

## LEHR- UND FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE

Die Lehrstühle Baumechanik sowie Statik und Dynamik vermitteln im Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen die mathematisch orientierten Grundlagen zur mechanischen Auslegung und Bewertung von Bauwerken und Strukturen. Darüber hinaus werden vertiefende, praxisorientierte sowie forschungsorientierte Kurse angeboten, welche das Profil der Absolventen individualisieren und auf das breite Aufgabenspektrum im Bauwesen vorbereiten. Hierbei werden verstärkt Themen nachhaltiger Bauweise adressiert, was sich u.a. in der Planung des internationalen Masterstudienganges „Mechanics of Sustainable Materials and Structures“ widerspiegelt, vgl. Abb. 1.

Dieser erstmals im WiSe 2024/25 angebotene Masterstudiengang (kurz MS2) wird in Kooperation mit der Università di Trento (Italien) sowie der Ecole Centrale de Nantes (Frankreich) stattfinden. Studierende erhalten damit die Möglichkeit, sich über ein durchgängiges Curriculum an drei europäischen Hochschulen zu bilden. Die damit einhergehende Internationalisierung und die Fokussierung auf ein gesellschaftlich wichtiges Thema des Bauwesens entspricht den übergeordneten Zielen der TU Dortmund sowie der Fakultät. Förderungsanträge für den internationalen Master werden im Rahmen der nächsten DFH- und Erasmus Mundus Ausschreibung eingereicht. Im Erfolgsfall wird dies u.a. die Zahlung eines monatlichen Stipendiums für die eingeschriebenen Studierenden ermöglichen. Die Verantwortlichen der TU Dortmund (Prof. Madeo, Prof. Münch) danken allen Beteiligten für die vielseitige Unterstützung während der Planungs- und Akkreditierungsphase.

## MECHANICS OF SUSTAINABLE MATERIALS AND STRUCTURES (M.Sc.)



### Multiple Degrees offered on a joint curriculum by



Faculty of Architecture and Civil Engineering, TU-Dortmund University (Germany)



Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento (Italy)



Department of Mechanics, Materials and Civil Engineering, Ecole Centrale de Nantes (France)

Abb. 1: Ausschnitt aus dem Flyer zur Bekanntmachung des internationalen Masterstudienganges MS2.

In Kooperation mit verschiedenen Lehrstühlen konnte im WiSe 2022/23 der Kurs „Höhere Mathematik 3 für das Bauwesen“ erstmals durchgeführt werden. Mit fachlichen Beiträgen von Prof. Orlowsky, Prof. Hartz, Jun. Prof. Spyridis, Prof. Madeo, Prof. Barthold und Prof. Münch wird die Anwendung mathematischer Methoden direkt auf baupraktische Probleme bezogen, um die intrinsische Motivation der Studierenden für dieses theoriebasierte Fach anzusprechen. Ein großer Teil des Lehrteams (J. Voss, K. Peper, S. Loske und I. Münch) haben im SoSe 2023 am zhb der TU Dortmund an einer oder mehreren hochschuldidaktischen Fortbildungen teilgenommen und werden u.a. derart theoriebasierte Fächer durch die Aktivierung von Selbstarbeitsphasen weiterentwickeln.

Im Fach Baustatik wird die Erstellung von vorlesungsergänzenden, digitalen Formaten als „Open Educational Resources“ (OER Content) seit dem Jahr 2020 realisiert. Die erste von zwei Stufen wurde 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 der zweiten Stufe wird nun die Erstellung einer digitalen Lernumgebung für das Fach Dynamik bis Ende 2024 fortgeführt. Für die Förderung des Projektes „ALFDYN“ durch das Land NRW wird ausdrücklich gedankt.

Im Sommersemester 2023 haben sich im Wahlpflichtfach „Software in der Strukturmechanik“ insgesamt 22 Studierende des Bachelorstudiengangs Bauingenieurwesen u.a. mit einem Modul zur kleinteiligen Nachverdichtung suburbaner Gebiete beschäftigt. Durch die erhöhte Lage des Wohnkörpers auf lediglich zwei Stützen wird die darunter liegende Fläche möglichst durchlässig gehalten. Die Besonderheit dabei ist, dass vertikale und horizontale Lasten über unterschiedliche Bauteile abgetragen werden. Dieses Prinzip befreit die beiden Stützen weitgehend von Querkraft und Biegung, was deren Querschnitt und Fundament minimiert. Dieses Abschlussprojekt thematisiert zahlreiche Punkte nachhaltigen Bauens und gibt Studierenden die Möglichkeit, eigene Ideen zu entwickeln.

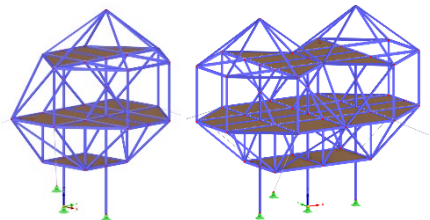


Abb. 2: Modul zur Nachverdichtung suburbaner Räume im Fach Software in der Strukturmechanik



In Kooperation mit dem Lehrstuhl „Werkstoffe des Bauwesens“ und unter Anleitung des Lehrbeauftragten Dr.-Ing. Daniel Algemon haben sich im Sommersemester 2023 wieder insgesamt 17 Studierende des Masterstudiengangs Bauingenieurwesen in 7 Teams mit Fragestellungen zur zerstörungsfreien Bauwerksdiagnostik beschäftigt, welche in einem Abschlusskolloquium am 30.06.2023 durch die Präsentationen von Prüfanweisungen und Postern vorgestellt wurden.

Abb. 3: Gruppenbild mit Teilnehmer\*innen des Kurses „Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik“ im SoSe 2023

Im Dezember 2022 verteidigte Herr Dr. Adam Sky, ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Statik und Dynamik, erfolgreich seine Dissertationsschrift unter dem Titel: Higher Order Finite Elements for Relaxed Micromorphic Continua. Die Arbeit spannt einen schlüssigen Bogen von den Grundlagen der Kontinuumsmechanik, über mathematische Methoden zur Konstruktion geeigneter Polynomräume, um die propagierte, neuartige Strategie zur Konstruktion von  $H(\text{curl})$ -konformen Elementen zu erschließen. Mit Hilfe von Theoremen zur linearen Unabhängigkeit und zur Konformität der Ansätze gelingt deren fundierte Begründung. Daneben wird eine effiziente Konstruktion für Bernsteinpolynome innerhalb der numerischen Umgebung vorgestellt, welche auf dem Prinzip dualer Zahlen basiert und deren Ableitungen liefert. Die damit programmierten, vektorwertigen Finiten Elemente erzielen somit hohe Effizienz. Der Vergleich mit analytischen Lösungen zeigt, dass die neue Konstruktionsmethode robuste und hochwertige Approximationen für  $H(\text{curl})$  basierte mikromorphe Kontinua liefert.

#### GAMM-NACHWUCHSGRUPPE

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 des Bauwesens und diversen Lehrstühlen dem Fachbereich Mathematik zusammensetzt. Das Ziel der Nachwuchsgruppe ist der interdisziplinäre Austausch der verschiedenen Doktoranden in der angewandten Mathematik und Mechanik. Nach vier erfolgreichen Jahren Laufzeit an der TU Dortmund kam es auch in diesem Jahr zu vielen interessanten Vorträgen im Bereich der angewandten Mechanik und Mathematik. Das Jahr 2022 endete mit einem Vortrag von Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Matti Schneider über mikromechanische Simulationen basierend auf Fast-Fourier „A modern view of FFT-based computational methods in micromechanics“ am 01.12.2022. Das Jahr 2023 startete schnell mit weiteren interessanten Vorträgen über Neuronale Netzwerke „Model-driven neural networks: From basics to applications in the calculus of variations“ von Prof. Dr. Robert Martin am 19.01.2023, sowie zwei Vorträgen am 26.01.2023 von Prof. Dr. Stefanie Hahmann zu „Geometric Construction of Auxetic Metamaterials“ und von Prof. Dr. Georges-Pierre Bonnaeu zu „Computational Design of Laser-Cut Bending-Active Structures“. Am 28.02. gab es einen Vortrag von Dr.-Ing. Stephen Gerke, welche sich mit der experimentellen Seite der Materialcharakterisierung beschäftigte, mit dem Titel „Biaxial testing of ductile damage in metals: New approaches and specimens“. Am 02.03. gab Dr. Hanna Bishara in seinem Vortrag „Local Electrical Properties of Microstructural Defects“ Details zu Schädigung auf der Mikroskala. Am 10.05. hielt Assoc. Prof. Stephan Rudykh, Ph.D. seinen Vortrag zu „Micromechanics and Instability-driven Pattern Formations in Soft Magneto-Active Materials“. Neben diesen vielen interessanten 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 arbeitstechnische Alltag eines Doktoranden aussieht und allgemeine Fragen zum Thema Promotion zu stellen. Die zweite Promotionsstunde fand am 04.11.2022 statt und führte zu einem regen Austausch zwischen Doktoranden und Studierenden. Im Jahre 2023 erhöhte sich auch weiterhin die Anzahl der Mitglieder an der TU Dortmund, als sich der neugegründete Lehrstuhl „Reliability Engineering“ unter der Leitung von Prof. Faes an der Fakultät Maschinenbau der Nachwuchsgruppe anschloss. Diese umfasst somit nun 56 Mitglieder, aufgeteilt auf 8 Lehrstühlen. Um einen Austausch wissenschaftlichen Austausch der Mitglieder in einer lockeren Atmosphäre zu gewährleisten bietet die Nachwuchsgruppe auch regelmäßig soziale Aktivitäten an. So fand am 07.09.2023 ein von der Nachwuchsgruppe organisiertes Sommerfest statt, bei dem sich die angehenden Doktoranden außerhalb der Arbeit austauschen konnten und ein netter Abend organisiert wurde. Weiterhin wurden auch die Mitglieder aus der Nachwuchsgruppe der Ruhr Universität Bochum, da hier ein wissenschaftlicher Austausch über die Uni hinweg angestrebt wird. Dies wird auch im kommenden Jahr weitergeführt, wobei die jeweiligen Vorträge der Nachwuchsgruppen auch für die jeweils andere zugänglich gemacht werden soll. Um dies zu vereinfachen werden auch die sozialen Aktivitäten weitergeführt. So sind auch weiterhin Ausflüge in eine Kletterhalle sowie gemeinsames Fußballspielen an der TU Dortmund Punkte auf der Aktivitätenliste.



Abb. 4: Teilnahme an der WCSMO 15 in Cork, Irland



Abb. 5: Teilnahme an der ASME International Conference on MSND in Boston, USA



Abb. 6: Jahrestagung der GAMM in Wien, Österreich

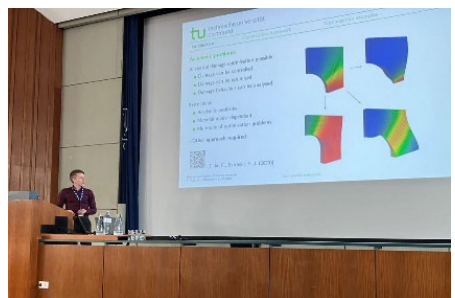


Abb. 7: Teilnahme an der GAMM Jahrestagung in Dresden.

Aktuelle Forschungsergebnisse rund um die Themen Sensitivitätsanalyse und Strukturoptimierung im Rahmen dynamischer Prozesse, dünnwandiger Laminatstrukturen oder Schädigung in Umformprozessen, wurden auf zahlreichen internationalen Tagungen präsentiert. Im Mai 2023 besuchten Mitarbeiter des Lehrstuhls Baumechanik die Jahrestagung der Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM) in Dresden, sowie die World Conference on Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO) in Cork, Irland.

Die 19. ASME International Conference on Multibody Systems, Nonlinear Dynamics, and Control (MSNDC) fand vom 20. bis zum 23. August 2023 in Boston, USA, statt. Dieses Symposium widmete sich den neuesten Entwicklungen in den theoretischen, rechnerischen und angewandten Aspekten der Leistungsoptimierung und Kostensenkung komplexer dynamischer Systeme. Solche Systeme können verschiedene Disziplinen und Phänomene abdecken, wie sie in den Bereichen Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Mikromechanik, Industrie und Konsumgüter auftreten.

Im September 2023 folgte die Teilnahme an der Jahrestagung der German Association for Computational Mechanics (GACM) in Wien, Österreich.

## VERÖFFENTLICHUNGEN

Liedmann, J., Gerzen, N., Barthold, F.-J.: Gradient-based determination of principal design influences on composite structures. *Proc. Appl. Math. Mech.*, 23: e202300177, 2023 <https://doi.org/10.1002/pamm.202300177>

Guhr, F. and Barthold, F.: Geometric and material sensitivities for elasto-plasticity including non-local damage regularisation. *Proc. Appl. Math. Mech.*, 23: e202200233, 2023 <https://doi.org/10.1002/pamm.202200233>

Guhr, F., Barthold, F.J. Variational sensitivity analysis and shape optimisation applied to a non-local, ductile damage model. *Comput Mech*, 2023 <https://doi.org/10.1007/s00466-023-02377-w>

Guhr, F., Gitschel, R., Barthold, F.-J., & Tekkaya, A. E.: Numerical optimisation of damage in extrusion processes. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*, 00, e202300199. 2023 <https://doi.org/10.1002/pamm.202300199>

Ghasemi, S. A., Liedmann J., Barthold, F.-J.: Geometrical design modes of dynamic structures. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*. 2023 <https://doi.org/10.1002/pamm.202300196>

Sky, A., Polindara, C., Muench, I., Birk, C.: A flexible sparse matrix data format and parallel algorithms for the assembly of finite element matrices on shared memory systems. *Parallel Computing*, in press, available online since 22.07.2023, <https://doi.org/10.1016/j.parco.2023.103039>

Sky, A., Muench, I., Neff, P.: A quadratic element for the relaxed micromorphic model. *Proc. Appl. Math. Mech.*, 22(1), 1-7, 2022. <https://doi.org/10.1002/pamm.202200086>

Loske, S., Muench, I.: Experiments and Modelling of the Load Capacity of Green Wood. *Proc. Appl. Math. Mech.*, 22(1), 1-6, 2022. <https://doi.org/10.1002/pamm.202200290>

Wulf, J. B., Muench, I.: Growth of green wood based on a phase field model. *Proc. Appl. Math. Mech.*, 22(1), 1-6, 2022. <https://doi.org/10.1002/pamm.202200067>

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>

Sky, A., Muench, I., Neff, P.: On  $[H^1]_{3 \times 3}$ ,  $[H(\text{curl})]_3$  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>

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

Voss, J., Rizzi, G., Demetriou, P., Neff, P., & Madeo, A. (2023). Remarks on wave propagation in an acoustic metamaterial modeled as a relaxed micromorphic continuum. *PAMM*, 23(1), e202200182. <https://doi.org/10.1002/pamm.202200182>

Ghiba, I. D., Rizzi, G., Madeo, A., & Neff, P. (2023). Cosserat micropolar elasticity: classical Eringen vs. dislocation form. *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, 18(1), 93-123. <https://doi.org/10.2140/jomms.2023.18.93>

Voss, J., Rizzi, G., Neff, P., & Madeo, A. (2022). Modeling a labyrinthine acoustic metamaterial through an inertia-augmented relaxed micromorphic approach. *Mathematics and Mechanics of Solids*. <https://doi.org/10.1177/10812865221137286>

Rizzi, G., Neff, P., & Madeo, A. (2022). Metamaterial shields for inner protection and outer tuning through a relaxed micromorphic approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 380(2231). <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0400>

Demore, F., Rizzi, G., Collet, M., Neff, P., & Madeo, A. (2022). Unfolding engineering metamaterials design: Relaxed micromorphic modeling of large-scale acoustic meta-structures. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2022.104995>

Rizzi, G., Tallarico, D., Neff, P., & Madeo, A. (2022). Towards the conception of complex engineering meta-structures: relaxed-micromorphic modelling of low-frequency mechanical diodes/high-frequency screens. *Wave Motion*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2022.102920>

## EINGEREICHTE VERÖFFENTLICHUNGEN

Sky, A., Muench, I.: Polytopal templates for the formulation of semi-continuous vectorial finite elements of arbitrary order. Submitted to *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, NME-Oct-22-0797

Muench, I., Loske, S.: A deterministic model combining NDT to estimate permissible bending loads on trees. Accepted for publication in *ce papers: The online collection for conference papers in civil engineering*. cepa.202300046

Algernon, D., Muench, I.: Machine Learning Applications for Nondestructive Testing of Concrete Structures. Accepted for publication in *ce papers: The online collection for conference papers in civil engineering*. cepa.202200137.

Sky, A., Muench, I., Rizzi, G., Neff, P.: Higher order Bernstein-Bézier and Nédélec finite elements for the relaxed micromorphic model. Accepted for publication in: *Journal of Computational and Applied Mathematics*, ELSCAM-D-23-00021

Rizzi, G., d'Agostino, M. V., Voss, J., Bernardini, D., Neff, P., & Madeo, A. (2023). From frequency-dependent models to frequency-independent enriched continua for mechanical metamaterials. *arXiv preprint arXiv:2309.09219*.

Demetriou, P., Rizzi, G., & Madeo, A. (2023). Reduced relaxed micromorphic modeling of harmonically loaded metamaterial plates: investigating boundary effects in finite-size structures. arXiv preprint arXiv:2303.17378.

Perez Ramirez, L. A., Rizzi, G., & Madeo, A. (2023). Multi-element metamaterial's design through the relaxed micromorphic model. In *Sixty Shades of Generalized Continua: Dedicated to the 60th Birthday of Prof. Victor A. Eremeyev* (pp. 579-600). Cham: Springer International Publishing.

## ABSCHLUSSARBEITEN

Pinkernell, Nepomuk: Bauzustände und Vorspannung in Fachwerkbögen am Beispiel der Müngstener Brücke, Bachelorarbeit

Klaus, Julian: Tragsysteme und Parameterstudien zur effizienten Planung von Kleinwindkraftanlagen, Masterarbeit

Kampschulte, Robin: Stabilitätsuntersuchungen und Parameterstudien für schlanke Stützen mit Abspannung durch Seile, Masterarbeit

Schlößler, René Marc: Bemessung des Tragwerks einer Jurte nach Eurocode, Bachelorarbeit

Schaube, Katharina: Entwicklung und Kalibrierung eines Messgerätes zur Seilspannungsmessung von Tragseilen im Baumhausbau, Bachelorarbeit

Harmann, Malte: Modellierung und Analyse von Gitterträgern als Traversen zur Verifikation von Belastungstabellen, Bachelorarbeit

## VORTRÄGE

Liedmann, J., Gerzen, N., Barthold, F.-J.: Gradient-based determination of principal design influences on composite structures. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Liedmann, J., Gerzen, N., Barthold, F.-J.: Design exploration of layered composite shells. WCSMO 15, 05.06-09.06.2023, Cork, Irland

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Numerical Optimisation of Damage in Forming Processes. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Geometric and material sensitivity analysis for regularised ductile damaging materials. WCSMO 15, 05.06-09.06.2023, Cork, Irland

Guhr, F., Barthold, F.-J.: Damage optimisation in forming processes using Abaqus as FE solver. GACM, 10.-13.09.2023, Wien, Österreich

Ghasemi, S. A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: Geometrical design modes of dynamic structures. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Ghasemi, S. A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: PCA of shape sensitivity for dynamic structures. WCSMO 15, 05.06-09.06.2023, Cork, Irland

Ghasemi, S. A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: Shape Modes of Dynamic Structures. ASME, 20.-23.08.2023, Boston, USA

Ghasemi, S. A., Liedmann, J., Barthold, F.-J.: Shape Modes of Dynamic Structures. GACM, 10.-13.09.2023, Wien, Österreich

Muench, I., Loske, S.: A deterministic model combining NDT to estimate permissible bending loads on trees. Eurostruct Conference 2023, 25.-29.09.2023, BOKU, Wien, Österreich.

Wulf, J., Muench, I.: Residual stresses in green wood based on a phase field model. 5th International Conference on Bio-Based Building Materials, 21.-23.6.2023, Wien, Österreich.

Loske, S., Muench, I., Spyridis, P., Zeller, M.: A minimal invasive anchoring technique for the foundation of technical structures in trees. 5th International Conference on Bio-Based Building Materials, 21.-23.6.2023, Wien, Österreich.

Rizzi, G., Voss, J., Hermann, S., Collet, M., Neff, P., Madeo, A.: Modeling large-scale acoustic meta-structures through the reduced relaxed micromorphic model. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Erel-Demore, F., Rizzi, S., Collet, M., Neff, P., Madeo, A.: Unfolding engineering metamaterials design: relaxed micromorphic modeling of large-scale acoustic meta-structures.. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Perez Ramirez, L. A., Rizzi, G., Voss, J., Madeo, A.: Multi-metamaterial structures via the reduced relaxed micromorphic model. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Demetriou, P., Voss, J., Rizzi, G., Madeo, A.: Modeling wave propagation in a finite-size metamaterial through a reduced relaxed micromorphic model. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

Voss, J., Martin, R. J., Neff, P.: Truesdell's empirical inequalities and the coaxiality of stress and stretch. GAMM Jahrestagung, 31.05.-02.06.2023, Dresden

## MITARBEITER:INNEN

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

Sekretariat  
Mirjana Vujanic

Wissenschaftliche Mitarbeiter: innen

B. Sc. Kira Peper  
M. Sc. Simon Loske  
M. Sc. Jan Wulf  
M. Sc. Fabian Guhr  
Dr.-Ing. Jan Liedmann  
M. Sc. Seyed Ali Ghasemi  
Dr. Svenja Hermann  
Dr. Felix Erel-Demore  
Dr. Gianluca Rizzi  
Dr. Max Jendrik Voss  
M. Sc. Leonardo Andres Perez  
Ramirez  
M. Sc. Plastiras Demetriou

Lehrbeauftragte  
Dr.-Ing. Daniel Algernon

Studentische Hilfskräfte  
Nepomuk Pinkernell  
Johannes Sundheim  
Justus Förster  
Ariana-Lucia Hargesheimer  
Nina Kerwien  
Sophie Katharina Schliefer  
Niklas Eisenblätter  
Lucas Funken  
Christian Michael Müller  
Justus Förster

Niclas Knoop

## LEHRVERANSTALTUNGEN

WS 2022/23  
Stereostatik  
Grundlagen der Statik und Dynamik  
Lineare Elastizitätstheorie  
Lineare Finite Elemente Methode  
Computerorientierte höhere Mechanik  
Nichtlineare Finite Elemente Methode  
Engineering with ANSYS  
Sondergebiete der Strukturoptimierung

SS 2023  
Elastostatik  
Computerorientierte Statik und Dynamik  
Software in der Strukturmechanik (WPF)  
Nichtlineare Materialmechanik  
Strukturoptimierung (WPF)  
Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik (WPF)

## FORSCHUNGSPROJEKTE

ERC Consolidator Grant - Meta-Lego (101001759):  
Learning to play LEGO with metamaterials!

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

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

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