

ab 10:30	Registrierung der Teilnehmer (auch am 6.10. bis 18:00 Uhr möglich) Kaffee, Tee und Snacks
Plenum Raum K4/K5	
12:00 - 12:15	Konferenzöffnung ESI GmbH - Andreas Renner
12:15 - 13:15	Keynote: Wieviel Einstein steckt in Star Trek Dr. Hubert Zitt
13:15 - 14:00	Mittagsimbiss
ab 18:00	Führung: Bamberg und sein flüssig Brot Treffpunkt 17:55 Uhr: Eingang Welcome Kongress Hotel Anschließend Abendessen Restaurant „Wilde Rose“ Rückweg eigenständig: 1,1 km zum Welcome Kongress Hotel

ab 8:30	Kaffee & Tee
Virtual Manufacturing: Welding & HT Raum K14	
9:00 - 10:00	Virtual Welding and Assembly Solution: Control material, residual stresses, weld integrity and distortion to improve performance, product quality and service life ESI GmbH - Michael Vogel
10:00 - 10:30	Ein Beitrag zum Wissenstransfer von Multiphysics Simulationen für die Anwendbarkeit von Schweißstruktursimulationen von Bauteilen Ifawiss - Dr. Marcus Brand
10:30 - 11:00	Einsatz der Infrarotthermografie für die Kalibrierung von Ersatzwärmequellen in der numerischen Schweißsimulation HDBW - Prof. Markus Urner

Besuchen Sie die Fachaustellung

Raum K3

Virtual Manufacturing: Welding & HT Raum K14	
11:00 - 11:15	Kaffeepause
11:15 - 11:45	Experimentelle Untersuchung und Simulation des Einsatzhärtens an einem Getriebebauteil Volkswagen AG - Frank Tangemann
11:55 - 12:25	Durchgängige Simulation von Fertigungsprozessen im Rahmen der rechnergestützten Produktauslegung bei Schaeffler Schaeffler Technologies AG & Co. KG - Dr. Bastian Helldörfer
12:25 - 14:00	Lunchbuffet
14:00 - 14:30	Schweißeigenspannungen in Rohrverbindungen für sichere Auslegung gegen multi-axiale Ermüdung Fraunhofer IWM - Dr. Majid Farajian
14:40 - 15:10	Advanced fatigue assessment methods for power plant components AREVA GmbH - Steffen Bergholz
15:10 - 15:30	Kaffeepause
15:30 - 16:00	Eigenspannungsberechnung an Montagestößen großer Stahlstrukturen TU Braunschweig - Jakob Klassen
16:10 - 16:40	Analytisch-numerische Berechnungsvorgehensweise zur Verzugssimulation beim thermischen Richten geschweißter Konstruktionen BTU Cottbus-Senftenberg - Felix Kuke
16:50 - 17:20	Modellierung von dynamischen Einspannsituationen zur Verzugs- und Eigenspannungsreduktion beim Schweißen Fraunhofer IWM - Dr. Ossama Dreibati

Besuchen Sie die Fachaustellung

Raum K3



KEYNOTE

Wieviel Einstein steckt in Star Trek

Dr. Hubert Zitt



2015 jährt sich zum 100. Mal die Entwicklung und Begründung von Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie.

Der Dozent für Informatik Dr. Hubert Zitt nimmt dies zum Anlass für einen ungewöhnlichen Vortrag: Anschaulich demonstriert er dem staunenden Publikum, dass viele Technologien, die bei Star Trek gezeigt werden, auf den Erkenntnissen von Albert Einstein basieren! Dazu zählen z.B. die Tarnvorrichtung der Klingonen, der Materie/Antimaterie-Reaktor, der Warp-Antrieb oder die künstliche Schwerkraft.

Mit zunehmender Begeisterung zeigt die Wirtschaft großes Interesse an Dr. Zitts Betrachtungen „Ohne die Erkenntnisse von Einstein würde die Enterprise nicht funktionieren!“, so Dr. Zitt. In zwei Star Trek-Folgen hat Albert Einstein sogar selbst Auftritte, künstlich generiert als Holodeck-Figur.

Inhalte des Vortrags

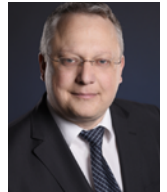
- Funktionsweisen von Star-Trek-Technologien in Bezug auf Einsteins Relativitätstheorie
- So wurde aus technischen Visionen und theoretischen Grundlagen Realität
- Künstliche Schwerkraft und ihr Nutzen
- Das Geheimnis von Fusionsreaktoren und Materie/Antimaterie-Reaktoren
- Wie heute aus der Technik der Enterprise praktischer Nutzen generiert wird

Dr. Zitt, selber bekennender Trekker, ist fasziniert, mit welcher Präzision die Autoren von Star Trek wissenschaftliche Theorien auf unterhaltsame Weise aufbereitet und in die Story eingearbeitet haben.



Virtual Welding and Assembly Solution: Control material, residual stresses, weld integrity and distortion to improve performance, product quality and service life

Michael Vogel
ESI GmbH, Neu-Isenburg



Ein Überblick über die aktuellen Lösungen zur Schweißsimulation, der Wärmebehandlungssimulation und der Baugruppensimulation von ESI. Dabei wird an Beispielen die Anwendung in der Automobilbranche, der Luft- und Raumfahrt, der Energiewirtschaft, sowie der Schwerindustrie gezeigt.



Ein Beitrag zum Wissenstransfer von Multiphysics Simulationen für die Anwendbarkeit von Schweißstruktursimulationen von Bauteilen

Dr. Marcus Brand
Ingenieurbüro für angewandte Wissenschaften - ifawiss, Ilse

Numerische Simulationen sind idealerweise im Vorfeld von Produktentwicklungen oder in der späteren Produktoptimierung zu finden. In beiden Phasen des Produktlebenszyklus sind Anforderungen zu erfüllen, die entweder in der frühen Phase noch definiert werden müssen, oder in der späteren Optimierung neu definiert werden müssen. In jedem Fall sind Prozess- oder Produktänderungen durchzuführen, bei denen die numerische Simulation als Werkzeug entscheidende Hinweise für den Technologen zur Lösung seiner Aufgaben zeigt: Zu den Aufgaben in der frühen Produktphase zählen z. B. die Tendenzen auf Prozess- und Produktänderungen zu erkennen. In der späteren Optimierungsphase sind detailgetreue Berechnungen für ein erhöhtes Prozessverständnis gewünscht.

Da numerische Simulationen zum Verhalten von Schweißverbindungen aus Zeitgründen mit Ersatzmethoden arbeiten, ist eine Validierung der Berechnungen mit experimentellen Daten unumgänglich. Die Praxis zeigt jedoch, dass diese Daten nur in seltenen Fällen vorhanden und auch nicht zeitnah zu beschaffen sind. Abhilfe schaffen multiphysikalische Ansätze. Am Beispiel einer simulierten Widerstandsverbindung wird gezeigt, wie Ergebnisse aus einem Multiphysics-Ansatz auf ein beliebig komplexes Bauteil erfolgreich übertragen werden können.



Einsatz der Infrarotthermografie für die Kalibrierung von Ersatzwärmequellen in der numerischen Schweißsimulation

Prof. Markus Urner
Hochschule der Bayerischen Wirtschaft gGmbH (HDBW),
München



Die Simulation von Fertigungsprozessen gewinnt aufgrund der steigenden Forderung nach effizienten und ökonomischen Entwicklungsabläufen immer mehr Bedeutung. Großes Potential liegt in der numerischen Darstellung von Fertigungsschritten, wie dem Fügen durch Schweißen, mit der FE-Methode in der Entwicklungs- und Fertigungsplanung. Die Abbildung der Energiequelle, z.B. des Lichtbogens beim Schweißen, erfolgt oft durch die Verwendung von Ersatzwärmequellen in den FEM-Berechnungen. Diese müssen mit experimentellen Temperaturmessungen abgeglichen werden, da nicht der reale physikalische Prozess berechnet wird. Hierzu kommen oft Thermoelemente zum Einsatz, die neben der Schweißnaht aufgefunktet werden. Diese Vorarbeiten sind sehr langwierig und im industriellen Umfeld, gerade bei mehreren Schweißnähten und großen Bauteilen, aufwendig durchzuführen. Die Infrarot-Thermografie bietet sich als alternative Methode zur Temperaturmessung an, da mit dieser berührungslos und flächenhaft zuverlässig Temperaturen bestimmt werden können.

Beim Schweißen treten aufgrund der besonderen Strahlungseigenschaften und hohen Temperaturen des Lichtbogens zusätzliche Fragestellungen auf, die im Niedrigtemperaturbereich nicht beachtet werden müssen. Neben einer Bestimmung des Emissionsgrades der zu messenden Oberfläche im Prozessbetrieb müssen auch Reflexionen und Umgebungsvariablen ins Auge gefasst werden.

Die Präsentation zeigt an industrierelevanten Werkstoffen und Schweißverfahren, welche Voraussetzungen zum Messen von Temperaturen beim Schweißen mit der Thermografie-Methode beachtet werden müssen. Anhand von ebenen Platten und einer bauteilähnlichen Struktur wird die Eignung der Temperatur-Informationen zur Verwendung in der Schweißsimulation dargestellt.



Experimentelle Untersuchung und Simulation des Einsatzhärtens an einem Getriebebauteil

Frank Tangemann
Volkswagen AG, Wolfsburg



Aufgrund der steigenden Energiekosten werden in neuzeitlichen Fahrzeugen Getriebe eingebaut, die im Gegensatz zu älteren Getrieben mehr Gänge aufweisen, kleiner und leichter sind. Um die erforderlichen Eigenschaften wie Verschleißbeständigkeit, Schlagzähigkeit und Rissunempfindlichkeit zu erreichen, findet ein Karbonisierungsprozess statt. Prozessbedingt entstehen Temperaturgradienten zwischen Rand und Kern, die in Verbindung mit den stattfindenden Umwandlungen zu Dehnungen führen. Diese Dehnungen äußern sich in Form- und Maßänderungen, die wiederum bei starker Abweichung der Sollmaße zu einem Ausschuss führen. Um dem entgegenzuwirken und um die Kosten zu senken kommt eine Simulationsberechnung des kompletten Härtungsprozesses zum Einsatz. Mit ihr besteht die Möglichkeit Wärmeverzugsunempfindlich zu konstruieren und optimale Ofenparameter im Vorfeld zu berechnen.

In dieser Arbeit wird gezeigt, wie bei Volkswagen im Vorseriencenter Getriebebauteile gehärtet werden und wie der zukünftige Arbeitsprozess aussehen soll. Um dies zu erreichen wird exemplarisch an einem Getriebebauteil der Prozess des Einsatzhärtens simuliert, das Fitten der Materialparameter gezeigt sowie unter Verwendung eines „Geometrischen Optischen Messverfahrens“ der sich einstellende Bauteilverzug abgebildet.



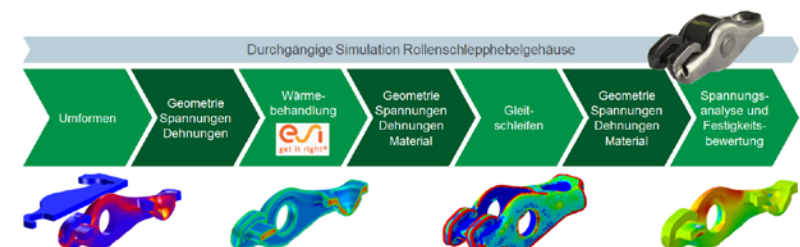
Durchgängige Simulation von Fertigungsprozessen im Rahmen der rechnergestützten Produktauslegung bei Schaeffler

Dr. Bastian Helldörfer
Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach



Die Entwicklung von Produkten wie auch die Optimierung der für deren Herstellung benötigten Technologien wird im industriellen Alltag schon heute in vielen Bereichen mit Simulationen unterstützt. Moderne Simulationswerkzeuge und -methoden ermöglichen bereits in frühzeitigen Entwicklungsphasen die Untersuchung verschiedener Aspekte, so dass kosten- und zeitintensive Versuche mit realen Werkzeugen, Anlagen und Bauteilen reduziert werden können. Allerdings werden im Rahmen der allgemeinen Berechnungspraxis die jeweiligen Simulationen als Insellösungen betrieben. So werden bei Beanspruchungsanalysen und Festigkeitsbewertungen in der Regel keine lokalen Produkteigenschaften wie z.B. ein sich aus der Wärmebehandlung ergebender Eigenspannungszustand berücksichtigt. Derartige Vernachlässigungen führen in der Folge zu Unsicherheiten in der Bewertung und erschweren quantitative Aussagen. Mit modernen, durchgängigen Simulationsansätzen hingegen kann die Aussageschärfe erhöht werden, indem Eigenschaften, die in einem Fertigungsprozess definiert werden, in den nachfolgenden Prozess- oder Produktsimulationen einbezogen werden.

Im Rahmen des Vortrags wird die Umsetzung der durchgängigen Simulation bei Schaeffler anhand eines Rollenschlepphebelgehäuses dargestellt. Die präsentierte Simulationskette beinhaltet den mehrstufigen Blechmassivumformprozess, den Einsatzhärtprozess, das Gleitschleifen und die Beanspruchungsanalyse mit der abschließenden Festigkeitsbewertung. Lokale Bauteileigenschaften werden über geeignete Schnittstellen in die verwendeten anwendungsspezifischen Simulationsprogramme übertragen. Anhand detaillierter Geometrie-, Eigenspannungs- und Gefügemessungen wurden die Simulationsergebnisse prozessbegleitend validiert.





Schweißseigenspannungen in Rohrverbindungen für sichere Auslegung gegen multi-axiale Ermüdung

Dr. Majid Farajian

Fraunhofer - Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg



Die Bewertung der Lebensdauer von Schweißverbindungen unter mehrachsiger Beanspruchung ist aufgrund vielfältiger Einflussparameter auf das Schwingfestigkeitsverhalten nach wie vor mit großen Unsicherheiten verbunden. Inwieweit das Schweißseigenspannungsfeld auf den mehrachsigen zyklischen Spannungszustand und dementsprechend auf die Schädigungsmechanismen Einfluss hat, ist ungewiss. Der Grund hierfür ist, dass in den meisten Untersuchungen für die Analyse der Schwingfestigkeit unter multi-axialer Beanspruchung entweder die geschweißte Proben spannungsarmgeglüht wurden oder sehr hohe Zugeigenspannungen an bruchkritischen Stellen ohne jegliche experimentelle Eigenspannungsermittlung vorausgesetzt worden sind. Aus geometrischen und technischen Gründen ist eine experimentelle Ermittlung des Schweißseigenspannungsfelds selbst an bruchkritischen Stellen einer Konstruktion nicht immer möglich. Dadurch bleibt eine Ungewissheit über die vorliegenden Eigenspannungen. Eine weitere Schwierigkeit in der Bewertung von Eigenspannungen besteht darin, dass diese während der Beanspruchung Veränderungen unterliegen können, so dass selbst eine präzise Berechnung der Ausgangseigenspannungen nur den ersten Schritt darstellen kann.

Die beschriebenen Umstände haben mit dazu geführt, dass bei schwingbeanspruchten Schweißkonstruktionen das Potential hochfester schweißbarer Stähle mit Einschränkungen zum Tragen kommt. In den aktuellen Regelwerken werden konservative Denkweisen zur Auslegung von Schweißverbindungen empfohlen, wofür die vermuteten hohen Eigenspannungen ganz wesentlich verantwortlich gemacht werden.

Eine wissenschaftliche und aus praktischer Sicht ingenieurmäßige Lösung zu dieser Problematik ist die Entwicklung eines validierten rechnerischen Nachweises des Schweißseigenspannungsfelds und dessen Verhalten unter Betriebsbeanspruchungen. Ein solcher Nachweis ist ein unschätzbare Werkzeug für die Designer geschweißter Konstruktionen zur Quantifizierung der Gefahr der Eigenspannungen für die strukturelle Integrität und zur Bemessung leichterer Bauteile gegen Ermüdung.



Advanced fatigue assessment methods for power plant components

Steffen Bergholz

Areva GmbH, Erlangen

The load follow operation of thermal power plants in the context of the German “Energiewende” is a big challenge for these plants. In this context TMF/SHM methods gain importance. Most existing plants do not work according the original specified load profile anymore.

A lot of new methods were developed for getting appropriate information about the structural health situation of loaded components and prevent premature damage. Load monitoring with the potential of optimization of operational modes combined with a highly qualified fatigue and creep-fatigue assessment is a central concern.

An automated relation of **measure outer loads > determination of equipment inner loads > damage accumulation** is the key for better prognosis. Furthermore the idea is not limited to thermal power plants. An example for usage on wind turbines shows the universalism of that method.



Eigenspannungsberechnung an Montagestößen großer Stahlstrukturen

Jakob Klassen
Technische Universität Braunschweig



Die Berechnung von Schweißeigenspannungen leidet bislang immer noch darunter, dass verlässliche Ergebnisse bestenfalls an sehr kleinen Modellen erzielt werden können, weil andernfalls die Dauer der Berechnungen die verfügbaren Möglichkeiten übersteigt. Vereinfachungen führen häufig zu falschen oder zumindest ungenauen Ergebnissen, weil gleichzeitig auf eine experimentelle Verifikation verzichtet wird. In diesem Vortrag wird versucht, die Machbarkeit von Berechnungen, die die Voraussetzung für eine Bewertung im Hinblick auf das Festigkeitsverhalten darstellen, merklich zu verbessern und durch eine enge experimentelle Begleitung abzusichern. Der Nachweis der Übertragbarkeit von Berechnungen im verkleinerten Maßstab auf die Originalgröße liefert die Voraussetzung für eine praktische Umsetzbarkeit.

Die betriebsfeste Auslegung von Schweißkonstruktionen im allgemeinen Stahlhochbau sowie im Schiffbau ist immer noch von Unsicherheiten geprägt. Ein Grund hierfür ist die mangelnde Kenntnis über den Schweißeigenspannungszustand. Diese Effekte können durch geeignete Schweißfolgen minimiert, jedoch nicht eliminiert werden. Insbesondere gestaltet sich die Aussage zu möglichen Schweißeigenspannungen geschweißter Montagestöße vorgefertigter Komponenten als schwierig, da hier eine Vielzahl von Schweißdetails einander bedingen und zu einem nicht trivialen Eigenspannungszustand führen, der wiederum die Ermüdungsfestigkeit negativ beeinflussen kann. Auf Auslegungsseite kann diesem ungewissen Zustand lediglich durch eher konservative Auslegung einer Schweißverbindung begegnet werden, da die messtechnische Bestimmung von Eigenspannungen nur selten möglich ist. Die Eigenspannungsberechnung mit Hilfe der FEM kann eine geeignete Maßnahme zur Vorhersage des finalen Eigenspannungszustandes sein.

Der Vortrag soll einen Einblick in die Eigenspannungsberechnung großmaßstäblicher und folglich mehrlagiger Schweißverbindungen geben. Insbesondere werden die Möglichkeiten und Grenzen einer solchen Berechnung mit SYSWELD diskutiert. Es wird auf die notwendige Kalibrierung der Modelle sowie mögliche Vereinfachungsansätze der transienten Berechnung eingegangen.



Analytisch-numerische Berechnungsvorgehensweise zur Verzugsimulation beim thermischen Richten geschweißter Konstruktionen

Felix Kuke
BTU Cottbus-Senftenberg - Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik



Nach wie vor stellt der Schweißverzug eines der Hauptprobleme in der Schweißtechnik dar. Er mindert die Qualität der Schweißkonstruktion, erschwert die reibungslose Durchführung des Fertigungsprozesses und führt zu hohen Kosten in der Nachbehandlung. Zur Findung optimaler Richt- und Führungsparameter für die Verzugsminimierung von Schweißkonstruktionen ist die Durchführung von zeit- und kostenintensiven Experimenten momentan noch weit verbreitet. Der Einsatz der thermomechanischen FE-Simulation stößt im Bereich industrierelevanter, großer Strukturen an seine Grenzen, da die Berücksichtigung des vorläufigen Schweißprozesses die Komplexität enorm erhöht.

Vorgestellt wird die Grundlage des analytisch-numerischen Hybridmodells zur gekoppelten Verzugsberechnung nach dem Schweißen und anschließenden Richten. Mittels des analytischen Schrumpfkraftmodells ist es möglich, unter Berücksichtigung der signifikanten Einflussfaktoren auf die beim Schweißen bzw. thermischen Richten entstehenden plastischen Verformungen, zu der thermomechanischen Belastung jeder Schweißnaht bzw. Richtfigur äquivalente mechanische Lasten zu ermitteln. Diese werden einem FE-Modell der Konstruktion schrittweise übergeben und die Verformung der gesamten Struktur mittels einer elastischen Analyse berechnet. Die Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Schweißnähte und Richtfiguren sowie unterschiedlicher Fertigungsschritte, erfolgt durch eine Rückkopplung.

Nach der Verifizierung des analytisch-numerischen Hybridmodells an elementaren Beispielen folgt die Demonstration der Vorgehensweise an einer anwendungsnahen komplexen Schweißkonstruktion. Abschließend wird die Erfassung unterschiedlicher Schweiß-Richtszenarien diskutiert.

Das Forschungsvorhaben mit IGF-Nr. 17970 BR der AiF-Forschungsvereinigung "FOSTA-Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V." Wird im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom BMWi aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Modellierung von dynamischen Einspannsituationen zur Verzugs- und Eigenspannungsreduktion beim Schweißen



Dr. Ossama Dreibati
Fraunhofer - Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg

Verzug und Eigenspannungen entstehen in Folge der inhomogenen lokalen Erwärmung beim Schweißen. Sie hängen von Werkstoff, Schweißverfahren und -parameter und Geometrie sowie Einspannbedingungen ab. Schweißverzug und -eigenspannungen bedingen sich generell gegenseitig. Somit führt die Schweißmodifikation, die zur Reduktion einer Größe, zur Erhöhung der Andere. Optimale Schweißbedingungen (wie z.B. optimale Einspannungen) hinsichtlich des Verzugs und der Eigenspannungen können mit der FE-Simulation prinzipiell gefunden werden. Die Beseitigung des Verzugs und der Eigenspannungen kann allerdings nur durch vor- und nachgelagerte aufwändige Prozesse wie thermisches Richten und Wärmebehandlungen erfolgen. Die prozessbegleitenden dynamisch veränderten Einspannungen können weitere Wege zur kostengünstigen kombinierten Verzugs- und Eigenspannungsreduktion öffnen. Hierbei werden die Einspannungen und somit das Bauteilgleichgewicht während des Schweißens modifiziert, sodass eine Minimierung des Verzugs und der Eigenspannung nach dem Schweißen eingestellt wird.

In dieser Arbeit wurden rechnergestützte Techniken zur prozessbegleitenden dynamischen Verzugs- und Eigenspannungsreduktion von laserstrahlgeschweißten Bauteilen aus X6CrNiTi 18 10 untersucht. Zu diesen Kompensationstechniken zählen die nachlaufende Rolle sowie nachgeschaltete Stempel. Das Bauteil wird während der Abkühlung lokal durch die Kompensationsmethode beeinflusst, welches zur Verzugskompensation und Eigenspannungsreduktion führt. Die optimalen Angriffszeitpunkte und -lagen der Kompensationsmethode lassen sich rechnergestützt finden. Die Modellierung der Kompensationsmethode und dessen Einflussprinzip wurden durch verschiedenen Techniken (z.B. Trajectory Loading Medium, 1D Elementtyp 1602) realisiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich optimale dynamische Bedingungen zur kombinierten Verzugs- und Eigenspannungsreduktion durch die FE-Simulation bestimmen lassen.

Die Untersuchungen wurden an Blindnähte sowie I-Stoß und Überlappstoß-Verbindungen durchgeführt und mit Winkelverzugs- und Eigenspannungsmessungen begleitet.