

# Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik

Informationsmagazin des Instituts  
für Stahlbau und Werkstoffmechanik  
17. Jahrgang | 2023



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Institut für Stahlbau  
und Werkstoffmechanik

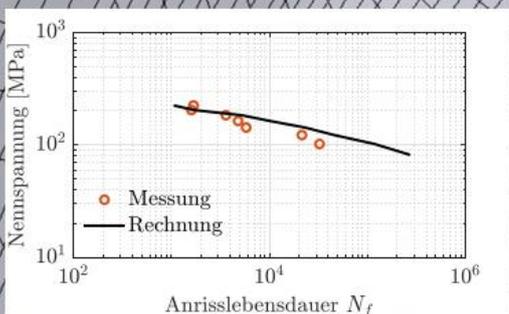
```
% Übertragungsfaktoren Kerbradius 0.5mm
%   xx   yy   xy
cf = [3.351 0.8351 0.0;...           % Nettospannung Zug
      ...                          % Nettospannung Torsion
```

```
wsgruppe = 'Stahl'; % Werkstoffgruppe
Rm = 650;          % Zugfestigkeit

% Abschätzen statisch
[E,nu] = StatischFKM(wsgruppe);
% Abschätzen zyklisch
[Kstrich,nstrich] = RambergOsgoodFKM(wsgruppe,Rm);
% Abschätzen P-Wöhlerlinie (Werkstoff)
[Pram_WS_stuetz,Pram_WSD_stuetz,d1,d2,f0025] = ...
    Pram_Woehlerlinie_FKM(Rm,wsgruppe);
% Abschätzen Mittelspannungseinfluss
[pram] = MittelspannungseinflussFKM(wsgruppe,Rm);

m_s = PRAM_stuetz(...
    E,...           % Elastizitätsmodul
    Pram_WS_stuetz,... % Stützstelle der P-Wöhlerlinie
    d1,d2,...       % Neigungen der P-Wöhlerlinie
    Msig,...        % Mittelspannungsempfindlichkeit
    fram,...        % Bauteilfaktor Pram
    'VarName',VarValue);

% Funktion zum berechnen der Anrisselebensdauer
[phic,psic] = schadensrechnung_kerb(...
    name,output,... % Name der Rechnung
    ...             % Instanz der Kerbsimulation
    ...             % Cell array Instanzen Schädigungsparameter
    l,...           % Winkel kritische Ebenen Rechnung
    ...             % Display Ausgabe
    ...             % File Ausgabe Ergebnisse kritische Ebene
    ...             % File Ausgabe Ergebnisse Rainflow Zählung
    ...             % File Ausgabe Ergebnisse kritische Ebenen
```



## Impressum (V.i.S.d.P.G.)

Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik  
Technische Universität Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange  
Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald  
Franziska-Braun-Straße 3  
64287 Darmstadt

## Spendenkonto IFSW

DE36 5085 0105 0000 7043 00  
Sparkasse Darmstadt  
Bitte als Verwendungszweck die  
Verbuchungsstelle angeben!

## FG Stahlbau

Verbuchungsstelle: 13 06 02 / 563 001 91

## FG Werkstoffmechanik

Verbuchungsstelle: 13 06 03 / 563 003 43

## Anschrift und E-Mail-Adressen

Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik  
Franziska-Braun-Straße 3  
64287 Darmstadt  
Tel.: 06151-16-22401 | Fax.: 06151-16-22404  
[www.stahlbau.tu-darmstadt.de](http://www.stahlbau.tu-darmstadt.de)

## Direkter Kontakt zu den Mitarbeitern

FG Stahlbau: [nachname@stahlbau.tu-darmstadt.de](mailto:nachname@stahlbau.tu-darmstadt.de)  
FG Werkstoffmechanik: [nachname@wm.tu-darmstadt.de](mailto:nachname@wm.tu-darmstadt.de)

### Liebe Leserinnen und Leser,

viele abgeschlossene Dissertationen waren im nun vergehenden Jahr zu feiern. Dagegen ging die Zahl der Master- und Bachelor-Thesen gegenüber dem Vorjahr zurück, eine Entwicklung, die zu erwarten war. In den vergangenen 7 Jahren hat sich die Zahl der Erstsemester in unserem Studiengang halbiert, und das merken wir nun in den nicht mehr so gut gefüllten Hörsälen und an den Absolventenzahlen. Der demographische Wandel wird durch einen Rückgang des Interesses an einem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang verstärkt.

Nach vielen Jahren der Kontinuität steht nun ein Wechsel an. Beide Professuren unseres Instituts werden neu besetzt, und man möchte fast ironisch sagen: im Deutschlandtempo. Obwohl das Präsidium in regelmäßiger Folge über die Entwicklung der Professuren unseres Fachbereichs informiert wird, hat es sechs Monate bis zur Freigabe der Professur Werkstoffmechanik gedauert, woraus nun eine Vakanz von mindestens einem Semester folgt. Dagegen sind die vier Monate bei der Professur Stahlbau recht flott.

Dadurch wird die Übergabe an die nachfolgenden Personen erschwert. Es können keine neuen Forschungsprojekte beantragt werden und infolgedessen sinkt die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, worunter die Betreuung unserer Studierenden leidet. Seit vielen Jahren ist die Grundausstattung der Universitäten so gering, dass nur mit Drittmitteln eingestellte WiMis helfen und die fehlen nun. Aber wir arbeiten daran, die Zeit des Übergangs mit Optimismus zu begleiten, denn Optimismus ist zwar keine Pflicht, oft hilft er aber.

### Jörg Lange und Michael Vormwald

#### Titelbild:

Lebensdauerabschätzung für mehrachsige nichtproportional beanspruchte Bauteile auf Basis des Örtlichen Konzeptes. Die Beanspruchung in der Kerbe entsteht aus beliebigen nichtproportionalen Last-Zeit-Folgen für Normalkraft und Torsion. Das Material kann dabei örtlich elastisch-plastisch beansprucht werden. Im Bauwesen findet man entsprechende Beanspruchungen z.B. bei Tragwerken unter Erdbebenlast.

- 1** **Forschung**
- 9** **Lehre**
- 11** **Forschungslabor**
- 14** **Exkursionen**
- 15** **Termine und Ereignisse**
- 18** **Absolventen und Ehemalige**

### Einfluss von Temperatur auf Sandwichelemente mit PU-Hartschaum

Sonja Steineck, M.Sc.

Sandwichelemente im Bauwesen setzen sich aus zwei dünnen Deckblechen mit einem dazwischenliegenden dickeren Kern aus PU-Hartschaum oder Mineralwolle zusammen. Durch den Einsatz als Fassadenelemente werden die äußeren Deckschichten direkt der Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Mit Hilfe eines Dauerversuchstandes wurden äußere Deckblechtemperaturen von knappen 80 °C erfasst. Bereits in diesem Temperaturbereich ändern sich die Festigkeiten und Steifigkeiten des PU-Hartschaummaterials. Einfluss hat hier die Temperatur zum Zeitpunkt der Lagerung sowie zum Zeitpunkt der Belastung. Hierbei verändern sich die Materialparameter jedoch nicht einheitlich. Dies kann neben einer reduzierten aufnehmbaren Traglast auch zu einem anderen maßgebenden Versagensmodus führen.



Versuch eines Sandwichbauteils unter erhöhter Temperatur

Das Bild zeigt einen Bauteilversuch, welcher unter erhöhter Temperatur durchgeführt wurde.

#### Veröffentlichungen:

**Steineck, S. und Lange, J.:** „Einfluss von Temperatur auf Sandwichelemente mit PU-Hartschaum“, 23. DAST-Kolloquium, 22.–23. Februar 2022, Dortmund

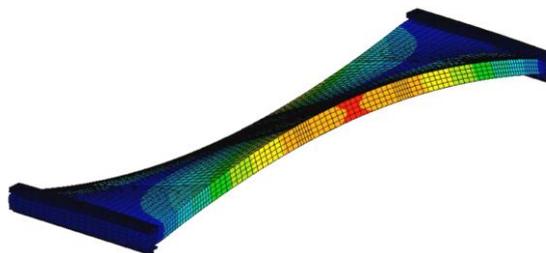
**Steineck, S. und Lange, J.:** “Influence of Temperature on Sandwich Panels with PU rigid Foam“, 8<sup>th</sup> International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, Cape Town, Südafrika, 5.-7. September 2022

**Steineck, S. und Lange, J.:** “Influence of Temperature on the Behavior of Sandwich Panels“, Eurosteel Conference 2023, 12.–14. September 2023, Amsterdam

### Exzentrisch beanspruchte Sandwichelemente

Eric Man Pradhan, M.Sc.

Die im Bauwesen eingesetzten Sandwichelemente bestehen aus zwei dünnen Deckblechen, die oftmals durch eine PU-Kernschicht miteinander verbunden sind. Eine neue Anwendung ist das Sandwichelement mit vorgehängten Fassaden- oder Photovoltaikmodulen. Hierbei werden diese Module außenseitig an ein Sandwichwandelement via Schienen befestigt, wodurch eine Torsionsbeanspruchung resultiert. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass für torsionsbeanspruchte Sandwichelemente der in den Standardwerken verwendete Ansatz basierend auf der St. Venant’schen Torsion nicht zutrifft, denn bei Experimenten wurde eine torsionsinduzierte näherungsweise lineare Normalspannungsverteilung über die Breite in beiden Deckschichten gemessen, die nach St. Venant per Definition ausgeschlossen ist. Numerische Untersuchungen mit ANSYS konnten die Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchungen sowohl für die Normalspannungsverteilung als auch der Bauteilverdrehung größtenteils bestätigen. Parameterstudien deuten allerdings daraufhin, dass die Wölbkrafttorsionstheorie nicht für sämtliche praxisrelevanten geometrischen Verhältnisse mit der numerischen Simulation übereinstimmt. In der FE-Berechnung wurden beispielsweise auch nichtlineare Spannungsverteilungen beobachtet. Im Bild ist der verformte Zustand eines tordierten Sandwichelements aus der FE-Simulation abgebildet.



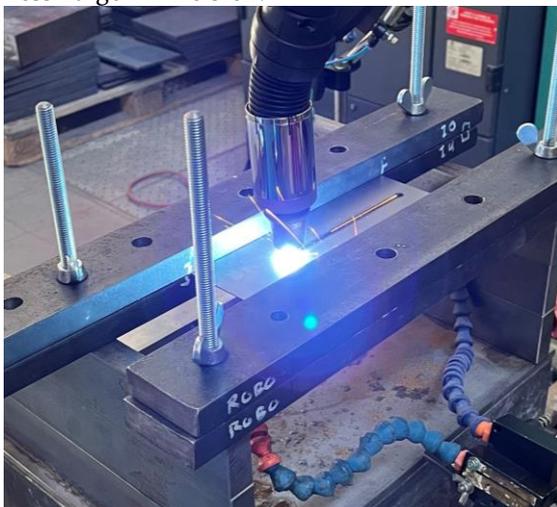
Exzentrisch beanspruchtes Sandwichelement in ANSYS

#### Veröffentlichung:

**Pradhan, E. M. und Lange, J.:** “Parametric studies on eccentrically loaded sandwich panels regarding geometric ratios“, XXVIII LSCE – Lightweight Structures in Civil Engineering, 1.–2. Dezember 2022, Posen, Polen

### Forschungsprojekt: FORMlight – Einsatz von WAAM für Freiformfassaden aus Feinblechen Philipp Grebner, M.Sc.

Freiformfassaden aus Stahl sind bislang nur mit einem hohen Materialverbrauch durch große Blechdicken und aufwändige Unterkonstruktionen realisierbar. Das wirft sowohl ökologische als auch ökonomische Fragen auf. Im Rahmen des Forschungsprojekts FORMlight sollen mittels WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing), ein Stahl 3D-Druck-Verfahren, die Rahmenbedingungen für die Fertigung von Freiformblechfassaden geschaffen werden. Dabei spielen vor allem die Auswahl geeigneter Schweißparameter sowie der Umgang mit der Verformung der 1 mm dünnen Feinbleche eine Rolle. Außerdem soll die Verformung durch 3D-Scanning erfasst und beurteilt werden. Dabei sind beispielsweise die üblichen Toleranzen im Fassadenbau als Vergleich besonders bedeutsam. Ziel des Projekts ist es, neben dem Informationsgewinn zur Fertigung, zwei Demonstratoren herzustellen. Zum einen soll ein hinterlüftetes Fassadenelement von ca. 1 x 2 m gefertigt werden. Zum anderen soll mit einem der ausgesteiften Freiformbleche ein gekrümmtes Sandwichelement hergestellt werden. Erste Versuche haben bereits Schweißparameter geliefert, welche sich aufgrund einer gering ausgeprägten Wärmeinflusszone als geeignet erweisen. Außerdem hat sich gezeigt, dass eine umlaufende Einspannung des Feinblechs aufgrund der großen Verformung nötig ist, um einen sauberen Schweißprozess zu gewährleisten.



Eingespannter Blechstreifen für Schweißparametertests.

### Forschungsprojekt: ReSaMon – Auswirkungen von Blasen auf das Tragverhalten von Sandwichelementen Annalena Kühn, M.Sc.

Sandwichelemente im Bauwesen bestehen aus zwei metallischen Deckschichten und einem Kern mit wärmedämmenden Eigenschaften. Sie stellen insbesondere im Industriebau eine wirtschaftliche Lösung zur Verkleidung von Wand- und Dachflächen dar. Durch lokale Fehlstellen im Deckblech-Kern-Verbund kann die Integrität der lastübertragenden Bauteile jedoch negativ beeinträchtigt werden. Die Fehlstellen (z.B. Lunker) können bereits bei der Produktion entstehen und sind auf der Außenseite der fertigen Elemente nicht erkennbar. Diese können im montierten Zustand und bei hohen Temperaturen auf der Elementaußenseite zu Schädigungen der Bauteile in Form von Blasenbildung führen. Im Rahmen des Forschungsprojekts ReSaMon wird der Einfluss von lokalen Fehlstellen auf die Tragfähigkeit von Sandwichelementen untersucht. Erste experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass diese einen signifikanten Einfluss haben können. In weiteren experimentellen und numerischen Parameterstudien sollen die Größe und Position der eingebrachten Blasen variiert werden. Ziel ist es, die Auswirkungen der Blasen auf die Tragfähigkeit bzw. das Tragverhalten zu bewerten und im Hinblick auf die Fertigung und Bemessung zu beurteilen.



Biegeversuch eines Sandwichelements mit Blase

#### Veröffentlichung:

Kühn, A., Haugwitz, C., Hinrichs, J., Kupnik, M. und Lange, J.: "Investigating the influence of thermal stresses on blistering effects in sandwich panels", Eurosteel Conference 2023, 12.–14. September 2023, Amsterdam

### Entwurf von WAAM-Stahlknoten zur Verwendung im Stahlhochbau

Maren Erven, M.Sc.

Das WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) eignet sich durch seine vergleichsweise hohe Auftragsrate zum 3D-Druck von Stahlbauteilen. Hierdurch lassen sich Formen herstellen, die mit konventionellen Fertigungsmethoden nicht oder nur sehr aufwendig herstellbar wären. Durch Optimierung der Struktur hinsichtlich des Kraftflusses lässt sich deutlich Material sparen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird ein Entwurfsprozess für Verbindungsknoten von mehreren Stahlträgern ermittelt, der es ermöglicht, druckbare und materialsparende Bauteile zu entwerfen und diese hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit nachzuweisen.



Versuch zur Tragfähigkeitsbestimmung eines WAAM-Knotens

In Materialuntersuchungen gedruckter Bauteile zeigen sich dem Walzstahl vergleichbare Eigenschaften. Die Höhe der Festigkeiten ist dabei abhängig von der jeweiligen Fertigungsstrategie und der Fertigungsrichtung. Unter Berücksichtigung dieser Effekte kann ein Simulationsmodell des Bauteils erstellt und dessen Tragfähigkeit prognostiziert werden. Dieses Vorgehen wurde in einem Bauteilversuch verifiziert

#### Veröffentlichung:

**Erven, M. und Lange, J.:** "Design of WAAM-Steel Nodes for reliable construction", In: W.AMCA 2022, Guimarães, Portugal

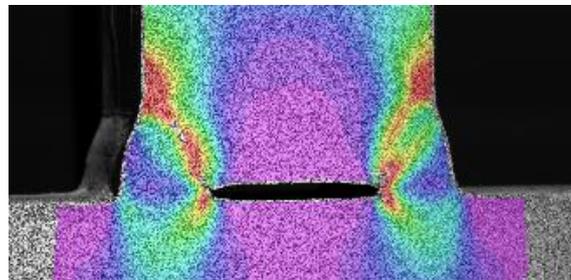
**Erven, M. und Lange, J.:** „Material Efficient 3D Printed Steel Construction Details“, In: IABSE Congress New Delhi 2023 – Engineering for Sustainable Development

### Plastische Schweißnahtbemessung in der Finite-Element-Analyse

Dipl.-Ing. Ina Kuntsche

Die Konstruktion und Bemessung komplexer Stahlbau-Anschlusskonstruktionen mit Hilfe der Finite-Element-Analyse sind in der heutigen Zeit gängige Praxis. Die Geometrie- und Materialmodellierung sowie die Auswertung der numerischen Ergebnisse erfolgt dabei sehr individuell, da hierzu bisher keine normativen Regeln existieren. Selbst im Entwurf zur EN 1993-1-14, welche die wichtigsten Anforderungen an die Finite-Element-Modellierung im Stahlbau festlegen soll, bleibt die Fragestellung nach der Schweißnahtmodellierung weitestgehend offen.

In der aktuellen Forschung existieren für wissenschaftlichen Zwecke viele hoch komplexe Schweißnaht-FE-Modelle. Sie sind auf Grund ihrer Komplexität und der damit verbundenen hohen Rechenzeit und dem erforderlichen Know-How jedoch nicht praxistauglich.



Dehnungsmessung an einer Schweißnahtprobe

Dieses Forschungsvorhaben hat das Ziel, mit Hilfe von experimentellen und numerischen Untersuchungen das spezifische Materialverhalten von Schweißnähten zu erforschen und damit ein wirtschaftliches Bemessungskonzept für Schweißnähte in der Finite-Element-Analyse zu erarbeiten. Aus den Ergebnissen sollen einfache Regelungen zur Modellierung der Nahtgeometrie und des Materialverhaltens im Schweißnahtbereich abgeleitet werden. Zudem soll ein Nachweisverfahren entwickelt werden, welches den Finite-Element-Ergebnissen realistische Spannungs- und Dehnungsbegrenzungen gegenüberstellt. Durch die genauere Schweißnahtbemessung mit einer Finite-Element-Analyse könnten Schweißnahtdicken deutlich reduziert und die Fertigungskosten erheblich gesenkt werden.

### Additive Fertigung von Stützen für strukturelle und architektonische Anwendungen

Benedikt Waldschmitt, M.Sc.

Mit dem Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) bieten sich ein Verfahren, das neben der Herstellung individueller Strukturen in offenen Bauräumen eine deutlich höhere Auftragsrate als konventionelle additive Fertigungsverfahren ermöglicht. Im Rahmen der Forschung soll ein automatisiertes Verfahren zur Fertigung komplexer additiv gefertigter Stützenstrukturen und -elemente entwickelt werden.



(WAAM-gefertigte Stützelemente mit unterschiedlichen Querschnitten)

Neben der Entwicklung der Stützenstrukturen liegt der Fokus auf der Prozessentwicklung und -optimierung. Zu diesem Zweck wurde ein design-to-manufacturing workflow, analysiert und der Fertigungsprozess im Hinblick auf seine techn. Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht. In Teilschritten werden Materialeigenschaften und Bauteiltragfähigkeiten in Abhängigkeit vom Fertigungsansatz untersucht.

#### Veröffentlichung:

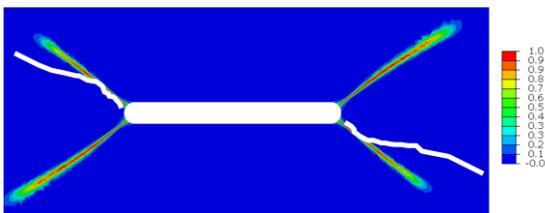
Waldschmitt, B. and Lange, J.: (2023), Robot supported Wire Arc Additive Manufacturing of Steel Columns. *ce/papers*, 6: 696-701. <https://doi.org/10.1002/cepa.2473>

### Phasenfeldmodellierung von duktilen Materialien im Rahmen nicht-konventioneller Thermodynamik und Kontinuumsschädigungsmechanik

Aris Tsakmakis, Dr.-Ing.

Phasenfeldmodelle in der Bruchmechanik wurden zuerst für spröde Materialien eingeführt, um die scharfe Risstopologie von Rissen zu regularisieren. Die Grundidee der Methode besteht darin, einen zusätzlichen Term im allgemeinen Funktional zur Beschreibung des Zustandes von materiellen Körpern einzuführen.

Dieser Term enthält eine neue Variable, das sog. Phasenfeld, und ermöglicht die Erfassung der Oberflächenenergie des Risses. Die maßgebenden Gleichungen werden durch Minimierung des Energiefunktional erhalten. Es muss jedoch angemerkt werden, dass eine Erweiterung des Modells für duktile Materialien unter zyklischer Belastung nicht ohne weitere Annahmen möglich ist. Daher wurde eine neue Phasenfeldtheorie für die Rissausbreitung in duktilen Materialien entwickelt, die auf Ideen der Kontinuumsschädigungsmechanik beruht. Im Vergleich mit experimentell ermittelten Risspfaden wird deutlich, dass das Modell in der Lage ist, diese zutreffend zu prognostizieren. In der Abbildung sind exemplarisch experimentelle und numerische Ergebnisse für den Fall von zyklischer, nicht-proportionaler axialer und torsionaler Belastung verglichen.



Vergleich zwischen experimentell ermittelten (weiß) und numerisch berechneten Risspfaden (Kontur-Plot)

#### Veröffentlichungen:

**Tsakmakis, A. und Vormwald, M.:** "Phase field modelling of ductile fracture in the frameworks of non-conventional thermodynamics and continuum damage mechanics." *International Journal of Solids and Structures* 262 (2023): 112049

### Lebensdauerbewertung von geschweißten Verbindungselementen unter Montagevorspannung

Patrick Yadegari, Dr.-Ing.

In der Automobilbranche werden zunehmend geschweißte Verbindungselemente für strukturell relevante Komponenten der Karosserie und zur Anbindung von Aggregaten und Fahrwerkskomponenten eingesetzt sowie im Zuge dessen auch hochfeste Werkstoffe zur Ausnutzung weiterer Leichtbaupotentiale genutzt. Die Auslegung und Betriebsfestigkeitsbewertung dieser geschweißten Verbindungselemente ist für den industriellen Anwender jedoch erschwert, da gängige Richtlinien zum rechnerischen Ermüdungsfestigkeitsnachweis für derartige Verbindungen nicht anwendbar sind und die aufgebrachte Montagevorspannung nicht berücksichtigt werden kann. Daher ist heutzutage weiterhin die experimentelle Schwingfestigkeitsprüfung das maßgebliche Bemessungskriterium für die Auslegung dieser Bauteile.

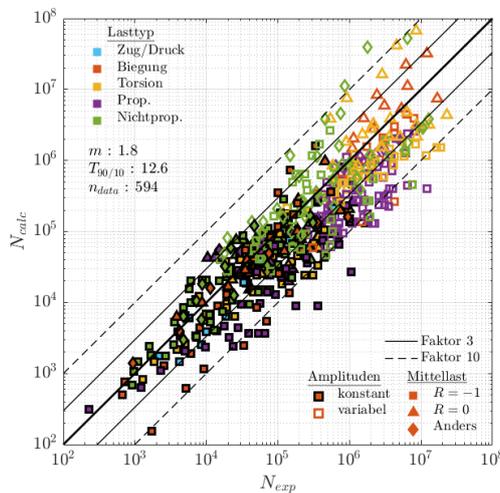
Im Rahmen des AiF-geförderten FAT-Forschungsvorhabens 20818 N wurden daher die Schwingfestigkeit von geschweißten Verbindungselementen untersucht und Methoden zur Lebensdauerbewertung auf Basis des Kerbspannungs- und Strukturspannungskonzept entwickelt. Experimentelle Untersuchungen mit Schweißmutter- und -bolzenverbindungen dienten als Datenbasis für die Validierung der numerischen Verfahren, wobei unter anderem der Einfluss von Blechfestigkeit und -dicke, Art der Verschweißung, Lastexzentrizität, -verteilung und -verhältnis sowie der Montagevorspannung auf die Ermüdungsfestigkeit bei konstanten und variablen Amplituden sowie einmaligen Überlasten untersucht wurde.

Wie gezeigt werden konnte, ermöglichen die entwickelten Bewertungsverfahren eine treffsichere Abschätzung der Schwingfestigkeit von geschweißten Verbindungselementen. Die Streuungen der ermittelten Referenzwöhlerlinien liegen hierbei nur geringfügig über dem für Schweißverbindungen typischen Bereich. Für die industriellen Anwender soll somit ein linear-elastisches Bemessungskonzept zur Verfügung gestellt werden, mit dem schnell und zuverlässig entsprechende Verbindungen in der Produktentwicklungsphase hinsichtlich der Schwingfestigkeit bewertet werden können. Geplant ist eine Anbindung an die bestehenden Nachweiskonzepte, um einerseits eine allgemeine Akzeptanz zu gewährleisten und andererseits die Übernahme in vorhandene Regelwerke zu ermöglichen.

**Anwendungsgerechte Lebensdauerabschätzung für mehrachsig beanspruchte Bauteile auf Basis des Örtlichen Konzepts**  
Jan Kraft, M.Sc.

Die Berechnung der Lebensdauer von Bauteilen unter schwingender Beanspruchung ist eine zentrale Aufgabe für Ingenieure. In einem abgeschlossenen Projekt wurde ein Algorithmus entwickelt, der die Lebensdauer von Bauteilen unter zyklischer Belastung bestimmen kann. Besonders berücksichtigt werden Fälle, die zu mehrachsigen Beanspruchungszuständen führen. Hierbei können am Bauteil mehrere Lasten angreifen, die sowohl in Phase als auch phasenverschoben zueinander schwingen.

Mittels der äußeren Lasten und der Bauteilgeometrie werden die elastisch-plastischen Spannungen und Dehnungen am kritischen Ort simuliert. Anschließend wird basierend auf dieser örtlichen Beanspruchung die Schädigung in verschiedenen Schnittebenen berechnet. Die maßgebliche Ebene für das Bauteilversagen ist diejenige, die die kürzeste berechnete Lebensdauer aufweist.



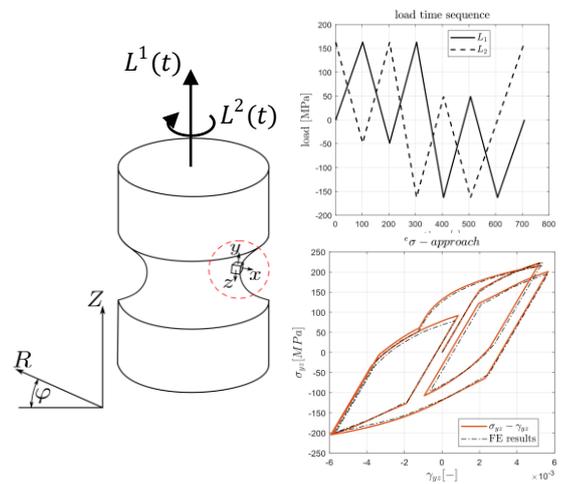
Berechnete Lebensdauer ( $N_{calc}$ ) über experimenteller Lebensdauer ( $N_{exp}$ )

Der entwickelte Berechnungsalgorithmus wurde mithilfe eigener Versuchsdurchführungen an abgesetzten Wellen sowie durch den Vergleich mit experimentellen Daten aus der Literatur validiert. Die Ergebnisse dieser Validierung sind in der obigen Abbildung für verschiedene Prüfungen unter Biege-, Torsions-, Zug-Druck- und kombinierten Belastungen dargestellt.

**Echtzeitlebensdauerbewertung von Schweißverbindungen unter variabler, thermo zyklischer Beanspruchung auf Basis von Echtzeitdaten**  
Jan Hamacher M.Sc.

Schweißverbindungen in Komponenten der Kraftwerkstechnik unterliegen zunehmend einer thermomechanischen Ermüdungsbeanspruchung, da die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien eine Anpassung des herkömmlichen Kraftwerksparks erfordert. Die häufig auftretenden, stochastischen An- und Abfahrvorgänge stellen eine unvorhersehbare nicht proportionale (mehrachsige) thermomechanische Betriebsbelastung dar und sind für Anlagenkomponenten wie Rohre, Sammler etc. und insbesondere deren Schweißbindungen stark beanspruchend.

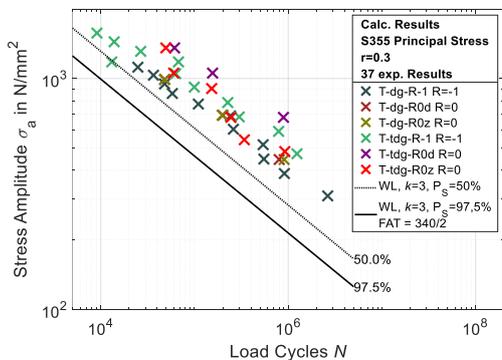
Das Hauptziel dieses Projekts besteht darin, innovative Konzepte für die Echtzeitbewertung der Lebensdauer von Schweißverbindungen unter variabler thermomechanischer Belastung auf Grundlage von Betriebsdaten zu entwickeln. Dazu wird ein Algorithmus entwickelt, der mithilfe von Näherungslösungen die zyklischen Spannungs-Dehnungs-Verläufe in Schweißverbindungen ermittelt.



Vergleich von Spannungs-Dehnungs-Pfaden für ein nicht-proportional belastetes gekerbtes Bauteil. FE-Ergebnisse in schwarz – Ergebnisse mittels Näherungslösungen in rot.

**Entwicklung einer Software für den Festigkeitsnachweis von Schweißnähten (Distr@I)**  
 Carl Fällgren, M.Sc., Dr.-Ing. Heinz Thomas Beier

Die für die Absicherung von Schweißnähten benötigten Konzepte erfordern häufig einen nicht trivialen numerischen Aufwand. Die dazu verfügbaren vollautomatisierten Softwareprodukte beinhalteten bis jetzt noch keine vollautomatisierten, richtlinienkonformen Schweißnahtnachweise. Ziel des Projekts war die Entwicklung einer Software für die genannten Kriterien. Während die Softwareentwicklung der ihf Ingenieurgesellschaft mbH oblag, übernahm das FG Werkstoffmechanik eine beratende Rolle. Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses am Fachgebiet stand die experimentelle Ermittlung von Wöhlerlinien für hochgradig praxisrelevante Stecklaschenverbindungen. Da für diese allerdings keine Bewertungskonzepte in Richtlinien vorhanden sind, wurden die gewonnenen Versuchsdaten hinsichtlich ihrer Bewertbarkeit mit den in Regelwerken verfügbaren Konzepten untersucht. Es wurden mehrere Versuchsreihen an teil- sowie vlldurchgesteckten, anschließend verschweißten, Blechen im Labor des Fachgebiets bis zum Versagen getestet. Probekörper aus den Werkstoffen Stahl (S355) und Aluminium (AlMg3,5Mn) kamen dabei zum Einsatz. Zum Projektabschluss konnte gezeigt werden, dass sich die Stecklaschenverbindungen mit verfügbaren Konzepten bewerten lassen. Die Software von ihf konnte bereits für Interessenten zugänglich gemacht werden.

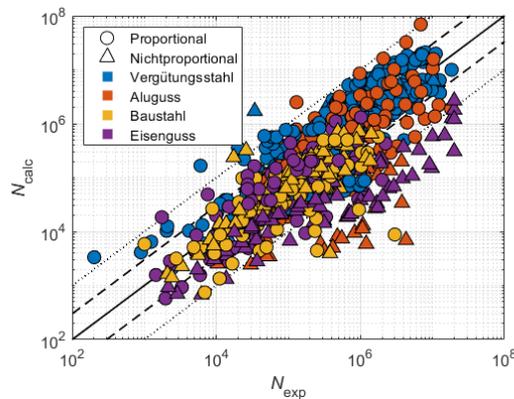


Nach dem Kerbspannungskonzept bewertete Lebensdauern der voll- (T-dg) und teildurchgesteckten (T-tdg) Schweißverbindungen aus S355. Alle Ergebnisse liegen auf der sicheren Seite

**Erweiterung des Ermüdungsfestigkeitsnachweises der FKM-Richtlinie Rechnerischer Festigkeitsnachweis zur Anwendung auf mehrkanalig nichtproportionale Lasten (FKM Mehrkanalig)**

Carl Fällgren, M.Sc.

Im Jahr 2023 wurde das Forschungsvorhaben FKM Mehrkanalig (iGF-Nr. IGF Nr. 21306 N) beendet. Ziel war es, den Ermüdungsfestigkeitsnachweis der FKM-Richtlinie „Rechnerischer Festigkeitsnachweis“ anzupassen. Insbesondere für nichtproportionale Beanspruchungen sollten die Berechnungsvorschriften überarbeitet werden. Um dies umzusetzen, wurden im Rahmen des Projekts zwei Ansätze verfolgt: Das IMAB der TU Clausthal untersuchte einen neuen Ansatz basierend auf der skalierten Normalspannung nach Gaier und Dannenbauer, das IFSW einen Ansatz basierend auf der Bewertung von Schubspannungen in Kombination mit dem Schädigungsparameter nach Findley. Durch die Verwendung der Methode der kritischen Schnittebenen konnte für beide Ansätze ein weiteres Ziel des Projekts, die Herstellung von Koordinateninvarianz, erfüllt werden. Anhand von umfangreichen Vergleichsrechnungen mit Versuchsdatenbanken konnten sehr zufriedenstellende Ansätze ausgearbeitet werden. Die beiden verfolgten Ansätze sind in der Lage, im Vergleich zur aktuellen Version der FKM-Richtlinie, weniger konservative Berechnungsergebnisse zu liefern. Das Ziel des Projekts wurde erfüllt.



N-N-Diagramm der Datenbank nichtproportional mit dem Schädigungsparameter nach Findley, ohne Sicherheitsfaktoren

### Increasing the fatigue resistance of additively manufactured high-pressure components

Fatemeh Alizadeh, Dr.-Ing.

In 2022, the additively manufactured autofretaged multi-channel research project (FVV: energy conversion systems, former combustion engines) was started. Two research institute cooperate to conduct this project: Materials Mechanics Group (IFSW) TU Darmstadt and Materials Research and Testing Institute at the Bauhaus University in Weimar (MFPA).

The overall objective of the research project is to investigate the applicability of ultrahigh-strength hot-work tool steel X50CrMoV5-3-1 manufactured with additive manufacturing process for high-pressure systems. In order to implement this goal, the potential of additive manufacturing processes for the manufacturing of high-pressure components should be investigated, the basics for autofrettage and fatigue strength of additively manufactured multi-channel components under internal pulsating pressure needs to be developed and the influence of local material anisotropy and local damage behavior based on micro samples (component areas close to the notch) should be studied.

To ensure reliable results, the preliminary experimental tests on specimens made of ultrahigh-strength steel X50CrMoV5-3-1 has been conducted. The obtained data help to understand how the material responds to initial loading and cyclic loading. Then finite element analysis has been used to simulate the autofrettage process and subsequent cyclic loading. From the simulations, the potential points where cracks could initiate can be identified. Afterward fracture mechanics uses the simulated residual stress distribution to investigate the crack propagation behaviour to identify possible crack arrest. Calculated results should be compared to experimental test data from component-like specimens.

### Unsere Lehrveranstaltungen im Bachelorstudium:

**Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten:** Aufbau und Struktur, Das 7-Schritte-System, richtig Zitieren, Einführung in LaTeX und Word, Einführung in Graphik-Programme.

**Einführung in kommerzielle FE-Software:** ANSYS und ABAQUS richtig anwenden, anhand von Beispielen aus der Technischen Mechanik und der Statik.

#### Stahlbau I - Grundlagen:

Elastische und plastische Bemessung von Biegeträgern, Schrauben, Schweißen, gelenkige Verbindungen, Knicken gerader Stäbe.

#### Stahlbau II - Hochbau:

Knicken von Stabwerken, Bemessung nach Theorie II. Ordnung, biegesteife Rahmenecke, Stützenfußpunkte, Schub und Torsion.

#### Werkstoffe im Bauwesen:

Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der Metalle, nichtlineare Verformungen, Mehrachsigkeitshypothesen, Schwingfestigkeit

#### Werkstoffmechanik:

Anisotropie, Rheologie, Viskosität, Plastizität

### Unsere Lehrveranstaltungen im Masterstudium:

**Experimentelle Methoden der Mechanik:** Zugversuche, Digital Image Correlation, Rissfortschritt mit Horizontalpulser, Dehnungsmessstreifen, Incremental Step Test

#### Steel Construction III – Detailing and Design of Steel Structures (auf Englisch):

Konstruktionselemente des Stahlhoch- und Brückenbaus, Nachweisverfahren und Entwurfsmethoden, Verbundbau, Werkstoffwahl, Betriebsfestigkeit, Brandschutz, Trapezprofile und Sandwichelemente

#### Steel Construction IV – Ultimate Load Design (auf Englisch):

Fließgelenktheorie I. und II. Ordnung, Verzweigungslast.

**Steel Construction IV – Torsion and Lateral Torsional Buckling (auf Englisch):** St. Venant'sche Torsion, Wölbkrafttorsion, Differentialgleichungen des Biegedrillknickens, normgerechte Anwendung.

### Unsere Lehrveranstaltungen im Vertiefungsstudium des Masterstudiums:

#### Stahlbrückenbau:

Stahl- und Verbundbrücken für Straße und Eisenbahn, Einwirkungen, Nachweise nach EC, Herstell- und Montageverfahren (Lehrbeauftragte: Dr.-Ing. D. Reitz, Dr.-Ing. W. Rack).

#### Plattenbeulen:

Ableitung der DGL des Plattenbeulens, Lösung der DGL für spezielle Beulfälle, Lösungen nach EC 3 (Prof. Dr.-Ing. R. Steinmann).

**Ausgewählte Kapitel aus dem Verbund- und Leichtbau:** Stahl-Beton-Verbund, Sandwichelemente, Trapezprofile, Stahlleichtbau, Verbindungsmittel, Versuchstechnik.

#### Knoten und Anschlüsse im Stahlbau:

Verbindungen, Grundelemente und Kraftfluss in Knotenpunkten, Toleranzen, Details im Brückenbau, Rohrknötchenpunkte (Prof. Dr.-Ing. R. Steinmann)

**Korrosions- und Brandschutz:** Chemie der Korrosion, Beschichtungen + Verzinkung, Brandlasten, Wärmedämmung, Werkstoffe unter hohen Temperaturen, Verbundbauteile, globales Sicherheitskonzept

#### Baulicher Brandschutz:

Brand- und Gefahrenschutz im Hoch- und Tiefbau, Grundlagen des baulichen Brandschutzes (Musterbauordnung, Hessische Bauordnung), Rettungswege in Gebäuden, Bauprodukte, Baustoffe (Lehrbeauftragter: Prof. Dipl.-Ing. R. Ries).

#### Betriebsfestigkeit:

Lastanalyse und Zählverfahren, Nachweiskonzepte, Werkstoffverhalten

#### Holzbau:

Bemessung und Konstruktion von Holzbauten (Teil I: Lehrbeauftragter Dr.-Ing. P. Rädels, Teil II: Lehrbeauftragter Dr.-Ing. J. Stahl)

**Bruchmechanik:** Spannungsintensitätsfaktoren, Bruchkriterien, Energiefreisetzungsraten, Schwingrissfortschritt

**Schweißsimulation:** Multiphysik des Schweißens, instationäre Temperaturfelder, idealisierte Schweißwärmequellen, Wärmewirkung auf das Gefüge, Eigenspannungen und Verzug

### Abgeschlossene Masterarbeiten 2023

Im Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik werden jedes Jahr zahlreiche Bachelor- und Masterarbeiten betreut.

Da vor allem die Masterarbeiten dabei eine wichtige Rolle im Leben der Studierenden spielen, sind sie doch der letzte Schritt vor dem Eintritt ins Berufsleben, erfolgt hier eine Auflistung der erfolgreichen Abschlussarbeiten des Jahres 2023.

#### Vanessa Vogt

Entwicklung eines Bemessungsmodells für DHY-Schweißnähte unter Berücksichtigung des spezifischen Materialverhaltens

#### Farha Uddin

Experimentelle Untersuchungen von Sandwich-elementen mit Holzfaserkern

#### G. P.

Entwicklung einer (teil-)automatisierten Datenerfassung und -verarbeitung für das Wire Arc Additive Manufacturing.

#### Andreas Hackenspiel

Untersuchungen zum Balken- und Flächentragverhalten von Sandwichelementen

#### J. S.

Entwicklung eines numerischen und experimentellen Modells zur Analyse des Tragverhaltens von Kehlnahtverbindungen unter Längsschub

#### Luca Flöck

Untersuchungen der Versagensfälle Schubbruch im Kern und Knittern der Deckschicht in Sandwichelementen mit PU-Hartschaumkern

#### Timon Lauck

Experimentelle Parameterstudien zum Tragverhalten exzentrisch beanspruchter Sandwichelemente

#### M. H.

Additive Fertigung von optimierten Zugverbindungen

#### Timon Will

Experimentelle Untersuchungen von Sandwich-elementen mit lamellenartig angeordnetem Holzfaserkern

#### Christopher Schwendemann

Untersuchungen zum Torsionsverhalten verschiedener Querschnittstypen

#### Lara Walkenbach

FE-Parameter Studie zum überkritischen Tragverhalten ausgesteifter Platten

#### Richard Schneider

Herstellung von Gitterstützen mittels Wire Arc Additive Manufacturing

#### Lara Ollendorff

Numerische Untersuchungen zum Einfluss von Fehlstellen auf das Tragverhalten von Sandwichelementen

#### Johanna Pfeil

Untersuchungen zum Tragverhalten von Durchbrüchen in Vollwandträgern aus BauBuche GL75

#### Alwin Gibb

Entwicklung eines Algorithmus zur Beschreibung duktilen Risswachstums in dünnwandigen Rohren mit Hilfe eines Phasenfeldmodells

#### Ilias Chatziioannidis

Entwicklung und Bewertung eines Auslegungskonzepts für die Betriebsfestigkeit von rand-schichtgehärteten Ritzeln auf Basis des AiF/FKM Forschungsvorhabens „Rauheit und Randschicht“

### Das Forschungslabor des Fachgebiets Stahlbau

Das Forschungs- und Prüflabor des Fachgebiets Stahlbau dient in erster Linie der experimentellen Forschung und Lehre. Außerdem ist unser von der DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle) akkreditiertes Prüflabor wichtiger Partner verschiedener Unternehmen aus der Sandwichindustrie. Die Akkreditierung wurde dieses Jahr im Rahmen einer ausführlichen Wiederholungsbegutachtung durch die DAkkS erfolgreich verlängert. Die Versuchshalle ist mit einem Spannboden (25 x 10 m) ausgestattet, der es ermöglicht, Versuchskörper mit Lasten von bis zu 3.000 kN zu beanspruchen.



Mit hydraulischen Prüfmaschinen können Lasten bis zu 5.000 kN aufgebracht werden. Unter anderem werden bei uns folgende Themen experimentell untersucht:

- Sandwichelemente mit unterschiedlichen Kernmaterialien
- Seile aus Stahl und Kunststoff
- Leichtbauprofile aus Aluminium und Stahl
- Zyklische Beanspruchung von Verbindungsmitteln
- Geschraubte, geschweißte und geklemmte Verbindungen

Neben den hydraulischen Prüfmaschinen und Prüfständen steht uns eine große Klimakammer (Temperaturbereich -30 °C bis +80 °C) sowie ein Klimaschrank für die Klimatisierung (und in der Klimakammer auch für die Belastung) verschiedener Probekörper zur Verfügung.

Im vergangenen Jahr wurden für unsere Industriepartner zahlreiche mechanische Prüfungen an Sandwichelementen durchgeführt, meistens mit dem Ziel einer neuen Zulassung oder einer Zulassungsergänzung. Zudem fanden verschiedene experimentelle Untersuchungen im Rahmen von Forschungsprojekten und für Studienarbeiten statt. Neben mehreren Projekten im Bereich der Sandwichtechnik wurden u.a. auch Prüfungen an neuartigen Holzverbindungen realisiert oder die Tragfähigkeiten von verschiedenen Schweißnahtvarianten ermittelt.

An der Durchführung der Versuchsreihen sind regelmäßig Studierende beteiligt, die im Rahmen ihrer Studienarbeiten oder als studentische Hilfskräfte erste wissenschaftliche Erfahrungen sammeln. Ein Beispiel ist im unteren Bild dargestellt. Hier wurde ein geschweißter Kreuzstoß bis zum Bruch gezogen.



Ansprechpartnerin:

Dr.-Ing. habil. Felicitas Rädels  
 Franziska-Braun-Straße 3  
 64287 Darmstadt  
 Fon: +49 6151 16 22403  
 Fax: +49 6151 16 22404  
 E-Mail: raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de

Seit 2017 ist das Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik der TU Darmstadt als Prüflaboratorium von der deutschen Akkreditierungsstelle (DAkKS) akkreditiert. Uns wird damit bescheinigt, die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025 zu besitzen, mechanisch-technologische Prüfungen an selbsttragenden Sandwichelementen durchzuführen. 2022 konnten wir unsere Akkreditierung durch eine Wiederholungsbeurteilung der DAkKS erfolgreich verlängern.



Wir freuen uns, dass wir unsere Kunden und Geschäftspartner in diesem Bereich auch in Zukunft mit fachlicher Kompetenz und viel Engagement unterstützen können.



Leiterin des Prüflabors:

Dr.-Ing. habil. Felicitas Rädels  
 Franziska-Braun-Straße 3  
 64287 Darmstadt  
 Fon: +49 6151 16 22403  
 Fax: +49 6151 16 22404  
 E-Mail: [raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de](mailto:raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de)

### ÜZ-Stelle

Neben unserer Akkreditierung als Prüflabor sind wir vom DIBt im Bereich Sandwichelemente und Verbindungselemente auch als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung anerkannt (Kennziffer HES06). Da die Zulassungen im Bereich der Sandwichtech-

nik aktuell alle noch national ausgestellt werden, stellt die ÜZ-Stelle hier eine wichtige Säule dar. Beim Leitungspersonal der ÜZ-Stelle fand im Frühjahr 2022 ein Generationenwechsel statt. Beim DIBt wurde erfolgreich der Antrag gestellt, dass Frau Dr.-Ing. habil. Felicitas Rädels die Leitung der ÜZ-Stelle von Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange übernimmt. So konnte die Kontinuität für die kommenden Jahre gesichert werden.

### Zertifizierungsstelle

Unabhängig von der Anerkennung als ÜZ-Stelle sind wir von der DAkKS als Zertifizierungsstelle nach DIN EN ISO/IEC 17065 akkreditiert und vom DIBt notifiziert (Kennziffer 2873) und damit in der Lage, europäisch geregelte Bauprodukte zu zertifizieren und werkseigene Produktionskontrollen zu überwachen (nach Bauproduktenverordnung). Den Hauptbestandteil der Tätigkeiten stellt hier die Befestigungstechnik (z.B. Dübel in Beton, Mauerwerk oder Holz) dar. In den letzten 2 Jahren konnten wir hier namhafte Kunden hinzugewinnen, für die wir weltweit Inspektionen in den Herstellwerken durchführen.



Wir freuen uns auf weiterhin gute Zusammenarbeit mit unseren zahlreichen Geschäftspartnern. Die Akkreditierungsurkunde mit allen EADs, für die wir Überwachungen durchführen können, finden Sie auf unserer Homepage:

[www.stahlbau.tu-darmstadt.de/fachgebiet/zertifizierung/](http://www.stahlbau.tu-darmstadt.de/fachgebiet/zertifizierung/)

Ansprechpartnerin für ÜZ- und Zertifizierungsstelle:

Dr.-Ing. habil. Felicitas Rädels  
 Franziska-Braun-Straße 3  
 64287 Darmstadt  
 Fon: +49 6151 16 22403  
 Fax: +49 6151 16 22404  
 E-Mail: [raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de](mailto:raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de)

### Das Forschungslabor des Fachgebiets Werkstoffmechanik

Seit über 30 Jahren wird im Experimentallabor des Fachgebietes Werkstoffmechanik geforscht, geprüft, gelehrt und ausgebildet.

Die Forschung wird vor allem auf den Gebieten

- Zyklische Werkstoffdaten,
- Ermüdungsfestigkeit metallischer Werkstoffe und Bauteile,
- Schweißverbindungen, Bauteile und mechanische Verbindungsmittel unter ein- und mehrachsiger zyklischer und statischer Beanspruchung

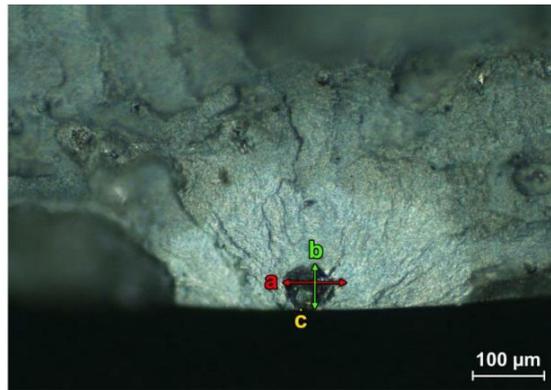
experimentell unterstützt.

Versuche werden beispielsweise an hochfesten Stählen, an Schweißnähten moderner, höherfester Baustähle, an Betonstählen, an Glas, an Werkstoffen und Bauteilen unter niedrigen Temperaturen (bis  $-140^{\circ}\text{C}$ ) und unter erhöhten Temperaturen (bis  $+200^{\circ}\text{C}$ ) durchgeführt. Derzeit stehen Versuche an ultrahochfesten Stählen mit Zugfestigkeiten über  $2000\text{ N/mm}^2$ , an additiv gefertigten Proben (3D-Druck) aus Aluminium und an gedruckten Proben aus Kunststoff im Vordergrund. Hinzu kommen komplizierte Versuche zum Verhalten von Stählen unter mehrachsiger Beanspruchung, sowohl hinsichtlich des Deformations- als auch des Schädigungsverhaltens.

Die Vorlesungen des Fachgebietes Werkstoffmechanik werden durch die Experimente unterstützt, wobei die graue Theorie mitunter plastisch sichtbar wird.

In der Werkstatt des Experimentallabors werden Proben und Versuchseinrichtungen gefertigt. Für die Versuche stehen 4 servohydraulische Prüfmaschinen (60, 60, 100, 630 kN) und ein mechanischer Horizontalpulser (200 kN) zur Verfügung. Zu unseren Besonderheiten zählen die servohydraulische Axial-Torsional-Prüfmaschine (250 kN / 4 kNm), ein 3-D-Bildkorrelationssystem zur Dehnungsfeldmessung, unser 3D-Scanner, mit dem z.B. Schweißnahtoberflächen mit einer Auflösung von  $30\text{ }\mu\text{m}$  aufgenommen werden können und eine Kühleinheit, mit

der Versuche zur Werkstofffestigkeit bei niedrigen Temperaturen durchgeführt werden können.



Versagensmaßgebende Pore einer 3D-gedruckten Probe aus AlSi10Mg, Detail Bruchfläche nach Ermüdungsversuch.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. H. Thomas Beier  
Franziska-Braun-Straße 3  
64287 Darmstadt  
Fon: +49 6151 16 23081  
Fax: +49 6151 16 23083  
E-Mail: [beier@wm.tu-darmstadt.de](mailto:beier@wm.tu-darmstadt.de)

### Kleinwalsertal 2023

Im Juli war es wieder so weit, unser jährlicher Besuch im Kleinwalsertal stand an. Motiviert sind wir am Donnerstagmorgen gestartet. Der erste Halt war der Stahlbaubetrieb Nägele in Eislingen. Hier haben wir zunächst einen guten Einblick in die Firmengeschichte erhalten. Anschließend gab es eine sehr interessante Führung durch die Fertigungsstraßen des Unternehmens.

Pünktlich zum Abendessen kamen wir dann im Darmstädter Haus an. Neben den zahlreichen Vorträgen zur Forschung, gab es dieses Jahr auch einen spannenden Einblick in den Bau des Aussichtsturms auf der Tromm, den unser diesjähriger Gast Herr Nicolay von Donges Steeltec präsentierte. Am Freitag wurde unser Mittagessen auf der Müllers Alp serviert, welches wir uns mit einem kurzen Spaziergang durch die Breitachklamm hinauf verdienten.

Am Samstag ging es dann bei bestem Wetter hoch hinaus auf den Gottesacker. Bei den insgesamt 1200 hm kam auch wirklich jeder ins Schwitzen, doch die Ausblicke und der anschließende Eiskaffee entschädigten für die Strapazen. Nach dieser anspruchsvollen Wanderung erholten wir uns bei weiteren Forschungsvorträgen, bevor wir den Abend bei Tischtennis, Volleyball und dem ein oder anderen Getränk haben ausklingen lassen.

Am Sonntag ging es dann gemütlich nach dem Frühstück wieder Richtung Heimat.



### Exkursion zur Schiersteiner Rhein-Brücke zwischen Mainz und Wiesbaden

12. Juli 2023

Am 12.7.2023 führte eine Exkursion mit Studierenden im Master-Bereich und einigen Mitarbeitenden des Fachgebiets Stahlbau zur inzwischen fast fertig gestellten neuen Schiersteiner Brücke, die die beiden Landeshauptstädte Mainz und Wiesbaden über die Autobahn A643 verbindet. Wir wurden in den Baucontainern von der Unternehmensleitung und mehreren Mitarbeitenden der Weihermüller & Vogel GmbH begrüßt, welche am Projekt Schiersteiner Brücke seit vielen Jahren in verschiedenen Funktionen beteiligt ist.

Nach einer kurzen Einführung zum Ingenieurbüro Weihermüller und Vogel durch Herrn Holger Kunz stellte uns Johannes Springer das Projekt Schiersteiner Brücke in einem spannenden und vielseitigen Vortrag vor. Dabei wurde auf die gesamte Entwicklung von den Problemen des alten Brückenquerschnitts über den Entwurf und Bau der neuen Brücke bis hin zu Herausforderungen beim Rückbau der alten Konstruktion eingegangen.

Anschließend erwartete uns das eigentliche Highlight der Exkursion: Die Begehung der Stahl-Hohlkästen. Im inneren der Brückenkonstruktion konnten wir den Hauptarm des Rheins überqueren. Prof. Ralf Steinmann erklärte dabei diverse spannende Stahlbaudetails.



Wir bedanken uns herzlich beim Büro Weihermüller und Vogel und allen Beteiligten, die uns diesen lehrreichen Ausflug ermöglicht haben.

### SV3sathlon 10. September 2023

Am 10.9.2023 fand die 40. Auflage des ältesten noch stattfindenden Triathlons Hessens in Mühlthal-Traisa statt. Erstmals waren wir vom Fachgebiet Stahlbau dabei – und das direkt mit 3 Staffeln, die jeweils die Distanzen von 550 m Schwimmen, 20 km Radfahren und 5 km Laufen bewältigen mussten.



Um 8:45 Uhr ging es für die Schwimmerinnen und Schwimmer bei noch etwas kühlen Temperaturen los. Die darauf folgenden Radfahrerinnen und Radfahrer waren an dem ungewöhnlich heißen Septembertag hingegen froh, dass sie bereits gegen 9 Uhr bei noch erträglichen Temperaturen auf den sehr anspruchsvollen - mit zahlreichen Anstiegen gespickten - Rundkurs zwischen Traisa, Roßdorf und Darmstadt starten konnten. Die Läuferinnen und Läufer sorgten zum Abschluss dafür, dass alle Teams erfolgreich das Ziel erreichten. Den stahlbauinternen Wettkampf konnten die „Stahlträger“, gefolgt von den „Stahlstützen“ und den „Stahlbauknoten“ für sich entscheiden. Viel wichtiger war aber, dass wir eine zwar für alle anstrengende, aber auch sehr schöne gemeinsame sportliche Veranstaltung hatten!

### Ausflug zur Müngstener Brücke und zum Kölner Dom

Der diesjährige Ausflug des Fachgebiets Stahlbau führte zu zwei bedeutenden, historischen Stahlbauten. Als erstes stand die 1897 eröffnete, höchste Eisenbahnbrücke Deutschlands auf dem Programm. Seit Abschluss der umfangreichen Sanierung der Brücke in den 2010er Jahren besteht die Möglichkeit, eine geführte Besteigung des Brückenbogens vorzunehmen. Rund 100 m über der Wupper wurde das fast komplette Stahlbau-Team nach dem Balancier-Gang über einen schmalen Balken, zum Glück waren alle mit Sicherheitsausrüstung angeiseilt, fotografiert.



Noch zwei Tage zuvor waren die Brückensteigtouren wegen starker Stürme abgesagt worden, wir hatten jedoch das Glück herrlichen Sommerwetters und konnten uns im Anschluss an die Tour in der Sonne für die Besteigung des Kölner Doms stärken.

Nach kurzer Autofahrt kamen wir in Köln an - und mussten zum Glück nicht die ganze Höhe erklettern. Ein Bauaufzug fuhr uns bis zur Traufe. Von dort aus ging es unter dem beeindruckenden Stahlgerippe des Dachstuhls bis auf den Vierungsturm, wo wir eine hervorragende Sicht über Köln und sein Umland genießen konnten.



#### 44. Odenwaldseminar vom 29. Mai bis 2. Juni 2023 in Kroatien, Insel Cres

Dieses Jahr lud der Verein der Freunde des Fachgebiets Werkstoffmechanik der Technischen Universität Darmstadt gemeinsam mit der Faculty of Engineering der University of Rijeka zum Odenwaldseminar nach Kroatien ein.

Auf dem internationalen Seminar nahmen zusätzlich zu den Vortragenden der beiden oben genannten Universitäten Gäste der TU Clausthal, Hochschule München, TH Mittelhessen, MFPA Weimar, Czech Technical University Prague, Aristotle University Thessaloniki sowie der University Ljubljana teil. Mit 21 Beiträgen aus den Fachbereichen der Mechanik, multiaxialen Beanspruchungen, Betriebsfestigkeit, Bruchmechanik, additiver Fertigung und weiterem bot das zusammengestellte Seminarprogramm von Prof. Michael Vormwald, Prof. Robert Basan und Prof. Tea Marohnić interessante Themen für alle Teilnehmer. Bei den ausgiebigen Diskussionen nach den einzelnen Vorträgen konnten die zusätzlichen Fragen der interessierten Zuhörerschaft meist vollumfänglich geklärt werden.



Neben den wissenschaftlichen Vorträgen gab es für die Teilnehmer die Möglichkeit an einer Exkursion über die Inseln Cres und Lošinj sowie dem Besuch im Museum des Apoxyomenos in Mali Lošinj teilzunehmen, um die kulturellen Werte sowie Naturschönheiten der kroatischen Inseln kennenzulernen. Außerdem wurde die interessante Geschichte des historischen Veranstaltungsortes Palači Moise durch einen kurzen Rundgang und Vortrag vorgestellt.

Das Feedback aller Teilnehmer fiel durchweg positiv aus, womit das diesjährige Odenwaldseminar als voller Erfolg gewertet werden kann und eine ausgezeichnete Möglichkeit bot, um bereits bestehende Verbindungen zu Partnerinstituten zu erweitern und neue Bekanntschaften zu schließen. Wir danken unseren kroatischen Kollegen herzlich für die Einladung nach Cres.

### Verabschiedung von Professor Dr.-Ing. Michael Vormwald

Zum Jahresende 2023 verabschiedete die Technische Universität Darmstadt Herrn Prof. Dr.-Ing Michael Vormwald in den Ruhestand. Prof. Vormwald leitete das Fachgebiet Werkstoffmechanik am Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik (IFSW) seit 2004 und festigte seine nationale und internationale Reputation auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik.

Prof. Vormwald ist bekannt für seine Forschung auf dem Gebiet der Ermüdungsfestigkeit metallischer Werkstoffe, insbesondere im Zusammenhang mit elastisch-plastischem Materialverhalten und örtlich mehrachsiger, nichtproportionaler (Betriebs-)Beanspruchung. Seine Arbeiten zum Örtlichen Konzept, bei dem das lokale, nichtlineare Werkstoffverhalten berücksichtigt wird, bilden die Grundlage für die "Richtlinie nichtlinear - Rechnerischer Festigkeitsnachweis unter expliziter Erfassung nichtlinearen Werkstoffverformungsverhaltens", die vom Forschungskuratorium Maschinenbau herausgegeben wird. Mit dieser Richtlinie wird international erstmalig ein entsprechendes, systematisch aufbereitetes, allgemeines Nachweisverfahren angeboten.

Prof. Vormwald hat während seiner Zeit an der TU Darmstadt vielen hundert Studierenden die Werkstoffmechanik nähergebracht und über 70 Nachwuchswissenschaftler konnten mit seiner Unterstützung promovieren. Sein hervorragendes internationales Renommee gründet sich auch auf seine zahlreichen Veröffentlichungen.

Vom Deutschen Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM) wurde Prof. Vormwald für seine herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik, Schwingfestigkeit und Bruchmechanik sowie deren Umsetzung im beruflichen Umfeld mit der August Wöhler Medaille ausgezeichnet. Ebenfalls vom DVM wurde ihm die Erich Siebel Gedenkmünze verliehen. Die Verleihung erfolgt an Persönlichkeiten der Wissenschaft und Technik, welche sich durch schöpferische Leitungen im Sinne des Lebenswerks von Erich Siebel ausgezeichnet haben.

Das IFSW wünscht Herrn Prof. Vormwald für den neuen Lebensabschnitt alles Gute und hofft gleichzeitig, dass seine wissenschaftlichen Kontakte nicht ermüden.

Prof. Dr.-Ing. Heinz Thomas Beier



Im Rahmen der Tagung des FKM Fachkreises Betriebsfestigkeit wurde Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald am 7. September 2023 im VDMA Haus in Frankfurt am Main offiziell in den Ruhestand verabschiedet

### Neue MitarbeiterInnen am Institut

**Jan Hamacher, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiterin

**Janina Markwart**  
Sekretariat Stahlbau

**Dr. Ing. Fatemeh Alizadeh**  
Fachgebiet Werkstoffmechanik

### Promotionen am Institut

**Dr.-Ing. Alexander Engel**  
Beitrag zur Momenten-Auflager-Interaktion von Sandwichelementen

**Dr.-Ing. Pascal Händler**  
Zur Anwendung der SPS-Technologie im Bahnbrückenbau

**Dr.-Ing. Thilo Feucht**  
Additive Fertigung von Anschlusselementen im Stahlbau mit dem Wire Arc Additive Manufacturing

**Dr.-Ing. Patrick Yadegari**  
Schwingfestigkeit Randschichtverfestigter Bauteile und höchstfeste Stähle

**Dr.-Ing. Simon Moser**  
Strukturgrößen zur Schwingfestigkeitsbewertung von Schweißverbindungen

**Dr.-Ing. Jiangchao Zhu**  
Structural Integrity Assessment of Metallic Components Based on Representative Specimens



**CSZ** Ingenieurconsult GmbH & Co. KG  
Beratende Ingenieure für das Bauwesen VBI  
Prüfingenieure für Baustatik VPI

---

M.Sc.  
**Niklas Brand**  
Projektingenieur Konstruktiver Ingenieurbau

Tel	+49 6151 9415-19	Pfungstädter Straße 92
Fax	+49 6151 9415-99	64297 Darmstadt
E-Mail	brand@csz.de	Deutschland

www.csz.de



**Michael Hansen**  
M.Sc.  
Montageingenieur

**Donges SteelTec GmbH**  
Mainzer Straße 55, 64293 Darmstadt  
Telefon: 06151.889-262  
Mobil: 0151.55055-346  
E-Mail: m\_hansen@donges-steeltec.de  
www.donges-steeltec.de




**Thilo Feucht**  
Dr.-Ing. | Projektleitung | F+E WAAM

spannverbund GmbH  
Auf der Lind 13 | 65529 Waldems  
Zentrale +49 6126 9301-18  
Direkt +49 151 6346 7209  
E-Mail thilo.feucht@spannverbund.com  
www.spannverbund.com



**KREBS+KIEFER**  
Ingenieure GmbH  
Raiffeisenstraße 1  
63762 Großostheim

**Alexander Engel**  
Dr.-Ing.

Projektingenieur

T +49 6026 99889-26  
F +49 6151 885-150  
E engel.alexander@kuk.de

www.kuk.de

Bad Kreuznach | Mainz | Bonn



Beratende Ingenieure | Prüfingenieure für Baustatik | Sachverständige | Tragwerksplanung  
Hochbau | Industriebau | Anlagenbau | Brückenbau | Brandschutz | Energieberatung | Gutachten

**ISABEL WAHRHUSEN**  
M. Sc.

Verheyen – Ingenieure GmbH & Co. KG  
Hannah-Arendt-Straße 5  
55543 Bad Kreuznach

Tel. +49 671 8 44 00 – 87  
i.wahrhusen@verheyen-ingenieure.de  
www.verheyen-ingenieure.de

**Pascal HÄNDLER**

Dr.-Ing.  
Planungsingenieur  
Konstruktiver Ingenieurbau

pascal.hoendler@wsp.com

T +49 69 1201430-24  
F +49 69 1201430-10



WSP Infrastructure Engineering GmbH  
Hanauer Landstraße 174  
60314 Frankfurt  
wsp.com

**Lauck Tragwerksplanung**



Dipl.-Ing. Thomas Lauck  
Beratender Ingenieur für Bauwesen

**Timon Lauck, M.Sc.**

Konrad-Adenauer-Ufer 1  
65439 Flörsheim am Main  
Telefon: (06145) 53215  
E-Mail: mail@lauck-tragwerksplanung.de  
www.lauck-tragwerksplanung.de



**KREBS+KIEFER**  
Ingenieure GmbH  
Heinrich-Hertz-Straße 2  
64295 Darmstadt



**Joachim Schliemann**  
M.Sc.

Projektingenieur

T +49 6151 885-393  
F +49 6151 885-150  
E schliemann.joachim@kuk.de

www.kuk.de

M.Sc.

Andreas Herzog

**HOCHTIEF Engineering GmbH**  
**Consult IKS**  
Lyoner Straße 25  
60528 Frankfurt am Main

Germany

Tel.: +49 69 7117 2281  
<mailto:andreas.herzog@hochtief.de>  
[www.hochtief-engineering.de](http://www.hochtief-engineering.de)

