

## Editorial



Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Das Jahr 2008 hat für unsere Fakultät eine besondere Bedeutung. Seit 1968 Jahren gibt es eine Bauingenieur-ausbildung an der Ruhr-Universität. Aus kleinen Anfängen in der gemeinsamen Abteilung für Maschinenbau und Konstruktiven Ingenieur-

bau hat sich in den letzten vier Jahrzehnten ein attraktiver Lehr- und Forschungsbereich entwickelt, der nicht nur die gesamte Breite des Bauingenieurwesens abdeckt, sondern sich auch mit vielen Aspekten des Umweltingenieurwesens befasst, wie dies mit unserem neuen Namen „Bau- und Umweltingenieurwissenschaften“ verdeutlicht wird. Nicht zuletzt Dank dieser Breite zählen wir heute zu den drei drittmittelstärksten Einheiten unserer Universität. In der Ausbildung bieten wir neben dem Bachelor-/Master-Programm im Bauingenieurwesen gemeinsam mit der Fakultät für Maschinenbau den Studiengang „Umweltechnik und Ressourcenmanagement“ an. Der neue Name gibt damit der Inhalt unserer Tätigkeit besser wieder als dies durch die bisherige Bezeichnung „Bauingenieurwesen“ der Fall war. Mit dem Plural „Wissenschaften“ betonen wir die Vielfalt unserer Forschung, die auch in diesem Newsletter wieder deutlich wird. Das die Fakultät besonders forschungsorientiert ist, wurde auch im Februar deutlich. Zum zehnten Mal wurde eine herausragende Persönlichkeit mit dem Ehrendokortitel geehrt. Ein Ehrendoktor wird durch unsere Fakultät an geeignete Persönlichkeiten für allgemeine oder unmittelbare Verdienste um die Fakultät verliehen. Mit der Ehrung von Professor Schuëller aus Innsbruck wurde ein Wissenschaftler ausgezeichnet, der sich besonders in den Paradigmenwechsel der strukturmechanischen Modellierung eingebracht hat, bei dem probabilistische Ansätze, d.h. Unschärfen und Ungewissheiten, verstärkt berücksichtigt werden. Professor Schuëller hat einen großen Beitrag zur Bildung einer Bochumer Schule im Bereich der stochastischen Tragwerksplanung geleistet. Heute ist die Berücksichtigung derartiger Unschärfen nicht mehr aus unserer

Forschungstätigkeit wegzudenken. Es verwundert deshalb vermutlich nicht, wenn in der Ausschreibung zur Nachfolge auf die Professur für Massivbau stochastische Sicherheitskonzepte explizit als ein gewünschter Forschungsschwerpunkt benannt werden. Mit diesem Bezug zur Ausschreibung einer Professur komme ich zu den aktuellen Aufgaben unserer Fakultät. Neben dem Verfahren in Massivbau laufen derzeit Berufungsverfahren für Siedlungswasserwirtschaft und Mechanik (Kontinuumsmechanik). Neben der anstehenden Neubesetzung der Professur für Grundbau werden sich damit bis zum Ende des Jahres wesentliche personelle Veränderungen ergeben. An der Hochschule bedeutet ein Wechsel der Professoren natürlich auch neue inhaltliche Zielsetzungen im Bereich der Forschung. Damit wird 2008 auch in diesem Bereich ein Jahr der Veränderungen. In der Lehre ergeben sich Veränderungen durch die Einführung der Masterstudiengänge im Wintersemester 2008/09. Nachdem das erste Semester der Bachelor-Studiengänge absolviert ist, konnten hier erste, naturgemäß noch nicht repräsentative Erfahrungen gesammelt werden. Für die Fakultät war es wichtig, die Umstellung des Studiums möglichst gut zu untersetzen. Die Studiengebühren wurden deshalb zu einem großen Teil in unser Tutorienprogramm investiert, um insbesondere in den schwierigen Anfangssemestern die Betreuung der Studierenden zu verbessern.

Insgesamt stehen im laufenden Sommersemester und im kommenden Wintersemester also wieder viele interessante Aufgaben vor uns, die eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Mitgliedern der Fakultät erfordern. Ich freue mich, wenn Sie uns dabei unterstützen.

Mit freundlichen Grüßen

Univ. Prof. Dr. A. Schumann

Dekan der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

# Neues aus der Fakultät

## Promotionen im Jahr 2007/2008

Dipl.-Ing. **Jan Tobias Pfister**: Ein Ermüdungsschädigungsmodell für Zuverlässigkeitsanalysen von Stahlbetontragwerken

Dipl.-Ing. **Christina Betz**: Verkehrsablauf auf Autobahnen mit dicht aufeinander folgenden Knotenpunkten

Dipl.-Ing. **Ralph König**: Verkehrsablauf an plan gleichen Knotenpunkten unter Berücksichtigung der Altersstruktur der Verkehrsteilnehmer

Dipl.-Ing. **Sandra Ilic**: Application of the multi-scale FEM to the modeling of composite materials

Dipl.-Ing. **Christoph Loreck**: Die Entwicklung des Frischbetondrucks bei der Herstellung von Schlitzwänden

## Nachrichten aus der Fakultät

Die Fakultät hat sich mit Wirkung Februar 2008 einen neuen Namen gegeben. Die Fakultät heißt jetzt: **Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften**. Damit soll der Bereich der Umwelt, der einen wesentlichen Lehr- und Forschungsanteil der Fakultät darstellt, stärker nach außen sichtbar gemacht werden.

Herr Prof. Dr.-Ing. **F. Stangenberg** ist mit Ablauf der Vorlesungszeit des Wintersemesters 2007/08 in den Ruhestand getreten, nachdem er im Oktober 2007 seinen 65. Geburtstag feiern konnte. Er bleibt der Fakultät noch eine Weile erhalten, da er sich bereit erklärt hat, während der Vakanz der Professur den Lehrstuhl kommissarisch als „Seniorprofessor“ weiter zu leiten.

Die Versuchshalle **KIBKON** hat einen neuen Leiter, Herrn Dr.-Ing. **H. Alawieh**. Herr Dr.-Ing. **W. Hanenkamp**, der fast 40 Jahre für den Bereich der Versuchshalle verantwortlich war, ist mit Erreichen des 65sten Lebensjahres in den Ruhestand getreten.

Die W2-Professur „**Baukonstruktionen und Bauphysik**“ kann nach dem Weggang von Prof. Dr.-Ing. **W. Willems** nach Dortmund laut Rektoratsbeschluss nicht wiederbesetzt werden.

Die Fakultät hat sich bemüht, den entsprechenden Lehrbereich aufrecht zu erhalten und kooperiert mit der **TU Dortmund**. Die **Kooperation** vollzieht sich zurzeit auf zwei Ebenen. So hat sich Herr Prof. Dr.-Ing. **W. Willems** (jetzt TU Dortmund) bereit erklärt, die Vorlesungen im Fach Baukonstruktionen und Bauphysik im Bachelor-Studium bei uns weiter abzuhalten. Von der Fakultät werden ihm dafür Sach- und Personal zur Verfügung gestellt. Weiterhin wird ein gemeinsamer Masterstudiengang

„Bauprozessmanagement und Immobilienwirtschaft“ entwickelt.

Herr Jun. Prof. Dr.-Ing. habil. **J. Mosler** hat einen Ruf an die Christian-Albrechts-Universität in Kiel auf die Professur „Numerische Mechanik“ erhalten. Herr Jun. Prof. Mosler hat diesen Ruf angenommen und wird unsere Fakultät verlassen.

## Berufungsverfahren

Für die Wiederbesetzung der W3-Professur **Grundbau und Bodenmechanik** (Nachfolge Prof. Dr.-Ing. Triantafyllidis) ist ein Ruf an Herrn **Dr.-Ing. Ch. Moormann**, Stuttgart, ergangen. Die Berufungsverhandlungen mit Herrn Dr. Moormann werden zurzeit geführt.

Für die Besetzung der W2-Professur **Mechanik adaptiver Systeme** ist ein Ruf an Frau Dr.-Ing. **T. Nestorović**, Magdeburg, ergangen. Die Professur „Adaptive Mechanik“ ist aus der Arbeitsgruppe „Experimentelle Mechanik“ hervorgegangen.

In der Fakultät werden zurzeit drei weitere **Berufungsverfahren** für W3-Professuren durchgeführt:

- „Entwurf und Konstruktion – Massivbau“ (Nachfolge Stangenberg)
- „Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik“ (Nachfolge Orth)
- „Mechanik – Kontinuumsmechanik“ (Nachfolge Bruhns)

Die erste ist bereits vakant, die beiden weiteren werden zum Ende dieses Sommersemesters vakant. Es wird angestrebt, die Verfahren noch im Sommersemester abzuschließen.

## Preise und Auszeichnungen

Neben den im vorigen Newsletter angegebenen Preisen hat die Fakultät noch Buchpreise für Absolventen mit den besten Abschlüssen vergeben

Preisträger bei den Absolventen des Bauingenieurwesens:

**Dipl.-Ing. Philipp Meckbach**

**Dipl.-Ing. Bernd Krebbing**

Preisträger bei den Absolventen von Umwelttechnik und Ressourcenmanagement:

**Dipl.-Ing. Yvonne Schneider**

**Dipl.-Ing. Anna Suslova**

Preisträger bei den Absolventen von Computational Engineering:

**M.Sc. Govind Kumar Singh**

## Ehrungen

### Verleihung der Ehrendoktorwürde an Professor Schuëller



Herrn o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhart I. Schuëller, Ph. D., wurde am 15. Februar 2008 im Rahmen eines akademischen Festaktes die Ehrendoktorwürde Dr.-Ing. E. h. verliehen. Die Verleihung einer Ehrendoktorwürde, an die allerhöchste Anforderungen gestellt werden, wurde dabei erst zum 10. Mal seit

Bestehen der Fakultät vorgenommen.

Nach einer Begrüßung durch den Dekan der Fakultät, Prof. Schumann, und den Grußworten des Rektors der Universität, Prof. Weiler, die beide die großen Verdienste des Geehrten für die Fakultät würdigten, wurde in zwei separaten Laudationes auf das international anerkannte wissenschaftliche Werk von Prof. Schuëller eingegangen. Die Laudatoren, Prof. Hartmann und Prof. Höffer, machten deutlich, dass Prof. Schuëller weltweit der Experte und erste Ansprechpartner auf dem Gebiet der Stochastischen Mechanik und des Konstruktiven Ingenieurbaus ist. Der international renommierte Wissenschaftler hat dabei im Laufe seiner langjährigen Zusammenarbeit mit der Fakultät auch erheblich zur Profilschärfung und zur Weiterentwicklung der Forschungen der Bochumer Bauingenieure beigetragen.

Mit der von ihm geprägten Herangehensweise zur Erfassung von Unschärfe und Ungewissheiten durch stochastische Modelle für diverse Last- und Tragsysteme konnten neue bahnbrechende Erkenntnisse gewonnen werden, die nachhaltig die Zuverlässigkeit von Tragkonstruktionen erhöhen. In seiner Dankesrede gab Prof. Schuëller einen sowohl theoretisch als auch durch praktische Anwendungsbeispiele untermauerten Einblick in seine bisherige wissenschaftliche Arbeit. Durch den konsequenten Einsatz moderner Computermethoden ist es Prof. Schuëller zudem vor allem gelungen, Zuverlässigkeitsberechnung auch für große realistische Tragsysteme durchzuführen, die bisher so nicht möglich waren.

### Professor Brilon wird Ehrenprofessor der Technischen Universität Krakau

Am 18. April wurde der Inhaber des Lehrstuhls für Verkehrswesen der Ruhr-Universität, Professor Werner Brilon, mit dem Titel eines Ehrenprofessors der Technischen Universität Krakau geehrt.



Der Rektor der TU Krakau, Prof. Dr.-Ing. habil. Gawlik überreicht Prof. Brilon die Ernennungsurkunde zum Ehrenprofessor.

Im Rahmen der akademischen Feierstunde, in der diese Ehrung durchgeführt wurde, betonte der Rektor der Krakauer Universität in Anwesenheit des deutschen Konsuls die internationale Geltung, die die Arbeiten von Herrn Prof. Brilon weltweit genießen.

Der Rektor hob insbesondere die wissenschaftlich fundierte, praxisnahe Forschungstätigkeit von Herrn Brilon hervor. So werden auch in Polen die in Bochum entwickelten Standards für die verkehrstechnische Bemessung von Kreuzungsbereichen angewandt. Insbesondere die Bochumer Spezialität, die Planung von Kreisverkehren, hat während der fast 25 Jahre andauernden Zusammenarbeit mit den Verkehrswissenschaftlern der TU Krakau Eingang in die polnische Verkehrsplanung gefunden. In der Laudatio wurden die vielfältigen wissenschaftlichen Kontakte im Bereich der Verkehrstechnik zwischen der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Ruhr-Universität und der Fakultät für Bauingenieurwesen an der Universität Krakau gewürdigt. So wurden gemeinsame Forschungsprojekte im Auftrag der deutschen Bundesanstalt für Straßenwesen oder der EU bearbeitet, deren Sachmittelausstattung wesentlich zum Ausbau des Forschungsgebietes in Krakau beigetragen haben. Bei den, am Rande der Ehrung geführten Gesprächen der Dekane der Krakauer und Bochumer Fakultäten wurde der beidseitige Wunsch nach einer weiteren Intensivierung der Zusammenarbeit, insbesondere in der Lehre, bekräftigt. Durch Förderung des Stu-

dentenaustauschs kann dabei ein wesentlicher Beitrag zur europäischen Integration geleistet werden, wie der deutsche Konsul in Krakau betonte.

## Neues aus den Lehrstühlen und Arbeitsgruppen

### Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb

Am Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb (TLB) werden gegenwärtig zwei von der Bundesanstalt für Straßenwesen beauftragte Projekte im Bereich der Forschung für Straßentunnel bearbeitet.

Bei einem Projekt handelt es sich um die Entwicklung integrierter Querschnittslösungen für Straßentunnel. Hierbei sollen der lichte Fahrraum von Gegenverkehrstunneln und ein etwaiger Rettungsweg gemeinsam innerhalb eines Querschnitts sinnvoll und sicher angeordnet werden. Ein integriertes Querschnittskonzept kann wirtschaftliche Vorteile gegenüber den derzeitig auszuführenden Lösungen (nach „Richtlinie zur Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln“) bewirken, wobei ein zum Hauptquerschnitt paralleler Rettungsquerschnitt anzuordnen ist. Gemeinsam mit Partnern aus der Praxis, den Ingenieurbüros Schüssler-Plan aus Düsseldorf und Lohmeyer aus Dresden, werden vom Lehrstuhl hierzu konstruktive und betriebliche Lösungsansätze erarbeitet, im Detail durchgeplant und anhand von Vergleichsrechnungen mit ausgeführten Projekten hinsichtlich ihrer ökonomischen Verträglichkeit verifiziert.

Weiterhin untersucht der Lehrstuhl TLB derzeit im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit dem Lehrstuhl für Baustofftechnik von Prof. Breitenbücher die Umsetzbarkeit wasserdichter Spritzbetonkonstruktionen für Straßentunnelbauwerke. Solche Konstruktionen sollen künftig im Bereich von den bereits erwähnten parallelen Fluchtstollen, im Zuge von Querschlägen oder bei Kavernen die Herstellung der endgültigen Sicherung vereinfachen und

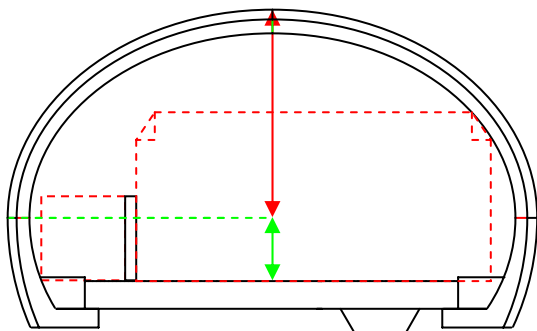


Bild 1: Exemplarische Querschnittsvariation mit integriertem Rettungsweg

verbessern. Hierzu sind im Rahmen des kommenden Jahres umfangreiche Untersuchungen im Bereich des Spritzbetonversuchsstands geplant.



Bild 2: Spritzbetonversuchsstand im Einsatz

### Verkehrswegebau

#### Grunderneuerung der BAB A1 zwischen AS Vechta und AS Lohne

A1 – der nächste Stau kommt gewiss. Dies ist besonders ärgerlich, wenn die alte Betonfahrbahn bereits nach ca. 5 Jahren sanierungsbedürftig ist. Der neue Straßenoberbau wird nun nach neuesten Erkenntnissen der freien Dimensionierung für eine Nutzungsdauer von mindestens 30 Jahren bemessen.



Bild 1: BAB A1

Da an der Unterseite der alten Betondecke eine hydraulisch gebundene, pechhaltige Tragschicht anhaftet, muss der gesamte gebundene Oberbau als schadstoffhaltig eingestuft werden. Um die Befestigung nicht entsorgen zu müssen, ist es im Sinne des Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetzes und aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zweckmäßig, die anfallenden Altbaustoffe wieder zu verwenden.

Das Ziel der neuen Straßenkonstruktion ist es einerseits die sehr hohe Verkehrsbelastung über den gesamten Nutzungszeitraum unbeschadet aufzunehmen (ca. 150 Mio. 10-t-Achsen) und andererseits die pechhaltigen Altbaustoffe sowohl vollständig als auch umweltverträglich wieder zu verwenden. Im Gegensatz zum ursprünglichen Aufbau soll bei der Sanierung eine Asphaltdecke ausgeführt werden.

Da das Trag- und Ermüdungsverhalten eines Asphaltaufbaus stark temperaturabhängig ist, müssen umfangreichen Laboruntersuchungen zur Bestimmung der dynamischen E-Moduln und zur Ermittlung der Ermüdungsfunktion der innovativen Konzepte durchgeführt werden. Gleichzeitig ist die Umweltverträglichkeit der schadstoffhaltigen Baustoffgemische nachzuweisen.

Mit den temperaturabhängigen Materialparametern, den örtlichen Witterungsrandbedingungen und den Achslastverteilungen des Autobahnabschnittes werden die erforderlichen Ermüdungsnachweise durchgeführt.

Die Verkehrsbelastung wird dabei auf der Grundlage eines bemessungsrelevanten Achslastkollektives berücksichtigt, welches in Abhängigkeit der jeweiligen Häufigkeiten in 11 Achslastgruppen aufgeteilt wird.

<b>Achslast [t]</b>	2	4	6	8	10	12
<b>Häufigkeit [%]</b>	2,84	21,5	26,5	30,7	11,7	4,91
<b>Achslast [t]</b>	14	16	18	20	22	
<b>Häufigkeit [%]</b>	1,65	0,21	0,013	0,0007	0,0001	

Tabelle 1: Lastklassen und zugeteilte Häufigkeiten (BAB Fernverkehr)

Aufgrund der viskosen Eigenschaften des Asphaltes ist die Berücksichtigung der Temperatur bei der Bemessung zwingend erforderlich. Für die klimatischen Bedingungen in Deutschland treten Oberflächentemperaturen zwischen - 15 bis + 50 °C auf. Vor diesem Hintergrund wurden die im Asphalt-Schichtenpaket auftretenden Temperaturzustände mit 13 verschiedenen Temperaturverläufen (Temperaturklasse/-intervalle von 5k) beschrieben. Aus dem Achslastkollektiv und den Temperaturverteilungslinien ergeben sich insgesamt 143 Lastfälle, die in Abhängigkeit von der Häufigkeit ihres Auftretens im Rahmen der Ermüdungsnachweise berücksichtigt werden müssen.

Die im nächsten Jahr nach den Vorgaben der Forschungsergebnisse gebaute Strecke wird in den folgenden Jahren kritisch beobachtet, um das Gebrauchsverhalten der innovativen Asphaltkonzepte zu dokumentieren.

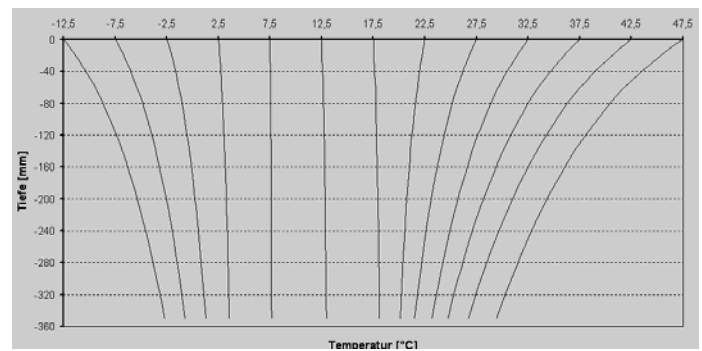


Bild 2: Temperaturverteilungslinien im Asphaltbauwerk

<b>Oberflächentemperatur [°C]</b>	-12,5	-7,5	-2,5	2,5	7,5	12,5	
<b>Häufigkeit [%]</b>	0,9	1,5	8,6	17,4	17,6	18,6	
<b>Oberflächentemperatur [°C]</b>	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5
<b>Häufigkeit [%]</b>	14,0	8,4	5,5	3,8	2,5	0,6	0,6

Tabelle 2: Oberflächentemperaturen und zugeteilte Häufigkeiten

## Geodäsie

### Phototachymetrie: Eine neue Methode zur Bauaufnahme und zur Erstellung eines virtuellen Modells.

Die Phototachymetrie wurde in jüngster Zeit in der AG Geodäsie entwickelt und wird derzeit weiter vervollkommen. Sie verknüpft aufs Engste Elemente der klassischen Photogrammetrie und der Tachymetrie. Ziel ist es, die Geometrie eines Objektes rasch zu bestimmen und das Koordinatenmodell in demselben Arbeitsgang mit photorealistischer Textur zu belegen, z.B. zur Erstellung einer 3D-Visualisierung. Der Begriff „Phototachymetrie“ unterstreicht die enge Symbiose zwischen Photogrammetrie und Tachymetrie.

Die Methode ist prädestiniert zur Aufnahme von Bauwerken, die durch geometrische Regelkörper repräsentiert werden. Hardwareseitig benötigt man ein reflektorlos messendes Tachymeter, auch als Totalstation bekannt, ein Notebook sowie eine Digitalkamera: gebräuchliche Gerätschaften in der Vermessungspraxis und in Architekturbüros, die Bauaufnahme betreiben. Wünschenswert, nicht zwingend, ist der Einsatz einer motorisierten Totalstation: Sie ermöglicht eine sehr komfortable Arbeitsweise, denn sie lässt sich u. a. über die Bilder des Objekts per Notebook fernsteuern. Aufnahme und Auswertung können vor Ort erfolgen oder - wie in Photogrammetrie und Laserscanning - zeitversetzt.

Bevor an einem einfachen Beispiel die Phototachymetrie als Verschmelzung photogrammetrischer und tachymetrischer Arbeitsweisen demonstriert wird, seien die Charakteristika dieser beiden Ursprungs-Verfahren herausgestellt: Die Tachymetrie bestimmt Koordinaten durch Polarmessung (Messelemente sind Horizontalrichtung, Zenitwinkel und reflektorlos gemessene Strecke.); die Photogrammetrie arbeitet mit dem Vorwärtsschnitt der Bildstrahlen von Punkten, die in unterschiedlichen Bildern demselben Objektpunkt zuzuordnen sind. Man benötigt hier also zwei Fotos mit ausreichender Überdeckung der Bildausschnitte, deren räumliche Orientierung bekannt ist. Diese verschafft man sich über Passpunkte, d.h. koordinierte Objektpunkte, denen die entsprechenden Bildpunkte zugeordnet werden. Die Aufnahmen benötigen einen ausreichenden Basisabstand, damit der Vorwärtsschnitt ausreichende Koordinatengenauigkeit insbesondere in der „Tiefe“ liefert. Die Forderungen nach Überdeckung und ausreichend großer Basis sind ein Handicap, sind sie doch praktisch oft nicht zu erfüllen.

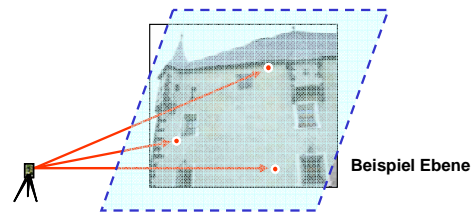
Die Phototachymetrie nutzt Elemente beider Methoden: Ein Bauwerk lässt sich i. a. aus geometrischen Grundformen, z. B. Ebene, Kegelstumpf oder Kugelausschnitt, modellieren. Diese generalisierenden Regelkörper, sog. geometrische Primitive, sind mit wenigen Messpunkten tachymetrisch zu bestimmen, eine Ebene z.B. über drei Raumpunkte. Da diese Punkte bezüglich der geometrischen Figur beliebig liegen dürfen, ist keine genaue Zielung nötig. Diese Punktkoordinatenbestimmung ist der Anteil der Tachymetrie an der Methode (s. Bild 1, 1. Schritt).

Auf dem Weg zur Begrenzung des Regelkörpers – im Beispiel also von der Ebene zur Fläche -, wird im zweiten Schritt das orientierte Bild des Objektes benutzt: Zu jedem Bildpunkt, z.B. einer Gebäudeecke, gehört ein entsprechender Bildstrahl. Dieser wird durch einen Klick ins Bild rekonstruiert und mit der tachymetrisch bestimmten Regelfläche geschnitten. So ergibt sich das Koordinatentripel des Eckpunktes. Die Abfolge von Punkten legt ein Begrenzungspolygon fest. Automatisch erfolgt die Entzerrung der eingeschlossenen Bildfläche. Diese Orthogonal-Ansicht des Bildausschnitts dient als Textur für das im geschlossenen Arbeitsgang resultierende photorealistische Modell.

**1. Schritt : Auswahl einer repräsentativen Grundfigur und ...**



... tachymetrische Bestimmung von deren Raumlage über willkürlich gewählte Punkte



**2. Schritt :**

- a) Koordinatenberechnung mit jedem Klick, und
- b) simultan hierzu Bestimmung der photorealistischen Textur, Entzerrung und Aufbereitung für das 3D-Modell

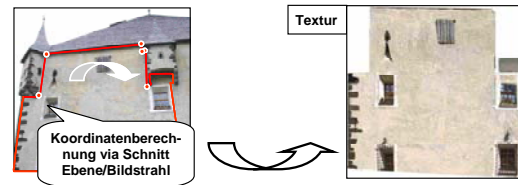


Bild 1: Grundzüge der Phototachymetrie

Die geschilderte Koordinatengewinnung stellt offensichtlich eine äußerst enge Synthese zwischen der typisch photogrammetrischen Nutzung von Bildstrahlen und der tachymetrischen Arbeitsweise bei Bestimmung von Lage bzw. Form der geometrischen Primitiven dar. Das Bild fungiert als Messbild und liefert gleichzeitig die Textur für die Belegung der Oberfläche des geometrischen Modells. Da sich Bild und Totalstation die Aufgabe der Koordinatenbestimmung teilen, entfällt das photogrammetrische Erfordernis der Bildüberdeckung bei ausreichend großer Basis: Alles muss nur einmal abgebildet werden. Der Begriff Phototachymetrie symbolisiert zu Recht die Synthese von photogrammetrischen und geodätischen Messelementen.

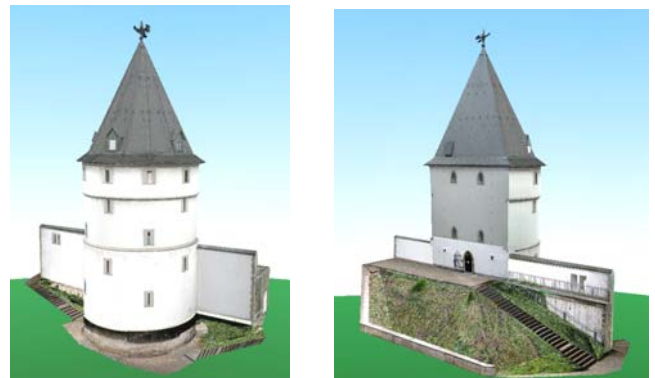


Bild 2: 3D-Modell des Adlerturms in Dortmund

Das virtuelle Modell in Bild 2 demonstriert die weitgehend automatische Modellbildung auch bei komplexen Oberflächen. Die vielfältigen Möglichkeiten beim praktischen Einsatz und in der weiteren

Ausgestaltung der neuen Methode sind bei Weitem noch nicht erschöpft. Auch die Ausgestaltung der Steuer- und Auswertesoftware gilt es voran zu bringen.

## Stahlbeton- und Spannbetonbau

### Experimentelle und numerische Forschung zum Schubtragverhalten von Stahlbetonbauteilen mit Kreisquerschnitt

Stahlbetonbauteile mit Kreisquerschnitt werden überwiegend als Gründungsbauteile in Form von Einzelpfählen und Pfahlwänden und als Stützen und Pfeiler im Bereich des Hochbaus eingesetzt. Diese Bauteile sind neben Biege- und Normkraftbeanspruchungen maßgebenden Querkraftbeanspruchungen ausgesetzt. Trotz zahlreicher Anwendungsgebiete stellt die aktuelle Normengeneration der DIN 1045-1 und des EC 2 keine Bemessungsgleichungen zur Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit von Stahlbetonbauteilen mit Kreisquerschnitt zur Verfügung.

Am Lehrstuhl und Institut für Stahlbeton- und Spannbetonbau wurde ein Bemessungsmodell unter Berücksichtigung der Kreisform von Betonquerschnitt und Bügelbewehrung entwickelt. Grundannahme des Modells ist die Vorstellung, dass die kreisförmigen Bügel auf den Betonkern gerichtete Umlenkkräfte aktivieren und umlaufend Zugkräfte aufbauen, welche mit dem Kraftfluss der Druckstreben im Gleichgewicht stehen. Eine detaillierte Erläuterung des Modells und zugehörige Bemessungsgleichungen wurden u.a. im Beitrag „Sonderaspekte zur Schubbemessung nach DIN 1045-1 und EC 2“ im Beton-Kalender 2008 veröffentlicht.

Über die Entwicklung praxisorientierter Bemessungsmodelle hinaus werden seit Ende 2007 experimentelle Untersuchungen zum Schubtragverhalten von Stahlbetonbauteilen mit Kreisquerschnitt durchgeführt. Die Versuchsreihe umfasst insgesamt 13 Drei-Punkt-Biegebalken mit Bauteilabmessungen von  $L = 3$  m und  $D = 40$  cm. Unter Variation von Schubbewehrungsmengen und der Größe zusätzlich drückender Normkräfte werden die Bauteile bis zum Schubversagen belastet. Hierbei werden Traglasten bis ca. 800 kN erreicht. Mit Laststeigerung werden Bauteilverformungen, Dehnungs- und Spannungsentwicklungen der Bügel- und Längsbewehrung sowie Rissbilder und -breiten gemessen. Diese Messgrößen gewähren einen Blick ins Innere des Bauteils und ermöglichen die detaillierte Analyse des Schubtragverhaltens. Erste abgeschlossene Versuche bestätigen das entwickelte Tragmodell sowohl qualitativ als auch quantitativ.

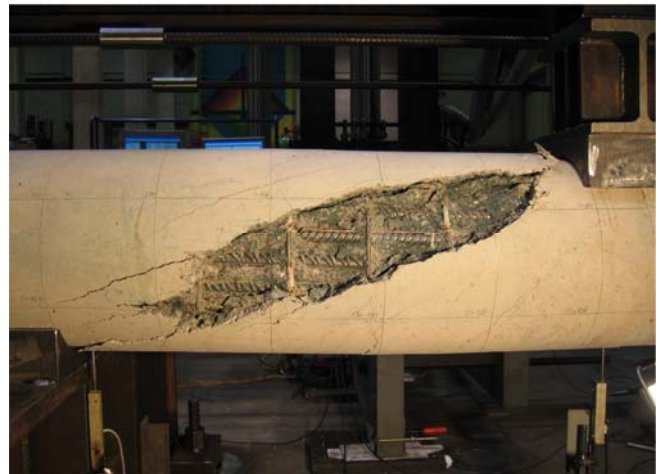
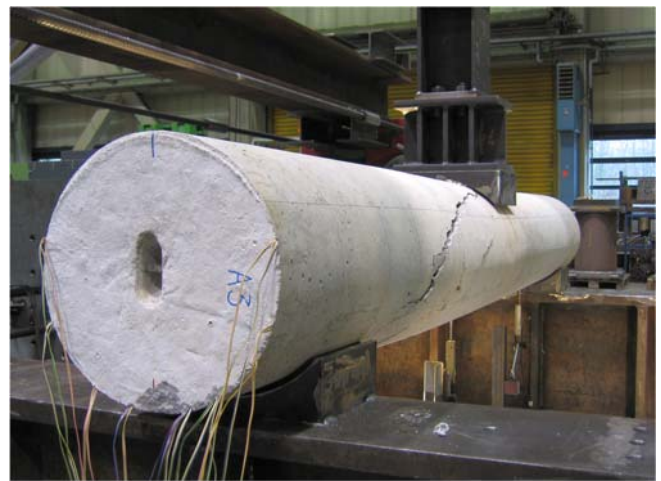
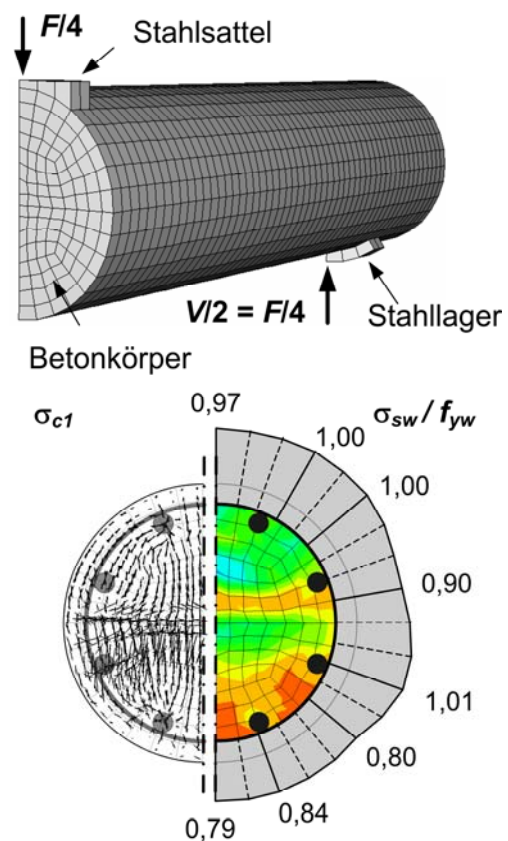


Bild 1: Versuchsaufbau und freigelegte Bewehrung



nach Schubversagen

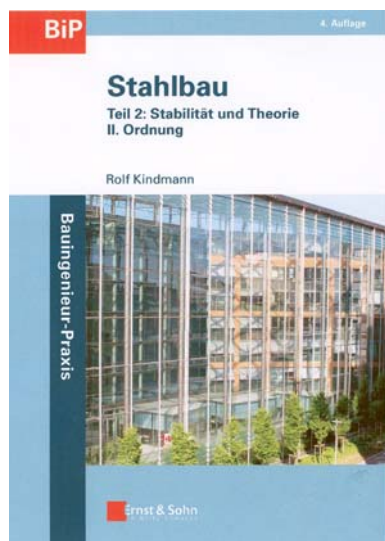
Bild 2: Finite-Elemente-Modell und exemplarischer Verlauf von Beton- und Bügelspannungen im Querschnitt

Numerische Simulationsrechnungen ergänzen die experimentelle Forschung. Das Finite-Elemente-Modell besteht aus Volumen- und „eingebetteten“ Stabelementen mit den nichtlinearen Materialeigenschaften des Betons und Betonstahls und nutzt die Symmetrie des Versuchsaufbaus. Mittels der numerischen Simulation ausgewählter Versuche wird das FE-Modell hinsichtlich seiner Eignung als Ersatz oder Teilersatz für zukünftige experimentelle Forschung überprüft.

Ansprechpartner für weitere Informationen: Dipl.-Ing. M. Bender, Lehrstuhl und Institut für Stahlbeton- und Spannbetonbau, [www.kib1.ruhr-uni-bochum.de](http://www.kib1.ruhr-uni-bochum.de).

## Stahl- und Verbundbau

### Stabilität und Theorie II. Ordnung



Im April 2008 erscheint das Buch Stahlbau Teil 2: Stabilität und Theorie II. Ordnung von Prof. Kindmann im Verlag Ernst & Sohn. Zentrale Themen des Buches sind die Stabilität von Stahlkonstruktionen, die Ermittlung von Beanspruchungen nach Theorie II. Ordnung und

der Nachweis ausreichender Tragfähigkeit. Das tatsächliche Tragverhalten wird erläutert und die theoretischen Grundlagen werden hergeleitet, zweckmäßige Nachweisverfahren empfohlen und die erforderlichen Berechnungen mit Beispielen veranschaulicht.

Der Inhalt des Buches ist wie folgt gegliedert:

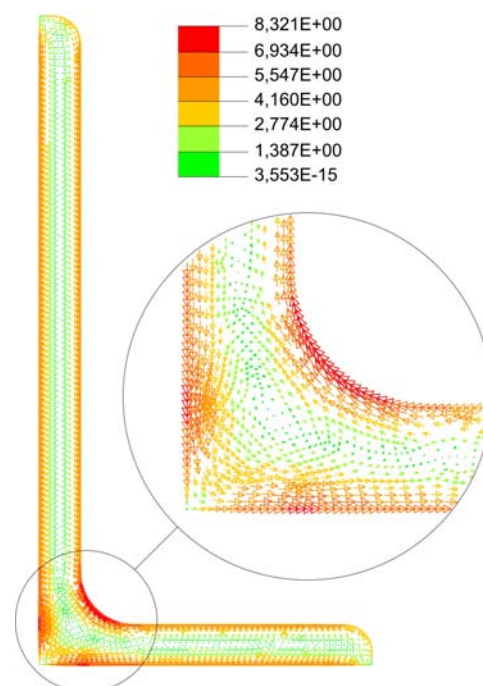
- Tragverhalten und Nachweisverfahren
- Stabilitätsproblem Biegeknicken und vereinfachte Nachweise
- Stabilitätsproblem Biegedrillknicken und vereinfachte Nachweise
- Nachweise unter Ansatz von geometrischen Ersatzimperfektionen
- Theorie II. Ordnung für Biegung mit Normalkraft
- Theorie II. Ordnung für beliebige Beanspruchungen
- Aussteifung und Stabilisierung
- Stabilitätsproblem Plattenbeulen und Beulnachweise

## Festschrift Rolf Kindmann

Anlässlich des 60. Geburtstages von Herrn Prof. Kindmann ist vom Lehrstuhl eine Festschrift zur Würdigung des Jubilars angefertigt worden. Zahlreiche Autoren bekundeten ihr Interesse, sich an der Festschrift zu beteiligen. Sie beinhaltet 27 interessante Fachbeiträge, die im Wesentlichen die Vielfalt des Stahlbaus aus wissenschaftlicher und baupraktischer Sicht widerspiegeln. Interessierte wenden sich bitte an den Herausgeber der Festschrift, Herrn Dr. Kraus (Oberingenieur am Lehrstuhl für Stahl- und Verbundbau).

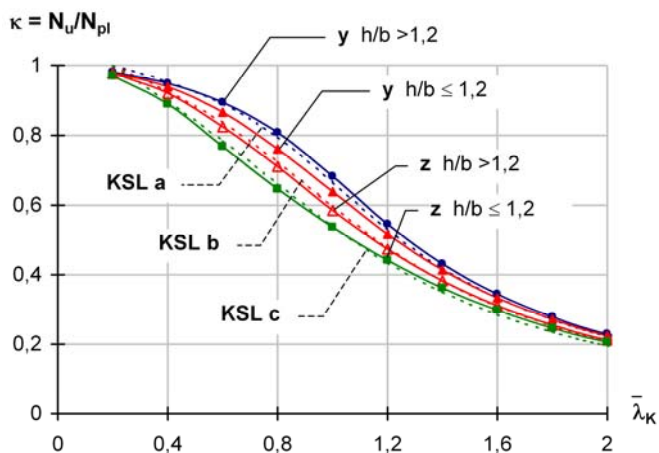
### Torsionsträgheitsmoment und Schubmittelpunkt von Winkelprofilen

Die genauen Torsionskenngrößen von gewalzten Winkelprofilen, die sich auf Basis von Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) bestimmen lassen, zeigen teilweise relativ große Abweichungen zu den Näherungslösungen, die im Allgemeinen bei baupraktischen Problemstellungen zur Anwendung kommen. Aus diesem Grund sind am Lehrstuhl für Stahl- und Verbundbau die genaue Lage des Schubmittelpunktes sowie genaue Torsionsträgheitsmomente für die Winkelprofile nach DIN EN 10056-1 zusammengestellt und im Rahmen eines Fachaufsatzes veröffentlicht worden. Darüber hinaus ist eine neue Berechnungsformel mit Hilfe der im Bild dargestellten genauen Schubspannungsverteilung entwickelt worden, mit der das Torsionsträgheitsmoment eines gewalzten Winkels nahezu exakt bestimmt werden kann.



## Wirtschaftliche Bemessung von Druckstäben aus gewalzten I-Profilen

Im Vordergrund der Untersuchungen steht die Beurteilung der  $\kappa$ -Werte für Druckstäbe aus gewalzten I-Profilen. Anhand rechnerisch ermittelter  $\kappa$ -Werte sollen die Genauigkeit überprüft und vorhandene Reserven aufgezeigt werden. Zur Ausnutzung dieser Reserven wird neben der Angabe der genauen  $\kappa$ -Werte eine neue Knickspannungslinie  $ab$  vorgeschlagen. Sie ermöglicht für typische Stützenprofile mit  $h/b \leq 1,2$ , also für baupraktisch besonders interessante Anwendungsfälle, eine wirtschaftlichere Bemessung als bisher. Die Erkenntnisse der Untersuchungen wurden im Rahmen eines Fachaufsatzes veröffentlicht.



## Vorträge und Seminare

Für das laufende Jahr sind folgende Vorträge und Seminare geplant:

- Stabilität und Theorie II. Ordnung – Aktuelle Nachweismethoden und Anwendungsbeispiele, Seminar Ingenieurakademie West e.V.
  - Finite-Elemente-Methoden im Stahlbau, Seminar Ingenieurakademie West e.V.
  - Vorträge bei der EUROSTEEL 2008 in Graz

Weitere Informationen finden Sie unter [www.rub.de/stahlbau](http://www.rub.de/stahlbau).

## Aerodynamik und Strömungsmechanik im Bauwesen

### Ausbreitungsberechnungen von Luftschadstoffen in Städten mit Methoden der numerischen Strömungsmechanik

Die Ausbreitung und Konzentration von Schadstoffen in der Luft ist ein wichtiges Thema in der Umwelttechnik. In der Öffentlichkeit werden zurzeit unter anderem Fragen der Feinstaubverteilung in Innenstädten diskutiert.

Um meteorologische Phänomene und die Ausbreitung unterschiedlichster Schadstoffe innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht in komplexen, urbanen Umgebungen zu untersuchen, wurden im September 2001 in der Wüste von Utah, U.S. Army Dugway Proving Ground, Experimente im Naturmaßstab durchgeführt. Dieser in Bild 1 dargestellte „Mock Urban Setting Test“ (MUST), bei dem eine strukturierte Bebauung mithilfe von 120 Schiffscontainern simuliert wird, dient zur Untersuchung der Luftströmung sowie der Ausbreitung von punktuell eingebrachten Gasen (hier: Propylene) innerhalb einer idealisierten, urbanen Rauhgigkeit. Die Daten des Experimentes in Utah werden als Referenzdaten für eine Validierung des CFD (Computational Fluid Dynamics) - Codes ANSYS-CFX verwendet. Ziel ist es zunächst, die Rechenmethode wie in Bild 2 dargestellt anhand der gemessenen Geschwindigkeitskomponenten und der Konzentrationen in den Messpunkten mit verschiedenen feinen Rechengittern im Naturmaßstab zu validieren. Die Arbeitsgruppe Aerodynamik und Strömungsmechanik im Bauwesen beteiligt sich an den in internationaler Kooperation durchgeführten Forschungsarbeiten. Bild 3 zeigt die numerisch ermittelte Geschwindigkeitsverteilung im Untersuchungsgebiet. Das Konzentrationsfeld nach der Ausbreitung eines eingebrachten Schadstoffes ist in Bild 4 als ein weiteres, typisches Rechenergebnis dargestellt. Neben der mathematischen Modellierung der Randbedingungen, des Einstromprofils und der Bodenrauigkeiten wird das Standard k- $\epsilon$  Turbulenzmodell für eine statistisch stationäre Strömung verwendet. Im Ergebnis zeigt sich eine Übereinstimmung der drei Geschwindigkeitskomponenten von 75 % bis 90 %. Auch für die Schadstoffausbreitung ist die Validierung erfolgreich.



Bild 1: MUST- Experiment, 12x10 Schiffscontainer (12,2 m lang, 2,42 m breit, 2,54 m hoch)

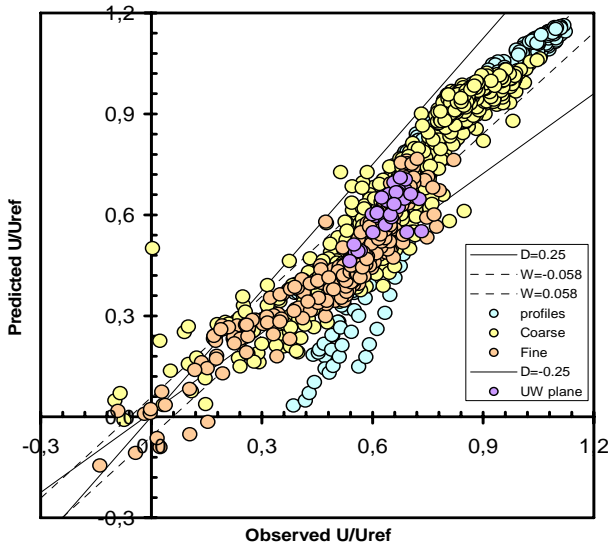


Bild 2: Trefferquote einer Geschwindigkeitskomponente, x-Achse: MUST-Experiment, y-Achse: Simulation

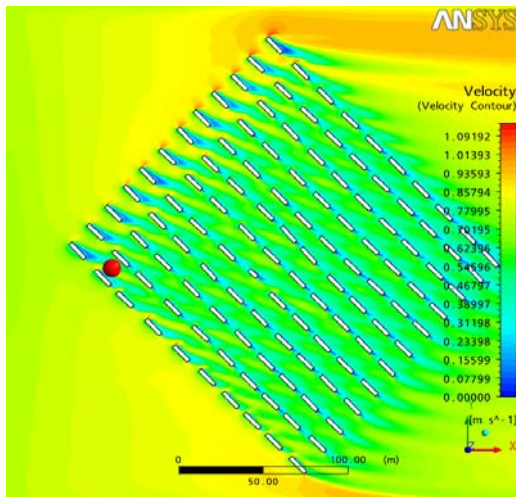


Bild 3: Windgeschwindigkeitsverteilung aus numerischer Simulation

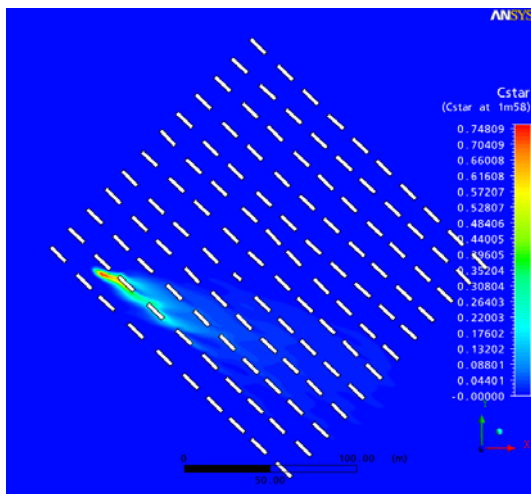


Bild 4: Stationäres Konzentrationsfeld nach Ausbreitung des Schadstoffes aus numerischer Simulation

## Solare Aufwindkraftwerk mit einer Leistung von mehr als 50 MW

Vor 25 Jahren verwirklichte der Stuttgarter Professor Jörg Schlaich den ersten Prototyp eines funktionierenden Aufwindkraftwerks im spanischen Manzanares. Derartige Bauwerke bestehen aus einem sehr hohen, kreiszylindrischen Turm, durch den infolge der Druck- und Temperaturdifferenz die Luft zum Austritt am Turmkopf strömt, die unter einem kreisförmig um den Zylinderfuß angeordneten Glasdach (Kollektor) durch Sonneneinstrahlung erwärmt wird. Heutige Konzepte sehen bis zu 1500 m hohe Turmschalen in Stahlbetonbauweise vor, die mit Kollektoren von bis zu 7 km Durchmesser Leistungen von ca. 400 MW in der Spitze CO<sub>2</sub>-frei erzeugen. Als Standorte kommen Spanien, das südliche Afrika, Arabien und Australien in Frage. Forscher in den Vereinigten Staaten und in der Volksrepublik China arbeiten an ähnlichen Konzepten.

Für den Prototyp eines 750 m hohen Aufwindkamins mit einer Kollektorfläche von 9,6 km<sup>2</sup> bis 12,6 km<sup>2</sup> ist an eine Bochumer Arbeitsgemeinschaft ein Entwicklungsauftrag ergangen. Das Team besteht aus den Professoren Wilfried B. Krätzig, Hans-Jürgen Niemann und Rüdiger Höffer von der Bochumer Fakultät, dem Wuppertaler Kollegen Reinhard Harte sowie zwei Bochumer Ingenieurbüros.

Das Kraftwerk soll eine Spitzenleistung der eingebauten Turbinen von 50 MW in der Summe erreichen. Der Aufwindkamin besteht aus einer in Segmenten ringverstärkten, zylindrischen Stahlbetonschale mit einer hyperbolischen Meridianform. Die Schalendicken verringern sich von 65 cm am Fuß bis auf 25 cm im oberen Drittel.

Die technischen Voraussetzungen für die Realisierung derartiger Turmhöhen sind mit dem heutigen Stand der Bautechnik gegeben, auch sind die Fragen des Baustofftransports wegen der Verfügbarkeit neuer Betonpumpen geklärt. Besondere Herausforderungen an den Ingenieurwissenschaftler bestehen u. a. bezüglich der Beulsicherheit der Schale und der Baustoffausnutzung sowie bezüglich der Ermittlung optimierter Windlastannahmen für derartige Bauwerkshöhen.

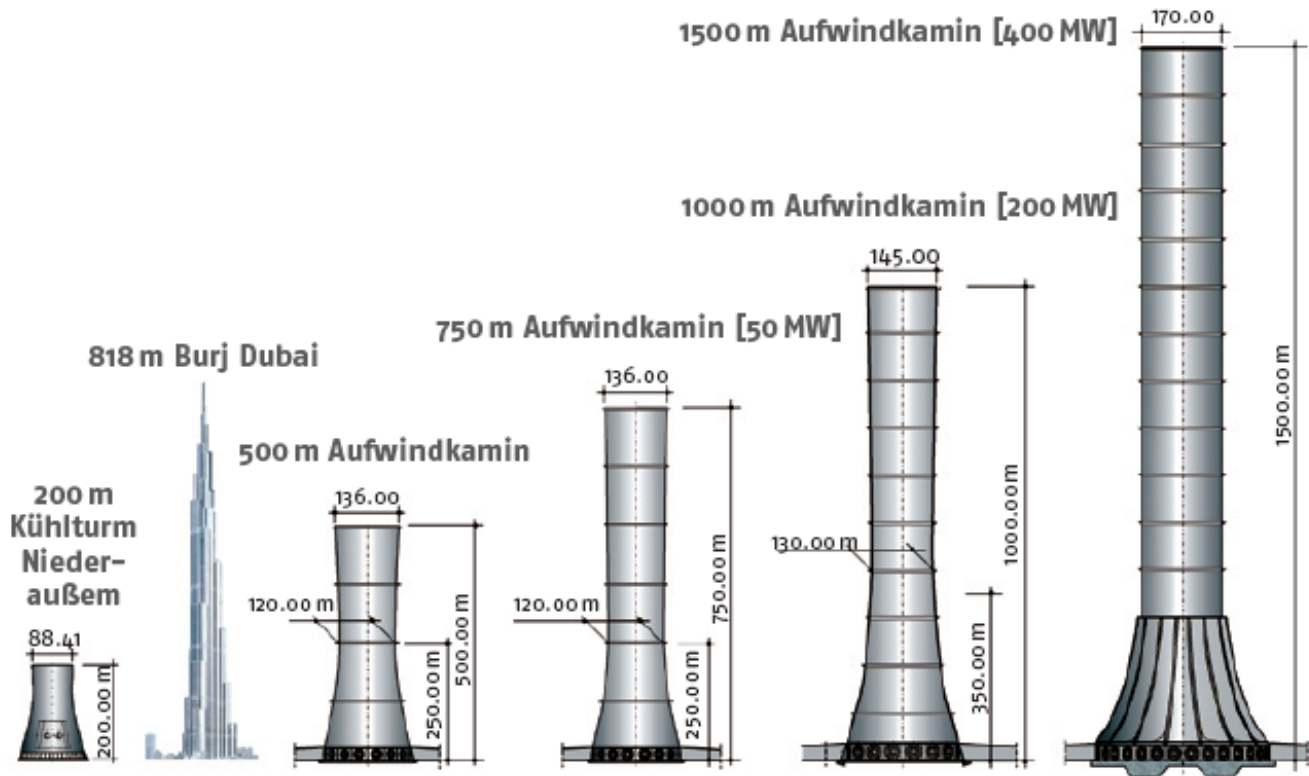


Bild 1: Höhen geplanter solarer Aufwindkraftwerke

## Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

### Ein neues computerbasiertes Planungssystem für den technischen Hochwasserrückhalt in großen Flussgebieten

Die Erfahrungen aus der verheerenden Hochwasserkatastrophe im Flussgebiet der Elbe im August 2002 und einer Reihe weiterer großer Hochwasser innerhalb der letzten Jahre (Bild 1) belegen die Notwendigkeit für verstärkte Anstrengungen zur Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte zur Reduzierung des Hochwasserrisikos in Deutschland. Die Ende 2007 veröffentlichte EU-Hochwasserschutz-Richtlinie fordert die EU-weite Erfassung der potentiellen Überflutungsflächen, der resultierenden Risiken und die Erstellung von Maßnahmenplänen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes. Im Rahmen der Förderaktivität „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“ des BMBF werden vom Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik (Prof. Dr. A. Schumann als Koordinator) in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen und dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin, neue wissenschaftlichen Grundlagen für die Planung des technischen Hochwasserrückhalts in Poldern entwickelt. Bei Hochwasserschutzplanungen wird derzeit meist von einzelnen Bemessungsereignissen ausgegangen. Damit wird die Vielfalt möglicher Systemzustände jedoch nicht hinreichend abgebildet, da die

komplexen Interaktionen der Einflussfaktoren nur unzureichend berücksichtigt werden können. Gerade für den Ausbau bestehender Hochwasserrückhaltssysteme spielt aber die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Anlagen eine entscheidende Rolle, um Systemerweiterungen zu beurteilen. In diesem Forschungsprojekt wird dieser Komplexität Rechnung getragen. Durch ein stochastisch-deterministisches Modellsystem werden Niederschlagsfelder über lange Zeiträume (z.B. für zehnmal 1000 Jahre) für ein mehrere tausend Quadratkilometer Fläche umfassendes Flussgebiet generiert und in einem deterministischen Wasserhaushaltsmodell auf Tageswert-Basis in Abflussreihen umgerechnet. Aus diesen Zeitreihen werden dann hochwasserträchtige Perioden ausgewählt und die jeweiligen Tagesniederschläge stochastisch in Stundenwerte des Niederschlags disaggregiert, die dann in einem Hochwassermodell in Stundenwerte des Hochwasserabflusses umgerechnet werden. Aus den vielen, so berechneten Hochwasserereignissen wird eine Auswahl von Szenarien getroffen, die in den Scheitelwerten, den Volumina und den Verläufen der Abflussganglinien die Vielfalt der Hochwasserereignisse in diesem Flussgebiet abbilden. Um die Wahrscheinlichkeit der einzelnen Szenarien zu beurteilen, wird ein neuer Ansatz der multivariaten Statistik, die Copula-Analyse, verwendet. Dabei werden Kombinationen von Scheitelwerten und Fülle, aber auch von Scheitelwerten verschiedener Teilgebiete gemeinsam statistisch analysiert. Da es sich dabei um unsichere (da auf Modellrechnungen

basierende) Statistiken handelt, werden die ermittelten Wahrscheinlichkeiten mit Fuzzy-Zugehörigkeitsfunktionen bewertet. Die so bereitgestellten Hochwasserszenarien dienen als Eingangsgrößen in ein hydraulisches Modell, in dem neben Talsperren auch vorhandene und geplante Polder abgebildet werden. Die aus der hydraulischen Simulation resultierenden Überflutungsflächen werden unter Nutzung eines Geographischen Informationssystems, in dem u.a. die Landnutzungen dokumentiert sind, mit Hilfe sozio-ökonomischer Schadensfunktionen, die die Abhängigkeiten zwischen den Schäden durch Hochwasser und den Hochwasserkenngrößen, wie Wasserstandshöhe, maximale Fließgeschwindigkeit oder Überflutungsdauer beschreiben, in ihren sozialen und wirtschaftlichen Dimensionen bewertet (Bild 2). Verschiedene Ausbaustände eines technischen Hochwasserrückhaltesystems können so auf ihre Wirksamkeit hin untersucht werden. Dabei werden bewusst Überlastungen durch seltene Hochwasserereignisse mit in die Betrachtung einbezogen. Im Ergebnis ergibt sich kombinatorisch eine Vielzahl von Ergebnissen, die zu dem eine räumliche Dimension besitzen. Um diese Resultate aufzubereiten, wird ein Entscheidungsunterstützungssystem verwendet, das es (als Novum) dem Nutzer erlaubt, Optima für den Hochwasserschutz spezifisch für einzelne Planungsräume oder für das Gesamtsystem abzuleiten. Hierzu wird der AHP (Analytic Hierarchic Programming)-Ansatz der multikriteriellen Bewertung der Alternativen angewandt.

Mit dem dargestellten Modellsystem wird es möglich, die verschiedenen Optionen des technischen Rückhaltes in ihrer Wirksamkeit und ihren Versagensrisiken zu bewerten. Durch die flächenverteilte Betrachtung eines Flussgebietes kann die Interaktion zwischen den verschiedenen Teileinzugsgebieten mit (und zwischen) den Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt werden. Die Forschungsarbeiten werden mit Unterstützung der Bundesländer Thüringen und Sachsen-Anhalt im Flussgebiet der Unstrut (mehr als 6300 km<sup>2</sup> Fläche) durchgeführt. Die dort vorhandenen sieben Polder sollen ertüchtigt werden (neue Einlauf- und Auslaufbauwerke). Weitere vier Polderstandorte sind geplant (Bild 3). Im Zusammenwirken mit den zwei existierenden Hochwasserrückhaltebecken (Kelbra und Straußfurt) ergibt sich ein komplexes Hochwasserschutzsystem, dessen Wirksamkeit für sechs Ausbaustände mit der dargestellten Methodik exemplarisch analysiert wird.



Bild 1: Überflutungen beim Silvester-Hochwasser 2002 an der Unstrut (Quelle: Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Thüringen)

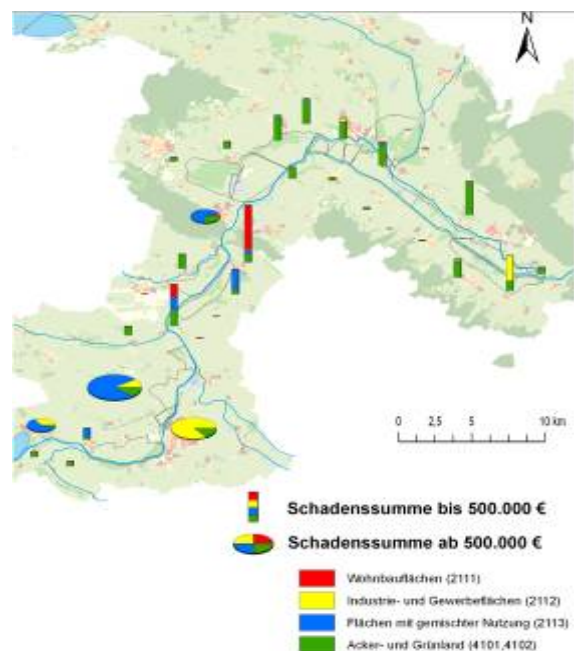
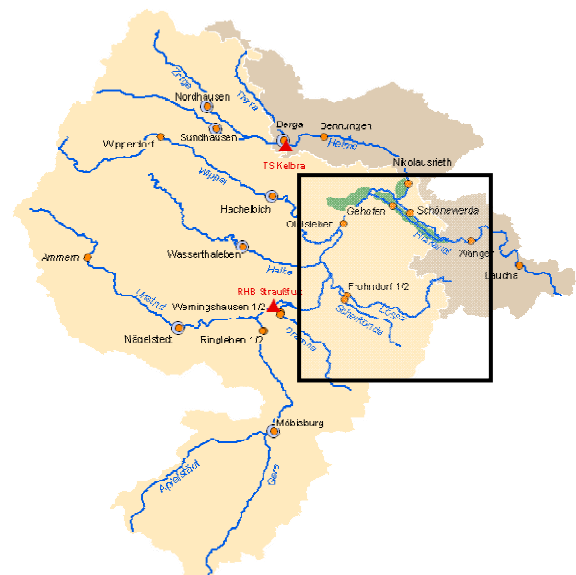
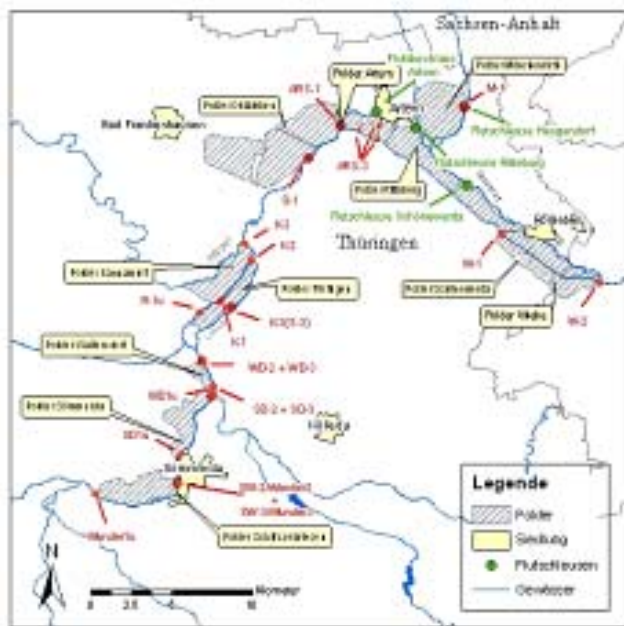


Bild 2: Beispiel für die räumlich differenzierte Bewertung des Hochwasserschadens eines einzelnen Hochwassers





Bilder 3 – 5 : Das Flussgebiet der Unstrut, der Istzustand und der geplante Ausbauzustand des Poldersystems

## Grundbau und Bodenmechanik

### Frischbetondruck bei der Herstellung von Schlitzwandlamellen

Innerstädtische Baugruben, die oft unmittelbar an bestehende Bebauung grenzen, werden häufig in der Schlitzwandbauweise ausgeführt. Dabei wird ein Schlitz im Boden unter Suspensionsstützung ausgehoben und anschließend im Kontraktorverfahren ausbetoniert. Durch Aneinanderreihen mehrerer so hergestellter Schlitzwandlamellen entsteht eine geschlossene Baugrube.

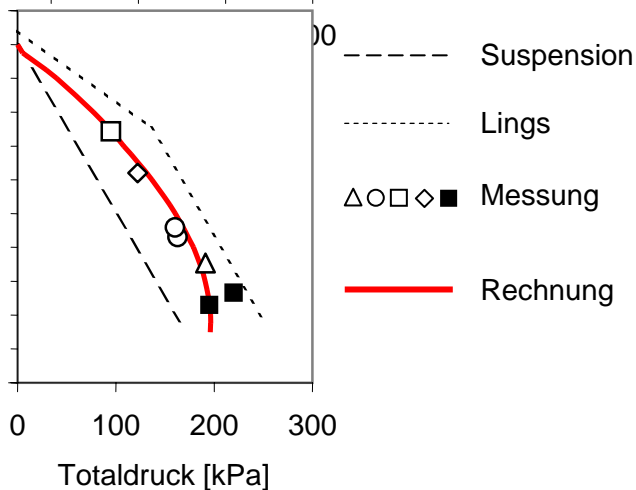
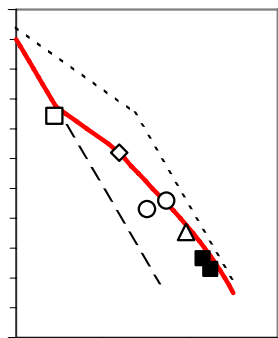
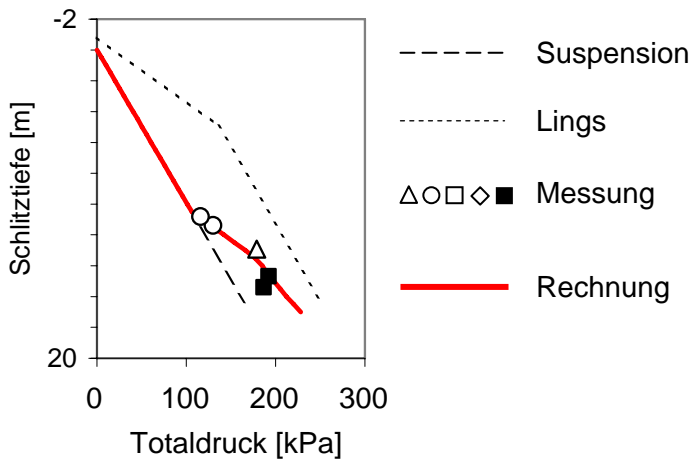
Die klassische Bemessung von Schlitzwänden berücksichtigt die Herstellung und die damit verbundenen Verformungen und Spannungsänderungen im Boden nicht. Die Anforderungen an die Prognose der zu erwartenden Verformungen steigen allerdings stetig. Diesen sollen moderne numerische

Verfahren mit hochwertigen Stoffgesetzen, welche auch die Belastungsgeschichte des Bodens berücksichtigen, gerecht werden. Eine hohe Qualität der Berechnungsergebnisse kann damit jedoch nur erreicht werden, wenn auch die vorzugebenden Randbedingungen der Auflösungsqualität der Berechnungshilfsmittel entsprechen. Hierzu gehört dann auch die Vorgabe der realitätsnahen Druckverhältnisse im Schlitz unter Suspensionsstützung sowie während und unmittelbar nach dem Betoniervorgang.

Der Vergleich bestehender Ansätze (z.B. nach Lings) zum Frischbetondruck mit Feldmessungen zeigt, dass diese den Druck deutlich überschätzen. Auch die DIN 18218 "Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen" liefert für Schlitzwände keine zutreffenden Annahmen. Diese werden am Lehrstuhl im Rahmen eines BMBF Projektes entwickelt.

In Zentrifugen-Modellversuchen wird die Lastabtragung eines Frischbetons in einem Erdschlitz abgebildet. Dazu ist ein Modellbeton zu entwickeln, der im erhöhten Schwerfeld entmischungsfrei bleibt, sowie die rheologischen Eigenschaften realer Kontraktorbetone abbildet. Die Versuche zeigen, dass bereits im nicht-erstarrten (plastischen) Beton ein teilweiser Abtrag des Beton-Eigengewichts über eine Verzahnung des Frischbetonkörpers mit der baggerrauhem Erdschalung erfolgt (Silowirkung). Dabei wirkt der Frischbeton als 1-Phasen Stoff und entwickelt seine Schubkraft-Übertragungsfähigkeit aus der zeitabhängigen Strukturfestigkeit der ansteifenden Zementleimmatrix. Diese Untersuchungen werden durch Elementversuche, u.a. zur Entwicklung des Seitendruckkoeffizienten und zur Selbststabilisierung ergänzt.

Aus den in den Versuchen beobachteten Wirkungsmechanismen wird ein Berechnungsalgorithmus entwickelt, welcher einen beliebigen Betonierfortschritt, beliebige Schlitzgeometrien sowie die experimentell ermittelten, zeitlichen Entwicklungen des Seitendruckkoeffizienten und des Siloeffektes berücksichtigt. Vergleichsrechnungen mit eigenen Baustellenmessungen und Literaturangaben zeigen eine gute Übereinstimmung der berechneten und gemessenen zeitabhängigen Druckzustände im Schlitz (Bild 1). Somit steht ein effektives Werkzeug zur realitätsnahen Beschreibung des zeitabhängigen Frischbetondruckes für numerische Simulationen von Schlitzwandkonstruktionen zur Verfügung.



Besonderes Augenmerk richtete sich dabei auf die plangleichen Knotenpunkte, da hier die Interaktion von Fahrer und Verkehrsanlage, sowie der Fahrer untereinander am größten ist.

Auf der Basis von Untersuchungen der Unfalldatenbanken zweier städtischer und zweier ländlicher Untersuchungsgebiete konnten allgemeingültige Aussagen zum Unfallgeschehen in Abhängigkeit von den untersuchten Altersklassen getroffen werden. Es zeigte sich, dass ältere Verkehrsteilnehmer systematisch seltener in Auffahrunfälle oder in Fahrunfälle (Verlieren der Gewalt über das Fahrzeug) verwickelt sind als jüngere Fahrer. Einmündungen und Kreuzungen bereiten den älteren Fahrern jedoch mehr Probleme.

Diesem makroskopischen Ansatz folgte die Detailanalyse auf mikroskopischer Ebene. Dazu wurden insgesamt 38 Knotenpunkte mit insgesamt 978 Unfällen in den vier Untersuchungsgebieten einer genauen Analyse unterzogen. So konnten aus den aufgestellten Unfalldiagrammen einzelne Knotenpunktelemente identifiziert werden, die mit den Problemen der älteren Fahrer in Verbindung gebracht werden konnten.

Diese identifizierten Knotenpunktelemente bildeten die Grundlage für die Entwicklung eines Simulatorexperimentes. Probanden aus den unterschiedlichen Altersklassen mussten eine Abfolge von Knotenpunkten in einem Fahrzeugsimulator durchfahren. Durch die Auswertung des Verhaltens der Probanden bei den Simulatorfahrten und die Auswertungen der im Anschluss an das Experiment durchgeführten Befragung, konnten die aus den makro- und mikroskopischen Unfalluntersuchungen gewonnen Erkenntnisse verifiziert werden.



In einem weiteren Untersuchungsschritt nahmen die Probanden an einem Feldversuch teil. Im Rahmen einer Versuchsstrecke mussten mehrere Knotenpunkte unter realen Verkehrsbedingungen durch-

## Verkehrswesen

### Sind unsere Knotenpunkte fit für die Zukunft?

Das statistische Bundesamt erwartet für die Zukunft neben einem Rückgang der Gesamtbevölkerung vor allem einen deutlichen Anstieg des Anteils der älteren Mitbürger. Diese Änderungen in der Altersstruktur haben einen bedeutenden Einfluss auf das Verkehrsgeschehen auf unseren Straßen. Vielfach wird das Verhalten der älteren Autofahrer als defizitär bewertet. Es wird unterstellt, dass die älteren Autofahrer zur Bewältigung der Fahraufgabe nur noch eingeschränkt leistungsfähig sind.

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für allgemeine und angewandte Psychologie der Universität Regensburg wurde eine detaillierte Analyse von typischen Verhaltensmustern und des Leistungsvermögens der untersuchten Zielgruppe durchgeführt.

fahren werden. Die Probanden wurden dabei sowohl mit im Fahrzeug befindlichen Kameras als auch mit an den Knotenpunkten stationär aufgestellten Kameras beobachtet. So konnten zusätzliche technische Einflussfaktoren, wie die Verweildauer im Knotenpunkt oder die Grenzzeitlücke in Abhängigkeit vom Alter bestimmt und miteinander verglichen werden.

Die unterschiedlichen Ansätze in der Vorgehensweise führten letztendlich zu einem konsistenten Bild. Es konnten Anforderungen an die Verkehrsanlage formuliert werden, die zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit führen. Diese Anforderungen sind aber nicht ausschließlich durch die älteren Fahrer begründet, sondern das Ergebnis einer Gesamtbetrachtung über alle Altersklassen.

## Was machen eigentlich unsere Absolventen?



### Selbständigkeit im Ingenieurbüro

Dr.-Ing. Dieter Heiland studierte von 1982-1987 Bauingenieurwesen und promovierte anschließend bei Prof. Stangenberg von 1987-1991 zum Thema „Dämpfung bei Stahlfaserbeton“.

Mein beruflicher Weg als Bauingenieur war schon immer sehr „dynamisch“ geprägt. Bereits bei meiner Diplomarbeit hatte ich mit einer dynamischen Fragestellung zu tun, weiter ging es bei dem Promotionsthema „Dämpfung bei Stahlfaserbeton“ und schließlich bei meiner ersten Anstellung bei der Firma GERB Schwingungsisolierungen in Essen. Dort habe ich mich um die Vermeidung von Schwingungsproblemen gekümmert, indem ich Erschütterungsisolierungssysteme für Gebäude entwickelt, projektiert und verkauft habe. Das war zunächst eine harte aber gute Schule für den weiteren Berufsweg.

Nach knapp 5 Jahren habe ich mich Ende 1995 selbständig gemacht. Es sollte ein Ingenieurbüro nur für baulastdynamische Fragestellungen werden – und das ist es auch geworden. Heute, 13 Jahre später, sind wir zu 4 Ingenieuren, 2 Technikern und 4 weiteren Teilzeitkräften weltweit tätig, um Schwingungen an Bauwerken in den Griff zu bekommen. Und die treten häufiger auf, als einem bewusst ist. Zunächst jedoch musste ich mir Gedanken machen über die erforderliche Messausrüstung. Wer nämlich Schwingungen beurteilen will, muss sie auch

messen können. Schwingungen werden im Bauwesen zu 90% in Form von Schwinggeschwindigkeiten gemessen, also musste eine entsprechende 8-kanalige Messanlage angeschafft werden. Dazu ein Mess-Laptop mit teurer Software und vieles praktische für den Außeneinsatz.



Bild 1: Messungen auf einer Baustelle in Portugal

Bei unsern Projekten geht es meistens um Schwingungen, die für die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken von Bedeutung sind. Beispielsweise sollen U-Bahn Schwingungen den Wohnkomfort im darüber liegenden Wohnhaus nicht stören, eine schwingungsanfällige Chipfabrik, z.B. AMD in Dresden, soll so gebaut werden, dass keine unzulässigen Vibrationen an den Fertigungsanlagen auftreten können oder eine Brücke soll so dimensioniert werden, dass den Fußgängern beim Passieren nicht schlecht wird.

Für manches gibt es Normen, für vieles aber auch nicht, und dann ist „Handarbeit“ angesagt, d.h. es muss eine Beurteilung auf der Basis vergleichbarer



Bild 2: Untersuchungen am Transrapid

Situationen erfolgen. Berechnungsverfahren müssen dann ggf. selbst entwickelt und ausprobiert werden.

Beim Transrapid z.B. haben wir ein Prognoseverfahren entwickelt, um Schwingungen entlang der Trasse vorhersagen zu können. Dazu mussten viele Messungen an der Teststrecke im Emsland sowie an der geplanten Trasse in München durchgeführt werden. Das macht richtig Spaß .... bis, naja, den Rest wissen Sie schon.

Ein anderes Interessantes Gebiet sind die Gerichtsgutachten. Dazu muss man „öffentlich bestellt und vereidigt“ (ö.b.u.v) werden. Das kann durch die IHK oder die Ingenieurkammer geschehen. Als sogenannter ö.b.u.v.SV (bei mir für das Gebiet „Erschütterungen und allgemeine Baudynamik“) erhält man seine Aufträge vom Gericht. Man kann sich vorstellen, welche Vielfalt an Aufgabenstellungen da auf einen zu kommen.

In den letzten Jahren ist auch meine Verbindung zur Uni wieder stärker geworden. Das fing mit einer Diplomarbeit an, die ich zusammen mit Dr. Schnütgen vom KIB I (heute Stahlbeton- und Spannbetonbau) betreut habe. Weitere Diplomarbeiten in Kooperation mit Prof. Kindmann folgten. Seit dem Wintersemester 2004 habe ich einen Lehrauftrag über „Praktische Probleme der Baudynamik“ im 7. Semester.

Ich finde, dass das Bauingenieurwesen unglaublich vielfältig und spannend ist. In eine dieser spannenden Nischen konnte ich – Gott sei Dank – reinrutschen.

## Liste der Professuren der Fakultät

N.N.

Entwurf und Konstruktion – Massivbau

Univ. Prof. Dr.-Ing. R. Breitenbücher  
Baustofftechnik

Univ. Prof. Dr.-Ing. R. Kindmann  
Stahlbau- und Verbundbau

Univ. Prof. Dr. techn. G. Meschke  
Statik und Dynamik

Univ. Prof. Dr.-Ing. D. Hartmann  
Ingenieurinformatik im Bauwesen

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Thewes  
Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb

Univ. Prof. Dr.-Ing. R. Höffer  
Aerodynamik und Strömungsmechanik im Bauwesen

N.N.

Grundbau und Bodenmechanik

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Scherer  
Geodäsie

Univ. Prof. Dr. rer. nat. H. Stolpe  
Umwelttechnik und Ökologie im Bauwesen

Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Brilon  
Verkehrswesen

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg  
Verkehrswegebau

Univ. Prof. Dr. rer. nat. A. Schumann  
Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

Univ. Prof. Dr.-Ing. H. Orth  
Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik

Univ. Prof. Dr.-Ing. O.-T. Bruhns  
Technische Mechanik

Univ. Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl  
Allgemeine Mechanik

N.N.

Mechanik adaptiver Systeme

## Kontakte und nähere Informationen

Nähere Informationen zu Forschung und Lehre sind unter der Fakultätshomepage <http://www.rub.de/fbi> zu finden. Die Leiter der Lehrstühle und Arbeitsgruppen stehen gerne für weitere Auskünfte zur Verfügung.

## Impressum

Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. Dr. A. Schumann, Fakultät für Bauingenieurwesen,  
Ruhr Universität Bochum, 44780 Bochum