
**NIEDERSCHRIFT
über die Sitzung des AVIF-Beirates
am 7. Juli 2015 in Ratingen**

Beginn: 10.30 Uhr
Ende: 14.30 Uhr
Sitzungsleitung: Herr Dr. Kern
Teilnehmer: siehe Teilnehmerliste

TOP 1: Begrüßung

Herr Dr. Kern eröffnet die Sitzung, heißt alle Teilnehmer herzlich willkommen und dankt für das zahlreiche Erscheinen.

Als neue Mitglieder des Beirates begrüßt Herr Dr. Kern besonders Herrn Dr. Dölle, Leiter Struktursimulation Steifigkeit, Festigkeit, Betriebsfestigkeit bei der Daimler AG, und Herrn Prof. Ehlers, Leiter des Instituts für Konstruktion und Festigkeit von Schiffen an der TU Hamburg-Harburg. Beide Herren stellen sich kurz vor. Herr Dr. Kern dankt ihnen für ihre Bereitschaft zur Mitwirkung im Beirat und wünscht eine gute Zusammenarbeit. Er weist darauf hin, dass eine Übersicht über die aktuelle Zusammensetzung des Beirates mit allen Kontaktdaten als Tischvorlage ausliegt.

Entschuldigt haben sich die Herren Prof. Oechsner, Dr. Schneider, Prof. Tröster und Prof. Zoch. Die eingegangenen schriftlichen Stellungnahmen werden bei der Beratung der Anträge berücksichtigt.

Die Sitzungsunterlagen sind den Beiratsmitgliedern fristgerecht zugegangen. Die Tagesordnung wird in der vorgeschlagenen Form angenommen.

TOP 2: Genehmigung des Protokolls der Beiratssitzung vom 27. Januar 2015

Die Niederschrift über die Sitzung ist allen Beiratsmitgliedern mit Schreiben vom 12.02.2015 zugegangen. Schriftliche Stellungnahmen oder Einwände liegen nicht vor.

Die Niederschrift wird einstimmig genehmigt.

TOP 3: Bericht der Geschäftsführung

In seinem Bericht trägt Herr Schneider die folgenden Punkte vor:

- **Projektübersicht**

Auf der vergangenen Beiratssitzung waren drei Vorhaben befürwortet worden, davon zwei mit Auflagen. Beim Vorhaben A 294 (Charakterisierung und Meta-Modellierung von ungleichartigen Punktschweißverbindungen für die Crashsimulation) waren ergänzende Informationen zu einzelnen Ar-

beitspaketen und zur industriellen Nutzung der im Vorgängervorhaben erarbeiteten Ergebnisse gefordert worden. Hierzu hat der Antragsteller mit Datum vom 11.03.2015 Stellung genommen und die angesprochenen Punkte detailliert aufgegriffen. Damit wurden die Auflagen sämtlich erfüllt.

Beim Vorhaben A 296 (Quantifizierung der Betriebsfestigkeit des Gefüges von Schmiedestahl in der Gesenkteilungsebene) waren eine Änderung im Arbeitsprogramm (Verwendung polierter Oberflächen) sowie die Vorlage eines detaillierten Kostenplans zur Auflage gemacht worden. Hierzu hat der Antragsteller mit Datum vom 04.03.2015 Stellung genommen, neue Finanzierungspläne vorgelegt und die Erfüllung der inhaltlichen Auflagen zugesagt. Um im Falle der Bewilligung die Umsetzung der zugesagten Änderung des Arbeitsprogramms nachverfolgen zu können, wurde der Forschungsstelle aufgetragen, die AVIF-Geschäftsstelle zeitnah über die Ergebnisse der Sitzungen des projektbegleitenden Arbeitskreises zu informieren.

Die drei Anträge wurden der Stiftung Stahlanwendungsforschung vorgelegt und dort mit Laufzeitbeginn zum 01.07.2015 bewilligt. Im ersten Halbjahr 2015 wurde ein Projekt abgeschlossen und eine Kurzfassung eines Schlussberichtes auf der AVIF-Homepage veröffentlicht. Alle Projekte sind in der ausgelegten Tischvorlage aufgeführt, ebenso die drei von der Stiftung neu bewilligten Projekte der FOSTA.

Das mit Laufzeit vom 01.01.2014 bis 30.09.2016 laufende Vorhaben A 286 („Aluminium-freier, niobstabilisierter Einsatzstahl für den Großgetriebebau“) war mit der Auflage bewilligt worden, nach Abschluss der Laborschmelze einen Meilenstein vorzusehen. Herr Prof. Bleck als Leiter einer der beiden beteiligten Forschungsstellen stellt den aktuellen Projektstatus dar. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines aluminiumreduzierten Einsatzstahls mit verbessertem Reinheitsgrad unter Beibehaltung der Feinkornbeständigkeit. Die Legierungsentwicklung zielt auf eine Reduktion des Aluminium-Gehaltes und nutzt zur Feinkornstabilisierung ein Mikrolegierungskonzept auf Niob-Basis mit einem angepassten Titan- und Stickstoff-Gehalt. Die Laborschmelze ist gemäß des vorausgerechneten Legierungskonzeptes erfolgreich hergestellt worden. Der begleitende Arbeitskreis hat die Feinkornbeständigkeit der Laborschmelze bestätigt. Damit wurde das Meilensteinkriterium erfüllt und die Forschungsarbeiten werden fortgesetzt. Die Industrieschmelze muss wiederholt werden, da die erste Schmelze wegen eines mangelnden Reinheitsgrades durchgefallen ist. Herr Prof. Bleck betont, dass der höhere Niob-Gehalt große Herausforderungen auf dem Weg zu einer möglichen industriellen Anwendung mit sich bringt. Unter anderem müssen Anpassungen bei der Wärmebehandlung untersucht und mögliche Anwendungsfälle spezifiziert werden.

- **Finanzplanung**

Die Fördermöglichkeiten der AVIF hängen davon ab, welche Ausschüttungen die Stiftung Stahlanwendungsforschung jährlich zur Verfügung stellt. Das Vermögen der Stiftung ist in einem eigenen Spezialfonds angelegt, der vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft verwaltet wird. Der Fonds hatte im Jahr 2014 eine Wertentwicklung von ca. +8,5%. Auch im ersten Quartal 2015 lag das Anlageergebnis mit +5,7% über den Erwartungen. Die im Vorstand beschlossenen Empfehlungen zur Anlage des Vermögens haben sich positiv ausgewirkt. Der Puffer zum Errichtungsvermögen ist weiter gewachsen. Allerdings hat sich die von niedrigen Zinserträgen gekennzeichnete Gesamtlage nicht verändert.

Damit ist eine solide Basis für eine stabile Ausschüttung gegeben. Der Stiftungsvorstand hat eine unveränderte Ausschüttungshöhe von 2,0 Mio. für 2015 und voraussichtlich auch für 2016 bestätigt. Dieser Betrag wird hälftig auf AVIF und FOSTA aufgeteilt. Der AVIF-Vorstand hat die schon früher vereinbarte Regelung bestätigt, dass jeder Mitgliedsverband in diesem Jahr maximal zwei Neuanträge (zum 30.04. oder 30.11.2015) einreichen kann, wobei der Termin frei gewählt werden kann.

Die Tischvorlage zu den verfügbaren Mitteln zeigt, dass die AVIF mit einem positiven Mittelvortrag von knapp 318.000,- € ins Jahr 2016 startet. Würden alle zu beratenden Vorhaben mit Laufzeitbeginn ab

01.01.2016 in der vollen beantragten Höhe bewilligt, würde sich allerdings für die Jahre 2016 und 2017 ein leichtes Minus ergeben. Für weitere Neuvorhaben wäre dann aus heutiger Sicht kein Spielraum mehr vorhanden. Daher sollte eine kritische Betrachtung der beantragten Vorhaben erfolgen.

TOP 4: Beratung der Forschungsanträge

Der Beirat begutachtet die vorliegenden Forschungsanträge wie folgt (Einzelheiten sind in den beige-fügten Gutachten zu den Anträgen aufgeführt):

A 299 (WSM) Optimierung der Bauteil- und Prozessqualität beim Walzprofilieren durch Verbesserung der Schlupfbedingungen im Profilierspalt

Beantragte Fördersumme: 260.980,49 €

Ziel des Vorhabens ist es, die Schlupfbedingungen im Profilierspalt zu analysieren und ihre Auswirkungen auf die Bauteiloberfläche zu erfassen. Hieraus sollen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, wie durch geeignete Wahl der Rollendurchmesser die Schlupfbedingungen so gestaltet werden können, dass die bestmögliche Oberflächenqualität erreicht wird.

Der Beirat erkennt die Motivation für die geplanten Forschungsarbeiten an, die maßgeblich von der Konkurrenzsituation zum Strangpressen mit Aluminiumprofilen geprägt ist. In der hohen Beteiligung der Industrie schlägt sich das mögliche Umsetzungspotenzial für die angestrebten Ergebnisse nieder.

Aus dem Antrag geht jedoch nicht klar hervor, welches Potenzial zur Optimierung der Oberflächen- und Bauteilqualität tatsächlich vorhanden ist und nach welchen, wenigstens teilweise quantifizierbaren, Kriterien eine mögliche Verbesserung beurteilt werden kann. Es wird zudem nicht ausreichend deutlich, welche Faktoren über die Wahl der Rollendurchmesser hinaus die Schlupfbedingungen und die Oberflächenqualität beeinflussen. Daher ist der mit dem Vorhaben erzielbare Nutzen nicht eindeutig zu bewerten.

Der Beirat ist der Meinung, dass die im Vorhaben vorgesehene Erfassung des Ist-Zustandes in den Unternehmen und dadurch die Schärfung der Fragestellung hinsichtlich der zu untersuchenden Problematik vorab durchgeführt werden muss, um den Umfang notwendiger Verbesserungen und die hierfür einzuleitenden Maßnahmen genauer definieren zu können.

Aus diesem Grunde wird der Antrag nicht befürwortet.

Für den Fall einer Neuvorlage nach Durchführung einer Voruntersuchung weist der Beirat zusätzlich auf vier weitere Punkte hin, die bei einer Überarbeitung berücksichtigt werden sollten.

A 300 (VDMA) Bewertung von Fehlergrößen bei Schweißverbindungen in Kraftwerken unter flexibler Fahrweise

Beantragte Fördersumme: 299.812,86 €

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erstellung eines bruchmechanisch basierten Bewertungskonzeptes für Schweißverbindungen an 9% Cr-Stählen, die Kriech- und Kriechermüdigungsbeanspruchungen ausgesetzt sind. Veränderte Betriebsbedingungen, vor allem die zunehmende Zahl von Anfahrten und Abfahrten sowie die steilen An- und Abfahrgradienten, beeinflussen erheblich das Verhalten der Schweißnähte. Das zu erarbeitende Bewertungskonzept soll bei der Überwachung, Qualitätssicherung und Auslegung geschweißter Konstruktionen sowie bei der Bewertung von rissbehafteten Schweißnähten sowohl im Turbinenbau als auch in der Rohrleitungstechnik zur Anwendung kommen.

Der Antrag greift ein hochaktuelles Thema auf und verbindet ein großes Umsetzungspotenzial mit einem hohen wissenschaftlichen Stellenwert. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen an dieser Art Schweißverbindungen steht nun die Kombination aus Kriech- und Kriechermüdung im Mittelpunkt. Das Arbeitsprogramm ist klar strukturiert und enthält eine sinnvolle Kombination aus experimentellen, analytischen und numerisch-rechnerischen Untersuchungen. Die beantragten Kosten sind dem Untersuchungsumfang angemessen.

Das Vorhaben wird ohne Auflagen befürwortet.

A 301 (VSM) Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen bei Minusgraden

Beantragte Fördersumme: 299.275,25 €

Ziel des Vorhabens ist die numerische und experimentelle Ermittlung des statischen und dynamischen Verhaltens von Stahlwerkstoffen und Schweißverbindungen bei Temperaturen bis -50°C . Anhand der Ergebnisse sollen Auslegungskonzepte von regelwerkskonformen und in diesem Sinne betriebsfesten Schweißverbindungen für Schiffbau- und Offshore-Strukturen entstehen. Die Anwendbarkeit von höherfestem Stahl in ermüdungsfestigkeitsrelevanten Bereichen unter diesen Randbedingungen soll nachgewiesen werden.

Bei dem Antrag handelt es sich um eine vollständig überarbeitete Fassung des vom Beirat nicht befürworteten Antrages A 298. Das hohe Umsetzungspotenzial für die angestrebten Ergebnisse steht außer Frage. Der wissenschaftliche Aspekt des Projektes ist nun deutlicher erkennbar. Insgesamt kann das Vorhaben wichtige Grundlagen zum Einsatz von höherfesten Stählen im Bereich maritimer Strukturen unter tiefen Temperaturen liefern.

Der Beirat befürwortet das Vorhaben mit drei Auflagen:

- Vorlage einer ausdrücklichen Bestätigung der involvierten Klassifizierungsgesellschaft, dass sie den Versuchsumfang für relevant und ausreichend hält, um hochfeste Stähle und deren Schweißverbindungen in den Regelwerken für Tieftemperaturanwendungen zuzulassen (Auflage 1).
- Die Entwicklung einer Systematik und Methodik zur Zulassung von Schweißverbindungen an höherfesten Stahlwerkstoffen für Temperaturen bis -50°C ist deutlicher als ein Schwerpunkt des Vorhabens in einem eigenen Arbeitspaket herauszustellen (Auflage 2).
- Die zu den Arbeitspaketen 110 und 210 beantragten Personalkosten sind zu streichen, da es sich um im Vorfeld des Projektbeginns zu erledigende Arbeiten handelt (Auflage 3).

Die sich aus den Auflagen ergebenden neuen Arbeits- und Kostenpläne sind der AVIF-Geschäftsstelle vorzulegen.

A 302 (SET) Ermittlung der Restlebensdauer für kritische Komponenten von Bestandskraftwerken bei flexibler Fahrweise

Beantragte Fördersumme: 300.212,07 €

Der Antrag wird aus formalen Gründen nicht behandelt, da entgegen entsprechender Ankündigungen die schriftlichen Zusagen zur Eigenbeteiligung der Industrie bis zur Sitzung nicht in der erforderlichen Höhe vorgelegt worden sind. Eine fachliche Beurteilung wird nicht vorgenommen. Der Antrag kann in der vorliegenden oder in einer geänderten Fassung beraten werden, sobald die Zusagen in der notwendigen Höhe vorliegen.

TOP 5: Verschiedenes / Terminplanung

Als Termin für die kommende Beiratssitzung wird festgelegt:

Dienstag, der 02. Februar 2016 um 10.30 Uhr in Ratingen.

Herr Dr. Kern schließt die Sitzung und dankt allen Teilnehmern für ihre Beiträge.

Ratingen, 16. Juli 2015

Sc



Dr. Torsten-Ulf Kern
- Vorsitzender -



Andreas Schneider
- Geschäftsführer -

Anlagen: - Anwesenheitsliste
 - Einzelgutachten zu den beratenen Anträgen

Sitzung: AVIF - Beiratssitzung
 Ort: Landhotel Krummenweg, Ratingen
 Zeit: 7. Juli 2015, 10.30 Uhr
 Vorsitz: Dr. Kern

ANWESENHEITSLISTE

1.	Prof. Dr.-Ing. Bleck	W. Meck
2.	Dr.-Ing. Bömcke	R. Dörmel
3.	Dr.-Ing. H. Buddenberg	H. U...
4.	T. Buddenberg	T. Buddenberg
5.	Dipl.-Ing. Denk	D. Denk
6.	Dr.-Ing. Dölle	W. Dölle
7.	Prof. Dr.-Ing. Ehlers	S. Ehlers
8.	Prof. Dr.-Ing. Groche	P. Groche
9.	Dr. Kern	Dr. Kern
10.	Dr. Kühmstedt	Th. Kühmstedt
11.	Dr.-Ing. Lamprecht	Klaus Lamprecht
12.	Dr. Trojahn	W. Trojahn
13.	Dr. Wieland, FOSTA	H. Wieland
14.	Schneider, AVIF	A. Schneider

Stellungnahme des Beirats

Antrags-Nr.: A 299 / 2015

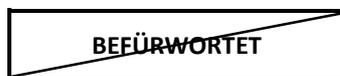
Thema: Optimierung der Bauteil- und Prozessqualität beim Walzprofilieren durch Verbesserung der Schlupfbedingungen im Profilierspalt

1. Problemstellung

- | | |
|---|---------------|
| 1.1 wissenschaftlich interessant? | potenziell ja |
| 1.2 Umsetzungspotenzial vorhanden? | potenziell ja |
| 1.3 fördert die Stahlanwendung durch | |
| • Erschließung neuer Anwendungsgebiete? | |
| • Sicherung bisheriger Anwendungsgebiete? | potenziell ja |

2. Aufwand

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 2.1 Zeit angemessen? | Keine Bewertung |
| 2.2 Mittel angemessen? | Keine Bewertung |



Walzprofilieren ist ein etabliertes Verfahren zur Fertigung von profilmförmigen Massenprodukten aus Bändern oder Blechen. Walzprofilerte Kaltprofile bieten gegenüber warmgewalzten Profilen eine bessere Oberflächenqualität und ein günstiges Verhältnis von Widerstandsmoment und Eigengewicht. Sie sind u.a. durch ihre hohe Vorschubgeschwindigkeit besonders für die Produktion von Großserien geeignet. Als Konkurrenzverfahren gilt das Strangpressen, welches allerdings vorzugsweise bei weniger festen Materialien wie Aluminium eingesetzt wird. Aufgrund aktueller Bestrebungen, die Oberflächenqualität strang- und fließgepresster Bauteile zu verbessern, ist die Wettbewerbsfähigkeit des Fertigungsverfahrens Walzprofilieren bedroht. Die Oberflächeneigenschaften werden beim Walzprofilieren durch die im Profilierspalt herrschende Verteilung von Gleit- und Rollreibung, die sogenannten Schlupfbedingungen, beeinflusst. Derzeit gibt es nur beschränkte Erkenntnisse darüber, durch welche Vorgehensweise bei der Konstruktion von Walzprofilierwerkzeugen die Schlupfbedingungen positiv beeinflusst werden können. Die Auslegung erfolgt in vielen Fällen erfahrungsbasiert.

Ziel des beantragten Forschungsvorhabens ist es, die Schlupfbedingungen im Profilierspalt zu analysieren und ihre Auswirkungen auf die Bauteiloberfläche zu erfassen. Hieraus sollen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, wie durch geeignete Wahl der Rollendurchmesser die Schlupfbedingungen so gestaltet werden können, dass die bestmögliche Oberflächenqualität erreicht wird. Durch die Verringerung der Gleitreibung zwischen Werkzeug und Bauteil werden weitere positive Effekte wie ein reduzierter Energieeinsatz und ein verringerter Werkzeugverschleiß erwartet.

.../2

Zur Erreichung der Projektziele sollen zunächst messtechnische Aufgaben gelöst werden, mit denen die Erfassung und Beurteilung von Oberflächengüten, Antriebsmomenten und Schlupfbedingungen ermöglicht wird. Im Weiteren soll eine Korrelation dieser Zusammenhänge ermittelt werden, wobei unterschiedliche Betriebszustände der Anlage zu berücksichtigen sind. In numerischen Simulationen und Experimenten sollen die Verhältnisse in der Kontaktzone zwischen Profil und Werkzeug unter Variation von Schlupf evaluiert werden. Am Ende soll eine Handlungsempfehlung zur schlupfoptimierten Auslegung und für den Betrieb einer Walzprofilieranlage abgeleitet werden.

In der umfassenden Darstellung des Standes der Technik zeigt sich die ausgewiesene Kompetenz des Antragstellers auf dem Gebiet des Walzprofilierens. Der Beirat erkennt die Motivation für die geplanten Forschungsarbeiten an, die maßgeblich von der Konkurrenzsituation zum Strangpressen mit Aluminiumprofilen geprägt ist. In der hohen Beteiligung der Industrie schlägt sich das mögliche Umsetzungspotenzial für die angestrebten Ergebnisse nieder. Die Gliederung der Arbeitspakete erscheint grundsätzlich sinnvoll.

Aus dem Antrag geht jedoch nicht klar hervor, welches Potenzial zur Optimierung der Oberflächen- und Bauteilqualität tatsächlich vorhanden ist und nach welchen, wenigstens teilweise quantifizierbaren, Kriterien eine mögliche Verbesserung beurteilt werden kann. Die Messgrößen zur Charakterisierung der Oberflächenqualität bleiben weitgehend unklar. Es wird zudem nicht ausreichend deutlich, welche Faktoren über die Wahl der Rollendurchmesser hinaus die Schlupfbedingungen und die Oberflächenqualität beeinflussen. So werden der Zustand und die Oberflächen der Werkzeuge, das zu walzende Material oder der Schmiermitteleinsatz als mögliche Faktoren nur eher am Rande erwähnt. Daher ist der mit dem Vorhaben erzielbare Nutzen nicht eindeutig zu bewerten. Die wissenschaftlichen Ansätze zur Verbesserung der Simulation sind im Antrag nicht beschrieben.

Der Beirat ist der Meinung, dass die in AP 1 vorgesehene Erfassung des Ist-Zustandes in den Unternehmen und dadurch die Schärfung der Fragestellung hinsichtlich der zu untersuchenden Problematik vorab durchgeführt werden muss, um den Umfang notwendiger Verbesserungen und die hierfür einzuleitenden Maßnahmen genauer definieren zu können. Im Zentrum der Voruntersuchung sollte die Frage stehen, welche Probleme bei der Oberflächen- und Bauteilqualität in der industriellen Praxis gesehen werden, welche Ursachen dafür vermutet werden und welche Ansätze für eine Optimierung in Frage kommen.

Aus diesem Grunde wird der Antrag nicht befürwortet.

Für den Fall einer Neuvorlage nach Durchführung einer Voruntersuchung weist der Beirat zusätzlich auf die folgenden Punkte hin:

- Von wissenschaftlichem Interesse sind die in AP 5 geplanten numerischen Simulationen. Hier fehlen Angaben über die einzusetzende Software und Aussagen darüber, inwieweit bestehende Simulationswerkzeuge lediglich angewendet werden bzw. in welchem Umfang hier Weiterentwicklungen angestrebt werden.
- Es sollte näher erläutert werden, inwieweit eine Übertragbarkeit der auf den Walzprofilieranlagen des Antragstellers gewonnenen Erkenntnisse auf die realen Maschinenbedingungen in der Industrie erwartet werden kann.
- Es sollten einige Beispiele genannt werden, bei denen ein direkter Wettbewerb zwischen walzprofilierten und stranggepressten Bauteilen besteht.
- Es ist eine Aussage zur Übertragbarkeit der anhand von Versuchen an bestimmten Profilformen gewonnenen Erkenntnisse auf die lt. Antrag annähernd unbeschränkte Vielfalt der herstellbaren Profile zu treffen.

Ratingen, 15.07.2015

Sc

Stellungnahme des Beirats

Antrags-Nr.: A 300 / 2015

Thema: Bewertung von Fehlergrößen bei Schweißverbindungen in Kraftwerken unter flexibler Fahrweise

1. Problemstellung

- | | |
|---|----|
| 1.1 wissenschaftlich interessant? | ja |
| 1.2 Umsetzungspotenzial vorhanden? | ja |
| 1.3 fördert die Stahlanwendung durch | |
| • Erschließung neuer Anwendungsgebiete? | |
| • Sicherung bisheriger Anwendungsgebiete? | ja |

2. Aufwand

- | | |
|------------------------|----|
| 2.1 Zeit angemessen? | ja |
| 2.2 Mittel angemessen? | ja |

BEFÜRWORDET

ZURÜCKGESTELLT

NICHT BEFÜRWORDET

Im Hochtemperaturbereich eingesetzte Kraftwerkskomponenten weisen funktionsbedingte komplexe Bauteilformen sowie Schweißverbindungen auf und sind statischen sowie immer häufiger überlagerten Beanspruchungen in verschiedenen Temperaturbereichen ausgesetzt. Veränderte Betriebsbedingungen, vor allem die zunehmende Zahl von Anfahrten und Abfahrten sowie die steilen An- und Abfahrgradienten, beeinflussen erheblich das Verhalten der Schweißnähte. Aufgrund der geforderten höheren Flexibilität bestehender und zukünftiger, fossil befeuerter Kraftwerke wird sich das Versagensverhalten ändern. Gleichzeitig erhöht sich das Risiko eines Versagens an kritischen Stellen. Insbesondere bei geschweißten Konstruktionen aus martensitischen Stählen und Gussvarianten sind die Interaktionen zwischen Kriechen und Ermüdung in den Schweißverbindungen nur unzureichend charakterisiert. Das typische Schädigungsbild bei Kriechermüdungsbeanspruchung in Bauteilen ist häufig nicht bekannt. Für die Auslegung und Überwachung besteht Bedarf für eine hinreichende Datenbasis von bruchmechanischen Kennwerten und an entsprechenden Bewertungskonzepten.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erstellung eines bruchmechanisch basierten Bewertungskonzeptes für Schweißverbindungen an 9% Cr-Stählen, die Kriech- und Kriechermüdungsbeanspruchungen ausgesetzt sind. Ausgehend von der Charakterisierung verschiedener Schweißverbindungen und Analyse ihrer Beanspruchungszustände sollen experimentelle Arbeiten zur Beschreibung des Rissverhaltens der Schweißnähte durchgeführt werden. Der Fokus liegt dabei auf der Identifikation der Versagensorte, der Erstellung bzw. Anpassung von Materialmodellen sowie der Analyse des zeit- und temperaturabhängigen Rissverhaltens. Es folgen metallographische Untersuchungen zur Ermittlung der Schädigungsmechanismen und Kriechermüdungsrissversuche mit Flachproben zur Validierung von Simulationsergebnissen. Der

.../2

Aufbau numerischer Modelle dient der Beurteilung von unterschiedlichen Konstellationen der Risse in ausgewählten Bauteilen mit Schweißverbindungen und deren Berechnung. Abschließend fließen die gewonnenen Erkenntnisse in ein Bewertungskonzept für Schweißverbindungen ein, das bei der Überwachung, Qualitätssicherung und Auslegung geschweißter Konstruktionen sowie Bewertung von rissbehafteten Schweißnähten sowohl im Turbinenbau als auch in der Rohrleitungstechnik zur Anwendung kommen soll.

Der Forschungsantrag greift ein hochaktuelles Thema auf und verbindet ein großes Umsetzungspotenzial mit einem hohen wissenschaftlichen Stellenwert. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen an dieser Art Schweißverbindungen, die das Rissverhalten weitestgehend auf reine Kriechbeanspruchung analysierten, steht nun die Kombination aus Kriech- und Kriechermüdung im Mittelpunkt. Die bruchmechanische Bewertung der Belastbarkeit riss- und fehlerbehafteter Bauteile komplexer Zusammensetzungsstruktur bei der Überlagerung temperaturbedingter Kriecheinflüsse und wechselnder thermischer Beanspruchung ist eine anspruchsvolle Aufgabe.

Das Arbeitsprogramm ist klar strukturiert und enthält eine sinnvolle Kombination aus experimentellen, analytischen und numerisch-rechnerischen Untersuchungen. Eine erfolgreiche Bearbeitung ist zu erwarten. Die Untersuchungen an artgleichen Schweißverbindungen der warmfesten Stähle P91 und P92 sowie an artungleichen Schweißverbindungen des P92 mit dem Stahlguss CB2 sind repräsentativ für ein weites Spektrum der in Betrieb befindlichen Kraftwerke. Die beantragten Kosten sind dem Untersuchungsumfang angemessen.

Insgesamt können die angestrebten Ergebnisse des Vorhabens zu einer wesentlichen Erweiterung des Wissens über geschweißte Kraftwerkskomponenten führen und einen Beitrag zum sicheren und wirtschaftlichen Betrieb von Kraftwerkskomponenten unter steigenden Betriebsanforderungen liefern.

Das Vorhaben wird ohne Auflagen befürwortet.

Ratingen, 15.07.2015

Sc

Stellungnahme des Beirats

Antrags-Nr.: A 301 / 2015

Thema: Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen bei Minusgraden

1. Problemstellung

- | | |
|---|----|
| 1.1 wissenschaftlich interessant? | ja |
| 1.2 Umsetzungspotenzial vorhanden? | ja |
| 1.3 fördert die Stahlanwendung durch | |
| • Erschließung neuer Anwendungsgebiete? | |
| • Sicherung bisheriger Anwendungsgebiete? | ja |

2. Aufwand

- | | |
|------------------------|------|
| 2.1 Zeit angemessen? | ja |
| 2.2 Mittel angemessen? | nein |

BEFÜRWORTET

ZURÜCKGESTELLT

NICHT BEFÜRWORTET

mit Auflagen

Seit Jahren werden Seefahrtsrouten für die Handelsschifffahrt in arktische Gebiete verlegt. Zudem werden Ölplattformen und Windenergieanlagen in Gebieten errichtet, in denen saisonal Minusgrade herrschen. Maritime Strukturen und ihre Werkstoffe müssen entsprechend gestaltet sein, damit sie den extremen Umweltaforderungen genügen. Obwohl bekannt ist, dass sich mit sinkenden Temperaturen sowohl die statischen als auch die dynamischen Werkstoffeigenschaften von Stahl und dessen Schweißverbindungen ändern, sind die dabei auftretenden Effekte bisher nur wenig erforscht. Für Stahlstrukturen, die Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes ausgesetzt sind, gibt es in den derzeitigen Schiffs- bzw. Offshore-Klassifikationsvorschriften nur einfache Regularien zur Materialwahl und Dimensionierung. Bislang kommt überwiegend normalfester Stahl zum Einsatz. Die Anwendung höherfester Stähle könnte erhebliche konstruktive Vorteile bieten und die Position der deutschen maritimen Industrie in einem anspruchsvollen Segment stärken.

Ziel des Vorhabens ist die numerische und experimentelle Ermittlung des statischen und dynamischen Verhaltens von Stahlwerkstoffen und Schweißverbindungen bei Temperaturen bis -50°C . Unter Variation der Schweißparameter und der Temperatur werden für den Einsatzbereich typische Schweißverbindungen untersucht. Dabei wird ein normalfester Schiffbaustahl mit einem höherfesten thermomechanisch gewalzten Feinkornbaustahl verglichen. Anhand der Ergebnisse sollen Auslegungskonzepte von regelwerkskonformen und in diesem Sinne betriebsfesten Schweißverbindungen für Schiffbau- und Offshore-Strukturen entstehen. Die Anwendbarkeit von höherfestem Stahl in ermüdungsfestigkeitsrelevanten Bereichen unter diesen Randbedingungen soll nachgewiesen werden.

Bei dem Antrag handelt es sich um eine vollständig überarbeitete Fassung des vom Beirat nicht befürworteten Antrages A 298.

Das hohe Umsetzungspotenzial für die angestrebten Ergebnisse steht außer Frage. Der wissenschaftliche Aspekt des Projektes ist nun deutlicher erkennbar. Insgesamt kann das Vorhaben wichtige Grundlagen zum Einsatz von höherfesten Stählen im Bereich maritimer Strukturen unter tiefen Temperaturen liefern.

Unter anderem wurde der Stand der Technik grundlegend überarbeitet. Die Rolle der rechnergestützten Analysen ist näher erläutert und klar in den Projektablauf eingegliedert. Eine numerische Analyse mit dem Nennspannungs-, dem Strukturspannungs- und dem Kerbspannungskonzept bei gleichzeitiger Analyse der Ergebnisse anhand der neuartigen SED-Methode erscheint sinnvoll. Das Versuchsprogramm wurde gestrafft und in sich schlüssig beschrieben.

Nach wie vor ist vorgesehen, das Materialverhalten mit Wöhlerversuchen unter konstanten Lasten zu untersuchen. Der Beirat hat weiterhin Bedenken, dass die geplanten Versuche für die angestrebten Betriebsfestigkeitsaussagen ausreichend sind. Im Hinblick auf im Schiffbau offenbar etablierte Betriebsfestigkeitskonzepte und vor allem auf die bestehenden Anforderungen der Klassifikationsgesellschaften hin wird die Vorgehensweise dennoch akzeptiert. Voraussetzung ist aber die Vorlage einer ausdrücklichen Bestätigung der involvierten Klassifizierungsgesellschaft, dass sie den Versuchsumfang für relevant und ausreichend hält, um hochfeste Stähle und deren Schweißverbindungen in den Regelwerken für Tieftemperaturanwendungen zuzulassen (Auflage 1). Diese Bestätigung ist der AVIF-Geschäftsstelle zeitnah zuzusenden.

Um den wissenschaftlichen Aspekt des Vorhabens weiter zu stärken, hält es der Beirat für wichtig, über die Untersuchung der beiden Stähle hinaus besonders die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Werkstoffe zu berücksichtigen. Daher ist deutlicher die Entwicklung einer Systematik und Methodik zur Zulassung von Schweißverbindungen an höherfesten Stahlwerkstoffen für Temperaturen bis -50°C als ein Schwerpunkt des Vorhabens herauszustellen und in einem Arbeitspaket darzustellen (Auflage 2). Die beiden im Vorhaben untersuchten Werkstoffe sollen dabei als Vertreter ihrer Werkstoffgruppe einer exemplarischen Überprüfung der Methodik dienen. Der Gesamtarbeits- und Zeitplan ist anzupassen und an die AVIF-Geschäftsstelle zu senden.

Der beantragte Personalaufwand erscheint weiterhin als zu hoch. Die zu den Arbeitspaketen 110 und 210 beantragten Personalkosten sind zu streichen, da es sich um im Vorfeld des Projektbeginns zu erledigende Arbeiten handelt. Ein entsprechend überarbeiteter Finanzierungsplan sowie ein neuer Laufzeit- und Kostenplan sind vorzulegen (Auflage 3).

Das Vorhaben wird mit diesen drei Auflagen befürwortet.

Ratingen, 15. Juli 2015

Sc