

Institut für Baumechanik, Statik und Dynamik

LEHR- UND FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE

Die Lehrstühle Baumechanik sowie Statik und Dynamik gewährleisten durchgängige Lehre im Bereich mathematisch fundierter Grundlagenfächer. Darüber hinaus werden vertiefende, praxisorientierte sowie forschungsorientierte Kurse angeboten, welche das Profil der Absolventen individualisieren und auf das breite Aufgabenspektrum im Bauwesen vorbereiten.

Hierfür ist u.a. das Verständnis zur Lösung von Randwertproblemen notwendig, weshalb in Kooperation mit verschiedenen Lehrstühlen ein mathematischer Grundlagenkurs für das Bauwesen initiiert und vorbereitet wurde. Dieser Kurs (Höhere Mathematik 3, Bauwesen) ist im WiSe 2022/23 erstmals für alle Studierenden des Bauingenieurwesens verpflichtend und soll helfen, die Lernvoraussetzungen für mehrere Fächer im Bachelor- und Masterstudium zu verbessern. Hierfür wird ein „blended learning“ Konzept eingesetzt, welches auch in der Parallelveranstaltung „Statik und Dynamik 1“ seit dem WiSe 2021 Verwendung findet. So soll u.a. die Motivation durch praktische Anwendungen im Bauwesen genutzt werden, um

Fachbegriffe zu verbildlichen und weiterhin die mathematische Methodik ergebnisorientiert anzuwenden.

Für das Fach der Baustatik wird die Erstellung von Vorlesungsergänzenden, digitalen Formaten als „Open Educational Resources“ (OER Content) seit dem Jahr 2020 realisiert. Hier wird die erste von zwei Stufen in 2022 abgeschlossen und im Fach „Grundlagen der Statik“ fest integriert. Es ist dabei hervorzuheben, dass diese digitalen Materialien die Präsenzveranstaltungen bewusst ergänzen und nicht, wie in den Pandemie-Semestern notwendig, vollständig ersetzen.

In Abb. 1 ist zu sehen, wie sogenannte „Teaser“, sowohl Experten als auch Laien interviewen, um ein baustatisches Thema zu motivieren und vor dem Hintergrund eines Tragwerks zu besprechen. Das dafür gebildete Konsortium (RWTH Aachen, FH Köln, Universität Duisburg-Essen, FH Ruhr-West, TU Dortmund) setzt die Erstellung solcher Materialien unter Konsortialführung durch die TU Dortmund auch für das Fach Dynamik bis Ende 2024 fort. Für diese Förderung durch das Land NRW wird ausdrücklich gedankt.



Abb. 1: Interviews zur Baustatik mit Experten und Laien vor dem Hintergrund unterschiedlicher Tragwerke. Der Inhalt steht unter CC-BY-SA Lizenz über den ORCA-Server des Landes NRW der Öffentlichkeit zur Verfügung

Das akademische Lehrjahr 2021/22 war einerseits durch die anhaltende Pandemie geprägt, aber auch durch die Rückkehr zu Präsenzveranstaltungen und einer größeren Exkursion im Frühjahr 2022 durch den Lehrstuhl Statik und Dynamik in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Massive Baukonstruktionen.



Abb. 2: Frühjahrsexkursion mit Studierenden der Architektur und des Bauingenieurwesens

Daran nahmen 26 Studierende an der Besichtigung sehr innovativer aber auch sehr traditioneller Bauwerke teil. Über den Jüberturm in Hemer und der Wartburg in Eisenach, führte das Programm bis nach Leipzig, wo wir Führungen durch die Aulawaldstation sowie das Holzhochhaus Z8 bekamen. Die Besichtigung der Wasserspiele im Bergpark

Wilhelmshöhe in Kassel rundeten das Programm ab, welches ganz unter dem Thema Nachhaltigkeit stand. Die Wasserspiele nutzen seit über 300 Jahren lediglich Lageenergie durch Speicherung von Regenwasser oberhalb der Anlage. Somit sind weder Pumpen noch andere Energieformen für den Betrieb erforderlich, was man an der 52 Meter hohen, finalen Wasserfontäne im untersten Becken kaum glauben mag, aber die Fähigkeiten der Baumeister vor über 300 Jahren demonstrieren.

Das Labor für Statik und Dynamik konnte erstmals im Frühjahr 2022 die vorgespannten Seilnetze und Membranen im Zuge des Sommerfests der TU Dortmund aufbauen und eine dazugehörige Lehrveranstaltung dazu anbieten.



Abb. 3: Seilnetze und Messtechnik während der Lehrveranstaltung zur dynamischen Belastung

Danach wurde die Installation für alle Besucher des Sommerfests freigegeben, welche dann am

eigenen Leib das dynamische Gleichgewicht dieser vorgespannten Konstruktion oberhalb der Mensa am Campus Nord erproben konnten. Im Vorfeld wurde daher mit dem Dezernat Arbeitssicherheit ein Sicherheitskonzept erstellt und u.a. durch ein Fangnetz unter der Konstruktion gewährleistet.

In Kooperation mit dem Lehrstuhl „Werkstoffe des Bauwesens“ und unter Anleitung des Lehrbeauftragten Dr.-Ing. Daniel Algenon haben sich im Sommersemester insgesamt 15 Studierende in fünf Teams mit Fragestellungen zur zerstörungsfreien Bauwerksdiagnostik beschäftigt, welche in einem Abschlusskolloquium am 24.06.2022 durch die Präsentationen von Postern vorgestellt wurden.



Abb. 4: Gesamte Installation von Seilnetzen und Membranen während des Sommerfests der TU



Abb. 4: Abschlusskolloquium im Fach Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik vor dem GB II

Ein weiteres Abschlusskolloquium im Fach „Organisches Bauen“ fand am 27.07.2022 im Botanischen Garten Rombergpark statt. Fünf studentische Entwürfe inkl. deren konstruktive Ausführung wurden der Öffentlichkeit vorgestellt und durch das Lehrteam bewertet. Die Studierenden der Fakultät haben dafür im Rahmen einer Semesterarbeit Ideen entwickeln und Modelle angefertigt.

Vorhandene natürliche Materialien, die Geländeformation und der Baumbestand wurden dabei integriert, um den Aspekten des nachhaltigen Bauens und der Minimierung des Bodeneingriffs gerecht zu werden. Die Entwürfe und Ideen wurden zur Überraschung der Studierenden mit Geldpreisen durch den Botanischen Garten honoriert.



Abb. 5: Vorstellung nachhaltiger Stegentwürfe im Botanischen Garten Rombergpark

Am 31. März 2022 hielt Professor Davide Bigoni, Mitglied der Abteilung für Festkörper- und Strukturmechanik an der Universität Trient (Italien), einen Vortrag am Institut zum Thema „Flutter, Hopf bifurcation and Ziegler paradox in structures and elastic media“. Professor Bigoni ist Experte für Materialinstabilitäten, Bifurkationstheorie, Scherbänder und Bruchmechanik und erhielt kürzlich den ERC-Grant „Beyond hyperelasticity: a virgin land of extreme materials“ (2022-2027), den zweiten ERC-Grant in seiner Karriere.

Der Lehrstuhl für Continuum Mechanics entwickelt eine neue Schallbarrierenstruktur für akustische Anwendungen (880-2750 Hz) unter Verwendung von

Metamaterialien. Das Projekt ist Teil des laufenden ERC-Grants META-LEGO und die Proben werden in Zusammenarbeit mit dem Modellbauerwerkstatt-Lehrstuhl hergestellt. Die Proben weisen in deren Dispersionsrelation eine weite Frequenzbandlücke auf. Sie werden im nächsten Schritt vom Lehrstuhl für Werkstoffe des Bauwesens zusammengesetzt und zur Durchführung der Experimente an das „System Dynamics Laboratory“ (LTDS) an der École Centrale de Lyon gegeben.

Mit der „International Conference on Nonlinear Solid Mechanics“ (ICoNSoM) in Alghero, der „European Solid Mechanics Conference“ (ESMC) in Galway und der GAMM-Jahrestagung in Aachen wurden drei

internationale angesehenen Konferenzen besucht. Zusätzlich wird der Aufbau eines neuen internationalen Master-Studiengangs im Bereich Continuum

Mechanics in Zusammenarbeit mit 2 weiteren europäischen Universitäten vorbereitet.

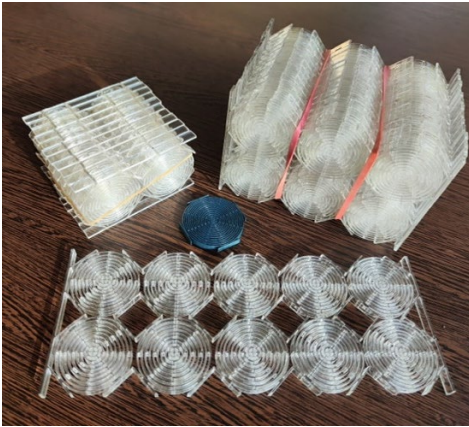


Abb. 6: Akustische Metamaterialien aus Plexiglas auf Grundlage einer labyrinthartigen Einheitszelle

Das Team des Lehrstuhls für Statik und Dynamik nahm weiterhin an dem Forschungskolloquium Baustatik – Baupraxis teil, welches alle drei Jahre durch eine Forschungsvereinigung stattfindet. Dieser Vereinigung gehören sämtliche universitären Statik-Lehrstühle in Deutschland und Österreich an. Hier erhalten Mitarbeiter:innen die Möglichkeit, Zwischenergebnisse ihrer Dissertation zu präsentieren und mit ihren Kollegen:innen und Professoren:innen zu diskutieren. Mit einem Voting-System entschied dieses Jahr die Zuhörerschaft über die beste Präsentation. Wir freuen uns, dass das Institut mit insgesamt zwei Vorträgen durch Jan Wulf und Simon Loske teilnehmen konnte und Herr Simon Loske den mit 300 Euro dotierten ersten Preis erhielt.



Abb. 7: Übergabe der Preisurkunde an Herrn Dipl.-Ing. Simon Loske durch den Vorsitzenden der Forschungsvereinigung Baustatik-Baupraxis e.V., Herrn Prof. Dr.-Ing. Sven Klinkel im Kloster Steinfeld

An der TU Dortmund besteht seit 2019 die GAMM-Nachwuchsgruppe. Dabei handelt es sich um eine Forschungsgruppe, welche sich aus dem Institut Mechanik des Maschinenbaus, dem Institut Baumechanik, Statik & Dynamik und verschiedenen Lehrstühlen der Mathematik zusammensetzt. Das Ziel der Nachwuchsgruppe ist ein interdisziplinärer Austausch der verschiedenen Forschungsthemen in der angewandten Mathematik und Mechanik. Nach drei erfolgreichen Jahren Laufzeit an der TU Dortmund musste Ende 2021 ein Antrag zur Weiterführung der GAMM-Nachwuchsgruppe gestellt werden. Dieser wurde auch zu Beginn des Jahres 2022 genehmigt, wodurch ein Weiterbestehen für die nächsten drei Jahre garantiert wurde.

Neben der Verlängerung der Laufzeit trat auch die Gruppe von Prof. Angela Madeo der Nachwuchsgruppe bei, welche somit nun 7 Lehrstühle und Institute und damit 52 Mitglieder an der TU Dortmund umfasst. Damit einhergehend stellte Prof. Madeo den bestehenden Gruppenmitgliedern am 22.04.2022 in einem Vortrag ihre Forschungsthemen, sowie ihr Team vor. Im Anschluss gab es bei einem gemeinsamen Grillen die Möglichkeit zum Austausch unter den neuen Mitgliedern. Im Rahmen der Nachwuchsgruppe gab es im Verlauf des Jahres zwei weitere Vorträge von externen Gästen. Zum Thema Neuronale Netzwerke gab Dr. Knut Andreas Meyer am 24.06.2022 einen Vortrag mit dem Titel

„Knowledge Augmented Neural Network Plasticity Modeling“; am 16.09.2022 trug Chiara Hergl ihre Forschungsergebnisse zu „Electromechanical Coupling in Electroactive Polymers - a Visual Analysis of a Third-Order Tensor Field“ vor. Neben externen Vorträgen wurde auch ein internes Seminar durch Prof. Ben Schweizer am 14.07.2022 angeboten, um den Austausch zwischen Mechanik und Mathematik zu erleichtern und die unter Umständen unterschiedlichen Betrachtungsweisen zu veranschaulichen.

Neben dem fachlichen Austausch wurde auch der soziale Kontakt gefördert. So wurden nach zwei Jahren die, durch die Covid-Pandemie eingeschränkten, sozialen Aktivitäten wieder begonnen. Dies begann mit einem freundlichen Fußballspiel am 02.06.2022 an der TU Dortmund und wurde weitergeführt mit Bouldern in der Boulderwelt Dortmund am 06.10.2022. In Zukunft werden auch weitere Aktivitäten und interessante Vorträge folgen. Neben den Vorträgen wird seit 2022 auch jedes Semester das Angebot einer Promotionsstunde gegeben. Diese dient dazu, interessierten Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich bei aktuell in der Promotion befindlichen Mitarbeitern verschiedener Institute zu informieren, wie der Arbeitsalltag eines Doktoranden aussieht und allgemeine Fragen zum Thema Promotion zu stellen. Die erste Promotionsstunde fand am 21.4.2022 statt und führte zu einem regen Austausch zwischen Doktoranden und Studierenden.

VERÖFFENTLICHUNGEN

Sky, A., Neunteufel, M., Münch, I., Schöberl, J., Neff, P.: A hybrid $H^1 \times H(\text{curl})$ finite element formulation for a relaxed micromorphic continuum model of antiplane shear. *Computational Mechanics* 68, 1-24, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00466-021-02002-8>

Sky, A., Muench, I., Neff, P.: On $[H^1]^3 \times [H(\text{curl})]^3$ and $H(\text{sym Curl})$ finite elements for matrix-valued Curl problems. *Journal of Engineering Mathematics* 136(5), 2022. <https://doi.org/10.1007/s10665-022-10238-3>

Sky, A., Neunteufel, M., Muench, I., Schöberl, J., Neff, P.: Primal and mixed finite element formulations for the relaxed micromorphic model. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 399, 115298, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cma.2022.115298>

Zeller, M., Münch, I.: Befestigung von Bauwerken in Bäumen mit Baumanker und doppelter Umreifung. *Bautechnik* 99(S1), 13-22, 2022. <https://doi.org/10.1002/bate.202100078>

Rizzi, G., Neff, P., Madeo, A.: Metamaterial shields for inner protection and outer tuning through a relaxed micromorphic approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*.

Rizzi, G., Tallarico, D., Neff, P., Madeo, A.: Towards the conception of complex engineering meta-structures: Relaxed-micromorphic modelling of low-frequency mechanical diodes/high-frequency screens. *Wave Motion*.

Demore, F., Rizzi, G., Collet, M., Neff, P., Madeo, A.: Unfolding engineering metamaterials design: Relaxed micromorphic modeling of large-scale acoustic meta-structures. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*

Rizzi, G., Valerio d'Agostino, M., Neff, P., Madeo, A.: Boundary and interface conditions in the relaxed micromorphic model: Exploring finite-size metastructures for elastic wave control. *Mathematics and Mechanics of Solids*.

Rizzi, G., Khan, H., Ghiba, I.-D., Madeo, A., Neff, P.: Analytical solution of the uniaxial extension problem for the relaxed micromorphic continuum and other generalized continua (including full derivations). *Archive of Applied Mechanics*

EINGEREICHTE VERÖFFENTLICHUNGEN

Sky, A., Polindara, C., Muench, I., Birk, C.: Assembly of sparse matrices via atomics. Submitted to *SIAM Journal of scientific computing*

Sky, A., Muench, I., Neff, P.: A quadratic element for the relaxed micromorphic model. In preparation for *Proc. Appl. Math. Mech.*

Wulf, J. B., Muench, I.: Growth of green wood based on a phase field model. In preparation for *Proc. Appl. Math. Mech.*

Loske, S., Muench, I.: Experiment and Modelling of the Load Capacity of Green Wood. In preparation for *Proc. Appl. Math. Mech.*

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Geometric and material sensitivities for elasto-plasticity including non-local damage regularisation. In preparation for *Proc. Appl. Math. Mech.*

Voss, J., Rizzi, G., Neff, P., Madeo, A.: Modeling a labyrinthine acoustic metamaterial through an inertia-augmented relaxed micromorphic approach. Submitted to *Mathematics and Mechanics of Solids*.

ABSCHLUSSARBEITEN

Kampschulte, R.: Stabilitätsuntersuchungen und Parameterstudien für schlanke Stützen mit Abspannung durch Seile. Masterarbeit, September 2022

Puttkamer, L.: Ganzheitlicher Ansatz zur statisch integrierten Planung von Wohnmodulen aus Blockbohlen. Masterarbeit, Januar 2022

Waldecker, M.: Zustandsline der Biegespannung unter Windeinwirkung im Baumbestand. Bachelorarbeit, November 2021

Blume, S.: Programmierung und Vergleich verschiedener Finite Elemente Methoden: Standardmethode, gemischte FEM und kleinste Quadrate FEM für die Membrangleichung. Bachelorarbeit, September 2021

VORTRÄGE

Klinkel S., Münch, I., Birk, C.: Digitale Lernumgebung -Baustatik – als ganzheitliches Konzept. Fachtagung Baustatik-Baupraxis, 27.-30.09.2022, Kloster Steinfeld

Wulf, J., Münch, I.: Simulation des Wachstums von Grünholz mit einem Phasenfeldmodell. Fachtagung Baustatik-Baupraxis, 27.-30.09.2022, Kloster Steinfeld

Loske, S., Münch, I.: Gründung frei hängender Wohnkörper über vitale Rotbuchen. Fachtagung Baustatik-Baupraxis, 27.-30.09.2022, Kloster Steinfeld

Algernon, D., Orlowsky, J., Münch, I.: Nondestructive Structural Assessment – Understanding the Toolset and its Application for Diagnostics-Based Engineering. International Symposium on Nondestructive Testing in Civil Engineering, 16.-18.09.2022, Zurich, Switzerland.

Münch, I., Puttkamer, L., Hielscher, L.: Adaptive Lernumgebung im Fach Dynamik als OER. OER-Fachtag Ingenieurwissenschaften, 01.09.2022, online

Wulf, J. B., Muench, I.: Growth of green wood based on a phase field model. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Loske, S., Muench, I.: Experiment and Modelling of the Load Capacity of Green Wood. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Sky, A., Rizzi, G., Muench, I., Madeo, A., Neff, P.: Numerics for the relaxed micromorphic model. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Sky, A., Muench, I., Neff, P.: A quadratic element for the relaxed micromorphic model. The European Solid Mechanics Conference, 04.-08.07.2022, Galway, Ireland

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Geometric and material sensitivities for elasto-plasticity including non-local damage regularisation. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Numerical Damage Optimisation For Rod Extrusion Processes Utilising Commercial Simulation Software, GACM, 21.-23.9.2022, Essen

Ghasemi, S.A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: Variational shape sensitivity analysis of dynamic structures applied to damage material using IGA, GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Ghasemi, S.A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: Shape Sensitivity Analysis Of Dynamic Structures Using IGA, GACM, 21.-23.9.2022, Essen

Wohlgemuth, F., Barthold, F.-J.: A Modular XFEM Approach Used For Elastoplastic Materials, GACM, 21.-23.9.2022, Essen

Rizzi, G., Voss, J., Perez Ramirez, L., Neff, P., Madeo, A.: Exploring metamaterials' structures through the relaxed micromorphic model. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Rizzi, G., Neff, P., Madeo, A.: Exploring metamaterials' structures through the relaxed micromorphic model. The European Solid Mechanics Conference, 04.-08.07.2022, Galway, Ireland

Rizzi, G., Voss, J., Collet, M., Demore, F., Neff, P., Madeo, A.: Finite-size metamaterial modeled as a relaxed micromorphic continuum for acoustic control applications. International Conference on Nonlinear Solid Mechanics, 13.-16.06.2022, Alghero, Italy

Voss, J., Rizzi, G., Demetriou, P., Neff, P., Madeo, A.: Wave propagation in an acoustic metamaterial modeled as a relaxed micromorphic continuum. GAMM Jahrestagung, 15.-19.08.2022, Aachen

Voss, J., Rizzi, G., Neff, P., Madeo, A.: Wave propagation in an acoustic metamaterial modeled as a relaxed micromorphic continuum. The European Solid Mechanics Conference, 04.-08.07.2022, Galway, Ireland

Voss, J., Rizzi, G., Demetriou, P., Neff, P., Madeo, A.: Wave propagation in an acoustic metamaterial modeled as a relaxed micromorphic continuum. International Conference on Nonlinear Solid Mechanics, 13.-16.06.2022, Alghero, Italy

MITARBEITER:INNEN

Lehrstuhlinhaber

Prof. Dr.-Ing. habil. F.-J. Barthold
Prof. Dr.-Ing. A. Madeo
Prof. Dr.-Ing. I. Münch

Sekretariat

Mirjana Vujanic

Technische Angestellte

Markus Behlau

Wissenschaftliche Mitarbeiter: innen

M.Sc. Seyed Ali Ghasemi
M.Sc. Fabian Alexander Guhr
Dr. Jan Liedmann
M.Sc. Felix Wohlgemuth
Dr. Gianluca Rizzi
Dr. Jendrik Voss
M.Sc. Leonardo Andres Perez Ramirez
M.Sc. Plastiras Demetriou
M.Sc. Simon Loske
B.Sc. Kira Johanna Peper
M.Sc. Adam Sky
M.Sc. Jan Bernd Wulf

Lehrbeauftragte

Dipl.-Des. Martin Zeller
Dr.-Ing. Daniel Algernon

Studentische Hilfskräfte

Niklas Eisenblätter
Ariana-Lucia Hargesheimer
Nina Kerwien
Sophie Katharina Schliefer
Nepomuk Pinkernell
Johannes Sundheim

LEHRVERANSTALTUNGEN

WS 2021/22

Stereostatik
Grundlagen der Statik und Dynamik
Lineare Elastizitätstheorie
Lineare Finite Elemente Methode
Computerorientierte höhere Mechanik
Nichtlineare Finite Elemente Methode
Tree Engineering in der Praxis
Engineering with ANSYS
Sondergebiete der Strukturoptimierung

SS 2022

Elastostatik
Computerorientierte Statik und Dynamik
Software in der Strukturmechanik (WPF)
Organisches Bauen (WPF)
Nichtlineare Materialmechanik
Strukturoptimierung (WPF)
Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik (WPF)

FORSCHUNGSPROJEKTE

European Research Council (ERC) Grant: META-LEGO

Kombinierte Form- und Querschnittsoptimierung von Faserverbundstrukturen basierend auf der Singulärwertzerlegung der Empfindlichkeiten (DFG)

SFB/Transregio 188 „Schädigungskontrollierte Umformprozesse“, TP C05: „Sensitivität und Optimierung“ (DFG)

Digitale Lernumgebung in der Baustatik als ganzheitliches Konzept (Förderlinie „OER-Content.nrw“ zur Produktion von digitalen Lehr- und Lernangeboten für das Landesportal DH-NRW)

Organic Tiny Houses (Sonderprogramm Umweltwirtschaft NRW)

Adaptive Lernumgebung im Fach Dynamik als OER - Alfdyn (Förderlinie „OER-Content.nrw“ zur Produktion von digitalen Lehr- und Lernangeboten für das Landesportal DH-NRW)

