

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM



FAKULTÄT FÜR
BAU- UND UMWELT-
INGENIEURWISSENSCHAFTEN

RUB

NEWSLETTER 2019/1

FAKULTÄT FÜR BAU- UND
UMWELTINGENIEURWISSENSCHAFTEN



EDITORIAL

SEHR GEEHRTE LESERIN, SEHR GEEHRTER LESER, Hochschulrankings sind aus vielen Gründen umstritten. Besonders die Vergleichbarkeit der gesammelten Daten und der Rankingparameter werden diskutiert. Trotzdem ist ein gutes Resultat sehr erfreulich, wenn es auf der Grundlage von Auskünften der Studierenden und messbaren Fakten zustande gekommen ist. Im diesjährigen Ranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) erreichte der Studiengang Bauingenieurwesen in sechs Kategorien die Spitzengruppe. Hierzu zählen die Unterstützung im Studium insgesamt, die Studienorganisation, die Prüfungsabläufe, die Räume- und IT-Infrastrukturausstattungen sowie die allgemeine Studiensituation als Bewertungskriterien. Außerdem schnitt die Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften in den Bereichen Unterstützung am Studienanfang, Kontakt zur Berufspraxis, internationale Ausrichtung des Masterstudiums sowie Zahl der Promotionen pro Professur überzeugend ab. Wir sind zufrieden und zuversichtlich, auch in der Zukunft gut bewertet zu werden.

Mit den erfolgreichen Besetzungen der vakanten Professuren für Bodenmechanik, Grundbau und Umweltgeotechnik sowie für Ingenieurhydrologie und Wasserwirtschaft im vergangenen Halbjahr konnte unsere Fakultät Lücken schließen und sich erneut sehr gut für Wissenschaft und Lehre aufstellen. Wenn Sie diesen Newsletter durchblättern, finden Sie interessante Interviews, in denen sich unsere neue Kollegin und unser neuer Kollege vorstellen. Wir haben uns darüber hinaus mit einer weiteren Honorarprofessur für einen Lehrbeauftragten verstärkt.

Die Fakultät hat die Vorarbeiten zur Reakkreditierung der laufenden Studiengänge aufgenommen und befindet sich in konkreten Planungen zur Einrichtung eines weiteren, internationalen Studiengangs in englischer Sprache gemeinsam mit der Fakultät für Geowissenschaften. Unterstützende Programme der Ruhr-Universität zur

Internationalisierung und Digitalisierung der Lehre haben zusätzlich einiges in Bewegung gebracht, unsere Fakultät bringt sich auch hier intensiv ein. Im vorliegenden Newsletter wird dazu berichtet.

Am 24. Mai 2019 fand an der Ruhr-Universität zum ersten Mal eine Silberne Promotionsfeier statt. Eingeladen waren Ehemalige aller Fachbereiche der Ruhr-Universität. Fast 50 Alumni aus 16 Fakultäten, die vor 25 Jahren an der RUB promoviert wurden, kamen der Einladung nach. Ihnen wurde eine besondere Ehrung zuteil. Unser Rektor Magnifizenz Prof. Dr. Axel Schölmerich begrüßte die Jubilare und überreichte ihnen gemeinsam mit den Dekanen erneuerte Promotionsurkunden. Aus unserer Fakultät wurden 4 Silberpromovenden – ein leitender Akademischer Rat aus unserer Fakultät und gleich 3 Unternehmensgründer - geehrt. Der Rektor beabsichtigt, die Veranstaltung in jedem Jahr durchzuführen.



Bild 1: Eingerahmt von Dekan Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Höffer und Rektor Prof. Dr. Axel Schölmerich: die Silberjubilare Akad. Oberrat Dr.-Ing. Diethard König, Dr.-Ing. Norbert Hölscher, Prof. Dr.-Ing. Jörg Strunkheide und Dr.-Ing. Ioannis Papadakis (v.l.n.r.)

Unsere eigene Jahresfeier findet in diesem Jahr am 28. November wieder im Audimax statt. Einladungen ergehen separat – herzlich willkommen!

**MIT BESTEN GRÜßEN,
IHR PROF. DR.-ING. RÜDIGER HÖFFER**

DIE FAKULTÄT GRATULIERT ZUR PROMOTION

- **Dr.-Ing. Hai Van Nguyen**
Probabilistic Variational Modeling of Dynamic Recrystallization
- **Dr.-Ing. Sven Beckhuis** (Bild 1)
Computational Stimulation of Geothermal Reservoirs using a Coupled XFEM - GFEM Approach
- **Dr.-Ing. Pascal Kosse**
Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions of Municipal Wastewater Treatment Systems
- **Dr.-Ing. Ba Trung Cao** (Bild 2)
Simulation and Monitoring Assisted Real-Time Steering with Uncertainty in Mechanized Tunneling
- **Dr.-Ing. Johanna Waimann** (Bild 3)
Variationelle Modellierung irreversibler Effekte in polykristallinen Formgedächtnislegierungen
- **Dr.-Ing. Vojtěch Ernst Gall** (Bild 4)
Numerical Investigation of Hybrid Segmental Lining Response to Mechanized Tunneling Induced Loadings
- **Dr.-Ing. Linzhi Lang** (Bild 5)
Hydro-Mechanical Behaviour of Bentonite-Based Materials used for Disposal of Radioactive Wastes



Bild 1: Dr.-Ing. Sven Beckhuis

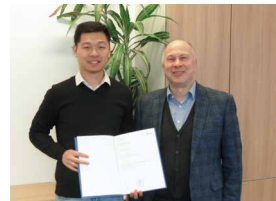


Bild 2: Dr.-Ing. Ba Trung Cao



Bild 3: Dr.-Ing. Johanna Waimann



Bild 4: Dr.-Ing. Vojtěch Ernst Gall



Bild 5: Dr.-Ing. Linzhi Lang

NEUES AUS DER FAKULTÄT

HERZLICH WILLKOMMEN

NEUER PROFESSOR AN DER FAKULTÄT: PROF. DR.-ING. TORSTEN WICHTMANN IM INTERVIEW

Seit dem 01.04.2019 leitet Prof. Dr.-Ing. Torsten Wichtmann (ehemals Bauhaus-Universität Weimar) den Lehrstuhl für Bodenmechanik, Grundbau und Umweltgeotechnik. Zum Start beantwortete er dem PR-Team der Fakultät Fragen rund um seine Forschungsgebiete, seine damalige Motivation für ein technisches Studium, seine Tipps für Studierende sowie seine Zukunftspläne für den Lehrstuhl.



Bild 1: Übergabe der Ernennungsurkunde an Prof. Wichtmann durch den Rektor Prof. Schölmerich im Beisein des Dekans Prof. Höffer

Nach einem Studium des Bauingenieurwesens an der RUB von 1996 bis 2000 war Prof. Wichtmann bis 2006 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik der RUB tätig. In seiner Promotion, die im Jahr 2005 im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 398 erfolgte, befasste er sich mit dem Verhalten von Sand bei hochzyklischer und dynamischer Beanspruchung. 2007 wechselte Prof. Wichtmann als wissenschaftlicher Mitarbeiter an das Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF) der TU Karlsruhe (später Karlsruher Institut für Technologie, KIT). Neben der Erweiterung der Forschung auf Tonböden wurde der Fokus dort stärker auf die

Validierung der entwickelten konstitutiven Modelle sowie deren Anwendung in numerischen Simulationen gelegt. Auf diese Weise wurden u.a. das Langzeitverhalten der Gründungen von Offshore-Windenergieanlagen sowie die Stabilität von Tagebauseeböschungen unter Erdbebeneinwirkung untersucht. 2016 habilitierte Prof. Wichtmann am KIT auf dem Gebiet des „Geotechnischen Ingenieurwesens“. 2017 folgte er dem Ruf der Bauhaus-Universität Weimar auf die Professur Geotechnik. Im Jahr 2019 lehnte Prof. Wichtmann einen Ruf des KIT auf die dortige Professur für Bodenmechanik und Grundbau ab und kehrte durch die Annahme des Rufes auf die Professur für Bodenmechanik, Grundbau und Umweltgeotechnik an die RUB zurück.

Mit welchen Forschungsgebieten setzen Sie sich auseinander?

Die zukünftige Forschung des Lehrstuhls wird sich auch weiterhin mit bodenmechanischen Aspekten bei Prognosemodellen für den maschinellen Tunnelbau befassen, womit sich der Lehrstuhl aktiv am Sonderforschungsbereich SFB 837 beteiligt. Weiterhin werden wir uns in der Forschung mit verschiedenen Herausforderungen der Energiewende auseinandersetzen. Meine Forschung zur Wiedernutzbarmachung von Flächen des Braunkohletagebaus, insbesondere zur Stabilität der Böschungen von Tagebauseen unter Erdbebeneinwirkung, möchte ich ebenso fortsetzen wie die Arbeiten zu den Langzeitverformungen von Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen. Die Erschütterungsausbreitung im Boden bei Onshore-Windenergieanlagen, die oberflächennahe Geothermie sowie bodenmechanische Aspekte bei der Endlagerung nuklearer Abfälle werden ebenfalls Gegenstand unserer Forschung sein. Darüber hinaus werden wir uns auch mit Folgen des Klimawandels für geotechnische Konstruktionen, mit Monitoringsystemen, Simulationsverfahren für eine bauwerkschonende Geotechnik sowie dem Verhalten von Infrastrukturbauwerken auf verbessertem

NEUES AUS DER FAKULTÄT

HERZLICH WILLKOMMEN

Baugrund auseinandersetzen. Auf all diesen Forschungsfeldern sind Grundlagenuntersuchungen zum Bodenverhalten bei (zum Teil gekoppelter) mechanischer, hydraulischer und thermischer Beanspruchung notwendig, um dieses anschließend durch Stoffmodelle mathematisch beschreiben zu können. Diese Stoffmodelle kommen in numerischen Simulationen zum Einsatz, deren Ergebnisse die Basis für die Entwicklung von Lösungsansätzen für die Praxis bilden.

Wie sind Sie zum Ingenieurwesen gekommen? War es von klein auf Ihr Plan, in ein technisches Arbeitsfeld zu gehen?

Das Interesse am Bauen war sicherlich schon lange vor der Entscheidung für ein Studium vorhanden. Einem ebenfalls in Betracht gezogenen Studium der Architektur habe ich letztendlich das technischer orientierte Studium des Bauingenieurwesens vorgezogen. Während des Studiums konnte die Geotechnik mein Interesse am stärksten wecken, da sich das mechanische Verhalten von Boden doch deutlich von den anderen Werkstoffen des Bauingenieurwesens unterscheidet, sehr vielfältig und manchmal überraschend ist. Zudem ist jeder Baugrund unterschiedlich, was eine zusätzliche Herausforderung für den geotechnischen Ingenieur darstellt. Über eine Hiwi-Tätigkeit am Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik, die ich während des Studiums an der RUB aufgenommen habe, bin ich dann bei der Geotechnik „hängengeblieben“.

Was sind Ihre Tipps für ein erfolgreiches Studium?

Es ist sicherlich schwierig, hier pauschale Tipps zu geben. Jeder Studierende wird für sich selbst mit der Zeit herausfinden, wie er oder sie sich das für den erfolgreichen Abschluss eines Studiums notwendige Wissen am besten aneignen kann. Bachelor-Studierende in den ersten Semestern sollten sich nicht von den häufig als trocken wahrgenommenen Lehrveranstaltungen, in denen die Grundlagen gelegt werden, abschrecken lassen. Auf diesen theoretischen Grundlagen

bauen die konstruktiven und planerischen Fächer im weiteren Studienverlauf auf (u.a. auch die Veranstaltungen im Bereich der Geotechnik). Die Wahl der Vertiefungsrichtung im Masterstudium sollte sich an den eigenen Interessen und nicht dem vermeintlichen Schwierigkeitsgrad oder der aktuellen Marktlage orientieren. Spätestens im Masterstudium ist es auch empfehlenswert, über eine Tätigkeit als studentische Hilfskraft an einem Lehrstuhl, in einem Ingenieurbüro oder einer Baufirma oder im Rahmen von Praktika in den jeweiligen Bereich „hineinzuschnuppern“.

Stichwort Zukunftspläne: Was möchten Sie in den nächsten Jahren unbedingt verwirklichen?

Für die Realisierung der Grundlagenforschung auf den oben genannten Feldern ist zunächst einmal die Erweiterung der experimentellen Infrastruktur des Lehrstuhls notwendig. Das bodenmechanische Labor soll um einige neue Versuchsgeräte für die mehrdimensionale zyklische und dynamische Beanspruchung von Bodenproben ergänzt werden. Diese relativ komplexen Geräte werden wir zum Teil im Eigenbau realisieren. Weiterhin werden für einige der oben genannten Forschungsfelder großformatige experimentelle Aufbauten in der Versuchshalle des Lehrstuhls benötigt. Als Beispiel sei ein Modellversuch zur Simulation von Böschungen bzw. Bodensäulen unter Erdbebenbeanspruchung genannt. Ein weiteres Ziel ist die Reaktivierung der Geotechnischen Großzentrifuge des Lehrstuhls, in der Modelle im erhöhten Schwerfeld und damit bei realistischen Spannungsniveaus getestet werden können.

Natürlich hoffe ich auf signifikante Fortschritte in den oben genannten Forschungsfeldern, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Stoffmodellen auf Basis qualitativ hochwertiger Experimente unter Einsatz der vorhandenen und neuen Versuchsgeräte sowie deren Validierung anhand verschiedener Randwertprobleme, z.B. der eigenen Modellversuche in der Versuchshalle.

NEUES AUS DER FAKULTÄT HERZLICH WILLKOMMEN

Neben der Einwerbung von Drittmitteln für die Forschung auf den verschiedenen oben genannten Feldern im Rahmen von Einzel- und Verbundanträgen sowie Forschergruppen ist sicherlich ein großes Ziel, gemeinsam mit den Kollegen in der Fakultät ein neues Großforschungsformat als Nachfolger des SFB 837 thematisch zu entwickeln und auf den Weg zu bringen.

Im Bereich der Lehre möchte ich die Inhalte der Lehrveranstaltungen aus den Bereichen der Bodenmechanik, des Grundbaus und der Umweltgeotechnik innerhalb der Vertiefungsrichtung „Geotechnik und Tunnelbau“ im Masterstudium

NEUE PROFESSORIN AN DER FAKULTÄT: PROF. DR.-ING. MARTINA FLÖRKE IM INTERVIEW

In Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Andreas H. Schumann übernimmt Prof. Dr.-Ing. Martina Flörke (ehemals Universität Kassel) den Lehrstuhl für Ingenieurhydrologie und Wasserwirtschaft. Zum Start beantwortete sie dem PR-Team der Fakultät Fragen rund um ihre Forschungsgebiete, ihre Motivation und ihre Zukunftspläne.

Bevor Prof. Flörke am 01.02.2019 ihre Arbeit am Lehrstuhl für Ingenieurhydrologie und Wasserwirtschaft antrat, leitete sie die Forschungsgruppe "Global and Regional Dynamics" (GRID) am Center for Environmental Systems Research der Universität Kassel. Ihre Forschung konzentriert sich darauf, die Folgen des globalen Wandels für die Umwelt und die Gesellschaft zu identifizieren und zu quantifizieren, insbesondere in Bezug auf die Quantität und Qualität von Oberflächengewässern. Das Hauptziel ist es, Strategien zu entwickeln, die helfen, negative Auswirkungen zu vermeiden. Des Weiteren arbeitete sie als leitende Wissenschaftlerin an der Entwicklung des globalen Wassermodellierungssystems WaterGAP3. Prof. Flörke sam-

Bauingenieurwesen weiterentwickeln und durch neue Themenschwerpunkte ergänzen, um die bereits jetzt vorhandene Attraktivität der Vertiefungsrichtung noch weiter zu steigern. Die aktive Mitgestaltung des geplanten neuen internationalen Masterstudiengangs „Underground Infrastructure“ mit der Vertiefungsrichtung „Geotechnics and Tunneling“ stellt ebenfalls eine sehr interessante und spannende Herausforderung dar. Ich hoffe, dass es uns wie bereits im „Computational Engineering“ gelingt, sehr gute internationale Studierende mit starkem Interesse an der unterirdischen Infrastruktur und insbesondere der Geotechnik für die RUB zu gewinnen.

melte umfangreiche Erfahrungen in internationalen und europäischen Forschungsprojekten und war an einer Reihe von interdisziplinären Projekten beteiligt, die sich mit Szenario-Assessments (z. B. "Millennium Ecosystem Assessment", "Global Environment Outlook 4") sowie Wasser- und Klimafragen befassen. Das PR-Team der Fakultät wollte mehr über ihre Person erfahren und stellte ihr Fragen rund um Forschung, Studium und Zukunftsperspektiven.

Mit welchen Forschungsgebieten setzen Sie sich fortan genau auseinander?

Ausgangspunkt meiner Arbeiten ist die Hypothese, dass die anthropogene Beeinflussung des Wasserkreislaufs durch Wassernutzung und -verschmutzung von weitreichender Bedeutung für die künftige Verfügbarkeit dieser Ressource ist. Zu viele Nährstoffe und Chemikalien in der Umwelt gefährden die Ernährungssicherheit, die Gesundheit von Menschen und Ökosystemen. Schadstoffe aus Punkt- und diffusen Quellen finden sich in Fließgewässern und im Grundwasser und stellen eine Herausforderung für das Wassermanagement dar. Modell- und datengetriebene Studien unterstützen ein besseres Verständnis

NEUES AUS DER FAKULTÄT

HERZLICH WILLKOMMEN



Bild 1: Prof. Flörke erhält ihre Ernennungsurkunde durch den Rektor Prof. Schölmerich im Beisein des Prodekans Prof. Mark

der Interaktion verschiedener Wassernutzungssektoren sowie die Charakterisierung von Schadstoffquellen und Eintragspfade, des Verbleibs und des Verhaltens von Stoffen in Oberflächen- und Grundwasserkörpern. Modelle helfen „Hotspots“ zu identifizieren, die Auswirkungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln, um Wasserknappheit oder -verunreinigungen zu reduzieren oder zu verhindern.

Mein zweites Forschungsfeld umfasst die Anwendung der entwickelten Modelle z.B. auf Fragestellungen der nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser unter Bedingungen des globalen Wandels. Globaler Wandel und die daraus resultierenden Folgen für Mensch und Umwelt verlangen die Entwicklung von Lösungsstrategien zur Anpassung und Mitigation. Trinkwasseraufbereitung, Wasserversorgung, Abwasserableitung und Abwasserreinigung sind Maßnahmen, die zur Erreichung des Ziels unumgänglich sind, jedoch eine umfassende Bewertung von Belastungen und sich auswirkende Folgen bedürfen.

Ich habe in den letzten 10 Jahren an der Entwicklung des globalen Wassermodells WaterGAP3 gearbeitet und möchte das Modell an meinem

Lehrstuhl weiterentwickeln, um das Modell skalenübergreifend, von der regionalen bis zur globalen Skala, anzuwenden. Viele Fragestellungen rund um das Thema Wasser sind überregional oder global zu verorten, wie z.B. große Überleitungen zur Stadtversorgung oder Lebensmittelproduktion.

Wie sind Sie zum Ingenieurwesen gekommen? War es von klein auf Ihr Plan, in ein technisches Arbeitsfeld zu gehen?

Ich bin auf Umwegen zum Bauingenieurwesen gekommen. Eigentlich hatte ich vor, Architektur zu studieren, fand dann aber den Umgang mit Zahlen und Technik viel interessanter. Zudem bin ich familiär vorbelastet, denn sowohl mein Vater als auch mein Bruder waren Bauingenieure. Wenn es zu Hause etwas zu bauen gab, war ich immer dabei. Das hat mich geprägt.

Für mich bedeutet Ingenieurwesen „planen, lösen, umsetzen“. Die Themen sind komplex und interdisziplinär, die Lösungen verlangen umfassende und systemische Betrachtungen, die Umsetzung bedarf transdisziplinärer Formate. Diese Mischung finde ich sehr spannend und die Ingenieurwissenschaften eignen sich hervorragend, um in diesen Aufgabengebieten zu arbeiten oder zu forschen.

Was sind Ihre Tipps für ein erfolgreiches Studium? Man sollte das tun, was man tun möchte, sich konkrete Ziele setzen und neuen Herausforderungen stellen. Ein Blick über den „Tellerrand“ hinaus ist oft sehr lohnend.

Stichwort Zukunftspläne: Was möchten Sie in den nächsten Jahren unbedingt verwirklichen?

Im Bereich der Forschung strebe ich natürlich die Weiterentwicklung des Modells an, um hydrologische und wasserwirtschaftliche Fragestellungen auf unterschiedlichen Skalen beantworten zu können. Insbesondere möchte ich die Simulation neuer Substanzen in Oberflächengewässern und

NEUES AUS DER FAKULTÄT HERZLICH WILLKOMMEN

ihre Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme und die menschliche Gesundheit vorantreiben. Kleinskalige Prozesse sind dabei großmaßstäblich zu skalieren; dies ist eine methodische Herausforderung.

Im Bereich der Lehre möchte ich die Bedeutung der Ressource Wasser hervorheben, denn sie steht

im Mittelpunkt der nachhaltigen Entwicklung und ist wichtig für sozioökonomische Entwicklungen, für Ökosysteme und die Gesundheit der Menschen. Systemisch betrachtet steht Wasser aber auch im Fokus der Anpassung an den Klimawandel und ist das entscheidende Bindeglied zwischen dem Klimasystem, der menschlichen Gesellschaft und der Umwelt.

NEUES AUS DER FAKULTÄT PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

RICHARD-VON-MISES-PREIS 2019 DER GAMM AN PD DR.-ING. PHILIPP JUNKER

Die Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM) hat auf ihrer 90. Jahrestagung in Wien den Richard-von-Mises-Preis 2019 an Dr. Philipp Junker für seine herausragende Arbeit zur kontinuumsmechanischen Modellierung komplexer Festkörper vergeben. Mit dem Preis an jüngere Wissenschaftler*innen würdigt die GAMM jährlich hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Angewandten Mathematik und Mechanik. Die Laudatio zur Preisverleihung wurde von Prof. Dr. Klaus Hackl gehalten.

Herr Dr. Junker ist am Lehrstuhl für Mechanik-Materialtheorie als Gruppenleiter tätig. Seine Forschungsthemen sind vielfältig und innovativ und erstrecken sich von der Computersimulation von Formgedächtnismaterialien und Schädigungsprozessen über die Topologieoptimierung bis zur Modellierung von stochastischem Materialverhalten. Hinzu kommen zahlreiche Industriekooperationen sowie ein Startup-Unternehmen.

Die GAMM wurde im Jahre 1922 von Ludwig Prandtl und Richard von Mises gegründet. Als Vermächtnis der Gründungsväter pflegt sie in be-



Bild 1: Verleihung des Richard-von-Mises-Preises an Dr. Junker durch die Präsidentin der GAMM

sonderem Maße die internationale Zusammenarbeit in der Angewandten Mathematik sowie auf allen Teilgebieten der Mechanik und Physik, die zu den Grundlagen der Ingenieurwissenschaften zählen. Sie hatte wesentlichen Anteil am Fortschritt der Hydro- und Aerodynamik, der Festkörpermechanik sowie der Numerischen und Industriellen Mathematik. Die GAMM ist eine Gesellschaft mit einer ausgeprägten internationalen Orientierung. Sie umfasst heute mehr als 1.500 Mitglieder.

NEUES AUS DER FAKULTÄT

PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

EHRUNGEN DES TRANSPORTATION RESEARCH BOARD FÜR PROF. GEISTEFELDT & PROF. BRILON

Beim diesjährigen „Transportation Research Board Annual Meeting“, dem jährlich stattfindenden Symposium der U.S.-amerikanischen Forschungsgesellschaft für Verkehrswesen mit mehr als 14.000 Teilnehmern, wurde erneut ein Beitrag des Lehrstuhls für Verkehrswesen mit dem „Best Paper Award“ des „Highway Capacity and Quality of Service Committee“ ausgezeichnet. Der Beitrag mit dem Titel „Defining Freeway Design Capacity Based on Stochastic Observations“ stellt ein neuartiges Verfahren zur Ermittlung der Bemessungskapazität von Autobahnen vor. Hauptautoren des Beitrags sind Siavash Shojaat, Doktorand der Louisiana State University, und Prof. Dr.-Ing. Justin Geistefeldt. In den letzten zwölf Jahren hat damit bereits zum fünften Mal ein Beitrag des Lehrstuhls für Verkehrswesen die Auszeichnung als „Best Paper“ erhalten.

Ebenfalls im Rahmen des Symposiums geehrt wurde Prof. Prof. E.h. Dr.-Ing. Werner Brilon, ehemaliger Leiter des Lehrstuhls für Verkehrswesen. Prof. Brilon wurde als „Emeritus Mem-

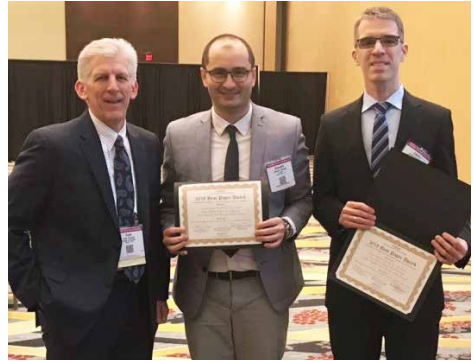


Bild 1: Verleihung des „Best Paper Award“ durch den Ausschussvorsitzenden, Tom Creasey, an Siavash Shojaat und Prof. Geistefeldt (v.l.n.r.)

ber“ in das „Highway Capacity and Quality of Service Committee“, dessen Arbeit er über Jahrzehnte maßgeblich geprägt hat, aufgenommen.

Beide Auszeichnungen verdeutlichen den international herausragenden Stellenwert der Forschung des Lehrstuhls für Verkehrswesen auf dem Gebiet der Kapazitätsanalyse und der verkehrstechnischen Bemessung von Straßenverkehrsanlagen.

PROF. DR. RER. NAT. ANDREAS SCHUMANN MIT HYDROLOGIEPREIS AUSGEZEICHNET

Seit rund 20 Jahren forscht Prof. Dr. rer. nat. Schumann, Inhaber des Lehrstuhls für Hydrologie und Wasserwirtschaft, mit seinem Team zur Prävention von Hochwassern – ein Thema, das eine hohe gesellschaftliche Relevanz besitzt.

Am Donnerstag, den 28. März 2019 wurde ihm der Hydrologiepreis am jährlich stattfindenden „Tag der Hydrologie“ verliehen. Mit diesem Preis ehrt die Deutsche Hydrologische Gesellschaft den Wissenschaftler für seine herausragenden Leistungen für die Hydrologie im deutschsprachigen Raum und zeichnet ihn mit einer lebenslangen Ehrenmitgliedschaft aus.



Bild 1: Prof. Schumann ©RUB, Kramer

NEUES AUS DER FAKULTÄT

PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

HONORARPROFESSUR FÜR DR. JUR. MAXIMILIAN LEDERER

Seit sieben Jahren gehört die Lehrveranstaltung "Bau- und Ingenieurvertragsrecht" von Dr. jur. Maximilian Lederer von der Düsseldorfer Kanzlei "Kapellmann Rechtsanwälte" fest zum Lehrangebot der Fakultät. Am 14. März 2019 erhielt Herr Dr. Lederer auf der Basis seines Lehrengagements und seiner wissenschaftlichen Leistungen eine Honorarprofessur der Ruhr-Universität Bochum. In der Vorlesung zum Bauvertragsrecht werden den Studierenden rechtliche Grundlagen und Besonderheiten von Bauverträgen vermittelt, die für jeden praktisch tätigen Bauingenieur unverzichtbar sind. Als berufsvorbereitendes Highlight seiner Lehrveranstaltung bietet Dr. Lederer den Studierenden ein ganztägiges Seminar in seiner Kanzlei an, in dem eigenständig Fallstudien mit



Bild 1: Prof. Thewes, Hon.-Prof Lederer, Dekan Prof. Höffer (v.l.n.r.)

hoher Praxisrelevanz analysiert werden. So werden die Studierenden für einige der in der Praxis typisch und wiederholt auftretenden Fehler in Vertragsfragen sensibilisiert.

PROF. DR. ANDREAS VOGEL UND B.SC. JOSE PINZON ESCOBAR GEWINNEN RUBEL-WETTBEWERB 5x5000

Für die verlässliche Beantwortung von ingenieurwissenschaftlichen und physikalischen Fragestellungen bedarf es mitunter massiver Rechenleistung, um entsprechende Simulationen und Bewertungen vornehmen zu können. In seinen Lehrveranstaltungen vermittelt Prof. Dr. Andreas Vogel den Studierenden das nötige Gesamtverständnis für die Nutzung von Hochleistungsrechnern (Computercluster), die Eigenschaft von geeigneten mathematischen Lösungsalgorithmen sowie die programmiertechnische Umsetzung. Gemeinsam mit B.Sc. Jose Pinzon Escobar ergab sich im Januar 2019 die Frage „Wie kann man das Erlernen der Programmier Techniken noch besser gestalten?“, die zur Teilnahme am Wettbewerb führte.

Die Präsenzübungen von Prof. Andreas Vogel richten sich insbesondere an Studierende des in-



Bild 1: Prof. Vogel und B.Sc. Jose Pinzon Escobar

ternationalen Masterstudiengangs „Computational Engineering“. Die Programmierkenntnisse der Studierenden sind sehr unterschiedlich, was u. a. auf die verschiedenen Inhalte ihres Bachelorstudiums zurückzuführen ist. Im Rahmen der Übungen fehlt jedoch zumeist die nötige Zeit, um auf programmiertechnische Schwierigkei-

NEUES AUS DER FAKULTÄT PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

ten individueller Studierender detailliert einzugehen. Bisher wurden die Lösungen vom Lehrenden präsentiert und den Studierenden zur Verfügung gestellt, damit alle an diesem Kenntnisstand weiterarbeiten können. Prof. Vogel möchte nun die Lernprozesse verbessern, denn er ist sich sicher: „Programmieren muss man praktisch üben, um einen besseren Lerneffekt zu erzielen.“ Gemeinsam mit den Studierenden und Jose Pinzon Escobar leitete er daher eine offene Gesprächsrunde im Januar ein. Auf der Suche nach Lösungsansätzen entstand schließlich die Projektidee für eLearning Methoden.

Prof. Vogel und Jose Pinzon Escobar entwickelten in der Folge das nun ausgezeichnete eLearning-Konzept, welches den Studierenden ein individuelles Lerntempo ermöglicht. Die Umsetzung erfolgt im Rahmen von wöchentlichen, aufeinander aufbauenden Programmierübungen, die den Lernprozess vertiefen sollen. Kleine Code-Schnipsel werden dabei nach und nach im Frage-Antwort Modus programmiert, deren Korrektheit zugleich automatisiert getestet wird. Erst nach

der Prüfung des Teilschritts kann die nächste Teilaufgabe gelöst werden und so die Korrektheit der Implementierung getestet werden. Begleitende Verständnisfragen (Multiple-Choice, Antworteingabe) unterstützen die Studierenden, Merkmale und wesentlichen Aspekte der Aufgabenstellungen besser zu erfassen. Durch das Erreichen des Lernziels in Stufen schaffen Prof. Vogel und Jose Pinzon Escobar sowohl Erfolgserlebnisse als auch eine hohe Motivation für das eigenständige Lösen von Programmieraufgaben (Gamification). Auf diese Weise entwickeln die Studierenden am Ende der Veranstaltung ein voll funktionstüchtiges Softwareprogramm, das auf größten Parallelrechnern lauffähig ist. Auf der Suche nach Unterstützern stießen Prof. Vogel und Jose Pinzon Escobar auf den eLearning-Wettbewerb 5x5000, im Rahmen dessen sie die studentische Jury schließlich auf ganzer Linie überzeugten. Für die Einführung der neuen eLearning Methoden ist in Zusammenarbeit mit IT.SERVICES bereits die Verwendung eines Plug-Ins für Moodle geplant. Nach einer Testphase findet die Weiterentwicklung semesterbegleitend statt.

COMPENG-STUDENT ERHÄLT DAAD-PREIS 2018

Der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) verleiht den DAAD-Preis jährlich an internationale Studierende, die sich durch ihre akademischen Leistungen sowie ihr soziales Engagement auszeichnen. Der diesjährige Preis wurde dem Computational Engineering Studenten Mazen Draw aus Syrien verliehen.

Die akademischen Leistungen von Herrn Draw sind bemerkenswert, ebenso wie sein freiwilliges Engagement. Mazen Draw ist in vielerlei Hinsicht ein überragender Student. Er erzielt nicht nur sehr gute Leistungen in seinen Kursen, er beeindruckt darüber hinaus mit seiner intensiven freiwilligen Arbeit. Bereits vor seiner Zeit in



Bild 1: Prof. Hackl, S. Zimmermann, M. Draw, Rektor Prof. Schölmerich und J. Sahlmen (v.l.n.r.)

Deutschland übte er Ehrenämter in Syrien aus. Seine Flucht nach Deutschland hielt ihn nicht davon ab, weiterhin für Menschlichkeit einzu-

NEUES AUS DER FAKULTÄT

PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

stehen. Er half vielen anderen Geflüchteten mit Übersetzungen und Behördengängen, beteiligte sich in Spendenaktionen und fungiert als Gesprächspartner für verschiedenste Medien. Er erzählte von seinen Fluchterfahrungen und von den Herausforderungen, als syrischer Kriegsflüchtling ein Studium in Deutschland aufzunehmen.

PREISVERLEIHUNG „AUF IT GEBAUT – BAUBERUFE MIT ZUKUNFT“ MIT RUB-PREISTRÄGERN

Im Januar 2019 wurden im Rahmen des Wettbewerbs „Auf IT gebaut – Bauberufe mit Zukunft“ junge Nachwuchskräfte für ihre herausragenden und praxisgerechten IT-Lösungen in den Bereichen Handwerk und Technik, Baubetriebswirtschaft, Bauingenieurwesen und Architektur ausgezeichnet. Der Wettbewerb findet seit 2002 jährlich statt und bietet Studierenden, jungen Absolventinnen und Absolventen sowie Beschäftigten eine Plattform, um ihre innovativen, modernen oder technikorientierten Arbeiten zu präsentieren.

Im Rahmen des diesjährigen Wettbewerbes wurden insgesamt zwölf Preise sowie erstmalig ein Sonderpreis für Startups durch MinDirig Dr. Gäckle, Bundesministerium für Wirtschaft und

Herr Draw ist in den vergangen drei Jahren an seinen Aufgaben gewachsen. Er hat sich ein Leben in Bochum aufgebaut und für sein Studium hart gearbeitet. Herr Draw repräsentiert in hervorragender Art und Weise das Motto der Ruhr-Universität Bochum: „menschlich – weltoffen – leistungsstark“.

Energie, überreicht. Die Preisverleihung des bundesweiten Wettbewerbs fand am 15. Januar 2019 im Rahmen der Messe BAU in München statt.

Unter den Preisträgern sind in diesem Jahr drei Studierende und Doktorandinnen und Doktoranden der Ruhr-Universität Bochum mit ihren Arbeiten, die am Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen entstanden sind. Im Bereich Bauingenieurwesen erzielte Philipp Hagedorn, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen, den zweiten Platz mit seiner Masterarbeit „Implementation of the Information Container for Data Drop – Exchange of Linked Building Models“, die zusammen mit der Universität Hannover betreut wurde. Im Rahmen seiner Masterarbeit entwickelte er eine Software-Anwendung für die Validierung, den Import, der



Bild 1: T. Engelmann, P. Hagedorn, K. Doycheva und M. Scheffer (v.l.n.r.)

©RKW e.V./BILDKRAFTWERK/ Hans-Rudolf Schulz



Bild 2: Gruppenfoto der Preisträger 2019

©RKW e.V./BILDKRAFTWERK/ Hans-Rudolf Schulz

NEUES AUS DER FAKULTÄT PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

Bearbeitung der Daten und dem Export des international genormten Informationscontainers, z.B. für die Übertragung von verknüpften Gebäude-modellen als zeitabhängige Visualisierung (4D) oder Kostenmodell (5D).

Ebenfalls in der Kategorie Bauingenieurwesen erreichte Tabea Engelmann für ihre Bachelorarbeit „Entwicklung eines Konzepts zur Berücksichtigung von Unschärfen in Baugrundmodellen“ den dritten Platz, die sie am Lehrstuhl im Rahmen des SFB 837 umsetzte. Das in der Arbeit vorgestellte Konzept ermöglicht die Identifizierung, Quantifizierung und Visualisierung

von unsicheren Bereichen des Baugrundmodells, wodurch eine Möglichkeit der Bewertung der Modellqualität gegeben wird.

Der Sonderpreis für Startups ging an Markus Scheffer für seine Arbeit „Prozesssimulation als Teil der digitalen Projektabwicklung im Bauwesen“. Herr Scheffer ist Doktorand im Sonderforschungsbereich 837 am Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen und gründete aus diesem heraus das Unternehmen SD Ingenieure GmbH.

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN UMWELTECHNIK UND ÖKOLOGIE IM BAUWESEN

U+Ö IM BAUWESEN STARTET FORSCHUNGS- PROJEKT VIWAT-MEKONG-PLANNING

Das Mekong Delta in Vietnam ist eine der vom Klimawandel am meisten betroffenen Regionen: Meeresspiegelanstieg, Landabsenkung, Versalzung der Gewässer, ungereinigte Abwässer und Übernutzung des Grundwassers gefährden die Lebensbedingungen der dort auf einer Fläche wie der von Nordrhein-Westfalen lebenden 17,5 Millionen Menschen. Hinzu kommt die grenzübergreifende internationale Konkurrenz um das Wasser des Mekong vor allem in der jährlichen Trockenzeit.

Deutschland beteiligt sich zusammen mit anderen Ländern (Vietnam, Niederlande, Australien, Japan, USA usw.) an der Erforschung und Lösung der Probleme im Mekong Delta. Umwelttechnik+Ökologie im Bauwesen (kurz U+Ö) startet das Forschungsprojekt ViWaT-MEKONG-Planning, um einen Beitrag zur langfristigen und möglichst nachhaltigen Planung der Land- und Wasserressourcen im Mekong Delta zu leisten.

ViWaT-MEKONG-Planning (U+Ö, Ruhr-Universität Bochum) kooperiert mit den Projekten ViWaT-MEKONG-Engineering (KIT Karlsruher Institut für Technologie) und ViWaT-MEKONG-Operations (Universität Witten/Herdecke). Alle drei Projekte werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Für ViWaT-MEKONG-Planning stehen rund 2 Mio. Euro zur Verfügung.

Das ursprünglich sumpfige Mekong Delta wird seit über 100 Jahren durch den Bau von zahlreichen Kanälen, Schleusen, Deichen usw. entwässert und zu einem äußerst produktiven Reisanbaugebiet mit drei jährlichen Reisernten entwickelt. Hinzu kommen inzwischen auch Aquakulturen für Shrimps und Fisch, Obstbau sowie Industrie für die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte.

Verstärkt durch den Klimawandel und die grenzübergreifende Konkurrenz um das Mekongwasser kommt es neuerdings zu gravierenden Nut-

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

UMWELTECHNIK UND ÖKOLOGIE IM BAUWESEN



Bild 1: Aufnahmen aus dem ViWaT-Mekong-Planning Projektgebiet (Photos: U+Ö)

zungskonflikten und Problemen vor allem für die Landwirtschaft. Zunehmende industrielle und kommunale Abwassereinleitungen sowie das fortschreitende Eindringen von Salzwasser in die zahlreichen Oberflächengewässer führen in vielen Bereichen des Mekong Deltas zu erheblichen Beeinträchtigungen der Landwirtschaft.

ViWaT-MEKONG-Planning trägt zur Strategieentwicklung für eine möglichst nachhaltige Wasser- und Landnutzung bei, indem Nutzungskonflikte und Probleme sowie mögliche Lösungen aufgezeigt werden. Ergebnis wird ein Beitrag zu einem zukunftsweisenden Regionalplan für das Mekong Delta sein.

ViWaT-MEKONG-Planning trägt damit bei:

- zur Anpassung an die sich ändernden Randbedingungen durch den Klimawandel und das grenzübergreifende Wassermanagement,
- zur Vermeidung oder Minderung von Wasser- und Landnutzungsproblemen im Mekong Delta selber
- und zu einer zukunftsfähigen strategischen Regionalplanung für das Mekong Delta.

Vom 10.03. bis zum 17.03.2019, in der jetzigen Trockenzeit, fand eine Exkursion aller Forschungspartner in das Projektgebiet statt. Dabei konnten viele Informationen zu den Wasser- und Landnutzungen gesammelt und beeindruckende Interviews mit Landwirten, Fisch- und Shrimpzüchtern zu ihren Produktions- und Lebensbe-

dingungen geführt werden. Am 21.03.2019 fand das Projekt-Kick-Off bei der zuständigen Wasserbehörde NAWAPI (National Centre of Water Resources Planning and Investigation) Hanoi statt.

U+Ö ist seit fast 20 Jahren in Vietnam tätig und kooperiert dort mit dem Wissenschaftsministerium (MOST), dem Planungsministerium (MPI), dem Umweltministerium (MONRE) und den wichtigen wasserwirtschaftlichen Forschungsinstituten.

Projektpartner im Forschungsprojekt ViWaT-MEKONG-Planning sind Hochschulen und Firmen unter Koordination von U+Ö:

- U+Ö Umwelttechnik und Ökologie im Bauwesen, Prof. Dr. Stolpe, Ruhr-Universität Bochum
- LSU Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik, Prof. Dr. Wichern, Ruhr-Universität Bochum
- RIM Raumbezogene Informationsverarbeitung und Modellbildung, Prof. Dr. Thinh, Technische Universität Dortmund
- ITT Institut für Technologie und Ressourcenmanagement in den Tropen und Subtropen, Dr. Katrin Brömme, Technische Hochschule Köln
- Fraunhofer-UMSICHT Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen
- Ribeka GmbH, Bornheim
- Disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT UND UMWELTECHNIK

ENERGETISCHE UND VERFAHRENSTECHNISCHE OPTIMIERUNG DES BELEBTESCHLAMM-VERFAHRENS MIT HILFE VON INTEGRALEN HYDRAULISCH-VERFAHRENSTECHNISCHEN SIMULATIONEN BEI DER PLANUNG, AUSRÜSTUNG UND REGELUNG (OptiBeLD)

Abwasserreinigungsanlagen sind in Deutschland die größten kommunalen Stromverbraucher, so dass eine energetische Optimierung dieser Anlagen unumgänglich ist. Bei Betrachtung der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage, welche sich meist aus einem belüfteten und unbelüfteten Teil (Nitrifikation, Denitrifikation) zusammensetzt, weisen die Belüftungssysteme mit 65 % den größten Stromverbrauch auf. Durch die Optimierung und Minimierung des Sauerstoffeintrags kommt es jedoch meist zu erhöhten Lachgasemissionen (N_2O), welche mit einem Treibhausgaspotential von 298 neben CH_4 und CO_2 die bedeutendsten Treibhausgasemissionen auf Kläranlagen darstellen (Bild 1).

Zur Minimierung der Treibhausgasemissionen ist daher eine energetisch-emissionsbasierte Optimierung notwendig, die sich mit der Erhöhung der Effizienz des Sauerstoffeintrags und der op-

timalen Durchmischung beschäftigt. Für diese Optimierung des Energieverbrauchs und Minimierung der Treibhausgasemissionen ist eine bessere räumliche Beschreibung der biochemischen Umsatzprozesse im Belebungsbecken notwendig. Im Rahmen des vom BMWi geförderten Verbundprojektes OptiBeLD, welches sich mit der energetischen und verfahrenstechnischen Optimierung des Belebtschlammverfahrens befasst, untersucht der Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik den Einfluss der Belüftung und Durchmischung auf die biochemischen Umsatzprozesse. Ziel des Projekts ist es aus der Optimierung der einzelnen Anlagenkomponenten mit einem verbesserten Verständnis der einzelnen Prozesse in der biologischen Reinigungsstufe ein optimales Gesamtkonzept zu entwickeln. Zur näheren Untersuchung der biochemischen Umsatzprozesse wird eine technische Versuchsanlage betrieben, mit deren Hilfe die Prozesse identifiziert und quantifiziert werden sollen (Bild 2 - 4). Diese wird auf dem Versuchsgelände des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik aufgebaut und mit Abwasser aus dem Zulauf der Kläranlage Ölbachtal des Ruhrverbandes betrieben.

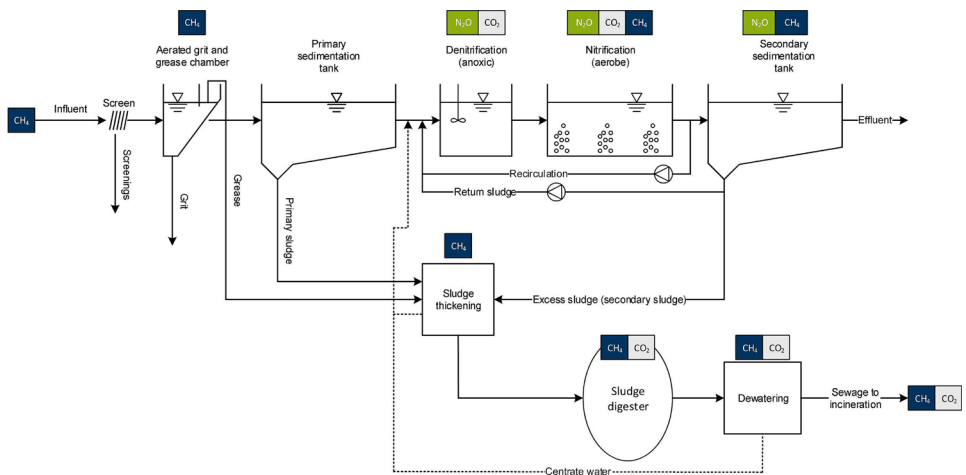


Bild 1: Schematische Darstellung der Hauptemissionsorte für CO_2 , CH_4 und N_2O auf einer kommunalen Kläranlage

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT UND UMWELTECHNIK

Die Ergebnisse der dort durchgeführten Versuche dienen zur Modellierung einer inhomogenen Biomassenverteilung und der Treibhausgasemissionen im Belebungsbecken mit der jeweiligen Wirkung auf die biochemischen Umsatzprozesse. Dabei wird das bisher häufig verwendete Belebtschlammmodell ASM3 erweitert, um diese Wirkungen zu beschreiben. Über eine Durchführung von Intensivkampagnen mit Praxispartnern werden die biochemischen Modelle validiert. Ziel des Projekts ist die Zusammenführung der einzelnen Modelle der Projektpartner zu einem Gesamtmodell, welches die optimale Anlagenregelung und Ausrüstung einer Kläranlage für die höchste Reinigungsleistung mit dem geringsten Energieeinsatz ermöglicht. Mit den Ergebnissen des Projekts werden konkrete Praxisempfehlungen entwickelt, welche zur Minimierung sowohl des Energieverbrauchs als auch der Treibhausgasemissionen auf Großkläranlagen bei gleichbleibender Reinigungsleistung beitragen. Die Lei-



Bild 2: Messsonden zur Untersuchung der biochemischen Umsatzprozesse: Ammonium und Nitrat (oben links), Lachgas (unten links), Sauerstoff (rechts)

DFG-GROßGERÄT: GASCHROMATOGRAPH- VERBRENNUNGS-ISOTOPENVERHÄLTNIS- MASSEN-SPEKTROMETER

Etwa 20% der anthropogenen Methanemissionen resultieren aus dem unkontrollierten anaeroben Abbau von organischen Abfällen in Depo-nien. Die Wiedergewinnung dieses Methans als Energieträger ist durch die Fermentation von organischen Abfällen in Biogasanlagen mög-lich, wodurch die Minimierung von Treibhaus-gasemissionen mit der Produktion von erneu-erbarer Energie kombiniert werden kann. In der Siedlungswasserwirtschaft wird die gezielte Faulschlammfermentation seit Mitte des letzten Jahrhunderts zur Rückgewinnung der chemisch gebundenen Energie und zur Schlammstabilisie-rung auf Kläranlagen genutzt. Im Vordergrund steht das Ziel, die Eigenschaften des Schlamm-s wie Geruch, Volumen und Hygiene zu verändern, um sie für die landwirtschaftliche Nutzung oder

tung des Verbundes erfolgt durch die WILO SE, weitere Verbundpartner sind das Institut für Auto-mation und Kommunikation e.V. (ifak) und die Professur für Wasserwirtschaft der Universität Rostock. Die assoziierten Praxispartner sind die Emscher-genossenschaft und der Lippeverband sowie der Ruhrverband.

Deponierung aufzubereiten. Dabei werden die biologische Aktivität und die Feststoffkonzentra-tion organischer, polymerer Stoffe reduziert. In den letzten Jahren wurde eine große Bandbreite an Substraten für die gezielte, technische Kon-VERSION zu Methan in Biogasanlagen untersucht, wie z.B. organische Abfälle (kommunal, indus-triell und landwirtschaftlich) und verschiedene Sorten pflanzlicher Biomasse (terrestrisch und aquatisch). Zukünftig werden verstärkt Prozesse zur stofflichen Nutzung in anaerobe Systeme integriert werden, wodurch eine höhere Wert-schöpfung erzielt werden kann. Vor diesem Hin-tergrund hängt die Weiterentwicklung anaerober Technologien wesentlich davon ab, dass ein stabiler und effizienter Substratumsatz im Fermenter etabliert werden kann. Dies wiederum erfordert ein umfassendes Verständnis der zugrundelie-genden, substratspezifischen mikrobiologischen Stoffwechselprozesse.

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT UND UMWELTECHNIK

Der anaerobe Stoffumsatz organischer Biomasse zu Methan kann als äußerst komplex angesehen werden. Am mehrstufigen anaeroben Abbau ist eine Vielzahl an unterschiedlichen Mikroorganismen beteiligt, die in Abhängigkeit der äußeren Rand- und Milieubedingungen eine große Bandbreite an Intermediaten und Stoffwechselprodukten generieren. Stöchiometrische und kinetische Parameter, die die Stoffwechselprozesse charakterisieren, sind auf Grund thermodynamischer Limitierungen stark variabel. Die Entwicklung mathematischer Modelle war vor diesem Hintergrund lange Zeit auf die Beschreibung des geschwindigkeitslimitierenden Schrittes beschränkt. Von besonderer Relevanz heutiger Forschungsanstrengungen ist die Identifizierung mikrobieller Interaktion und somit die funktionale Beschreibung syntropher Lebensgemeinschaften in anaeroben Systemen, insbesondere in Biofilmen, die noch nicht hinreichend geklärt sind. Hier können Isotopenverhältnis-Messungen helfen: leichtere Isotope weisen schwächere chemische Bindungen und schnellere Diffusionsraten auf, was zu leicht höheren Reaktionsraten führt. Diese kinetischen Isotopeneffekte sind nicht direkt beobachtbar, sondern lassen sich nur durch die Variation der Isotopenverhältnisse identifizieren. Sie bieten die Möglichkeit, verschiedene physikalische, chemische und biologische Prozesse zu differenzieren.

In vergangenen Arbeiten am Lehrstuhl wurden zum ersten Mal in einem Langzeitversuch die methanogenen Abbaupfade für kontinuierlich betriebene Biogasreaktoren mittels der Analyse stabiler Kohlenstoffisotope bestimmt. Die Daten zeigen eine Änderung der Stoffwechselwege im System an und weisen auf eine beginnende Überlastung des Reaktors hin (Bild 1). Basierend auf diesen Arbeiten wurde ein neues mathematisches Modell entwickelt, das durch die Integration von ^{12}C - und ^{13}C -Isotopen eine detaillierte Quantifizierung der biochemischen Abbauewege erlaubt. Die in der Arbeitsgruppe erzielten Ergeb-

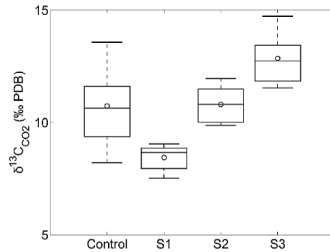


Bild 1: Änderung der Isotopensignatur im Biogas in Abhängigkeit von drei unterschiedlichen Belastungsschritten (S1-S3) eines Biogasreaktors

nisse verdeutlichen die grundsätzliche Anwendbarkeit und die Vorteile der vorgenommenen ^{12}C und ^{13}C Kohlenstoff-isotopenunterteilung als Erweiterung aktueller mathematischer Modelle zur Beschreibung anaerober Stoffwechselprozesse. Neben einer grundlegenden Bedeutung in der mathematischen Modellierung besitzt die Quantifizierung mikrobieller Abbauewege zusätzliche Relevanz für die ingenieurtechnische Planung und den Betrieb anaerober Reaktoren. Für das vertiefte Verständnis anaerober mikrobiologischer Abbauewege, deren Identifikation und mathematische Modellierung für unterschiedliche Medien wie Abwasser und lignocellulosehaltigen Substraten erfolgt, wird das bewilligte Großgerät (Bild 2) in innovativen technischen Systemen wie z.B. mikrobiellen Brennstoffzellen in den Forschungsarbeiten am Lehrstuhl eingesetzt.



Bild 2: Gaschromatograph-Isotopenverhältnis-Massenspektrometer der Firma Thermo Fisher Scientific

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN VERKEHRSWEGBAU

ANWENDUNG DER METHODE BIM IN KONFORMITÄT MIT DEN REGELWERKEN KOOPERATIVES FuE-PROJEKT: LEHRSTUHL FÜR VERKEHRSWEGBAU, LEHRSTUHL FÜR VERKEHRSWESEN – PLANUNG UND MANAGEMENT, LEHRSTUHL FÜR INFORMATIK IM BAUWESEN

Im „Stufenplan Digitales Bauen und Betreiben“ definiert das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Ziele und Herangehensweisen für eine ganzheitliche und flächendeckende Anwendung von BIM. Im Rahmen dieser Initiative fordert der Gesetzgeber den Einsatz moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von öffentlichen Infrastrukturbauwerken ab 2020. Im Rahmen der „Wissenschaftlichen Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau“ wurde eine umfangreiche Materialsammlung erstellt, welche aktuelle Entwicklungen bezüglich der Anwendung von Building Information Modeling (BIM) im Infrastrukturbau zusammenfasst. Die Auswertung der Materialsammlung zeigt, dass die Anwendung der

BIM-Methodik im Straßenbau bisher wenig verbreitet ist (König et al., 2016).

Im Bereich des Straßenbaus haben sich bereits ausgereifte Konzepte für Datenhaltung und Datenaustausch (z.B. OKSTRA, LandXML) etabliert. Allerdings sind diese auf konkrete Anwendungsfälle bzw. die ausschließliche Verwendung während einzelner Projektphasen ausgelegt. Die Nutzung von BIM über den gesamten Lebenszyklus erfordert hingegen einen offenen Datenaustausch zwischen den Projektbeteiligten. Ein entsprechendes Datenformat sollte dabei Erzeugung, Verwendung sowie Austausch von Informationen für die gewünschten BIM-Anwendungsfälle ermöglichen. In diesem Zusammenhang stellen Industry Foundation Classes (IFC) ein standardisiertes Datenformat dar, das unter ISO 16739 registriert ist. Entwickelt wurden die Industry Foundation Classes von building-SMART International, ehemals International Alliance for Interoperability (IAI). Der Anwendungsbereich von IFC wird kontinuierlich

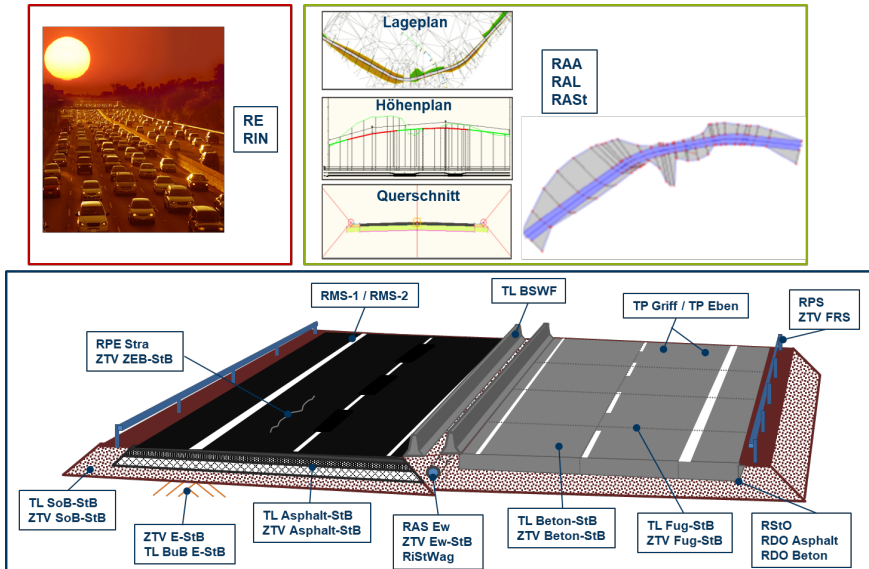


Bild 1: Relevante Regelwerke für eine Straße

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

VERKEHRSWEGEBAU

erweitert. Die aktuellste Version ist IFC 4 Add 2 und wurde im Juli 2016 veröffentlicht.

Im Unterschied zum Hochbau erfolgt die Planung eines Linienbauwerks anhand einer Trassierungsachse, die den räumlichen Verlauf der Straße beschreibt. Eine korrekte und eindeutige Definition der Trassierung bildet folglich die Basis für Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Straßen. IfcAlignment ist das erste Projekt, welches die Definition von Datenstandards für digitale Bauwerksmodelle im Bereich Infrastrukturbau thematisiert. IfcAlignment ermöglicht den Austausch der Trassierungsdaten von der Planung zur Bauausführung zum Facility Management sowie einen systemneutralen offenen Zugang zu Trassierungsdaten im Bestand (König et al., 2016).

Durch ein Projekt sollen die für eine Straße relevanten Aspekte, Kennwerte und Informationen, die im FGSV-Regelwerk (Kategorien R1 und R2)

sowie in Regelwerken der IT-Ko enthalten sind, in ein BIM-basiertes Straßen-Modell integriert werden (s. Bild 1). Den Auftrag hierzu hat das Forschungskonsortium bestehend aus den Lehrstühlen Verkehrswegebau, Verkehrswesen – Planung und Management und Informatik im Bauwesen der Ruhr- Universität Bochum erhalten. Die Ausarbeitung der Zusammenhänge der einzelnen Regelwerke steht hierbei im Fokus. Durch das Projekt werden die Grundlagen für eine Lebenszyklus-basierte Betrachtung (4D-Modell) gestellt. Die gebildete Arbeitsgemeinschaft deckt sowohl die erforderlichen computerbasierten Expertisen als auch die technisch-fachlichen und die Gremien-politischen Aspekte sehr gut und vollumfänglich ab.

Literatur:

König, M.; Amann, J.; Borrmann, A.; Braun, M.; Elixmann, R.; Eschenbruch, K.; Goetz, A.; Hausknecht, K.; Hochmuth, M.; Liebich, T.; Nejatbakhsh, N.; Scheffer, M.; Singer, D. (2016): Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau: Materialsammlung

RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN

FORSCHUNGSKOLLEG NRW: „NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME IM QUARTIER. MODELLE UND STRATEGIEN ZWISCHEN LOKALEN UND GLOBALEN HERAUSFORDERUNGEN“

Das Forschungskolleg NRW „Nachhaltige Energiesysteme im Quartier“ hat zum Ziel, technische, wirtschaftliche und soziale Steuerungsmodelle zur Steigerung der Energieeffizienz im Quartier zu entwickeln. Damit leistet das Forschungskolleg mit seiner breiten interdisziplinären Zusammensetzung und Einbettung in die Praxis (transdisziplinär) einen wichtigen Beitrag, um integrierte Konzepte zu entwickeln und die notwendige Verständigung zwischen den Disziplinen sowie zwischen zukünftigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit Prak-

tikerinnen und Praktikern unterschiedlicher Disziplinen zu fördern. Konkrete Handlungsmöglichkeiten und Optionen sollen die handelnden Parteien, allen voran Stadtwerke, Kommunen, Politik und Bürger darin unterstützen, die Energiewende im Quartier voranzutreiben.

Dabei stützt sich das Kolleg auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Erfahrungen der ersten Phase des Forschungskollegs „Energieeffizienz im Quartier“, das u.a. Hemmnisse zur praktischen Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen identifiziert hat. Im Fokus der zweiten Förderphase sollen Transformationsstrategien und damit die Dimension der Umsetzung stehen. Mit dem Blick auf die Menschen und ihre Mo-

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN

tivationen werden akteursbezogene und technische Modelle genauso wie Geschäfts- und Steuerungsmodelle zur Umsetzung der Energiewende im Quartier entwickelt.

Das komplexe Thema der Energieeffizienz ist gekoppelt mit den Herausforderungen Klimawandel, demografische Entwicklung, Transformation der Energieversorgung sowie der Wärme- und Mobilitätswende. Hierzu reicht es nicht aus den Stromsektor zu betrachten, da auch der Wärmesektor und die Mobilität ein großes Potenzial zur Minderung von CO₂-Emissionen aufweisen. Für diese drei wichtigen Sektoren einerseits und für die Betrachtung der handelnden und konsumierenden Akteure andererseits ist das Quartier auch im zweiten Forschungskolleg eine geeignete räumliche Bezugsgröße. Der räumliche Fokus der Forschungsarbeiten wird neben dem Ruhrgebiet und dort ausgewählten Quartieren auch auf dem Rheinischen Revier liegen.

Angesichts der in den letzten zwei bis drei Jahren veränderten demographischen Rahmenbedingungen (insb. Zuwachs durch Zuwanderung) und des Paradigmenwechsels hin zu Wachstum und Stadterweiterung – auch in tendenziell strukturschwachen Regionen – wird der Fokus

FuE-VORHABEN "HOLZBAU-GIS: MODELL ZUR NACHHALTIGEN EINSPARUNG VON TREIBHAUSGASEN DURCH STOFFLICHE HOLZNUTZUNG IM BAUWESEN"

Die Bundesregierung hat hohe Ziele für den Klimaschutz beschlossen. Die Umsetzung von Klimaschutzstrategien und -maßnahmen sowie die damit verbundenen Gesetze stellen für die Kommunen eine große Herausforderung dar. Das Bauwesen ist ein entscheidendes Handlungsfeld des kommunalen Klimaschutzes. Die Nutzung erneuerbarer Energien spielt darin in Zukunft

des Forschungskollegs auch auf den zukunftsorientierten Neubau von Quartieren (u.a. Flächenrecycling, kollektive Nutzungen, neue Mobilitätskonzepte) ausgeweitet.

Von Januar 2019 bis Juni 2022 werden in dem Forschungskolleg 12 Doktorandinnen und Doktoranden gleichzeitig promovieren. Die Forschung wird verstärkt in vier handlungsorientierten Themenclustern erfolgen, in denen jeweils drei Kollegiaten bzw. Lehrstühle einen Themenkomplex aus verschiedenen Perspektiven beleuchten. Die neuen Themencluster sind:

- Energieinfrastrukturen integriert umbauen
- Akteure/Nutzer/Eigentümer aktivieren
- Neue Handlungsweisen für Nachhaltigkeit auf Quartiersebene etablieren
- Rahmenbedingungen zur Umsetzung gestalten

Am Lehrstuhl Ressourceneffizientes Bauen wird eine Arbeit zur Integration von Ressourceneffizienz in den Gebäudebestand durch Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen mit ökobilanziellen Modelle entstehen.



Forschungskolleg NRW
Nachhaltige Energiesysteme
im Quartier

eine große Rolle. Erhebliches, noch ungenutztes Potenzial für Klimaschutzmaßnahmen steckt in den verwendeten Materialien im Baubereich.

Holzprodukte weisen zwei klimaschutzwirksame Eigenschaften auf: die Speicherung von Kohlenstoff im Material und die zusätzliche Substitutionswirkung, wenn mineralische Bauweise durch Holzbau ersetzt wird. Deutschland steht mit seinen großen Holzvorräten und seiner weit ausgehenden Waldfläche, die mehr als 1/3 des Bundesgebietes umfasst, ein großes, bisher kaum

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN

genutztes Potenzial zur Verfügung. Durch die Verwendung von Holz im Baubereich kann dieses Potential zur Erreichung der durch die Bundesregierung gesetzten Klimaschutzziele genutzt werden.

Im Rahmen des Projektes "Holzbau-GIS: Modell zur nachhaltigen Einsparung von Treibhausgasen durch stoffliche Holznutzung im Bauwesen" leisten die Lehrstühle Ressourceneffizientes Bauen sowie Umwelttechnik+Ökologie im Bauwesen in Kooperation mit dem Zentrum für Umweltressourcenmanagement (ZUM) einen Beitrag zur Einsparung von Treibhausgasen (THG) durch Bauen und Sanieren mit Holz. Ziel ist es das Potenzial einer stofflichen Nutzung von Holzprodukten im Bauwesen als zusätzliche Klimaschutzmaßnahme für Kommunen darzustellen und praktisch handhabbar zu machen.

Beispielhaft anhand der Stadt Menden (Sauerland) werden auf Grundlage eines GIS-Modells Verknüpfungspunkte generiert, die die Abschätzung von THG-Einsparungen durch Neubau und

Sanierung mit Holz ermöglichen, sowie die regional vorhandenen Holzressourcen zur energetischen und stofflichen Nutzung und deren Verwertungskette im Modell darstellen. Dies ermöglicht der Kommune in Selbstverwaltung, die erreichten Treibhausgaseinsparungen durch den Einsatz von Holz als Baumaterial in die kommunalen Klimaschutzkonzepte zu integrieren. Ein zu entwickelnder Kohlenstoff-/THG-Einsparrechner wird in Kooperation mit der Firma Disy Informationssysteme GmbH in ein GIS-basiertes webfähiges Fachinformationssystem eingebettet. Die regional vorhandenen Potenziale an verfügbarem Holz für Bauzwecke sowie die Belange der Biodiversität im Wald werden im Kartenwerk zusätzlich dargestellt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

KIB-GEMEINSCHAFTSEINRICHTUNG KONSTRUKTIONSTEILPRÜFUNG

ERSTE HOCHTEMPERATURVERSUCHE IN DER KONSTRUKTIONSTEILPRÜFUNG KIBKON

Nicht alltäglich – und doch weniger selten, als man erwarten würde, führen Brände im Hochbau oder an Ingenieurbauwerken zu enormen Tragfähigkeitsverlusten bis hin zum Versagen einer Konstruktion. Nach den Löscharbeiten zeugen Rußrückstände, vollkommen zerstörter Korrosionsschutz und spektakuläre Abplatzungen und Verfärbungen von der Gewalt der Hitzeeinwirkung. Ist das tragende Material signifikant geschädigt? Wie steht es um die Tragfähigkeit der Konstruktion? Und wie reagieren innovative, z.B. hochfeste Materialien auf derartige Einwirkungen?

Um diese Fragestellungen geht es u.a. bei laufenden Forschungsvorhaben des Lehrstuhls für Stahl-, Leicht- und Verbundbau. Dafür notwendige experimentelle Branduntersuchungen können nun auch in der Konstruktionsteilprüfung KIBKON durchgeführt werden.

In erfolgreicher Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl von Prof. Knobloch wurde der abgebildete Hochtemperatur-Versuchsstand konzipiert und aufgebaut. Das Herzstück des Versuchsstands ist ein Hochtemperaturofen, der in kompakter Bauweise Temperaturbereiche bis zu 1200°C abdeckt. In zwei Regelbereichen und mit insgesamt sechs Thermosensoren ist eine zielgenaue Tempera-

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

KIB-GEMEINSCHAFTSEINRICHTUNG KONSTRUKTIONSTEILPRÜFUNG

turregelung möglich. Relevante Parameter wie Aufheizrate, Solltemperatur, Durchwärmzeiten oder auch Standzeiten werden über frei programmierbare Heizkurven definiert und an die Ofensteuerung übergeben. Letztere ermöglicht sowohl das Abfahren vordefinierter individueller Heizkurven als auch das direkte Ansteuern sowie manuelle Nachregulieren einzelner Regelzonen.

Für die Halterung der Probekörper – klassische Schulterproben für Zugversuche – wurde ein spezielles, hitzeresistentes Warmzuggestänge angeschafft. Komplettiert wird der Versuchstand für Hochtemperaturversuche durch ein neues Hochtemperaturrextensometer, welches die Dehnungen des Probekörpers im gesamten Temperaturbereich des Ofens direkt an der Probe abgreift und nicht nur als Mess-, sondern insbesondere auch als Regelgröße zur Versuchssteuerung genutzt wird.

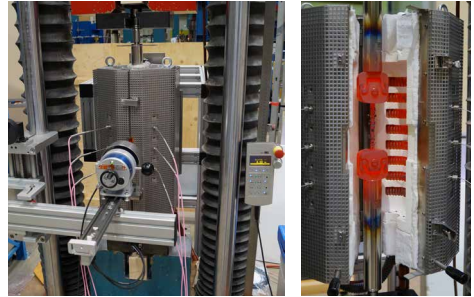


Bild 1: Versuchsstand für Hochtemperaturversuche (links) und Stahlzugprobe im Versuch bei 800°C (rechts)

In Kombination mit der in 2017 modernisierten elektromechanischen Prüfmaschine Schenck RM250 werden die in den aktuellen Richtlinien festgelegten, strengen Anforderungen an die Versuchsanlage und die Regelung von Warmzugversuchen nicht nur erfüllt, sondern sogar übertroffen.

REIF FÜR DIE RENTE? – UNTERSUCHUNGEN AN 40 JAHRE ALTEN ELASTOMERBRÜCKENLAGERN

Für Kraftfahrzeuge ist die Autobahn 7 eine der Hauptschlagadern des Nord-Süd-Verkehrs durch die Bundesrepublik Deutschland. Im Raum Hamburg werden zurzeit zahlreiche Maßnahmen an der A 7 zur Verbesserung der Infrastruktur durchgeführt. Eine dieser Maßnahmen ist der 8-streifige Ausbau der Autobahn südlich des Elbtunnels. Die in den 1970er Jahren gebaute Hochstraße Elbmarsch mit einer Länge von ca. 3,8 km ist ein Teil dieses Abschnittes. Im Rahmen einer Pilotmaßnahme wurden die vorhandenen Elastomerlager der Hochstraße auf einem rund 100 m langen Streckenabschnitt ausgetauscht.

Die Lebensdauer von Elastomerlagern ist normativ nicht geregelt, so dass die Frage der Restlebensdauer von Brückenlagern mit zunehmenden Alter

von Brücken und dem gesteigerten Verkehrsaufkommen der letzten Jahrzehnte vermehrt in den Fokus von Autobahnbetreibern rückt.

Aus diesem Grund untersuchte der Bereich Konstruktionsteilprüfung die Eigenschaften von 14, aus der o.g. Hochstraße, ausgebauten Lagern. Ziel der Untersuchungen war die Überprüfung, ob die 40 Jahre alten Lager die Anforderungen der heutigen Normengeneration noch erfüllen.

Schubmodul nach DIN EN 1337-3

Für Elastomerlager ist der Schubmodul der maßgebende Materialparameter für die Bemessung und anders als bei klassischen Materialien im Bauwesen ist dieser nicht konstant. Stattdessen wird er von einer Vielzahl von Einflussgrößen, wie z.B. Belastungsgeschwindigkeit, Verzerreniveau, Vorbelastungen, Temperatur und Alterung, beeinflusst. Gemäß EN 1337-3 ist die

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

KIB-GEMEINSCHAFTSEINRICHTUNG KONSTRUKTIONSTEILPRÜFUNG

Verwendung eines vereinfacht bestimmten ideellen Schubmoduls zulässig. In Bild 1 wird die normative Definition des ideellen Schubmoduls als Sekantenmodul im 2. Belastungsast der Last-Verformungs-Hysterese beispielhaft dargestellt. Für neuwertige Lager muss der experimentell bestimmte Schubmodul G_g innerhalb folgender Toleranzen liegen $G_g = 0,9 \pm 0,15 \text{ N/mm}^2$.

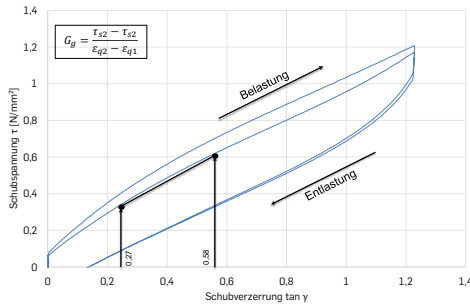


Bild 1: Definition ideeller Schubmodul nach EN 1337-3

An 8 konventionellen Elastomerlagern wurden in einem zweiachsialen Versuchsstand auf dem Aufspannfeld der Konstruktionsteilprüfung Schubmodulprüfungen durchgeführt (s. Bild 2). In Bild 3 wird die Einbausituation in der Brücke, der Anlieferungszustand im Labor und das Verzerrungsverhalten im Schubversuch exemplarisch dargestellt.

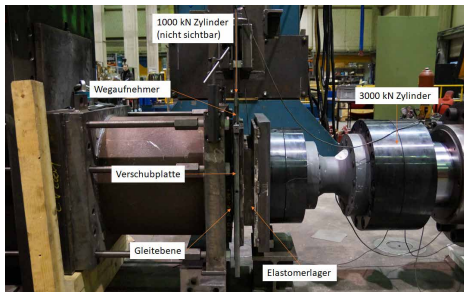


Bild 2: Schubversuchsaufbau auf dem Spannfeld

Insbesondere die rechte Darstellungen des dritten Bildes zeigen die erheblichen Gebrauchsspuren der Lager in Form von Rissen in den äußeren Elastomerschichten (hier farblich hervorgehoben).



Bild 3: oben links: Elastomerlager – Einbausituation (Quelle: fobatec GmbH), unten links: Anlieferungszustand der Elastomerlager, rechts: beschädigtes Elastomerlager im Schubversuch

Die Ergebnisse der Schubprüfungen ergaben, dass die untersuchten Lager, unabhängig von ihrem Alter und Erscheinungsbild, innerhalb der Toleranzen der Norm lagen (s. Bild 4). Die durchgeführten Untersuchungen spiegeln, die extreme Robustheit und Langlebigkeit von Elastomerlagern wider.

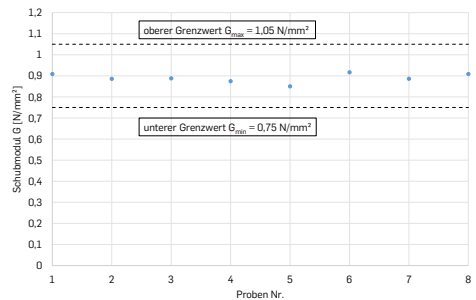


Bild 4: Versuchsergebnisse der statischen Schubmodulprüfungen

Kurzzeit-Gleitreibungsprüfungen in Anlehnung an DIN EN 1337-2 & AASHTO

In Bild 5 sind die übrigen 6 Lager dargestellt. Bei diesen Lagern handelt es sich um Verformungsgleitlager mit einer Gleitebene aus PTFE und austenitischem Stahl. Die horizontalen Verformungen der Brücke wurden über die Gleitpaarung aufgenommen.

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

KIB-GEMEINSCHAFTSEINRICHTUNG KONSTRUKTIONSTEILPRÜFUNG



Bild 5: oben: Verformungsleitlager – Einbausituation (Quelle: fobatec GmbH), unten: Verformungsleitlager – Zustand der Gleitebene aus PTFE und austenitischem Stahlblech

Die Untersuchungen an den Verformungsleitlagern erfolgte ebenfalls auf dem Aufspannfeld des Labors (s. Bild 6). Nach einer Haltezeit von einer Stunde, bei einer Pressung von $\sigma_{PTFE} = 7,7 \text{ N/mm}^2$, wurden Reibversuche mit unterschiedlichen Pressungen, Geschwindigkeiten und Schubwegen an den Lagern durchgeführt (s. Bild 7). Die verwendeten Versuchsvariablen wurden in Anlehnung an die EN 1337-2 und unter Berücksichtigung der Brückenstatik ausgearbeitet.

Zur Einordnung der Versuchsergebnisse wurde der übliche maximale Reibbeiwert von $\mu_{PTFE} \leq 3 \%$ für Kalotten- und Topflager gemäß AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) herangezogen. Lediglich 2 Lager weisen, in den Versuchen mit minimaler Auflast, höhere Reibbeiwerte als $\mu_{PTFE} \leq 3 \%$ auf. Die übrigen Lager liegen in allen Versuchen unter dem maximalen Wert der AASHTO (s. Bild 8).

Die Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit mit und im Auftrag der Firmen fobatec GmbH, Dortmund und der DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Berlin.

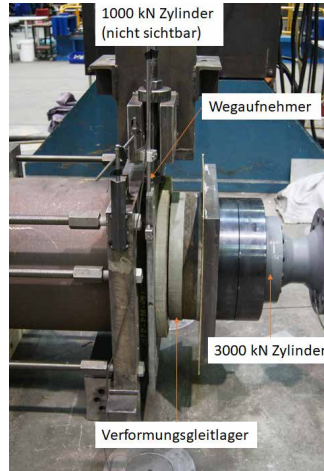


Bild 6: Versuchsaufbau der Gleitversuche

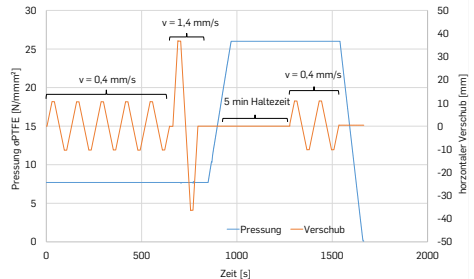


Bild 7: Versuchsprozedur – Gleitversuche

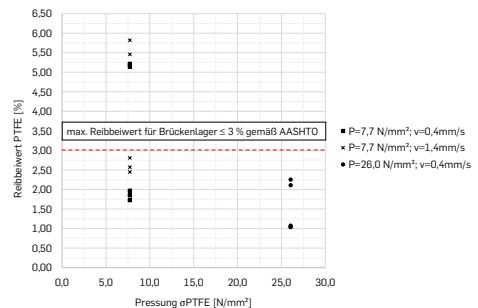


Bild 8: Ergebnisse – Gleitprüfung

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN MASSIVBAU

KORRELATION ZWISCHEN ERGEBNISSEN THERMO-MECHANISCHER EXPERIMENTE AN STAHLBETONSTRUKTUREN UND VERTEILTEN CODA SIGNALLEN

Im Rahmen der von der DFG geförderten Forschergruppe 2825 „Concrete Damage Assessment by Coda Waves“ (CoDA) wird aktuell am Lehrstuhl für Massivbau die Korrelation von diffus streuenden Ultraschallsignalen und definierten thermomechanischen Zuständen im Beton untersucht. Ziel der Forschergruppe ist es, mithilfe der Codawellen-Analyse neue Methoden zur Bewertung der Sicherheit und Dauerhaftigkeit von Spannbetonbauwerken wie etwa Bestandsbrücken zu entwickeln. Beteiligt sind Forscher der TU München (Prof. Gehlen & Prof. Bletzinger), der Hochschule Bochum (Prof. Saenger), der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin (Dr. Niederleithinger) und der Ruhr-Universität Bochum (Prof. Meschke & Prof. Mark). Die Arbeiten am Lehrstuhl für Massivbau umfassen die experimentelle und theoretische Erforschung diffuser Ultraschallsignale – der Coda – in Stahlbetonbalken unter Berücksichtigung thermomechanischer Randbedingungen.

Die Bewertung respektive die Untersuchung von Betonstrukturen mittels Ultraschallverfahren werden bereits regulär eingesetzt. Bei den herkömmlichen Transmissions- bzw. Reflexionsmessungen wird ein Ultraschallsignal in ein Betonvolumen gesendet. Anhand der Laufzeitgeschwindigkeit des Ultraschalls von der Sendezur Empfangseinheit kann beispielsweise auf den dynamischen Elastizitätsmodul oder makroskopische Fehlstellen (Kiesnester oder auch Hüllrohre) innerhalb des Betongefüges geschlossen werden. Bei den genannten Verfahren wird vornehmlich die direkte Antwort des ausgesendeten Ultraschalls bewertet.

Im Gegensatz dazu steht die Untersuchung des Betons mittels Coda Signalen. Es werden ana-



Bild 1: Ultraschall Transducer als Sende- und Empfangseinheit

log zur vorherigen Methode Ultraschallsignale von einer Sendeeinheit (s. Bild 1) in den Beton geleitet und von einer Empfangseinheit aufgenommen. Den zuvor beschriebenen Verfahren entgegen wird hier ein Bereich – der namensgebende Anteil des Signals (die Coda) – untersucht (s. Bild 2, oben).

In bisherigen Forschungen konnten als wesentliche Parameter, welche einen Einfluss auf das Coda Signal haben, Spannungen, Temperaturen und Feuchte identifiziert werden. So kommt es durch diese Einflüsse im Vergleich zu einer Referenzmessung nachweislich zu einer Veränderung des empfangenen Signals (s. Bild 2, unten).

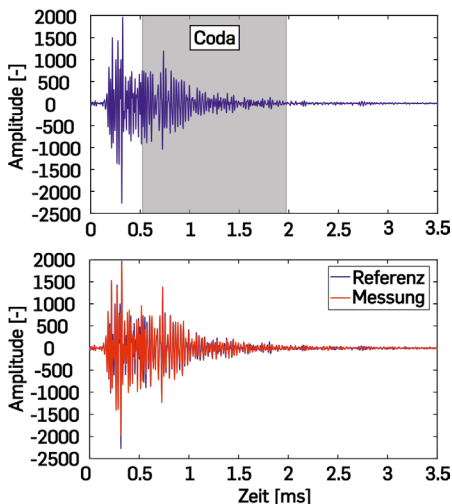


Bild 2: Beispielhaftes Signal mit Kennzeichnung der Coda (oben) und Vergleich zweier Messungen (unten)

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN MASSIVBAU

Zur Quantifizierung dieser Veränderung bietet sich beispielsweise die Coda Wave Interferometry an (CWI). Mithilfe dieser wird iterativ eine relative Geschwindigkeitsänderung im Bezug zum Referenzsignal berechnet. Diese Geschwindigkeitsänderung kann schließlich über mehrfache Messungen Aufschluss über eine Zustandsänderung des Betons infolge der oben genannten Parameter geben.

Im Projekt werden Versuche an Stahlbetonbalken im 4-Punkt Biegeversuch durchgeführt. Hierzu wird ein Versuchsstand entwickelt, in dem sowohl die mechanischen als auch die thermischen Lasten präzise aufgebracht werden können. Die Messung von Dehnungen und Temperaturen erfolgt über neueste Messtechniken wie etwa faseroptische Sensorik oder digitale Bildkorrelation. Zusätzlich wird durch mehrere, entsprechend angeordnete Ultraschall Transducer ein Netz aus den Ergebnissen der Coda Signale geschaffen. Die aus den Coda Signalen abgeleiteten Attribute-Maps gilt es schließlich mit den Zustandsänderungen des Betons zu korrelieren. Zu diesem Zweck ist es erforderlich Spannungen und Temperaturen exakt im Bauteil einzustellen und zu messen. Zur Messung der Temperatur- und Dehnungsfelder des belasteten Stahlbetonbalkens stellt das initiale Wis-

sen der noch aufzunehmenden Größen eine fundamentale Voraussetzung dar. So wird anhand der vorausgesagten Dehnungs- und Temperaturverteilung die Messtechnik angeordnet. Diese Messpunkte stellen schließlich die Stützstellen für Approximationsverfahren (wie etwa dem Antwortflächenverfahren, künstlichen neuronalen Netzen oder der Baye'schen Regression) zur Erzeugung von Feldern dar. Bild 3 zeigt dies exemplarisch für die Verteilung von Dehnungen (links) und Temperaturen (rechts) über den Querschnitt (Höhe H zu Breite B) eines Stahlbetonbalkens. Nach der Approximation der Felder aus den Messwerten gilt es, diese mit den Feldern aus den Coda Signalen (Attribute-Maps) zu korrelieren und auf Sensitivitäten bezüglich kombinatorischer Einwirkungen zu untersuchen.

Im weiteren Vorgehen wird sich mit der Einbringung faseroptischer Sensoren in Stahlbetonstrukturen und der optimalen Sensorpositionierung befasst. Hierzu werden zunächst verschiedene Glasfasern und Klebstoffe auf die Anwendbarkeit in Stahlbetonstrukturen untersucht. Im Anschluss werden aus numerischen Berechnungen die Sensorpositionen, also die Stützstellen für die Approximationsverfahren, ermittelt. Es ergibt sich eine dem Gradienten der Felder angepasste Sensorverteilung.

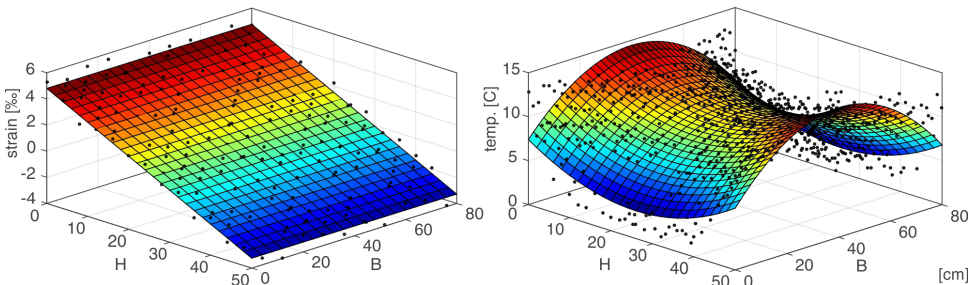


Bild 3: Approximierte Felder (Dehnung – links, Temperatur – rechts) aus diskreten Stützstellen

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

INFORMATIK IM BAUWESEN

DAS PROJEKT BIMSWARM

Im Fokus des Projekts BIMSWARM (Software Reference Architecture for OpenBIM Services) steht die Entwicklung einer offenen Plattform, die zertifizierte Anwendungen, Dienste und Kataloge bereitstellt, um ganzheitliche projektspezifische digitale Wertschöpfungsketten für Bauprojekte etablieren zu können. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der "Smart Service Welt II" über eine Laufzeit von drei Jahren. Die Zertifizierung und Bewertung von vorhandenen Softwaresystemen und deren herstellerneutralen BIM-Schnittstellen stellt die Kernfunktionalität der Plattform dar. Hierdurch wird zum einen ermöglicht, dass Auftraggeber ihre Bauprojekte mit Hilfe von kompatiblen Produktketten optimieren und ohne Informationsverlust abwickeln können. Zum anderen wird es Auftragnehmern ermöglicht, ihre digitalen Geschäftsprozesse abzubilden.

Für die Umsetzung dieser Arbeitsabläufe bietet das Projekt BIMSWARM Funktionalitäten, um Dienste, Anwendungen und Kataloge zu individuellen Geschäftsprozessen zu verknüpfen. Hierzu stellt die Plattform den sogenann-

ten Composer bereit, der die Konfiguration und Zusammenstellung solcher Geschäftsprozesse leicht umsetzbar macht. Mit Hilfe von offenen Webschnittstellen wird sichergestellt, dass Teile der im Composer erstellten Prozessketten in bereits vorhandene Software- und Cloudlösungen verschiedener Hersteller übernommen werden können. In der Umsetzung von Planungs- und Bauleistungen ist es erforderlich, dass Bauherren explizit festlegen, in welchem Detaillierungsgrad sie Informationen von ihren Auftragnehmern benötigen. Während der folgenden Realisierungsphase müssen die generierten Bauwerksmodelle in regelmäßigen Abständen ausgetauscht, geprüft und unter Umständen an weitere Beteiligte weitergegeben werden. Die Auswahl von geeigneten Programmen und Services für diesen Prozess ist eine große Herausforderung für viele Bauherren, da sichergestellt werden muss, dass bei der Übertragung und Weiterverarbeitung der Daten in verschiedenen Softwareumgebungen keine Inkonsistenzen entstehen.

An diesem Punkt setzt das Projekt BIMSWARM an. Einerseits ermöglicht die Plattform dem Bauherrn eine einfache Auswahl von zertifizierten Anwendungen, Diensten und Katalogen zur Er-

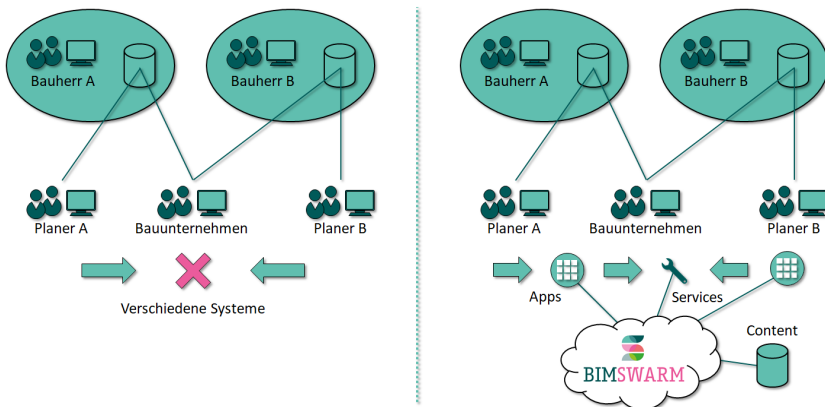


Bild 1: Probleme beim Aufbau von digitalen Wertschöpfungsketten im Bauwesen und Umsetzung der Planung und Ausführung auf Basis des SWARM-Portals (Quelle: BIMSWARM)

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

INFORMATIK IM BAUWESEN

stellung, Prüfung und Weitergabe von digitalen Bauwerksmodellen. Andererseits stellt BIM-WARM eine Umgebung bereit, die die Kombination und Integration verschiedenster Anwendun-

gen von verschiedenen Herstellern unterstützt. Dadurch lassen sich Inkonsistenzen und Medienbrüche, die beim Austauschprozess entstehen, in Zukunft vermeiden.

ERSTE "BIM-NACHMITTAG" AN DER RUB

Seit Oktober 2018 bietet im Rahmen des Projekts Mittelstand 4.0 das Teilzentrum Nord mit dem „BIM-Nachmittag“ ein neues regelmäßiges Format für Einsteiger und Profis, sich über die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalisierung im Bauwesen zu informieren. Diese Veranstaltungen bestehen aus Fachvorträgen und Demonstrationen. Anschließend Diskussionen beantworten die Fragen der Teilnehmer/innen. Die Inhalte der Fachvorträge richten sich an die Vertreter/innen von kleineren und mittelständischen Unternehmen der Bau- und Immobilienwirtschaft, die sich dem Thema BIM und weiteren Themen zur Digitalisierung von Planungs-, Bauausführungs- und Betriebsprozessen auseinandersetzen möchten. Gastgeber ist der Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen der Ruhr-Universität Bochum (RUB). Die Referenten sind sowohl erfahrene Anwender aus der Berufspraxis als auch aus der Forschung, die mit ihrem Fachwissen tiefe Einblicke in Methoden und Technologien geben.

Beim ersten BIM-Nachmittag gab es Fachvorträge zum Thema „Digitales Baustellenmanagement“. Im Anschluss wurden praktische Übungen mit mobilen Endgeräten und cloudbasierten BIM-Lösungen durchgeführt. Allen Teilnehmer/innen wurden somit praktische Erfahrungen vermittelt. Als Anwendungsbeispiel diente die Erfassung und das Management von fiktiven Baumängeln am Beispiel eines BIM-Modells des IC-Gebäudes der RUB. Es boten sich allen Teilnehmern/innen ein interessanter Erfahrungsaustausch zur Effizienz neuester Arbeitsmethoden in Verbindung mit dem Einsatz modernster Technologien.

In Rahmen des Projekts Mittelstand 4.0 werden nun Demonstratoren erarbeitet, die permanent am Lehrstuhl zur Verfügung stehen werden. Mit deren Hilfe kann man zukünftig selbständig den gesamten Prozess der Rollenverteilung, Vorlagenerstellung, Informationsgrundlagen mit anschließender Mängelaufnahme, Mangelbehebung und Auswertung in einem vorbereiteten Szenario testen.

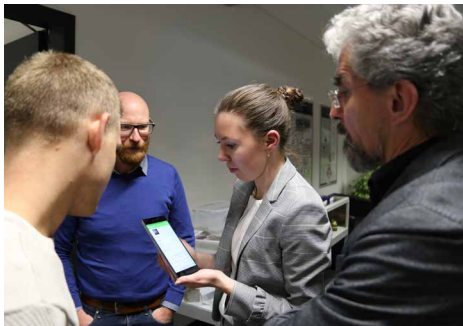


Bild 1: RUB-Expert/innen und Vertreter/innen der Industrie beim BIM-Nachmittag

Der zweite BIM-Nachmittag hat sich dem Thema Herausforderungen des Datenaustauschs mittels IFC gewidmet. Da ein effizienter Informationsaustausch zwischen allen Projektbeteiligten während der Planungs- oder Ausführungsphase gewährleisten werden muss, wird immer häufiger die Übergabe eines BIM-Modells im IFC-Format gefordert. Es entstehen dabei hohe Anforderungen an die Qualität und Vollständigkeit der Daten. Zusammen mit Prof. König diskutierten die 20 Teilnehmenden unter anderem darüber,

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

INFORMATIK IM BAUWESEN

welche Einstellungen bei einem IFC-Export/Import beachtet werden müssen und wie sichergestellt werden kann, dass die Daten ohne Verluste übermittelt werden.

Die beiden Veranstaltungen erfreuten sich großer Beliebtheit und waren restlos ausgebucht.

Die Auswertung der Teilnehmerfragebögen erwähnte sowohl das Fachwissen der RUB-Experten als auch die Notwendigkeit der Industrie, Innovationen im täglichen Arbeitsumfeld weiter nutzen zu wollen. Zukünftige Veranstaltungen zu weiteren innovativen Themen sind bereits in der Planung.

MECHANIK ADAPTIVER SYSTEME

PIEZOELEKTRISCHE SMART AGGREGATE FÜR STRUCTURAL HEALTH MONITORING

Piezoelektrische Materialien (Keramiken) eignen sich sehr gut als Sender oder Empfänger für die Strukturüberwachung und Schädigungserkennung. Neben kommerziellen piezobasierten Prüfköpfen finden auch Piezofilme in zahlreichen Beispielen der Schädigungserkennung ihre Anwendung. Oft werden kommerziell vorhandene Piezofilme als Sender und Empfänger eingesetzt. Jedoch ist diese Anwendung meistens auf Nutzung an metallischen dünnwandigen Strukturen eingeschränkt. Für die Anwendungen in massiven Strukturen können kommerzielle Piezofilme nicht direkt angewendet werden. In der AG Mechanik adaptiver Systeme werden die piezoelektrischen Aggregate (piezoelectric smart aggregates, SA) entwickelt – eine

Sonderart der piezobasierten Sender/Empfänger, die immer mehr an Bedeutung gewinnt. Ein SA besteht aus einem piezoelektrischem Kern, der in eine Betonmatrix eingebettet ist (Bild 2). Eine hydroisolierende Schicht schützt den Kern vor der Feuchtigkeit. Somit ist das Aggregat eine autonome Einheit, die in massive Strukturen eingebettet und als Sender und/oder Empfänger für Strukturüberwachung angewendet werden kann. Die Anwendung der SA für Structural Health Monitoring basiert auf Wellenausbreitung. Das Grundprinzip der Wellenausbreitung für die Schädigungserkennung ist in einem beispielhaften Betonbalken im Bild 1 dargestellt.

Die Auswirkung eines SA auf die umgebende Struktur und umgekehrt kann jeweils durch

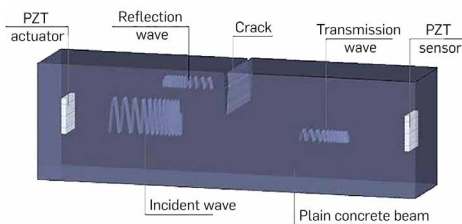


Bild 1: Das Grundprinzip der wellenenergiebasierten Schädigungserkennung: Abschwächung der Wellenenergie infolge des Schadens

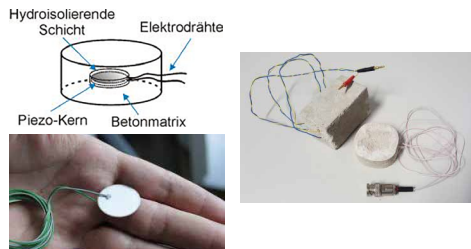


Bild 2: links: schematische Darstellung eines piezoelektrischen Smart-Aggregats (oben) mit eingebettetem Piezofilm (unten); rechts: Smart-Aggregate, RUB Mechanik adaptiver Systeme

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

MECHANIK ADAPTIVER SYSTEME

den inversen und direkten piezoelektrische Effekt berücksichtigt und numerisch modelliert werden. Eine numerische quasi-statische Analyse eines piezoelektrischen Smart Aggregats unter Annahme des orthotropen piezoelektrischen Materialverhaltens zeigte, dass eine schrittweise Erhöhung des elektrischen Potentials von 0 bis 100 V eine lineare Änderung der Verschiebung in einem Beobachtungspunkt ergibt. Die Rayleigh Dämpfung wurde für das Material der Matrix angenommen, und sowohl die Matrix als auch der Piezokern wurden mit Brick-Elementen modelliert. Die ideale Bindung zwischen Matrix und Kern ist durch Tie-constraint definiert. Bilder 3 und 4 zeigen ein numerisches FE Modell eines SA und die aus der FE-Analyse resultierenden Verschiebungen.

Das Ausgangssignal – die elektrische Spannung, die im Betriebsbereich proportional zu der Verschiebung der Kontaktfläche ist, wird mit einem piezoelektrischen Ultraschallprüfkopf der Firma Karl Deutsch gemessen (Bild 5 links). Die Fre-

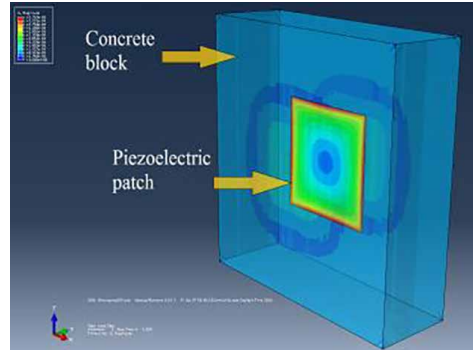


Bild 3: Numerisches FE-Modell eines piezoelektrischen SA

Eine Validierung des linearen Zusammenhangs zwischen der elektrischen Spannung und der Verschiebung in einem beobachteten Punkt auf der Oberfläche des SA erfolgte experimentell in den Laboren der AG Mechanik adaptiver Systeme. Ein Versuchsstand mit einem rundförmigen Piezoaggregat aus Beton ist links im Bild 5 dargestellt. Im Inneren des Aggregats befindet sich ein Piezokern, wie im Bild 2 schematisch dargestellt. Bei allmählich steigender Amplitude der elektrischen Spannung einer harmonischen Anregung des Piezomaterials im Aggregat, wird eine lineare Zunahme der Output-Amplituden an der Kontaktfläche beobachtet (Bild 5 rechts).

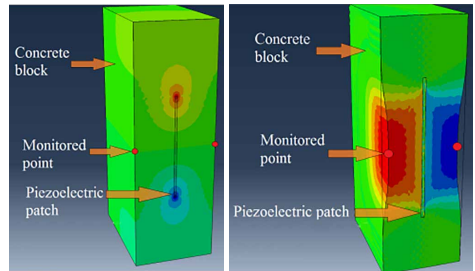


Bild 4: Verschiebungen (links: vertikal, rechts: horizontal) in einem piezoelektrischen SA

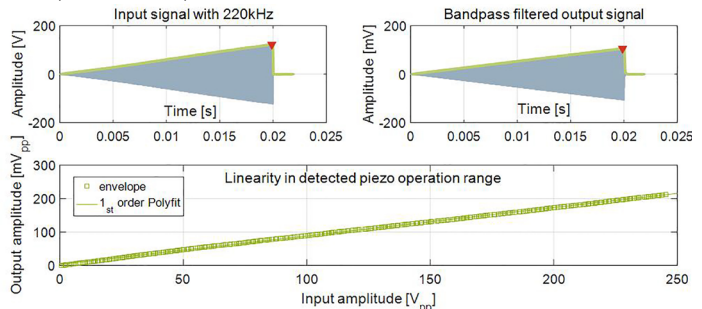
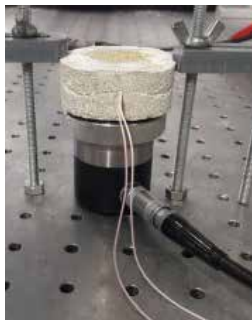


Bild 5: links: Messdatenerfassung an einem Piezo-Aggregat; rechts: Auswertung der I/O Linearität

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN

MECHANIK ADAPTIVER SYSTEME

quenz der im Aggregat erzeugten Wellen richtet sich nach der Abmessung der zu detektierenden Strukturstörungen. Die experimentelle Untersuchung zeigte, dass die SA sich auch für die Anwendungen im Ultraschallbereich sehr gut eignen. Diese experimentelle Bestätigung ist die Grundlage für eine zuverlässige nume-

rische Modellierung und Simulation der piezoelektrisch initiierten Wellenausbreitung in massiven Strukturen. Diese Kenntnisse stellen einen wichtigen Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dar und ermöglichen es, die Effizienz bei anspruchsvollen rechnerunterstützten Analysen zu erhöhen.

STATIK UND DYNAMIK

DFG-GROßGERÄT: EIN NUMERIK RECHENCLUSTER FÜR HOCHAUFLÖSENDE, HOCHPARALLELISIERTE NUMERISCHE SIMULATIONEN

Anfang 2019 wurde ein neuer Numerik Cluster in Betrieb genommen. Dieser wurde über einen DFG-Großgeräteantrag des Lehrstuhls für Statik und Dynamik finanziert, der mit weiteren Mitteln des Sonderforschungsbereichs SFB 837 sowie der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften aufgestockt wurde. Mit dem neuen Rechencluster werden hochauflösende, hochparallelisierte numerische Simulationen von Materialien, Strukturen und Prozessen im Bauingenieurwesen möglich. Der Cluster verfügt über 92 Rechenknoten mit je 40 Rechenkernen, insgesamt somit 3.680 Rechenkern und 19,5 TB RAM. Die einzelnen Rechenknoten werden mittels hochperformanter Kommunikationstechnologien (Intel OmniPath) zu einem heterogenen Cluster-System zusammengeführt. Damit

erfüllt die Clusterarchitektur höchste Anforderungen sowohl an parallelisierte distributed als auch shared-memory Simulationsstrategien und ermöglicht ein flexibles Aufsetzen von Analysejobs und ein optimales Anpassen der Parallelisierungsstrategien, sodass Zeitverluste durch Wartezeiten und Datenübertragung auf Hochleistungsrechenzentren vermieden werden können.



Bild 1: Numerik Rechencluster

SIMULATION AND MONITORING ASSISTED REAL-TIME STEERING WITH UNCERTAINTY IN MECHANIZED TUNNELING

Mechanized tunneling is an efficient tunneling technology for the construction of new underground infrastructures, in particular in urban environments. During the construction process,

it is required to reduce the tunneling induced settlements or to avoid that tolerances with respect to settlements, which eventually may result in damage of existing structures, are exceeded. The settlements can be controlled by adjusting the process parameters such as the face support pressure at the tunnel face, the grouting pressure

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN STATIK UND DYNAMIK

of the grouting material injected into the gap between the tunnel lining and the surrounding soil, and the advance speed during the tunnel advancement [1]. Currently, decisions affecting the steering of tunnel boring machines (TBMs) are based upon engineering expert knowledge and monitoring data. However, using monitoring data implies that information (data) related to already passed situations is used to extrapolate on the future behavior of the soil-tunnel interactions. In the subproject C1 of the Collaborative Research Center SFB 837 “Interaction Modeling in Mechanized Tunneling”, an approach is presented, in which a computational model is used together with available measurement data to support the TBM steering by providing predictions on the expected settlement field in real-time during the construction. Figure 1 presented the proposed concept for TBM steering.

Recently, realistic 3D simulations of the mechanized tunneling process are increasingly required to investigate the interactions between machine-driven tunnel construction and the surrounding soil in order to provide reliable estimates of the

expected settlements and associated risks of damage for existing structures, in particular in urban tunneling projects. To accomplish the step from large scale computational analysis to real-time predictions of expected surface settlements during tunnel construction, a numerically efficient hybrid surrogate modeling strategy, combining dimensionality reduction techniques (Proper Orthogonal Decomposition and Non-Negative Matrix Factorization) and Artificial Intelligence (Recurrent Neural Networks) has been proposed [2-4]. Due to the uncertainty arising in mechanized tunneling process, different types of input-output data relationship are included in the surrogate model, such as deterministic, interval, fuzzy or polymorphic uncertain data [3, 4]. In addition, available monitoring data during the tunneling process is possible to be integrated into the surrogate model to maintain the physical behavior and improve the prediction performance of the surrogate model. An application example represented for a tunnel section constructed by shield tunneling is illustrated in Figure 2 (left). On the right of Figure 2 is the upper and lower bounds of the expected surface settlement field considering

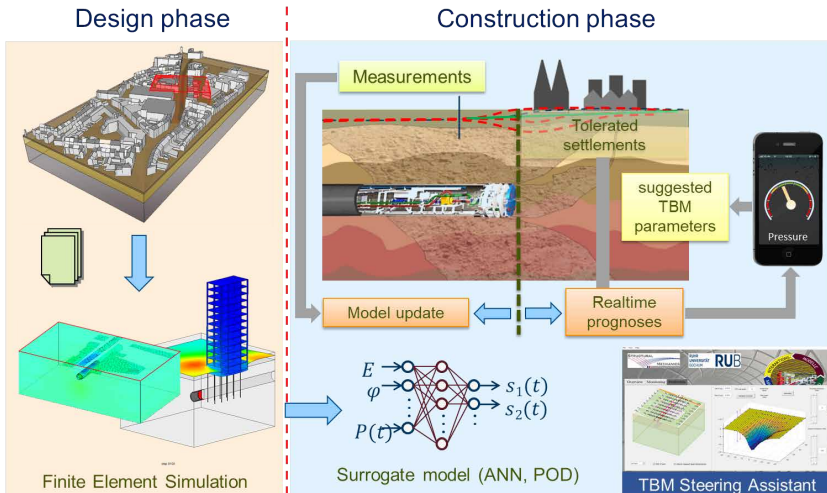


Figure 1: Concept of simulation and monitoring assisted TBM steering

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN STATIK UND DYNAMIK

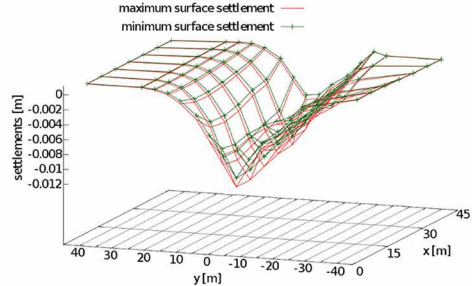
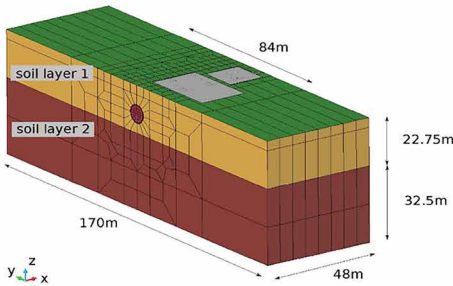


Figure 2: left: mechanized tunneling example; right: expected interval surface settlement field

the uncertainty of the first soil layer as an interval. All the developed methods are implemented into a user-friendly application, which can be used as an assistant tool in mechanized tunneling [2]. The results of the numerical simulations form the basis for the development of a Simulation and Monitoring-based Assistant for Real-time steering in mechanized Tunneling (SMART), which is able to produce results quickly and efficiently during the TBM drive. Figure 3 (left) shows a screenshot of the SMART app to demonstrate for the support of TBM steering. The real-time prediction of time variant settlement fields (lower and upper bounds) for user defined face support and grouting pressures allows to select suitable values of the steering parameters during the advance of the TBM, such that tolerated settlements are not exceeded. Further objectives to be incorporated in TBM steering are the tunnel face stability and tolerable risk levels of damage in tunnel linings and existing buildings. Since the installation and execution of SMART does not require any expensive hardware, the application can run on almost every standard laptop or even tablet, see Figure 3 (right).

lity and tolerable risk levels of damage in tunnel linings and existing buildings. Since the installation and execution of SMART does not require any expensive hardware, the application can run on almost every standard laptop or even tablet, see Figure 3 (right).

References:

- [1] Maidl, B., Herrenknecht, M., Maidl, U., Wehrmeyer, G., 2013. Mechanised shield tunnelling. John Wiley & Sons
- [2] Cao, B.T., Freitag, S., Meschke, G. 2016. A hybrid RNN-GPOD surrogate model for real-time settlement predictions in mechanised tunnelling. *Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences* 3 (5), 1-22
- [3] Freitag, S., Cao, B.T., Ninic, J., Meschke, G. 2018. Recurrent neural networks and proper orthogonal decomposition with interval data for real-time predictions of mechanised tunnelling processes. *Computers and Structures* 207, 258-273
- [4] Cao, B.T., Freitag, S., Meschke, G. 2018. A fuzzy surrogate modelling approach for real-time settlement predictions in mechanised tunnelling. *International Journal of Reliability and Safety* 12(1/2), 187-217

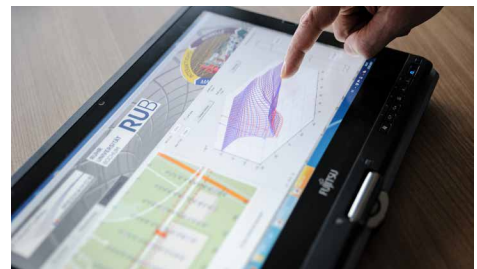
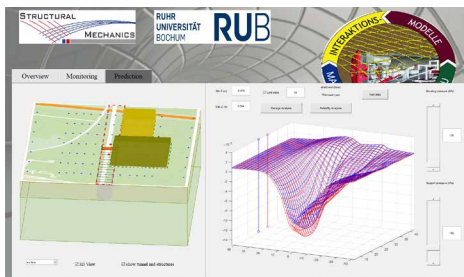


Figure 3: left: a screenshot of SMART app; right: using SMART as an assistant tool in a standard laptop

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN WINDINGENIEURWESEN UND STRÖMUNGSMECHANIK

ÜBERARBEITUNG DER VDI-RICHTLINIE 3783/12 FÜR DIE PHYSIKALISCHE MODELLIERUNG BODENNAHER ATMOSPHÄRISCHER STRÖMUNGS- UND TRANSPORTPROZESSE

In der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN Normenausschuss werden Richtlinien und Normen zum Umweltschutz erarbeitet. Die dort vor einigen Jahren erarbeitete VDI Richtlinie 2783/12 (2000) „Physikalische Modellierung von Strömungs- und Ausbreitungsvorgängen in der atmosphärischen Grenzschicht – Windkanalanwendung“ des Fachbereichs „Umweltmeteorologie“ beschreibt die Grundlagen und (Mindest-)Anforderungen an den Modellversuch im Grenzschichtwindkanal mit dem Ziel, eine Vergleichbarkeit von Windkanalergebnissen zu sichern. Sie dient zur Qualitätssicherung und Standardisierung der verwendeten Laborversuchstechnik und stellt u.a. Evaluierungsdaten von drei verschiedenen Referenzfällen für den direkten Vergleich von Ergebnisse zur Verfügung.

Für die Untersuchung von Strömungs- und Transportprozessen in der unteren atmosphärischen Windgrenzschicht ist die physikalische Modellierung in Grenzschichtwindkanälen eine etablierte und bewährte Methode. Neben Fragenstellungen zur Luftreinhaltung und Stofftransport werden auch Fragen in Bezug auf das Mikroklima in komplexer Bebauungsstruktur untersucht. Auch für die Validierung von numerischen Strömungs- und Ausbreitungsmodellen werden Ergebnisse von Windkanaluntersuchungen herangezogen. Je nach Fragestellung spielen sowohl stationäre als auch instationäre Prozesse in der Strömung eine Rolle, die im Modellmaßstab bei hinreichender geometrischen Auflösung des Untersuchungsgebietes im Windkanal in den relevanten Skalen- und Zeitbereichen aufgelöst werden können.

Um einen sicheren und effizienteren Einsatz des Windkanals in der Forschung und in der Praxis auch in Zukunft sicher zu stellen, wird

diese Richtlinie aktuell mit aktiver Beteiligung der Arbeitsgruppe WIST seit Mai 2016 überarbeitet. Richtlinieninhalte werden an den aktuellen Stand der Technik angepasst und die konzeptionelle Struktur durch die Einführung von sogenannten Komplexitätsstufen der Untersuchungen überarbeitet. Es werden einzuhalten- de Versuchsrandbedingungen und erforderliche Dokumentationsstandards festgelegt. Hierzu werden praktische Hinweise für die Umsetzung von Experimenten erarbeitet und ein weiterer neuer Referenzfall mit umfangreichem Datensatz zur Verfügung gestellt. So sollen zukünftig die Qualität, die Reproduzierbarkeit und die Nachvollziehbarkeit von Versuchsergebnissen verbessert werden.

In Bild 1 ist die Grund-Geometrie für den neuen Referenzfall als Draufsicht dargestellt. Zu sehen ist ein Ausschnitt aus einer fiktiven Stadt mit fünf flachen Gebäudekomplexen, einem Innenhof und Straßenzügen in unterschiedlichen Richtungen. Das mittlere Gebäude ist doppelt so hoch wie die anderen Gebäude. Die Quelle des Tracergases befindet sich am Boden in dem rot dargestellten Feld und die anderen schwarzen Punkte sind die Messstellen, an denen die Konzentrationen und Geschwindigkeiten gemessen werden. Insgesamt nehmen fünf Windkanäle deutschlandweit an der Untersuchung teil. So wurden verschiedene Modellvarianten für die einzelnen Versuchsgruppen erarbeitet, um den Einfluss verschiedener Modellparameter genauer zu untersuchen.

Aufgaben der Arbeitsgruppe WIST sind zum Beispiel die Untersuchung verschiedener Dachgeometrien und die Untersuchung des Einflusses der Umgebungsrauigkeiten bei unterschiedlichen Anströmrichtungen des Windes. In Bild 2 sind untersuchte Modellvarianten dargestellt. Gemessen werden für alle Varianten die mittleren Konzentrationen des Tracergases an den einzelnen Messstellen mit einem Electron Cap-

NEUES AUS DEN LEHRSTÜHLEN UND ARBEITSGRUPPEN WINDINGENIEURWESEN UND STRÖMUNGSMECHANIK

ture Detector (ECD). Der allgemeine Versuchsaufbau der Konzentrationsmessungen beinhaltet die Gasversorgung der Quelle, die Sammeleinheit mit zwanzig Glaskolben für die Proben, den ECD-Sensor und einen Messrechner für die Di-

gitalisierung der Daten. Nach den Ausbreitungsversuchen wurde an den gleichen Messstellen in den verschiedenen Modellvarianten mithilfe einer Einfaden-Hitzdraht-Sonde (s. Bild 3) der Horizontalwind gemessen.

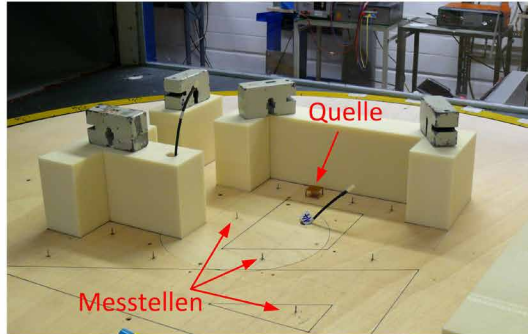
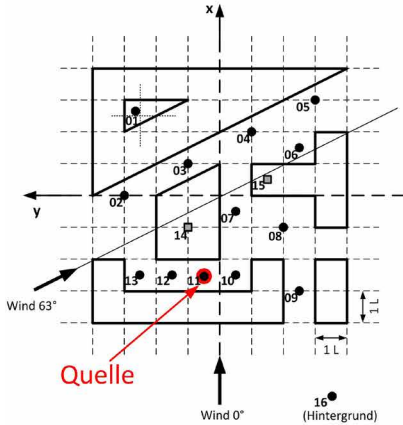


Bild 1: links: Draufsicht auf das fiktive Stadtmodell mit den Messpunkten und der Quelle auf Straßenebene; rechts: Aufbau der Gebäude und Einrichten der Messstellen im Windkanal



Bild 2: Blick gegen die Windrichtung auf das eingebaute Modell; links: Gebäude mit Spitzdachvariante und mit Rauigkeiten in direkter Gebäudenähe; rechts: Flachdachvariante ohne Umgebungsrauigkeiten

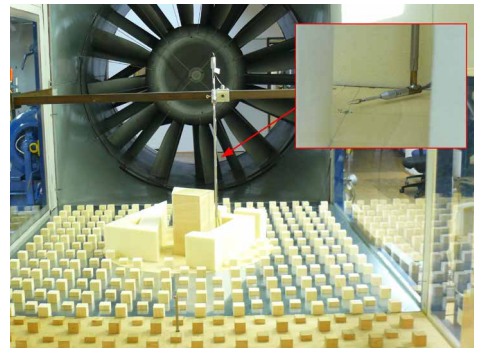
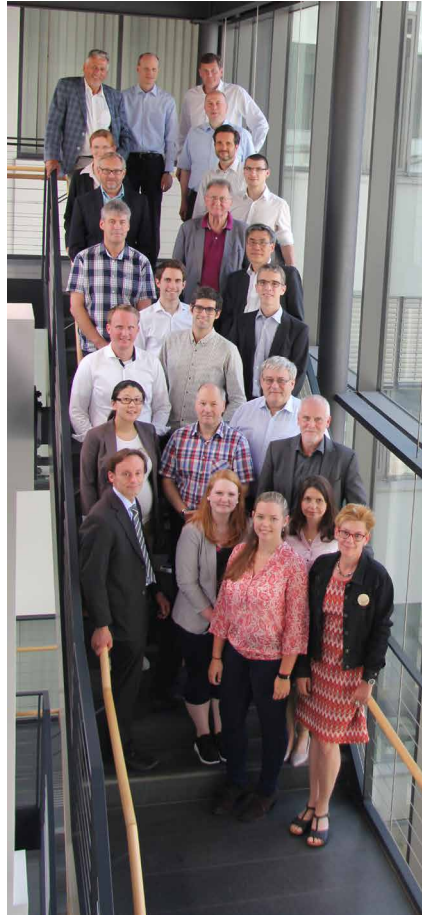


Bild 3: Geschwindigkeitsmessungen des Horizontalwindes an den Messpunkten in den Straßenschluchten mittels einer hochauflösenden Einfaden-Hitzdraht-Sonde

PROFESSUREN DER FAKULTÄT

- Baustofftechnik
Prof. Dr.-Ing. R. Breitenbücher
- Bodenmechanik, Grundbau und Umweltgeotechnik
Prof. Dr.-Ing. T. Wichtmann
- Massivbau
Prof. Dr.-Ing. P. Mark
- Stahl-, Leicht- und Verbundbau
Prof. Dr. sc. techn. M. Knobloch
- Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb
Prof. Dr.-Ing. M. Thewes
- Windingenieurwesen und Strömungsmechanik
Prof. Dr.-Ing. R. Höffer
- Informatik im Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. M. König
- Mechanik adaptiver Systeme
Prof. Dr.-Ing. T. Nestorović
- Mechanik - Kontinuumsmechanik
Prof. Dr.-Ing. D. Balzani
- Mechanik - Materialtheorie
Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl
- Statik und Dynamik
Prof. Dr. techn. G. Meschke
- High Performance Computing
in the Engineering Sciences
Prof. Dr. phil. nat. A. Vogel
- Ingenieurhydrologie und Wasserwirtschaft
Prof. Dr.-Ing. M. Flörke
- Ressourceneffizientes Bauen
Prof. Dr.-Ing. A. Hafner
- Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Wichern
- Structural Health Monitoring
Prof. Dr.-Ing. I. Müller
- Umwelttechnik und Ökologie im Bauwesen
Prof. Dr. rer. nat. H. Stolpe
- Verkehrswegebau
Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg
- Verkehrswesen - Planung und Management
Prof. Dr.-Ing. J. Geistefeldt



KONTAKTE UND NÄHERE INFORMATIONEN

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

IMPRESSUM – FÜR DEN INHALT VERANTWORTLICH

Prof. Dr.-Ing. R. Höffer, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften,
Ruhr Universität Bochum, 44801 Bochum



FAKULTÄT FÜR
BAU- UND UMWELT-
INGENIEURWISSENSCHAFTEN