



JAHRESBERICHT
2018

JAHRESBERICHT 2018
LEISTUNGEN UND ERGEBNISSE DES
FRAUNHOFER IGP

**MIT TRADITION IN DIE ZUKUNFT:
ERSTER FRAUNHOFER-IGP-PREIS AN FR. LÜRSSEN WERFT**

INHALT

5 - 6	Grußwort
7 - 8	Rückblick
9 - 12	Fraunhofer-IGP-Preis
13 - 14	Das Institut im Überblick
15 - 16	Organigramm
17 - 24	Kompetenzen
25 - 26	Unterstützende Bereiche
27 - 42	Ausgewählte Projekte
43 - 46	Verbünde, Allianzen und Gremien
47 - 52	Veröffentlichungen 2018
53 - 54	Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick
55 - 58	Ansprechpartner
59	Quellen/Förderer/Impressum

- 17 **Umformtechnisches Fügen und Formgeben**
- 27 Vereinfachtes Ersatzmodell zur Prozesssteuerung beim Walzrunden großer Blechdicken - Umformoptimierung
- 29 Schädigungs- und Versagensverhalten stanzgenieteter Faser-Kunststoff-Verbunde bei zyklischer Belastung
- 30 Reibungsbasierte Rissinitiierung bei umformtechnisch gefügten Verbindungen
- 18 **Mechanische Verbindungstechnik**
- 27 Erweiterung der Anwendungsgrenzen von Blindbefestigern zum Verbinden höherfester Werkstoffe
- 31 Qualifizierung des Scherschneidens
- 32 Analytischer Nachweis von reibschlüssigen Verbindungen mit Langlöchern für Leichtmetalle und Stahlwerkstoffe
- 19 **Klebtechnik, Faserverbundtechnik und Korrosionsschutz**
- 28 Nichtbrennbare, faserverstärkte Kompositbauteile auf Basis kalthärtender, anorganischer Matrixsysteme
- 33 Inspektionsmethoden für die wiederkehrende Prüfung von Strukturklebungen im Schiffbau
- 34 Entwicklung von Drucktanks auf Basis rotationsgeformter Liner mit CFK-Druckhülle
- 20 **Schweißtechnik**
- 28 Induktionswärmetechnik zur Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Unterwasser-Schweißen von Feinkornstählen
- 35 Funktionsschichten für moderne Heiztechnologien
- 36 Einflüsse auf die Betriebstauglichkeit lichtbogengelöteter verzinkter Stahlkonstruktionen $t > 3$ mm
- 21 **Automatisierungstechnik**
- 27 Automatisierte Handhabung von Werkstücken in der Flugzeugmontage
- 37 Ortsveränderliche Roboterzelle zum umweltgerechten Zerlegen von Rotorblättern
- 38 Entwicklung eines flexiblen robotergestützten Systems zur Bearbeitung großer Gussbauteile
- 22 **Messen von Großstrukturen**
- 28 3D HydroMapper – Automatisierte 3D-Bauwerksaufnahme und Schadenserkenung unter Wasser
- 39 Inspektion, Überwachung und Dokumentation von stahlbaulichen Strukturen
- 40 Bestandserfassung von Fischlarven zur Verminderung von Kannibalismus-bedingtem Schwund
- 22 **Unternehmens- und Produktionsorganisation**
- 41 SUPER - Schiffbauliche Unikatproduktion mit erweiterter Realität
- 42 Industrie 4.0-fähiger Ansatz zur datentechnisch integrierten, intelligenten und adaptiven Produktion des Fahrstuhls



GRUSSWORT

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,
liebe Freundinnen und Freunde des Fraunhofer IGP,

es ist zwar erst ein halbes Jahr seit unserem letzten Bericht vergangen, doch möchten wir Sie trotzdem mit einem kurzen Tätigkeitsbericht informieren. Hintergrund ist, dass wir uns in der Zukunft über vollständige Kalenderjahre berichten wollen und wir mit diesem Schritt in den neuen Takt gelangen.

Trotz des kürzeren Zeitraumes ist der Bericht nicht weniger interessant als die vorherigen. So haben wir unter anderem den Fraunhofer-IGP-Preis ins Leben gerufen, mit dem wir jährlich ein Team aus den Reihen unserer Projektpartner in der Industrie auszeichnen. Hier wollen wir die Zusammenarbeit auf Projektebene honorieren, die bei optimaler Verzahnung zu ausgezeichneten Ergebnissen in der Forschung führt und neue Wege für weitere anwendungsorientierte Entwicklungen aufzeigt.

Auch geben wir Impulse zu gerade gestarteten Projekten, die einladen sollen, diese Ideen und Konzepte weiterzuentwickeln und zeitnah in weiterführende Projekte vorzudenken. Gerade im Bereich der öffentlich geförderten Forschungsprojekte müssen wir weit vorausschauend agieren, damit die zu erwartenden Ergebnisse zeitnah mit der Entwicklung am Markt bereitstehen.

So können wir Ihnen in diesem Bericht einen aus unserer Sicht facettenreichen Blumenstrauß an Forschungsthemen präsentieren, der Ihnen zeigt, zu welchen Fragestellungen wir Lösungen anbieten. Auch soll der Bericht zeigen, dass wir durchaus bereit sind, unsere bestehenden Forschungspfade zu verlassen, um Ihnen, unseren Kunden, Lösungen anzubieten.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und hoffen, dass wir damit Ideen in Ihren Häusern und mit uns anstoßen, um neue Themen auf den Weg zu bringen, die wir gemeinsam ausgestalten und in die Umsetzung bringen können.
Nutzen Sie den Bericht als Ideengeber für Innovationen von morgen.

Mit freundlichem Gruß aus der
Hanse- und Universitätsstadt Rostock



Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge
Institutsleiter des Fraunhofer IGP



INSTITUTSLEITER PROF. DR.-ING. WILKO FLÜGGE
UND STELLVERTRETER PROF. DR.-ING. HABIL. KNUTH-MICHAEL HENKEL

JAHRESRÜCKBLICK

Feierliche Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Ing. Wilko Flügge im Juli 2018

Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge, Institutsleiter des Fraunhofer IGP, bewies sein Können als Universitätsprofessor und Leiter des Lehrstuhls Fertigungstechnik und läutete so den offiziellen Beginn seiner Lehrtätigkeit ein, wenschon er bereits seit Juni 2017 an der Uni Rostock lehrt. Unter den zahlreichen interessierten Gästen befanden sich unter anderem der Rektor der Universität, Prof. Dr. Wolfgang Schareck, die Dekanin der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Prof. Dr. Manuela Sander, und Vertreter der Rostocker Fraunhofer-Institute.



Besuch des Staatssekretärs Reinhard Meyer auf der SMM 2018

Das Fraunhofer IGP vertrat neben vielen weiteren Ausstellern die maritime Industrie auf der SMM 2018. Auch der Chef der Staatskanzlei Mecklenburg-Vorpommerns, Staatssekretär Reinhard Meyer, besuchte den Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Verkehr. Er informierte sich über neue wissenschaftliche Ansätze und Lösungen der Forscher des Rostocker Fraunhofer IGP. Neben Lösungen für die Werft 4.0, wurden dem Staatssekretär auch ein Werkerassistenzsystem sowie eine automatisierte Schweißprogrammierung vorgestellt.



Innovationen für Onshore- und Offshore-Windenergie auf der WindEnergy 2018

Auf dem Gelände der Hamburger Messe versammelten sich im September über 1400 Aussteller, um den Schwerpunktthemen Dynamische Märkte, Kosteneffizienz und Smart Energy nachzugehen. So fokussierte sich auch das Fraunhofer IGP auf die aktuellen Entwicklungen in der weltweit wachsenden Windindustrie. Vertreten auf dem Gemeinschaftsstand M-V wurden abgeschlossene und aktuelle Forschungsprojekte rund um das Thema Windenergie präsentiert. Ausgestellt wurde weiterhin ein Probenbalken für die thermo-mechanische Betriebsfestigkeitsprüfung von Klebverbindungen für Rotorblattanbauteile.



9. Doktorandenseminar der Klebtechnik in Rostock

Das Fraunhofer IGP war im Oktober 2018 Veranstaltungsort des 9. Doktorandenseminars. Hauptziele dieser Veranstaltung sind das gegenseitige Kennenlernen der Doktoranden aus verschiedenen Forschungseinrichtungen und die kritische Diskussion als Baustein auf dem Weg zur Promotion. Das Seminar lieferte Einblicke in aktuelle Forschungsschwerpunkte der Klebtechnik und ermöglichte vor allem jungen Forschern, eigene Arbeiten und Ergebnisse einem fachkundigen, aber nicht öffentlichen Publikum vorzustellen.



Zwischen Rostock und Russland – geplante Kooperationen auf dem 3. Unternehmertag

Im Oktober fand in der Rostocker Stadthalle zum dritten Mal der Unternehmertag statt. Unter dem Motto „Russland in Mecklenburg-Vorpommern“ lud die Wirtschaftskonferenz ein, sich mit aktuellen Themen zu befassen und legte ihren Schwerpunkt auf den direkten Austausch der deutschen und russischen Unternehmen. Neben unterschiedlichen Gesprächsrunden unterschrieb das Fraunhofer IGP gemeinsam mit dem Zentralen Forschungsinstitut für Eisenhüttenkunde I.P. Barnin einen Kooperationsvertrag, der die geplante Zusammenarbeit einläutete.



Festkolloquium zum 70. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner

Zu Ehren des ehemaligen Institutsleiters lud das Fraunhofer IGP im November zu einem Festkolloquium rund um das Thema Robotik ein. Die Robotik begleitete Prof. Wanners gesamte Karriere. Mit Projekten zur Großrobotik konnte er zudem Pionierarbeit leisten, die internationale Anerkennung gefunden hat. Wir nahmen die Veranstaltung auch zum Anlass, um uns bei seinen engen Weggefährten, die zu dem Kolloquium geladen waren, zu bedanken, da sie den Grundstein für unser heutige Einrichtung legten. Unter den circa 100 Teilnehmern fanden sich zudem wichtige Vertreter aus Wirtschaft und Politik.



Mit Tradition in die Zukunft: erster Fraunhofer-IGP-Preis an Fr. Lürssen Werft

Forschen im Auftrag der Zukunft: Fraunhofer ist die größte Forschungsorganisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa. Wir gestalten ein ausgewogenes Zusammenspiel zwischen exzellenter Forschung und anwendungsorientierter Entwicklung. Dieses Alleinstellungsmerkmal ist Motivation für uns und schafft Mehrwert für unsere Partner. Nachdem sich das Fraunhofer IGP in Rostock und weltweit etablieren konnte, sollen nun unsere wegweisenden und kreativen Partner geehrt werden. Der Fraunhofer-IGP-Preis versteht sich als Zukunfts- und Innovationspreis und soll den technologischen, wirtschaftlichen, ökologischen oder gesellschaftlichen Nutzwert auszeichnen, der in der engen Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtung und Industriepartner gewonnen wird. In diesem Jahr steht die Branche des Schiffbaus im Vordergrund.

Der europäische Schiffbau erlebt derzeit ein Hoch.

Dennoch steigt der weltweite Wettbewerbsdruck unaufhaltsam. Es gilt, durch die kontinuierliche Stärkung der maritimen Industrie diesen Erfolg weiter fortzusetzen und auszubauen. Diese Notwendigkeit erkannte auch die Fr. Lürssen Werft. Der Schiffbauer mit dem Hauptsitz im Bremer Stadtteil Vegesack ist unter anderem bekannt für den Bau ziviler Großyachten. Dabei zwingen die unaufhaltsam wachsenden Kundenansprüche und Anforderungen an das Endprodukt die Werft zu einem kontinuierlichen und ganzheitlichen Verbesserungsprozess über die gesamte Produktentstehung hinweg. Es wurde das Ziel definiert, die gesamte Produktion durch eine Erhöhung der Prozesstransparenz besser und gezielter steuern zu können, denn notwendige Änderungen oder Anpassungen sind während des Baus solcher Schiffe die Regel. Darüber hinaus gehört die Umsetzung von nachträglichen Kundenwünschen zur Philosophie der Fr. Lürssen Werft. Doch diese Anforderungen waren mit herkömmlichen Mitteln nur noch schwerlich zu

realisieren, da die Komplexität des Schiffbaus und die Schaffung eines Unikats große Herausforderungen mit sich bringen. Um das ambitionierte Ziel dennoch erreichen zu können, wurde ein Partner gesucht, der sich in der Welt der Großstrukturen gleichermaßen heimisch fühlt wie in der Umsetzung zukunftsreicher und IT-gestützter Produktionssysteme. Das Fraunhofer IGP wurde als Partner für die Umsetzung des Pilotprojekts gefunden - **der Beginn einer vielversprechenden Partnerschaft.**



1

1 Die Trophäe des Fraunhofer-IGP-Preises 2018. Als Vorlage diente das Mock-up vor der Fraunhofer-Einrichtung: eine Gittermaststruktur einer Windenergieanlage, verbunden durch wartungsfreie Schließringbolzen



INDUSTRIE 4.0 AM FRAUNHOFER IGP:
TOOL ZUR DIGITALEN PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG
GESTALTET DEN GESAMTEN FERTIGUNGSABLAUF FÜR DIE
FR. LÜRSSEN WERFT

Wegweisende Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer IGP und der Fr. Lürssen Werft

Die Rohrfertigung am Nebenstandort Lemwerder wurde als erstes Anwendungsfeld definiert. Mit den komplexen Geometrien, der Vielzahl an Fertigungsschritten und der großen Menge an verschiedenen Materialien und Bauteilen stellt dieser Produktionsprozess eine Herausforderung in der Umsetzung solch eines Pilotprojektes dar. Ein überwiegend analog geprägter Informationsfluss erforderte erheblichen Arbeitsaufwand für die Mitarbeiter, um die hohen Qualitätsstandards zu erfüllen. Diese Situation wurde als unbefriedigend eingeschätzt und das Optimierungspotenzial erkannt. Gerade vor dem Hintergrund des Zukunftsprojekts „Industrie 4.0“ und dessen prominenten Vertretern wie der Automobilindustrie konnte der aktuelle Status nicht weiter akzeptiert werden. Zusammen mit dem Fraunhofer IGP wurden detaillierte Analysen durchgeführt, um die offensichtlichen Optimierungspotenziale mit fundierten Daten zusätzlich zu untermauern. Ziele wie die Effizienzsteigerung und die zeitliche Einsparung bei der Realisierung notwendiger Bauteilmodifikationen wurden definiert. Auf Basis dessen entstanden in einer engen Zusammenarbeit Konzepte zur Digitalisierung des Informationsflusses, zur Nachverfolgung der Materialien sowie ein ganzheitlicher Ansatz zur Produktionsplanung und -steuerung. Zunächst wurden jedoch bekannte Verfahren zur Prozessoptimierung eingesetzt, um die Rohrfertigung schlanker zu gestalten. Nebenzeiten wurden reduziert, Abläufe modifiziert und der Produktionsprozess in einigen Abläufen gerichtet gestaltet. Um diesen modifizierten Fertigungsablauf zu planen, wurde ein Tool zur **digitalen Produktionsplanung und -steuerung** entwickelt. Die Verknüpfung des Systems mit den bereits installierten und produktiv eingesetzten IT-Systemen erlaubt einen echtzeitfähigen Datenzugriff. Ferner findet ein kontinuierlicher Datenaustausch zwischen den Systemen statt, sodass beispielsweise konstruktive Anpassungen in Echtzeit kommuniziert werden. Um darüber hinaus auf den aktuel-

len Produktionsstatus reagieren zu können, bedarf es der Datengenerierung aus dem eigentlichen Produktionsprozess. Dahingehend wurde im nächsten Schritt ein **System zum allumfänglichen Informationsmanagement** realisiert. Analysen ergaben, dass die Hälfte der Arbeitszeit auf den deutschen Werften für die Material- und Informationsbeschaffung bzw. -verarbeitung verschwendet wird. Somit stellt die prozessabhängige Versorgung der Werker mit Informationen ein erhebliches Optimierungspotenzial dar. Eine automatische Identifikation der Bauteile an den jeweiligen Arbeitsstationen erlaubt eine situative Bereitstellung der erforderlichen Produkt- und Produktionsdaten wie beispielsweise digitale Bauzeichnungen. Unter Einsatz eines geeigneten Auto-Identifikationssystems wurde erreicht, dass durch den Scan eines Bauteils entsprechenden Daten auf einem Industrie-Panel zur Verfügung stehen. Die Suche nach den erforderlichen Informationen entfällt gänzlich und die durch den Scan verursachten Nebenzeiten liegen im einstelligen Sekundenbereich. Neben der Informationsbereitstellung findet eine Rückspeisung der Daten des Scanvorgangs statt, sodass der aktuelle Prozessfortschritt in dem Planungs- und Steuerungstool projiziert wird. Eintretende Störungen innerhalb des Produktionsvorgangs können über das Panel kommuniziert werden. Somit wird der echtzeitnahe Eingriff in den Prozess garantiert. Der erste Schritt zur Transparenzsteigerung wurde getan. In weiteren Entwicklungsarbeiten sollte jedoch die Datengranularität weiter angehoben werden, um weitere Potenziale zu erheben. Zur ganzheitlichen Nachverfolgung der Bauteile sowie der **digitalen Abbildung des Prozessfortschrittes** müssen die Ladungsträger, auf denen fertige Baugruppen gesammelt werden, lokalisiert werden. Mit Hilfe eines echtzeitfähigen Ortungssystems wird der aktuelle Standpunkt der mit einem Tag versehenen mobilen Ladungsträger ermittelt. Die erhobenen Daten erlauben die detaillierte Ableitung des

aktuellen Fortschritts innerhalb der Fertigung. Weiterhin findet eine Generierung logistischer Kennzahlen statt, die weitere Optimierungspotenziale innerhalb des Fertigungsprozesses aufdecken.

Die zuvor definierten Ziele wurden innerhalb dieses Pilotprojekts allesamt erfüllt. Neben der Informationsbereitstellung und Materialverfolgung, die in beiden Bereichen die Such- bzw. Beschaffungsvorgänge nahezu gänzlich eliminieren, sorgt der digitale und echtzeitfähige Informationsfluss für den gewünschten, allumfänglichen Produktionsplanungs- und -steuerungsansatz. Werker konzentrieren sich nun auf wertschöpfende Prozesse. Produktionsleiter, die zuvor mit papiergebundenen Dokumenten die Fertigung mit Informationen versorgten, widmen sich jetzt komplexeren Aufgaben. Die Planungs- und Steuerungsebene kann nun für ihre Aufgaben auf Daten aus der Produktion zurückgreifen. Der realisierte Datenaustausch zwischen den einzelnen IT-Systemen lässt die zuvor heterogene Systemlandschaft als Einheit funktionieren. **Potenziale wurden aufgedeckt, die zunächst unerreichbar erschienen.** Alles in allem sorgen die entwickelten Systemkomponenten und deren anschließende Vereinigung dafür, dass der Umsetzung spezieller Kundenanforderungen sowie der Entwicklung eines erneut atemberaubenden Unikats in Form eines imposanten Schiffs nichts mehr im Wege steht. Trotz der erfolgreichen Umsetzung dieses Pilotprojekts sollen weitere Hürden genommen werden. Es gilt, die Potenziale auszuschöpfen, weitere Ansätze zu detektieren und ihnen nachzugehen.

Mit Tradition in die Zukunft: Das Familienunternehmen Fr. Lürssen kann heute auf 144 Jahre Schiffbaugeschichte zurückblicken. 1875 gegründet, entwickelte sich in vier Generationen aus einer kleinen Bootsbauwerkstatt am Standort

Bremen ein Schiffbauunternehmen von Weltrang. Dass sich die Familie Lürssen nicht vor Neuerungen und Wachstum scheut, zeigt nicht nur die breite Produkt- und Standortpalette des Unternehmens, sondern auch die innovative und zukunftsweisende Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP.

2 Vertreter von Fr. Lürssen gemeinsam mit dem Gruppenleiter der Unternehmens- und Produktionsorganisation am Fraunhofer IGP; v.l.n.r.: Philipp Krüger, Dr. Jan Sender, Marius Harms, Jörg Gabriel und Imke Kappelhoff



DAS INSTITUT IM ÜBERBLICK

Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP

Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Produktion und Fertigung von Großstrukturen bilden die Forschungsschwerpunkte der Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP in Rostock.

Auf Basis angewandter Forschung werden im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit unseren Kooperationspartnern Konzepte für Produkt- und Prozessinnovationen für viele Zukunftsbranchen der Wirtschaft wie **Schiff- und Stahlbau, Energie- und Umwelttechnik, Schienen- und Nutzfahrzeugbau sowie Maschinen- und Anlagenbau** entwickelt und realisiert.

Das Fraunhofer IGP ist vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als **Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle** (LBO) anerkannt und nimmt Aufträge im In- und Ausland wahr. 2018 wurde die Anerkennung als deutschlandweit erste und derzeit einzige Prüfstelle für die Zulassungsgruppe 4.1/10 erweitert.

Ein weiterer wichtiger Pfeiler des Fraunhofer IGP ist das **Prüflabor**. Dieses ist durch die Kompetenzfelder der Einrichtung eng in laufende Forschungsprojekte eingebunden und bearbeitet zudem Prüfaufgaben aus der Wirtschaft.

Im Rahmen eines Kooperationsvertrages arbeitet das Fraunhofer IGP eng mit den Lehrstühlen Fertigungstechnik und Fügetechnik der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik an der **Universität Rostock** zusammen und ist Mitglied in der **Fraunhofer-Allianz Verkehr**, dem **Fraunhofer-Verbund Produktion** sowie in diversen Forschungsvereinigungen und -netzwerken.

Neben der universitären Ausbildung von Studenten widmet sich das IGP auch der beruflichen Erstausbildung. Es werden regelmäßig **Ausbildungsplätze als Zerspanungsmechaniker und Werkstoffprüfer** angeboten, die unseren Auszubil-

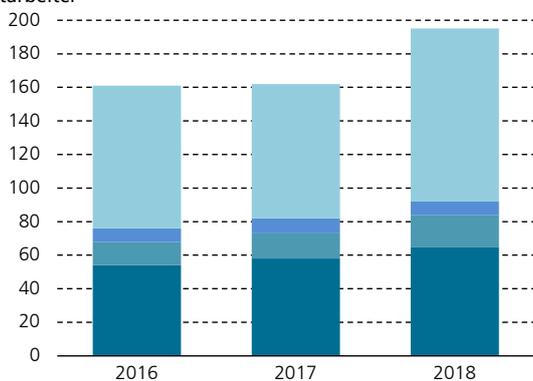
denden einen optimalen Start in die berufliche Karriere ermöglichen.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IGP bietet das Weiterbildungszentrum Klebtechnik des Fraunhofer IFAM einen einwöchigen **Kurs für Klebpraktiker** und einen dreiwöchigen Kurs für die Weiterbildung von Meistern, Technikern und Ingenieuren zu **Klebfachkräften** in Rostock an. Außerdem werden an der Fraunhofer-Einrichtung **Seminare zur angewandten Industrievermessung** angeboten, in denen je nach Bedarf die theoretischen Grundlagen als auch die praktische Anwendung erlernt werden. Das **Seminar zu den Grundlagen der Robotik** bietet Kenntnisse über die Grundlagen und den Einsatz von Robotersystemen sowie vertiefende Programmierkenntnisse und das Erlernen komplexer Programmstrukturen.

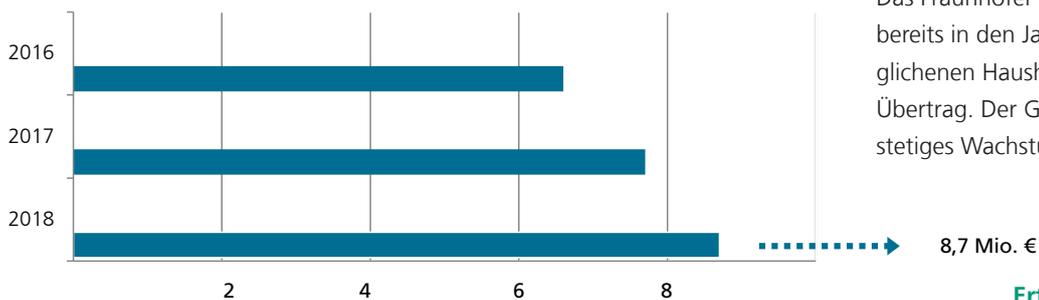
Seit 2005 wurden am Standort Rostock in mehreren Bauabschnitten über 6000 m² Labor- und Bürofläche geschaffen, um der Industrie maßgeschneiderte Dienstleistungen zu ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen anbieten zu können.



Anzahl der Mitarbeiter



- Wissenschaftliche Hilfskräfte und Auszubildene
- Mitarbeiter der Universität
- Technische und administrative Mitarbeiter
- Wissenschaftler

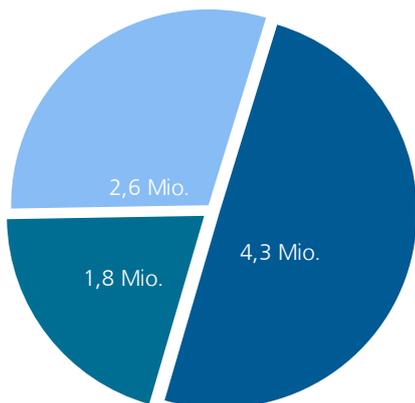


Gesamthaushalt

Das Fraunhofer IGP hat im Jahr 2018, wie bereits in den Jahren zuvor, einen ausgeglichenen Haushalt und einen positiven Übertrag. Der Gesamthaushalt verzeichnet stetiges Wachstum.

Erträge

Die Erträge im Jahr 2018 beliefen sich auf insgesamt 8,7 Mio. Euro. Mit einem Wirtschaftsertrag von 50 % wurden auch 2018 die Planziele erreicht. Eine weitere Steigerung wird auch für das darauffolgende Jahr erwartet.



- öffentliche, EU- und sonstige Erträge
- Wirtschaftserträge
- institutionelle Förderung

ORGANIGRAMM

FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR GROSSSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK IGP

Institutsleitung
Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge

Stellvertretung Institutsleitung
Prof. Dr.-Ing. habil. Knuth-Michael Henkel

Umformtechnisches Fügen und Formgeben

M.Sc. Pascal Froitzheim

Klebtechnik, Faserverbundtechnik und Korrosionsschutz

Dr.-Ing. Nikolai Glück

Unternehmens- und Produktionsorganisation

Dr.-Ing. Jan Sender

Mechanische Verbindungstechnik

Dr.-Ing. Christoph Blunk

Automatisierungstechnik

Dipl.-Ing. Steffen Dryba

Schweißtechnik

M.Sc. Andreas Gericke

Messen von Großstrukturen

Dr.-Ing. Michael Geist

Assistenz der Institutsleitung

Dipl.-Ing. Sabine Wegener
Virginie Rogge

Seniorprofessur

Prof. Dr.-Ing.
Martin-Christoph Wanner

Verwaltung

Birgit Latzko

Lehre

Dr.-Ing. Ulrich Kothe

IT

Dipl.-Wirt.-Inf. Marcus Baier

Technische Dienste

Dipl.-Ing. Kay Müller

Öffentlichkeitsarbeit

M.A. Silke Schulz

Prüflabor

M.Eng. Holger Brauns

**Prüf-, Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle nach LBO**

Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke

Umformtechnisches Fügen und Formgeben

Im **Forschungsschwerpunkt des umformtechnischen Fügens** werden Fragestellungen des Verbindens von Leichtbauwerkstoffen, beispielsweise von Faserkunststoffverbunden oder Aluminiumknetlegierungen, als reine umformtechnische Fügepunkte sowie in Kombination mit dem Kleben betrachtet. Hauptanwendungsgebiete der betrachteten Fügeverfahren sind der Flugzeug- und Fahrzeugbau.

Hierbei erfolgt sowohl die initiale Qualifizierung des Umform- bzw. Setzprozesses des Fügepunktes als auch die Analyse der Tragfähigkeit des Fügepunktes unter statischer und zyklischer Belastung sowie im Crashfall. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der bruchmechanischen Bewertung der Fügestellen hinsichtlich Rissinitiierung, Risswachstum und Bruchverhalten. Darüber hinaus werden die Eigenschaften der Fügepunkte über die Lebensdauer analysiert und Themenstellungen wie Korrosionsbeständigkeit, Dichtheit, elektrische Leitfähigkeit oder aber Möglichkeiten zur (zerstörungsfreien) Prüfung behandelt.

Im **Forschungsschwerpunkt des umformtechnischen Formgebens** werden grundlegende umformtechnische Fragestellungen zur Formgebung von Bauteilstrukturen behandelt. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Entwicklung von Prognosemodellen und der Ableitung von Prozesssteuerungskonzepten für die kalt- und warmplastische Umformung, vornehmlich für das Umformen großer Blechfelder mit Materialstärken größer als 5 mm. Diese müssen hinsichtlich der Echtzeitfähigkeit zur Integration in Anlagensteuerungen evaluiert und optimiert werden.

Das ist neu: GOM-ARAMIS-Messsystem für detaillierte Untersuchungen von umformtechnischen Fügeprozessen und Einsatz eines Rechenclusters zur Steigerung der numerischen Rechenkapazität; Dr.-Ing. Normen Fuchs als Professor in Stralsund berufen, neuer Gruppenleiter ist M.Sc. Pascal Froitzheim

Gruppenleiter

M. Sc. Pascal Froitzheim
Telefon +49 381 49682-228
pascal.froitzheim@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



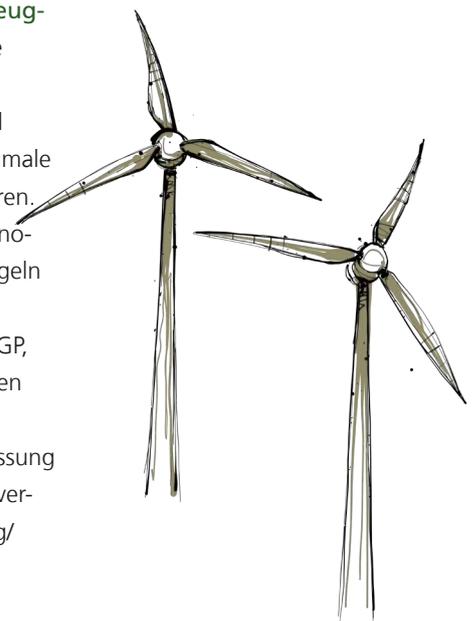
Mechanische Verbindungstechnik

Steigende Anforderungen bei der Herstellung energie- und ressourceneffizienter Produkte sowie umwelttechnische Aspekte führen in vielen Branchen zunehmend zur Anwendung von Leichtbaukonzepten. Der damit verbundene Einsatz neuartiger Materialien lässt insbesondere die mechanische Verbindungstechnik in den letzten Jahren eine Renaissance erfahren. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, erarbeitet das Fraunhofer IGP für die damit verbundenen Problemstellungen innovative und wirtschaftliche Lösungen.

Der Bereich Mechanische Verbindungstechnik umfasst verschiedene Forschungsschwerpunkte im **Metalleicht- und Stahlbau**, im **Schienenfahrzeugbau** sowie im allgemeinen **Fahrzeug- und Maschinenbau**. Gemeinsam mit unseren Kunden erarbeiten wir branchenspezifische Lösungen. Die richtige Auswahl und Beherrschung der Fügeverfahren entscheidet bereits zu Beginn der Produktentwicklung maßgeblich über die Funktionalität, Zuverlässigkeit und Sicherheit einer Konstruktion. Gleichzeitig hilft die für den jeweiligen Anwendungsfall optimale Füge-technologie Kosten und Material während der Produktion und der Nutzung einzusparen. Der Tätigkeitsbereich erstreckt sich von der Beratung zur Auswahl der optimalen Füge-technologien über die Analyse des Tragverhaltens bis hin zum Ableiten geeigneter Bemessungsregeln entsprechend den Anforderungen aus dem jeweiligen Anwendungsfall.

Unterstützt werden die theoretischen Betrachtungen durch das Prüflabor des Fraunhofer IGP, welches mit modernster Prüftechnik umfangreiche experimentelle Untersuchungen abbilden kann.

Das ist neu: Promotion für Gruppenleiter Christoph Blunk zum Thema „Beitrag zur Bemessung von querkraftbeanspruchten Blindnietverbindungen im Metalleicht- und Stahlbau“; Teamverstärkung durch neue Mitarbeiter im Bereich der Strukturmechanik und Probenvorbereitung/ Messtechnik



Gruppenleiter

Dr.-Ing. Christoph Blunk
Telefon +49 381 49682-34
christoph.blunk@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



KOMPETENZEN

Klebtechnik, Faserverbundtechnik und Korrosionsschutz

Dieser Bereich des Fraunhofer IGP beschäftigt sich sowohl mit aktuellen fügetechnischen Problemstellungen der Leicht- und Mischbauweisen als auch mit der Entwicklung und Adaption von Fertigungsverfahren für Faserverbundbauteile. Weitere Schwerpunkte sind die Untersuchung von Alterungseinflüssen auf Werkstoffe, Klebverbindungen und Beschichtungen durch Laboralterung in künstlichem Klima. In Zusammenarbeit mit dem Prüflabor des Fraunhofer IGP werden Werkstoffe, Verbindungen und Beschichtungssysteme unter genormten Bedingungen geprüft und qualifiziert. Darüber hinaus werden für Spezialanwendungen neue Prüfverfahren entwickelt und eingesetzt.

Im Bereich der **Klebtechnik** erstreckt sich das Leistungsspektrum des IGP von der klebgerechten Konstruktion von Bauteilen und Baugruppen, über die Auslegung und Dimensionierung von Klebverbindungen bis hin zur Entwicklung und Qualifizierung des gesamten Klebprozesses sowie der Verbindungsstelle.

Der Fokus im Bereich **Faserverbundtechnik** liegt in der ganzheitlichen Optimierung großer Faserverbundkonstruktionen wie Rotorblätter von Windenergieanlagen, Schiffsaufbauten oder Anwendungen im Bauwesen. Die Arbeitsschwerpunkte reichen dabei von der Entwicklung brandgeschützter Werkstoffe über die Fertigungstechnik bis zu der Kennwertermittlung und Berechnung.

Im Bereich **Korrosionsschutz** und künstliche Alterung liegen die Schwerpunkte des Fraunhofer IGP in der Entwicklung und Qualifizierung neuartiger Korrosionsschutzsysteme mit verbesserten Eigenschaften sowie der Ermittlung von Alterungseinflüssen.

Das ist neu: Wismaraner Projektgruppe zum Thema „Thermoplastische Großstrukturen“ in Kooperation mit dem Institut für Polymertechnologien e.V.; Erweiterung des Weiterbildungsangebots um dreiwöchigen Kurs zur DVS®-Klebfachkraft, anerkannt nach DIN 2304 und DIN 6701

Gruppenleiter

Dr.-Ing. Nikolai Glück
Telefon +49 381 49682-39
nikolai.glueck@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



Schweißtechnik

Thermische Trenn-, Beschichtungs- und Fügeprozesse spielen in einer Vielzahl von Produktionsabläufen eine zentrale Rolle als wertschöpfende und qualitätsbestimmende Fertigungsschritte. Vor allem Schweißverbindungen und -verfahren müssen in hochindustrialisierten Branchen stetig wachsenden und wechselnden Ansprüchen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Flexibilität und Qualität gerecht werden. Dazu zählen beispielsweise die qualitätsgerechte Verarbeitung moderner Werkstoffe mit oftmals hohen Anforderungen an die mechanisch-technologischen Eigenschaften bei konstanter Prozesssicherheit, die Sicherung der Bauteilintegrität geschweißter Komponenten von innovativen und statisch sowie zyklisch hoch ausgelasteten Leichtbau-Stahlbaukonstruktionen sowie die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Schweißprozessen durch moderne Automatisierungslösungen und die Einführung hochproduktiver Schweißverfahren zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit als Antwort auf den steigenden Kostendruck in globalisierten Märkten.

Um den daraus erwachsenden technologischen und ökonomischen Herausforderungen langfristig und nachhaltig gerecht zu werden, beschäftigt sich der Bereich Schweißtechnik am Fraunhofer IGP kontinuierlich mit innovativen Forschungs- und Entwicklungsansätzen zu aktuellen und zukünftigen Fragestellungen aus den Bereichen Schiffbau, Stahlbau, On- und Offshore-Windenergie.

Dabei wird stets eine ganzheitliche Betrachtung technologischer, metallurgischer sowie konstruktiver Aspekte der jeweiligen Schweißaufgaben innerhalb der Wertschöpfungskette angestrebt.

Das ist neu: Materialanalytik mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersiver Röntgenspektrometrie (EDX); Prozessanalytik mittels Hochgeschwindigkeitskamera; mobile und stationäre Ultrasonic Contact Impedance (UCI-) Härteprüfung; M.Sc. Andreas Gericke als neuer Gruppenleiter



Gruppenleiter

M.Sc. Andreas Gericke
Telefon +49 381 49682-37
andreas.gericke@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



KOMPETENZEN

Automatisierungstechnik

Die Arbeitsgruppe Automatisierungstechnik hat den Anspruch, Forschungsergebnisse der fertigungstechnischen Fachbereiche zum Nutzen unserer Kunden und Partner in Innovationen für die Praxis umzusetzen.

Neben klassischen Themen wie Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, und Machine Learning, fokussiert die Gruppe vor allem auf die Entwicklung und Anwendung von Robotik.

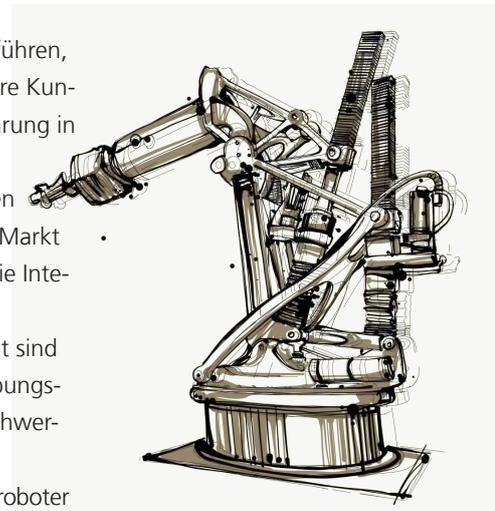
Autonome Roboterprogrammierung – Insbesondere unter dem Aspekt der geringen Losgrößen im Bereich der Fertigung von Großstrukturen rückt eine effiziente Programmierung in den Fokus. Unsere bereits erfolgreich in der maritimen Industrie eingesetzte autonome Roboterprogrammierung wird konsequent weiterentwickelt und basiert je nach Anwendungsfall nur auf der Auswertung von 3D Sensordaten.

Robotergestützte Fertigung – Das Ziel ist es, Roboter in industriellen Bereichen einzuführen, welche bisher von dieser Technologie nicht profitieren konnten. Wir entwickeln für unsere Kunden maßgeschneiderte Hard- und Softwarelösungen und begleiten langfristig die Einführung in den Unternehmen.

Roboterentwicklung und Prototypenfertigung – In der Fertigung von Großstrukturen übersteigen die Anforderungen an die Handhabungstechnik die Leistungsdaten der am Markt verfügbaren Systeme. Eine Kernkompetenz bildet daher die Entwicklung, der Bau und die Integration neuartiger Handhabungstechnik für den Einsatz in der XXL Fertigung.

Steuerungs- und Regelungstechnik - Bewegungssteuerung und funktionale Sicherheit sind wesentliche Bestandteile innovativer Lösungen in den Bereichen Robotik sowie Handhabungs- und Krantechnik. Die Realisierung spezifischer Hard- und Softwarekomponenten sind Schwerpunkte unserer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Das ist neu: Mit umfangreichen Technologiepaketen ausgestatteter Kuka KR 240-Industrieroboter steht für Forschungsarbeit im Bereich Schweißen und mechanischer Bearbeitung zur Verfügung



Gruppenleiter

Dipl.-Ing. Steffen Dryba
Telefon +49 381 49682-45
steffen.dryba@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



Messen von Großstrukturen

Die Entwicklungsgruppe Messen von Großstrukturen betrachtet Fragestellungen der effizienten Erfassung, Auswertung und Visualisierung von 3D-Messdaten im produktionstechnischen Umfeld. Ein breites Spektrum an Digitalisierungsmethoden für stationäre und mobile Anwendungen sowie ein interdisziplinäres Team bilden die Grundlage für innovative Lösungen auch unter schweren Bedingungen, z. B. dem Unterwasserbereich.

Der Einsatz modernster Messtechnik zur Erfassung der Form und Lage von Großstrukturen bildet die Basis für die anwendungsspezifische Entwicklung von Analyse- und Auswerteverfahren geometrischer Daten. Der Forschungsschwerpunkt **3D-Datenerfassung** entwickelt zusammen mit Industriepartnern Mess- und Qualitätssicherungskonzepte zur Erfassung des Ist-Zustandes beliebiger Objekte. Hierbei erfolgt sowohl eine Qualifizierung von Messprozessen zur geometrischen Qualitätskontrolle als auch die Entwicklung der gesamten Prozesskette von der Datenerfassung, über eine geeignete Ergebnisdarstellung bis hin zur Rückführung der Information in den Fertigungsprozess.

Im Forschungsschwerpunkt **Datenanalyse** werden grundlegende Fragestellungen zur Interpretation von mehrdimensionalen Sensordaten behandelt. Im Vordergrund steht eine angepasste Softwareentwicklung für die automatische Analyse hochaufgelöster 3D-Punktwolken und zusätzlicher Datenquellen. Durch die anwendungsspezifischen Entwicklungen zur automatisierten Extraktion objektrelevanter Information aus 2D-, 3D- und mehrdimensionalen Daten werden Modellierungsverfahren entwickelt, Mess- und Auswerteprozesse automatisiert sowie Zustandsinformationen abgeleitet.

Das ist neu: Umsetzung neuer technischer und methodischer Ansätze im Bereich der dynamischen Datenerfassung zur Positionsbestimmung bewegter Plattformen für Monitoring-Aufgaben

Gruppenleiter

Dr.-Ing. Michael Geist
Telefon +49 381 49682-48
michael.geist@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



Unternehmens- und Produktionsorganisation

Das Team der Unternehmens- und Produktionsorganisation des Fraunhofer IGP entwickelt in enger Zusammenarbeit mit den Industriepartnern individuelle Lösungen für die Gestaltung und Steuerung der Produktion von morgen.

Im Bereich der Fabrik- und Logistikplanung kommen neueste Methoden und Werkzeuge der **Digitalen Fabrik**, wie etwa Materialflusssimulation, 3D-Layoutplanung und Robotersimulation zum Einsatz. Dadurch können Industriepartner unter anderem bei der Absicherung von Reorganisations- oder Investitionsprojekten in der Produktion unterstützt werden.

Auf Shopfloor-Ebene liegt der Fokus auf der Entwicklung und Umsetzung individueller Lösungen für die smarte Fabrik im Kontext von **Industrie 4.0**. Hierzu gehören IT-basierte Betriebsdatenerfassungssysteme, die in Kombination mit modernster Ortungstechnologie zu einer Steigerung der Transparenz über den Produktionsprozess führen. Gleichzeitig wird eine schnelle und flexible Bereitstellung digitaler Informationen für den Mitarbeiter immer wichtiger. Um diese Ziele zu erreichen, werden Assistenzsysteme wie Datenbrillen, Tablets und andere Smart Devices eingesetzt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt im Bereich der **ergonomischen Assistenzsysteme**. Durch den Einsatz von Ergonomiesimulation und intelligenten Arbeitsplatzsystemen können Montageprozesse ergonomisch korrekt und effizient gestaltet werden. Außerdem werden innovative Produktionskonzepte entwickelt, die auf der Mensch-Roboter-Kollaboration basieren.

Das ist neu: Erweiterung durch neuen Roboter des Anwendungsbereich für Mensch-Roboter-Kollaboration: 35 kg Traglast, Schutzzaunloser Betrieb, Optisches Sicherheitssystem, vielfältige Greifer; Promotion für Gruppenleiter Jan Sender zum Thema „Methoden zur Planung von Produktionssystemen für maritime Großstrukturen“

Gruppenleiter

Dr.-Ing. Jan Sender
Telefon +49 381 49682-55
jan.sender@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock





DIGITALE SYSTEME FÜR GROSSSTRUKTUREN IN DER
PRODUKTIONSTECHNIK ALS KERNKOMPETENZ AM FRAUNHOFER IGP

UNTERSTÜTZENDE BEREICHE

Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach LBO

Produkte oder Bauarten, für die bisher keine anerkannten technischen Regeln existieren, bedürfen für den Einsatz im bauaufsichtlich geregelten Bereich einen Verwendbarkeitsnachweis. Für allgemeine Zulassungen (abZ) der Zulassungsnummern Z-14.1-... und Z-14.4-... (Verbindungselemente) ist das Fraunhofer IGP seit 2014 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (MVO08) nach Landesbauordnung anerkannt. Die Anerkennung als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle wurde im Jahr 2018 mit den Zulassungsnummern Z-30.6-... (Geschweißte Bauteile aus Stahl) und Z-14.9-... (Bauliche Verankerungen von Anschlagpunkten für Anschlagseinrichtungen) erfolgreich erweitert. Zudem konnte die Anerkennung für die Zulassungsgruppe „Mit standardisiertem Prozess geschweißte Bauteile aus Baustahl mit besonderer Anwendung“ (Zulassungsnummer Z-30.6-...) als **deutschlandweit erste und derzeit einzige Prüfstelle** erlangt werden.

Das Fraunhofer IGP nimmt Überwachungs- und Zertifizierungsaufträge (System ÜZ) im In- und Ausland entgegen. Die Aufgaben der Überwachungsstelle umfassen dabei die Begutachtung der Herstellwerke vor Ort hinsichtlich der personellen und ausstattungsmäßigen Voraussetzung für eine ständige ordnungsgemäße Herstellung. Auch die Überprüfung der entsprechenden werkseigenen Produktionskontrolle zur Sicherstellung der Produkteigenschaften obliegen der Überwachungsstelle. Die Fremdüberwachung umfasst somit eine Prüfung der Bauprodukte auf Übereinstimmung mit der zugrundeliegenden technischen Spezifikation (abZ).

Die Zertifizierungsstelle übernimmt die abschließende Beurteilung der von der Überwachungsstelle vorgelegten Berichte hinsichtlich der Erteilung, Aufrechterhaltung oder Zurückziehung der Übereinstimmungszertifikate. Bei positiver Beurteilung ist der Hersteller zur Kennzeichnung der Bauprodukte oder Bauarten mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) berechtigt und verpflichtet.

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke
Telefon +49 381 49682-40
ralf.glienke@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



Prüflabor

Das Prüflabor des Fraunhofer IGP ist durch die Geschäftsfelder des Instituts eng in laufende Forschungsprojekte eingebunden. Zudem werden Prüfaufgaben aus der Wirtschaft bearbeitet. Um der Kompetenz und den hohen Qualitätsanforderungen aus Forschung und Wirtschaft zu entsprechen, wurde das Prüflabor im Jahr 2009 DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die deutsche Akkreditierungsstelle DAkkS akkreditiert.

Seit Bestehen des Prüflabors konnte ein umfangreiches Know-How in den Bereichen experimenteller Untersuchungen von Werkstoffen, Verbindungselementen, Verbindungen und Beschichtungssystemen aufgebaut werden. Schwerpunktthemen sind neben akkreditierten Versuchen, normgerechte und nicht normgerechte Versuche sowie Bauteilprüfungen. Der Fokus in diesen Bereichen liegt hierbei auf den hohen Qualitätsstandards und der Reproduzierbarkeit der Versuche. Zudem werden kontinuierlich weitere genormte Verfahren in das Portfolio aufgenommen. Zum Leistungsspektrum des Prüflabors zählen **mechanisch-technologische Prüfungen, Dichtheitsprüfungen mittels Heliumlecktest, Korrosionsprüfungen, chemisch-physikalische Prüfungen und Oberflächencharakterisierungen**. Hierfür steht in den Laboren ein breit aufgestellter Maschinenpark zur Verfügung.

Die Versuche in der Abteilung Prüftechnik werden von einem kompetenten Ingenieur- und Technikteam durchgeführt, welches langjährige Erfahrung mit der Entwicklung und dem Aufbau von Mess- und Prüfapparaturen hat. Die Arbeitsschwerpunkte reichen dabei von der Entwicklung, Durchführung bis zur Versuchsauswertung.

Ansprechpartner

M.Eng. Holger Brauns
Telefon +49 381 49682-220
holger.brauns@igp.fraunhofer.de

www.igp.fraunhofer.de

Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock



PROJEKTE

KURZ UND KNAPP

Vereinfachtes Ersatzmodell zur Prozesssteuerung beim Walzrunden großer Blechdicken - Umformoptimierung



Das industrielle Walzrunden von Grobblechen kleiner Losgrößen wird derzeit rein manuell gesteuert. Dies hat zur Folge, dass die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Umformprozesses einzig von der Erfahrung des Anlagenbedieners abhängt. Zur Optimierung des Umformprozesses wird daher innerhalb des Forschungsprojektes ein objektiver echtzeitfähiger Steuerungsansatz basierend auf einem vereinfachten Ersatzmodell entwickelt. Mit Hilfe von experimentellen und numerischen Untersuchungen sowie einer Sensitivitätsanalyse der Einflussfaktoren kann das Ersatzmodell gezielt für einen industriell relevanten Parameterraum angelernt werden. Durch den Einsatz des Ersatzmodells wird die Steuerung des Walzrundens besonders für KMU nachhaltig verbessert.

Erweiterung der Anwendungsgrenzen von Blindbefestigern zum Verbinden höherfester Werkstoffe

Im Bereich des Stahl- und Metalleichtbaus ist in den letzten Jahren eine Tendenz zum Einsatz höherfester Werkstoffe zu verzeichnen. Mit dem Einsatz der Blindniettechnik ergeben sich aus der Sicht des Tragwerkplaners Fragestellungen, auf die im Zuge aktueller Forschungen im IGF-Vorhaben am Fraunhofer IGF eingegangen wird. Das Ziel ist die Erarbeitung von Bemessungsregeln, welche die höheren Werkstofffestigkeiten bei der Planung geeignet berücksichtigen. Mit diesen Bemessungskonzepten soll eine wirtschaftlichere und ressourcensparende Auslegung ermöglicht werden.



Automatisierte Handhabung von Werkstücken in der Flugzeugmontage



Die Digitalisierung bietet im Bereich der Logistik ein enormes Potential für die Effizienzsteigerung und kann durch eine offene und kooperative Automatisierung den wertschöpfenden Arbeitsanteil von Mitarbeitern erheblich verbessern. Im Auftrag von Airbus realisiert das Fraunhofer IGF, im Rahmen eines Luftfahrtforschungs- und -technologie-Projektes, eine automatisierte, lastpendelgedämpfte Krananlage mit voll parametrierbarer und konfigurierbarer offener Steuerung. Ziel ist es, konventionelle Krananlagen um Funktionalitäten industrieller Roboter zu erweitern. Die digital vernetzte Steuerungsplattform ermöglicht flexiblen systemübergreifenden Informationsaustausch, während das innovative Sicherheitskonzept Menschen innerhalb des Arbeitsraumes zuverlässig schützt.

Nicht-brennbare, faserverstärkte Kompositbauteile auf Basis kalthärtender, anorganischer Matrixsysteme

Der Einsatz von Kompositmaterialien im Schiffbau ist aufgrund großer Gestaltungsfreiheit, hohem Korrosionswiderstand und erheblicher Gewichtseinsparung prinzipiell äußerst vielversprechend. Strenge Brandschutzbestimmungen verhindern jedoch die Verwendung konventioneller Faserkunststoffverbunde (FKV) mit organischen Matrices, die im Brandfall unter Wärmefreisetzung verbrennen. Die Lösung der Problematik besteht in der Substitution der Kunststoffe durch anorganische, nicht brennbare Matrixsysteme. Konventionelle Fertigungsverfahren für FKV lassen sich allerdings nicht ohne weiteres auf die anorganischen Materialien übertragen. Das Projekt AnorKomp beschäftigt sich deshalb schwerpunktmäßig mit der Verarbeitung anorganischer Systeme und Verfahren zur Fertigung entsprechender Kompositbauteile.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Induktionswärmetechnik zur Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Unterwasser-Schweißen von Feinkornstählen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



In dem Forschungsvorhaben wird die Einsatzmöglichkeit der Induktionstechnologie zur Vor- bzw. Nachwärmung beim nassen Lichtbogenhandschweißen untersucht. Durch den medialen Einfluss treten hohe Wasserstoffeinträge und aufgrund der starken Konvektion hohe Abkühlraten nach dem Schweißen auf. Infolge dessen können kritische Werkstoffeigenschaften sowie Risse resultieren. Die effektive Energieeinbringung mittels Induktion soll zur praxistauglichen Kompensierung unterwasserspezifischer Risiken beim nassen Schweißen genutzt und somit auch das sichere Fügen hochfester Stähle ermöglicht werden. Dies ist zur ökonomischen und qualitätsgerechten Reparatur von Strukturen im Stahlwasserbau erforderlich. Es werden Anwendungsrichtlinien zum Einsatz der Induktionswärmetechnik erarbeitet.

3D HydroMapper – Automatisierte 3D-Bauwerksaufnahme und Schadenserkenkung unter Wasser

Im Rahmen des Verbundprojektes „Hybride 3D Bestandsdatenerfassung und modellgestützte Prüfung von Verkehrswasserbauwerken für ein nachhaltiges Infrastruktur-Lifecycle-Management – 3D HydroMapper“ entwickelt das Fraunhofer IGP in Zusammenarbeit mit Dr. Hesse und Partner Ingenieure in Hamburg (dhp:i), WKC Hamburg GmbH (WKC), Geodätisches Institut Hannover (GIH) und der Hafensbetreiber und Dienstleister Niedersachsen Ports (NPorts) ein System zur digitalen Bauwerksinspektion von Verkehrswasserbauwerken. Alleinstellungsmerkmal ist die weitgehende Automatisierung des Mess-, Auswerte- und Prüfvorgangs für über und unter Wasser gelegene Strukturen. Im Ergebnis kann die Erfassungsgeschwindigkeit erhöht, der Prüfumfang erweitert und erstmals ein umfassendes digitales Bauwerksmodell für Hafenbauwerke erstellt und fortgeschrieben werden.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PROJEKTE

IM DETAIL



Schädigungs- und Versagensverhalten stanzenieteter Faser-Kunststoff-Verbunde bei zyklischer Belastung

Die aufgrund der Effizienz in der automobilen Strukturmontage etablierten stanzenenden Fügeverfahren erfordern beim Verbinden von leistungsfähigen Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) eine besondere Berücksichtigung der setzprozessinduzierten Schädigungen, beispielsweise Delaminationen, Faser- und Matrixbrüche. Das in der Bearbeitung befindliche Forschungsvorhaben zielt darauf ab, Zusammenhänge zwischen der Verbindungsausprägung und den Eigenschaften bei zyklischer Belastung, insbesondere den Schädigungs- und Versagensmechanismen, abzuleiten, wodurch eine sichere Auslegung der Verbindungen gewährleistet werden kann.

Die Schädigungsausbreitung und das Versagen in relevanten Beanspruchungssituationen, z. B. hinsichtlich der Lochleibung, ist Teil des ersten Untersuchungskomplexes. Zum Einsatz kommen praxisrelevante duro- und thermoplastische FKV-Halbzeuge sowie Aluminiumwerkstoffe, die mit Hilfe neuester Messtechnik und Analysemethoden analysiert werden. Das Ziel dieser Untersuchung ist eine **umfassende chemisch-physikalische Materialcharakterisierung** und die Separation sowie Bewertung der Schädigungs- und Versagensmechanismen bei zyklischer Belastung. Somit kann für den späteren Projektverlauf eine fundierte Bewertung der Einzeleffekte erfolgen. Durch eine **gezielte Beeinflussung der Fügepunktausprägung** werden im weiteren Verlauf des Forschungsvorhabens unterschiedliche Zustände und Beanspruchungssituationen bei einer späteren mechanischen Belastung eingestellt. Damit eine möglichst umfassende Bewertung unterschiedlicher Einflüsse erfolgen kann, wird daher eine Auswahl variierender Fügeteildicken und –werkstoffe sowie Fügeelemente berücksichtigt. Mit den hergestellten Verbindungen erfolgt anschließend eine Bewertung der setzprozessinduzierten Schädigungen unter dem Einsatz etablierter zerstörungsfreier Auswertemethoden.

Sie bilden die Basis der Schädigungsbewertung der FKV-Werkstoffe bei anschließender zyklischer Belastung.

Für die anwendungsgerechte Herstellung stanzenender Fügeverbindungen mit FKV erfolgt im weiteren Projektverlauf die umfassende **Analyse der Schädigungs- und Versagensmechanismen bei zyklischer Belastung** der hergestellten Fügeverbindungen. Kriterien der Auswertung sind hierbei neben den makromechanischen Schädigungserscheinungen der Verbindungen insbesondere auch fundierte Analysen der mikromechanischen Versagensmechanismen unter Einsatz der Rasterelektronenmikroskopie und zerstörungsfreier Analysen. Die **Ergebnisse des Forschungsvorhabens ermöglichen eine ermüdungsgerechte Verbindungsgestaltung unter dem Einsatz stanzenender Fügeverfahren im strukturellen Leichtbau**. Sie bilden die Basis für die Auslegung dieser Verbindungen und können zudem durch die umfassende Bewertung der Schädigungs- und Versagensmechanismen zu einer Akzeptanzsteigerung stanzenender Fügeverfahren mit FKV-Werkstoffen beitragen.

Ansprechpartner: M.Sc. Robert Staschko
Telefon: +49 381 49682 – 42
robert.staschko@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das Projekt „Ermüdungsfestigkeit halbhohlstanzenieteter FKV-Metall-Hybridverbindungen“ wird als Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung unter der Fördernummer AiF-Nr. 19635BR von der Forschungsvereinigung EFB e.V. finanziert und betreut und über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

3 *Halbhohlstanzenietete Verbindung mit FKV und Aluminium*



Reibungsbasierte Rissinitiierung bei umformtechnisch gefügten Verbindungen

Aufgrund ihrer Effizienz werden vorlochfreie, umformtechnische Fügeverfahren verstärkt im Mobilitätssektor eingesetzt. Vor allem im Bereich des Luftfahrzeugbaus herrscht derzeit ein Akzeptanzproblem durch fehlende Kenntnisse hinsichtlich der Schädigungen in Folge des Setzprozesses sowie der Auswirkungen auf die Rissinitiierung bei zyklischer Belastung. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die fundierte Analyse der Rissinitiierung an umformtechnisch gefügten Clinchverbindungen und die Prognose des Ortes und Anrisslebensdauer dieser Verbindungen.

Das Lösungskonzept basiert auf experimentellen Untersuchungen am Werkstoff und Clinchpunkt sowie auf der numerischen Simulation. Dabei dienen die experimentellen Untersuchungen der Analyse der Einflussfaktoren bei der reibungsbasierten Rissinitiierung und der Validierung des Simulationsmodells.

Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen erfolgt zunächst eine genaue Werkstoffcharakterisierung, in welcher neben quasistatischen und zyklischen Kennwerten auch die Oberflächenzustände mittels 3D-Visualisierung ermittelt werden. Hierbei muss ein besonderes Augenmerk auf die Reibzustände zwischen den in Kontakt befindlichen Bauteilen gelegt werden. Ermüdungsversuche an Clinchverbindungen und anschließende REM- und CT-Analysen sollen die Rissinitiierung und Rissausbreitung näher betrachten und den Einfluss der reibkorrosiven Beanspruchung auf die Ermüdungsfestigkeit herausstellen. Der für die reibungsbasierte Rissinitiierung maßgebliche Kontaktspannungszustand im Fügepunkt ist, neben anderen Parametern, für eine derart komplexe Geometrie messtechnisch nicht erfassbar. Daher wird auf das Werkzeug der numerischen Simulation mittels FEM zurückgegriffen. Die entsprechenden experimentell ermittelten Kennwerte lassen eine genaue Beschreibung des Materials und der tribologischen Zustände in der Simulation zu und können diese validieren.

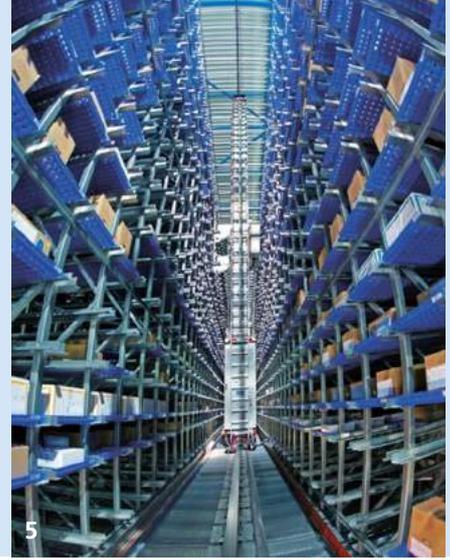
Große Bedeutung kommt dabei der Abbildung der gesamten Versuchskette zu. Durch die vorangestellte Simulation des Clinchprozesses können Eigenspannungszustände und die Umformhistorie erfasst werden und als Eingangsgrößen für anschließende 3D-Tragverhaltenssimulationen dienen. Aus diesen Simulationen können Werte für die rechnerische Ermittlung einer Anriss-Wöhlerlinie gewonnen werden. Parallel zu den Experimenten wird der Einfluss der Reibkorrosion auch simulativ analysiert. Durch die **Verknüpfung der Ergebnisse aus Experiment und numerischer Simulation wird eine detaillierte Abbildung der Mechanismen** möglich, die zur Rissinitiierung und schließlich zum Versagen der Verbindungen führen. Somit können die erlangten Erkenntnisse auf die komplexe Geometrie einer Clinchverbindung übertragen werden und zur Prognose des Versagens, insbesondere vor dem Hintergrund einer reibungsbasierten Rissinitiierung, herangezogen werden.

Partner: Technische Universität Dresden

Ansprechpartner: M.Sc. Karina Nowak
Telefon: +49 381 49682 – 233
karina.nowak@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das Projekt „Reibungsbasierte Rissinitiierung bei umformtechnisch gefügten Verbindungen von Bauteilen aus Aluminiumknetlegierungen“ wird als Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung unter der Fördernummer AiF-Nr. 20300BR von der Forschungsvereinigung Stifterverband Metalle e.V. finanziert und betreut und über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

4 Rissausbildung an einer umformtechnisch gefügten Verbindung nach zyklischer Belastung



Qualifizierung des Scherschneidens

Modifizierte Scherschneidtechnologien ermöglichen eine Verringerung der negativen Effekte, die beim herkömmlichen Scherschneiden an der Lochwand auftreten. Daher ist das Scherschneiden von Löchern in DIN EN 1090-2 für unter anderem gleitfeste und zyklische beanspruchte Verbindungen nicht zulässig. Durch qualifiziertes Scherschneiden wurde jedoch die Schwingfestigkeit von Lochstäben mit gestanzten Löchern über die von gebohrten angehoben.

In den Ausführungsklassen 3 und 4, gemäß DIN EN 1090-2:2011-10, ist das Scherschneiden generell nicht zulässig. Der Einsatz von schergeschnittenen Löchern ist nach aktueller Norm nicht mehr direkt an die EXC geknüpft, wird dennoch weiterhin ausgeschlossen für die Ausführung von gleitfesten Verbindungen, von Verbindungen unter zyklischen Beanspruchungen oder Überlappverbindungen mit Schrauben oberhalb der Festigkeitsklasse 8.8. Beim Einsatz des Scherschneidens, als kostengünstiges Vorlochverfahren, sind die Fertigungsparameter wie z. B. Schneidspalt oder Stempel- und Matrizengeometrie jedoch von entscheidendem Einfluss auf die Schnittflächenqualität und somit auch auf das Werkstoff- und Tragverhalten im Bereich des Loches bzw. des bezogenen Restquerschnittes des Bauteiles. **Durch die Qualifizierung des Scherschneidens als Vorlochverfahren werden Fertigungsparameter für die Erzeugung von Vorlöchern definiert und ihre Eignung beim späteren Einsatz mit Schließringbolzen-Systemen, Blindnieten, Schrauben- und Vollnietverbindungen nachgewiesen.** Die Untersuchungen werden anhand folgender Hypothesen durchgeführt:

1. Blechdicke $t < d_0$ ist anwendbar.
2. Maximierung des Glattschnittanteils führt zur Erhöhung der Schwingfestigkeit auf das Niveau von gebohrten Löchern.
3. Eliminierung des Nachbearbeitungsaufwands von schergeschnittenen Löchern in schwingbeanspruchten Konstruktionen.

Die Erkenntnisse des Forschungsvorhabens sind durch die Erweiterung der Regeln zum Scherschneiden von Löchern in DIN EN 1090-2 unmittelbar anwendbar. Hierdurch werden bislang notwendige Einzelfallprüfungen gespart, die insbesondere für KMU problematisch, zeit- und kostenintensiv sind. Die gewonnenen Erkenntnisse leisten für KMU einen signifikanten Beitrag zur Senkung von Kosten und Prozesszeiten, da die Fertigung der Vorlöcher mittels Scherschneiden auch für schwingend beanspruchte Verbindungen erfolgen kann.

Partner: Alcoa Fastening Systems Ltd., August Friedberg GmbH, Bombardier Transportation, Butzkies Windprojekt GmbH & Co. KG, FAS - Förderanlagen Systeme GmbH, Gebr. TITGEMEYER GmbH & Co. KG, Hako GmbH, ibvm Verbindungen im Metallbau, ITM Zschaler GmbH, Nordex Energy GmbH Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, STIEBLICH HALLENBAU GmbH, SUZLON Energy Ltd.

Ansprechpartner: M.Sc. Andreas Ebert
Telefon: +49 381 49682 – 33
andreas.ebert@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das Gemeinschaftsprojekt mit der Technischen Universität Dresden, Prof. Jan Kalich Füssel und IGF-Vorhaben Nr. 19481 BR „Qualifizierung des Scherschneidens zur Ausführung von Löchern in Stahlkonstruktionen“ der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA P1216) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

5 Anwendung für schergeschnittene Löcher in Hochregallagern

Analytischer Nachweis von reibschlüssigen Verbindungen mit Langlöchern für Leichtmetalle und Stahlwerkstoffe

Gleitfeste Schraubenverbindungen kommen überall dort zum Einsatz, wo zyklische Beanspruchungen wirken und aus Gründen der Ermüdungsfestigkeit reibschlüssig übertragen werden. Die Bemessung sowie die Nachweisführung dieser Verbindungen sind weitestgehend durch bestehende Normen und Regelwerke zu realisieren. Allerdings bestehen für Langlöcher sowie übergroße Rundlöcher nach wie vor Fragestellungen in der Nachweisführung. Diese werden notwendig, um die zusätzlichen Anforderungen an Fertigungstoleranzen kostengünstig durch Langlöcher oder übergroße Rundlöcher auszugleichen. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wird der Fragestellung größerer Nennlochspiele auf die Nachgiebigkeiten und die Tragwirkung hochfest vorgespannter Schraubverbindungen nachgegangen.

Um eine wirtschaftlichere und schnelle Fertigung realisieren zu können, werden u. a. die Form- und Lagetoleranzen erhöht. Damit die Lochüberdeckungen dennoch gegeben sind, werden die zu verbindenden Bauteile der Schraubenverbindungen mit übergroßen Rundlöchern oder Langlöchern hergestellt. Die analytische Bemessung dieser reibschlüssigen Langlochverbindungen ist im Stahlbau und Kranbau grundsätzlich möglich, jedoch sind dabei erhebliche Einschränkungen der Tragfähigkeit in Kauf zu nehmen. Im Maschinen- und Schienenfahrzeugbau sind derartige Verbindungen hingegen gar nicht bemessbar. Die Ursache dafür basiert vor allem auf der Unkenntnis über die Höhe der Plattennachgiebigkeit bzw. die Ausbreitung des Verspannungskörpers.

Ziel ist die Ableitung von Bemessungsregeln für vorgespannte Langlochverbindungen aus experimentellen und numerischen Untersuchungen.

Mit Hilfe von Gleitlastversuchen wurde der Einfluss der Lochgeometrie auf den Gleitwiderstand untersucht und entspre-

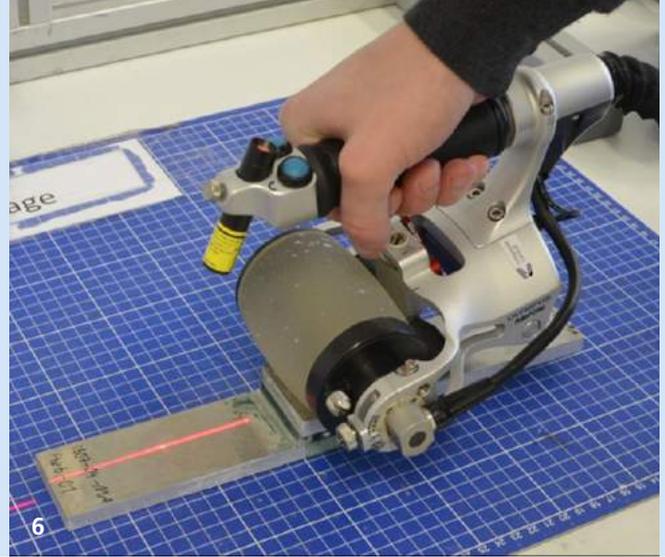
chende Abminderungsfaktoren ermittelt. Mit den numerischen Untersuchungen wird ein mathematisches Berechnungsmodell zur Bestimmung der Plattennachgiebigkeit erstellt.

Mit den Untersuchungsergebnissen sollen Bemessungsregeln definiert werden, welche eine wirtschaftliche Auslegung mit minimalen geometrischen Einschränkungen ermöglichen. Beispielsweise sollen dem Endanwender Möglichkeiten aufgezeigt werden, Tragfähigkeitsabminderungen infolge höherer Nennlochspiele zu kompensieren bzw. reduzieren. Weiterhin soll die Ausführung gekreuzter Langlöcher ermöglicht werden. Durch die höhere und sicherere Ausnutzung der Tragfähigkeiten kann beispielsweise die Anzahl von Schraubenverbindungen reduziert werden. Im Maschinen- und Schienenfahrzeugbau soll eine Bemessung erstmalig ermöglicht werden, wodurch die Form- und Lagetoleranzen in den Konstruktionen entsprechend größer gestaltet werden können.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Maik Dörre
Telefon: +49 381 49682 – 239
maik.doerre@igp.fraunhofer.de

Förderung: Besonderer Dank für die Unterstützung des Forschungsvorhabens gilt der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. sowie der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.

Das IGF-Vorhaben 18608 BR / 1 der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. – EFB, Lothringer Straße 1, 30559 Hannover wurde über die AiF im Rahmen der des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir danken den Förderern sowie den beteiligten Unternehmen.



Inspektionsmethoden für die wiederkehrende Prüfung von Strukturklebungen im Schiffbau

Infolge steigender Leichtbauanforderungen gewinnt die Klebtechnik als Fügeverfahren im Schiffbau immer mehr an Bedeutung. Fehlende Langzeiterfahrung im maritimen Bereich stehen der Integration der Klebtechnik in die Produktion jedoch im Weg. Ziel ist es deshalb, geeignete Inspektionsverfahren und -intervalle für den laufenden Betrieb zu finden und die Erfahrungen mit Klebverbindungen im Schiffbau auszubauen.

Innovative Konstruktionen können unter anderem aufgrund des steigenden Einsatzes von Mischbauweisen im Schiffbau nicht mehr vollständig durch die klassischen Fügeverfahren, wie z. B. Schweißen oder Nieten, realisiert werden. Zur Umsetzung moderner Strukturen ist die Integration neuer Techniken zwingend notwendig. Die Klebtechnik als alternatives Fügeverfahren bringt dahingehend viele Vorteile mit sich. Die Eingliederung in den Herstellungsprozess wird jedoch durch die momentan fehlenden Erfahrungen mit Klebungen in maritimer Umgebung und den Mangel an zuverlässigen Inspektionsmethoden zur Schadensüberwachung beeinträchtigt. Um die Klebtechnik im Schiffbau weiter zu etablieren und den Abbau von Vorbehalten gegenüber diesem Fügeverfahren voranzutreiben, sollen die Auswirkungen von Fehlstellen ermittelt und passende Methoden zur betriebsbegleitenden, zerstörungsfreien Kontrolle der Klebungen entwickelt werden. Zunächst werden für den Schiffbau typische Imperfektionen in Klebverbindungen identifiziert und klassifiziert. Diese Fehlstellen werden in verschiedene Prüfkörper eingebracht, um diese anschließend in statischen und dynamischen Versuchen zu prüfen. Daraufhin werden die verschiedenen Imperfektionen hinsichtlich ihres Schädigungspotentials sowie Einflusses auf die Restlebensdauer bewertet. Anhand der gewonnenen Daten werden für den Einsatz von Klebverbindungen im Schiffbau sinnvolle Inspektionsintervalle festgelegt.

Des Weiteren werden bestehende zerstörungsfreie Inspektionsmethoden zusammengetragen, die für den Gebrauch auf der Werft und auf dem Meer anwendbar sind. Eine genauere Auswahl wird zudem auf ihre Anwendbarkeit sowie Eignung in maritimer Umgebung überprüft.

In den statischen Prüfungen konnte nachgewiesen werden, dass die Imperfektionen bis zu einem bestimmten Anteil in der Klebung keinen negativen Einfluss auf die Klebverbindung haben. Ab diesem Grenzwert nehmen die Auswirkungen jedoch mit steigendem Fehlstellenanteil in der Klebung immer weiter zu und beeinträchtigen den Verbund.

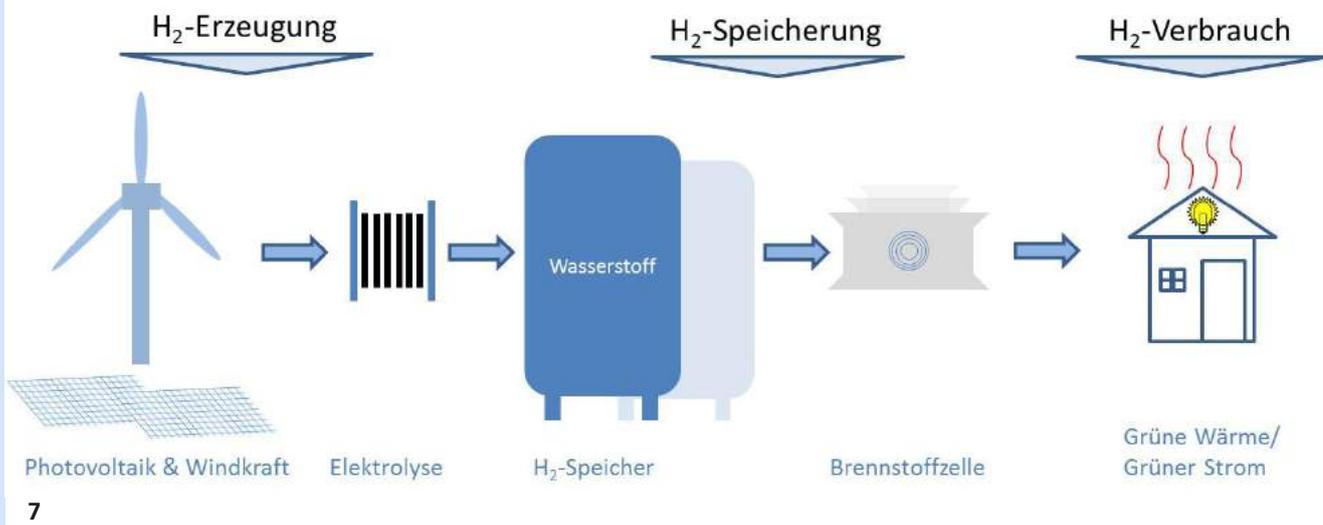
Aus der Gesamtheit an zerstörungsfreien Prüfmethoden wurden unter anderem die Sicht- sowie Ultraschallprüfung für die weiteren Untersuchungen ausgewählt. Diese Inspektionsmethoden können schnell und uneingeschränkt auch während des Betriebs angewendet werden, um den Zustand von Klebverbindungen zu überwachen. Erste Versuche mit Prüfkörpern zeigten, dass die untersuchten Imperfektionen mit einem Ultraschallsystem zuverlässig detektiert werden können.

Partner: Fraunhofer IFAM

Ansprechpartner: M. Sc. Christopher Wald
Telefon: +49 381 49682 – 564
christopher.wald@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das IGF-Vorhaben „Klebschichtinspektion“ (IGF-Nr. 19870 BG) der Forschungsvereinigung Center of Maritime Technology (CMT) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

6 *Ultraschallsystem zur Detektion von Imperfektionen*



Entwicklung von Drucktanks auf Basis rotationsgeformter Liner mit CFK-Druckhülle

Ziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung marktangepasster technischer Lösungen für die Speicherung von Wasserstoff, die insbesondere der Zwischenspeicherung von Energie aus Solar- und Windkraft dienen. Hierfür sollen Druckbehälter, bestehend aus einem thermoplastischen inneren Auskleidungskörper, dem Liner, und einer Druckhülle aus einem faserverstärkten Kunststoff, ausgelegt, optimiert und gefertigt werden. Die Gesamtlösung soll ein skalierbares und dezentrales Energiespeichersystem darstellen, welches in Kombination mit Elektrolyseur und Brennstoffzellen betrieben werden kann.

Das Teilvorhaben des Fraunhofer IGP verfolgt die Verbesserung der Zusammensetzung sowie der Verarbeitung des thermoplastischen Liner-Materials im Hinblick auf seine mechanischen und physikalischen Eigenschaften. Darüber hinaus beschäftigt sich das Vorhaben mit der rechnerischen Auslegung und Optimierung der Geometrie der einzelnen Druckbehälter-Komponenten. Material- und Bauteilversuche liefern notwendige Eingangsgrößen für die Berechnungen sowie Bewertungsgrundlagen für die Anwendung.

Die Herstellung von PA6-Behältern im reaktiven Caprolactam-basierten Rotationsguss erfordert die Entwicklung einer Prozessführung, die eine genau angepasste Bahnführung des Werkzeugs über 2 Rotationsachsen ermöglicht. Die umfangreiche Prozesstechnik besteht aus der Mischanlage zur flüssigen Bereitstellung von verarbeitungsfertigem Caprolactam mit den zugehörigen Additiven. Dazu gehört eine Dosier- und Injektionstechnik für die verflüssigte Mischung, mit der in mehreren Schüssen das formgebende Werkzeug befüllt werden kann. Das zur reaktiven Formgebung in der Rotation erforderliche Werkzeug wurde mit Widerstandsleitern ausgerüstet, die eine Temperierung in engen Grenzen bei ca. 160 °C ermöglichen. Im Hinblick auf den geplanten Einsatz solcher Großbehälter als

Drucktanks und der erforderlichen Erzielung einer ausreichenden Permeationssperre für Wasserstoff wurde der Prozess so modifiziert, dass mehrere Lagen in jeweils einem neuen „Schuss“ übereinander aufgebracht werden. Mit insgesamt 6 Lagen von jeweils 2 mm gelang es, einen Großbehälter aus PA6 zu rotieren, der eine gleichmäßige Wandstärke mit ausreichend hoher Permeationssperre gegenüber Wasserstoff aufweist, und darüber hinaus die für einen späteren Wickelprozess zur Herstellung von Drucktanks ausreichende mechanische Steifigkeit besitzt. Die erforderliche Wickelanlage liegt beim Industriepartner vor. Der Rotationsprozess von Caprolactam konnte im bisherigen Verlauf des Vorhabens soweit entwickelt werden, dass eine homogene Wandstärkenverteilung über den gesamten Umfang des Liners bei ausreichender Permeationssperrewirkung erzielt wird.

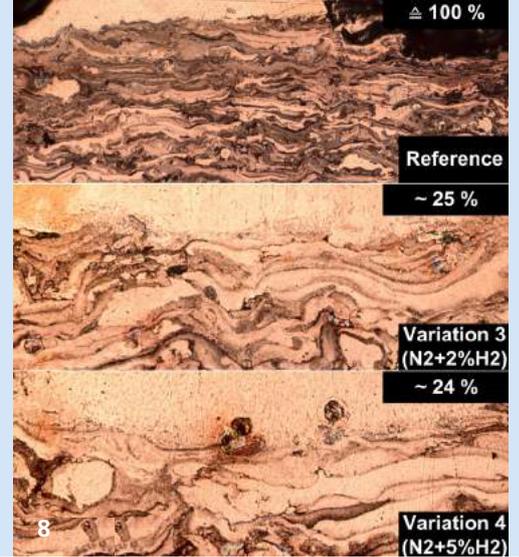
Die weiteren Arbeiten im laufenden Projekt beziehen sich u. a. auf die Modifikation der Geometrie von Boss und Anbindung mit dem Ziel der Spannungsminimierung im Übergangsbereich. Die strukturmechanisch gewichtsoptimierte CFK-Druckhülle wird - in ihrem Aufbau sowie in der Umsetzung in geeignete Wickelprogramme - die Produkt- und Prozessentwicklung abschließen.

Partner: emano Kunststofftechnik GmbH, Teterow

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Harald Hansmann
 Telefon: +49 03841 758 23 90
 harald.hansmann@igp.fraunhofer.de

Förderung: Dieses Projekt wird durch die Europäische Union mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

7 Integration von Wasserstoffspeichern in der Energiebereitstellung



Funktionsschichten für moderne Heiztechnologien

Das Projektziel besteht in der thermischen Konditionierung von Batterien für alternative Antriebstechnologien über ein elektrisches Heizgerät. Hierdurch kann immer die maximale Kapazität genutzt und die Reichweite elektrischer Fahrzeuge erhöht werden. Zu diesem Zweck ist jedoch eine tiefgreifende Analyse der thermisch gespritzten Funktionsschichten zur Optimierung der Schichtheiztechnologie nötig.

Die forcierte Förderung der Elektromobilität wird voraussichtlich eine steigende Nachfrage erzeugen, insbesondere wenn die Reichweiten alternativer Antriebe gesteigert werden. **Einen wichtigen Beitrag hierzu kann die thermische Konditionierung der Batterie im Bereich zwischen 20 °C und 40 °C darstellen.** Das Ziel besteht daher darin, Batterien über ein elektrisches Heizgerät z. B. Hochvoltheizer (HVH) thermisch zu konditionieren, die derzeit schichtweise über thermische Spritzverfahren hergestellt werden. Um jedoch die Qualität des Produkts auch in der Großserie gewährleisten zu können, bedingen die Anpassungen an die o. g. Anwendung grundlegende Untersuchungen, insbesondere bezüglich der Zusammenhänge von Schichtmikrostrukturen und Funktionseigenschaften (z. B. elektrische Leitfähigkeit, Temperaturemission) in Abhängigkeit der Prozessparameter. Des Weiteren werden alternative thermische Spritzverfahren bzw. Verfahrensmodifikationen auf Eignung und Wirtschaftlichkeit hin überprüft und mit der genutzten Technologie verglichen. So wurden u. a. die hoch belasteten Kontaktierungen untersucht, welche sehr hohe Spannungen und Stromstärken übertragen müssen. Diese werden schichtweise über das Lichtbogenspritzen von Kupfer gefertigt und anschließend über einen Laserschweißprozess mit einer fixierten Kupferkontaktfahne komponentenseitig gefügt. Neben der Evaluation einer zerstörungsfreien Prüfmethode für die Schweißverbindungen konnte auch die Wirtschaftlichkeit des Spritzprozesses verbessert werden, indem eine Reduktion der Lagenzahl auf 59 % (Schichtdicken ca. 51 % bis 55 %) bei besserer Schichtqualität sowie Sicherheit des Schweiß-

prozesses ermöglichen. Die Verwendung alternativer Gasgemische (z. B. N₂+H₂) als Zerstäubergas zeigte für verschiedene Werkstoffe verbesserte Schichteigenschaften, die sich im Anwendungsfall auch positiv auf den nachgelagerten Schweißprozess auswirken sollten. **Die Bewertung der Schweißverbindungen zeigte den Zusammenhang zwischen einer hervorragenden Mikrostruktur mit geringen Defektdichten in den Schichten und einer besseren Ausformung bzw. Anbindung der Schweißpunkte in Form einer hohen elektrischen Leitfähigkeit.** Von einer weiteren Reduktion von Lagenzahl und Schichtdicke sollte eher abgesehen werden, da sich mit abnehmender Schichtdicke zunehmend Streuungen in der Schichtqualität und v. a. im Schweißprozess zeigten. Darüber erwies sich die Messung der elektrischen Leitfähigkeit als geeignet für den Einsatz als Qualitätssicherungsmaßnahme. Gut angebundene Schweißverbindungen sind dabei nicht nur über einen höheren Wert an sich, sondern auch über eine geringere Streuung indiziert.

Partner: Webasto Neubrandenburg GmbH; Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH

Ansprechpartner: M.Sc. Michél Hauer
Telefon: +49 381 49682 – 225
michel.hauer@igp.fraunhofer.de

Förderung: Gefördert durch TBI Technologie-Beratungs- Institut GmbH. Europäischer Fond für regionale Entwicklung (EFRE) der Europäischen Union und Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus des Landes Mecklenburg-Vorpommern (FK: TBI-V-1-181-VBW-063)

8 Mikrostrukturen der Schweißverbindungen auf den Spritzschichten der Referenzproben (100 % der Lagen; andere Vergrößerung) und der Variationen 3 und 4 (59 % der Lagen) sowie die im Auflichtmikroskop ermittelten relativen Anteile der Defekte der Spritzschichten



Einflüsse auf die Betriebstauglichkeit lichtbogengelöteter verzinkter Stahlkonstruktionen $t > 3$ mm

Das Lichtbogenlöten eignet sich durch den geringeren Energieeintrag zum Fügen verzinkter Strukturen ohne nachträgliche kosten- und zeitintensive Nachbeschichtung. Ziel des Projektes ist es, eine Datenbasis mit Anwendungsbereichen und Grenzen für den sicheren Einsatz der Technologie zu schaffen und somit das Lichtbogenlöten als alternatives Fügeverfahren im Stahl- und Schiffbau zu etablieren.

Die Notwendigkeit, verzinkte Strukturen fügen zu müssen, ist im Falle des Schweißens mit einer kosten- und zeitintensiven Vor- und Nachbereitung verbunden, da ohne Entfernung der aufgetragenen Korrosionsschutzschicht keine qualitäts- und korrosionsgerechte Schweißverbindung hergestellt werden kann. Zur Vermeidung des Verlustes der Zinkauflage im Nahtnebenbereich muss der Energieeintrag reduziert werden, was durch den Einsatz niedrig schmelzender Kupferbasislote realisiert werden kann. Jedoch bestehen nur ungenügende Kenntnisse über das Betriebsverhalten lichtbogengelöteter Verbindungen im Grobblechbereich ($t > 3$ mm). Ohne Wissen bezüglich des statischen und dynamischen Tragverhaltens solcher Verbindungen ist eine rechnerische Auslegung und damit Nutzung der Technologie nicht möglich. Ausführungsempfehlungen für das Erreichen der geforderten Verbindungsqualitäten fehlen für stahlbauliche Betriebe gänzlich.

Praxistaugliche Lötparameter wurden durch Auftragslötungen von sechs Loten auf diversen Oberflächenzuständen ermittelt sowie Grenzwertuntersuchungen zur Gestaltung der Lötnahtvorbereitung durchgeführt. Die Diffusionszone wurde mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Röntgenspektroskopie (EDX) ausgewertet, um das Diffusionsverhalten der Legierungselemente zu analysieren. Zur Analyse der Festigkeit und Korrelation zu Loteindringungen werden Stumpf- und Kreuzstoßverbindungen (S235JR, $t = 5, 8, 10$ mm) hergestellt, mittels Zugversuch analysiert sowie die Anzahl und Länge der Loteindringungen im Nahtquerschnitt erfasst. Mittels REM werden

Bruchflächenanalysen durchgeführt, um Rückschlüsse auf die Versagensart zu ziehen. Wöhlerversuche und Salzsprühnebeltests geben Auskunft über das Verhalten unter schwingender bzw. korrosiver Belastung.

Im laufenden Projekt wurden bereits umfangreiche Versuche zur praktischen Ausführung der Lichtbogenlötung und den unter verschiedenen Randbedingungen erreichbaren Beanspruchbarkeiten der Verbindungen durchgeführt und ausgewertet, um eine breite Datengrundlage zum Lichtbogenlöten mit seinen Anwendungsbereichen und Grenzen zu generieren. Es konnte zudem gezeigt werden, dass die Loteindringungen keinen negativen Einfluss auf die Festigkeit bei größeren Blechdicken haben. Metallografische Untersuchungen sollen die Kenntnisse über Bindungsmechanismen lichtbogengelöteter Verbindungen erweitern und in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern die Weiterentwicklung von Lotzusatzwerkstoffen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Stahl- und Schiffbaumarktes unterstützen. Ziel ist es, das Lichtbogenlöten als thermisches Fügeverfahren im Stahl- und Schiffbau für bestimmte Bereiche zu etablieren.

Ansprechpartner: M.Sc. Philipp Andrezza
Telefon: +49 381 49682 – 387
philipp.andrezza@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das IGF-Vorhaben „Einfluss von fertigungstechnischen und geometrischen Parametern auf die Betriebstauglichkeit lichtbogengelöteter verzinkter Stahlkonstruktionen $t > 3$ mm“ (19894 B / DVS-Nr. 07.085) der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf, wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

9 *Lichtbogengelötetes, verzinktes
Seewasserrohr*



Ortsveränderliche Roboterzelle zum umweltgerechten Zerlegen von Rotorblättern

Die Demontage von Windenergieanlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Zur umweltgerechten Zerkleinerung von Rotorblättern am Demontageort wird derzeit eine teilautomatisierte Anlage entwickelt, die eine flexible Zerlegung nahezu beliebiger Rotorblätter ermöglicht. Die eingesetzte Wasserstrahleinheit wird mittels eines Industrierobotersystems geführt, dessen Programmierung sensorbasiert erfolgt.

Die Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien ist nach wie vor ein globaler Wachstumsmarkt. Insbesondere Windenergieanlagen liefern einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung. Neben der altersbedingten Demontage gewinnt auch der Rückbau unwirtschaftlicher Anlagen infolge der technologischen Weiterentwicklung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der hohen logistischen Kosten für den Transport ganzer Rotorblätter werden derzeit verschiedene Verfahren zur Zerkleinerung der Rotorblätter am Ort der Demontage entwickelt. Bei den derzeitigen Lösungskonzepten werden überwiegend Sägeverfahren eingesetzt, die durch die Emission von Stäuben und Dämpfen eine große Gefahr für die Gesundheit der Bediener sowie die Umwelt darstellen. Zur Zerkleinerung der Rotorblätter wird als alternatives Schneidverfahren das Hochdruckwasserstrahlschneiden eingesetzt, wodurch eine signifikante Reduktion der schädlichen Emissionen erreicht wird. Eine zusätzliche Verbesserung wird durch die Einhausung des Zerlegebereichs erreicht.

Die Anwendung der Wasserschneidtechnologie erlaubt das Durchtrennen großer Materialdicken. Während konventionelle Sägeverfahren die Rotorblätter scheibenweise zerteilen, kann diese Zerlegestrategie beim Wasserstrahlschneiden aufgrund der zu großen Blattstärken nicht angewendet werden. Mit Hilfe eines 3D-Bilderfassungssystems wird deshalb im Vorfeld die Struktur des Rotorblatts vermessen. Aus den Bildmessdaten

werden im nächsten Schritt die wesentlichen Komponenten des Rotorblatts, wie Hüllgeometrie und innere Versteifungen, extrahiert und daraus die technologisch optimalen Schneidbahnen bestimmt. Diese Vorgehensweise ermöglicht zudem einen volumenreduzierten Abtransport der Rotorblattsegmente. Zur flexiblen Führung der Wasserstrahldüse wird ein Industrieroboter mit zusätzlicher Lineareinheit zur Erweiterung des Arbeitsraums eingesetzt. Der begrenzte Arbeitsraum erfordert eine abschnittsweise Zerlegung des Rotorblattes, das schrittweise durch einen teilautomatisierten Rotorblatteinzug in den Arbeitsraum transportiert wird. Unter Berücksichtigung der Kollisionsfreiheit werden aus den ermittelten Schneidbahnen die erforderlichen Roboterbahnen vollautomatisch erstellt. Die Schneidparameter wie Vorschubgeschwindigkeit sowie Wasserdruck werden an die gemessene Materialdicke angepasst. Die Zerlegezelle ist als autark arbeitende Einheit konzipiert. Neben der bordinternen Energieversorgung wird das verwendete Wasser im geschlossenen Kreislauf zur Wiederverwendung aufbereitet.

Partner: Hanseatic Rohr GmbH, Bargeshagen

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Oliver Wurst
Telefon: +49 381 49682 – 67
oliver.wurst@igp.fraunhofer.de

Förderung: Dieses Projekt wird kofinanziert von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung. Operationelles Programm Mecklenburg-Vorpommern 2014 – 2020 – Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

10 Schematische Darstellung der Zerlegungszelle



11

Entwicklung eines flexiblen robotergestützten Systems zur Bearbeitung großer Gussbauteile

Ziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung eines neuartigen robotergestützten Systems zur mechanischen Bearbeitung von großen Gussbauteilen. Neben innovativen Strukturbauteilen des Roboters stehen dabei vor allem Präzision, Steifigkeit, Genauigkeit, Flexibilität und Beweglichkeit sowie die Implementierung des Systems in eine Industrie-4.0-Umgebung im Fokus.

Schiffspropeller der Mecklenburger Metallguss GmbH in Waren werden eigens auf das spezifische Einsatzprofil abgestimmt und gefertigt. Die Propeller erreichen Durchmesser bis zu 12 m und ein Gewicht von bis zu 160 t. Aufgrund dieser Dimensionen erfolgt die erforderliche Nachbearbeitung der Gussrohlinge mit manuell gesteuerten hydraulischen Manipulatoren. Während der Bearbeitung erhält der Bediener eine Rückmeldung der für die Qualität des Ergebnisses entscheidenden Kontaktkraft zwischen Werkzeug und Werkstück über Force Feedback. Der Gesamtprozess ist damit vorrangig von der Erfahrung und den Fähigkeiten des Bedieners abhängig.

Um ihn von diesem Faktor zu entkoppeln, wird ein automatisiertes Verfahren entwickelt. **Dieses bietet ergonomische Vorteile gegenüber einer manuellen Bearbeitung. Gleichzeitig steigt die Ökonomie durch Senkung von Prozesszeiten bei hoher Wiederholgenauigkeit des Verfahrens.**

Für das automatisierte Schleifen existieren primär Lösungen, die sich einer Kombination aus Standard-Industrieroboter und aktivem Kontaktflansch bedienen. Verfügbare Roboter weisen aber zu geringe Reichweiten und Steifigkeiten auf, weshalb eine kundenspezifische Lösung entwickelt werden muss. Im Fokus stehen dabei vor allem eine möglichst hohe Reichweite, Steifigkeit sowie Bahngenauigkeit. Dabei kann auf Ergebnisse eines bereits abgeschlossenen Forschungsprojektes zurückgegriffen und ein Prototyp mit überdurchschnittlich hohem ertragbaren Lastdrehmoment als Grundlage genutzt werden.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die automatisierte Bearbeitung der Propeller. Sie erfordert ein Werkzeug, welches eine vorgegebene Kontaktkraft sicherstellt und damit einen definierten Abtrag ermöglicht. In einer virtuellen Arbeitszelle soll ferner die Offline-Programmierung erfolgen. Dazu müssen Werkstück und Roboter referenziert werden. Erste Versuche wurden mit einer optischen Lösung erfolgreich im Rahmen einer Studie zur Markierung von Propellern durchgeführt. Die Lösung ist jedoch so anzupassen, dass sie auch bei hoher Staubbelastung präzise Ergebnisse erzielt.

Für einen semi-manuellen Betrieb soll der Bediener mit einem innovativen Steuerungskonzept entlastet werden. Durch orthogonale Anstellung des Werkzeugs zur Werkstückoberfläche während des gesamten Prozesses gibt der Bediener nur Richtung, Geschwindigkeit und die Kontaktkraft vor. Somit wird weiterhin das Know-How des Bedieners bei simultaner Prozessautomatisierung genutzt.

Partner: Mecklenburger Metallguss GmbH, Waren

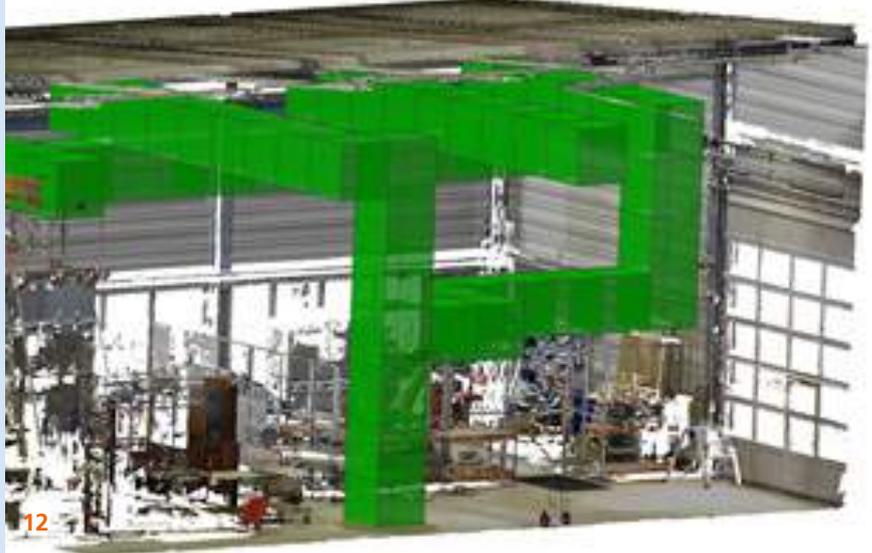
Ansprechpartner: M. Sc. Christian Klötzer

Telefon: +49 381 49682 – 54

Christian.kloetzer@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das Projekt „Entwicklung eines flexiblen robotergestützten Systems zur Bearbeitung großer Gussbauteile“ wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Die Betreuung erfolgte nach Maßgabe der Richtlinie zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation des Ministeriums für Wirtschaft, Bau und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern durch den Projektträger Technologie-Beratungs-Institut (TBI).

11 Messtechnische Erfassung der Oberflächenbearbeitung der Flügelgeometrien



Inspektion, Überwachung und Dokumentation von stahlbaulichen Strukturen

Bauwerke sind Langfristobjekte, die im Verlauf ihrer planmäßigen Nutzung einer Degradation unterliegen. Zur Reduzierung daraus resultierender Schäden sind Bauwerksprüfungen in regelmäßigen Abständen durchzuführen, die in der Regel zeit- und personalintensiv sind und mit Nutzungsbeschränkungen des Bauwerkes verbunden sind. Das Ziel des Vorhabens ist die automatisierte Zustandserfassung von Bauwerken durch die Befliegung mit unbemannten Flugobjekten und der nachfolgenden 2D/3D-Bildverarbeitung und Bildauswertung bis hin zur Ergänzung der digitalen Bauwerksakte mit Schadens- und Mängelanzeigen sowie Handlungsanweisungen.

Stahlbauliche Strukturen sind flexible Gebilde mit hohen dynamischen und statischen Beanspruchungen. Dazu gehören Wettereinflüsse, Überlasten oder Alterserscheinungen. Zum Erhalt der Standsicherheit und der sicheren Nutzung ist ein nachhaltiges Bauwerksmanagement nötig. Dies kann nur durch regelmäßige Prüfungen realisiert werden, was aber mit erheblichem finanziellen und zeitlichen Aufwand verbunden ist. Zur Durchführung werden hochqualifiziertes Personal sowie Hilfsmittel benötigt und es kommt während der Inspektion zur Beeinträchtigung der Nutzung. In diesem Forschungsprojekt sollen autonom agierende, unbemannte Flugobjekte (UAV) als Basis für ein Inspektionssystem genutzt werden, wodurch einfache, beschleunigte und regelmäßige Bauwerksprüfungen ermöglicht werden.

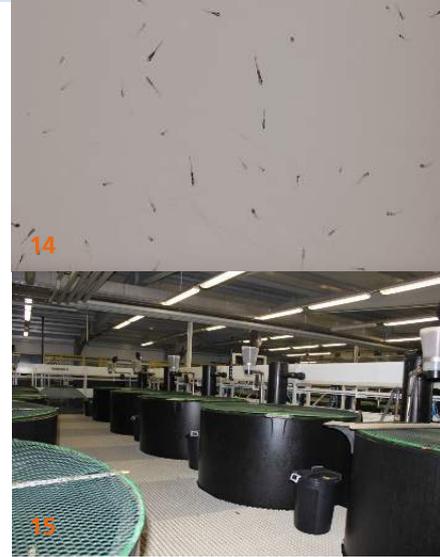
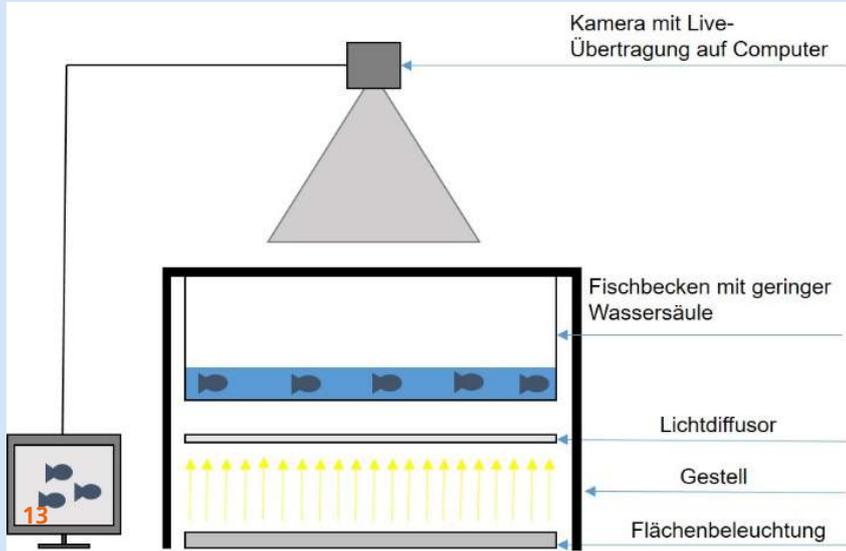
Die Erfassung des Zustandes während der Bauwerksprüfung soll ohne handnahe Vor-Ort Präsenz möglich sein. **Dafür wird das Bauwerk mit einem Laserscanner erfasst und es erfolgt anhand der 3D-Aufnahme die automatisierte Bahnplanung sowie Befliegung des Bauwerkes.** Die Herausforderung bei der Befliegung besteht in der Navigation

des UAV. Während im Außenbereich globale Positioniersysteme (z. B. GPS) genutzt werden können, muss im Innenbereich die Navigation und Kollisionskontrolle anhand von Bauwerkswissen in Verbindung mit Sensoren realisiert werden. Bei der autonomen Befliegung erfolgt die bildbasierte Dokumentation der für die Bauwerksprüfung relevanten Bereiche (z. B. Fügestellen). Anschließend wird aus diesen Daten ein 3D-Modell als Grundlage für die bautechnische Inspektion erstellt. Anhand dieses Modells erfolgt eine automatische Analyse und Klassifikation der Schäden. Daraus wird eine Bewertung des Bauwerkzustands anhand geltender Richtlinien abgeleitet. Durch die Entwicklungen ergibt sich die Möglichkeit, automatisiert Ingenieurbauwerke sowie Hallenstrukturen wirtschaftlich zu prüfen und so sicherheitsrelevante Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Es lässt sich ein nachhaltiges Bauwerksmanagement realisieren, womit die Instandhaltungskosten reduziert und durch die dokumentierten Sicherheitsstandards das Haftungsrisiko gesenkt werden können.

Partner: Technische Universität Dortmund

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Fabian Gierschner
Telefon: +49 381 49682 – 47
fabian.gierschner@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das IGF-Vorhaben 19988 BG/ P 1326 „Inspektion, Überwachung und Dokumentation von stahlbaulichen Strukturen“ der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wird am Fraunhofer IGP und der Technischen Universität Dortmund durchgeführt.



Bestandserfassung von Fischlarven zur Verminderung von Kannibalismus-bedingtem Schwund

Kaum ein anderer Sektor der Lebensmittelherzeugung hat in den letzten Jahren einen derartigen Boom erlebt wie die Aquakultur - Tendenz steigend. Mit wachsender Nachfrage steigt auch der Bedarf an effizienterer Produktion. Eine große Herausforderung bei der Aufzucht stellt hierbei der Kannibalismus piscivorer Fischarten wie dem Barsch dar. Aufgrund der hohen Sensibilität der Larven kam es bei dem bisherigen Selektionsprozess häufig zu markanten Verlusten. Ziel des Projektes mit der Landesforschungsanstalt M-V (LFA M-V) ist die Entwicklung eines automatisierten Prozesses zur schonenden Bestandsaufnahme der Larven mit Hilfe eines Mehrkameranysystems sowie Bild- und Videodatenverarbeitung.

Die LFA M-V betreibt in der Versuchsanlage in Born Aufzuchtstationen verschiedener Fischarten. Hierbei werden wissenschaftliche Untersuchungen bezüglich unterschiedlicher Umwelteinflüsse durchgeführt. Die Reproduktion der Fische ist Hauptaufgabenfeld der Anlage und dient als Grundlage für fortgehende Forschungen. Ein großes Hindernis dabei ist das kannibalische Fressverhalten der Fische, welches schon bei geringen Größenabweichungen von ca. 10% zu einer Minimierung des Bestandes führt. Um dies zu verhindern erfolgt die Aufnahme und Auswertung der Fischbestände beginnend mit dem Larvenstadium. Die Mengen- und Größenbestimmung der Fischlarven wird ab zwei Wochen nach dem Schlüpfen manuell durchgeführt. Dabei wird die Anzahl der Larven durch Probenentnahmen geschätzt und ist daher relativ ungenau. Die Empfindlichkeit der Larven gegenüber Umwelteinflüssen ist sehr hoch, wodurch es bei jeder Zählung zu Verlusten kommt. Ziel ist es daher, ein System zu entwickeln, welches eine automatisierte Zählung und Größenbestimmung in ausreichender Genauigkeit garantiert.

Der Lösungsansatz für diese Aufgabe besteht in einer optischen Erkennung der Fischlarven auf Basis eines Mehrkameranysystems und einer automatisierten Bildauswertung. Eine wichtige Anforderung an die Bestandsaufnahme ist ein sensibler Umgang mit den Fischlarven. Zur eindeutigen Identifizierung werden die Fische in einem transluzenten und luminisierten Becken aufgenommen. Die entwickelte Software filtert die Bild- und Videodaten, extrahiert die nicht-starrten Objekte und klassifiziert die identifizierten Larven hinsichtlich ihrer Größe. Das entwickelte System gibt Aufschluss über den Bestand und die Größenverhältnisse der Fischlarven. Die Vorteile bestehen in der Reproduzier- und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sowie im schonenden Umgang mit den Fischlarven. Im Zuge der wissenschaftlichen Untersuchungen der LFA M-V können die produzierten Daten für statistische Langzeitauswertungen verwendet werden. Das System ermöglicht eine automatisierte Bestandsaufnahme zur Effizienzsteigerung in der Produktion durch Schonung der Larven und ist daher geeignet zur Übertragung auf Fischaufzuchtbecken in der Aquakultur.

Partner: Landesforschungsanstalt M-V – Institut für Fischerei, Rostock

Ansprechpartner: M.Sc. Christian Scharf
 Telefon: +49 381 49682 – 149
 christian.Scharf@igp.fraunhofer.de

13 Schematische Darstellung des Messaufbaus

14 Fischlarven (6-8 Wochen alt)

15 Kreislaufanlage der LFA- M-V in Born



SUPER - Schiffbauliche Unikatproduktion mit erweiterter Realität

Im Rahmen des Forschungsprojektes SUPER wurden gemeinsam mit der TUHH digitale Werkzeuge und Methoden entwickelt, die die Informationsflüsse im Ausrüstungsprozess zwischen den Werkern und den indirekten Bereichen wie Qualitätsmanagement oder Fertigungsplanung deutlich verbessern. Das Fraunhofer IGP erarbeitete dabei eine Lösung zur einfachen Bauzustandserfassung und -rückmeldung auf dem Shopfloor.

Bauzustandserfassung im Schiff

Die Ausrüstungsprozesse im Schiffbau sind durch eine Vielzahl von Lieferanten und Dienstleistern gekennzeichnet, die ihre Komponenten zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Reihenfolge einbauen müssen. Bei Prozessaufnahmen auf Werften stellte sich der vorherrschende geringe Digitalisierungsgrad im Bereich der Baufortschrittmeldung als Hauptgrund für mangelnde Transparenz heraus. Dieser wiederum führt nicht nur zu hohem Koordinationsaufwand, sondern auch zu ungeplanten Zusatzarbeiten und entsprechendem Zeitverzug im Projektplan.

Zur Optimierung der Informationsflüsse sollte eine einfache Lösung entwickelt werden, die eine unkomplizierte und kostengünstige Bauzustandserfassung im Schiff ermöglicht um als Informationsbasis für alle beteiligten Unternehmen zu dienen. Dazu wurde eine Anwendung für mobile Endgeräte entwickelt, die der geordneten Rückmeldung von Bauzustand, Störungs- und Qualitätsmeldungen dient. Die erfassten Meldungen werden nach Übermittlung im indirekten Bereich mittels dazugehöriger Dashboard-Anwendung angezeigt. So wird nicht nur ein schnelleres Eingreifen bei Problemen ermöglicht, sondern auch eine geordnete Dokumentation der Meldungen. Durch die entsprechende Markierung wird ein versehentliches Übergehen von Meldungen vermieden.

Darauf aufbauend wurde eine einfache Methode zur Erfas-

sung des Bauzustandes mittels mobiler Endgeräte anstelle teurer Laserscanner entwickelt. Neben den geringeren Kosten ist dabei auch die unkomplizierte Bedienung ein Vorteil. Der Einsatz von besonders geschultem Personal für die Erfassung kann entfallen. Dadurch ist die Methode auch für den Einsatz in KMUs geeignet. Ein Raum oder einzelne Bauteile werden per Video erfasst und anschließend an einem PC in 3D-Punktwolken umgewandelt. Diese können dann mit den vorliegenden Soll-Konstruktionsdaten abgeglichen werden, um automatisiert eine Liste der verbauten Komponenten zur erhalten. Die entwickelte Erfassungsmethode erwies sich als geeignet für kleinere Baugruppen. Zur Erfassung eines gesamten Raumes wurden handliche Laserscanner aus dem Consumer-Bereich getestet und als besser geeignet eingeschätzt. Durch die stetige Weiterentwicklung der Technologien zur Erfassung von 3D-Daten wird die entwickelte Methode zukünftig auch kostengünstig für ganze Räume genutzt werden können. Am automatischen Abgleich der 3D-Punktwolken mit den Konstruktionsdaten gearbeitet werden, um die unterschiedlichen Dateiformate der Werften und Zulieferer bedienen zu können.

Partner: Technische Universität Hamburg

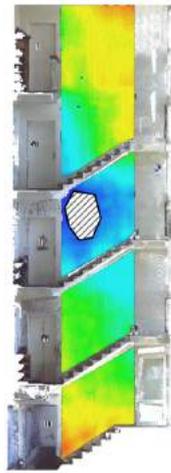
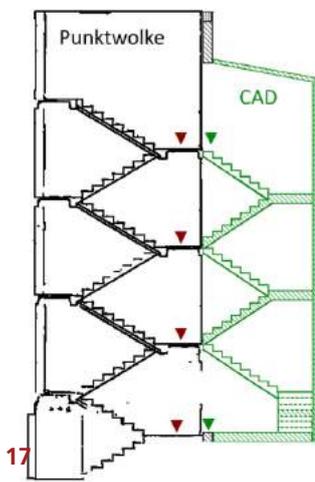
Ansprechpartner: M.Sc. Anne Fischer

Telefon: +49 381 49682 – 318

anne.fischer@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das IGF-Vorhaben Schiffbauliche Unikatproduktion mit erweiterter Realität (SUPER) der Forschungsvereinigung Center of Maritime Technologies e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert.

16 *Digitale Bauzustandserfassung im Schiff*



Industrie 4.0-fähiger Ansatz zur datentechnisch integrierten, intelligenten und adaptiven Produktion des Fahrstuhls

Gehbehinderungen oder altersbedingte Einschränkungen von Mietern verhindern das komfortable Bewohnen von Mehrfamilienhäusern ohne Fahrstuhl. Die herkömmliche Vorgehensweise einer nachträglichen Anbringung des Fahrstuhlschachtes an die Außenfassade, ermöglicht jedoch keinen barrierefreien Zugang zu den einzelnen Geschossen. Daher wurde in einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Verbund zusammen mit der Zurow Bau GmbH und der Hochschule Wismar die Umsetzung der Integration von Aufzügen in das Bestandstreppehaus untersucht.

Um einen komplett barrierefreien Zugang zu allen Wohneinheiten und dem Kellergeschoss in Mehrfamilienhäusern zu gewährleisten, wurde ein neuartiges Konzept zur Installation eines Aufzugs direkt in das Treppenhaus entwickelt. Eine Treppenseite wird dazu entfernt und dient als Bauraum für den nachträglich installierten Schacht. Wohingegen das neue Treppenhaus von außen an das Gebäude montiert wird. Für die erfolgreiche Montage des eingebrachten Fahrstuhls muss zunächst das Bestandsobjekt bzw. der Einbauraum vermessen werden. Daher bestand ein wesentlicher Anteil der Forschungsarbeit darin, ein Messkonzept zu entwickeln. Dieses dient der Ermittlung der potentiell maximalen Abmessungen des Fahrstuhlschachts. Die Besonderheit hierbei liegt in der vorgelagerten Aufmessung des Bestandsobjekts, ohne mit den Baumaßnahmen begonnen zu haben. Der Einsatz eines 3D-Laser-Messgeräts erlaubt die Auswertung und virtuelle Messung des Bauraums innerhalb einer 3D-Punktwolke, wobei die nachträgliche Untersuchung mit Hilfe entwickelter Algorithmen automatisiert ermöglicht wird. Aufgrund dessen wird eine Beschleunigung des Bauvorhabens erreicht, da die Auslegung der Komponenten vor dem eigentlichen Baubeginn liegt. Die Messdaten und finalen Ergebnisse werden digital abgelegt. Sie dienen als Grundlage für den Ferti-

gungsprozess. Ein weiterer Vorteil dieses Messkonzepts besteht in der ganzheitlichen digitalen Erfassung aller Informationen. Die Übersetzung analoger Daten in digitale Informationen entfällt. Um die Digitalisierung des Informationsflusses während des Bauvorhabens weiter voranzutreiben, wurde dieser untersucht. Medienbrüche und Redundanzen wurden detektiert und Optimierungspotentiale offengelegt. Ansätze zur digitalen Erstaufnahme eines potentiellen Bauprojekts tragen zur schnelleren Datenerfassung bei. Eine Anreicherung des Datenmodells mit weiteren Metadaten steigert die Transparenz während der Umsetzung der Bauvorhaben. **Durch die Digitalisierung werden Fehler vermieden und eine direkte Kommunikation ermöglicht**, wobei das Datenmodell die Basis für die organisatorische Abwicklung während der Bauphase bildet. Eine ganzheitliche Betrachtung aller Themenstellungen in Bezug auf die Umsetzung dieses innovativen Ansatzes trug zur optimalen Gestaltung bei. Dazu gehörten neben der Entwicklung des Messkonzepts und der Optimierung der datentechnischen Begleitung der Bauvorhaben, die Optimierung der Fertigungsprozesse sowie die eigentliche Realisierung des Aufzugs.

Partner: Zurow Bau GmbH, Hochschule Wismar

Ansprechpartner: M.Sc. Konrad Jagusch

Telefon: +49 381 49682 – 51

konrad.jagusch@igp.fraunhofer.de

Förderung: Das Verbundvorhaben Entwicklung eines Industrie 4.0-fähigen Ansatzes zur datentechnisch integrierten, intelligenten und adaptiven Produktion des Fahrstuhls wurde im Rahmen der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation der Technologie-Beratungs-Institut GmbH durchgeführt.

17 Ganzheitliches Konzept zur datentechnisch integrierten Produktion bis hin zum Einbau eines nachträglich installierten Fahrstuhls

VERBÜNDE, ALLIANZEN UND GREMIENARBEIT

Fraunhofer-Verbund Produktion

Der Fraunhofer-Verbund Produktion ist ein Forschungs- und Entwicklungspartner für das produzierende Gewerbe. Mehr als 2200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus acht Instituten und drei Fraunhofer-Einrichtungen stellen ihr Wissen wie auch ihre Erfahrungen zur Verfügung.

Als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft, der größten Organisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa, wurde der Verbund 1998 gegründet.

Die Verantwortlichkeiten für Entwicklung und Monitoring der Verbundstrategie sowie für die institutsübergreifende Öffentlichkeitsarbeit liegt in den Händen der Geschäftsstelle in Magdeburg. Vorsitzender des Verbunds ist Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk, dessen Stellvertretung ist Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann. Die Geschäftsstelle wird von Prof. Dr.-Ing. Fabian Behrendt geleitet. Unter Nutzung der neusten Erkenntnisse aus den Produktions- und Ingenieurwissenschaften und der Informatik bietet der Fraunhofer-Verbund Produktion ein Leistungsspektrum an, welches den gesamten Produktlebenszyklus bzw. die gesamte Wertschöpfungskette umfasst. Forschung und Industrie sind hier eng und interdisziplinär vernetzt. So verfügt der Verbund über ein breit gefächertes Angebot an Technologien und Dienstleistungen, die Unternehmen fit machen - für die »Produktion der Zukunft«.

www.produktion.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Verkehr

In der Fraunhofer-Allianz Verkehr bündeln seit März 2003 verschiedene Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen ihre verkehrsrelevanten Kompetenzen. Die Mitglieder der Allianz haben sich zum Ziel gesetzt, durch verkehrsrelevante Forschung geeignete technische und konzeptionelle Lösungen für

öffentliche und industrielle Auftraggeber zu entwickeln und in die Anwendung zu überführen.

Durch eine enge, themenbezogene Zusammenarbeit können im Verkehrsbereich für die Kunden ganzheitliche System- und Verbundlösungen sowie neue Anwendungsbereiche durch Know-how-Transfer erschlossen werden. Diese Auswahl und Bündelung unterschiedlichster Kompetenzen stellt sicher, dass bedarfsgerechte Lösungen für den Kunden angeboten werden können.

Durch internationale Forschungsprogramme sind die Mitgliedsinstitute weltweit mit verkehrsrelevanten Wirtschafts- und Forschungsunternehmen vernetzt. Die Geschäftsstelle der Allianz hilft die richtigen Partner zu finden.

www.verkehr.fraunhofer.de

Gremienarbeit

Center of Maritime Technologies

Prof. Dr.-Ing. W. Flügge – Mitglied des Technischen Beirates

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.

Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel – Vorsitzender des Landesverbandes M-V

Maritime Allianz Ostseeregion e.V.

Dr.-Ing. J. Sender – Vorsitzender

Kooperationsverbund RIC MAZA MV e. V.

Dr.-Ing. J. Sender – Mitglied des Vorstandes

Technologie- und Innovationskreis Wirtschaft/Wissenschaft M-V

Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Mitglied

**Wissenschaftliche Gesellschaft für Montage-
Handhabungstechnik-Industrieroboter**

Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Mitglied

Arbeitskreis XXL-Produkte

Prof. Dr.-Ing. W. Flügge – Mitglied

Deutsches Institut für Bautechnik

Prof. Dr.-Ing. R. Glienke – Mitglied Sachverständigenausschuss
SVA „Metallbau und Verbundbau“

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V.

Dr.-Ing. C. Blunk, M.Sc. M. Schwarz – Mitglied – Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AGMF3/V10.3 „Mechanisches Fügen“ – Blindnieten und Schließringbolzen
Dipl.-Ing. C. Denkert – Stellvertretender Obmann/Schriftführer – Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AGMF4/V10.4 „Mechanisches Fügen“ – Funktionselemente
Dipl.-Ing. C. Denkert - Mitglied – Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AGMF7/V10.7 „Mechanisches Fügen“ – Konstruktion und Berechnung
Dipl.-Ing. M. Dörre - Mitglied – Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AGMF4/V10.4 „Mechanisches Fügen“ – Funktionselemente
M. Sc. R. Staschko – Mitglied – Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AG MF1/V10.1 „Mechanisches Fügen“ – Stanznieten
Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke Stellvertretender Obmann Gemeinschaftsausschuss DVS / EFB AGMF3/V10.3 „Mechanisches Fügen“ – Blindnieten und Schließringbolzen

GfKORR - Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V., Arbeitskreis Windenergie

Dipl.-Wirt.-Ing. M. Irmer - Mitglied

Hanse Aerospace e. V., Hamburg

Prof. Dr.-Ing. W. Flügge – Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates

REFA Landesverband Mecklenburg-Vorpommern e.V.

Dr.-Ing. J. Sender – Mitglied des Vorstandes

Schiffbautechnische Gesellschaft

Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Leiter der FA Arbeitsorganisation und Fertigungstechnik sowie Mitglied des Technisch Wissenschaftlichen Beirates

DVS Ausschuss für Technik:

M.Sc. A. Gericke, M.Sc. O. Brätz – Mitglied – AG V 2.5 „Unterpulver- und Elektroschlackeschweißen“
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. O. Brätz, M.Sc. B. Ripsch – Mitglied – AG V 4 „Unterwassertechnik“
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. A. Gericke – Mitglied – AG A 6.1 „Schweißen im Schiffbau und in der Meerestechnik – Schweißverfahren, Fertigung“
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. A. Gericke – Mitglied – AG A 6.2 „Schweißen im Schiffbau und in der Meerestechnik – Schäden an schiffbaulichen Schweißkonstruktionen“

Forschungsvereinigung des DVS:

Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. A. Gericke – Mitglied – FA 03 „Lichtbogenschweißen“
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. P. Andrezza, M.Sc. A. Gericke – Mitglied – FA 07 „Löten“
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, M.Sc. O. Brätz, M.Sc., B. Ripsch – Mitglied – FA V4 „Unterwassertechnik“

Working Groups of the International Institute of Welding

M.Sc. O. Brätz – Mitglied – IIW Commission II “Arc Welding and Filler Metals”
M.Sc. A. Gericke – Mitglied – IIW Commission XIII Working Group 2 “Techniques for improving the fatigue strength of welded components and structures”
M.Sc. A. Gericke – Mitglied – IIW Commission XII “Arc Welding Processes and Production Systems”

VERBÜNDE, ALLIANZEN UND GREMIENARBEIT

Forschungsvereinigung Center for maritime Technologies e.V (CMT)

Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel – Mitglied – Mitglied im technisch-wissenschaftlichen Ausschuss

Gutachtertätigkeit

Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.

Prof. Dr.-Ing. W. Flügge, Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel, Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Fachgutachter

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Fachgutachter für das Förderprogramm „Innovativer Schiffbau sichert wettbewerbsfähige Arbeitsplätze“

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Prof. Dr.-Ing. W. Flügge, Prof. Dr.-Ing. M.-Ch. Wanner – Fachgutachter

Normungsarbeiten

Deutsches Institut für Normung e.V.

Prof. Dr.-Ing. R. Glienke – Mitglied des Beirates NA 092 DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren

Dr.-Ing. N. Glück – Mitglied – NA 092-00-28-01: Prozesskette Klebtechnik

Dr.-Ing. N. Glück – Mitglied – NA 092-00-28-02: Kleben von Faserverbundkunststoffen



BÜROKOMPLEX DER FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR
GROSSSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK IGP

VERÖFFENTLICHUNGEN 2018

Dissertationen

Blunk, Ch.: **Beitrag zur Bemessung von querkraftbeanspruchten Blindnietverbindungen im Metallleicht- und Stahlbau.** Rostock: Universität Rostock 2018

Sender, J.: **Methoden zur Planung von Produktionssystemen für maritime Großstrukturen.** Rostock: Universität Rostock 2018

Abschlussberichte

Blunk, Ch.; Glienke, R.; Flügge, W.: **Bemessungskonzept für tragende Blindnietverbindungen im Stahl- und Maschinenbau.** In: EFB-Forschungsbericht Nr. 472. Hannover: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. 2018

Denkert, Ch.; Flügge, W.: **Ausnutzung planmäßig vorspannbarer Verbindungselemente für dünne Klemmbereiche unter montagegerechten Bedingungen.** In: EFB-Forschungsbericht Nr. 483. Hannover: Europäische Forschungsgesellschaft für Blech-
47 Fraunhofer IGP Jahresbericht 2018

verarbeitung e.V. 2018

Flügge, W.; Fuchs, N.; Glück, N.; Staschko, R.; Schornstein, B.: **Erhöhung der Fügepunktsteifigkeit durch Z-Pins beim mechanischen Fügen von FVK-Metall-Hybridstrukturen.** Hannover: Druckteam GmbH 2018

Nowak, K.; Fuchs, N.; Flügge, W.: **Fügeverbindungen mit Schließringbolzen unter atmosphärischen Belastungen.** In:

EFB-Forschungsbericht Nr. 500 Hannover: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. 2018

Schwarz, M.; Wegener, F.; Glienke, R.; Flügge, W.: **Steigerung der Tragfähigkeit in exzentrisch beanspruchten Verbindungen durch den Einsatz von Schließringbolzensystemen.** In: EFB-Forschungsbericht Nr. 480. Hannover: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. 2018

Stranghöner, N.; Afzali, N.; Jungbluth, D.; Abraham, C.; Veljkovic, M.; Bijlaard, F.; Gresnigt, N.; de Vries, P.; Kolstein, H.; Nijgh, M.; Schedin, E.; Pilhagen, J.; Jakobsen, E.; Söder-

man, A.; Glienke, R.; Ebert, A.; Baddoo, N.; Chen, A.; Hradil, P.; Talja, A.; Rantala, J.; Auerkari, P.; Säynäjäkangas, J.; Manninen, T.; Rudolf, A.; Berger, S.; Cook, M.; Taylor, M.; Huckshold, M.: **Execution and reliability of slip resistant connections for steel structures using CS and SS, RFCS Research project SIROCO.** In: Final Report European Commission 2018

Stranghöner, N.; Makevičius, L.; Flügge, W.; Henkel, K.-M.; Glienke, R.; Dörre, M.: **Vorspannkraftverluste ermüdungsbeanspruchter vorgespannter Schraubverbindungen.** Düsseldorf: Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH 2018

Beiträge in Tagungs- und Sammelbänden

Ambrosat, T.; Lauer, S.; Geist, M.; Flügge, W.: **Bestimmung komplexer Schneidkonturen als Vorbereitung zum Verschweißen von 3D Rohrstoßen.** In: Anwendungsbezogener Workshop zur Erfassung, Modellierung, Verarbeitung und Auswertung von 3D-Daten. 3D-NordOst 2018. Berlin: Gesellschaft zur

Förderung angewandter Informatik 2018, S. 25-34

Brätz, O.; Henkel, K.-M.: **Halbnasses Lichtbogenbolzenschweißen großer Dimensionen mit Hubzündung im Unterwasserbereich.** In: DVS-Berichte Band 344 - DVS CONGRESS 2018 - Große Schweißtechnische Tagung Dortmund: DVS Media GmbH 2018, S. 420-428

Brätz, O.; Henkel, K.-M.: **Anwendung der Induktion für schweißtechnische Erwärmung beim nassen Lichtbogenhandschweißen unter Wasser.** In: 2. Kolloquium Induktionserwärmung in der schweißtechnischen Fertigung. Halle: DVS Media GmbH 2018, S. 29-35

Dörre, M.; Glienke, R.; Berschneider, G.: **Bewertung des Scherfestigkeitsverhältnisses für Schrauben festgelegter Festigkeitsklassen.** In: VDI-Berichte 2336. Würzburg: VDI Verlag 2018, S. 123-136

Ebert, A.; Glienke, R.; Flügge, W.: **Qualifizierung des Scherschneidens zur Ausführung von Löchern in Stahlkonstruktionen.** In:

EFB-Tagungsband T 47 des 8. Füge-technischen Gemein- schaftskolloquiums am 4. und 5. Dezember 2018 in Pader- born. Dortmund: DVS Media GmbH 2018, S. 83-94

Fischer, A.; Sender, J.; Roisch, D.; Flügge, W.: **Capturing As-Built Building Progress Data for Efficient Control of Out-fitting Processes in Ship-building**. In: 17th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries COMPIT'18. Hamburg: Technische Universität Ham- burg-Harburg Schriftenreihe Schiffbau 2018, S. 322-330

Fuchs, N.; Staschko, R.; Flügge, W.: **Modellierungs- strategie zur anwendungs- gerechten Simulation stanzen- der Fügeverfahren bei FVK-Hybridstrukturen**. In: Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge-technik 2018. Paderborn: FOSTA-EFB-DVS 2018, S. 47-59

Froitzheim, P.: **Characteriza- tion of the metal sheet form- ing by free bending with LS-DYNA**. In: 15. Deutsches LS-DYNA FORUM. Bamberg: DYNAmore GmbH 2018, S. 124-125

Fröck, L.; Glück, N.; Flügge, W.; Kordy, H.; Bußkamp, P.: **Nachbearbeitungsfreies Halterkleben auf Schiff- und Stahlbaubeschichtun- gen**. In: Tagungsband zum 18. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik. DECHEMA. Köln: 2018, S. 36-38

Geist, M.; Knaack, L.: **TLS-ba- sierter Ansatz zur Optimie- rung des Bauraums für die Nachrüstung technischer Anlagen in beengten Trep- penhäusern**. In: 177.DVW- Seminar Terrestrisches Laser- scanning 2018. Fulda: Wiß- ner-Verlag 2018, S. 165-180

Geist, M.; Niemeyer, F.; Gier- schner, F.: **Modellierung - Strategien zur Interpretation von 3D- Punktwolken**. In: 177.DVW- Seminar Terrestrisches Laser- scanning 2018. Fulda: Wiß- ner-Verlag 2018, S. 59-74

Gericke, A.; Ripsch, B.; Hen- kel, K.-M.; Glienke, R.; Bran- denburg, K.; Water, Ch.: **Untersuchung des Reini- gungsstrahlens als Naht- nachbehandlungsmethode zur Verbesserung der Schwingfestigkeit ge- schweißter Strukturen**. In:

DVS-Berichte 344 - DVS Con- gress. Düsseldorf: DVS Media 2018, S. 350-357

Harmel, A.; Zych, A.: **Sensor-Based Robot Pro- gramming for Automated Manufacturing of High Ortho- gonal Volume Structures**. In: Tagungsband des 3. Kongresses Montage Handha- bung Industrieroboter. Wies- baden: Springer Vieweg 2018, S. 93-101

Hauer, M.; Banaschik, R.; Hen- kel, K.-M.: **Influence of Spray Pattern on Residual Stresses and Coating Pro- perties of Arc-Sprayed Alu- minum Bronzes Sprayed with Different Gas Mixtu- res**. In: ITSC 2018—Procee- dings of the International Thermal Spray Conference. Orlando: ASM International 2018, S. 736-743

Hauer, M.; Banaschik, R.; Hen- kel, K.-M.: **Innovative Quali- tätssicherung laserge- chweißter Verbindungen auf lichtbogengespritzten Schichten unter Einsatz al- ternativer Gasgemische**. In: Proc. 11. Kolloquium Hoch- geschwindigkeits-Flammsprit- zen. Unterschleißheim: Ge- meinschaft Thermisches

Spritzen / Association of Ther- mal Sprayers e.V. 2018, S. 101-112

Irmer, M.; Glück, N.: **Offsho- re-WEA - Untersuchungen zu Transport- und Monta- geschäden an Beschich- tungssystemen**. In: Tagungsband zur 17. Tagung „Korrosionsschutz in der mari- timen Technik“. Hamburg: DNV GL SE 2018, S. 59-76

Knaack, L.; Geist, M.; Giersch- ner, F.; Niemeyer, F.: **Automa- tische Ableitung von Prüfmerkmalen aus 3D-La- serscannerpunktwolken im Stahlkörperbau**. In: Luh- mann, T.; Schumacher, C.: Photogrammetrie - Laserscan- ning - Optische 3D-Messtechni- k. Berlin: VDE Verlag 2018, S. 235-247

Meißner, J.; Schmatz, F.; Beuß, F.; Sender, J.; Flügge, W.: **Smart Human-Robot-Colla- boration in Mechanical Joi- ning Processes**. In: Procedia Manufacturing. Amsterdam: Elsevier B.V. 2018, S. 264-270

Nehls, Th.: **Numerical Inves- tigation of a Blind Rivet Nut Screw System in LS- DYNA**. In: 15. Deutsches LS- DYNA Forum. Stuttgart:

VERÖFFENTLICHUNGEN 2018

DYNAMopre 2018 S. 51-52
Nowak, K.; Fuchs, N.: **Korrosionsuntersuchung von Schließringbolzenverbindungen**. In: Gemeinsame Forschung in der mechanischen Füge-technik 2018. Paderborn: FOSTA-EFB-DVS 2018, S. 69-74

Schmidt, St.; Flügge, W.; Glück, N.: **Tragfähigkeitserhöhung von geklebten FKV- und Multi-Material-Verbindungen durch optimierte Gestaltung und Fertigung der FKV-Fügeteilwerkstoffe (OptiBond-FKV)**. In: Tagungsband zum 18. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik. DECHEMA. Köln 2018, S. 33-35

Zeitschriftenaufsätze

Backens, S.; Schmidt, St.; Glück, N.: **Heißpressen komplexer und endkontunaher 3-D-Bauteile**. In: lightweight. design. Band 1. Wiesbaden: Springer View 2018, S. 52-57

Denkert, Ch.: **Technologiebezeichnung: 1.1 Verschrauben**. In: VDMA-Leitfaden Technologien im Hybridleichtbau. 25 Technolo-
49 Fraunhofer IGP Jahresbericht 2018

giesteckbriefe zu Fertigungs- und Fügeverfahren. Frankfurt am Main: VDMA-Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien 2018, S. 5-6

Denkert, Ch.; Glienke, R.: **Zur Verwendung von Keilsicherungs-scheiben für geschraubte Verbindungen im bauaufsichtlich geregelten Bereich**. In: Stahlbau 87. Berlin: Ernst&Sohn 2018, S. 1010-1018

Drisga, I.; Glück, N.: **Schwingfestigkeits- und Klima-wechselprüfung von Rotorblattkomponenten**. In: lightweight.design. Band 3. Wiesbaden: Springer View 2018, S. 52-56

Drisga, I.; Glück, N.: **Thermo-mechanische Wechselprüfung großer geklebter Anbauteile**. In: Adhäsion. Band 4. Wiesbaden: Springer View 2018, S. 14-17

Flügge, W., Jahns, H.: **Zum Tragverhalten von Leichtbau-Flächentragwerken aus gekanteten, dünnwandigen Blechen**. In: Stahlbau 87. Berlin: Ernst&Sohn 2018, S. 681-686

Geist, M.; Gierschner, F.: **Optimierung des Materialauftrags an Megayachten**. In: zfv-Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Augsburg: Wißner-Verlag GmbH & Co. KG 2018, S. 384-389

Hauer, M.; Henkel, K.-M.: **Alternative Gas Mixtures in Arc Spraying: A Chance to Improve Coating Properties and Residual Stress States**. In: Journal of Thermal Spray Technology. Band 1-2. Berlin: Springer Verlag 2018, S. 106-118

Jahns, H.; Pons, J.; Thiele, K.; Flügge, W.; Höfemann, M.; Schmale, H.: **Zum Tragverhalten von Leichtbau-Flächentragwerken aus gekanteten, dünnwandigen Blechen**. In: Stahlbau 86. Band 7. Berlin: Ernst&Sohn 2018, S. 681-686

Klötzer, Ch.; Lauer, S.; Dryba, St.; Flügge, W.: **Additive Fertigung - Großes kommt aus dem Drucker**. In: handling. Darmstadt: WEKA BUSINESS MEDIEN GmbH 2018, S. 6.7

Niemeyer, F.: **Interlaboratory comparsion of femur surface reconstruction from**

CT data compared to reference optical 3D scan. In: BioMedical Engineering online. Heft 17. Ort: de Gruyter 2018, S. 17-29

Schmidt, St.; Glück, N.; Flügge, W.: **Strukturelles Kleben von duroplastischen, glasfaserverstärkten Kunststoffen mit optimierten Fügeteilwerkstoffen**. In: Joining Plastics. Band 2, Dortmund: DVS Media GmbH 2018, S. 94-101

Schorstein, B.; Flügge, W.; Glück, N.: **Unterwasserkleben Ein neues Einsatzgebiet für die Klebtechnik**. In: Schiff&Hafen. Band 3. Dortmund: DVS Media GmbH 2018, S. 34-37

Stranghöner, N.; Makevičius, L.; Henkel, K.-M.; Glienke, R.; Dörre, M.: **Vorspannkraftverluste geschraubter Verbindungen infolge beschichteter Kontaktflächen**. In: Stahlbau 87. Berlin: Ernst&Sohn 2018, S. 991-1009

Vorträge

Beuß, F.: **Future Workplaces - Gesundes Arbeiten in der**

- maritimen Wirtschaft. **Hanse Kongress zum 38.** Internationaler Hansetag 2018. Rostock 2018
- Beuß, F.: **Rückenschmerzen auf Arbeit? - Mein Arbeitsplatz denkt mit!**. Rostock's Eleven. Rostock 2018
- Brätz, O.: **Wirtschaftlicheres Fertigen von Offshore-Gründungsstrukturen durch streckenenergieneutrales UP-Schweißen mit Kaltdrahtzufuhr.** DVS Congress 2017. Düsseldorf 2017
- Brätz, O.; Henkel, K.: **IIW Doc II-A-349-18.** IIW Intermediate Meeting C II-A. Genua 2018
- Brätz, O.; Henkel, K.-M.: **IIW Doc II-2097-18.** 71st IIW Annual Assembly & International Conference 2018. Dusa Nua 2018
- Brätz, O.; Henkel, K.-M.: **Halbnasses Lichtbogenbolzenschweißen großer Dimensionen mit Hubzündung im Unterwasserbereich.** DVS Congress 2018. Friedrichshafen 2018
- Brätz, O.; Gericke, A.; Ripsch, B.; Henkel, K.-M.: **Aktuelle Trends und Perspektiven im Offshore-Stahlbau aus Sicht der Anwendungsfor-**schung. 11. Rostocker Schweißtage. Rostock 2018
- Brätz, O.; Henkel, K.: **Anwendung der Induktion für schweißtechnische Erwärmung beim nassen Lichtbogenhandschweißen unter Wasser.** 2. Kolloquium Induktionserwärmung in der schweißtechnischen Fertigung. Halle 2018
- Denkert, Ch.; Glienke, R.: **Experimental studies in relaxation and embedding of final-coated components with preloaded bolted joints.** 5th EUROPEAN CONFERENCE JOIN-TRANS 2018. Halle/Saale 2018
- Denkert, Ch.; Glienke, R.; Henkel, K.-M.; Gerke, Th.: **Pretensioned adhesively bonded hybrid-joints with lock-bolts and high-strength bolts.** 12th EUROPEAN ADHESION CONFERENCE. Lissabon 2018
- Dörre, M.; Glienke, R.; Berschneider, G.: **8. Bewertung des Scherfestigkeitsverhältnisses für Schrauben festgelegter Festigkeitsklassen.** 6. VDI-Fachtagung „Schraubenverbindung 2018“. Würzburg 2018
- Ebert, A.; Glienke, R.; Flügge, W.: **Qualifizierung des Scherschneidens zur Ausführung von Löchern in Stahlkonstruktionen.** Gemeinsame Forschung zur Mechanischen Fügetechnik 2018. Paderborn 2018
- Ewald, H.; Denkert, Ch.; Wegener, F.: **Numerical studies of the load-bearing of self-tapping threads under axial load.** 4th Workshop “Numerische Simulation in der mechanischen Fügetechnik“. Dresden 2018
- Fischer, A.; Sender, J.: **Capturing As-Built Building Progress Data for Efficient Control of Outfitting Processes in Shipbuilding.** 17th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries. Paverone 2018
- Fuchs, N.; Flügge, W.: **Characterization of the metal sheet forming by free bending with LS-DYNA.** 15. Deutsches LS-DYNA Forum. Bamberg 2018
- Fuchs, N.; Staschko, R.; Flügge, W.: **Strategie zur Si-**mulation stanzender Fügeverfahren bei **FKV-Metalstrukturen.** 8. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium, Paderborn 2018
- Fröck, L.; Glück, N.; Flügge, W.; Kordy, H.; Bußkamp, P.: **Nachbearbeitungsfreies Halterkleben auf Schiff- und Stahlbaubeschichtungen.** 18. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik. Köln 2018
- Gericke, A.; Glienke, R.; Ripsch, B.; Henkel, K.-M.: **Improvement of Fatigue Strength of Welded Details through Blast Cleaning – Effects, Results and Quality Assurance.** 71st IIW Annual Assembly & International Conference 2018. Dusa Nua 2018
- Gericke, A.; Henkel, K.-M.; Ripsch, B.; Brandenburg, K.; Water, Ch.; Glienke, R.: **Untersuchung des Reinigungsstrahlens als Nahtnachbehandlungsmethode zur Verbesserung der Schwingfestigkeit geschweißter Strukturen.** DVS Congress 2018. Friedrichshafen 2018

VERÖFFENTLICHUNGEN 2018

- Glienke, R.; Marten, F.; Gericke, A.; F.; Dörre, Wegener, F.; Ebert, A.: **Entwicklung von Türmen für WEA mit großen Nabenhöhen mit Blick auf die Fügetechnik**. 7. Zukunftskonferenz Wind & Maritim. Rostock 2018
- Glück, N.; Weiss, N.: **Entwicklung, Qualifizierung und Anwendung von neuen Klebstoffen in der Windindustrie**. 8. Zukunftskonferenz Wind & Maritim. Rostock 2018
- Gründler, M.; Dryba, St.; Waner, M.-Ch.: **Robotik und Digitalisierung - Kompetenzzentrum MV**. Fraunhofer IGD: Zweite Expertenrunde Robotik. Rostock 2018
- Harmel, A.: **Sensor Based Robot Programming**. 3. Fachkolloquium der WG MHI. Erlangen 2018
- Hauer, M.; Banaschick, R.; Henkel, K.: **Influence of Spray Pattern on Residual Stresses and Coating Properties of Arc-Sprayed Aluminum Bronzes Sprayed with Different Gas Mixtures**. ITSC 2018. Orlando 2018
- Hauer, M.; Banaschick, R.; Henkel, K.: **Innovative Qualitätssicherung lasergeschweißter Verbindungen auf lichtbogengespritzten Schichten unter Einsatz alternativer Gasgemische**. 11. Kolloquium Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen / HVOF Spraying. Erdingen 2018
- Illgen, B.; Sender, J.; Flügge, W.: **Digital Design of Shipbuilding Networks**. 12th CIRP International Conference on INTELLIGENT COMPUTATION IN MANUFACTURING ENGINEERING. Ischia 2018
- Irmer, M.; Glück, N.: **Offshore-WEA - Untersuchungen zu Transport- und Montagegeschäden an Beschichtungssystemen**. 17. Tagung „Korrosionsschutz in der maritimen Technik“. Hamburg 2018
- Jagus, K.: **Industrie 4.0**. Wirtschaft 2025 - Herausforderungen und Chancen der nächsten Jahre. Hasenwinkel 2018
- Meißner, J.: **Industrie 4.0 im Maschinenbau**. Thementag des Wissenschaftsverbundes IuK - „Industrie 4.0 - die digitale Vernetzung der Produktion“. Rostock 2018
- Meißner, J.; Schmatz, F.; Beuß, F.; Sender, J.; Flügge, W.: **Smart Human-Robot-Collaboration in Mechanical Joining Processes**. SysInt - 4th International Conference on System-Integrated Intelligence - 19./20.06.2018. Hannover 2018
- Niemeyer, F.: **Automatische Ableitung von Prüfmerkmalen aus 3D-Laserscannerpunktewolken im Stahlkörperbau**. Oldenburger 3D-Tage. Oldenburg 2018
- Nowak, K.: **Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Korrosionsbeständigkeit von mechanischen Fügeverbindungen**. Korrosionsforum 2018. Schorndorf 2018
- Nowak, K.; Fuchs, N.; Flügge, W.: **Korrosionsuntersuchung von Schließringbolzenverbindungen**. 8. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium. Paderborn 2018
- Schmidt, St.: **Tragfähigkeitserhöhung von geklebten FKV- und Multi-Material-**
- Verbindungen durch optimierte Gestaltung und Fertigung der FKV-Füge-
teilwerkstoffe (OptiBond-FKV)**. 18. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik. Köln 2018
- Schmidt, St.; Flügge, W.; Glück, N.: **Tragfähigkeitserhöhung von geklebten FKV- und Multi-Material-Verbindungen durch optimierte Gestaltung und Fertigung der FKV-Füge-
teilwerkstoffe (OptiBond-FKV)**. 18. Kolloquium: Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik. Köln 2018
- Staschko, R.; Fuchs, N.: **Application of Fiber Reinforced Materials in Mobility Sector**. CFK-VALLEY STADE Convention. Stade 2018
- Staschko, R.; Fuchs, N.; Nehls, Th.: **Numerical Investigation of a Blind Rivet Nut Screw System in LS-DYNA**. 15. Deutsches LS-DYNA Forum. Bamberg 2018



LABORGEBÄUDE DES FRAUNHOFER IGP

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK



Fraunhofer IGP
in Rostock

STANDORTE DER 72 FRAUNHOFER-INSTITUTE
IN DEUTSCHLAND

Forschen für die Praxis!

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 25.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 % dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

www.fraunhofer.de

ANSPRECHPARTNER

Organisation

Institutsleitung | Lehrstuhl Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge
Telefon +49 381 49682-20
wilko.fluegge@igp.fraunhofer.de



Stellvertretung Institutsleitung | Lehrstuhl Fügetechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Knuth-Michael Henkel
Telefon +49 381 49682-30
knuth.henkel@igp.fraunhofer.de



Institutsassistentz

Dipl.-Ing. Sabine Wegener
Telefon +49 381 49682-13
sabine.wegener@igp.fraunhofer.de



Institutsassistentz

Viginie Rogge
Telefon +49 381 49682-11
virginie.rogge@igp.fraunhofer.de



Verwaltungsleitung

Birgit Latzko
Telefon +49 381 49682-226
birgit.latzko@igp.fraunhofer.de



IT-Leitung

Dipl.-Wirt.-Inf. Marcus Baier
Telefon +49 381 49682-57
marcus.baier@igp.fraunhofer.de



Öffentlichkeitsarbeit

M.A. Silke Schulz
Telefon +49 381 49682-224
silke.schulz@igp.fraunhofer.de



Kompetenzbereiche

Umformtechnisches Fügen und Formgeben

M.Sc. Pascal Froitzheim
 Telefon +49 381 49682-228
 pascal.froitzheim@igp.fraunhofer.de



Mechanische Verbindungstechnik

Dr.-Ing. Christoph Blunk
 Telefon +49 381 49682-34
 christoph.blunk@igp.fraunhofer.de



Klebtechnik, Faserverbundtechnik und Korrosionsschutz

Dr.-Ing. Nikolai Glück
 Telefon +49 381 49682-39
 nikolai.glueck@igp.fraunhofer.de



Schweißtechnik

M.Sc. Andreas Gericke
 Telefon +49 381 49682-37
 andreas.gericke@igp.fraunhofer.de



Automatisierungstechnik

Dipl.-Ing. Steffen Dryba
 Telefon +49 381 49682-45
 steffen.dryba@igp.fraunhofer.de



Messen von Großstrukturen

Dr.-Ing. Michael Geist
 Telefon +49 381 49682-48
 michael.geist@igp.fraunhofer.de



Unternehmens- und Produktionsorganisation

Dr.-Ing. Jan Sender
 Telefon +49 381 49682-55
 jan.sender@igp.fraunhofer.de



ANSPRECHPARTNER

Unterstützende Bereiche

Leitung Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke
Telefon +49 381 49682-40
ralf.glienke@igp.fraunhofer.de



Leitung Prüflabor

M.Sc. Holger Brauns
Telefon +49 381 49682-220
holger.brauns@igp.fraunhofer.de



Leitung Technische Dienste

Dipl.-Ing. Kay Müller
Telefon +49 381 49682-60
kay.mueller@igp.fraunhofer.de



Ansprechpartner Universitäre Lehre

Dr.-Ing. Ulrich Kothe
Telefon +49 381 49682-50
ulrich.kothe@igp.fraunhofer.de



Branchen

Schiffbau

Dr.-Ing. Jan Sender
 Telefon +49 381 49682-55
jan.sender@igp.fraunhofer.de



Flugzeugbau

M.Sc. Thomas Nehls
 Telefon +49 381 49682-65
thomas.nehls@igp.fraunhofer.de



Metalleicht- und Stahlbau

Dr.-Ing. Christoph Blunk
 Telefon +49 381 49682-34
christoph.blunk@igp.fraunhofer.de



Maschinenbau

Dipl.-Ing. Steffen Dryba
 Telefon +49 381 49682-45
steffen.dryba@igp.fraunhofer.de



Windenergieanlagen

Dr.-Ing. Nikolai Glück
 Telefon +49 381 49682-39
nikolai.glueck@igp.fraunhofer.de



Schienen- und Fahrzeugbau

Dipl.-Ing. Christian Denkert
 Telefon +49 381 49682-64
christian.denkert@igp.fraunhofer.de



QUELLEN UND IMPRESSUM

Quellen

Bild: Fraunhofer IGP
ausgenommen:
Seite 31, Bild 5: FAS - FörderAnlagen Systeme GmbH

Wir danken für die Förderung:

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Jahresbericht 2018 digital

Jahresbericht 2018

Leistungen und Ergebnisse des Fraunhofer IGP

Herausgeber

Fraunhofer-Einrichtung für
Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP

Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge
Albert-Einstein-Straße 30
18059 Rostock
Telefon +49 381 49682-20
Fax +49 381 49682-12

info@igp.fraunhofer.de
www.igp.fraunhofer.de

Redaktion

M.A. Verena Schulz, Dipl.-Ing. Sabine Wegener

Layout und Produktion

M.A. Verena Schulz

Druck

Druckerei WEIDNER GmbH

Gleichstellung und Gender

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben wir teilweise in unseren Formulierungen auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

Berichtszeitraum

1. Juli bis 31. Dezember 2018

Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung der Redaktion.