeinschaft für das Holz, Einsiedeln, 26.4.2001.

Steurer, A.

Eine Schweizer Entwicklung setzt internationale Massstäbe (Un nuovo sviluppo di costruzione in legno, si impone a livello internazionale)

Holzfachtagung, Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio – Steko Italia, Schlanders, Meran, 27.6.2001.

Steurer, A.

Schweizer Ingenieurholzbau

Weiterbildungsveranstaltung, Glarner Architekturforum, Hänggerturm, Ennenda, 27.9.2001.

Steurer, A.

Wissenschaftliche Arbeiten zu einem industriellen Produkt

Internationales Steko-Seminar, ETH Höggerberg, Zürich, 19.10.2001.

Steurer, A.

- **Mehrgeschossiger Holzbau: Der Standpunkt**
- **Höher – leichter – weiter; Besser – einfacher – intelligenter**
- **Eine andere Art des Bauens: Stärken nutzen - Schwächen kompensieren; vom Trennen und Zusammenfügen**

33. Fortbildungskurs der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, Weinfelden, 21./22.11.2001.

Steurer, A.

Reciprocal Frame

Seminar Hochschule für Technik, Wirtschaft und Verwaltung Zürich zusammen mit The Chinese University of Hong Kong, Department of Architecture, Saalfelden, Österreich, 5.12.2001.

Steurer, A.

Schweizer Ingenieurholzbau, Herkunft und Zukunft

Architektur Forum Ostschweiz, St. Gallen, 4.3.2002.

Steurer, A.

Die Schraube in der Forschung und Anwendung

21. Steinfurter Stahlbau-Seminar, Deutscher Stahlbau-Verband und Fachhochschule Münster, Rheine, 5.6.2002.

Steurer, A.

- **Forschung im Ingenieurholzbau**
- **Erdbebenverhalten von Holzwänden**

Statusseminar der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, ETH Zürich, 12.6.2002.

Stoffel, M.

Modeling snow slab release using a visco-elastic constitutive model and weak layers

European Geophysical Society (EGS XXVII), Nizza, 26.4.2002.

Straub, D.

Generic Risk Based Inspection Planning for Components Subject to Corrosion

ESRA Workshop on Risk Based Inspection Planning, Zürich, 15.12.2000.

Straub, D.

Unified Approach to Risk Based Inspection Planning for Offshore Production Facilities

20th Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference, Rio de Janeiro, 5.6.2001.

- Straub, D.
Introduction to Risk Based Inspection Planning
 Comité de projet 'RBI-FPSO', Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Brest, 17.12.2001.
- Straub, D.
System Effects in Generic Risk Based Inspection Planning
 21st Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference, Oslo, 25.6.2002.
- Straub, D.
On the Relation between Inspection Quality and Quantity
 European-American Workshop on Reliability of Non-Destructive Evaluation, Berlin, 13.9.2002.
- Straub, D.
Probabilistic Modeling of Non-Destructive Testing of Steel Structures
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.
- Thoma, K.
Prestressed Concrete Tension Members: Stochastic Simulation
 4th International Ph.D. Symposium in Civil Engineering, Technische Universität München, Munich, 20.9.2002.
- Uлага, T.
Analytical Analysis of Simply Supported and Continuous Beams Strengthened with CFRP Laminates
 3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, 5.10.2000.
- Uлага, T.
Post-Strengthening with Thermoplastic CFRP Strips: Development and Testing of a New Composite Material
 - Swiss-Nordic Workshop, EMPA Dübendorf, 24.11.2000
 - Besuch einer Delegation von Sika Italy, EMPA Dübendorf, 4.12.2000.
- Uлага, T.
Long-term Behaviour of CFRP-laminate-strengthened Concrete Beams at Elevated Temperatures
 FRPRCS-5 Conference, July 16-18, 2001, Cambridge, 17.7.2001.
- Uлага, T.
The Premature Failure of CFRP Laminate-Strengthened Concrete Structures: Experimental and Theoretical findings, and Conclusions for Dimensioning
 1st International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, 16.7.2002.
- Vogel, T.
Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch -Information über das Forschungsprojekt ZEBRA
 Tagung der Brückeningenieur der Strassenverwaltungen, Bundesamt für Strassen, Neuchâtel, 2.11.2000.
- Vogel, T.
Building and maintaining bridges in Switzerland. A common task of owners, engineers and technical universities
 Brobyggardagen Bridge Builder's Day 2001, Göteborg, Sweden, 29.1.2001.
- Vogel, T.
Studiengang Bauingenieurwissenschaften
 - Tag der offenen Tür D-BAUG, Zürich, 12.05.2001
 - Informationstage für Maturandinnen und Maturanden, ETH Zürich, 11/12.9.2001
 - Berufsberatung Kanton Luzern, Luzern, 27.11.2001.
- Vogel, T.
Faszination des Brückenbaus
 ERFA-Vereinigung KONTAKT, Zürich, 11.7.2001.
- Vogel, T.
Condition Assessment of Concrete Bridges during Demolition
 fib-Symposium Concrete and the Environment, Berlin, 5.10.2001.
- Vogel, T.
Praktische ZfP-Anwendungen – Chancen und Grenzen
 Fachtagung 'Bauwerksdiagnose – Praktische Anwendungen Zerstörungsfreier Prüfungen', Leipzig, 26.10.2001.
- Vogel, T.
Vornorm SIA 166 Klebebewehrung
 Kolloquium 'Geklebte und vorgespannte CFK-Lamellenbewehrung', ETH Zürich, 27.11.2001.
- Vogel, T.
Zustandserfassung von Brücken bei deren Abbruch (ZEBRA)
 Fachausschuss Schallemissionsprüfverfahren der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung, Zürich, 20.3.2002.

Vogel, T.

Die Hochschulversammlung

Forum Zentrale Organe (FORZA) der ETH Zürich, Zürich, 6.5.2002.

Vogel, T.

Modellierung im Brückenbau

Schweizerischer Tag für Mathematik und Unterricht, Sarnen, 15.5.2002.

Vogel, T.

Deliberate Replacement of a Tendon of an Externally Post-Tensioned Bridge

1st International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, 15.7.2002.

Volkwein, A.

Numerische Simulation von Steinschlagschutznetzen

- 3rd CENAT-PhD Students' Meeting, Lausanne, 24.9.2000
- Kundentagung Geobruigg, Walenstadt, 13.6.2001
- Maturandentage ETH, 10./11.9.2002.

Volkwein, A.

Numerical/computational simulation of highly flexible rockfall protection systems

- Annual Meeting Geobruigg, Bad Ragaz, 20.6.2001
- Structures under Shock and Impact, Montreal, 29.5.2002
- Fifth World Congress on Computational Mechanics, Vienna, 11.7.2002.

Zwicky, D.

Structural Evaluation of 30-year-old Prestressed Concrete Girders

3rd International PhD Symposium in Civil Engineering, Institute of Structural Engineering, University of Agricultural Sciences, Vienna, 7.10.2000.

Zwicky, D.

A Concept for checking structural safety of existing girder bridges and comparison with full scale tests

1st International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS'02, Barcelona, 16.7.2002.

Zwicky, D.

Checking the Limit State of Existing T-Beam Girder Bridges

6th International Conference on Short & Medium Span Bridges SMSB VI, Vancouver BC, 1.8.2002.

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
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DGZfP	Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V.
FBH	Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau des SIA
fib	fédération internationale du béton
IVBH	Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau
RILEM	Réunion internationale des laboratoires d'essais et de recherche sur les matériaux et les constructions
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SZS	Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau

Amatore, R.

- Mitglied der Personalkommission des Stabs des Departements Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG)
- Vertreterin des admin./techn. Personals in der Departementskonferenz des Departements Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG)
- Mitglied der Gleichstellungskommission der ETH Zürich
- Präsidentin des Administrativen Forums (AMFOR) der ETH Zürich

Anderheggen, E.

- Mitglied des Deutschen Arbeitskreises für Bauinformatik
- Mitglied der Fachgruppe *Mechanik und Industrie*
- Mitglied des Scientific Advisory Board der International Association for Computational Mechanics (IACM)

Bargähr, R.

- Sekretär der Kommission SIA 160 *Einwirkungen auf Tragwerke*

Bärtschi, R.

- Sekretär der Kommission SIA 163 *Verbundbau*

Faber, M.H.

- 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 Berichtersteller 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 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*

Fontana, M.

- Vize-Präsident der Kommission *Eidgenössische Bauprodukte*, Eidg. Finanzdepartement
- Präsident der Kommission SIA 163 *Verbundbau*
- Mitglied der Kommission *Tragwerksnormen* (KTN) des SIA
- Mitglied der Kommission SIA 161 *Stahlbauten*
- Mitglied der Kommission SIA 183 *Brandschutz*
- Nationaler Vertreter der Schweiz im CEN TC 250/SC 4 Eurocode 4 *Design of composite structures*
- Mitglied des Projektteams für die Eurocodes:
 - TC 250/SC 3/PT 1.2 Eurocode 3 *Design of steel structures – Part 1-2: Structural fire design*
 - TC 250/SC 5/PT 1.2 Eurocode 5 *Design of timber structures Part 1-2: Structural fire design*
- Mitglied der European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) TC 3 Technical Committee 3 *Fire safety of steel structures*
- Mitglied der Jury *Sicherheitspreis* des Schweizerischen Vereins von Brandschutz- und Sicherheitsfachleuten (VBSF)
- Präsident der Projektgruppe *Brandschutz* der SZS

- Mitglied der IVBH:
 - WC II *Steel and Timber Structures*
 - Publications Committee SEI (bis 2001)
 - Scientific Committee Lahti 2001
- Mitglied des Kompetenz-Zentrums Holz
- Mitglied Steuerungsausschuss und Experte im *Programm Holz 21*, BUWAL, Eidg. Forstdirektion
- Head of Peer-Leader Swiss Peer-Review, Bundesamt für Bildung und Technologie (2001)
- Mitglied der technischen Kommission der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF)
- Vice-Chairman der International Association of Fire Safety Science (IAFSS)

Frangi, A.

- Sekretär der Kommission SIA 163 *Verbundbau* (bis 2001)

Kenel, A.

- Sachbearbeiter der Arbeitsgruppe SIA 162-5 *Betonstahl* der Kommission SIA 162 *Betonbauten*
- Sachbearbeiter der Arbeitsgruppe Norm SIA 262 (Swisscode 2)
- Mitglied der fib Task Group 9-7 *Reinforcing Steels and Materials*

Köppel, S.

- Mitglied des Fachausschusses *Schallemissionsprüfverfahren* der DGZfP
- Gastmitglied des Fachausschusses für zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen der DGZfP

Marti, P.

- Präsident der Konferenz der Dozenten der ETH Zürich
- Delegierter des Präsidenten für Professorenwahlen, 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 Vorstandes der FBH
- Chairman der fib Commission 4 *Modelling of Structural Behaviour and Design*
- Mitglied des Stiftungsrates der Holderbank-Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Fortbildung
- Mitglied des Stiftungsrates der Stiftung Hänggigturm Ennenda
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Zeitschrift *Beton- und Stahlbetonbau*

Mischler, A.

- Mitglied der Kommission SIA 164 *Holzbau*
- Mitglied der Working Commission W18 *Timber Structures* des International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)

Mojsilovi, N.

- Mitglied der Kommission SIA 177/178 *Mauerwerk*
- Swiss National Technical Contact der Europäischen Normenkommission TC250/SC6 *Mauerwerk*
- Mitglied der Working Commission W23 *Wall Structures* des International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)

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 DGZfP

Steurer, A.

- Mitglied der Jury *Europäischer Holzleimbaupreis*
- Mitglied der Redaktionskommission *Kompetenz-Zentrum Holz, Holzforschung Schweiz*
- Mitglied des Vorstandes der *Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung*
- Mitglied der Technischen Kommission *Stahlbau Zentrum Schweiz*
- Präsident der Fachschaft *Bauingenieurwesen* der Vereinigung der Fachvorstände der Bauabteilungen der Schweizerischen Fachhochschulen

Ulaga, T.

- Mitglied der Arbeitsgruppe SIA 162-8 *Klebebewehrungen*

Vogel, T.

- Studiendelegierter *Bauingenieurwissenschaften* im D-BAUG (bis 30.09.2001)
- Mitglied der Unterrichtskommission D-BAUG (bis 30.09.2001)
- Mitglied der Kontaktgruppe ETH-Maturitätsschulen und Projektleiter deren Arbeitsgruppe *Maturaarbeiten*
- Präsident der Hochschulversammlung der ETH Zürich
- Mitglied der Arbeitsgruppe *Revision ETH-Gesetz* der ETH Zürich
- Mitglied der Kommission *Tragwerksnormen* (KTN) des SIA
- Präsident der Kommission SIA 160 *Einwirkungen auf Tragwerke*
- Mitglied der Arbeitsgruppe SIA 162-4 *Beton*
- Vorsitzender der Arbeitsgruppe SIA 162-8 *Klebebewehrungen*
- Mitglied der Kommission SIA 179 *Befestigungstechnik*
- 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*
- Gastmitglied des Arbeitsausschusses *Schützen, Instandsetzen und Verstärken* des DAfStb
- Chairman der Working Commission 1 *Structural Performance, Safety and Analysis* der IVBH
- Mitglied der WG 3 *Condition assessment* der COST-Action 345 *Assessment Procedures for Highway Structures*
- Mitglied des TC *Non-destructive Evaluation of Concrete Structures* von RILEM
- Mitglied des Fachausschusses *Schallemissionsprüfverfahren* der DGZfP
- Vertreter der Schweizerischen Hochschulen im Stiftungsrat der *Stiftung der Schweizer Register*
- Mitglied des Fachausschusses *Bauingenieurwesen* der Hochschule Rapperswil
- Mitglied der Jury *Ponte sul fiume Ticino Giubiasco-Sementina* im Kanton Tessin
- Mitglied der Jury *Erweiterung Kunstmuseum St. Gallen*
- Mitglied des Beurteilungsgremiums *Erweiterung Hochschule Wädenswil, Auswahl Bauingenieur*
- Mitglied der Jury *Kehrichtverbrennungsanlage Giubiasco* im Kanton Tessin