

Programm der Herbstsitzung 2018 der DGM/DVM-AG Materialermüdung

am 25. und 26. Oktober 2018 an der Technischen Universität Dortmund

Donnerstag, 25. Oktober 2018

13:00

F. Walther (TU Dortmund), U. Krupp (RWTH Aachen), G. Biallas (HAW Hamburg)
Begrüßung – Organisatorisches – Vorstellung der TU Dortmund und des Fachgebiets Werkstoffprüftechnik (WPT) der TU Dortmund

Vorträge 13:30 bis 14:50 Uhr im Rahmen des MibaLeb-Symposiums

13:30

T. Schopf, L. Stumpfrock, S. Weihe (MPA Stuttgart)

MibaLeb: Ermüdungsversuche im LCF-Bereich unter Siedewasserreaktor-Mediumsbedingungen zur Ertüchtigung der StrainLife-Methode

Im Verbundprojekt "MibaLeb" besteht die zentrale Aufgabe der MPA Stuttgart darin, die StrainLife-Methode durch Bereitstellung von experimentellen Daten aus LCF-Versuchen unter Labor und Siedewasserreaktor-Mediumsbedingungen zu validieren. Zur Grundcharakterisierung des Ermüdungsverhaltens wurden Versuche durchgeführt und der bereits bestehenden Datenbasis gegenübergestellt. Aus diesen Ergebnissen wurden Versuchsparameter für die weitere Versuchsdurchführung abgeleitet. Für die Untersuchungen unter Mediumsbedingungen wurde ein bestehendes Autoklavensystem weiterentwickelt, wodurch zerstörungsfreie Messmethoden bei 70 bar und 240 °C integriert werden können, welche in situ physikalische Messgrößen generieren. Diese Einrichtung wurde genutzt um Versuche unter Luft und unter Mediumsbedingungen mit zeitgleicher Aufzeichnung beispielsweise des elektrochemischen Potentials durchzuführen.

13:50

F. Maci, M. Jamrozy, F. Walther (WPT, TU Dortmund)

MibaLeb: Wechselverformungsverhalten des austenitischen Stahls X6CrNiNb18-10 bei Raumtemperatur und unter kernkraftwerksrelevanten Temperaturen

Zur Bewertung der verbleibenden Einsatzdauer von betriebsbeanspruchten Komponenten in Kernkraftwerken wurde das Ermüdungsverhalten des austenitischen Stahls X6CrNiNb18-10 (1.4550) im Ausgangs- und Alterungszustand untersucht. Die Alterung erfolgte bis zur Hälfte der Lebensdauer von 15.725 Lastspielen bei einer Totaldehnungsamplitude von 0,3 % unter einer konstanten Dehnrates von 0,4 %/s und einer Temperatur von 240 °C bei $R_{\epsilon} = -1$. Diese Materialzustände wurden im Folgenden isotherm bei Temperaturen von 240 °C und 300 °C in totaldehnungskontrollierten Dehnungssteigerungs- und Einstufenversuchen bis zum Bruch geprüft. Im Vergleich zum Ermüdungsverhalten bei Raumtemperatur konnte ein signifikanter Einfluss der Temperatur für beide Materialzustände festgestellt werden.

14:10

R. Acosta, C. Boller (LZfPQ, Universität des Saarlandes), P. Starke (WWHK, Hochschule Kaiserslautern)

MibaLeb: Zerstörungsfreie Prüfverfahren als Quelle neuer Eingangsgrößen für das StrainLife-Verfahren im Hinblick auf die Restlebensdauerbewertung alternder metallischer Werkstoffe und Komponenten in der Energietechnik

Mit Hilfe des entwickelten Kurzzeitverfahrens StrainLife wird mit einer geringen Anzahl an totaldehnungskontrollierten Ermüdungsversuchen eine komplette Wöhlerlinie erzeugt. Die traditionell benutzte Dehnungsinformation zur Charakterisierung von Beanspruchungs- und Schädigungszuständen ist hierbei nur eine von einer Vielzahl weiterer möglicher Parameter, wie sie über alternative Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) gewonnen werden können. Diese Parameter gewinnen vor allem dann

an Bedeutung, wenn die Betrachtungen noch zusätzlich auf das Medium der Betriebsbedingungen erweitert werden können. In diesem Beitrag wird neben StrainLife die Entwicklung und Ertüchtigung eines auf die vorliegenden Betriebsbedingungen abgestimmten Magnetfeldsensors veranschaulicht und auf die damit für StrainLife generierten Daten eingegangen, mit denen eine Restlebensdauerbewertung der vorgenannten Komponenten ermöglicht werden kann.

14:30

K. Heckmann, J. Sievers (GRS, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit)

MibaLeb: Weiterentwicklung der Analysemethoden zur Lebensdauerbestimmung von Ermüdungsproben und Untersuchungen zur Rissbildung

Das Erreichen der Ermüdungslebensdauer eines Bauteils bei niedrig zyklischer Beanspruchung ist durch Anrissbildung gekennzeichnet. In der Bewertung ist somit der Übergang zwischen einer Ermüdungsanalyse der ungeschädigten Struktur zu einer bruchmechanischen Berechnung gegeben. Im Verbundprojekt "MibaLeb" wurden von der GRS zunächst die Analysemethoden zur Lebensdauerbestimmung am Beispiel von Ermüdungsproben weiterentwickelt, indem die StrainLife-Methode in das GRS-Programm PROST implementiert wurde. Die gut instrumentierten Proben erlauben es, Annahmen zur Anrissbildung zu überprüfen und zu präzisieren. Dazu werden die Veränderungen der Lastamplituden der totaldehnungskontrollierten Ermüdungsversuche in Relation zu Anrissgeometrien und Anrissgrößen gesetzt, um eine entsprechende Korrelation zu entwickeln. Erste fraktografische Untersuchungen wurden an Proben, die bei definierten Lastspielzahlen aufgebrochen wurden, von der MPA Universität Stuttgart und dem WPT der TU Dortmund durchgeführt. Mit einfachen geometrischen Abschätzungen sowie numerischen Simulationsergebnissen wurde für einen Lastabfall von 25 % eine Anrissstiefe von 3-5 mm abgeschätzt, was im Einklang mit den fraktografischen Auswertungen steht.

14:50-15:15 Kaffeepause

15:15

L. Samfaß, F. Walther (TU Dortmund)

Mikromagnetische Detektion des Einflusses umformtechnisch induzierter Schädigung auf das Ermüdungsverhalten des Stahls 16MnCrS5

Beim Umformprozess können Werkstücke eine duktile Schädigung erfahren, deren Einfluss auf die Lebensdauer sich erst bei der späteren Beanspruchung zeigt. Zur Untersuchung des Einflusses dieser duktilen Schädigung auf das Verhalten bei Schwingbelastung wurden 16MnCrS5-Proben, die zuvor mit verschiedenen Parametern umgeformt wurden, in instrumentierten Laststeigerungs- (LSV) und Einstufenversuchen (ESV) untersucht. Als Werkstoffreaktionsgrößen wurden die plastische und totale Dehnung, die verformungsinduzierte Temperaturänderung und die gleichstrombasierte Widerstandsänderung gemessen und mit der im Umformprozess induzierten Schädigung korreliert. In unterbrochenen Versuchen wurden mikromagnetische Kenngrößen erfasst, um auf die Eigenspannungen und magnetische Härte zu schließen. Die Kombination von LSV und ESV mit mikromagnetischer Messtechnik ist exzellent geeignet, um die Bedeutung des kaltmassiven Umformens auf das Ermüdungsverhalten zu untersuchen und den Einfluss der Umformparameter (Umformgrad und Schulteröffnungswinkel) hinsichtlich Ermüdungs- und Schädigungsmechanismen zu separieren.

15:40

S. Brück, H.-J. Christ, V. Schippl, C.-P. Fritzen (Uni Siegen)

Wasserstoffeinfluss auf das Ermüdungsverhalten von austenitischen und martensitischen Edeltählen

Diese Arbeit untersucht den Einfluss einer Wasserstoffvorbelastung auf die Ermüdungseigenschaften zweier metastabiler austenitischer und eines martensitischen Edeltahls, die im Automobilbau für stark beanspruchte Bauteile mit Kontakt zu Wasserstoff eingesetzt werden. Das Ziel der Arbeit ist die Charakterisierung der dominierenden Wasserstoffversprödungsmechanismen, welche zu einem beschleunigten Risswachstum während der Materialermüdung führen. Dabei wird der Einfluss der Wasserstoffvorbelastung auf die Rissinitiierung und das Risswachstum untersucht. Hierfür werden Ermüdungsversuche mit vorbelasteten Proben sowie als Referenz mit unbelasteten Proben im LCF/HCF-Bereich durchgeführt. Die Beobachtung erfolgt mit Hilfe eines Fernfeldmikroskops. Einzelne Versuche werden darüber hinaus an einem piezogetriebenen in-situ Prüfsystem durchgeführt. Dieses erlaubt die in-situ Rissbeobachtung sowohl in einem analytischen REM als auch in einem konfokalen Lasermikroskop.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wasserstoffvorbelastung einen starken Einfluss auf die Risswachstumsrate der untersuchten Materialien hat. Die Martensitbildung in den austenitischen Edelstählen ist stärker auf die Umgebung des Risses beschränkt und die Risswachstumsgeschwindigkeit wird bei allen untersuchten Edelstählen durch die Wasserstoffvorbelastung erhöht. Die Charakterisierung der unterschiedlichen Rissstadien deutet auf ein kombiniertes Auftreten der Wasserstoffmechanismen HELP und HEDE hin.

16:05

F. Bülbül, H.-J. Christ (Uni Siegen) T. Kirsten, M. Zimmermann (TU Dresden) M. Wicke, A. Brückner-Foit (Uni Kassel)

Risswachstumsverhalten von Aluminiumknetlegierungen unter zyklischer Beanspruchung im Bereich Very High Cycle Fatigue

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Rissinitiierung im Bereich "Very High Cycle Fatigue" (VHCF) ins Materialinnere verlagert. Das Langrisswachstum im Materialinneren ist derzeit nicht vollständig erforscht und soll durch Risswachstumsexperimente im Vakuum nachgebildet werden. Die Ultraschallprüftechnik ausgestattet mit einer speziell angefertigten Vakuumprobenkammer und einem Vorlastrahmen ermöglicht es, die VHCF-Langrissausbreitung im Vakuum im Zugschwellbereich zu untersuchen. Bisherige Ergebnisse aus den Rissausbreitungsexperimenten im Vakuum bei einem Spannungsverhältnis von $R = -1$ der Aluminiumknetlegierung EN-AW 6082 im maximal ausscheidungsgehärtet (ma) Zustand zeigen, dass die VHCF-Langrissausbreitung ($\Delta\sigma/2 = 120$ MPa) über die gesamte Beobachtungsfläche durchgehend schubspannungsgesteuert stattfindet. Damit unterscheidet sich die VHCF-Langrissausbreitung im Vakuum bei diesem Legierungszustand signifikant vom bisher bekannten Langrisswachstum (Low Cycle Fatigue bzw. High Cycle Fatigue). Der Schwerpunkt in dieser Arbeit liegt, insbesondere für die Aluminiumknetlegierung EN-AW 6082 (ma), in der Untersuchung des Einflusses der Mittelspannung auf die VHCF-Langrissausbreitung im Vakuum.

16:30

D. Trinkel (RWTH Aachen University)

Synthetische Wöhlerlinien – Eisenguss

Ziel des Forschungsprojektes ist die Bereitstellung einer Bemessungsmethode auf Basis synthetischer Wöhlerlinien für Eisengusswerkstoffe, die eine relevante Bewertung der zulässigen lokalen zyklischen Beanspruchbarkeit von Gusseisen-Bauteilen auch unter der Maßgeblichkeit herstellungsbedingter Eigenschaftsunterschiede durch die Gießverfahren sowie Bauteilgrößeneinfluss bietet. Dabei sollen gebräuchliche Bemessungsgrundlagen in den Auslegungsrichtlinien anhand experimenteller Untersuchungen an Eisenguss-Legierungen nach dem Stand der Technik überarbeitet und durch Betriebsfestigkeitsmethoden zur Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren ergänzt werden.

16:45

C. Ripplinger (RWTH Aachen University)

Einfluss lokaler Plastizität auf die Dauerfestigkeit von GJS Bauteilen

Die Richtlinien zur Auslegung von Komponenten in Windkraftanlagen erlauben plastische Verformungen von Bauteilen aus Sphäroguss nur in engen Grenzen oder untersagen diese gänzlich. Diese Beschränkung bei der Auslegung steht im Widerspruch zu den Felderfahrungen von Getriebeherstellern und Windenergieanlagenbetreibern. Daher ist das Ziel der Forschung ungenutzte Werkstoffreserven bei Sphäroguss zu erschließen. Dazu werden die Güten GJS-400-18, GJS-500-7 und GJS-700-2 als repräsentative Vertreter des Spektrums an Sphäroguss-Werkstoffen in Windenergieanlagen untersucht. Um das Forschungsziel zu erreichen soll eine GJS-spezifische Grenze von plastischen Vorverformungen im Vorfeld einer anschließenden HCF-Beanspruchung definiert werden. Zusätzlich sollen die gewonnenen Erkenntnisse in ein Stützzahlkonzept im Rahmen der FKM-Richtlinie implementiert werden. In diesem Vortrag wird der aktuelle Stand der Untersuchungen dargelegt und erste Ergebnisse vorgestellt.

17:00-18:00 Uhr: Möglichkeit der Laborbesichtigungen am Fachgebiet Werkstoffprüfung (WPT) der TU Dortmund

19:00 Uhr: Besichtigung der Hausbrauerei Hövels mit gemeinsamen Abendessen

Freitag, 26. Oktober 2018

8:30

D. Priestersbach, S. Averbek, E. Kerscher (TU Kaiserslautern)

Mikrostrukturveränderungen durch zyklische Beanspruchung in hochfesten Stählen

In hochfesten Stählen werden bei manchen zyklischen Beanspruchungen Mikrostrukturveränderungen hin zu lokal sehr feinkörnigen Bereichen beobachtet, die mit einer Rissbildung einhergehen können. Prominente Beispiele hierfür sind die Bildung der sogenannten Fine Granular Area (FGA) bei hochzyklischer Zug-Druck-Beanspruchung und die Entstehung von White Etching Cracks (WEC) in Wälzlagern. In beiden Fällen bilden sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften vergleichbare ultrafeinkörnige Bereiche entlang der Rissufer, deren Entstehungsmechanismen und Auswirkungen auf die Ermüdung noch immer umstritten sind. Im Rahmen des Vortrags werden sowohl FGA-Risse aus VHCF-Zug-Druckversuchen als auch WEC-Risse aus zyklischen Druck-Torsionsversuchen fraktographisch und bruchmechanisch analysiert, um mögliche Gemeinsamkeiten der beiden Bildungsmechanismen identifizieren zu können. In beiden Fällen zeigt sich, dass die Größe der neu gebildeten feinkörnigen Bereiche in der gleichen Größenordnung wie die plastische Zone an der Risspitze ist. Basierend auf diesen Ergebnissen wird ein einheitlicher Bildungsmechanismus für FGA und WEC vorgeschlagen: Rissinitiierung durch plastizitätsinduzierte Feinkornbildung.

8:55

M. W. Klein (Lehrstuhl für Werkstoffkunde, TU Kaiserslautern)

Einfluss der Oberflächenmorphologie auf das zyklische Verformungsverhalten von hochmanganhaltigem TWIP-Stahl

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Einfluss der Oberflächenmorphologie auf das zyklische Verformungsverhalten des metastabilen austenitischen HSD@600 TWIP-Stahls. Dieser Stahl hat das Legierungskonzept Mn-Al-Si und zeigt eine austenitische Mikrostruktur mit verformungsinduzierter Zwillingbildung bei Raumtemperatur. Vier verschiedene Oberflächenmorphologien wurden untersucht: Anlieferungszustand mit einer sog. Walzhaut an der Oberfläche, nach Gleichlaufräsen, nach Gegenlaufräsen und poliert. Die Eigenschaften dieser Morphologien variieren beträchtlich in Sachen Topographie, Phasenzusammensetzung, Eigenspannungszustand und Mikrostruktur, was durch röntgenographische (XRD), fokussierte Ionenstrahl (FIB) und konfokal mikroskopische Untersuchungen charakterisiert wurde. Der HSD@600 wurde mit den benannten Morphologien im LCF und HCF Bereich ermüdet. Neben dem Wechselverformungsverhalten wurden auch der Einfluss der Versuchsfrequenz und die damit verbundene unterschiedlich ausgeprägte Selbsterwärmung der Proben auf das Verhalten des Stahls untersucht. Die Ergebnisse zeigen einen ausgeprägten Einfluss der Absoluttemperaturen sowie der Oberflächenmorphologie auf das Wechselverformungsverhalten, vor allem im HCF Bereich.

9:20

N. Wegner, R. Scholz, D. Porchetta, M. Knyazeva, F. Walther (TU Dortmund)

In vitro-Kurzzeitmethode zur Bestimmung der Ermüdungseigenschaften von Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene (UHMWPE)

Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene (UHMWPE) wird im Bereich der Orthopädie weitläufig als Teil von Prothesen eingesetzt. Der aktuelle Stand der Forschung beinhaltet wenige *in vitro*-Untersuchungen des Ermüdungsverhaltens. Im Vortrag wird eine *in vitro*-Kurzzeitmethode, bestehend aus Mehr- und Einstufenversuchen, zur Bestimmung des Langzeitverhaltens von UHMWPE entwickelt. Der dazugehörige Prüfstand erlaubt eine Überlagerung aus medialer und mechanischer Belastung. Die Versuche werden in einer temperierten körperähnlichen Flüssigkeit sowie als Referenzzustand an Luft durchgeführt. Durch die Betrachtung von Hysteresiskennwerten während der Mehrstufenversuche wird eine Abschätzung der Ermüdungsfestigkeit, die zur Festlegung der Einstufenbeanspruchungen dient, ermöglicht. Sowohl vor als auch nach den Versuchen werden die chemische und mikromechanische Stabilität über FTIR-Spektroskopie und Ultra-Mikrohärtemessungen charakterisiert. Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den beiden Umgebungsbedingungen, sowohl das Ermüdungsverhalten als auch die Härtewerte werden durch die mediale Belastung entscheidend beeinflusst.

9:45-10:00 Kaffeepause

10:00

V. Fedorov, T. Uhlig, G. Wagner (TU Chemnitz)

Ermüdungsverhalten von AlSi10-gelöteten CrNi-Stahl/Aluminium-Mischverbunden

Aufgrund der Anforderungen an Gewichts- und Kostensenkung von Bauteilen besteht in vielen Industriebereichen ein erheblicher Bedarf artfremde Werkstoffe zu kombinieren. Durch die guten mechanischen Eigenschaften und die hohe Korrosionsbeständigkeit des CrNi-Stahls in Kombination mit dem geringen Gewicht und der hervorragenden Korrosionsbeständigkeit von Aluminiumlegierungen können Bauteile mit verbesserter Leistungsfähigkeit gestaltet werden. Im Vergleich zum Schweißen ermöglicht das Löten die Herstellung mehrerer hochwertiger Mischverbunde mit komplexer Geometrie in einem Arbeitsschritt bei niedrigeren Temperaturen. Die CrNi-Stahl/Aluminium-Mischverbunde werden durch Induktionslöten mittels des Lotwerkstoffes AlSi10 bei einer Löttemperatur von 600 °C erzeugt. Während der Anwendung müssen diese Verbunde eine hohe Anzahl von zyklischen Belastungen ertragen. Daher muss neben den quasistatischen mechanischen Eigenschaften insbesondere das Ermüdungsverhalten der Mischverbunde untersucht werden. Dabei kann eine zuverlässige und vollständige Lebensdauer vorhersage der gelöteten CrNi-Stahl/Aluminium-Mischverbunde nur erreicht werden, wenn die konstruktive Gestaltung der Lötverbindung sowie der Einfluss des sich zwischen dem Lötgut und dem CrNi-Stahl bildenden intermetallischen Phasensaums auf diese Eigenschaften berücksichtigt werden. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse von Zugscher- und Dauerschwingversuchen bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen dargestellt. Die zyklische Prüfung erfolgt an einem RUMUL-Resonanzpulsator unter kraftgesteuerten Bedingungen mit einem Spannungsverhältnis von $R = 0,1$. Die Bruchflächen und Querschnitte der geprüften Mischverbunde werden mittels REM untersucht, um die Schädigungsmechanismen hinsichtlich des Rissursprunges zu verstehen. Insbesondere werden die Rissinitiierung und -ausbreitung in Abhängigkeit von Zyklenzahlen berücksichtigt.

10:25

M. Nebe, C. Braun (Daimler AG), D. Hülsbusch, F. Walther (TU Dortmund)

Charakterisierung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens von Typ IV-Druckbehältern unter zyklischer Belastung

Die Untersuchungen befassen sich mit der Charakterisierung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens von Typ IV-Druckbehältern unter zyklischer Belastung. In einem neuartigen Druckbehälterprüfstand werden die Prüfkörper, bestehend aus Kunststoffliner und CFK-Struktur-laminat, einer hydraulischen Druckzyklusprüfung unterzogen. Mithilfe eines stereometrischen Mess-systems wird die Behälterdeformation bei definierten Druckzuständen dreidimensional erfasst und ausgewertet. Über eine integrierte Anordnung von Schalldrucksensoren werden auftretende akustische Ereignisse aufgenommen und mithilfe eines Delay-and-Sum-Beamforming-Algorithmus auf das 3D-Behältermodell kartiert. Zur erweiterten Schadensidentifikation werden die geprüften Druckbehälter mithilfe zerstörungsfreier Charakterisierungsmethoden wie der Computertomographie untersucht. Die Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung zukünftiger dauerzyklusfester Druckbehälter ein.

10:50

D. Görzen, B Blinn., M. Klein, D. Eifler, T. Beck (TU Kaiserslautern)

Untersuchung des Einflusses von Cu-Ausscheidungen auf das Verfestigungsverhalten in nano-strukturiertem Stahl mittels zyklischer Eindringprüfung

Durch Legieren von Stählen mit Cu kann infolge von Cu-Ausscheidungsbildung im nanoskaligen Bereich eine Erhöhung von Härte, Festigkeit und Verfestigungsvermögen mittels Ausscheidungshärtung erzielt werden. Während dieses Phänomen in der Vergangenheit bereits intensiv untersucht wurde, bestehen noch unzureichende Kenntnisse hinsichtlich des Kohlenstoffeinflusses auf die Ausscheidungskinetik der Cu-Ausscheidungen sowie deren genauen Wirkungsweisen auf die mechanischen Eigenschaften. Im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen wurde das auf zyklischer Eindringprüfung basierende Kompaktverfahren PhyBaLCHT genutzt, um mit Kupfer legierte Stähle zu charakterisieren. Zur Ermittlung der optimalen Prüfkraft für die Untersuchung der Wirkungsweisen der Cu-Ausscheidungen wurde der Einfluss einer Prüfkraftvariation auf die Resultate der zyklischen Eindringprüfung analysiert. Darauf aufbauend wurden drei wärmebehandelte Stähle mit unterschiedlichen Kohlenstoffgehalten und einem Kupfergehalt von 2 Ma.-% mittels PhyBaLCHT untersucht. Hierdurch wurden Wärmebehandlungsparameter identifiziert, bei denen durch Ausscheidungsverfestigung optimale mechanische Eigenschaften vorliegen.

11:15-11:30 Kaffeepause

11:30

S. Mrzljak, D. Hülsbusch, F. Walther (TU Dortmund)

Charakterisierung des temperaturspezifischen Ermüdungsverhaltens von glasfaserverstärktem Polyurethan mittels in situ Computertomographie

Die Umgebungstemperatur ist ein ausschlaggebender Einflussfaktor auf das Ermüdungsverhalten von Faserverbundkunststoffen. In diesem Vortrag wird die Charakterisierung des temperaturspezifischen Ermüdungsverhaltens von quasiisotrop glasfaserverstärktem Polyurethan (GF-PU) anhand von Mehr- und Einstufenversuchen in Kombination mit in situ Computertomographie (CT) vorgestellt. Betrachtet werden die Umgebungstemperaturen $T = 23\text{ °C}$, -30 °C und 70 °C . Um Self-Heating zu minimieren und dadurch zu anderen Werkstoffen vergleichbare Ergebnisse zu generieren, werden die Versuche mit angepassten Frequenzen durchgeführt. Die Ermittlung geeigneter Frequenzen erfolgt hierbei in Bezug auf eine zu realisierende, konstante Energiedichte pro Zeit. Die Versuchsergebnisse dienen dem Vergleich des temperaturspezifischen mechanischen Verhaltens (in Form der Hysterese-Entwicklung) sowie der Korrelation der mechanischen Kennwerte mit der Schädigungsentwicklung und Zuordnung zu den Schädigungsmechanismen. Auf Basis der Ergebnisse erfolgt eine steifigkeitsbasierte Lebensdauerabschätzung, wobei zu ergänzende Modellierungsaspekte für eine optimierte Lebensdauerabschätzung diskutiert werden.

11:55

H. Wu, C. Boller (Univ. des Saarlands), Peter Starke (Hochschule Kaiserslautern)

SteBLife – Ein Kurzzeitverfahren zur beschleunigten Ermittlung von (Trend-)Wöhlerkurven

Im Rahmen dieses Beitrages wird gezeigt, wie das Potenzial der ZfP mit einem neuen Kurzzeitverfahren kombiniert werden kann, um einen signifikanten Informationsgewinn hinsichtlich des Ermüdungsverhaltens bei gleichzeitiger Reduktion des experimentellen und finanziellen Aufwands zu erreichen. SteBLife ist ein Kurzzeitverfahren zur Berechnung von (Trend-)Wöhlerkurven, bei dem die Anzahl der Ermüdungsversuche auf drei bis fünf (SteBLife_{mtc}, mtc: multiple tests, trend curve und SteBLife_{msb}, msb: multiple tests, scatter bands) bis hin zu einem einzigen (SteBLife_{stc}, stc: single test, trend curve) reduziert werden kann. SteBLife_{msb} bietet zudem die Möglichkeit, Streubänder für verschiedene Ausfallwahrscheinlichkeiten zu berechnen, was gerade bei inhomogenen Werkstoffen von großem Interesse für die Anwendung sein kann. Das SteBLife-Verfahren wird am Beispiel des normalisierten Stahles C45E unter Einsatz magnetischer und thermometrischer Messverfahren vorgestellt.

12:20

S. Keller, M. Horstmann, N. Kashaev, B. Klusemann (Helmholtz-Zentrum Geesthacht)

Ermüdungsrisswachstumsvorhersage in durch Laser-Schock-Peening-Behandlung induzierten Eigenspannungsfelder

Laser Shock Peening (LSP) ist ein Oberflächenbehandlungsverfahren, welches dafür benutzt werden kann hohe Druckeigenspannungen relativ tief in Strukturen zu einzubringen. In dieser Arbeit wurde ein schrittweiser Simulationsansatz, auf Grundlage der Bruchmechanik, dafür benutzt das resultierende Ermüdungsrisswachstum in AA2024 Blechen für C(T)-Proben vorherzusagen. Anschließend wurden die berechneten risstreibenden Größen, die Spannungskonzentrationen unter Einfluss der Eigenspannungen, auf unbehandelte Proben aufgebracht um den Einfluss des LSP experimentell zu simulieren und das Berechnungskonzept zu validieren. Die Simulation wurde dafür verwendet die den Riss verlangsamenden und beschleunigenden Mechanismen zu untersuchen und Vorschläge für eine effektive Anwendung von LSP zu entwickeln. Insbesondere Riss-schließung, in relativ weiter Entfernung zur Riss-spitze und Zugeigenspannungen, welche aufgrund der Gleichgewichtsbedingung vorhanden sind.

12:45

B. Blinn, T. Beck (TU Kaiserslautern)

Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens additiv gefertigter Werkstoffstrukturen unter Verwendung physikalisch basierter Kurzzeitverfahren

Zur Realisierung komplexer anwendungsoptimierter Strukturen bietet die additive Fertigung Möglichkeiten, die weit über die Grenzen konventioneller Fertigungsverfahren hinausgehen. Um das Potential dieser innovativen Fertigungstechnologie auch für sicherheitsrelevante Strukturkomponenten nutzen zu können, ist eine vertiefte Kenntnis über das Ermüdungsverhalten additiv gefertigter Werkstoffe unerlässlich. In den hier präsentierten Untersuchungen wurde die Abhängigkeit des Ermüdungsverhaltens additiv gefertigter Strukturen aus dem austenitischen Edelstahl 316L von der Aufbaurichtung und der

chemischen Zusammensetzung des im Fertigungsprozess verwendeten Pulvers untersucht. Hierzu wurden mit Hilfe des Kurzzeitverfahrens PhyBaLLIT Wöhlerkurven im HCF-Bereich ermittelt und mit Hilfe vereinzelter Konstantamplitudenversuche validiert. Ferner wurde unter Verwendung der Kompaktmethode PhyBaLCHT das zyklische Verfestigungsvermögen der unterschiedlichen Werkstoffzustände untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die unterschiedlichen Aufbaurichtungen sowie die chemischen Zusammensetzungen die Steigungen der Wöhlerkurven im HCF-Bereich beeinflussen.

Anschließend:

U. Krupp, G. Biallas: Abschließende Diskussion – nächste Sitzungen

Mittagsimbiss und Ende der Sitzung