

Programm
zur Frühjahrssitzung der DGM / DVM - AK Materialermüdung
am 26. und 27. März 2026 in Kaiserslautern

Hochschule Kaiserslautern, Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Schoenstr. 11,
Gebäude H1, 67659 Kaiserslautern

26. März 2026

12:30 – 14:30 Session A
14:30 – 15:00 Pause
15:00 – 16:30 Session B
16:30 – 17:00 Pause
17:00 – 18:00 Laborführung
19:30 gemeinsames Abendessen (Brauhaus)

27. März 2026

08:30 – 10:30 Session C
10:30 – 11:00 Break/Pause
11:00 – 13:00 Session D
13:00 – 13:15 Verabschiedung: Herr Prof. Krupp und Herr Prof. Biallas
Herr Prof. Dr. Starke

Donnerstag, 26.03.2026

11:30 kl. Imbiss
12:00 Begrüßung Herr Prof. Krupp, Herr Prof. Biallas und Herr Prof. Starke
12:15 Begrüßung Herr Präsident Prof. Hans-Joachim Schmidt der Hochschule Kaiserslautern

12:30 – 13:00

Chr. Boller¹⁾, P. Starke²⁾, ¹⁾ LZfPQ Universität des Saarlandes, ²⁾ WWHK Hochschule Kaiserslautern

Werkstoffverhalten unter zyklischer Beanspruchung und seine Erfassung mit zerstörungsfreien Prüfverfahren im Sinne eines Monitorings

Das Verhalten von Werkstoffen unter zyklischer Beanspruchung wird traditionell in Form von Wöhlerlinien beschrieben, in denen ein Bezug zwischen Spannung, elastischer und/oder plastischer Dehnung oder Kombinationen daraus zur Anzahl ertragbarer Schwingspiele bis zu einem Versagen (oft einem Anriss oder dem kompletten Bruch) hergestellt wird. Die daraus ermittelten Werkstoffdaten können dann zur Bemessung von Bauteilen im Sinne einer Betriebsfestigkeitsbemessung herangezogen werden. Versagenskriterium bei einer solchen Bemessung ist dabei generell der Mechanismus Materialtrennung, was sich in Form von Rissen ausdrückt. Risse haben jedoch eine große Skalenbreite, die besonders im unteren Skalenbereich schwer zu definieren und zu quantifizieren sind. Risse sind auch nicht der einzige Mechanismus, der zu einer Schädigung eines Werkstoffs führt. Bei Metallen gehen dem u.a. Mechanismen wie Plastizität, Phasentransformation und Versetzungsbewegungen voraus. Bei der Inspektion bestehender Ingenieurbauwerke (z.B. Stahlbrücken) hinsichtlich ihres Alterungszustands sind vielfach keine Risse detektierbar, obwohl die Bauwerke ihre Auslegungsdauer erreicht haben. Es entsteht also die Frage, wie deren wahrer Alterungszustand

quantifiziert werden kann. Zerstörungsfreie Prüfverfahren ermöglichen die Messung einer Werkstoffantwort primär auf der Basis mechanischer (z.B. akustischer) und elektromagnetischer Prinzipien. Die Frage ist hierbei, ob diese Prinzipien es ermöglichen, den Degradationsgrad eines Materials auch jenseits einer Rissentstehung zu quantifizieren. Um dies aufzuzeigen, wird das ermittelte Werkstoffverhalten in einem 3-dimensionalen Diagramm aufgetragen. Zwei der Achsen stellen, wie bei der klassischen Wöhlerlinie, die Beanspruchung über der Lebensdauer dar, wobei die Lebensdauer auf die Versagenslebensdauer bezogen dargestellt wird, so dass man direkt den Degradationsgrad ablesen kann. Auf der dritten Achse wird, die mit dem zerstörungsfreien Prüfverfahren ermittelte Werkstoffantwort aufgetragen. Daraus ergibt sich eine Topografie, aus der abgelesen werden kann, ob das zerstörungsfreie Prüfverfahren bzw. dessen betrachteter Parameter zur Bestimmung des Alterungszustands eines Werkstoffs im Sinne eines Monitorings herangezogen werden kann. Die Vorgehensweise wird anhand verschiedener Beispiele erläutert.

13:00 – 13:30

A. Wagner¹⁾, F. Weber¹⁾, P. Starke^{1,2) 1)} *Fachgebiet Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WWHK), ²⁾ Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Universität des Saarlandes*

Auswirkung lokaler Spannungskonzentrationen auf zerstörungsfreie Prüfmethode und das Ermüdungsverhalten am Beispiel von C45E

Zerstörungsfreie Prüfmethode (ZfP) ermöglichen die sensitive Detektion mikrostruktureller Veränderungen während der zyklischen Beanspruchung metallischer Werkstoffe. Insbesondere in Bereichen lokaler Spannungskonzentrationen treten schädigungsrelevante Prozesse frühzeitig und stark lokalisiert auf, wodurch ZfP-basierte Messsignale Informationen zur Mechanismenaufklärung und Schädigungsanalyse liefern können. Die kontinuierliche Erfassung der ZfP-Messsignale erlaubt zudem eine in-situ Bewertung des Wechselverformungsverhaltens während des Ermüdungsprozesses. Zur Untersuchung des Einflusses lokaler Spannungskonzentrationen werden Proben mit definierten Rundkerben der Kerbfaktoren 1,2 und 1,5 eingesetzt. Verwendet wird der Werkstoff C45E, der sowohl im normalisierten als auch im vergüteten Zustand betrachtet wird. Der Fokus der Untersuchungen liegt auf der Bewertung des Einflusses lokaler Spannungskonzentrationen auf die Aussagefähigkeit der ZfP-basierten Messsignale. Ergänzend werden die Ermüdungseigenschaften mithilfe beschleunigter Wöhlerkurven des Lebensdauerprognoseverfahrens StressLife charakterisiert. Dabei erfolgt ein systematischer Vergleich von ungekerbten sowie unterschiedlich gekerbten Proben.

13:30 – 14:00

J. A. Ziman^{1,2)}, F. Weber¹⁾, P. Starke^{1,2) 1)} *Fachgebiet Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WWHK), ²⁾ Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Universität des Saarlandes*

StressLifeEBA: Ein beschleunigtes energiebasiertes Lebensdauerprognoseverfahren zur Bestimmung von Trendwöhlerlinien für unterschiedliche Prüfbedingungen

Die zuverlässige Vorhersage der Ermüdungslebensdauer stellt insbesondere unter variierenden Prüfbedingungen eine zentrale Herausforderung dar, da diese das zyklische Werkstoffverhalten maßgeblich beeinflussen. Zur Adressierung dieser Fragestellung wurde ein innovativer energiebasierter Ansatz namens StressLifeEBA entwickelt. Diese neue Methode ermöglicht eine prozessorientierte Abschätzung der Lebensdauer auf Grundlage eines Laststeigerungsversuchs und zweier Einstufenversuche und reduziert damit den experimentellen Aufwand im Vergleich zur konventionellen Bestimmung von Wöhlerkurven. Zur Erfassung eines energiebasierten Schädigungsparameters werden zerstörungsfreie Messmethoden eingesetzt, mit denen das jeweilige Werkstoffverhalten unter zyklischer Beanspruchung detektiert wird. Das Prognosemodell wurde an einem normalisierten C45E sowie an einem vergüteten 20MnMoNi5-5 Stahl über einen breiten Frequenzbereich validiert, wobei sowohl ungekerbte als auch gekerbte Probengeometrien untersucht wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass StressLifeEBA über unterschiedliche Mikrostrukturen und Prüfbedingungen hinweg konsistente Parameter und Trendwöhlerlinien liefert und eine robuste und effiziente Grundlage für eine beschleunigte Vorhersage der Ermüdungslebensdauer bietet.

14:00 – 14:30

P. Rahm¹⁾, A. Warth²⁾, R. Teutsch²⁾, T. Beck¹⁾, B. Blinn¹⁾ ¹⁾ *Lehrstuhl für Werkstoffkunde, RPTU Kaiserslautern-Landau,* ²⁾ *Lehrstuhl für Konstruktion in Maschinenbau und Fahrzeugtechnik, RPTU Kaiserslautern-Landau*

Einfluss der Belastungsart auf das Ermüdungsverhalten von additiv gefertigten Strukturen aus AISI 316L

Aus der komplexen Geometrie topologieoptimierter, additiv gefertigter Bauteile resultieren mehrachsige, überlagerte Beanspruchungen, was zu veränderten Schadensmechanismen führt. Dementsprechend wurde in der vorliegenden Arbeit der Einfluss der Beanspruchungsart auf das Ermüdungsverhalten von mittels Laser-Powder Bed Fusion (PBF-LB/M) gefertigtem AISI 316L untersucht. Um ein Verständnis des Ermüdungsverhaltens für isoliert auftretende Beanspruchungsarten zu erarbeiten, erfolgten uniaxiale Zug-/Druck-, Umlaufbiege-, und Torsionsermüdungsversuche. Anschließend wurden Überlagerungen von Zug/Druck und Torsion auf eine herkömmliche Ermüdungsprobengeometrie realisiert, um eine Lastüberlagerung zu simulieren. Darauf aufbauend erfolgten Ermüdungsversuche an Proben mit komplexer Geometrie, aufgrund derer bei Zug-/Druck- sowie Torsionsbelastung Überlagerungen aus Biege-, Zug-/Druck-, und Torsionsbeanspruchung resultierten. Neben der Analyse des Wechselverformungsverhaltens erfolgten jeweils fraktographische Untersuchungen, die einen erheblichen Einfluss der Beanspruchungsart auf die Lebensdauer und die Schädigungsmechanismen zeigen.

14:30 – 15:00 Kaffeepause**15:00 – 15:30**

L. Winter, Th. Lampke
Technische Universität Chemnitz

Einfluss der Schneidgeschwindigkeit auf das Ermüdungsverhalten eines schergeschnittenen pressgehärteten 22MnB5 Stahls

Schergeschnittene Blechbauteile werden aus einer Vielfalt von Werkstoffen für ein breites Anwendungsspektrum hergestellt. Im Vergleich zu konventionellen Schneidverfahren, wie dem Normal- oder Feinschneiden, stellt das Hochgeschwindigkeitsscherschneiden (HGSS) eine ökonomisch und ökologisch relevante Alternative dar. Aufgrund der hohen Prozessgeschwindigkeiten und der Lokalisierung der eingebrachten Verformung wird die Werkstoffmikrostruktur in der Schneidzone erheblich beeinflusst und es kann zur Ausbildung adiabatischer Scherbänder kommen. Die resultierenden HGSS-Oberflächen zeichnen sich durch eine hohe Härte, geringen Kanteneinzug und geringe Rauheit aus und weisen nahezu keinen Grat auf. Deshalb besitzen HGSS-Flächen großes Potential ohne weitere mechanische, thermische oder thermochemische Nachbearbeitung direkt als Funktionsflächen einsetzbar zu sein. Hinsichtlich der Funktionalität von Oberflächen spielt das Ermüdungsverhalten oft eine zentrale Rolle für den praxisrelevanten Einsatz. Bisher ist dieses aber nur unzureichend für HGSS-Flächen untersucht worden. In dem Vortrag werden ausgewählte Ergebnisse zum High-Cycle-Fatigue-Verhalten eines pressgehärteten 22MnB5 Stahls vorgestellt, der

vergleichend normal- und hochgeschwindigkeitsschergeschnitten wurde. Die erzeugten Schnittflächen wurden hinsichtlich ihrer Rauheit, des Eigenspannungszustandes und der Mikrostruktur charakterisiert. Das Ermüdungsverhalten wurde unter Zug-Zug-Belastung bis zu einer Grenzschwingspielzahl von 107 bestimmt. Die Untersuchungen zeigen, dass nicht nur die Oberflächenqualität der Schnittfläche durch eine Erhöhung der Schneidgeschwindigkeit deutlich verbessert werden kann, sondern dass auch die HCF-Beständigkeit signifikant gesteigert wird.

15:30 – 16:00

J. Arndt, V. Lyamkin, K. Donnerbauer, K. Heckmann, F. Weber¹⁾, P. Starke¹⁾²⁾, F. Walther³⁾

¹⁾ Fachgebiet Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WWHK), ²⁾ Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Universität des Saarlandes, ³⁾ Lehrstuhl für Werkstoffprüftechnik (WPT), TU Dortmund

Simulation komplexer Ermüdungsprobengeometrien und Vergleich mit in-situ erfassten mikromagnetischen Werkstoffinformationen für Stähle kerntechnischer Komponenten

Im Rahmen des vom BMUKN geförderten Verbundvorhabens "Mikromagnetische in-situ Detektion der Mikrostrukturevolution von ermüdungsbeanspruchten Stählen kerntechnischer Komponenten für ein Kurzzeitverfahren zur Lebensdauerprognose (Mikro2Leben)" werden „gestufte“ Ermüdungsproben eingesetzt, bei denen der untersuchte Werkstoff in einem Ermüdungsversuch auf mehreren Beanspruchungsniveaus gleichzeitig beansprucht wird. Aufgrund der geometriebedingten komplexen Beanspruchungssituation erfordert eine Post-Mortem-Interpretation der mikrostrukturellen Analyse ein weitreichendes Verständnis der lokalen Beanspruchung.

Daher wurde zunächst der eingesetzte Werkstoff AISI 347 mit konventionellen Probengeometrien in Dehnungssteigerungsversuchen geprüft. Aus den so ermittelten Spannungs-Dehnungs-Hysteresen wurden für ausgewählte Totaldehnungsniveaus Parametersätze für Chaboche-Materialmodelle ermittelt. Das so kalibrierte Chaboche-Materialmodell ermöglicht eine genaue Berücksichtigung des zyklisch-plastischen Verhaltens in Finiten Elemente (FE)-Simulationen der komplexen (gestuften) Probengeometrie. Aus diesen Simulationen lassen sich die unterschiedlichen lokalen Totaldehnungen bzw. die Verläufe von Spannungen und Dehnungen innerhalb der Probe ermitteln, die für die Ermüdungsbewertung entscheidend sind. Die reale Probe wurde nach ihrer mechanischen Prüfung entlang der Probenachse getrennt und einer MFI-Analyse (Magnetic Force Imaging; Messung der magnetischen Wechselwirkung zwischen einer externen magnetischen Sonde und dem untersuchten Material) unterzogen. Der mit MFI quantifizierte Anteil des verformungsinduzierten Martensits konnte so über die gesamte Probenoberfläche kartiert werden. Der Vergleich der simulativ ermittelten Dehnungsamplituden und der MFI-Karte zeigt eine überzeugende Übereinstimmung.

16:00 – 16:30

J.-E. Nebel¹, J. Koziol^{1,2}, P. Starke^{1,2 1)} *Fachgebiet Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (WWHK), ^{2) Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Universität des Saarlandes}*

Korrelation zfP-basierter Messsignale mit mikrostrukturellen Mechanismen während zyklischer Beanspruchung von Kupfer

Um Ermüdungsprozesse metallischer Werkstoffe zu verstehen, muss die makroskopische Materialreaktion mit den mikrostrukturellen Mechanismen in Verbindung gebracht werden. Moderne zfP-Verfahren, die sich zur Charakterisierung von Ermüdungsprozessen etabliert haben, basieren auf physikalischen Prozessen, die die Wechselwirkung zwischen verschiedenen Energieformen und der Mikrostruktur des Werkstoffs bzw. deren Entwicklung beschreiben. Diese Arbeit zielt darauf ab, eine systematische Korrelation zwischen zfP-Signalen und ermüdungsbedingten mikrostrukturellen Veränderungen in technisch reinem Kupfer herzustellen und damit die Entwicklung mikrostrukturbasierter Simulationsmodelle zu ermöglichen. Betrachtet werden Temperatur- und Spannungs-Dehnungs-Hysteresen, aber auch der elektrische Widerstand und Eigenspannungsänderungen. Die zfP-Daten werden herangezogen, um mechanismenbasiert Schädigungsstadien zu charakterisieren und dann die zugrundeliegenden Mikrostrukturänderungen (in-situ) mittels Rasterelektronenmikroskopie und HR-DIC in unterbrochenen Versuchen zu untersuchen.

16:30 – 17:00 Pause**17:00 – 18:00 Laborführung****19:30 Gemeinsames Abendessen**

Freitag, 27.03. 2026

8:30 – 9:00

S. Stammkötter, A. Koch, F. Walther¹⁾

¹⁾ *Lehrstuhl für Werkstoffprüftechnik (WPT), TU Dortmund*

Mikrostrukturbasierte Charakterisierung des Ermüdungs- und Schädigungsverhaltens additiv gefertigter Metalle

Additiv gefertigte Metalle zeigen ein Ermüdungs- und Schädigungsverhalten, das stark von der defektbehafteten Mikrostruktur und Oberflächenrauheit geprägt ist. In instrumentierten Ermüdungsprüfungen wurde die Rissinitiierung und das Risswachstum vom LCF- bis VHCF-Bereich charakterisiert und modellbasiert beschrieben. Für neuentwickelte und etablierte Metalle wurde u.a. der Einfluss der Baurichtung und des Spannungsverhältnisses experimentell analysiert. Die Ermüdungsfestigkeit korreliert nach Murakami mit der Härte und der Defektgröße relativ zur Belastungsrichtung, der zyklische Spannungsintensitätsfaktor kann als Funktion der defektbasierten Lebensdauer nach Shiozawa quantitativ beschrieben werden. Der Erkenntnistransfer auf komplexe TPMS- und topologieoptimierte Gitterstrukturen gewährleistet anpassbare Steifigkeiten für patientenindividuelle Implantatkörper, die mit gekoppelten Methoden wie μ -CT, digitale Bildkorrelation (DIC) und Potentialmessung (DCPD) eine lokale Bewertung der Schädigungstoleranz und -evolution ermöglichen. Alle Erkenntnisse fließen in erweiterte Modellansätze zur ganzheitlichen Beschreibung der

Prozess-Struktur-Eigenschaft-Beziehung für leistungsfähige additiv gefertigte Metalle ein, u.a. im Rahmen der DFG-Forschungsgruppe 5250.

9:00 – 9:30

M. Höwer¹⁾, T. Breiffeld²⁾, S. Winter²⁾, F. Walther¹⁾, ¹⁾ 1 Lehrstuhl für Werkstoffprüftechnik (WPT), Technische Universität Dortmund, ²⁾ Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), Chemnitz

Einfluss von Schneidtechnologien auf das Ermüdungsverhalten des Cellulosematerials Cottonid

Die Etablierung von neuen Schneidverfahren zur Herstellung von Bauteilen aus dem Reincellulosewerkstoff Cottonid stellt eine essenzielle Voraussetzung für die Erweiterung des Einsatzfeldes zur Substitution erdölbasierter Kunststoffe dar. Derzeit werden hierzu vorwiegend Stanzverfahren angewendet. Um den Einfluss der Randschichtqualität auf die mechanische Leistungsfähigkeit von homogenem und geleimtem Cottonid zu charakterisieren, wurden Proben durch Fräsen, Laserstrahl-, Wasserstrahl- und Scherschneiden angefertigt. Anschließend wurden die mechanischen Eigenschaften mittels zyklischer 3-Punkt-Biegeversuche geprüft. Zur Bewertung der Mikrostruktur und Schädigungsevolution im Volumen wurden intermittierende computertomographische und vor-/nachgelagerte-lichtmikroskopische Analysen durchgeführt. Durch Anpassung der Herstellungsverfahren konnte bspw. die Biegespannung bei Bruch nach Anpassung des Schneidspaltes beim Scherschneiden an homogenem Cottonid um 31% und bei geleimtem, wasserstrahl-geschnittenem Cottonid um 28% im Vergleich zur gefrästen Kondition verbessert werden.

9:30 – 10:00

C. Moers, Chr. Dresbach
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

Charakterisierung und Modellierung der Ermüdungslebensdauer von hochreinen Aluminiumdickdrähten der Leistungselektronik

Überall dort wo in elektronischen Anwendungen Ströme und Leistungen übertragen werden müssen, wie z.B. in Wechselrichtern und Motor- und Getriebesteuerungen, kommen hochreine Aluminiumdickdrähte (mind. 99,99-99,999%) mit Durchmessern zwischen 125 µm und 500 µm zum Einsatz. In Form von Brücken verbinden die Drähte verschiedene Substratmaterialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten miteinander. Im Betrieb führt dies in Kombination mit den elektrischen Spannungen, korrosiven Medien und zyklischen mechanischen und thermischen Belastungen zu einer Ermüdungsbelastung an den Drähten und damit zu einem frühzeitigen Versagen des Bauteils. Rein konstruktiv kann das Versagen der Drähte aktuell noch nicht komplett verhindert oder vorhergesagt werden. Zudem befasst sich aktuelle Literatur mehrheitlich mit den Drahtbrücken und weniger mit dem Drahtmaterial an sich. Aus diesem Grund steht das Ermüdungsverhalten des Drahtmaterials im Fokus dieser Betrachtung. Der vorliegende Vortrag stellt die experimentellen Ergebnisse umfangreicher Ermüdungsuntersuchungen eines Aluminiumdickdrahts mit 300 µm Durchmesser für verschiedene positive Lastverhältnisse zwischen R=0.1 und R=0.7 dar, sowie das daraus entwickelte Modell zur Lebensdauervorhersage und seiner Übertragung auf andere Aluminiumdickdrähte.

10:00 – 10:30

N. Likhareva¹⁾, V. Ventzke¹⁾, F. Dorn¹⁾, Th. Federrath²⁾,
J. Rigau²⁾, N. Kashaev¹⁾ ¹⁾ *Institute of Materials and Process Design, Laser Processing and
Structural Assessment Department, Helmholtz-Zentrum Hereon*
²⁾ *Albert Hodel GmbH, Hommeswiese 75, D-57258 Freudenberg*

Fatigue characteristics improvement of the TIG welded specimens using laser shock peening

The fatigue characteristics of welded joints can be significantly improved through laser shock peening (LSP), an advanced surface engineering technology that introduces high and deep compressive residual stresses which counteract the tensile stresses generated during welding. The present research aims to investigate the influence of LSP on the fatigue performance of Tungsten Inert Gas (TIG) welded 316L stainless steel with a T-joint geometry. Analysis of the residual stress profiles revealed that LSP effectively induces substantial compressive residual stresses within the base material. Fatigue testing showed that LSP improves the fatigue strength of the welded specimens by 25%, providing the highest reliability. The results demonstrate that LSP can be considered a promising repair approach for pre-damaged welded joints.

10:30 – 11:00 Kaffeepause**11:00 – 11:30**

F. Tegeeder, Lennart Scholl, Christoph Broeckmann
IWM, RWTH Aachen University

Beschreibung des Rissfortschrittverhaltens von karbidreichen Werkzeugstählen

Karbidreiche Werkzeugstähle werden in hochbeanspruchten Umform- und Zerspanungswerkzeugen eingesetzt, bei denen Ermüdungsschäden mit hohen Stillstandskosten verbunden sind. Bisher erfolgt die Lebensdauervorhersage überwiegend mit defektbasierten Konzepten nach Murakami, Sohar oder Scholl, die lokale Härte und Defektgrößen (Karbidcluster, Poren, Einschlüsse) berücksichtigen. Diese Ansätze beschreiben den Anriss, bilden das anschließende Risswachstum bis zum Versagen jedoch nur eingeschränkt ab. In dieser Arbeit wird daher ein bruchmechanischer Ansatz zur Ermüdungsbewertung karbidreicher Werkzeugstähle konzipiert. Hierzu werden Risswachstumsversuche an CT-Proben aus Schnellarbeitsstählen (M2/M3) und Kaltarbeitsstahl (D2) durchgeführt, jeweils in Blockguss- und PM-Variante. Die Versuchsreihen umfassen unterschiedliche Härtezustände sowie verschiedene Spannungsverhältnisse R, um den Einfluss des Gefüges, der Wärmebehandlung und der Mittelspannung systematisch zu erfassen. Auf Basis dieser Daten wird eine werkstoffspezifische Beschreibung des Risswachstums mithilfe der NASGRO-Gleichung formuliert. Die hierfür erforderlichen Parameter werden aus Risswachstumsversuchen in verschiedenen ΔK -Bereichen und bei variierenden Spannungsverhältnissen R bestimmt. Als Alternative zur konventionellen Kalibrierung und Parameterbestimmung der NASGRO-Gleichung wird ein Konzept vorgestellt, bei dem gezielte, repräsentative Risswachstumsversuche mit vorhandenen defektbasierten Erkenntnissen verknüpft werden. Dadurch soll durch Analogiebetrachtung zwischen vergleichbaren Werkstoffen und Zuständen auf NASGRO-Parameter geschlossen werden und

so der experimentelle Aufwand reduziert werden können. Es wird diskutiert, inwieweit sich eine konsistente und gleichzeitig praxistaugliche Beschreibung des Ermüdungsrischwachstums karbidreicher Werkzeugstähle für verschiedene Härte- und Belastungsniveaus bereitstellen lässt.

11:30 – 12:00

F. Tadross, *Lehrstuhl für Werkstoffkunde, RPTU Kaiserslautern-Landau*

Analyse des Zusammenhangs zwischen Verschleiß- und Ermüdungseigenschaften kryogen behandelte hochlegierter Werkzeugstähle mittels zyklischer Indentation

Die Lebensdauer von Werkzeugen aus hochlegierten Werkzeugstählen wird durch ihre Härte und Zähigkeit bestimmt, welche durch kryogene Behandlungen bei bis zu -196°C (DCT) gesteigert werden können. Zur Optimierung der entsprechenden Prozessparameter ist jedoch ein hoher Aufwand nötig, insbesondere bei Berücksichtigung des für den Werkzeugeinsatz relevanten zyklischen Verformungsverhaltens. Dementsprechend wurde in dieser Arbeit die Anwendbarkeit der auf instrumentierter zyklischer Eindringprüfung (IZE) basierenden Methodik PhyBaLCHT zur Charakterisierung verschieden kryogen behandelte Proben aus Vanadis 4E untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine starke Korrelation zwischen dem in IZE und in Ermüdungsversuchen ermittelten Verformungsverhalten. Zudem wurde in den Ermüdungsversuchen eine gesteigerte Defekttoleranz für die kryogen behandelte Proben im Vergleich zu konventioneller Wärmebehandlung festgestellt.

12:00 – 12:30

F. Weber¹, F. Tegeder¹, L. Horbach¹, G. Walker², A. Rimmer², Chr. Broeckmann¹

¹IWM, RWTH Aachen University

²ADI Treatments Ltd., Doranda Way, West Bromwich, West Midlands

Vorhersage der Ermüdung von ausferritischen Gusseisen mit analytischen und explorativen datengetriebenen Ansätzen

Ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit (ADI) wird zunehmend für Gusseisenanwendungen in Windkraftanlagen in Betracht gezogen, wo eine zuverlässige Vorhersage der Dauerfestigkeit unerlässlich ist. Bestehende Auslegungsrichtlinien, wie etwa die FKM-Richtlinie, stützen sich auf vereinfachte Korrelationen zwischen Zugfestigkeit und Dauerfestigkeit, die für ADI nur eine begrenzte Vorhersagegenauigkeit aufweisen. Die vorliegende Studie begegnet dieser Lücke durch die Kombination experimenteller mechanischer Charakterisierung, analytischer defektbasierter Dauerfestigkeitsabschätzung sowie eines explorativen datengetriebenen Ansatzes mittels XGBoost-Regressionsmodellen. Eine ADI-Güte EN-GJS-900-8 wurde unter einachsiger Wechselbiegebeanspruchung (AF) sowie unter umlaufender Biegeermüdung (RBF) charakterisiert. Auf Basis einer Bruchflächenanalyse wurden analytische Vorhersagemodelle aus der Literatur bewertet. Auf Basis eines umfassenden literaturgestützten Datensatzes, der 149 quasistatische und 129 Ermüdungsversuchsergebnisse aus 27 Studien umfasst, wurde ein XGBoost-Regressionsmodelle trainiert. Es wurden Bestimmtheitsmaße von $R^2 > 0,8$ für quasistatische Eigenschaften erreicht, während die Vorhersage der Dauerfestigkeit begrenzt blieb ($R^2 \approx 0,2-0,8$), was vornehmlich auf fehlende defekt- und geometriebezogene Merkmale zurückzuführen ist. Die Studie zeigt, dass XGBoost ein potenziell geeignetes Werkzeug zur Vorhersage der Dauerfestigkeit von ADI allein auf Basis chemischer Zusammensetzung und Prozessparameter darstellt, und hebt gleichzeitig hervor,

dass zukünftige Modelle Merkmale im Zusammenhang mit den Defektpopulationscharakteristika sowie geometrischen Größeneffekten berücksichtigen müssen, um eine hinreichende Vorhersagegenauigkeit zu erreichen.

12:30 – 13:00

G. Klenk,

MPA, Universität Stuttgart

Experimentelle und numerische Untersuchung der mehrachsigen Ermüdung geschweißter Großbauteile

Die betriebliche Realität geschweißter Großbauteile im Stahl- und Schwermaschinenbau ist häufig durch mehrachsige Spannungszustände geprägt. Dennoch beruhen gängige Ermüdungsnachweise überwiegend auf einachsigen Wöhlerlinien und vereinfachten Bewertungskonzepten. Ziel des vorgestellten Forschungsprojekts ist daher die experimentelle und numerische Untersuchung der mehrachsigen Ermüdung geschweißter Großbauteile mit dem Fokus auf hochfeste Stähle. Im experimentellen Teil werden großformatige, repräsentative Schweißproben zunächst unter einachsiger Belastung charakterisiert. Darauf aufbauend erfolgen systematische Versuche unter überlagerten Normal- und Schubspannungen. Hierfür kommt eine neu entwickelte biaxiale Prüfmaschine im MN-Lastbereich zum Einsatz, die eine realitätsnahe Abbildung komplexer Beanspruchungszustände ermöglicht. Neben der Bestimmung von Wöhlerlinien werden Rissinitiierung, Rissausbreitungsrichtung sowie Versagensmechanismen analysiert.

Parallel hierzu werden numerische Simulationen durchgeführt, um lokale Spannungs- und Dehnungszustände im Naht- und Kerbbereich detailliert zu erfassen. Auf dieser Grundlage wird ein Bewertungsansatz auf Basis der Methode der kritischen Schnittebenen entwickelt. Ziel ist die Ableitung eines physikalisch motivierten, experimentell validierten Ermüdungskriteriums für mehrachsig beanspruchte Schweißdetails. Die Ergebnisse sollen einen Beitrag zur realitätsnahen Lebensdauerbewertung geschweißter Großbauteile leisten und perspektivisch in weiterentwickelte Nachweiskonzepte für den Stahlbau überführt werden.

13:00 – 13:15

Verabschiedung: Herr Prof. Krupp, Herr Prof. Biallas, Herr Prof. Starke