

In dieser Ausgabe

- ① Grußwort
- ② Aus den Laborbereichen
 - Neue Geräte
 - Mehraxiale Prüfungen
- ③ Forschung, Aus- und Weiterbildung
 - Abschlüsse 2018
 - Promotionen 2018
 - Publikationen 2018
 - Neue Forschungsvorhaben am IWT ab 2018
- ④ Diverses
 - Neue Mitarbeiter am IWT
 - Exkursion nach Weesenstein
 - Zukünftige Werkstoffprüfer(innen) schnuppern Uni-Luft

Schlagzeilen

Werkstoffcharakterisierung bei mehraxialer Beanspruchung – wir stellen die experimentellen Möglichkeiten und Forschungsarbeiten am IWT vor



(Weitere Infos auf der [Seite 2](#))

Bruchmechanische Risswachstumsmessungen bei bis zu 100 Hz ...
(Weitere Infos auf der [Seite 2](#))

Das IWT unterstützt die Freiberger Ausbildung zum(zur) Werkstoffprüfer(in)
(Weitere Infos auf der [Seite 4](#))

Impressum

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann
Prof. Dr.-Ing. Lutz Krüger
iwt-office@ww.tu-freiberg.de
www.werkstofftechnik-freiberg.de

Redaktion: P. Trubitz
Druck: Medienzentrum

Grußwort



Liebe Ehemalige und Freunde des Instituts für Werkstofftechnik, liebe Kolleginnen und Kollegen,

im Jahr 2019 feiern wir mit Ihnen die 45-jährige Gründung des Instituts. In dieser Zeit sind viele Studentinnen und Studenten wie auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am IWT tätig gewesen, wurden ausgebildet und haben geforscht. Das IWT hat sich ständig weiterentwickelt und moderne Themen wurden aufgegriffen. Wir sind trotz allem auch unseren Wurzeln treu geblieben und haben unsere gewachsenen Kernkompetenzen auf den Gebieten der Prüfung und Bewertung mechanischer Eigenschaften und der Wärmebehandlung und Randschichttechnik erweitert. Aus diesem Grund bieten wir heute eine breite Palette von Forschungsmöglichkeiten, die wir in Forschungsverbünden und in Einzelvorhaben einsetzen. Gerne werden wir Ihnen diese Themen zu unserem Ehemaligentreffen am 20. September 2019 vorstellen und mit Ihnen gemeinsam diskutieren.

Das vergangene Jahr hat wieder einige neue Forschungsprojekte gebracht. Ein wesentliches Projekt, in dessen Rahmen viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IWT tätig sind, ist der Sonderforschungsbereich 799 „TRIP-Matrix-Composite“. Dieses Projekt ist in seiner dritten und abschließenden Förderphase und wird noch bis Juni 2020 laufen. Das heißt aber auch, dass wir die letzten experimentellen Aktivitäten starten und schon den Ab-

schluss dieses überaus erfolgreichen Großprojektes vorbereiten müssen. Als zweites koordiniertes Vorhaben ist auch der Sonderforschungsbereich 920 zu nennen, in dessen Rahmen die Reduzierung der nichtmetallischen Einschlüsse durch Schmelzfiltration erforscht wird. Dieser Sonderforschungsbereich wurde im Februar 2019 begutachtet und für sehr gut bewertet. Trotzdem war die Bevilligung abzuwarten, die zur Erleichterung aller im Mai durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ausgesprochen wurde. Dieses Vorhaben, aus dem am IWT fünf Stellen finanziert werden, wird somit auch über die maximale Förderdauer bis 6/2023 gefördert.

Ein weiteres Vorhaben, das für die TU Bergakademie Freiberg einen zentralen Stellenwert besitzt, ist auf der Zielgeraden: Das „Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung“ (ZeHS), ein Forschungsbau nach §91b GG, in das wir mit mehreren Laboren einziehen werden. Das Gebäude ist erstellt und der Ausbau läuft auf Hochtouren. Die Fertigstellung wird für Mitte 2020 geplant. Im Rahmen des ZeHS haben wir die Beschaffung neuer Forschungsgroßgeräte vor, so werden für diesen Forschungsbau eine neue Plasmanitrieranlage, eine Höchsttemperaturprüfmaschine und eine Spark-Plasma-Sinter-Anlage beschafft. Ein weiterer Antrag für ein Großgerät mit unserer Beteiligung ist derzeit in Begutachtung.

Neben diesen äußerst positiven Nachrichten müssen wir leider weiterhin die unbefriedigenden Immatrikulationszahlen in unseren grundständigen Studiengängen kritisch beurteilen. Der Trend rückläufiger Nachfrage für technische Studiengänge hat auch uns im Griff. Aus diesem Grund hat die Fakultät mehrere englischsprachige Masterstudiengänge angeboten, um vor allem internationale Studierende für Freiberg zu interessieren. Die Nachfrage ist bisher sehr erfreulich.

Mit besten Grüßen

Horst Biermann

Lutz Krüger

Neue Geräte

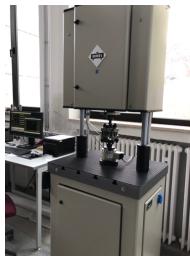
RUMUL Mikrotron 20 kN

Im Jahr 2018 wurden zwei Forschungsprojekte bewilligt, die umfangreiche bruchmechanische Untersuchungen an Gusseisenwerkstoffen erfordern. Im Ergebnis dieser Forschungsarbeiten sollen Gusswerkstoffe bzw. Technologien zum Reparaturschweißen von Gusseisenwerkstoffen zertifiziert werden. Im Sinne der sicheren Auslegung sind die bruchmechanischen Eigenschaften nach einer statistischen Auswertung als Quantil-Eigenschaften auszuweisen. Dazu sind eine größere Anzahl von Wiederholungsmessungen für die verschiedenen Versuchsbedingungen erforderlich.

Auf Grund des sehr hohen Versuchsaufwandes wurde im Forschungsprojekt „nodularWELD“ die Beschaffung einer weiteren Resonanzprüfmaschine finanziert. Zur Absicherung der projektbezogenen Belastungsbedingungen, die bei der Ermittlung zyklischer Risswachstumskurven eingestellt werden müssen, war ein Prüfaufbau erforderlich, der die Charakterisierung des Risswachstums sowohl bei positiven Lastverhältnissen ($R > 0$) als auch bei negativen Lastverhältnissen ($R \leq 0$) ermöglicht. Das ist z.B. durch einen 8-Punkt-Biegeaufbau möglich, der auch eine spielfreie Wechselbelastung absichert. Im Sommer 2018 konnte eine 20-kN-Resonanzprüfmaschine „RUMUL Mikrotron“ mit einem passenden Clip-on-Aufnehmer zur Messung der Kerböffnung sowie mit einem 8-Punkt-Biegewerkzeug in Freiberg aufgebaut werden.



Mit diesem Prüfsystem ist es möglich, zyklische Risswachstumskurven bei Prüffrequenzen bis zu 100 Hz aufzunehmen und ergänzt die am IWT vorhandene Prüftechnik optimal.



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Werkstoffcharakterisierung bei mehraxialer Beanspruchung

Am Institut stehen verschiedene Prüfsysteme für die mehrachsige Werkstoffuntersuchung zur Verfügung. Zu den servohydraulischen mehrachsigen Prüfmaschinen zählen hierbei das Planar-Biaxial-System Instron 8800 und das Axial-Torsional-System MTS 809.10S, die für statische, zyklische und bruchmechanische Versuche verwendet werden. Das seit 2005 betriebene Planar-Biaxial-Prüfsystem Instron 8800 (siehe Abb. 1) wurde als Forschungsgroßgerät über das HBFG-Programm beschafft.

Es besitzt vier servohydraulische Zylinder, die jeweils eine Maximalprüfraft von ± 250 kN erreichen können. Diese sind in einer Ebene senkrecht zueinander angeordnet. Die Versuchsabläufe werden mit Hilfe eines Digitalreglers Instron 8800 umgesetzt, der eine synchrone Datenerfassung mit bis zu 5 kHz erlaubt. Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 799 „TRIP Matrix Composite“ wurde 2008 eine Zeilenscannerkamera mit 100-Megapixel Auflösung für die Rissbeobachtung beschafft. Im Jahr 2010 erfolgte eine Systemerweiterung für Hochtemperaturversuche mit einem 30 kW Hochfrequenzinduktionsgenerator der Firma Hüttinger. Ein Hochtemperatur-Orthogonal-Extensometer ermöglicht dehnungsgeregelte Versuche bis 1200 °C.

Für die möglichen, verschiedenen Beanspruchungsfälle am planar-biaxialen Prüfsystem wurden spezielle Probengeometrien entwickelt und optimiert. Die Fertigung dieser erfolgt überwiegend in der eigenen Werkstatt auf zwei 3-Achs-CNC-Zentren. Seit der Anschaffung des Prüfsystems wurden eine Vielzahl von statischen Versuchen zur Bestimmung des Verformungs- und Verfestigungsverhaltens unter mehrachsiger Beanspruchung an ferritischen und austenitischen Stählen durchgeführt. Ebenso wurde das Schädigungsverhalten von nichtmetallischen Verbundwerkstoffen wie Vulkanfiber, faserverstärktes thermoplastisches Polyurethan (TPU) und Kohlenstofffaser-Laminat (CFK) untersucht. Darüber hinaus wurden umfangreiche Forschungsprogramme im Bereich der niederyzyklischen Ermüdung (LCF) absolviert. Neben Modellwerkstoffen wie Kupfer und Messing wurden dazu insbesondere Versuche an warmfesten Stählen, Nickelbasislegierungen und TRIP-Stählen durchgeführt. Zudem werden bruchmechanische Untersuchungen an großen Kreuzproben mit einem Messbereich von ca. 120 mm x 120 mm realisiert.



Abb. 1: Planar-biaxiales Prüfsystem Instron 8800

Hierbei wurden die Rissbahnenkurven und Rissgeschwindigkeiten für unterschiedliche Anriß- und Belastungsszenarien an Aluminiumlegierungen, TRIP-Stählen und kommerziellen austenitischen Stählen untersucht. Derzeit spielt das System eine Schlüsselrolle bei der Verbesserung von Lebensdauermodellen von Turbinenwerkstoffen am Beispiel der Nickel-Basis-Superlegierung Inconel 718, sowie bei der Erforschung des Risswachstumsverhaltens unter komplexen nichtproportionalen Belastungen.

Das im April 2015 angeschaffte servohydraulische Prüfsystem MTS 809.10S wurde speziell für die Prüfung unter überlagerter Torsions- und Zug/Druckbeanspruchung entwickelt. Der Axial- und Torsionalkanal sind getrennt voneinander regelbar, so dass verschiedene mehrachsige Beanspruchungszustände eingestellt werden können. Das Prüfsystem besitzt eine axiale Prüfkraft im Zug- und Druckbereich in Höhe von 100 kN, sowie ein maximales torsionales Drehmoment von 1100 Nm. Bei der Verwendung von Rundproben mit einem Messdurchmesser von 12,5 mm kann die gleichzeitige Messung von axialer Dehnung und Drehwinkel mit einem speziellen Extensometer (siehe Abb. 2) erfolgen, welches auch für zyklische Beanspruchungen mit Prüffrequenzen von bis zu 10 Hz geeignet ist. Eine Temperierkammer ermöglicht die Werkstoffprüfung bei Temperaturen von 150 °C bis +400 °C. Für höhere Prüftemperaturen bis max. 1400 °C steht zudem ein Hochtemperaturofen zur Verfügung. Das Prüfsystem wurde bisher unter anderem für die Erforschung des Einflusses von Prüftemperatur und Vorverformung auf die Fließortkurve des metastabilen Stahls X5CrNi18-10 und dem Einfluss des Beanspruchungsverhältnisses auf die Martensitbildung von pulvermetallurgisch hergestelltem TRIP-Stahl CrMnNi16-7-3 verwendet. Ferner wurden am pulvermetallurgischen TRIP-Stahl CrMnNi16-7-6 Schwingfestigkeitsversuche im LCF-Bereich unter kombinierter axial-torsionaler Beanspruchung durchgeführt.



Abb. 2: Eingegebene Probe mit angesetztem Axial-Torsional-Dehnungsaufnehmer

Abschlüsse am IWT

Am Institut für Werkstofftechnik wurden im Jahre 2018 folgende Studienabschlüsse abgelegt:

Bachelor of Science im Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“, Spezialvertiefung Werkstofftechnik: Dominic Seidel und Florian Posselt.

Diplom-Ingenieur für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, Studienrichtung „Werkstofftechnik“: Jan Böcker, Marco Böcker, Matthias Brensing, Martin Michler und Ruben Wagner.

Master of Science im Studiengang „Fahrzeugbau: Werkstoffe und Komponenten“, Spezialvertiefung Werkstofftechnik: Manohar Chintapalli, Lu Peng Zhao, Rene Otto.

Master of Science im Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“, Spezialvertiefung Werkstofftechnik: Julia Walther.

Promotionen 2018

Am 09.03.2018 verteidigte Frau Dipl.-Ing. **Gundis Grumbt** ihre Promotion zum Thema

„Beitrag zum Elektronenstrahl-Randschichthärteten in Kombination mit einer PVD-Hartstoffbeschichtung“.

Begutachtet wurde die Dissertation von Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Zenker, Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann sowie durch Prof. Dr. Günter Bräuer von der TU Braunschweig (Institut für Oberflächentechnik). Die Forschung erfolgte in der Arbeitsgruppe Elektronenstrahlbehandlung unter Leitung von Prof. Zenker.

Herr Dipl.-Ing. **Sebastian Henschel** verteidigte am 22.10.2018 seine Promotion zum Thema

„Einfluss von Temperatur und Beanspruchungsgeschwindigkeit auf das Festigkeits-, Verformungs- und Zähigkeitsverhalten des Stahls G42CrMo4 mit unterschiedlicher Einschluscharakteristik“.

Die Forschungsarbeiten wurden innerhalb des SFB 920 durchgeführt und von Prof. Dr.-Ing. Lutz Krüger sowie Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Institut für Werkstoff- und Fügetechnik) begutachtet.

Publikationen 2018

Im Jahre 2018 wurden wieder zahlreiche Veröffentlichungen u. a. zu nachfolgenden Themen verfasst:

- Herstellung, Mikrostruktur und Eigenschaften von TRIP-Stahl sowie TRIP-Stahl-Compositen einschließlich der Schweißverbindungen,
- Korrosionsverhalten von TRIP-Stahlguss,
- Eigenschaften unterschiedlicher metallischer sowie keramischer Werkstoffe bei statischer, zyklischer, dynamischer, mehraxialer bzw. TMF-Beanspruchung,
- Herstellung, Struktur- und Eigenschaftscharakterisierung von ad-

ditiv gefertigten Metallen (SLM, EBM),

- Charakterisierung des Werkstoff- sowie des Korrosionsverhaltens mittels akustischer Emissionsanalyse,
- Herstellung von Materialien mittels SPS und Charakterisierung des Festigkeitsverhaltens,
- Thermochemische und Elektronenstrahl-Randschichtbehandlung unterschiedlicher Werkstoffe einschließlich Charakterisierung der Randschichteigenschaften.

Eine vollständige Übersicht ist unter <http://tu-freiberg.de/fakult5/iwt/forschung/publikationen-auswahl> zu finden.

Neue Forschungsvorhaben am IWT

Neben der Weiterführung bestehender Projekte einschließlich der Großforschungsprojekte im SFB 799 und SFB 920 konnten im Jahre 2018 wieder einige öffentlich geförderte Forschungsvorhaben begonnen werden:

DFG: Entwicklung neuer plasmagestützter Verfahren für thermochemische Randschichtbehandlungen von Eisenwerkstoffen mit einem Aktivgitter aus Kohlenstoff (Aktivgitter)

DFG: Untersuchungen zum Wirkmechanismus einer Kurzzeit-Elektronenstrahl-Flüssigphasenbehandlung auf die Struktur und das Beanspruchungsverhalten von Aluminiumnitridschichten auf Al-Werkstoffen (AlN-EB-Flash-02)

ZIM: Additive/mechanische Hybridfertigung von Stahl für hochbelastete Komponenten, Werkzeuge und Formen (AM/MM-Hybrid)

BMWi: Teilprojekt „**Bruchmechanische Charakterisierung der Reparaturschweißungen**“ im Verbundprojekt „Identifikation und Optimierung von Schweißparametern zum Reparaturschweißen von Bauteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit“ (nodularWELD), Bewilligungszeitraum: 01.06.2018 bis 31.05.2021

BMWi: Teilprojekt „**Bruchmechanische Charakterisierung der Gusseisenlegierungen bei statischer und zyklischer Beanspruchung**“ im Verbundprojekt „Gusswelle – Werkstoff- und Bau- teilloptimierung für leistungsfähigere Gusskomponenten im Antriebsstrang von Windenergieanlagen durch den Einsatz von Kokillenguss“ (GuWe), Bewilligungszeitraum: 01.12.2018 bis 30.11.2021

AiF: Lebensdauermethoden für mehrachsige und anisotherme Hochtemperaturermüdung (LEBEMAN)

Neue Mitarbeiter

Herr Dipl.-Ing. **Marco Böcker** beendete sein Studium in der Studienrichtung Werkstofftechnik im Januar 2018 am IWT. Seit Februar 2018 bearbeitet er das von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) geförderte Forschungsprojekt LE-BEMAN, das das mehrachsige Hochtemperaturermüdungsverhalten der Nickel-Basis-Superlegierung Inconel 718 untersucht. Die Projektlaufzeit erstreckt sich über drei Jahre. Die Forschung wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energietechnik der TU Dresden durchgeführt und von großen und kleineren mittelständischen Unternehmen (KMUs) unterstützt.



Herr Dipl.-Ing. **Jan Böcker** beendete sein Studium an der TU Bergakademie Freiberg in der Studienrichtung „Werkstofftechnik“ im August 2018. Seit Oktober 2018 forscht er am IWT auf dem Gebiet der thermo-chemischen Randschichtbehandlung im Rahmen des AMARETO-Projekts zur Erzeugung von Duplexschichten auf Werkzeugstählen und im Bereich des Plasmanitrierens von niedrig- und hochlegierten Stählen mit einem Aktivgitter aus Kohlenstoff.



Herr Dipl.-Ing. **Ruben Wagner** studierte im Bachelorstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen und anschließend im Diplomstudiengang Werkstofftechnik am IWT. Nachdem er seit November 2018 die Thematik seiner Diplomarbeit zur Additiven Fertigung weiterverfolgt hat, ist er seit Januar 2019 Bearbeiter des Teilprojekts C04 des Sonderforschungsbereichs 920. Darin erforscht er die nach einer Filtration der Metallschmelze im Werkstoff verbliebenen nichtmetallischen Einschlüsse. Mit dem Wissen über die Entstehung und Morphologie der nichtmetallischen Einschlüsse können die Filtersysteme für Metallschmelzen weiterentwickelt werden. Daneben arbeitet er weiterhin im Bereich der Additiven Fertigung und engagiert sich im Schülerlabor.

Exkursion nach Weesenstein im Jahre 2018



Die alljährliche Exkursion führte die Mitarbeiter des IWT diesmal am 06. September 2018 ins Müglitztal zum Schloss Weesenstein. Nach individueller Anreise mit Bahn, Auto oder auch per Fahrrad trafen wir uns bei traumhaft schönem Sommerwetter am Fuße

des Schlossberges zu Weesenstein. Bei einem kleinen Eis erzählte uns dann Anja Weidner etwas zur Geschichte des Schlosses und vor allem zu dem wunderschönen Park. Anschließend lernten wir das Interieur des Schlosses bei einer sehr interessanten Führung kennen, die in der Schlosskapelle endete. Von hier aus ging es dann direkt in die Braumeisterstube, wo uns der Braumeister begrüßte. Nach Fassanstich durch einen Bier“fach“mann konnten wir dann in geselliger Runde allerlei Wissenswertes rund um das Bier erfahren und wurden durch den Braumeister auch musikalisch unterhalten.



(Autor: Frau Dr. A. Weidner, Fotos: G. Schade)

Zukünftige „Werkstoffprüfer(innen)“ schnuppern Uni-Luft

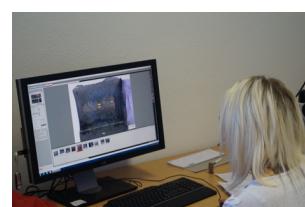
Auch dieses Jahr tauchten die zukünftigen Werkstoffprüfer(innen) des Berufsschulzentrums Julius Weisbach aus Freiberg am Institut für Werkstofftechnik in die Welt der Werkstoffe ein. Am Donnerstag, den 04.10.18 war zunächst das 1. Ausbildungsjahr im Schülerlabor „Science meets School“ zu Besuch.



Werkstoffprüfer(innen) führen den Zugversuch am selbst entwickelten Prüfaufbau durch

Bald in der Mikroskopie eine Reise ins Innere der Werkstoffe zu unternehmen. Im dritten Teil

wandelten die Werkstoffprüfer(innen) auf den Spuren von Sherlock Holmes und wurden echte Werkstoffdetektive. Mit Hilfe der Ultraschall-Prüftechnik wurden versteckte Fehler in Probenkörpern aufgefunden.



Eine Werkstoffprüferin vermisst Bruchflächen mittels Stereomikroskopie

Am Freitag, den 05.10.18 folgte das 4. Ausbildungsjahr den Ruf an's IWT, um ihren Feinschliff für die Abschlussprüfung zu erhalten. Die Werkstoffprüfer(innen) analysierten im

ersten Teil der Veranstaltung zusammen mit Frau Dr. Weidner verschiedene Bruchflächen mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops. Anhand der Bruchmerkmale zogen die Werkstoffprüfer(innen) Rückschlüsse auf das jeweilige Bauteilversagen. Im zweiten Teil des Aufenthaltes wurden Bruchflächen von Kerbschlagbiegeproben mittels Stereomikroskopie beurteilt.

(Autor und Fotos: Dr. Glage)