

01/15



Newsletter

Inhalt

Vorwort.....	1
Abteilung „Berechnung“	2
Referat „Werkstoffsimulation“	3
Referat „Schweiß- und Fügesimulation“	3
Referat „Numerische Bauteilanalyse“	4
Referat „Festigkeits- und Integritätsbewertung“	4
Forschungsschwerpunkt Ermüdungsfestigkeit	5
Modellierung des Widerstandspunktschweißprozesses ultrahochfester Stähle	9
Referenzen (Auszug).....	10
Verschiedenes	11
Veranstaltungskalender	12
Impressum	12
Vorschau:.....	12

Vorwort

In diesem Newsletter werden die Arbeitsgebiete, Möglichkeiten und ausgewählte Forschungsarbeiten der Abteilung „Berechnung“ vorgestellt. Die Abteilung ist dem Fachbereich „Berechnung, Auslegung und Betriebsverhalten“ zugeordnet. Sie führt insbesondere anwendungsorientierte Forschungsarbeiten zum vertieften Verständnis des Werkstoff- und Bauteilverhaltens unter den teilweise sehr komplexen realen Einsatzbedingungen, auch mit Hilfe numerischer Simulationen, durch. Durch die Verbindung zum Höchstleistungsrechenzentrum (High Performance Computing Center Stuttgart, HLRS) steht eine Rechenleistung zur Verfügung, mit der auch anspruchsvollste Simulationsaufgaben gelöst werden können. Bei der Entwicklung und Anwendung von Berechnungsmodellen wird großer Wert auf deren Verifikation durch begleitende experimentelle Untersuchungen gelegt. Dies erfordert häufig auch den Aufbau spezieller Versuchseinrichtungen, wie in den nachfolgenden Beiträgen gezeigt wird. Durch die enge Zusammenarbeit mit den verschiedenen Prüfabteilungen und deren vielfältigen experimentellen Möglichkeiten können so auch sehr komplexe Berechnungsmodelle durch entsprechende experimentelle Untersuchungen validiert und weiterentwickelt werden.

Ihre MPA Universität Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht

Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe



Abteilung „Berechnung“

Die Abteilung Berechnung gliedert sich in die Fachreferate „Werkstoffsimulation“, „Schweiß- und Fügésimulation“, „Numerische Bauteilanalyse“ sowie „Festigkeits- und Integritätsbewertung“.

Die Tätigkeitsfelder der Abteilung Berechnung umfassen die gesamte Bandbreite von der Modellierung des mikrostrukturellen Werkstoffverhaltens, der Simulation von Herstellprozessen bis hin zur Bewertung der Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagenteilen.

Dabei werden Themenstellungen bearbeitet, die alle Phasen der Lebensdauer eines Bauteils betreffen, wie Aspekte des Designs und der Auslegung, des Herstellprozesses, der Qualitätssicherung bei der Herstellung, der Betriebsfestigkeit und Integrität von im Betrieb befindlichen Bauteilen, der zustandsorientierten Instandhaltung und von Alterungsphänomenen bis hin zum möglichen Versagensverhalten bei zunehmender Bauteilschädigung.

In den letzten Jahren bildeten vor allem Fragen der Werkstoffermüdung und der Betriebsfestigkeit von Anlagenteilen einen großen Forschungsschwerpunkt. Hierzu wurden mehrere umfangreiche Forschungsprojekte durchgeführt, von denen wir Ihnen in diesem Newsletter einige vorstellen werden.

Die Mitarbeiter der Abteilung sind in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien tätig.

Auch die Ausbildung von Studierenden ist uns ein wichtiges Anliegen. In zahlreichen Bachelor- und Masterstudiengängen der Universität Stuttgart bringen wir unsere Erfahrungen aus der Tagesarbeit in die Vorlesungen mit ein.

Darüber hinaus möchten auch unsere Fachreferate die Gelegenheit nutzen, Ihnen hier einen kurzen Einblick in ihre Arbeitsgebiete zu geben.

Ihre Abteilung Berechnung

Dipl.-Ing. Xaver Schuler

Leiter der Abteilung

„Berechnung“

Dipl.-Ing. Xaver Schuler

xaver.schuler@mpa.uni-stuttgart.de

**Leiterin des Referats
„Werkstoffsimulation“:**
Dr. rer. nat. Ewa Soppa
ewa.soppa@mpa.uni-stuttgart.de

Referat „Werkstoffsimulation“

Die Notwendigkeit von maßgeschneiderten Werkstoffen ist zukünftig für Bauteile im Ingenieurbereich von herausragender Bedeutung. Ohne diese Werkstoffe sind leichte, belastbare und zuverlässige Bauteile und Maschinen nicht realisierbar. Im Referat „Werkstoffsimulation“ werden Zusammenhänge zwischen dem Aufbau der Werkstoffe auf der atomaren- und Mikroebene untersucht, um das Werkstoffverhalten für eine numerische Simulation zugänglich zu machen.

Die heutigen Möglichkeiten der Computertechnik erlauben es zunehmend, teure und langwierige Experimente durch numerische Simulation virtuell durchzuführen. Voraussetzung dafür ist, dass die Modelle die zu simulierende reale Situation richtig erfassen und die maßgebenden Phänomene beinhalten. Im Fall der Werkstoffsimulation erfordert dies die Kenntnis der Mikrostruktur und deren Veränderungen unter bestimmten äußeren Bedingungen, wie z. B. mechanische und thermische Belastungen oder Mediumsbedingungen. Dabei wird der Werkstoffaufbau auf der atomaren und der Mikroebene untersucht, um den Zusammenhang zwischen der Mikrostruktur und dem makroskopischen Werkstoffverhalten zu verstehen und in einem Werkstoffmodell abzubilden. Die Forschungsarbeiten werden im Rahmen von DFG, BMWi und BMBF geförderten Projekten durchgeführt.

Referat „Schweiß- und Fügesimulation“

Leiter des Referats „Schweiß- und Fügesimulation“:
Dipl.-Ing. Philipp Rettenmeier
philipp.rettmeier@mpa.uni-stuttgart.de

Schwerpunkte des Referats bilden sowohl schweißtechnische Aufgabenstellungen (Schweißbarkeit, Auswahl von Schweißverfahren, Identifikation von stabilen Prozessfenstern) als auch Prüfungen von Schweißverbindungen wie z.B. Thermografie- und Übergangswiderstandsmessungen. Ein weiteres Kompetenzfeld stellt die numerische Berechnung von mechanischen Schweißverfahren (z.B. Rührreißschweißen) sowie von Schmelzschweißverfahren (z.B. Widerstandsschweißen, MIG, MAG, Laserschweißen) dar. Zudem werden für Industriekunden Festigkeits- und Ermüdungsbewertungen von geschweißten und nichtgeschweißten Bauteilen anhand verschiedener Regelwerke durchgeführt.

Ein Forschungsschwerpunkt stellt die numerische Simulation von Schweißprozessen dar. Aktuelle Forschungsaktivitäten befassen sich insbesondere mit dem Verhalten hochfester Stähle beim Widerstandspunktschweißen sowie mit der numerischen Simulation des Rührreißschweißprozesses.

Mehrere Forschungsvorhaben auf dem Gebiet Betriebsfestigkeit unterstreichen deren Bedeutung innerhalb des Referats. Insbesondere der Einfluss von Hochtemperaturwasser in thermischen Kraftwerkskomponenten auf das Ermüdungsverhalten von Schweißverbindungen sowie die Entwicklung von Bewertungsmethoden für Bauteile unter mehrachsiger Ermüdungsbeanspruchung werden untersucht.

Darüber hinaus werden Werkstoffkonzepte für den Leichtbau, wie z. B. von Hochrotationszerstäubern für Lackierprozesse, entwickelt. Mit den derzeit bearbeiteten und beantragten Forschungsvorhaben werden die Kernkompetenzen des Referats stetig erweitert.

Referat „Numerische Bauteilanalyse“

Schwerpunkt des Referats ist die Durchführung von öffentlich geförderten Forschungsvorhaben und Industrieforschungsaufträgen unter Einsatz numerischer Simulation und analytischer Berechnungswerkzeuge. Verwendet werden Berechnungsprogramme, die nach ISO9000 qualitätsgesichert sind und einschlägige Regelwerke, wie z.B. EUROCODE, sowie ingenieurmäßige Betrachtungen. Bei der Durchführung der Simulationen steht die der Aufgabenstellung angemessene Modellbildung im Fokus. Dies gewährleistet eine wirtschaftliche, dem Stand von Wissenschaft und Technik angemessene Bearbeitung. Die folgenden Beispiele sollen einen Einblick in unsere Arbeit geben.

Im Juli 2009 kam es in einem Pumpspeicherkraftwerk nach einem Blitzschlag zu einem mechanischen Versagen im Bereich des Generators, der anschließend über mehr als zwei Jahre nicht mehr in Betrieb war. Nach diesem Ereignis mit seinen weitreichenden wirtschaftlichen Folgen wurden weltweit ähnliche Konstruktionen hinsichtlich ihrer mechanischen Tragfähigkeit überprüft. An diesen Überprüfungen war auch die MPA Universität Stuttgart mit ihren Fachleuten der zerstörungsfreien Prüfung, der Werkstoffprüfung und der Integritätsbewertung beteiligt. Aufgabe des Referats war die numerische Ermittlung der Beanspruchung in hochbeanspruchten Bereichen und die Bewertung dieser Beanspruchungen hinsichtlich Ermüdungsfestigkeit sowie die Abschätzung der verbleibenden Lebensdauer bis zum erforderlichen Austausch.

Die rechnerische Überprüfung von Druckrohrleitungen ist ein weiterer Tätigkeitsbereich. Hierbei werden festigkeitsmäßige Bewertungen der Beanspruchungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb und für auslegungüberschreitende Ereignisse durchgeführt. Die Bandbreite der Untersuchungen reicht dabei von Druckrohrleitungen mit flüssigen (Druckwasser, Rohöl, chemische Zwischenprodukte) und gasförmigen (Erdgas, Druckluft) Medien und von kleinen (20 mm) bis zu sehr großen Nennweiten (5000 mm).

Für den Prototyp eines solarthermischen Kraftwerks wurden die Beanspruchungen für ein komplexes Lastkollektiv ermittelt und hinsichtlich Ermüdungsfestigkeit bewertet, so dass die in der Auslegung geforderte Lebensdauer nachgewiesen werden konnte.

Im Rahmen des EU-Rahmenprogramms Horizon 2020 zur Förderung zuverlässiger, nachhaltiger und wettbewerbsfähiger Energiesysteme stellen wir uns den Herausforderungen bei Windenergieanlagen. Gemeinsam mit anderen Abteilungen der MPA Universität Stuttgart und benachbarten Instituten der Universität Stuttgart sind wir in der Lage, die gesamte tragende Struktur beginnend bei der Gründung bis zur Flügelspitze abdecken.

Referat „Festigkeits- und Integritätsbewertung“

Schwerpunkte des Referats bilden Festigkeitsanalysen und bruchmechanische Analysen sowohl unter quasistatischer als auch zyklischer Belastung. Darüber hinaus beraten und begleiten wir Industriepartner bei der Planung und Umsetzung von Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Neubau und Ersatzbeschaffung insbesondere von wasserhydraulischen und maschinentechnischen Anlagen im Wasserkraft-Anlagenbau. Dabei werden typische Gutachteraufgaben wahrgenommen wie:

Leiter des Referats „Numerische Bauteilanalyse“:

Dr.-Ing. Ludwig Stumpfrock
ludwig.stumpfrock@mpa.uni-stuttgart.de

Leiter des Referats „Festigkeits- und Integritätsbewertung“:

Dr.-Ing. Karl-Heinz Herter
karl-heinz.herter@mpa.uni-stuttgart.de

- Überprüfung der Planungsgrundlagen
- Beratung bei der Gestaltung der Ausschreibungsunterlagen
- Sichtung und Bewertung von Angebotsvarianten
- Planung und Mitwirkung bei Abnahmeuntersuchungen und Schaffung von Daten für eine Integritäts- und Lebensdauerbewertung des Anlagenteils
- Beratung und Mitwirkung bei Inbetriebsetzungsmessungen
- Erarbeitung eines Betriebsüberwachungskonzeptes
- Datenaufbereitung und -dokumentation

Aktuell wurden diese Arbeiten beim jetzt fertig gestellten Neubau der Maschine 11 des Pumpspeicherkraftwerks Vianden der SEO in Luxemburg durchgeführt. Dabei wurde im bestehenden Kraftwerk Vianden unter Nutzung und Erweiterung der bestehenden Ober- und Unterwasserbecken ein neuer Druckstollen mit zugehörigen Ein- und Auslaufbauwerken und eine neue Kaverne errichtet. Durch Installation einer neuen 200 MW Pumpturbine konnte die Leistung des Kraftwerks auf insgesamt 1296 MW (Turbinenbetrieb) gesteigert werden. Im Rahmen dieses Neubaus waren Mitarbeiter des Referats als Prüfer in den gesamten Bereich des Stahlwasserbaus, der Pumpturbine und des Generatorbaus eingebunden.

Des Weiteren werden Arbeiten im Zusammenhang mit dem Alterungsmanagement für Bauteile, Strukturen und Systeme des allgemeinen Maschinen- und Anlagenbaus sowie Sicherheitsanalysen, Leck-vor-Bruch-Analysen und Integritätsnachweise für mechanische Komponenten durchgeführt. Dies erfolgt auch im Zuge der technischen Überwachung im Auftrag von Aufsichtsbehörden.

Forschungsschwerpunkt Ermüdungsfestigkeit

In der Abteilung Berechnung hat sich mit der Durchführung einer Vielzahl von Forschungsarbeiten in den letzten Jahren das Gebiet der Werkstoffermüdung und Betriebsfestigkeit als Forschungsschwerpunkt entwickelt. Dabei wird einerseits die Mikrostruktur des Werkstoffs analysiert, um darauf basierend Berechnungsmodelle zur numerischen Simulation des mikrostrukturellen Werkstoffverhaltens zu entwickeln. Andererseits wird das makroskopische Ermüdungsverhalten von Bauteilen unter mechanischen,

thermischen und thermo-mechanischen Betriebsbelastungen und auch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Umgebungsbedingungen untersucht.

Der Schwerpunkt liegt dabei auf Bauteilen aus Stahl und Aluminiumlegierungen, aber auch andere Leichtbaumaterialien wie Titan oder Faserverbundmaterialien werden untersucht.

Im Folgenden werden einige aktuelle Forschungsvorhaben zu diesem Themenkomplex vorgestellt.

Fluid-Struktur Wechselwirkung Schädigung metallischer Rohrleitungen bei turbulenter Durchströmung im Bereich hoher Drücke und Temperaturen

Zur Untersuchung der Fluid-Struktur Wechselwirkung wurde im Rahmen eines vorausgegangenen Forschungsvorhabens von den Mitarbeitern der Abteilung Berechnung ein modular aufgebauter Versuchskreislauf zur experimentellen Untersuchung der Wechselwirkung zwi-

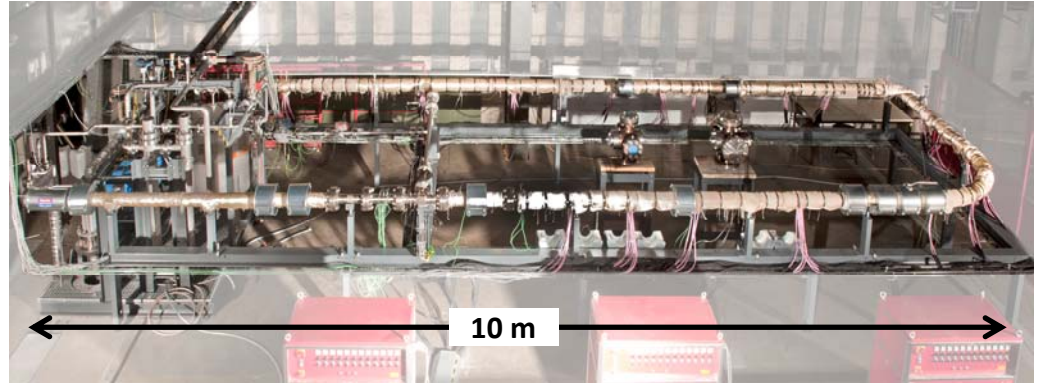
schen turbulenten Strömungen des Kühlmittels (Hochtemperaturwasser) und den metallischen Strukturen der Rohrleitung entwickelt (Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) Versuchskreislauf). Die damit durchgeführten Experimente wurden für die Weiterentwicklung von gekoppelten

Ansprechpartner für den Forschungsschwerpunkt Ermüdungsfestigkeit:

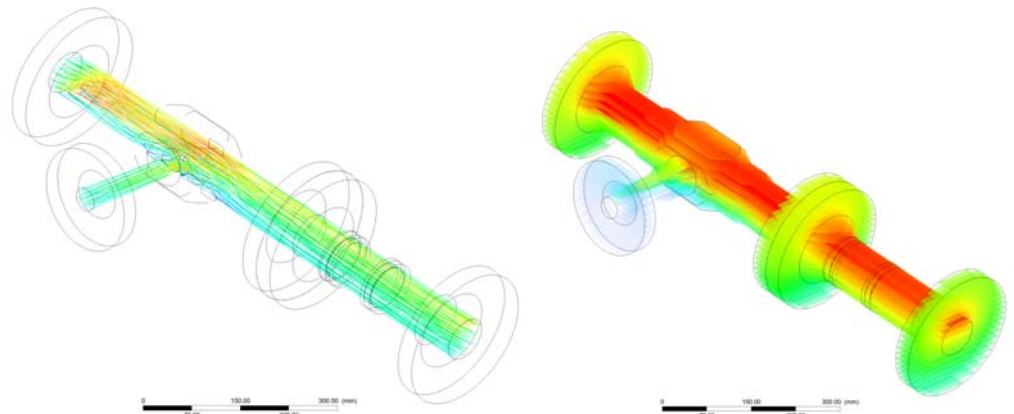
Dipl.-Ing. Xaver Schuler
xaver.schuler@mpa.uni-stuttgart.de

Fluid-Strukturanalysen verwendet. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Vorgängen bei der Vermischung von heißem

und kaltem Kühlmittel in einem Rohrleitungssystem.



Versuchsstand für Untersuchungen zur Fluid-Struktur-Interaktion



CFD-Berechnung einer durchströmten Rohrleitung: Geschwindigkeitsverlauf (links) und Temperaturverteilung (rechts)

Bei dem jetzt begonnenen Forschungsvorhaben werden insbesondere Mischschweißnähte¹ mit unbeschleunigter Schweißnahtwurzel an der Rohrinneoberfläche untersucht. Diese bilden in einer Strömung eine geometrische Störstelle und verursachen in Verbindung mit Vermischungsvorgängen thermische Fluktuationen. Diese können in Verbindung mit der an Schweißnähten vorliegenden Werkstoffinhomogenität und Eigenspannungen zur Werkstoffschädigung bis hin zur Bildung von Anrissen und Leckagen führen.

Ein wesentliches Ziel des Vorhabens ist die quantitative Beschreibung der Wechsel-

selwirkungsvorgänge zwischen dem Wandwerkstoff und der turbulenten Durchströmung bei hohen Temperaturen und Drücken bis zu 75 bar. Dabei wird die thermische Wechselbelastung im Bereich der Mischschweißnaht untersucht, welche sich stromab von einer Kaltwasser Einspeisestelle (T-Abzweig) befindet. Dies beinhaltet folgende Untersuchungen:

- Ermittlung von Dehnungswöhlerlinien für die unterschiedlichen Werkstoffbereiche der Mischschweißnaht sowohl in Luftumgebung als auch in Hochtemperaturwasser.
- Experimentelle Untersuchungen im FSI Versuchskreislauf zum Einfluss einer thermischen Wechselbelastung auf das Festigkeits- und Ermüdungsverhalten der betrachteten Mischschweißnaht.

¹ Schweißnähte aus einer Nickellegierung zur Verbindung einer Rohrleitung aus einem niedriglegierten Feinkornbaustahl mit einer Rohrleitung aus einem hochlegierten austenitischen Stahl

- Entwicklung und Validierung zeitabhängiger Simulationsmodelle (Large-Eddy Simulationen mit CFX), gekoppelt mit der Wärmeleitung zur numerischen Simulation des Schweißnahtbereiches.
- Bewertung und Weiterentwicklung bestehender Berechnungsmodelle zum

Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Mischschweißverbindungen in Rohrleitungssystemen.

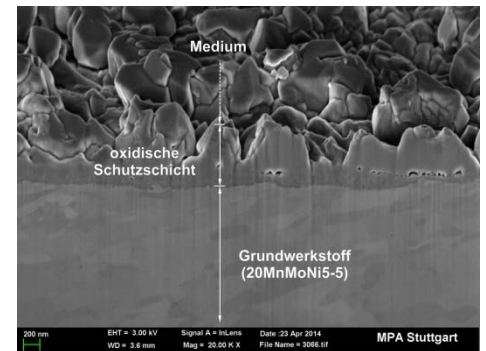
Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Der Projektträger ist der Projektträger Karlsruhe (PTKA).

Einfluss von Hochtemperaturwasser in thermischen Kraftwerken auf die Ermüdungsfestigkeit austenitischer und ferritischer Stähle und deren Schweißverbindungen

Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten unter Einwirkung des Kühlmediums (Hochtemperaturwasser) haben gezeigt, dass in Abhängigkeit der Wasserchemie, der Beanspruchung und des Werkstoffs eine erhebliche Verkürzung der Ermüdungslebensdauer auftreten kann. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird die Datenbasis zur Ermüdungsfestigkeit für niedriglegierte ferritische und austenitische Rohrleitungswerkstoffe sowie für eine zugehörige Mischschweißverbindung erweitert. Darüber hinaus wird der Einfluss von Mehrstufenkollektiven und von mehrachsigen Beanspruchungen auf die Ermüdungsfestigkeit untersucht. Die in internationalen Regelwerken angegebenen Faktoren für die Lebensdauerreduzierung werden bewertet und die beschriebenen Mechanismen sowie Modellvorstellungen zum Mediumseinfluss überprüft.

Metallische Werkstoffe bilden unter Mediumsbedingungen oxidische Schichten aus, die den Kontaktbereich

zwischen Werkstoff und Medium passivieren.



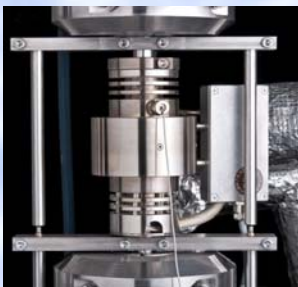
Untersuchungen zu oxidischen Schichten bei Mediumseinfluss ferritischer Stähle

Die Bedeutung dieser Passivschicht in Zusammenhang mit dem Ermüdungsverhalten im Medium ist bislang wenig untersucht und ist deshalb in diesem Vorhaben von besonderem Interesse. Mit Hilfe der Versuchsergebnisse wird ein ingenieurmäßig handhabbares Berechnungskonzept aufgebaut, das die wesentlichen betriebsnahen Einflussfaktoren berücksichtigt.

Ermüdungsverhalten von Stahlkonstruktionen unter multiaxialer Beanspruchung durch Radlasten

In der Fördertechnik treten durch die Bewegung von Gütern und Maschinen mit Kranen überrollende Radlasten auf. Im Bereich der Radlasteinleitung stellt sich bei jeder Überrollung ein mehrachsiger Spannungszustand ein, der Ermüdungsschäden bei Kranbahnen hervorrufen kann. Aufgrund der fehlenden experimentellen Datenbasis und normativen

Änderungen durch die Einführung des Eurocode 3 wurden in zwei Forschungsvorhaben (DFG-Vorhaben RO651/15-1 und AiF/ FOSTA-Vorhaben P895 / IGF-Nr. 17292 N) in Kooperation mit dem Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) experimentelle und numerische Untersuchungen



Wasserautoklav für Ermüdungsversuche unter Mediumsbedingungen



Krananlage in einer
Maschinenhalle

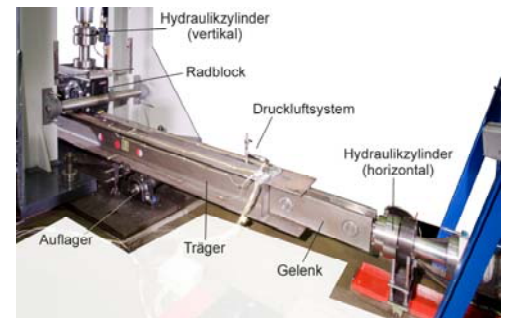
Weitere Informationen unter:

P. Rettenmeier und E. Roos: Fatigue assessment of full-scale welded crane runway girders, Materials Testing 57

zum Ermüdungsverhalten der Radlasteinleitung durchgeführt. Ziel war eine auf Versuchen basierte Kerbfalleinordnung für die Konstruktionsdetails „Gurt-Steg-Anschluss über Kehlnähte“ und „aufgeschweißte Schiene“. Es wurde ein umfangreiches Versuchsprogramm mit Überrollversuchen und Versuchen mit ortsfest schwellender Radlast an Kranbahnen mit realen Abmessungen durchgeführt. Dadurch wurden Bauteilermüdungskurven abgeleitet und die Schädigungsmechanismen in Form von Ermüdungsrissen identifiziert. Sowohl die Ermittlung der Schweißzeigenspannungen als auch die Ermüdungsbewertung erfolgte anhand von numerischen Berechnungen.

Hierbei wurden konventionelle Bewertungsansätze, wie das Nennspannungs- und Kerbspannungskonzept, und neuere

Ansätze angewendet und die Ergebnisse mit den Kranbahnversuchen überprüft.



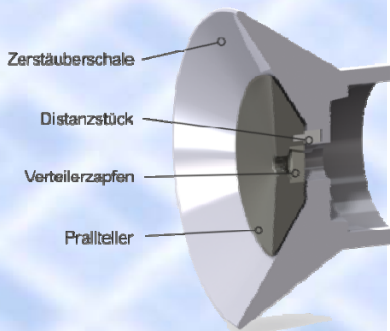
Versuchsstand für Überrollversuche an Kranbahnen

In Rahmen von Parameterstudien wurden die für die Ermüdungsfestigkeit von Kranbahnen maßgeblichen Einflussfaktoren untersucht.

Energieeffiziente und ressourcenschonende Lackauftragsverfahren durch Hochrotationszerstäuber nicht-konventioneller Bauart

Hochrotationszerstäuber werden für großindustrielle Lackierprozesse eingesetzt. Die Zerstäubung des Lacks erfolgt rein mechanisch, indem der Zerstäuber auf Drehzahlen bis zu 100.000 Umdrehungen/Minute beschleunigt wird. Dies führt zu einer feindispersen Zerstäubung des Lacks. Da Lackierprozesse prinzipiell mit hohen Energieaufwendungen verbunden sind, ist eine Optimierung bezüglich Wirtschaftlichkeit und Ressourceneinsatz unerlässlich. Aus dieser Aufgabenstellung wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens (BMW, 30ET1091B) ein neues verfahrens- und werkstoffmechanisches Zerstäuberkonzept entwickelt. Ein Entwicklungsansatz hierfür ist eine beanspruchungs- und werkstoffgerechte Gestaltung. Durch eine schlankere

Bauforn mit kleineren zu beschleunigenden Massen sollen höhere Rotations- und Transversalgeschwindigkeiten ermöglicht werden. Zum Erreichen der Ziele ist eine ausführliche Qualifizierung verschiedener Werkstoff- und Beschichtungskonzepte hinsichtlich Ermüdung, Verschleiß und Korrosion erforderlich. Untersucht werden eine Aluminiumlegierung, eine Titanlegierung, ein hochfester und säurebeständiger Stahl sowie ein faserverstärkter Kunststoff. Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen einer Kooperation mit der Firma EISENMANN AG und der Universität Stuttgart mit den Instituten für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre (IMWF) und für Mechanische Verfahrenstechnik (IMVT) durchgeführt.



Hochrotationszerstäuber

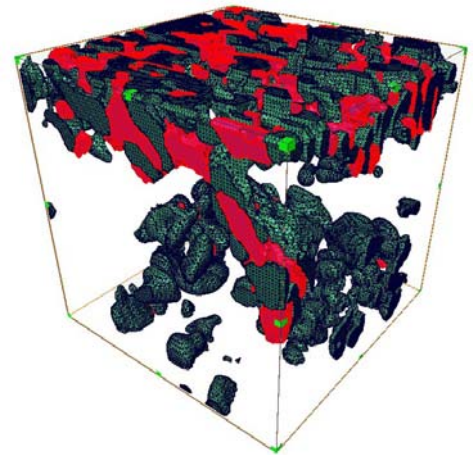
Mikrostrukturelle Aspekte der Bildung und des Wachstums kurzer Risse im Al(6061)/Al₂O₃-Verbundwerkstoff unter LCF-Beanspruchung

In dem derzeit laufenden DFG-Projekt SO 520/4-1 in Kooperation mit der TU Dortmund wird der Einfluss der Mikro-

struktur und der Verformungslokalisierung auf die Bildung und das Wachstum kurzer Ermüdungsrisse in einem

Al(6061)/ Al₂O₃ Verbundwerkstoff (Matrix Al Legierung Al(6061)T6, Verstärkungsphase Aluminiumoxid) unter zyklischer Belastung untersucht. Dabei wird geprüft, ob die Lage der persistenten Scherbänder (PSB) und damit die Lage der potentiellen Schädigungsstellen anhand der Dehnungsmuster, die sich in einem Frühstadium der Belastung bilden, vorausgesagt werden kann. Des Weiteren wird untersucht, inwiefern die Kornorientierung und die Misorientierung in der Matrixlegierung für die Entstehung von PSB, Extrusionen und Intrusionen verantwortlich sind. Die Abhängigkeit des Wachstums kurzer Risse von der Lage der Korngrenzen wird ebenfalls analysiert. Das zyklische Verformungsverhalten von Al(6061)/Al₂O₃ sowie die Rissinitiierung werden mit tomogrammbasierten 3D-FE-Modellen der Mikrostruktur und einem kalibrierten Stoffgesetz simuliert

und mit dem Experiment (Mikrotomographie) verglichen.

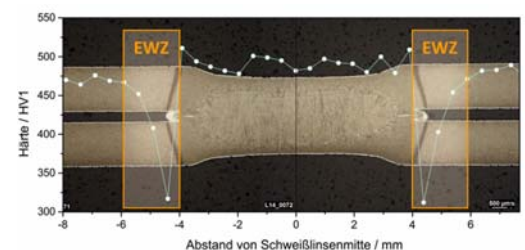


FE-Modell: kurze Ermüdungsrisse (rot) in Al6061/Al₂O₃ nach der LCF Belastung

Modellierung des Widerstandspunktschweißprozesses ultrahochfester Stähle

Im Automobilbau werden aus Leichtbaugründen verstärkt höchst- und ultrahochfeste Stähle für crashrelevante Bauteile eingesetzt. Beim Punktschweißen dieser Stähle bilden sich Erweichungszonen (EWZ) mit einem Härteabfall zum Grundwerkstoff aus, welche sich bei typischen Beanspruchungen als Schwachstelle der Fügeverbindung darstellen. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens (AiF/FOSTA P1018 / IGF-Nr. 17991 N) in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM), Freiburg, und dem Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) der Universität Paderborn wird an der MPA ein Finite-Elemente-Modell im FE-Code ABAQUS aufgebaut. Damit werden unter anderem Temperaturverläufe, Eigenspannungen und die Lage der Erweichungszone be-

rechnet. Anhand dieses Modells sollen Untersuchungen zur Identifikation der für die Bildung der EWZ relevanten Schweißparameter durchgeführt und die Beeinflussbarkeit von Form, Lage und Breite der EWZ anhand eines zu entwickelnden Erweichungsmodells geprüft werden.



Schliffbild einer Schweißverbindung aus 22MnB5 mit Erweichungszone (EWZ)

Die numerisch ermittelten Ergebnisse werden mit Schweißversuchen verglichen, die mit Stahlblechen aus pressgehärtetem 22MnB5 und HCT980C durchgeführt werden.



Quelle: Audi AG

Referenzen (Auszug)

- [1] BMBF-Vorhaben 02NUK009A: Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Strömung und Struktur in Leichtwasserreaktoren: Teilprojekt strukturmechanische Modellierung für gekoppelte Strömungs-Struktur-Simulationen, MPA Universität Stuttgart (2013)
- [2] BMWi-Vorhaben 1501355: Untersuchungen zur Anwendung der Festigkeitshypothesen bei schwingender Beanspruchung im Rahmen rechnerischer Festigkeitsnachweise, MPA Universität Stuttgart (2012)
- [3] BMU-Vorhaben 3611R01306: Experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit der austenitischen Plattierung von kerntechnischen Komponenten, MPA Universität Stuttgart (2012)
- [4] AVIF/FOSTA Forschungsvorhaben P 806 / A 262: Charakterisierung und Ersatzmodellierung des Bruchverhaltens von Punktschweißverbindungen an ultrahochfesten Stählen für die Crashsimulation unter Berücksichtigung der Auswirkung der Verbindung auf das Bauteilverhalten, MPA Universität Stuttgart (2013)
- [5] K.-H. Herter, X. Schuler, M. Hoffmann, P. Kopp: Fatigue behavior of cladding material for nuclear components, ASME PVP2013-97399 (2013)
- [6] K.-H. Herter, H. Huber, S. Moogk, X. Schuler, M. Kuschewski, D. Klören, R. Kulenovic, E. Laurien: Experimental and numerical investigations on the interaction between fluid and structure in high temperature pressurized piping, ASME PVP2014-28370 (2014)
- [7] P. Rettenmeier, K.-H. Herter, X. Schuler, T.M. Fesich: Application of advanced fatigue damage parameters in comparison with fatigue analysis included in codes and standard, ASME PVP2014-28379 (2014)
- [8] P. Rettenmeier und E. Roos: Fatigue assessment of full-scale welded crane runway girders, Materials Testing 57 (2015) 2, S. 110 – 11
- [9] Abschlussbericht, BMWi-Projekt-No. 1501353, MPA Universität Stuttgart (2011), Mikromechanische und atomistische Modellierung der Anrissbildung bei ermüdungsbeanspruchten Stählen
- [10] Abschlussbericht, BMWi-Projekt-No. 1501391, MPA Universität Stuttgart (2014), Untersuchung von Einflussfaktoren auf das zyklische Risswachstum angerissener Bauteile
- [11] S. Utz, E. Soppa, C. Kohler, X. Schuler, H. Silcher: Thermal and mechanical fatigue loading – mechanisms of crack initiation and crack growth, Proceedings of the ASME 2014 Pressure Vessels & Piping Conference PVP 2014, Anaheim, California, USA (2014).
- [12] E. Soppa, C. Kohler, E. Roos: Fatigue mechanisms in an austenitic steel under cyclic loading. Experiments and atomistic simulations, Materials Science & Engineering A 597 (2013) 128-138.
- [13] E. Soppa, D. Willer, D. Kuppler, K. Maile: EBSD- und TEM-Untersuchungen der verformungsinduzierten Martensitumwandlung im austenitischen Stahl X6CrNiNb18-10 unter zyklischer Belastung, Praktische Metallographie 5 (2013) 331-345 (in *TopTen 2014*)

Weitere Abschlussberichte können folgendem Link entnommen werden:

<http://www.mpa.uni-stuttgart.de/forschung/abschlussberichte/index.html>

Publikationen der MPA sind auf der Homepage zusammengestellt:

<http://www.mpa.uni-stuttgart.de/publikationen/veroeffentlichungsliste/index.html>

Verschiedenes

Auszeichnungen

Im Rahmen der International Conference on Fatigue Damage of Structural Materials X (21.09.2014 - 26.09.2014) in Hyannis (USA) wurde der Beitrag „Fatigue life assessment of high-strength aluminum alloy EN AW 2007 applying an enhanced statistical approach“ von Max Hoßfeld, Philipp Rettenmeier, Chris Kohler und Matthias Kammerer mit dem Best Poster Award ausgezeichnet.

Der Beitrag von Philipp Rettenmeier mit dem Titel „Numerische Berechnung der Schweißeigenstressungen von Stahlbauteilen unter Berücksichtigung von Gefügewandlungen“ wurde auf dem DVS Young Professional Wettbewerb „Jugend forscht und schweißt“ am 19.11.2014 in München als bester Vortrag ausgezeichnet.

Berufung in die Reaktorsicherheitskommission

Zum Jahresanfang wurde Herr Xaver Schuler in die Reaktorsicherheitskommission (RSK) berufen. Wir freuen uns über die Anerkennung, die hierdurch für seine hohe Kompetenz und langjährige Erfahrung in der Reaktorsicherheitsforschung auf dem Gebiet der Komponentensicherheit zum Ausdruck gebracht wird

Benennung als Experte des ISO/TC 197

Herr Stefan Zickler, stellv. Leiter der Abteilung Werkstoffeigenschaften, wurde vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V. als Experte in der Arbeitsgruppe 5 „Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices“ des ISO/TC 197 benannt. Die Arbeitsgruppe befasst sich mit der Standardisierung der Schnittstelle zwischen Wasserstofftankstelle und Wasserstofffahrzeug.



Veranstaltungskalender

Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil B „Gefüge und Eigenschaften“

06.-08. Mai 2015, Esslingen und Stuttgart

2. HWT II Workshop

19.5.2015, Mannheim

Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil C, “Das Gefüge und seine Interpretation”

07.-09. Oktober 2015, Esslingen und Stuttgart

Metallographische Untersuchungsmethoden, Teil D, „Schadensfalluntersuchung, Tendenzen in der Entwicklung und Untersuchung von Werkstoffen“

25.-27. November 2015, Esslingen

10th International NIMS-MPA-IfW-Workshop on Advances in High Temperature Materials for Future Power Engineering

06.-07. Juli 2015, Tsukuba, Japan

41. MPA-Seminar

05.-06. Oktober 2015, Stuttgart

3. Stuttgarter Holzbausymposium

08.-09. Oktober 2015, Stuttgart

Weitere Informationen zu den Veranstaltungen finden Sie hier:

<http://www.mpa.uni-stuttgart.de/events/index.html>

Impressum

© MPA Universität Stuttgart, 2015

Verantwortlich für diesen Newsletter:

Abteilung „Berechnung“
Dipl.-Ing. Xaver Schuler
Tel: +49 711 685 62601
Fax: +49 711 685 63053
E-Mail: xaver.schuler@mpa.uni-stuttgart.de

Die Verteilung dieses Newsletters erfolgt über eine Mailingliste bzw. über die Homepage der MPA Universität Stuttgart. Falls Sie unseren Newsletter künftig per E-Mail erhalten wollen, schicken Sie uns bitte eine kurze Nachricht per E-Mail.

Ansprechpartnerin: Sabine Martens (sabine.martens@mpa.uni-stuttgart.de)

Vorschau:

Der nächste Newsletter wird voraussichtlich am 15.06.2015 erscheinen.