

**LEHRSTUHL FERTIGUNGSTECHNIK UND  
LEHRSTUHL FÜGETECHNIK  
AN DER FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU UND SCHIFFSTECHNIK  
UNIVERSITÄT ROSTOCK**

**Universität  
Rostock**



Traditio et Innovatio

# **Jahresbericht 2015/2016**



**FRAUNHOFER  
ANWENDUNGSZENTRUM  
GROßSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK**

# Inhalt

---

0	Vorwort	2
1	Vorstellung der Einrichtung	3
2	Arbeitsbereich: Fertigungstechnik	29
3	Arbeitsbereich: Automatisierungs- und Messtechnik	63
4	Arbeitsbereich: Organisationstechnik	77
5	Arbeitsbereich: Akkreditiertes Prüflabor, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle	88
6	Arbeitsbereich: Lehrangebot Lehrstühle Fertigungstechnik (FT) und Fügetechnik (FÜT)	100
7	Laufende Projekte (2015–2018)	101
8	Mitarbeit in Gremien, externe Lehraufträge 2015	109
9	Gastdozenten, Gastwissenschaftler 2015	110
10	Wissenschaftliche Veranstaltungen, Messen 2015	111
11	Veröffentlichungen, Aufsätze, Vorträge 2015	111
12	Promotionen 2015	120
13	Masterarbeiten 2015	120
14	Bachelorarbeiten 2015	124

# 0 Vorwort

---



Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner  
Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel (v. l.)

- Mit dem Jahresabschluss 2015 sind alle Planziele zur Realisierung eines Fraunhofer-Instituts in Rostock erreicht. Die Zahl der Mitarbeiter bei Fraunhofer hat sich auf 62 erhöht; der Betriebshaushalt konnte auf 5,4 Mio. € gesteigert werden bei einem Wirtschaftsertrag von 45%.
- Die Suche nach einem Nachfolger für Prof. Wanner hat sich erheblich verzögert. Wir sind jedoch zuversichtlich, dass dieses Problem rasch gelöst werden kann. Auch die Baumaßnahme für den 4. BA hat sich weiter konkretisiert und befindet sich auf einem guten Weg. Mittelfristiges Ziel ist ein Ausbau der Einrichtung auf 100 Mitarbeiter bei Fraunhofer.
- Ein besonderes Highlight im Jahr 2015 war die Inbetriebnahme unseres Stabkinematik Großroboters bei der Mecklenburger Metallguss GmbH in Waren sowie zahlreiche weitere Roboterapplikationen bei verschiedenen KMU in Mecklenburg-Vorpommern. Auch Fragestellungen aus dem Themenfeld Industrie 4.0 beschäftigen uns in zunehmendem Maße.

# 1 Vorstellung der Einrichtung



Lehrstuhl Fertigungstechnik  
Lehrstuhl Fügetechnik

Fraunhofer-Anwendungszentrum  
Großstrukturen in der Produktionstechnik

Albert-Einstein-Straße 2  
18059 Rostock

Albert-Einstein-Straße 30  
18059 Rostock

[http://www.hro.ipa.fraunhofer.de/de/Lehrstuhl\\_Fertigungstechnik.html](http://www.hro.ipa.fraunhofer.de/de/Lehrstuhl_Fertigungstechnik.html)

<http://www.hro.ipa.fraunhofer.de>



## Professur Fertigungstechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner

 +49(0)381 49682-10  
 +49(0)381 49682-12  
E-Mail: [martin-christoph.wanner@uni-rostock.de](mailto:martin-christoph.wanner@uni-rostock.de)



## Leiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner

 +49(0)381 49682-10  
 +49(0)381 49682-12  
E-Mail: [martin-christoph.wanner@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:martin-christoph.wanner@hro.ipa.fraunhofer.de)

## Professur Fügetechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Knuth-Michael Henkel

 +49(0)381 49682-30  
 +49(0)381 49682-12  
E-Mail: [knuth.henkel@uni-rostock.de](mailto:knuth.henkel@uni-rostock.de)

## Stellvertretender Leiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Knuth-Michael Henkel

 +49(0)381 49682-30  
 +49(0)381 49682-12  
E-Mail: [knuth.henkel@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:knuth.henkel@hro.ipa.fraunhofer.de)


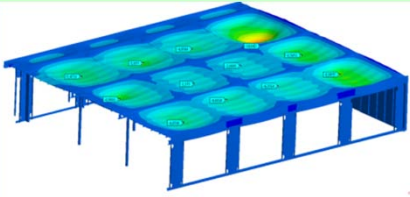


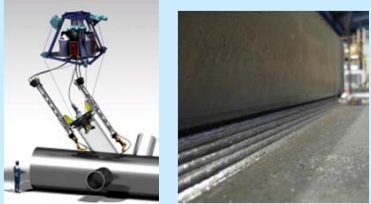
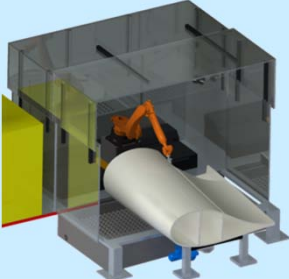
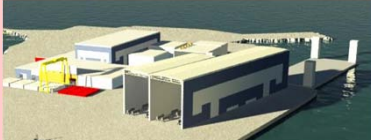
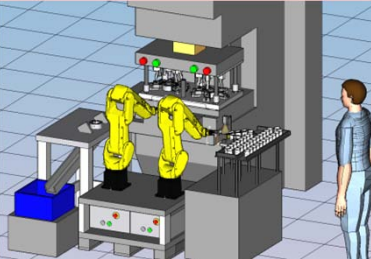



## 1.1 Allgemeines

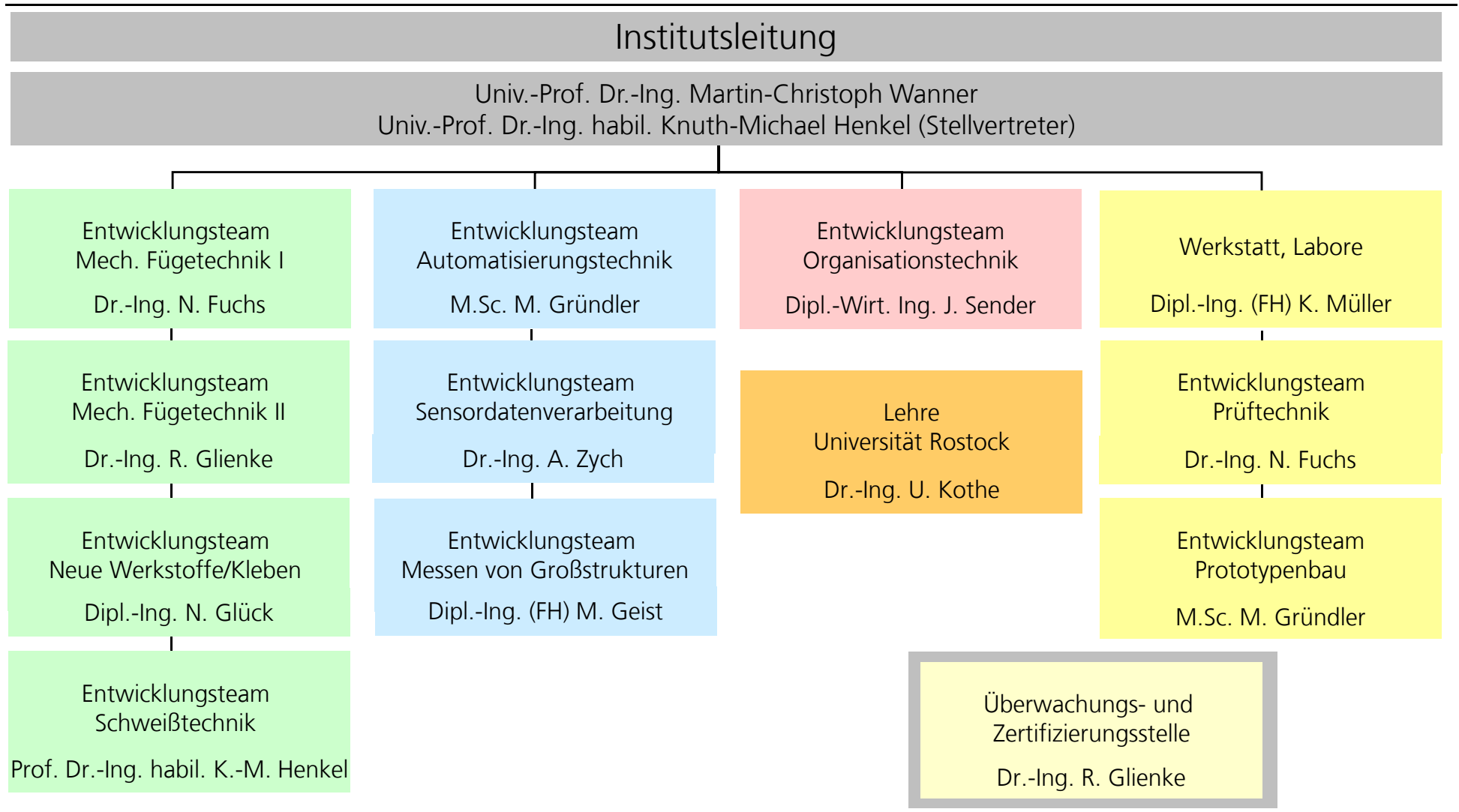
---

- Das Fraunhofer-Anwendungszentrum Großstrukturen in der Produktionstechnik (Fraunhofer AGP) ist eine Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München.
- Das Fraunhofer AGP kooperiert mit dem Lehrstuhl Fertigungstechnik und dem Lehrstuhl Fügetechnik der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock.
- Beide Lehrstühle sind Teil der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock, an der derzeit etwa 1381 Studenten (Stand WS 2015/16) immatrikuliert sind.
- Beide Einrichtungen arbeiten in Forschung und Lehre im Rahmen eines in 2012 erneuerten Kooperationsvertrages zwischen der Universität Rostock und der Fraunhofer-Gesellschaft eng zusammen.
- Das Fraunhofer AGP ist Mitglied in der Fraunhofer-Allianz Verkehr (Bereich Waterborne) und des MHI e.V. (Montage-Handhabungstechnik-Industrieroboter).

## 1.2 Forschungsgebiete

Forschungsgebiet	Schwerpunkte	Maritime Industrie, Offshore	Stahlbau, Flugzeugbau, Fahrzeug- und Schienenfahrzeugbau, Windkraft	Regionale Forschung
Fertigungstechnik	Mechanisches Fügen, Schweißen, Lötten, Kleben, Trennen, Umformen, Prüftechnik			
Automatisierungstechnik, Qualitätstechnik	Mess-, Sensor-, Roboter- u. Steuerungstechnik, Messen geom. Größen, Bildverarbeitung, Produktentwicklung			
Unternehmens- u. Produktionsorganisation	Unternehmenskonzepte, Kooperationsnetzwerke, Produktionsorganisation und Logistik			

# 1.3 Organigramm

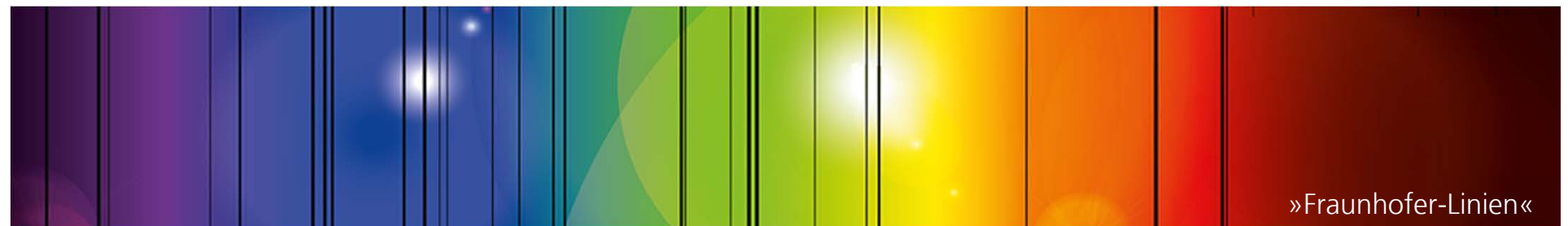


## 1.4 Fraunhofer-Gesellschaft

### 1.4.1 Die Fraunhofer-Gesellschaft im Profil 2016

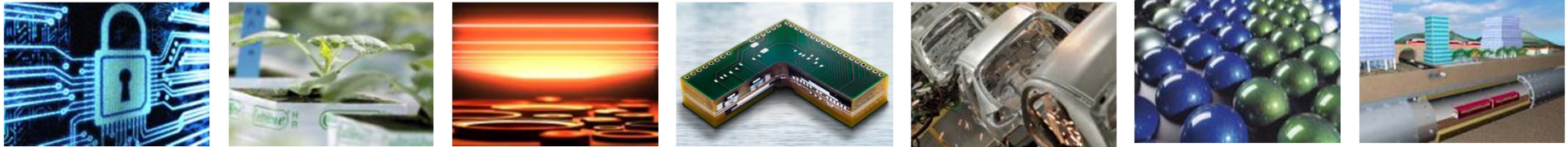
---

- Anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft
- 67 Institute und Forschungseinrichtungen
- 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- Forschungsvolumen: mehr als 2,1 Milliarden Euro, davon über 1,8 Milliarden Euro im Leistungsbereich Vertragsforschung
  - Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten
  - Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert





## 1.4.2 Bündelung der Kompetenzen durch Vernetzung Fraunhofer-Institutsverbünde



Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbänden und treten gemeinsam am FuE-Markt auf.

Sie wirken in der Unternehmenspolitik sowie bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit.

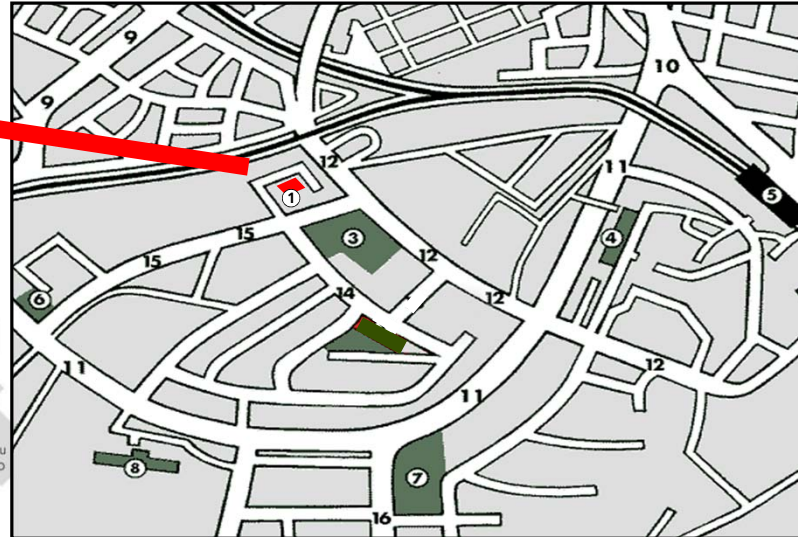
- IUK-Technologie
- Life Sciences
- Light & Surfaces
- Mikroelektronik
- Produktion
- Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS
- Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS

# 1.4.3 Standorte der Fraunhofer-Gesellschaft 2016

Fraunhofer-Forschungseinrichtungen in Deutschland:



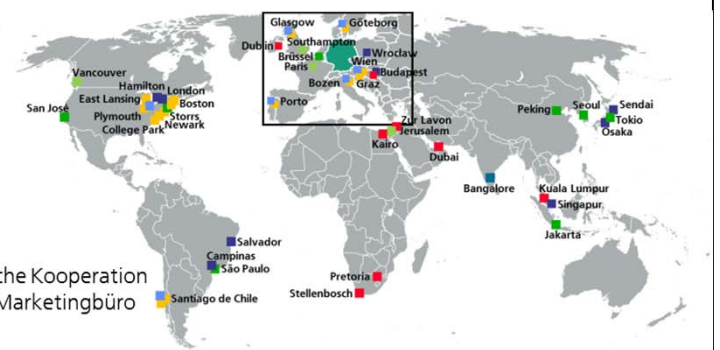
Fraunhofer-Anwendungszentrum Rostock, Albert-Einstein-Straße 30



- 1 Standort: Fraunhofer AGP Albert-Einstein-Straße 30
- 3 Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik
- 4 Stadthalle
- 5 Hauptbahnhof
- 6 Universitätsbibliothek
- 9 Parkstraße
- 10 Goetheplatz
- 11 Südring
- 12 Erich-Schlesinger-Straße
- 14 Joachim-Jungius-Straße
- 15 Albert-Einstein-Straße

Fraunhofer-Standorte weltweit

- Niederlassung
- Center
- Project Center
- ICON / Strategische Kooperation
- Repräsentanz- / Marketingbüro
- Senior Advisor

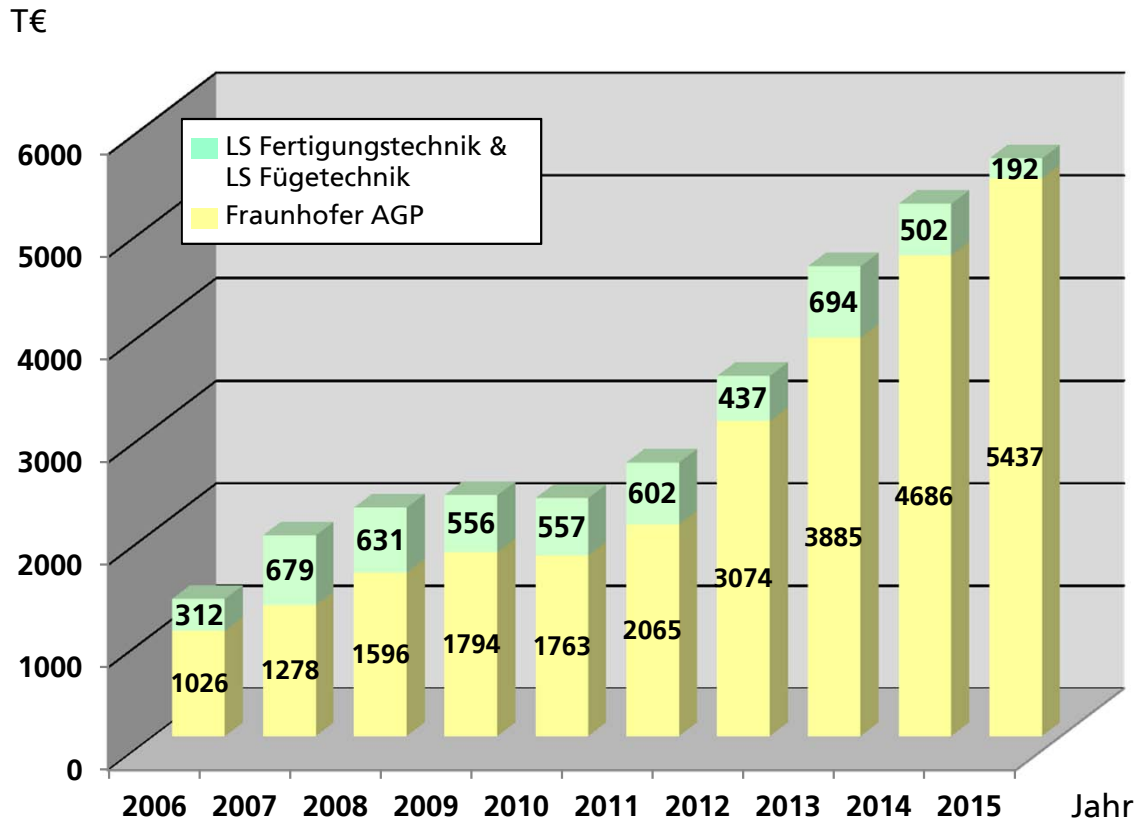


2016

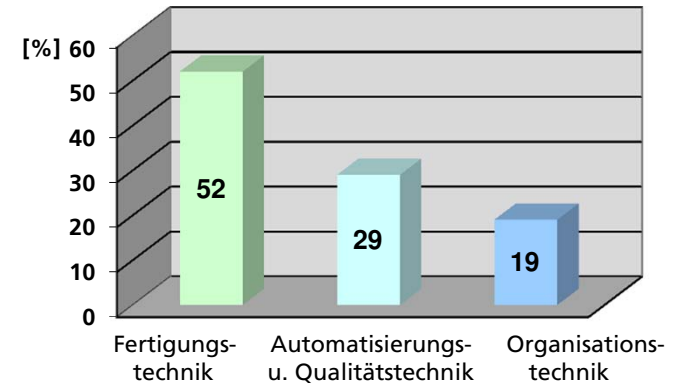
# 1.5 Ertragsentwicklung der Einrichtungen

## 1.5.1 Drittmittelerträge und deren prozentuale Verteilung

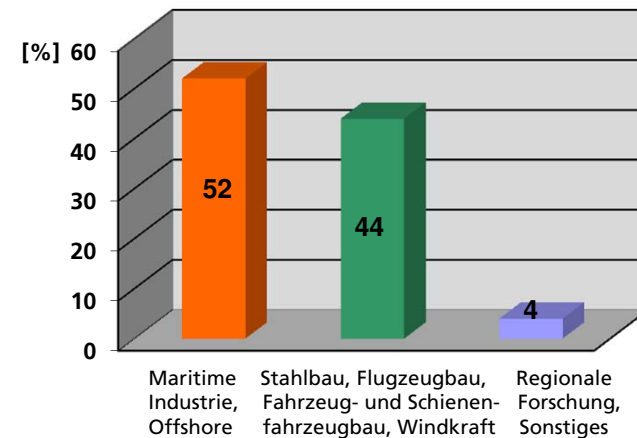
Ertragsentwicklung 2006-2015



Nach Forschungsgebiet 2015

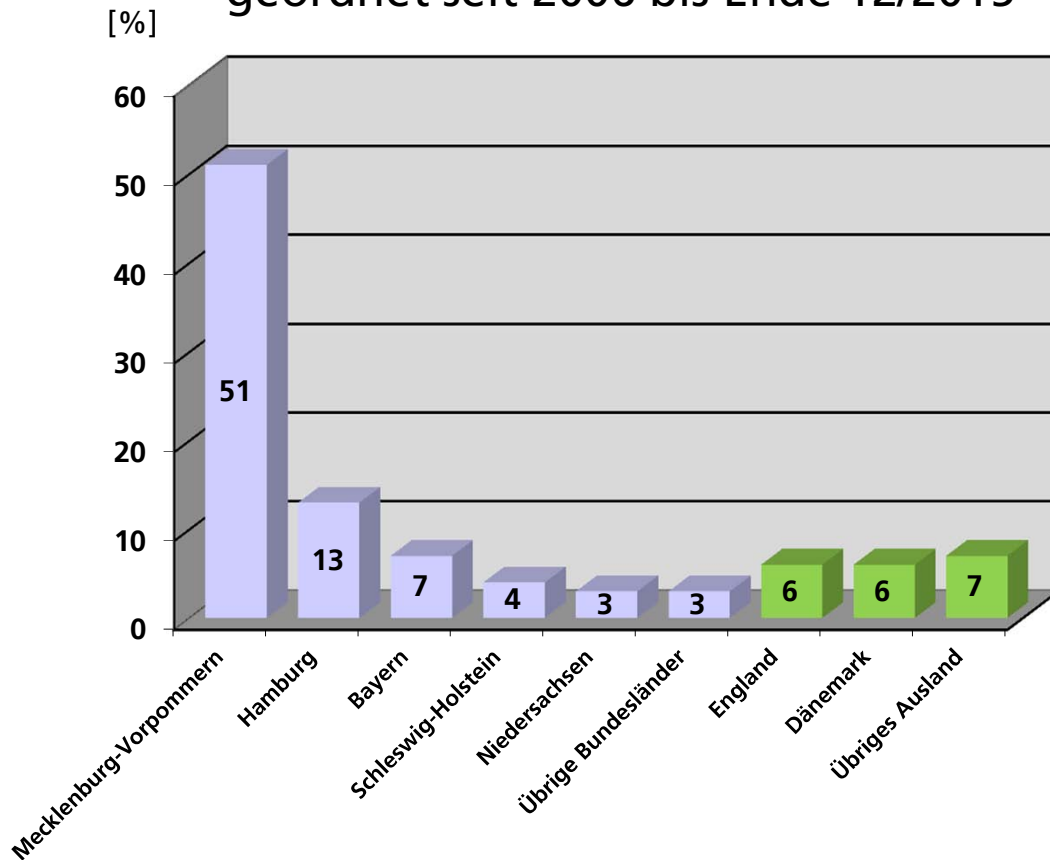


Nach Branche 2015

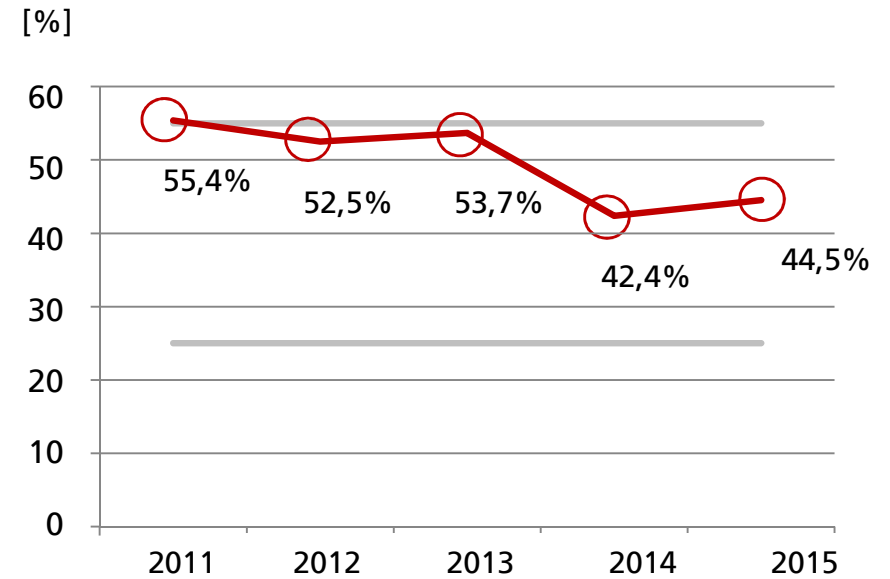


## 1.5.2 Wirtschaftserträge

Wirtschaftserträge nach Ländern  
geordnet seit 2006 bis Ende 12/2015



Wirtschaftsertragsanteil  
(Ø 49,7% der letzten 5 Jahre)



# 1.6 Mitarbeiter

## 1.6.1 Wissenschaftliche Mitarbeiter

---

\* Planstelle Uni Rostock

### Leitung der Einrichtungen

#### Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner

Lehrstuhl Fertigungstechnik  
Leiter Fraunhofer-Anwendungszentrum

Telefon 0381 49682 -10

Mobil 0172 9587098, Fax 0381 49682-12

[martin-christoph.wanner@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:martin-christoph.wanner@hro.ipa.fraunhofer.de)

#### Prof. Dr.-Ing. habil. K.-M. Henkel

Lehrstuhl Fügetechnik  
Stellv. Leiter Fraunhofer-Anwendungszentrum

Telefon 0381 49682 -30, Fax 0381 49682 -12

[knuth-michael.henkel@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:knuth-michael.henkel@hro.ipa.fraunhofer.de)

### Sekretariat

- Frau Dipl.-Ing. (FH) G. Ehmke\*  
Telefon -11; [gabriele.ehmke@uni-rostock.de](mailto:gabriele.ehmke@uni-rostock.de)

### Verwaltung

- Frau Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Ch. Behrens  
Telefon -237; [christine.behrens@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:christine.behrens@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau LL.M. (FH) M. Gragert  
Telefon -221; [melanie.gragert@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:melanie.gragert@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau V. Ratsch  
Telefon -15; [vanessa.ratsch@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:vanessa.ratsch@hro.ipa.fraunhofer.de)

## 1.6.2 Wissenschaftliche Mitarbeiter

### Wissenschaftliche Mitarbeiter

\* Planstelle Uni Rostock  
\*\* Werkvertrag mit FhG

- Dipl.-Wirt. Inf. M. Baier (IT, Organisation)  
Telefon -57; [marcus.baier@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:marcus.baier@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. R. Banaschik (Schweißtechnik)  
Telefon -143; [richard.banaschik@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:richard.banaschik@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. M. Basener (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -24; [marcel.basener@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:marcel.basener@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. F. Beuß (Organisation)  
Telefon -59; [florian.beuss@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:florian.beuss@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Wirt. Ing. C. Blunk (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -34; [christoph.blunk@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:christoph.blunk@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. O. Brätz (Schweißtechnik)  
Telefon -231; [oliver.braetz@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:oliver.braetz@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Eng. H. Brauns (Prüftechnik)  
Telefon -220; [holger.brauns@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:holger.brauns@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. D. Bredt (Exist-Gründerstipendium)  
Telefon -199; [david.bredt@uni-rostock.de](mailto:david.bredt@uni-rostock.de)
- Dipl.-Ing. C. Denkert (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -64; [christian.denkert@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:christian.denkert@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. K.-J. Dittmann\*\* (Technische Dokumentation)  
Telefon -190; [klaus-j.dittmann@t-online.de](mailto:klaus-j.dittmann@t-online.de)
- Dipl.-Ing. M. Dörre (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -239; [maik.doerre@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:maik.doerre@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. I. Drisga (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -21; [ivo.drisga@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:ivo.drisga@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. S. Dryba (Automatisierungstechnik)  
Telefon -45 ; [steffen.dryba@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:steffen.dryba@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. A. Ebert (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -33; [andreas.ebert@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:andreas.ebert@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. M. Eggert (Organisation)  
Telefon -145; [martin.eggert@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:martin.eggert@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau M.Sc. L. Fröck (Neue Werkstoffe, Kleben)  
Telefon -140; [linda.froeck@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:linda.froeck@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. P. Froitzheim (Mech. Fügetechnik )  
Telefon -228; [pascal.froitzheim@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:pascal.froitzheim@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. N. Fuchs (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -36; [normen.fuchs@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:normen.fuchs@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. (FH) M. Geist (Messtechnik)  
Telefon -48; [michael.geist@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:michael.geist@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. A. Gericke (Schweißtechnik)  
Telefon -37; [andreas.gericke@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:andreas.gericke@hro.ipa.fraunhofer.de)

## 1.6.3 Wissenschaftliche Mitarbeiter

\* Planstelle Uni Rostock

### Wissenschaftliche Mitarbeiter

- Dr.-Ing. R. Glienke (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -40; [ralf.glienke@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:ralf.glienke@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. N. Glück (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -39; [nikolai.glueck@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:nikolai.glueck@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. S. Goletzke (Exist-Gründerstipendium)  
Telefon -197; [stefan.goletzke@uni-rostock.de](mailto:stefan.goletzke@uni-rostock.de)
- M.Sc. M. Gründler (Automatisierungstechnik)  
Telefon -226; [mirko.gruendler@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:mirko.gruendler@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. T. Haberecht (Automatisierungstechnik)  
Telefon -315; [tobias.haberecht@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:tobias.haberecht@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. T. Handreg (Automatisierungstechnik)  
Telefon -238; [tobias.handreg@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:tobias.handreg@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. A. Harmel\* (Automatisierungstechnik)  
Telefon -49; [andre.harmel@uni-rostock.de](mailto:andre.harmel@uni-rostock.de)
- M.Sc. M. Hauer\* (Schweißtechnik)  
Telefon-225; [michel.hauer@uni-rostock.de](mailto:michel.hauer@uni-rostock.de)
- Dipl.-Ing. R. Hein (Schweißtechnik)  
Telefon -58; [robert.hein@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:robert.hein@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. H. Herholz (Automatisierungstechnik)  
Telefon -142; [hagen.herholz@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:hagen.herholz@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. B. Illgen (Organisation)  
Telefon -230; [benjamin.illgen@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:benjamin.illgen@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Wirt. Ing. M. Irmer (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -20; [michael.irmer@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:michael.irmer@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. K. Jacobi (IT, Messtechnik)  
Telefon -192; [konrad.jacobi@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:konrad.jacobi@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. K. Jagusch (Organisation)  
Telefon -51; [konrad.jagusch@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:konrad.jagusch@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. F. Kaltofen (Ausgewählte Forschungsthemen)  
Telefon 314; [frank.kaltofen@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:frank.kaltofen@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. C. Klötzer (Automatisierungstechnik)  
Telefon -54; [christian.kloetzer@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:christian.kloetzer@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau M.Eng. L. Knaack (Messtechnik)  
Telefon -146; [lisa.knaack@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:lisa.knaack@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. U. Kothe\* (Lehre)  
Telefon -50; [ulrich.kothe@uni-rostock.de](mailto:ulrich.kothe@uni-rostock.de)
- M.Sc. S. Lauer (Automatisierungstechnik)  
Telefon -232; [sascha.lauer@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:sascha.lauer@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner (Organisation)  
Telefon -53; [jens.meissner@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:jens.meissner@hro.ipa.fraunhofer.de)

## 1.6.4 Wissenschaftliche Mitarbeiter

\* Planstelle Uni Rostock

### Wissenschaftliche Mitarbeiter

- Dipl.-Ing. F. Gierschner (Messtechnik)  
Telefon -47; [fabian.gierschner@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:fabian.gierschner@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Math. M. Meister (Messtechnik)  
Telefon -149; [martin.meister@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:martin.meister@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. T. Nehls (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -65; [thomas.nehls@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:thomas.nehls@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Eng. M. Neitzel (Prüftechnik)  
Telefon -194; [maik.neitzel@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:maik.neitzel@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. Frank Niemeyer (Messtechnik)  
Telefon -235; [frank.niemeyer@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:frank.niemeyer@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau M.Sc. K. Nowak (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -233; [karina.nowak@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:karina.nowak@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. A. Reinwaldt (Exist-Gründerstipendium)  
Telefon -198; [arvid.reinwaldt@uni-rostock.de](mailto:arvid.reinwaldt@uni-rostock.de)
- M.Sc. S. Schmidt (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -223; [stefan.schmidt@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:stefan.schmidt@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. B. Schornstein (Neue Werkstoffe/Kleben)  
Telefon -236; [benjamin.schornstein@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:benjamin.schornstein@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau Dr. rer. pol. A.-K. Schröder (Organisation)  
Telefon -229; [anne-katrin.schroeder@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:anne-katrin.schroeder@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. M. Schwarz (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -193; [mathias.schwarz@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:mathias.schwarz@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Wirt. Ing. J. Sender (Organisation)  
Telefon -55; [jan.sender@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:jan.sender@hro.ipa.fraunhofer.de)
- M.Sc. R. Staschko (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -42; [robert.staschko@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:robert.staschko@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. G. Treichel (Messtechnik)  
Telefon -144; [georg.treichel@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:georg.treichel@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau Dipl.-Ing. S. Wegener (Ausgewählte Forschungsthemen)  
Telefon -13; [sabine.wegener@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:sabine.wegener@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. F. Wegener\* (Mech. Fügetechnik)  
Telefon -196; [filip.wegener@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:filip.wegener@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. O. Wurst (Automatisierungstechnik)  
Telefon -67; [oliver.wurst@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:oliver.wurst@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dr.-Ing. A. Zych (Automatisierungstechnik)  
Telefon -43; [alexander.zych@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.zych@hro.ipa.fraunhofer.de)



## 1.6.5 Technische Mitarbeiter

---

\* Planstelle Uni Rostock

### Technische Mitarbeiter

- R. Arndt (Schweißtechnik)  
Telefon -148; [ruediger.arndt@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:ruediger.arndt@hro.ipa.fraunhofer.de)
- D. Fründt (Schweißtechnik)  
Telefon: -73; [dirk.fruendt@uni-rostock.de](mailto:dirk.fruendt@uni-rostock.de)
- A. Herhaus (Fertigungstechnik, Labor)  
Telefon -63; [alexander.herhaus@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.herhaus@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Frau G. Höffer (IT)  
Telefon -141; [grit.hoeffer@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:grit.hoeffer@hro.ipa.fraunhofer.de)
- U. Jenner (Fertigungstechnik, Labor)  
Telefon -191, Mobil -62; [udo.jenner@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:udo.jenner@hro.ipa.fraunhofer.de)
- U. Klausz (Fertigungstechnik, Labor)  
Telefon -191; [udo.klausz@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:udo.klausz@hro.ipa.fraunhofer.de)
- D. Krüger (Prüftechnik)  
Telefon -311, Mobil -18; [detlef.krueger@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:detlef.krueger@hro.ipa.fraunhofer.de)
- R. Krupiza (Fertigungstechnik, Labor)  
Telefon -195; [roman.krupiza@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:roman.krupiza@hro.ipa.fraunhofer.de)
- Dipl.-Ing. (FH) K. Müller\* (Leitender Laboringenieur)  
Telefon -60; [kay.mueller2@uni-rostock.de](mailto:kay.mueller2@uni-rostock.de)
- Dipl.-Ing. (FH) U. Pflötscher (Prototypenbau)  
Telefon -44; [uwe.pfletscher@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:uwe.pfletscher@hro.ipa.fraunhofer.de)
- S. Wachtmann (Kleblabor)  
Telefon -25; [svn.wachtmann@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:svn.wachtmann@hro.ipa.fraunhofer.de)
- N. Ziegelmann (Prüftechnik)  
Telefon -195; [nico.ziegelmann@hro.ipa.fraunhofer.de](mailto:nico.ziegelmann@hro.ipa.fraunhofer.de)

## 1.6.6 Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte (Stand 5/16)

### Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte FhG und Universität Rostock

#### Studienrichtung:

ET = Elektrotechnik  
I = Informatik  
MBST = Maschinenbau/Schiffstechnik  
WI-ING = Wirtschaftsingenieurwesen  
WIWI = Wirtschaftswissenschaften

#### Tätigkeitsbereich:

AT = Automatisierungstechnik  
FT = Fertigungstechnik  
MT = Messtechnik  
OT = Organisationstechnik  
S = Sonstiges

- |                  |             |                 |           |                  |             |
|------------------|-------------|-----------------|-----------|------------------|-------------|
| • J. Ahrndt      | MBST/AT     | • D. Durain     | WI-ING/FT | • A. Hussein     | WING-ING/MT |
| • L. Baumgart    | WI-ING/OT   | • J. Gatzke     | MBST/FT   | • C. Jagow       | WING-ING/OT |
| • J. Berndt      | MBST/FT     | • A. Gerhards   | WI-ING/OT | • A. Jentsch     | MBST/AT     |
| • A. Bierwagen   | WIWI/S      | • H. Gericke    | MBST/FT   | • D. Jericho     | MBST/OT     |
| • R. Bliesener   | MBST/FT     | • J. Graumann   | MBST/MT   | • M. Jeschky     | Geodäsie/MT |
| • D. Bludau      | WI-ING/OT   | • A. Haß        | MBST/FT   | • B. Kamali      | MBST/OT     |
| • K. Brandenburg | WI-ING/FT   | • F. Hauschulz  | MBST/FT   | • O. Kappel      | MBST/FT     |
| • V. Cherewko    | MBST/FT     | • M. Hayn       | WI-ING/FT | • D. Kelm        | MBST/FT     |
| • N. Cordt       | Geodäsie/MT | • P. Henke      | MBST/AT   | • J.-I. Kieser   | MBST/FT     |
| • K. Deking      | WI-ING/OT   | • F. Holleitner | MBST/FT   | • F. Knöchelmann | MBST/FT     |
| • A. Dierke      | MBST/AT     | • C. Hoppe      | WI-ING/OT | • C. Köhn        | WI-ING/MT   |
| • M.-T. Dube     | Lehramt/S   | • D. Humpert    | MBST/FT   | • F. Kolbe       | WI-ING/MT   |

## 1.6.7 Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte (Stand 5/16)

### Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte FhG und Universität Rostock

#### Studienrichtung:

BWL = Betriebswirtschaftslehre  
 ET = Elektrotechnik  
 I = Informatik  
 MBST = Maschinenbau/Schiffstechnik  
 WI-ING = Wirtschaftsingenieurwesen  
 WIWI = Wirtschaftswissenschaften

#### Tätigkeitsbereich:

AT = Automatisierungstechnik  
 FT = Fertigungstechnik  
 MT = Messtechnik  
 OT = Organisationstechnik  
 S = Sonstiges

- |                     |           |                   |           |                    |           |
|---------------------|-----------|-------------------|-----------|--------------------|-----------|
| • M. Koschay        | I/ OT     | • S. Reiter       | ET/FT     | • R. Somodi        | WI-ING/OT |
| • J. Krause         | MBST/MT   | • C. Reppin       | MBST/FT   | • N. Stepniak      | WIWI/FT   |
| • L. J. Kunz        | MBST/S    | • J. Reschwamm    | WI-ING/OT | • A. Stöcker       | MBST/OT   |
| • T. Kureck         | MBST/AT   | • B. Ripsch       | WI-ING/FT | • G. Szczypek      | MBST/FT   |
| • D. Leingang       | MBST/FT   | • T. Sachse       | MBST/OT   | • T. von der Heyde | MBST/FT   |
| • L. Lemmermann     | WI-ING/OT | • S. Schankweiler | MBST/FT   | • H. Völzer        | MBST/OT   |
| • J. Lindloff-Rühse | MBST/FT   | • F. Schmatz      | WI-ING/OT | • C. Weinrich      | WI-ING/OT |
| • H. Maaß           | WI-ING/AT | • E. S. Schmidt   | MBST/FT   | • S. Witting       | WI-ING/OT |
| • T. Milbrandt      | MBST/AT   | • M. Schmidt      | Lehramt/S | • J. Wollstadt     | MBST/FT   |
| • P. Mönk           | WI-ING/FT | • P. Seebode      | MBST/FT   | • F. Worschech     | MBST/FT   |
| • T. H. Müller      | WI-ING/OT | • R. Serduk       | MBST/FT   | • M. Zickermann    | MBST/FT   |
| • J. Neuhäuser      | WI-ING/FT | • L. Sixta        | MBST/FT   | • S. Zschau        | MBST/FT   |

## 1.7.1 Ausstattung (Stand 6/15)

### Büro- u. Laborgebäude Fraunhofer

2545 m<sup>2</sup> HNF (Büros, Labore)

### Technikum Fraunhofer

133 m<sup>2</sup> HNF (Büros)

1060 m<sup>2</sup> HNF (Versuchshalle, Labore)

### LS FT und FÜT Universität

92 m<sup>2</sup> HNF (Fertigungslabor Südstadt)

268 m<sup>2</sup> HNF (Schweißlabor Warnemünde)

### Besondere Einrichtungen

Labore für:

- Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen
- Automatisierungs- und Robotertechnik
- Fertigungsmesstechnik, Messen von Großstrukturen
- Prüftechnik, ÜZ-Stelle
- Schweißtechnik
- Mechanische Fügetechnik
- Klebtechnik
- Kältetechnik, Klimakammer
- Virtuelle Realität
- Industrie 4.0



Technikum und Bürogebäude des Fraunhofer-Anwendungszentrums, Albert-Einstein-Straße 30

## 1.7.2 Ausgewählte Großgeräte und Software (Stand 6/16)

---

### Werkzeugmaschinen

- DMG Dreh-Fräszentrum LTX beta 1250 mit Gegenspindel und 16-fach-Sternrevolver
- Deckel Maho 5-Achs-Universal-Fräsmaschine DMU 100 mono Block mit 32 Magazinplätzen
- Bridgeport 3-Achsen Bearbeitungszentrum VMC 600-22
- Böhringer Zyklendrehmaschine DUS 40 ti
- Flachsleifmaschine HFS 3063VC
- Säulenbohrmaschine Eppler UTM80 DIGI
- Fliesensäge, Bandsleifmaschine
- Zwei Hydrauliklaborpressen
- Plasmaschneideinrichtung Fa. Kjellberg mit Stromquelle Hi Focus <sup>plus</sup> 160i sowie Handplasmaschneidanlage CUTi 31
- Plasmatrenneinrichtung Kjellberg mit Inverterstromquelle Trans Plus Synergic 4000, Fa. Fronius integriert in Robotersystem KUKA KR15

### Schweiß- und Schneideinrichtungen

- Vierdraht-UP-Schweißanlage Lincoln einschl. Peripherie
- UP-Eindraht-Handschweißanlage Lincoln einschl. Peripherie
- Elektrogasschweißanlage Mini Vertomatic NC/W (ESAB)
- Elektrogasschweißanlage Hyundai SS-EGW DIGITAL-1W
- MIG/MAG Hochleistungsstromquelle Lorch (Speed Puls, Speed Arc)
- Inverterstromquelle für MAG Tandem-Schweißen (Time Twin Digital – Fronius)
- CAD (CATIA V5), CAM (EDGE CAM)
- E-Technik (EPLAN)
- CAQ (3DCS Analyst, Geometric, CENIT)
- FEM (ANSYS Mechanical, LS DYNA, MSC.MARC, RSTAB)
- MKS (MSC.ADAMS)
- Modalanalyse X-Modal III, SMART-Office-Analyser
- Perception S/W Package Advanced (Signalanalyse)
- Fertigungssimulation (Plant Simulation, Process Simulate, Robot Expert, DELMIA)
- Mobile 3D-Fabrikplanung mit visTable touch
- 3-D-Studio MAX, Poly Trans, Planungstisch IPA
- VR-Trackingsystem für Ergonomieanalyse (ICIDO)
- Bearbeitung Punktwolken (POLYWORKS)

### Software zur Berechnung, Simulation, Konstruktion, Fertigung und Signalanalyse

## 1.7.3 Messtechnik und Robotik (Stand 6/16)

---

### Messtechnik

- 3D-Koordinatenmessmaschine CRISTA-APEX C574, Mitutoyo
- Messarm (6 Achsen) CIMCORE 3000i
- Laser-Interferometer Renishaw ML 10
- Messgerät Modalanalyse VTI
- Messdatenerfassungsgerät GENESIS
- Transientenrecorder YOKOGAWA 16 Kanäle
- Thermobildkamera (FLIR-Systems)
- Infrarotkamera Vario CAM

### Messen großer Abmessungen

- 3D-Laserscanner, Z+F Imager 5010, Reichweite < 150 m
- 3D-Laserscanner Faro Focus X130, Reichweite < 100 m
- 3D-Laserscanner, MENSİ/TRIMBLE, GX, Reichweite < 200 m
- 3D-Laserscanner, MENSİ/TRIMBLE, GS 25, Reichweite < 25 m
- 3D-Laserscanner MINOLTA VL 9i
- Digitalisierungssystem Streifenlichtprojektion ATOS III, GOM
- Projektionssystem Werklicht-Pro
- Leica Lasertracker AT 901-B u. AT 960 LR sowie T-Probe und T-Mac
- Photogrammetrische Messsysteme IMETRIC 610TP und AICON 3D-Studio
- Zwei 3D-Totalstationen SOKKIA MONMOS und SOKKIA NET 1200 (GLM)

### Roboter/Manipulatoren

- Bearbeitungs- und Handhabungsroboter KUKA KR 500 mit Werkzeugen und hochflexiblem Werkstückträger
- Schweißroboter KUKA KR15 einschl. Sensorik und Peripherie (MIG/MAG Fronius) in Portalausführung (Fa. Güdel/IMG), Arbeitsraum 4.000 x 4.200 x 1.500 mm
- Schweißroboter KUKA KR5-2 arc HW
- Bosch-Montageroboter SR8 mit Bildverarbeitungssystem Kraft/Momentensensor, verschiedene Greifer und Greiferwechseinrichtungen
- Leichtbauroboter UR 10-1,8 LV mit Greifer (Frei)
- Fahrerloses Transportsystem Neobotix MPO-500
- Balancer Roosen (NL)

### Mechanische Fügeeinrichtungen/ Verschraubungswerkzeuge

- Stanzniet/Clinchanlagen TOX Nietzange Typ TZ bis 100 kN und ultraschall-unterstützte Clinchanlage bis 60 kN
- Verschraubungsgerät mit Prozessüberwachung 5000 Nm
- Drehmomentprüfstand Schatz bis 50 Nm und bis 500 Nm
- Eckold Kraftformer KF170 60 kN
- Pneumohydraulische Presse TOX 130 kN

## 1.7.4 Prüftechnik (Stand 6/16)

---

### Prüftechnik

- Servohydraulische Prüfmaschine HB 1000 Zwick/ROELL
- Dynamische Universalprüfmaschine walter+bai LFV 63kN
- Hochfrequenzpulsator ROELL HFP 5100 100 kN
- Hochfrequenzpulsator POWER SWINGMOT 100kN (Sinco Tec)
- Statische Prüfmaschine Zwick Z400E 400 kN
- Zug- und Druckprüfmaschine 50kN mit Temperaturkammer
- Drehmomentenprüfstand Schatz 500Nm
- Imagic Mikroskopsystem DM 600
- Auflicht-Stereomikroskop OLYMPUS
- Heliumlecktestgerät HLT 160/560
- Salzsprühkammern und Korrosionsklimawechseltest (450 l und 1000 l), Weiss
- Klimaschrank 350 l (-70 °C bis 180 °C, mit Feuchteregelung)
- Schnellbewitterungsgerät Q-Lab QUV/spray
- MHG-Strahlanlage SMG 25 S
- Atmosphärendruckplasmagerät Plasmatreteat OPENAIR
- Präzisionstrennschneider
- Warmbettpresse Opal 400
- Pendelschlagwerk HIT 50P
- Pendelschlagwerk PSd 450
- Härteprüfgerät 432 SVD
- Ultraschallprüfgerät Krautkramer USN 60 und USIP 40
- Metallanalyseanlage SPECTROMAXx
- Schichtdickenmessgerät Leptoskop 2042
- Kontaktwinkelmessgerät mit Kippvorrichtung, OCA 20
- Feuchtegenerator Data Physics
- Temperierbad ST/Lauda
- Sauer-Stickstoff- und Wasserstoffanalysegerät
- Dynamische Differenzkalorimeter
- Rotationsrheometer Thermo-Scientific Haakemars III
- Eigenspannungsanalysegerät Stresstech PRISM
- Dynamisch-Mechanisches Analysegerät (DMA)
- Schallpegelmessgerät XL2-Akustik Analysator
- Infrarotspektrometer Bruker ALPHA FT-IR
- Falltester INSTRON-CEAST 9340
- Weld-Analyst S3

## 1.8 Neuanschaffung von Großgeräten

---

- In 2015 konnten nur die dringlichsten Ergänzungen zu neuen bzw. laufenden Vorhaben rechtzeitig beschafft werden.
- Ein Schwerpunkt waren Geräte zur hochgenauen Führung von Robotern in großen Arbeitsräumen mit Hilfe eines batteriebetriebenen Lasertrackers und Erweiterungsinvestitionen zur direkten Bestimmung der Position und Orientierung (6DoF). Dieser Bereich soll in der Zukunft verstärkt auch mit den Aktivitäten der automatisierten Roboterprogrammierung durch Bildverarbeitung kombiniert werden.
- Im Kunststoffbereich wurde ein Infrarotspektrometer und ein Falltester zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen beschafft. Diese Investitionen runden unsere Geräte zur Prüfung von Kunststoffen weiter ab.
- Ein System zur Erfassung elektrischer Signalcharakteristika beim Schweißen war für verschiedene Projekte in diesem Bereich notwendig geworden.
- Zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens und zur Auslegung der Dynamik von Robotern und Windkraftanlagen steht nun das Simulationsprogramm MSC-ADAMS zur Verfügung.



## 1.8.1 Polymeranalytik - Infrarotspektrometer

### Technische Daten

Gerät	Bruker - ALPHA FT-IR Spektrometer
Spektralbereich	375-7.500 $\text{cm}^{-1}$
Spektrale Auflösung	besser als 2 $\text{cm}^{-1}$
Wellenzahlgenauigkeit	0,01 $\text{cm}^{-1}$
Interferometer	RockSolid, permanent justiert, Cubecorner, Goldspiegel

### Einsatzbereiche/Anwendung

Strukturaufklärung und quantitative Analyse eines Stoffgemisches durch Messung der elektromagnetischen Strahlung

Qualitätskontrolle von Rohstoffen bis zu fertigen Produkten

- Kontrolle der Identität von eingehenden Substanzen

Quantifizierung von Inhaltsstoffen

- Bestimmung von Inhaltsstoffkonzentrationen in einem Produkt

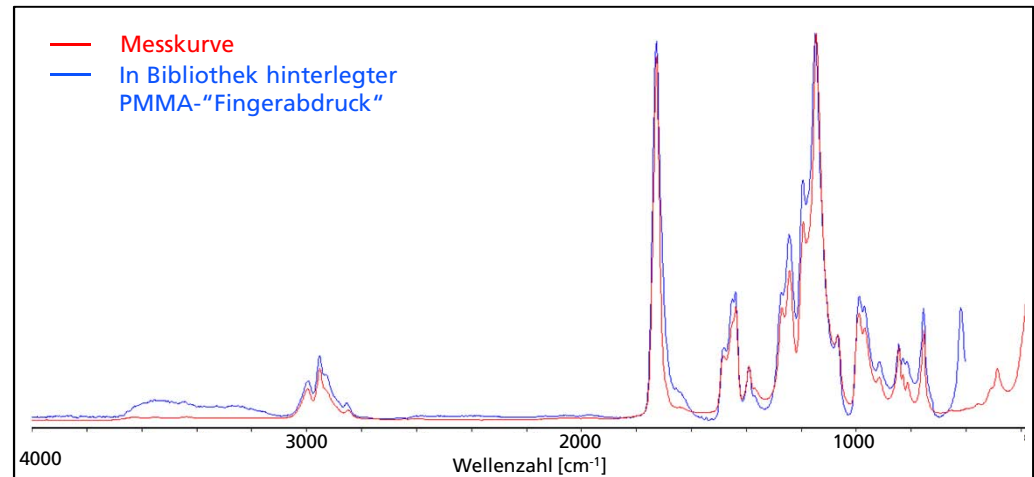
Identifizierung von unbekanntem Substanzen

- zerstörungsfreie Identifizierung unbekannter Substanzen z. B. in der Schadensanalyse



IR-Laboranalyse eines Feststoffes

Mobile Beschichtungsanalyse im Feld



Identifikation von Polymethylmethacrylat (PMMA) mittels IR-Analyse

## 1.8.2 Mechanische Untersuchungen an Kunststoffen – Falltester

### Technische Daten

Gerät	INSTRON - CEAST 9340
Messprinzip	Falltester für biaxiale Stoßversuche
Fallhöhe	30 bis 1100 mm
Energiebereich	max. 405 J
Aufschlaggeschwindigkeit	0,77 bis 4,65 m/s
Fallgewicht	max. 37,5 kg
Sonderausstattung	Instrumentierter Fallbolzen (bis 22kN) Pneumatische Anti-Rückprall-Einrichtung

### Einsatzbereiche/Anwendung

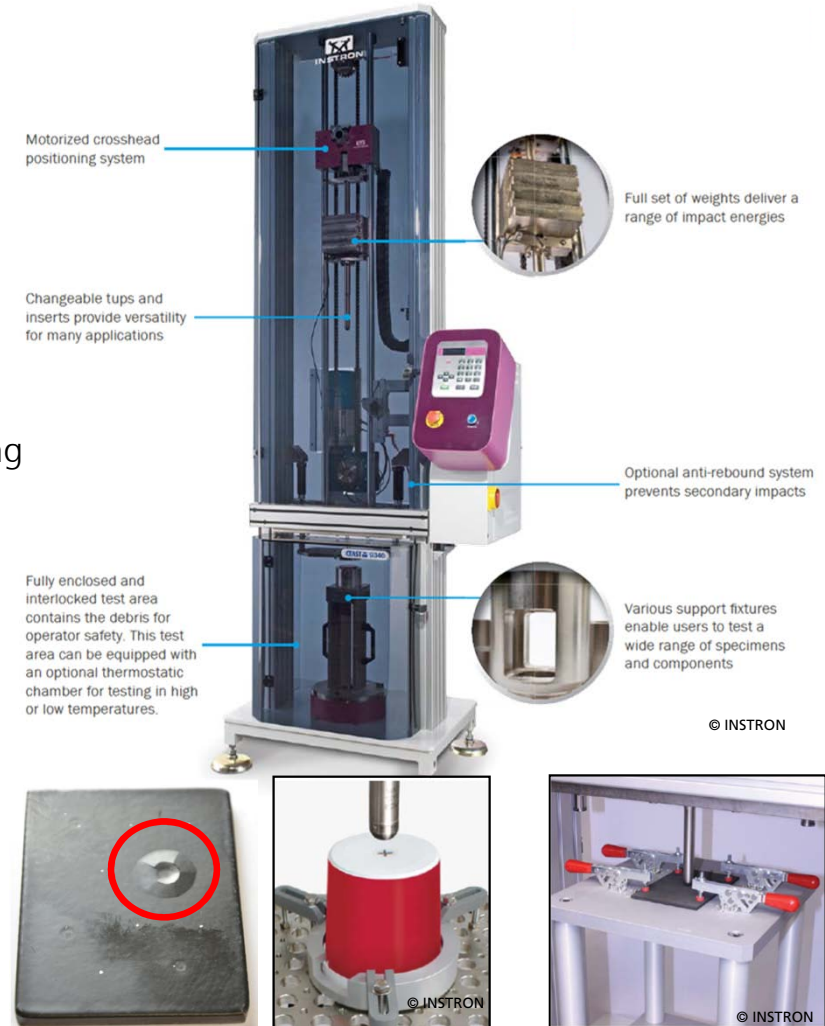
Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von polymeren Werkstoffen wie z.B. Kunststoffen, Beschichtungssystemen von Faserverbundbauteilen oder Faserverbundproben.

Untersuchung folgender Verfahren:

- Instrumentierter Schlag- und Durchstoßversuch
- Compression After Impact (CAI)

Instrumentierte Versuchsergebnisse/Kennwerte:

- Kraft
- Impact-Energie
- Deformation
- Geschwindigkeit vs. Zeit



Impact-Test an Beschichtungen und Bauteilen

Compression After Impact (CAI) Test

## 1.8.3 WeldAnalyst

### Technische Daten

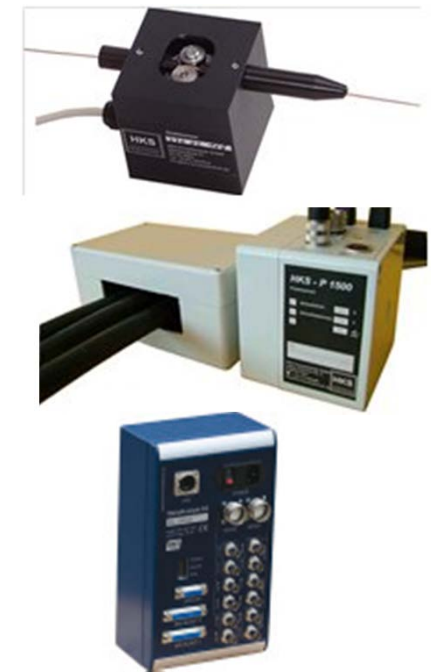
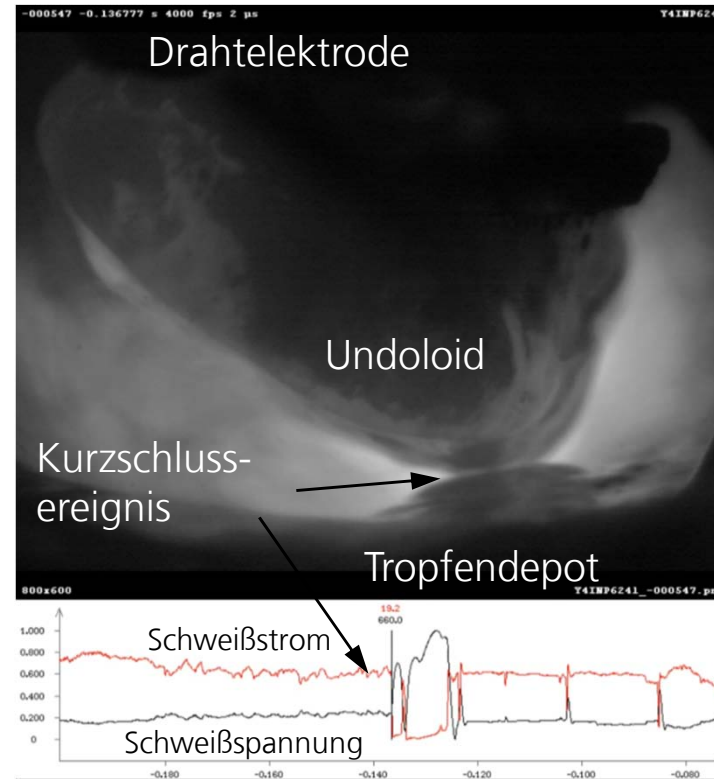
- Modulares System WeldAnalyst S3 zur Erfassung elektrischer Signalcharakteristika beim Schweißen
- Abtastrate bis zu 100.000 Hz
- 8 analoge Eingänge
- 4 Zählereingänge zur direkten Erfassung von Geschwindigkeiten
- Synchronisation elektrischer Signale/Hochgeschwindigkeitskamera

### Messtechnische Ausstattung

- Zwei Hallsonden für Messbereich 1.500 A, 100 V (HKS-P 1500-S3)
- Eine Hallsonde für Messbereich 1.000 A, 100 V (HKS-P 1000-S3)
- Inkrementalgeber für Drahtgeschwindigkeit (2 x HKS-Drahtsensor DV 25 UP 3-5 mm S3, 1 x HKS-Drahtsensor DV 25 ST MSG/TIG)

HGK-Aufnahme

Elektr. Signale



HGK-Aufnahme beim UP-Schweißen (o.l.) mit synchronisierten elektrischen Signalen (u.l.), HKS-Messequipment (r.)

### Einsatzbereiche/Anwendung

- Verknüpfung HGK Beobachtung/elektr. Prozessverhalten von Lichtbogenschweißprozessen
- Korrelation von transienten elektrischen Signalcharakteristika und Schweißnahtunregelmäßigkeiten

## 1.8.4 Lasertracker zur taktilen Messung von Großstrukturen

### Technische Daten

#### Leica AT 960 LR

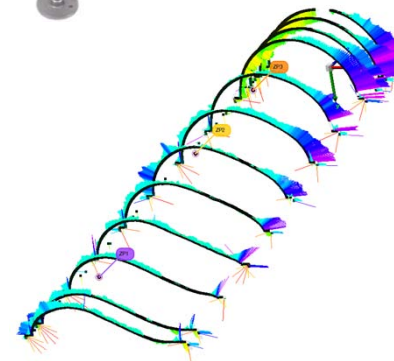
Messvolumen	160 m 360° horizontal ± 145° vertikal
Messgeschwindigkeit	3000 Pkt./s
Messgenauigkeit	Distanzgenauigkeit (AIFM) ± 0,5 µm/m Winkelmessung ± 15 µm + 6 µm/m Dynamische Zielerfassung ± 10 µm



Roboterkalibrierung & -steuerung

### Einsatzbereiche/Anwendung

- Taktile Messung von Großstrukturen mit höchster Genauigkeit, z.B.:
  - Urmodell, Rotorblatt und -form
  - Ausrichtung und Prüfung maschinenbaulicher Elemente
  - Bestimmung von Form- und Lageabweichungen
- Robotersteuerung und -kalibrierung
- Dynamische Messungen mit hoher Abtastrate



Prüfung Rotorblatturmodell

## 1.8.5 Lasertrackererweiterungen T-Probe und T-Mac

### Leica T-Probe

#### Technische Daten

Messvolumen	30 m 360° horizontal ± 45° vertikal
Messgeschwindigkeit	1000 Pkt./s
Messgenauigkeit	$U_{3D} = 100 \mu\text{m}$ unter 7 m



T-Probe

#### Einsatzbereiche/Anwendung

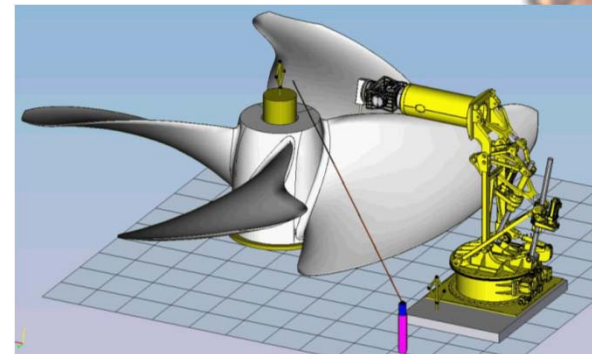
In Kombination mit dem Leica AT 960 LR kann das Anwendungsgebiet des Lasertrackers erweitert werden:

- Zusätzliche Bestimmung der Orientierung – Messung aller 6 Freiheitsgrade
- Taktile Messung von verdeckten Punkten an komplexen Großstrukturen
- 6D-Tracking zur Robotersteuerung bei der automatisierten Bearbeitung von Großbauteilen

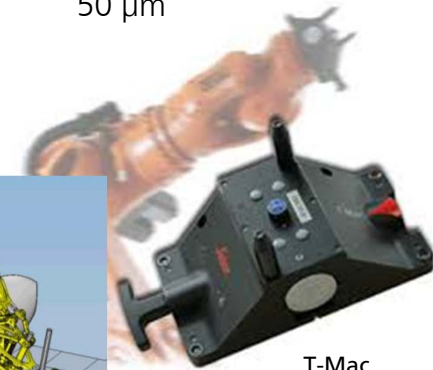
### Leica T-Mac

#### Technische Daten

Messvolumen	30 m 360° horizontal ± 45° vertikal
Messgeschwindigkeit	1000 Pkt./s
Positionsgenauigkeit	$\pm 15 \mu\text{m} + 6 \mu\text{m/m}$
Positionsgenauigkeit für eine typische Roboterbohranwendungen	50 $\mu\text{m}$



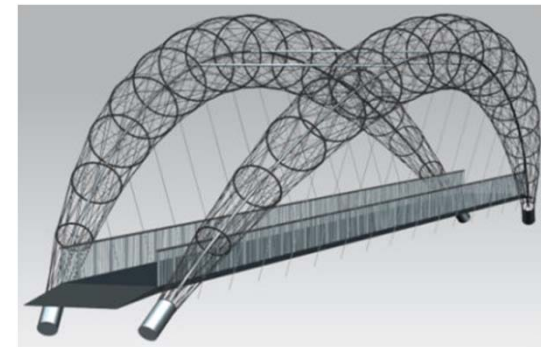
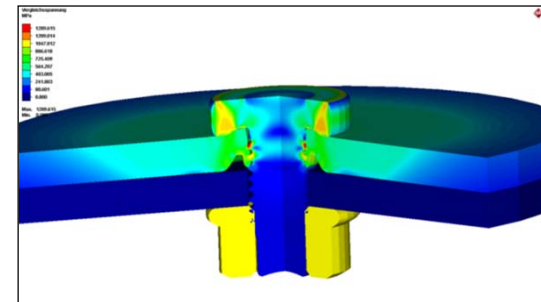
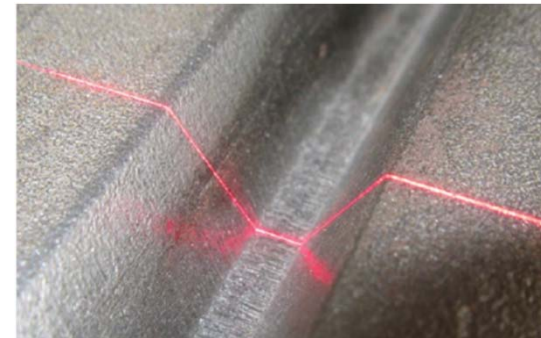
Robotersteuerung



T-Mac

## 2 Arbeitsbereich: Fertigungstechnik

- Die Schweißtechnik beschäftigt sich unter anderem mit der Entwicklung von Schweiß- und Schneidverfahren sowie Anlagen im Dickblechbereich.
- Schwerpunkte der Entwicklungsarbeiten in der mechanischen Fügechnik sind die Qualifizierung von Verfahren, Verbinder, neue Setzgeräte und Automatisierungslösungen sowie Beratungsleistungen. In diesem Bereich ist auch die Prüftechnik sowie die ÜZ-Stelle zentralisiert angesiedelt. Das Dienstleistungsangebot umfasst neben Beratungsdienstleistungen auch experimentelle Untersuchungen.
- Die Kleb-, Faserverbund- und Oberflächentechnik entwickelt neue Fertigungs- und Fügeverfahren für moderne Leicht- und Mischbauweisen, vorzugsweise Großstrukturen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der Wirksamkeit und der Alterung von Beschichtungen bei maritimen Umweltbedingungen.



## 2.1 Steigerung der Prozesssicherheit bei UP-Verfahrensvarianten mittels optischer Analysen des Lichtbogens und des Werkstoffübergangs im Kavernenraum – ProUP

'15 - '16

### Problem

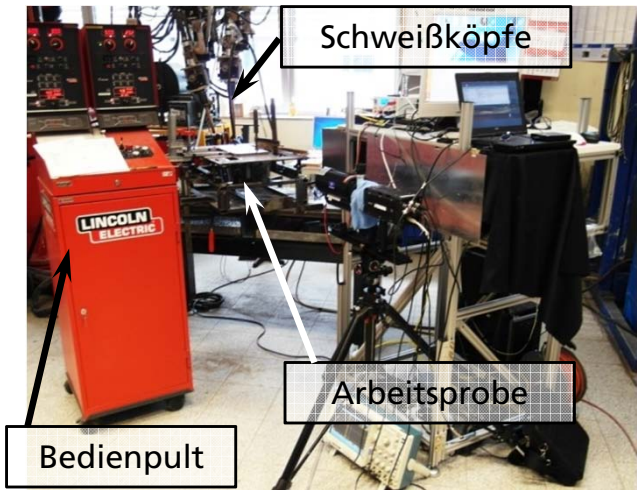
- Prozessverständnis von UP-Schweißen als umfangreich genutztes Hochleistungsschweißverfahren im schweren Stahlbau aufgrund optischer Unzugänglichkeit ist defizitär; betrifft insbesondere:
  - Korrelation elektrischer Signalcharakteristika mit Prozessereignissen
  - Chemisch-physikalische Wechselwirkungen im zeitvarianten Verlauf zwischen Tropfen – Schlacke-Lichtbogensäule; z.B. Zu- und Abbrände wichtiger Legierungselemente
  - Mehrdrahtvarianten mit invertergesteuerten Strom-/Spannungsmodulationen

### Lösung

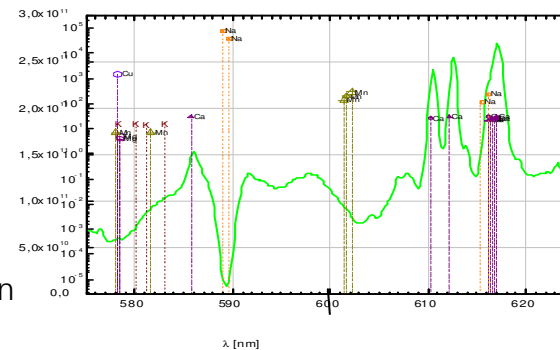
- Entwicklung einer Methodik zur Echtzeit-Lichtbogendiagnostik beim UP-Schweißen mit kinematografischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen und synchronisierten spektroskopischen Messungen durch ein neuartiges Konzept zum Anstechen der Kaverne
- Korrelation der Prozessereignisse mit elektrischen Signalen und Schweißergebnis (mech.-techn. Eigenschaften; chemische Zusammensetzung) in Abhängigkeit der Schweißparameter

### Nutzen

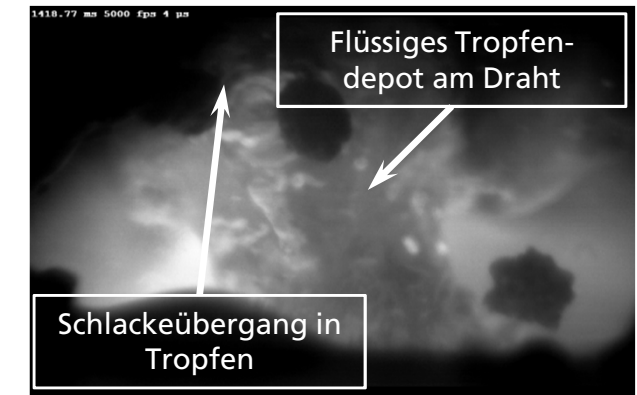
- Steigerung der Prozesssicherheit durch erweitertes Prozessverständnis
- Grundlagen für Qualitätssicherungskonzepte durch Korrelation elektrischer Signale mit Schweißergebnissen
- Einhaltung der notwendigen chemischen Zusammensetzung bzw. Reduktion von Overmatching



Versuchsaufbau mit Hochgeschwindigkeitskamera im Vordergrund



Übersichtsspektrum aus UP-Kaverne mit Intensitäten vorhandener Elemente



Blick in die UP-Kaverne mit 5000 fps kurz vor Kurzschlussereignis

## 2.2 Entwicklung einer WIG-Twin-Verfahrenstechnologie zur Produktivitätserhöhung beim Schweißen von Aluminiumstrukturen

'14 - '16

### Problem

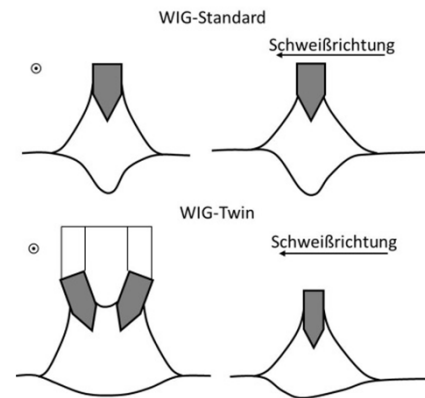
- Abschmelzleistungen beim WIG-Verfahren sind abhängig von der Energie des Lichtbogens (Stromstärke)
- Hohe Stromstärken führen zu hohen Lichtbogendrücken und damit zu starken Turbulenzen und ungleichmäßigen Einbrandprofilen
- Infolgedessen steigt die Gefahr für Einbrandkerben und Naht- bzw. Wurzeldurchfälle

### Lösung

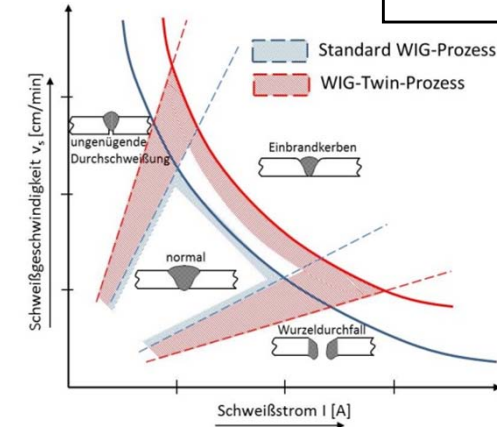
- Bessere Verteilung des Lichtbogendrucks durch zwei Elektroden
- Optimierung der Medienführung und Lichtbogenmodulation
- Realisierung verschiedener Gleich- und Wechselstromkennlinien für optimale Lichtbogenbeeinflussung

### Nutzen

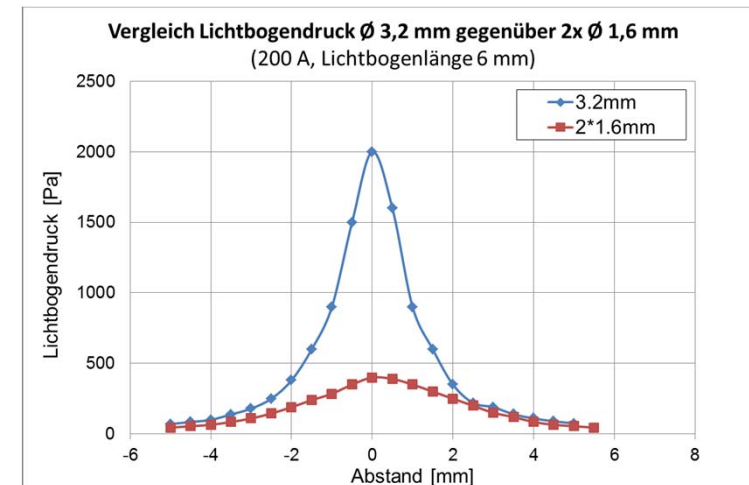
- Bessere Flanken-/Wurzelerfassung, Spaltüberbrückbarkeit und Energieeinkopplung bei Aluminiumverbindungen
- Verbesserung der mechanisch-technischen Gütewerte um bis zu 20 %
- Geringere thermische Belastung, höhere Produktivität und ein geringerer Verschleiß



Einbrandprofile von WIG-Standard und WIG-Twin-Verfahren (schematisch)



Erweiterung des Prozessfensters



Messung des Lichtbogendrucks mit Einzel- und Twin-Elektrode bei gleicher Stromstärke



## 2.3 Experimentelle Untersuchungen an Schweißverbindungen für Onshore-Windenergieanlagen großer Nabhöhe

'15 - '16

### Problem

- Moderne Steuerungskonzepte zum Betrieb von Windenergieanlagen gepaart mit großen Nabhöhen ( $> 140$  m) stellen hohe Anforderungen an die Lebensdauer der Schweißverbindungen
- Eine Steigerung der Ermüdungsfestigkeit der Schweißverbindungen ist in diesem Zusammenhang wünschenswert
- Insbesondere geschweißte Verbindungen stellen Schwachstellen dar

### Lösung

- Experimentelle Untersuchungen zur statischen Beanspruchbarkeit und Schwingfestigkeit realer Schweißdetails und Bewertung
- Ableitung EN 1993 (Eurocode 3)-konformer Bemessungsregeln
- Steigerung der Ermüdungsfestigkeit durch verfahrenstechnische, metallurgische und konstruktive Maßnahmen

### Nutzen

- Gewährleistung der Betriebstauglichkeit von Onshore-Windenergieanlagen großer Nabhöhe in konventioneller Stahlrohrturmbauweise
- Einsparung an Turmgewicht durch Reduzierung der Wandstärken



Makroschliff von Schweißnaht



N117/2400 Gamma  
(2,4 MW, Fa. Nordex)

## 2.4 Werkstoff- und verfahrenstechnische Optimierung kavitationserosionsbeständiger Beschichtungen an Schiffsrudern mittels Kaltgasspritzen – WOBEKA

'15 - '17

### Problem

- Erosionserscheinungen im Ruder- und Achterschiffsbereich schnell fahrender Schiffe
- Gegenmaßnahmen wie Polymerbeschichtungen, Auftragsschweißungen oder Opferanoden zu zeitintensiv/eingeschränkt
- Dockung und Reparatur nach 5 bis 7 Jahren notwendig: hohe Kosten
- Kaltgasspritzen vielversprechend (s. Projekt BESOMA), aber Optimierungen hinsichtlich Schichtadhäsion und Eigenspannungszustand nötig

### Lösung

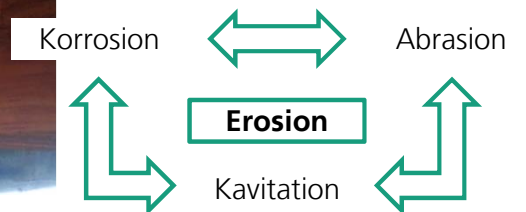
- Auswahl von Materialien mit hoher Härte und Dauerfestigkeit wie Schiffspropellerbronzen  $\text{CuAl9Ni5Fe4Mn}$  /  $\text{CuMn13Al8Fe3Ni2}$
- Schwerpunktmäßige Untersuchung nachträglich wärmebehandelter Schichten, deren Eigenschaften sowie des Eigenspannungszustands
- Vergleich mit anderen Beschichtungsverfahren z.B. Lichtbogenspritzen

### Nutzen

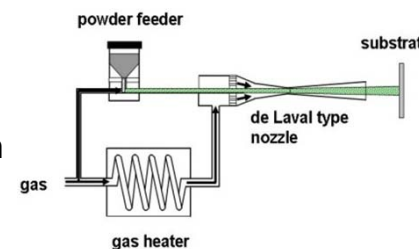
- Verringerung der auftretenden Erosionsschäden: Erhöhung der Einsatzzeiten und Reduzierung der Kosten
- Anstreben von Zulassungen mit Klassifikationsgesellschaften: Einsatz der thermischen Spritztechnik in der maritimen Industrie



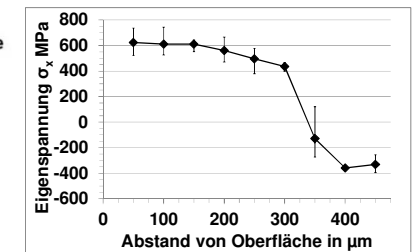
Container-Schiff:  
 → seit 2007 in Betrieb  
 → Länge ~ 210 m,  
 → Breite ~ 28 m,  
 → Geschwindigkeiten bis ~ 18 kn



Erosive Schädigungen im Ruderbereich schnell fahrender Schiffe



Schemaskizze des Kaltgasspritzens. Das vorgeheizte und unter hohem Druck stehende Prozessgas gewährleistet über die Expansion in einer Laval-Düse die notwendige Partikelbeschleunigung zur Schichtbildung.



Eigenspannungstiefenprofil einer lichtbogengespritzten Schicht (Schichtdicke ca.  $385 \mu\text{m}$ ). Bestimmt mittels Stresstech PRISM (modifiziertes Bohrlochverfahren unter Nutzung der Speckle-Muster-Interferometrie).

## 2.5 Technische Durchführbarkeitsstudie: Skalierbare Hochvoltheizer (HVH) für die Automobilindustrie

'16

### Problem

- Heterogene Anforderungen der Automobilhersteller an Heizsysteme für Elektro- und Hybridfahrzeuge
- Für flächendeckenden Einsatz notwendig:
  - Skalierbarkeit auf Kundenanforderung
  - Kostengünstige Produktion
  - Qualitätsnachweis



Variantenvielfalt des Marktes erfordert skalierbare HVH-Technologie



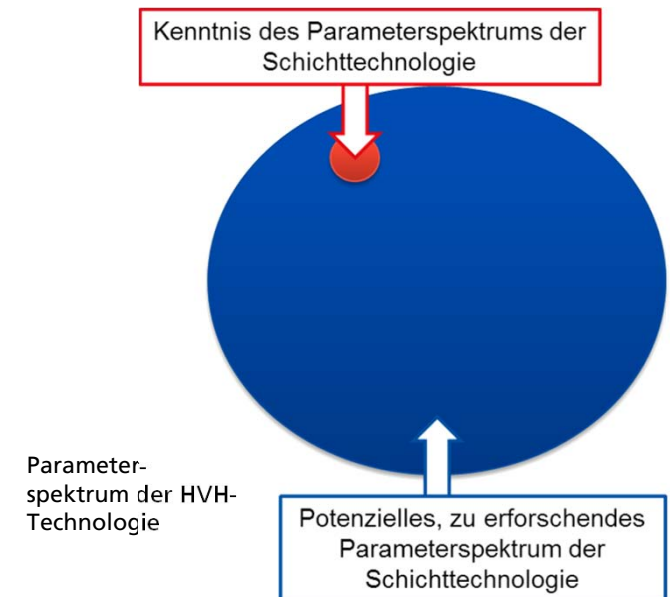
Variantenvielfalt des Automobilmarktes in Bezug auf HVH-Technologie.

### Lösung

- Unterstützung bei der Schichtcharakterisierung für verschiedene Produktvariationen der HVH-Schichttechnologie mittels konventioneller und neuartiger Prüfmethodik
- Konzeptentwicklung zu Qualitätssicherungszwecken sowie Mitarbeit bei der Integration in den komplexen Produktionsprozess

### Nutzen

- Flexible Gestaltung der HVH-Systeme für verschiedene Anforderungen möglich
- Verringerung der Produktionskosten und -zeiten
- Beitrag zur Energiewende durch Verbesserung innovativer, umweltschonender Produkte und deren Qualitätssicherung



## 2.6 Schweißtechnische Fertigung von Strukturen für Offshore-Windparks – OWS-MV

'15 - '18

### Problem

- Vollmechanisiertes Mehrlagen-MSG-Schweißen dickwandiger Strukturen erfordert manuelle Nachregelung des Schweißbrenners
- Für UP-Schweißen als zentralen Fertigungsprozess dickwandiger Strukturen besteht kein Echtzeit-Prozessüberwachungs- und Fehlererkennungssystem sowie keine umfassende Fertigungsdokumentation
- Resultierende Schweißnahtunregelmäßigkeiten werden erst nach der Fertigstellung bei der Prüfung erfasst und verursachen zeit- und kostenintensive Reparaturmaßnahmen
- Verzögerungen des Produktionstaktes und der Durchlaufzeiten



Offshore  
Wind  
Solutions  
Mecklenburg  
Vorpommern



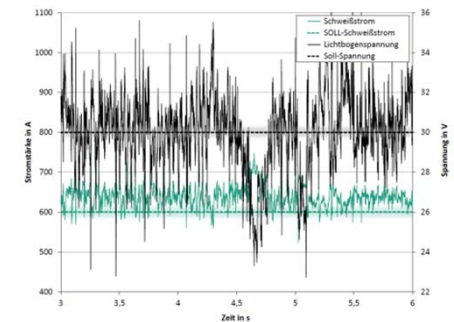
Erfassung der Schweißfugengeometrie mittels Laserlinienschnitttechnologie zur Nahtverfolgung beim Mehrlagen-MSG-Schweißen

### Lösung

- Sensorgestützte Nahtverfolgung durch Laserlinienschnitttechnologie zum teilautomatisierten MSG-Schweißen dickwandiger Offshorestrukturen
- Hochfrequente Online-Schweißparameteranalyse beim UP-Schweißen zur Überwachung des Lichtbogenverhaltens und Erfassung von Prozessingularitäten
- Untersuchung der Korrelation zwischen transienten Strom-/ Spannungssignalcharakteristika und resultierender Schweißnahtunregelmäßigkeiten

### Nutzen

- Nahtverfolgung bei mehrlagigen MSG-Schweißprozessen ermöglicht die komplexen Baseframestrukturen von Offshore-Plattformen automatisiert zu fertigen und somit die Fertigungszeit deutlich zu reduzieren
- Reduzierung des Aufwandes für Reparaturmaßnahmen beim UP-Schweißen dickwandiger Bauteile
- Durchgängiges Qualitätssicherungs- und Dokumentationssystem für den UP-Schweißprozess



Hochfrequente Erfassung und Auswertung primärer UP-Schweißprozessdaten zur Fehlerdetektion



**Schweißnaht**  
**i.O. / n.i.O. ?**

## 2.7 Mehrdraht-UP-Schweißen mit Kaltdrahtzufuhr – MUKz

'15 - '17

### Problem

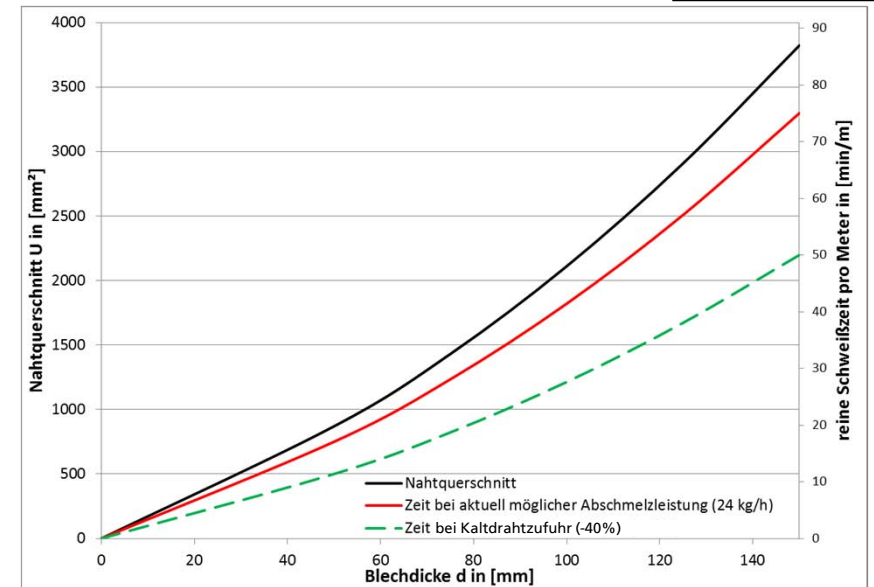
- Längsnahtfertigung bei Offshore Gründungsstrukturen sehr zeitintensiv
- Einer Produktivitätssteigerung durch Abschmelzleistungserhöhung sind durch Vorgaben von maximalen Streckenenergien (35 kJ/cm) enge Grenzen gesetzt
- Hohe thermische Belastung der Grundwerkstoffe und des Schweißgutes (Schmelzenstandzeit) führen zu einer Verringerung der mechanisch-technologischen Gütwerte

### Lösung

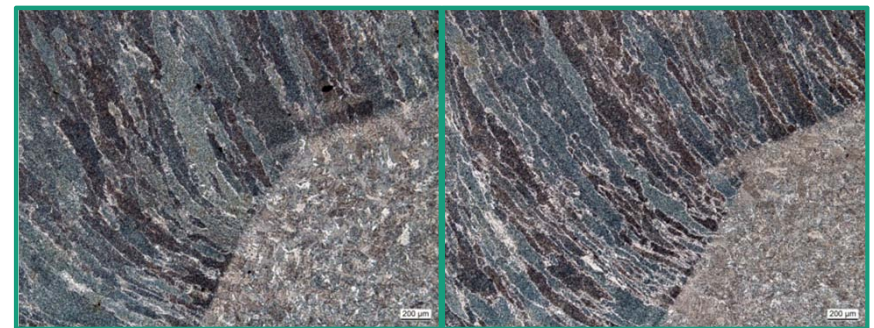
- Entwicklung einer Prozesstechnologie für das Mehrdraht-Unterpulverschweißen mit Kaltdrahtzufuhr
- Entwicklung einer gezielt einstellbaren Gefügeausbildung mittels Kaltdrahtzufuhr für das Mehrdraht-Unterpulverschweißen

### Nutzen

- Erhöhung der Abschmelzleistung um bis zu 40 % bei gleichzeitiger Reduzierung der Streckenenergie
- Verbesserung der mechanisch-technologischen Eigenschaften durch Kornfeinung in Schweißgut und Wärmeeinflusszone



Nahtquerschnitt und reine Schweißzeit in Abhängigkeit der Blechedicke



Referenzschweißung (t=15 mm)

Kaltdrahtzufuhr (Kornfeinung)

## 2.8 Numerische und experimentelle Untersuchung von Setzprozessunregelmäßigkeiten bei Schließringbolzensystemen (SRB)

'13 - '15

### Problem

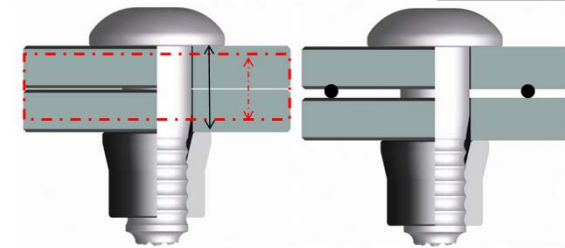
- Die Anzahl an Einflussfaktoren auf den SRB-Setzprozess ist sehr groß, da chargenabhängige Werkstoff- und Geometrieigenschaften, Fügefehler oder auch Montagefehler den Setzprozess beeinträchtigen.
- Bisherige Untersuchungen haben Fehlereinflüsse bei der Simulation des SRB-Setzprozesses nicht berücksichtigt.
- Die Auswirkungen eines Setzprozessfehlers auf die Tragverhaltenseigenschaften der Verbindung sind bisher unbekannt.

### Lösung

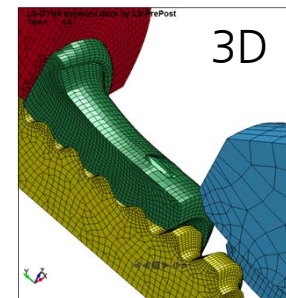
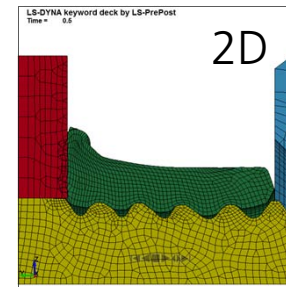
- Gezielte Untersuchung der Auswirkungen eines Setzprozessfehlers mit Hilfe numerischer und experimenteller Verfahren
- Ableitung der Setzprozesskurven und Vergleich mit Referenzkurven
- Kategorisierung der Setzprozessfehler abhängig von ihrem Einfluss
- Sensitivitätsanalyse mit variablen Simulationsmodellen

### Nutzen

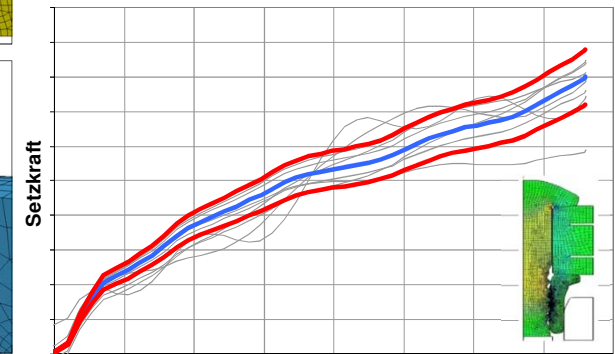
- Reduzierung des experimentellen Aufwands zur Definition der Setzprozessreferenzkurven
- Ermittlung der Prozessparameter mit dem größten Einfluss auf die Verbindungsqualität
- Erweiterte Prozessüberwachung durch Ermittlung der Fehlerursache



Fehlerhafte SRB-Verbindungen



Simulationsmodelle



Numerisch ermittelte Hüllkurve

## 2.9 Vorgespannte Hybridverbindungen mit Schließring- und Blindnietbolzen

'13 - '15

### Problem

- Verformungsarme Scherverbindungen im Stahl- und Schienenfahrzeugbau sollten nach den einschlägigen Richtlinien als gleitfest vorgespannte Verbindungen bemessen werden.
- Als Bemessungsgrundlage dienen die Vorspannkraft und die Haftreibungszahl  $\mu$  in den Kontaktflächen.
- Reibbeiwerterhöhende Maßnahmen zur Erzielung von Haftreibungszahlen  $\mu \geq 0,5$  in den Kontaktflächen sind entweder sehr aufwändig oder bieten keinen ausreichenden Korrosionsschutz.

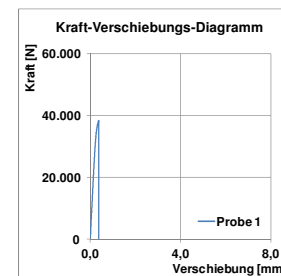
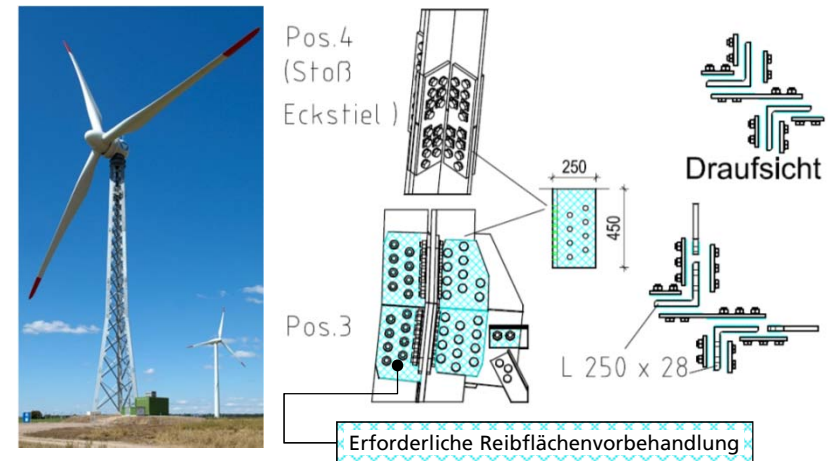
### Lösung

- Eine „vorgespannte Hybridverbindung“ als Verfahrenskombination von planmäßig vorspannbaren Schließringbolzen (SRB) bzw. Blindnietbolzen (BB) und dem Kleben soll zur Steigerung der Gebrauchslasten bei ausreichendem Korrosionsschutz beitragen.

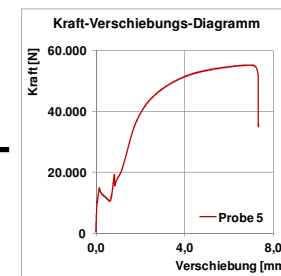
### Nutzen

- Branchenübergreifender Fortschritt in der Fügetechnologie mit der Steigerung der Klebfestigkeit bzw. der gezielten Reibbeiwerterhöhung in Scherverbindungen durch die Verfahrenskombination von Schließringbolzen (Blindnietbolzen) und Kleben
- Entwicklung einer unternehmensübergreifenden Auslegungs- und Handhabungsrichtlinie für „vorgespannte Hybridverbindungen“ für die Branchen des „Grobblechbereiches“ Stahl-, Windenergie- und Schienenfahrzeugbau

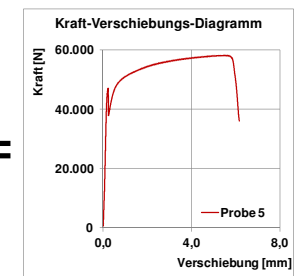
WEA-Gitterturm [Quelle: www.butzkies.de]



Klebung elementar



SRB elementar



SRB + Klebung

+

=

## 2.10 Beanspruchungsgrenzen für Funktionselement-Verschraubungen

'13 - '15

### Problem

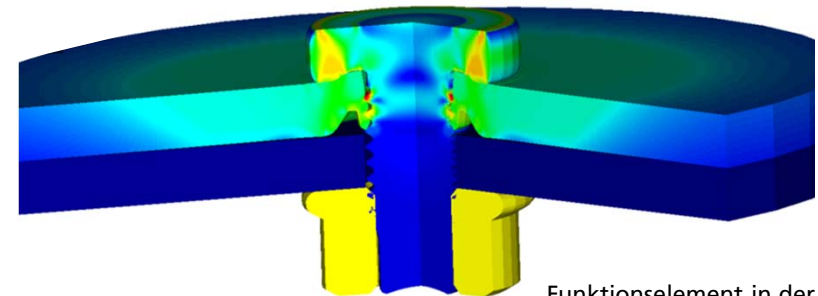
- Funktionselemente sind eingebrachte Gewindeträger, die mechanisch durch Stanzen, Nieten oder Pressen ins Blech eingebracht werden.
- Der Befestigungsabschnitt beeinflusst den Verschraubungszustand und ist geometrisch schwer zu beschreiben.
- Kleine Auflageflächen führen zu lokalen Spannungsspitzen und erhöhter Flächenpressung.

### Lösung

- Erfassung des Befestigungsabschnittes durch Bilderkennung und Übertragung in ein CAD-Modell
- Übertragbarkeit der Berechnung für Funktionselement-Verschraubungen im Sinne der VDI 2230
- Identifikation lokaler Spannungsüberhöhungen im Bereich des Befestigungsabschnittes mittels numerischer Simulation

### Nutzen

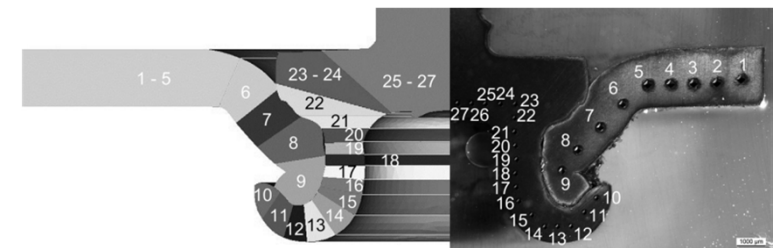
- Beitrag zur DVS/EFB-Merkblatтарbeit zur sicheren Bemessung von Funktionselement-Verschraubungen
- Aussagen zum Einfluss des Befestigungsabschnittes auf die Vorspannkraft bei zyklisch und schwingend belasteten Funktionselement-Verschraubungen und kleinen Klemmlängen



Funktionselement in der FE-Simulation



Funktionselement nach Durchzugversuch



Segmentierung des Befestigungsabschnittes



## 2.11 Fügeverbindungen mit Schließringbolzen (SRB) unter atmosphärischen Belastungen

'14 - '17

### Problem

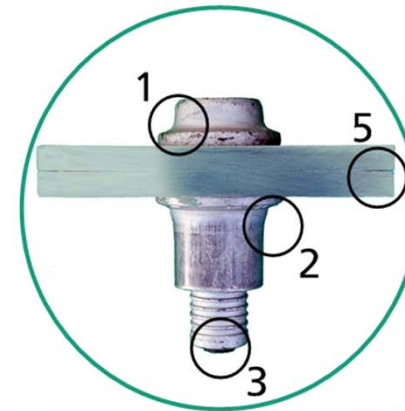
- Bei SRB handelt es sich um umformtechnisches Fügen durch Kaltumformung des Schließrings.
- Dies erfordert aus tribologischen Gründen andere Oberflächenschutzsysteme als bei Schrauben (Feuerverzinkung nicht möglich).
- Richtlinien/Merkblätter für eine korrosionsgerechte Ausführung von SRB-Verbindungen sind nicht verfügbar.
- Die Einflüsse hoher Flächenpressungen während des Umformprozesses auf den Korrosionsschutz sind unklar.
- Bisher existieren keine systematischen Untersuchungen zum Korrosionssystem SRB.

### Lösung

- Erfassung der relevanten Korrosionsarten und Identifikation von Korrosionsmechanismen an SRB-Verbindungen
- Vergleich der Korrosivitäten zwischen Freibewitterung und Laborversuch

### Nutzen

- Kenntnis über die Korrosionsmechanismen und -geschwindigkeit am SRB-System in der Freibewitterung und im Feldversuch
- Aussagen zur Korrosivität an verschiedenen geografischen Expositionsorten



Korrosionssystem Schließringbolzen mit korrosionsgefährdeten Bereichen (links)



Gittermast mit Schließringbolzen (oben)

Freibewitterungsversuch (links)

## 2.12 Vergleich und Analyse verschiedener Setzverfahren zur Herstellung qualitätsgerechter Blindnietmutterverbindungen (BNM)

'15 - '17

### Problem

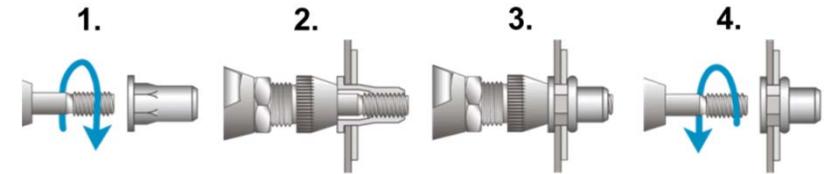
- Die Anzahl an Einflussfaktoren auf den BNM-Setzprozess ist sehr groß, da dieser von manuellen Einstellungen an den Verarbeitungsgeräten, der Geometrie der BNM sowie den Eigenschaften der Fügeteile abhängig ist.
- Bisherige Untersuchungen haben die Setzprozesskurve als Qualitätsmerkmal einer BNM-Verbindung außer Acht gelassen.
- Aufgrund der hohen Prozesskräfte während des Umformvorgangs kann es zu undefinierten Schädigungen beim Einsatz von BNM in FVK kommen.

### Lösung

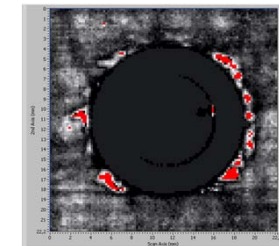
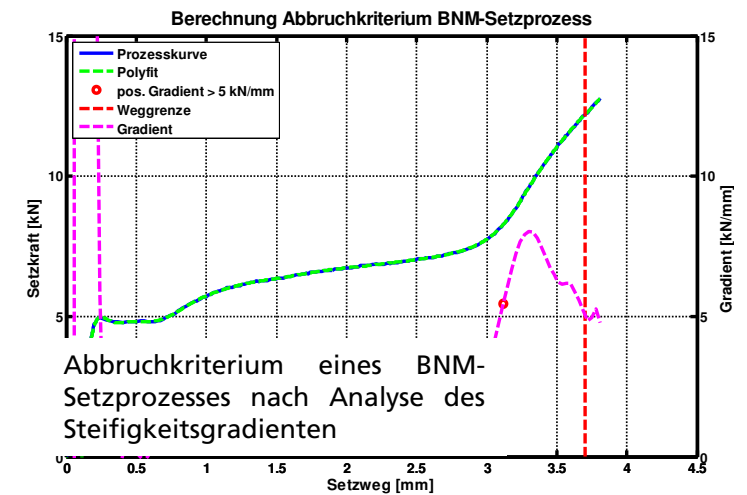
- Gezielte Analyse der Installationsverfahren unter Berücksichtigung von variierenden Prozessparametern
- Ableitung der optimalen Prozessparameter aus Tragverhaltenseigenschaften
- Prozesskurvenauswertung durch mathematische Berechnungsalgorithmen (Steifigkeitsanalyse)
- Analyse des Schädigungsverhaltens in FVK mittels zerstörungsfreien Prüfverfahren (Wirbelstromanalyse)

### Nutzen

- Optimale Verarbeitungsprozessparameter mit Korrelation zum Tragverhalten
- Algorithmus zur steifigkeitsüberwachten Installation von BNM
- Prüfkonzept für die zerstörungsfreie Untersuchung von FVK mittels Wirbelstromverfahren



Verarbeitungsprozess [Böllhoff]: 1. Aufspindeln BNM, 2. Positionierung, 3. Setzprozess, 4. Abspindeln BNM



Ultraschallreferenzmessung einer BNM in FVK (Laminatschädigung in rot dargestellt)

## 2.13 Kleine Klemmlängenverhältnisse

### Problem

- Zunehmend kleinere Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnisse an reibschlüssig ausgeführten mechanisch gefügten Verbindungen
- Unsicherheit über die Klemmkraft bei Verwendung vorspannbarer Verbindungselemente bei kleinen Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnissen
- Bemessung der Verbindungen bei kleinen Klemmlängen-Durchmesser-Verhältnissen derzeit nicht möglich

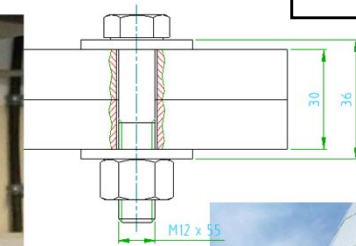
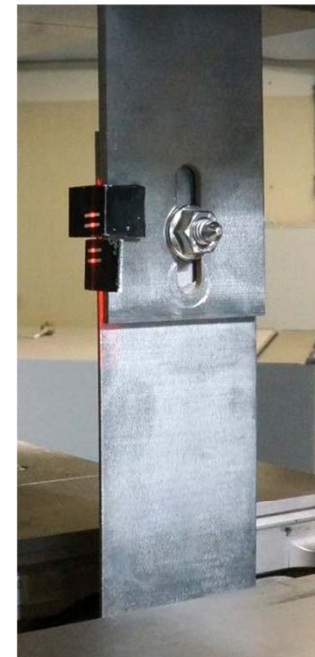
### Lösung

- Entwicklung und Erweiterung der Prüfkriterien für Gleitlastversuche
- Experimentelle Untersuchungen der Auswirkung verschiedener Parameter (Temperatur, Schnittigkeit, Lochgeometrie) auf die individuelle Gleitlast
- Messung der Vorspannkkräfte zur Beschreibung von Setz- und Kriecheffekten

### Nutzen

- Einsatz von montagegerechten Verbindungen bei kleinen  $\frac{l_K}{d}$ -Verhältnissen
- Beurteilung der Eignung verschiedener vorspannbarer Verbindungselemente
- Erzielbare Tragfähigkeiten reibschlüssiger Verbindungen sicher prognostizierbar

'15 - '16



Prüfkörper



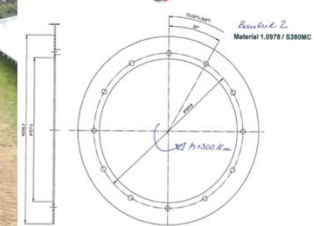
Shell Tower



Kupplung



Solarmodul



## 2.14 Einsatz von wartungsfreien Gittertürmen für Windenergieanlagen (WEA)

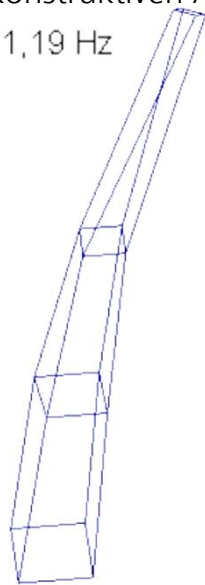
'13 - '15



### Problem

- Hoher Wartungsaufwand der Schraubverbindungen bei Gittermasttürmen von Windenergieanlagen (WEA) großer Nabenhöhen
- Keine gezielte Auslegung der Fügeverbindungen hinsichtlich eines optimalen dynamischen Verhaltens
- Hoher Materialeinsatz durch fehlende Berücksichtigung der Fügestelleneigenschaften innerhalb der konstruktiven Auslegung

$f = 1,19 \text{ Hz}$



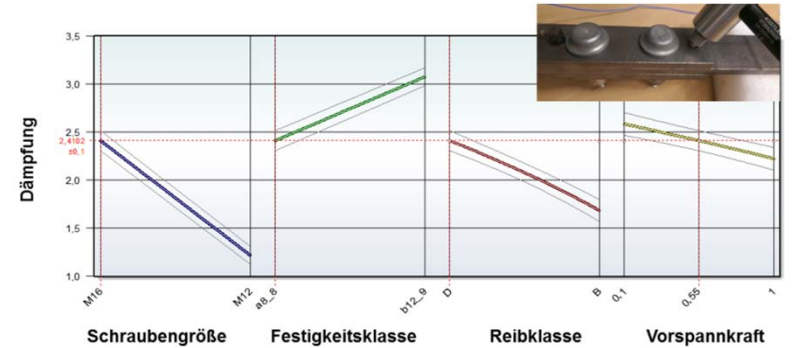
Experimentelle Modalanalyse

### Lösung

- Verwendung von SRB-Systemen als wartungsfreie Fügeelemente
- Charakterisierung der Fügestelleneigenschaften in Verbindung mit einer gesamtdynamischen Lastsimulation
- Einbindung einer messtechnischen Überwachung durch optische und mechanische Messverfahren zur Verifikation der gesamtdynamischen Lastsimulation

### Nutzen

- Effiziente Auslegung und Konstruktion
- Vereinfachte Montage und Errichtung
- Optimierter Betrieb durch definiertes gesamtdynamisches Verhalten



Einflussfaktoren der Dämpfung bei experimentell untersuchten SRB-Verbindungen



Experimentelle Belastungsanalyse

## 2.15 Steigerung der Tragfähigkeit in exzentrisch beanspruchten Verbindungen durch den Einsatz von Schließringbolzensystemen

'15 - '17

### Problem

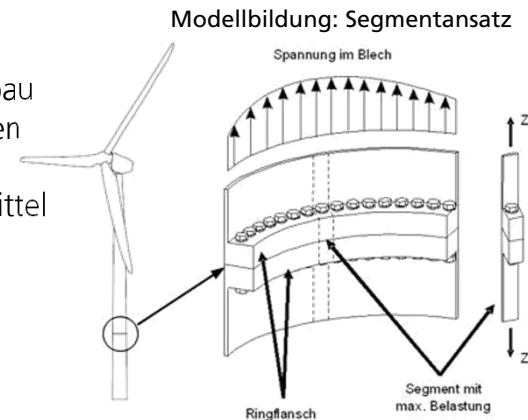
- Exzentrische Beanspruchung von Verbindungen im Stahl- und Maschinenbau führt zu einer kombinierten Biege- und Längszugbelastung der eingesetzten Verbindungsmittel (z.B. Schraubenverbindungen am Stahlrohrturm)
- Zusätzliche Biegung verringert die Ermüdungsfestigkeit der Verbindungsmittel
- Schließringbolzensystem als alternatives Verbindungsmittel:
  - Fehlende Kenntnisse über Tragverhalten (Schließringbolzenkraftfunktion) und Bemessung bei exzentrischer Beanspruchung

### Lösung

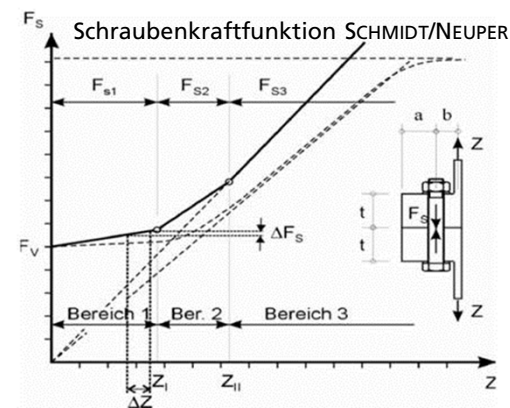
- Charakterisierung des Einflusses der Exzentrizität auf SRB-Verbindungen:
  - Formulierung der Schließringbolzenkraftfunktion
  - Ermittlung der Schwingfestigkeit (Kerbfall) von SRB-Verbindungen bei exzentrischer Beanspruchung
  - Vergleich mit Schraubenverbindungen
  - Segmentansatz für SRB-Verbindungen

### Nutzen

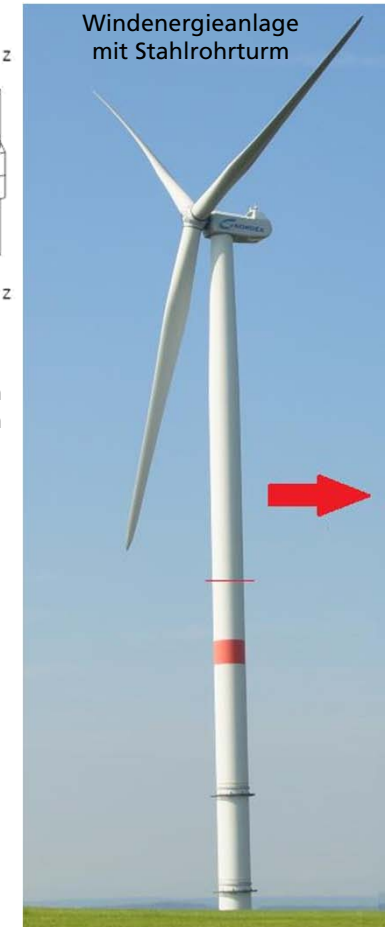
- Steigerung der Tragfähigkeit verbunden mit Kosteneinsparung durch:
  - Verringerung der erforderlichen Nenndurchmesser
  - Reduzierung der Flanschabmessungen
  - Einsparung bei Fertigung und Montage
  - Keine Kosten für Wartung und Unterhaltung
- Erweiterung DIN EN 1993 und EFB/DVS Merkblatt 3435-2



Quelle: Seidel – Auslegung von Flanschverbindungen



Quelle: DIBt – Richtlinie für Windenergieanlagen (WEA)



Quelle: www.common.media.de

## 2.17 Erhöhung der Fügepunktsteifigkeit durch Z-Pins beim mechanischen Fügen von FVK-Metall-Hybridstrukturen – PLUGZ

'15 - '16

### Problem

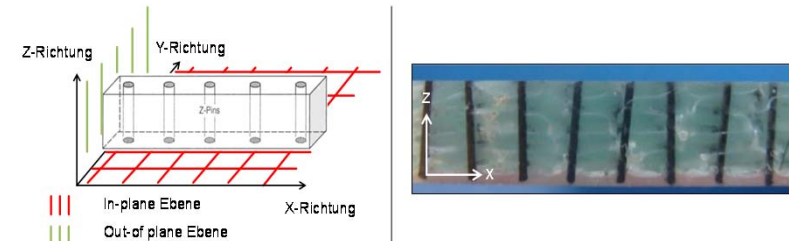
- Beim mechanischen Fügen von Hybridverbunden aus Metall und Faserverbundkunststoffen (FVK) mit vorgespannten Verbindern werden Retardationsprozesse im FVK verursacht
- Retardation verursacht einen Abfall der Vorspannkkräfte und gefährdet damit die Gebrauchstauglichkeit der Verbindung
- FVK-Hybridverbindungen werden daher geringer vorgespannt als Metallverbindungen und können somit weniger Lasten übertragen

### Lösung

- Entwicklung einer Verstärkung der FVK-Materialien durch den Einsatz von punktuellen Z-Pin Platten an Fügepunkten
- Ermittlung geeigneter Verfahren für die Herstellung von verstärkten FVK-Fügepunkten und Setzprozessparametern mech. Verbindungen

### Nutzen

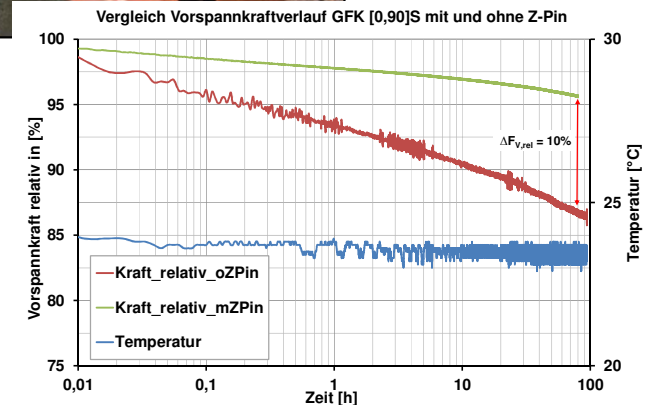
- Vermeidung von Retardationsprozessen und Erhöhung Fügepunktsteifigkeit
- Erhöhung möglicher übertragbarer Lasten von FVK-Hybridverbunden
- Vermehrter Einsatz mechanischer Hybridverbindungen und damit erhöhter und erweiterter Einsatz von FVK im Sondermaschinenbau



Einbringung von Z-Pin Verstärkungsplatten in FVK-Verbunde



Messung Vorspannkraftverlust an FVK-Hybridverbunden und Auswertung



## 2.18 Ausführung und Zuverlässigkeit von gleitfesten Verbindungen für Stahlkonstruktionen aus Kohlenstoffstahl und nichtrostenden Stahl – SIROCO (RFSR-CT-2014-00024)

'14 - '17

### Problem

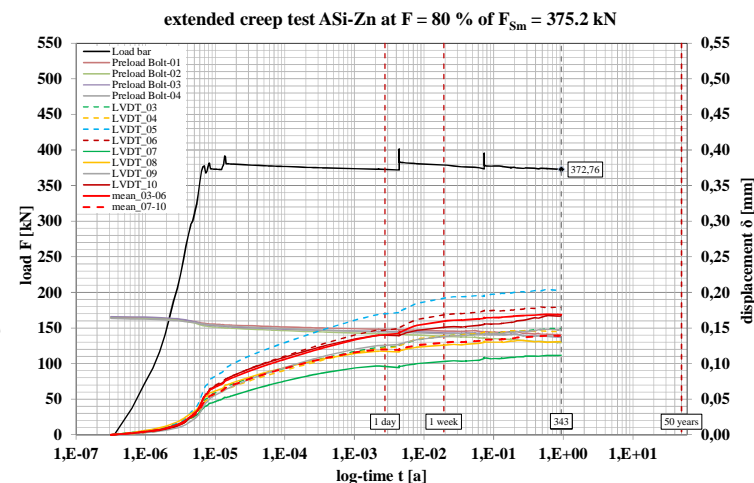
- Die Regeln der DIN EN 1090-2, Anhang G, zur Bestimmung der Haftreibungszahl sind für neuartige Beschichtungssysteme und Verbindungen nicht eindeutig übertragbar.
- Zudem sind die Prüfungen sehr komplex und das sogenannte Verschiebungskriterium zur Bestimmung der Gleitlast variiert in Abhängigkeit der Prüfkörper.

### Lösung

- Das Verschiebungskriterium wird gemeinschaftlich überarbeitet, um eine wirtschaftlich Durchführung der Prüfung zu gewährleisten.
- Entwicklung von Anziehverfahren für Schließringbolzen, H360, DTIs und neuartige innovative Oberflächenbeschichtungen
- Erweiterung des Einsatzes von Injektions-Schrauben als wirtschaftliche Alternative zu gleitfest vorgespannten Verbindungen
- Für nichtrostende Stählen sollen erstmals Bemessungsregeln erarbeitet werden
- Weiterführende Untersuchungen zu feuerverzinkten Stahlbaukonstruktionen

### Nutzen

- Gleitfeste Verbindungen werden in schubbeanspruchte Konstruktionen mit Belastungen aus Schwingungen oder Lastumkehr (Zug-/Druck Schwingbelastung) eingesetzt, beispielsweise in Windenergieanlagen, Brücken, Krane, Radiomasten.



links: erweiterte Kriechprüfung an einer GV-Verbindung; rechts: Prüfrahen für Dauerstandbelastung

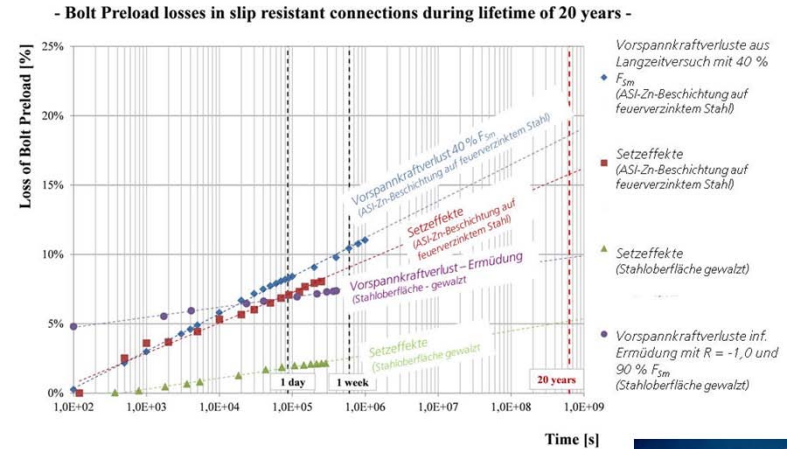


# 2.19 Vorspannkraftverluste ermüdungsbeanspruchter vorgespannter Schraubverbindungen

'15 - '17

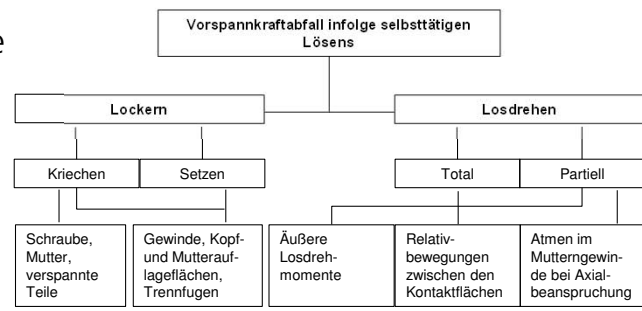
## Problem

- Bei Schraubverbindungen ist es zwingend erforderlich, dass die angesetzte Vorspannkraft in der Verbindung über die Lebensdauer der Konstruktion verbleibt, um die Tragfähigkeit oder die Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten.
- Vorspannkraftverluste  $\Delta F_{p,C,ges}$  aus unterschiedlichen Ursachen müssen demnach bereits bei der Dimensionierung einer Verbindung realistisch abgeschätzt werden.
- Wissenschaftlich abgesicherte Untersuchungen zu Vorspannkraftverlusten in ermüdungsbeanspruchten Schraubverbindungen sind nicht verfügbar.



## Lösung

- Verifizierung der einzelnen Anteile der Vorspannkraftverluste infolge Setzen und Ermüdungsbeanspruchung für:
  - Verschiedene Verbindungsmittel
  - Verschiedene Anziehverfahren
  - Gleitfeste Verbindung und Zugverbindung
  - Verschiedene Oberflächenvorbereitungen



Quelle: Mauer & Söhne GmbH



## Nutzen

- Ermöglicht die Auslegung wartungsarmer/ -freier Verbindungen
- Optimale Ausnutzung des verbleibenden Vorspannkraftniveaus

$$\Delta F_{p,C,ges} = \Delta F_{p,C,Setzen} + \Delta F_{p,C,Relaxation} + \Delta F_{p,C,Querkontraktion} + \Delta F_{p,C,Längszugkraft} + \Delta F_{p,C,Losdrehen}$$



## 2.20 Analytischer Nachweis von reibschlüssigen Verbindungen mit Langlöchern für Leichtmetalle und Stahlwerkstoffe

'16 - '19

### Problem

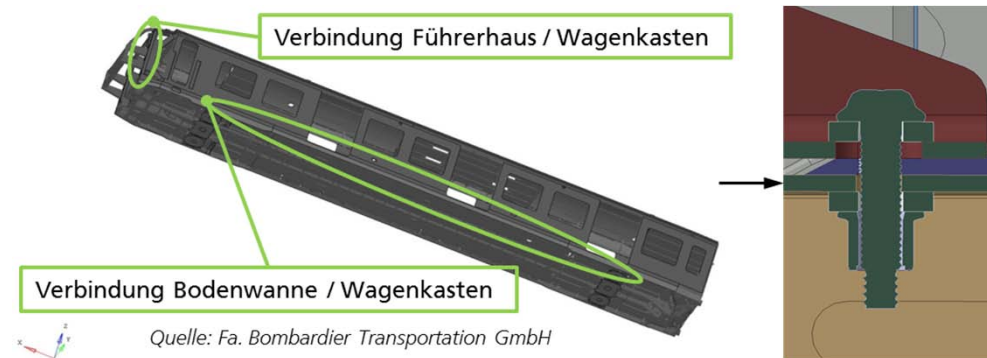
- Unwissenheit über die Vorspannkraftverluste bei reibschlüssigen Langlochverbindungen
- Fehlen der notwendigen Berechnungsalgorithmen für vornehmlich durch Querkraft beanspruchte reibschlüssige Langlochverbindungen

### Lösung

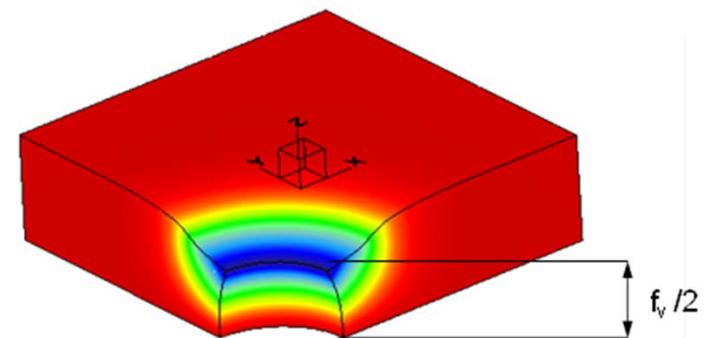
- Mit Hilfe einer kombinierten, ganzheitlichen Betrachtung des Verformungskegels mit FEM-Analyse und experimenteller Verifikation werden die Plattennachgiebigkeiten für Normal- und Langlochverbindungen ermittelt und anschließend in ein Berechnungsmodell im Sinne der VDI 2230 (Blatt 1) überführt

### Nutzen

- Einsparung von zeit- und kostenintensiven Einzelfallprüfungen für Langlochverbindungen und weiteren speziellen Verbindungskonfigurationen



Auswertung  $u_{zz}$  zur Ermittlung von  $\delta_p$



## 2.21 Gewindeeinsätze für Leichtmetallverschraubungen – GefüLe

### Problem

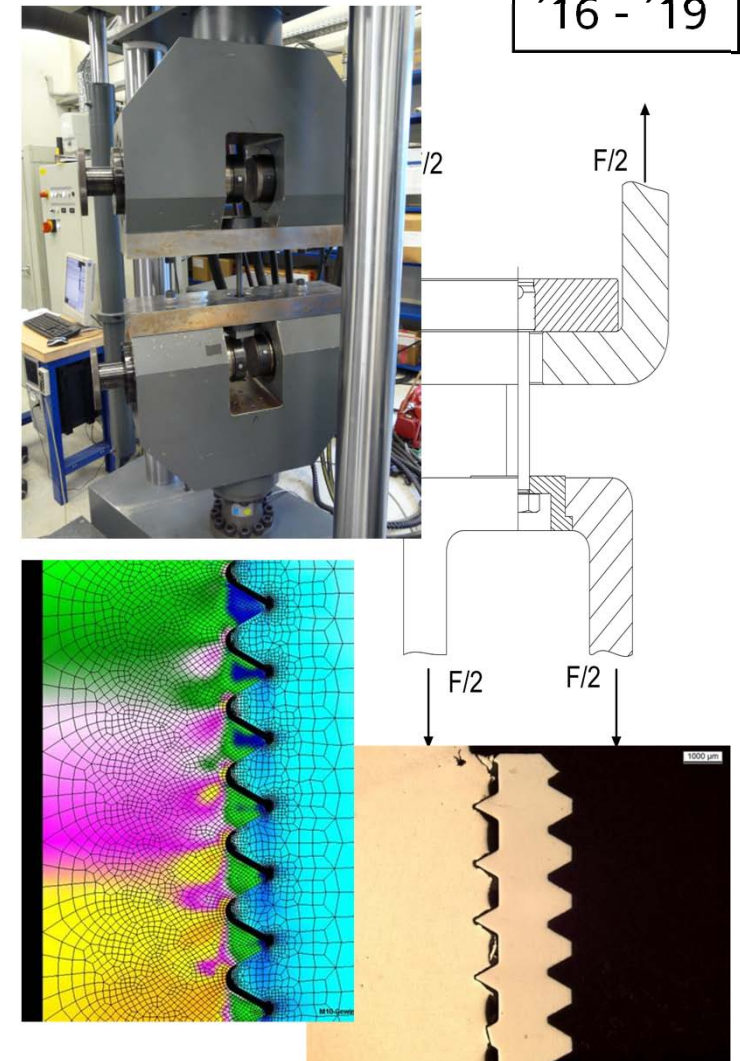
- Instandsetzung und Reparatur verlangen Mehrfachanzug des Gewindeeinsatzes
- Wirtschaftliche Einsatz der Gewindeeinsätze nur lohnenswert, wenn Gewindeeinsätze bzgl. des Mehrfachanzugs und den Setzbeträgen technische Vorteile gegenüber geschnittenen Gewinde aufweisen
- Nachweis des Konstruktionsprinzips der Schraube nicht möglich (Einschraubtiefe)!

### Lösung

- Experimentelle und numerische Überprüfung der Theorie der Scherzylinder für selbstschneidende Gewindeeinsätze
- Tragfähigkeitsuntersuchungen mit unterschiedlichen Einschraubtiefen
- Drehmoment/Vorspannkraft-Versuche zur Abbildung des Mehrfachanzuges

### Nutzen

- Reduzierung der Einschraubtiefe bei vorgespannten Verschraubungen in Leichtmetallen
- Aussagen zur axialen Tragfähigkeit nach dem Grenzkraftkonzept
- Tragfähigkeit des selbstschneidenden bzw. des Aufnahme-Gewindes gewährleisten



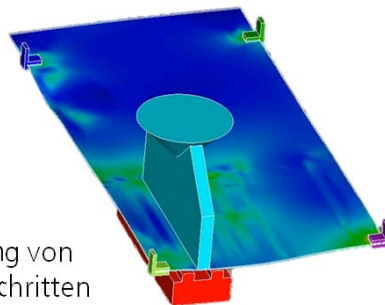
## 2.22 Machbarkeitsstudie Handhabungssystem für die automatisierte kaltplastische Umformung – MHakU

### Problem

- Effiziente und maßhaltige Prozessplanung zur Festlegung der Schwerteingriffspunkte basiert derzeit einzig auf der Berufserfahrung des Umformers
- Handhabung der Platte erfolgt durch rein manuelle Steuerung, so dass erhebliche Lastpendelbewegungen auftreten können
- Als Maß der Qualitätssicherung dient die Lichtspaltmethode an den Spantlinien

### Lösung

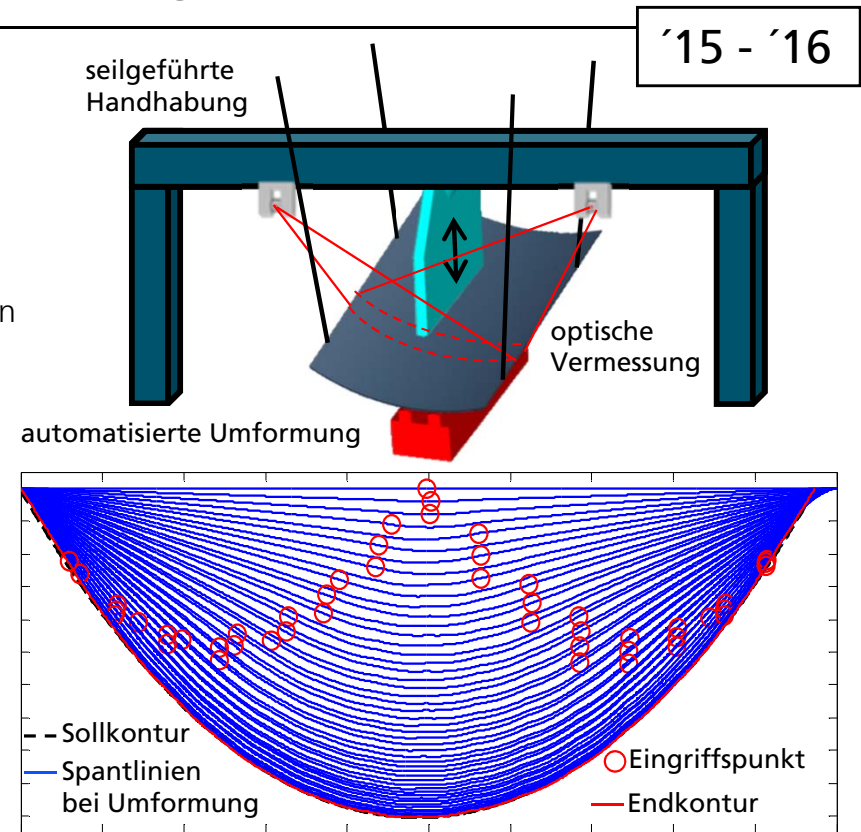
- Analyse des Umformprozesses zur Entwicklung eines automatisierten Prozessablaufs
- Entwicklung von Ersatzmodellen zur Vorhersage der plastischen und elastischen Verformung als Basis der Prozessplanung und -steuerung
- Einbindung einer inversen Vorsteuerung der Antriebe zur lastpendelfreien seilgeführten Handhabung der Platte
- Verwendung von 3D-Laserscannern zur Erfassung der tatsächlichen Plattengeometrie als Kontrollmedium der Prozessüberwachung und zur Qualitätssicherung



FEM zur Nachbildung von relevanten Prozessschritten

### Nutzen

- Effiziente automatisierte und maßhaltige Prozessplanung
- Realisierung von beliebigen Sollkonturen durch kontinuierliche Prozessüberwachung
- Optische Vermessung zur Objektivierung der Qualitätskontrolle



Beispiel einer automatisierten Prozessplanung

## 2.23 Ganzheitliches ressourceneffizientes Turmkonzept – GreT TP Füge- und Montagekonzept – FūMoKo

'16 - '19

### Problem

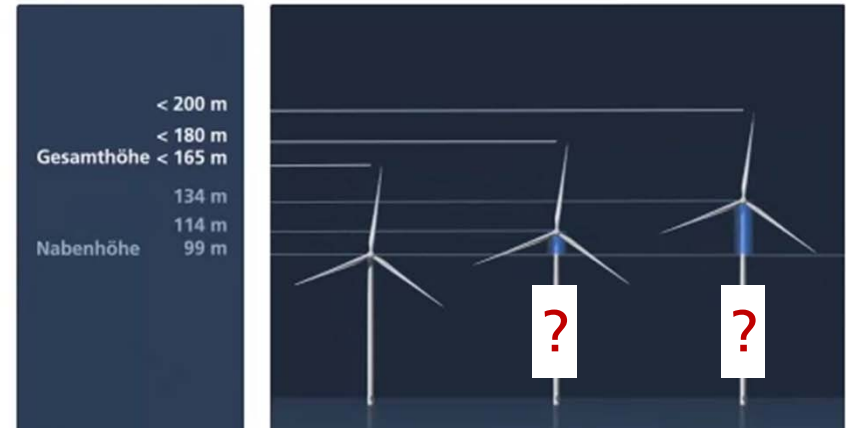
- Heutige Windenergieanlagen (WEA) weisen teils sehr große Nabhöhen (> 140 m) auf, die auch an Onshore-Schwachwindstandorten zunehmend einen wirtschaftlichen Betrieb erlauben
- Konventionelle Füge- und Montagetechnologien klassischer Stahlsegmenttürme werden für WEA-Türme mit großer Nabhöhen i. d. R. unwirtschaftlich
- Mit dem Anwachsen der Nabhöhe steigen die Kosten für die Fertigung, den Transport und die Errichtung des WEA-Mastes auf mehr als 30 % der Gesamtkosten der Anlage

### Lösung

- Im Rahmen des Teilprojektes (TP) *Füge- und Montagekonzept (FūMoKo)* werden effiziente Lösungen entwickelt, die neben hohen Lebensdauern auch automatisierbare und damit wirtschaftlichere Fertigungs- und Montageverfahren für kalte und warme Fügeverfahren aufweisen.

### Nutzen

- Implementierung intelligenter Füge- und Montageverfahren in Ergänzung zur optimierten Anlagensteuerung sowie zur effizienten Turmauslegung mit dem Ziel der Gewichtseinsparung



Extrapolation zukünftiger Nabhöhen in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser



Alternative Segmentierung der unteren Turmelemente

## 2.24 Klebtechnisches Fügen von metallischen Rohrleitungen im Schiffbau

'13 - '15

### Problem

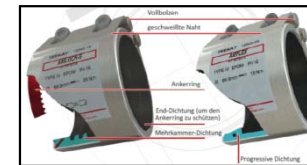
- Verbindungsstellen von Rohrleitungen im Schiffbau sind derzeit überwiegend geschweißt und teilweise mechanisch gefügt.
- Mechanische Muffensysteme sind als nicht wartungsfrei eingestuft und somit nur an zugänglichen Positionen einsetzbar, zudem sind grobe Toleranzen nur bedingt ausgleichbar.
- Die Anwendung von Schweißverfahren führt infolge des Wärmeeintrags zur Zerstörung der Korrosionsschutzschichten auf Rohren und in der Umgebung.
- Beengte Verhältnisse im Schiff erfordern das Schweißen in Zwangslagen, die zu höheren Fehlerquoten und zu einem höheren Nachbesserungsaufwand führen.

### Lösung

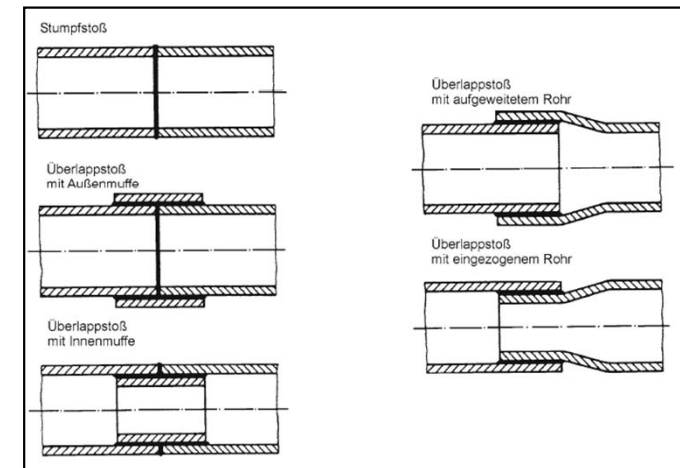
- Entwicklung eines klebtechnischen Fügeverfahrens für metallische Rohrleitungen
- Qualifizierung von für den jeweiligen Anwendungsfall geeigneten Klebprozessen
- Entwicklung einer für Baustellenbedingungen geeigneten Applikationsvariante für die Fügeoperation (wärmearm, Erzeugung wartungsfreier Verbindungen, einsetzbar unter beengten Bedingungen, Ausgleich grober Toleranzen)

### Nutzen

- Geringerer Wärmeeintrag, somit entfällt Nachrichtaufwand
- Fehlerquote aufgrund des Schweißens in Zwangslagen verringert
- Nachbearbeitungsaufwand (Ausschleifen von Fehlern und erneutes Schweißen) sinkt
- Zeit- und kostenintensiver Einbau von Rohrleitungen in Schiffen oder Offshorekonstruktionen erleichtert



Links oben: MIG-gelötete Doppelmuffe, rechts oben: geschweißter Rohranschluss, links unten: mechanische Rohrkupplungssysteme [www.teekaycouplings.de]



Konstruktionsmöglichkeiten zur Verbindung von Rohren mit einer Klebung [Steinhilper, Sauer]

## 2.25 Entwicklung von CFK-Brückensystemen mit automatisierten Fertigungsverfahren – E.B.a.F

'13 - '15

### Problem

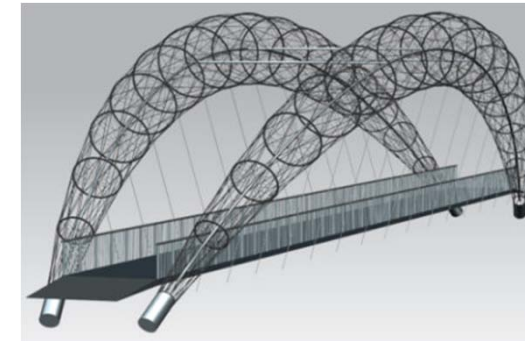
- Konventionelle Brückenkonstruktionen in Stahlbetonbauweise erfordern hohe Montagezeiten, sind korrosionsempfindlich und haben ein hohes Gewicht.
- Herkömmliche Brücken aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) haben eine begrenzte Spannweite (max. 50 m).
- Einsatz teurer Halbzeuge (Gewebe, Gelege) notwendig

### Lösung

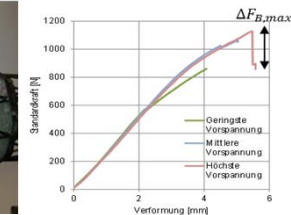
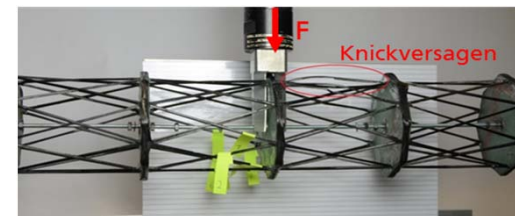
- FVK-Brücken auf Basis von im Stranglegeverfahren hergestellten Strukturen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK)
- Entwicklung neuartiger Fügeverfahren für einzelne Brückensegmente (Bogen und Fahrbahn) und strukturelle Anpassungen
- Einsatz von kostengünstigen Rovings als Halbzeuge

### Nutzen

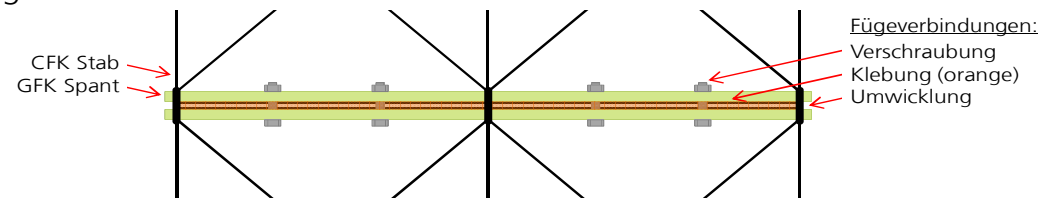
- Korrosionsunempfindlichkeit verursacht weniger Wartungsaufwand
- Hoher Vorfertigungsgrad und Gewichtsreduktion führen zur Reduzierung des Transportaufwandes und der Montagezeit
- Realisierung großer Spannweiten (> 50 m)
- Erhöhung der Traglast um 20 %



Bogenbrücke in Stranglegebauweise



3-Punkt-Biegeprüfung eines Bogenausschnittes zur Gegenüberstellung der Biegeverläufe bei variablen Vorspannkraften



Draufsicht: Schematische Fügeverbindung von Fahrbahndeck

## 2.26 Weltweit einsatzfähige Kleinwindenergieanlage – GEK-WEA

'13 - '15

### Problem

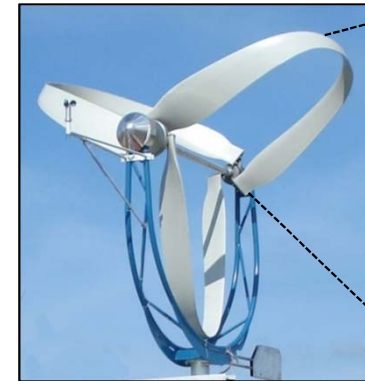
- Hoher Bedarf an Energieerzeugungsanlagen mit hoher Verfügbarkeit in Regionen mit dezentraler Stromversorgung (z.B. Mittelamerika)
- Einsatzgebiet der Klein-Windenergieanlagen (K-WEA) als Prototypen bisher nur im gemäßigten Klimabereich
- Fehlende Kenntnisse über klimatische Einsatzgrenzen
- Herstellung der manuell gefertigten Flügel ist sehr zeitaufwändig und erzeugt eine ungenügende Prozesssicherheit

### Lösung

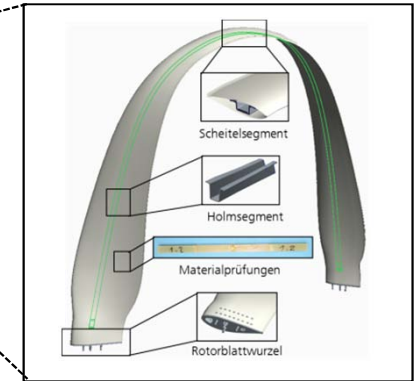
- Entwicklung und Einsatz neuer Flügelmaterialien in Verbindung mit neuen Fertigungsverfahren
- Entwicklung, Prüfung und Verwendung beanspruchungsgerechter Bauteilkomponenten (Lager, Welle, Nabe etc.)

### Nutzen

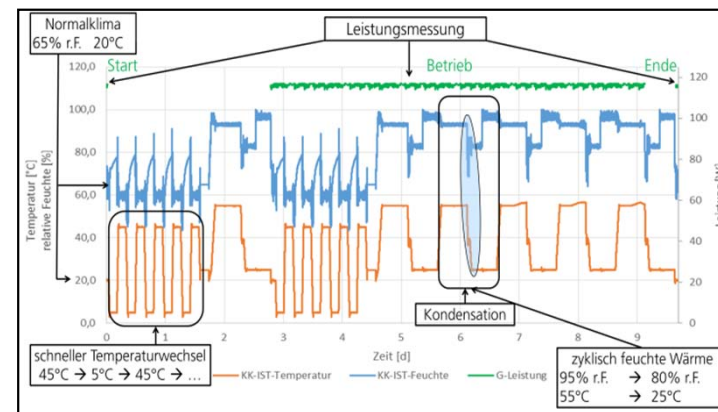
- Einsatz klima- und umweltresistenter K-WEAs mit hoher Verfügbarkeit und langer kalkulierbarer Lebensdauer
- Steigerung der Prozesssicherheit und Bauteilqualität
- Gewährleistung dezentraler Energieversorgung infrastrukturell schwach ausgebildeter Regionen



Prototyp eines DELA-Rotors mit einem Wirkungsgrad von ca. 40 %



Fertigung und Prüfung von FVK-Rotorblattmaterialien



Feuchte-Wärme-Klimazyklus zur Bestimmung der Ausgangsleistung und des Mikroklimas im Inneren des Generators



Taupunktunterschreitung an der Oberfläche einer Komponente

## 2.27 Wissenschaftliche Begleitung der Entwicklung eines flexiblen Formwerkzeugs – FLEXIFORM 1

'14 - '16

### Problem

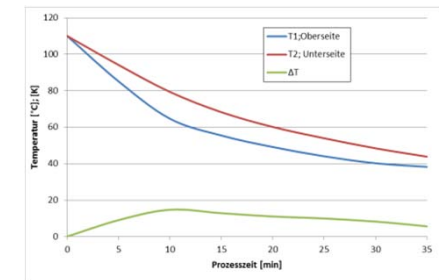
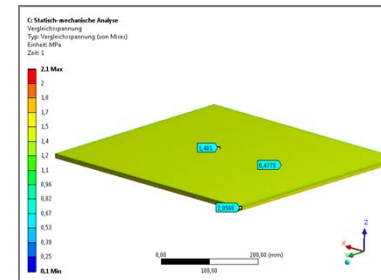
- Steigende Forderung nach extrem verformten Fassaden- und Dachverkleidungen in der Architektur
- Dreidimensionale richtungsfreie Verformung von metallischen Dünnscheiben ist technisch-technologisch aufwändig
- Hohe Kosten für Umformwerkzeuge führen zu hohen Herstellungskosten

### Lösung

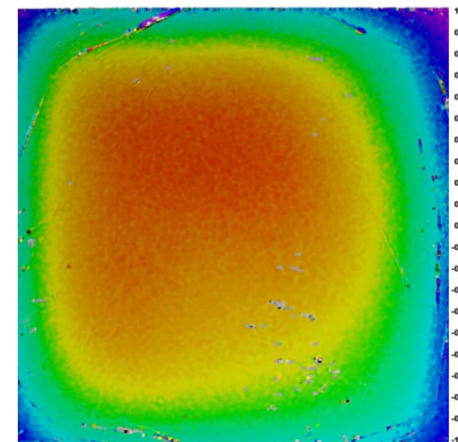
- Untersuchung alternativer umformbarer Werkstoffe auf Basis thermoplastischer Kunststoffe durch empirische Versuche und numerische Simulation
- Entwicklung eines formveränderlichen Umformwerkzeugs
- Umsetzung einer vollautomatisierten Konturbearbeitung und Maßhaltigkeitsprüfung

### Nutzen

- Bau von Fassaden- und Dachelementen mit hohen dreidimensionalen Umformgraden möglich
- Reduzierung der Herstellungskosten

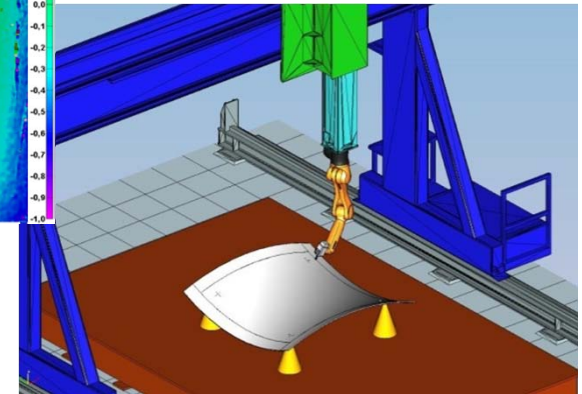


Simulation der thermischen Eigenspannungen im Halbzeug beim Aufheizvorgang (links), Temperaturgradient Ober- und Unterseite (rechts)



Kontrolle der geometrischen Maßhaltigkeit nach Rückverformung durch Eigenspannungen, umgeformtes Halbzeug 140°C vs. 20°C

Vollautomatisierte Konturbearbeitung im Fräszentrum





## 2.28 Integrale Leichtbaudeckssektionen aus Compositewerkstoffen für Binnenfahrgastschiffe – CompDeck

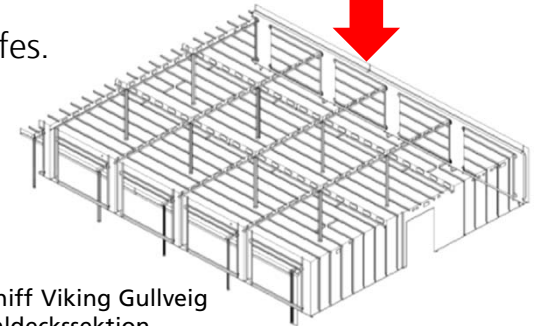
'15

### Problem

- Bei Flussfahrgastschiffen werden sowohl die Rümpfe als auch die Aufbauten in konventionellem Stahlbau gefertigt.
- Das entstehende Gesamtgewicht führt zu einem erhöhten Tiefgang des Flussfahrgastschiffes.
- In Kombination mit niedrigen Wasserständen in trockenen Jahreszeiten wird die Befahrbarkeit bestimmter Flussabschnitte behindert.
- Dadurch wird die Kreuzfahrtsaison verkürzt, was die aktive Nutzungszeit der Schiffe deutlich reduziert.



Quelle: Rolf Heinrich



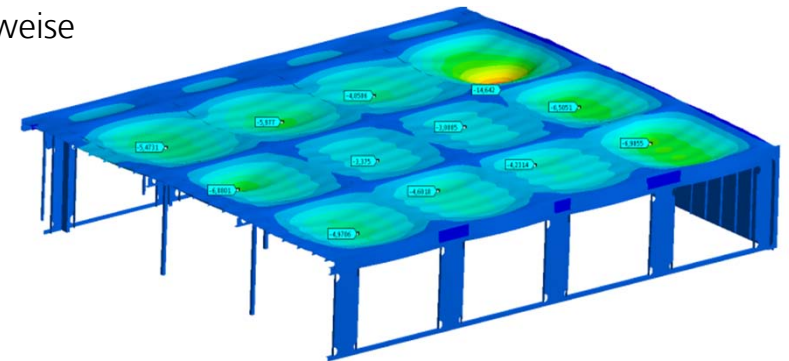
Flussfahrgastschiff Viking Gullveig mit oberer Stahldeckssektion

### Lösung

- Entwicklung von integralen Leichtbaudeckssektionen in Faserverbundbauweise
- Nachweis zulassungsrelevanter Anforderungen (Festigkeit, Steifigkeit, Brandschutz, etc.)

### Nutzen

- Reduzierung des Eigengewichts des Schiffes führt zur Senkung des Tiefgangs und zur Verlängerung der Fahrsaison
- Verringerung des Kraftstoffverbrauchs führt zu Kosteneinsparungen
- Senkung der Abgasemissionen trägt zu einer besseren Umweltverträglichkeit bei



FEM-Berechnung einer Deckssektion in herkömmlicher Stahlbauweise (Lastfall: Deckslast 4 kN/m<sup>2</sup>)

## 2.29 Entwicklung eines ganzheitlichen, etablierten und umweltgerechten Korrosionsschutzes für Offshore-Windenergieanlagen – OptiWind

'15 - '18

### Problem

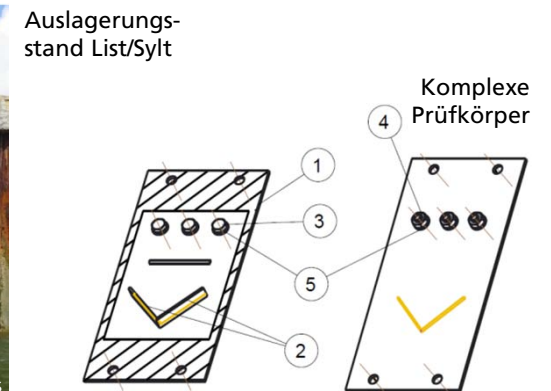
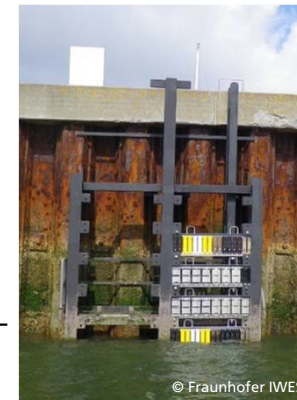
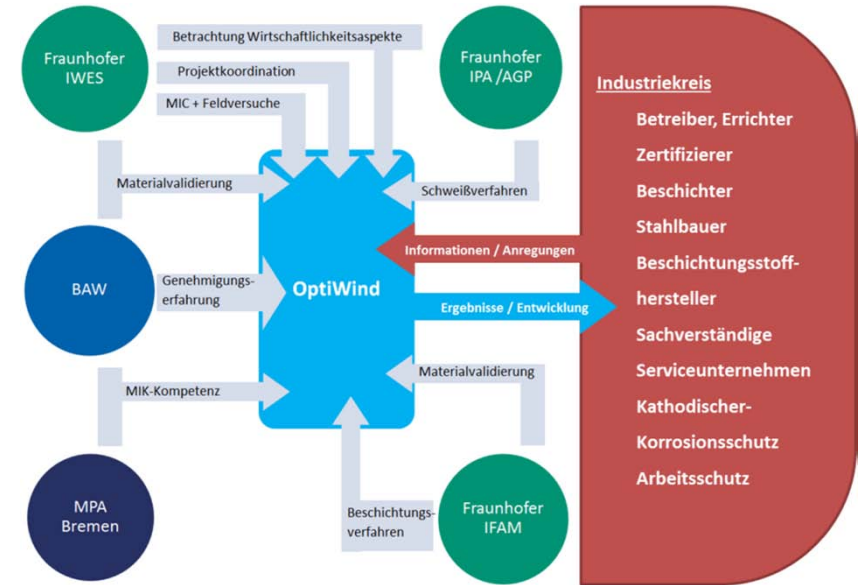
- Offshore-Windenergieanlagen sind harschen Umgebungsbedingungen (Wind, Salz, Wellenschlag u.a.) ausgesetzt  
→ Korrosionsschutz muss für die geplante Betriebszeit von mindestens 25 Jahren optimal funktionieren
- Schnittstellenprobleme, insbesondere zwischen den Gewerken Stahlbau und Beschichtungsapplikateur, führen aufgrund nicht harmonisierter Normen und Richtlinien häufig zu Folgeschäden im Korrosionsschutz, die mit hohen Kosten einhergehen

### Lösung

- Entwicklung und Prüfung komplexer Prüfkörper zum Nachweis des Einflusses stahlbaulicher Geometrien auf die Korrosionsschutzwirkung
- Entwicklung einer Richtlinie zur Harmonisierung der Anforderungen an die Applikation von Beschichtungssystemen
- Entwicklung eines Tools zur Kostenabschätzung von Korrosionsschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von der stahlbaulichen Fertigung

### Nutzen

- Kostenoptimierung durch vereinfachten und reibungslosen Beschichtungsprozess und durch Vermeidung von Folgeschäden im Korrosionsschutz



## 2.30 Partielle Beschichtungsoptimierung für Transport und Montage von Offshore-WEAs – OWS M-V

'15 - '18

### Problem

- Ein Großteil der Beschichtungsschäden an Offshore-WEAs ist auf mechanische Beanspruchung zurückzuführen
- Viele Beschädigungen, wie beispielsweise Druckbelastungen durch einen Hebegurt, sind nicht sofort sichtbar; erst nach kurzer Zeit im Offshore-Einsatz zeigt sich die verminderte Barrierewirkung des Beschichtungssystems in Form von Rotrost
- Die Instandsetzung von Beschichtungsschäden unter Offshore-Bedingungen ist äußerst zeit- und kostenintensiv und kann die Kosten einer Neubeschichtung um das Hundertfache übersteigen



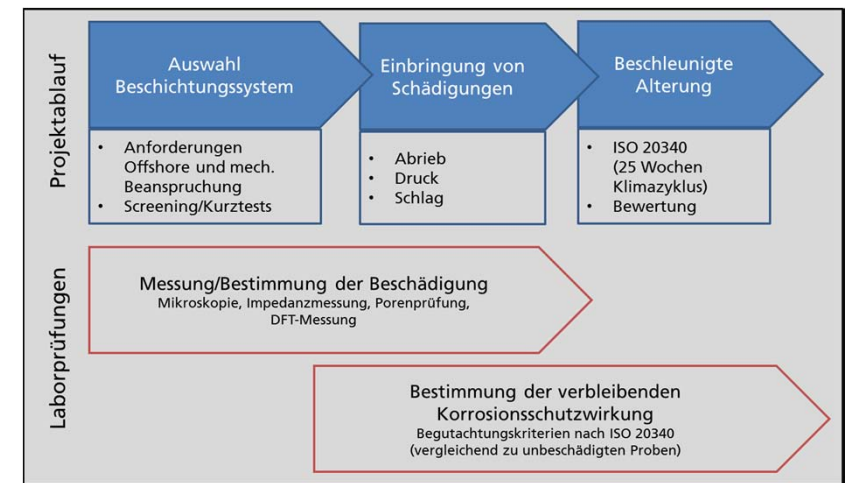
Schädigungen in Folge von Druckbeanspruchung beim Transport

### Lösung

- Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss nicht sichtbarer Schädigungen auf die verbleibende Korrosionsschutzwirkung
- Ermittlung von Optimierungsmöglichkeiten für den Einsatz partieller Beschichtungssysteme in hochbeanspruchten Bereichen durch die Identifizierung von Wirkmechanismen

### Nutzen

- Bewertungsgrundlagen für mech. Transport- und Montageschäden
- Kosteneinsparung durch Verringerung der durch Transport- und Montageprozesse bedingten Schädigungen im Beschichtungssystem



Projekttablauf zur Bestimmung der verbleibenden Korrosionsschutzwirkung nach Beschädigung

## 2.31 Qualifizierungsmethoden für Klebverbindungen auf Offshorebeschichtungen – OWS M-V

'15 - '18

### Problem

- Die nachträgliche Montage von Halterungssystemen für Anbauteile (z. B. Kästen, Schränke, Treppenläufe) durch Schweißen birgt technologische und wirtschaftliche Nachteile (Beschichtungsschäden erfordern Reparaturen und der Wärmeeintrag reduziert die Kerbfallklasse)
- Das Kleben auf endbeschichteten Bauteilen als alternatives Fügeverfahren ist durch den Mangel an Daten hinsichtlich des Langzeitverhaltens erschwert.
- Es fehlen Bewertungsmöglichkeiten für die Klebeignung von Beschichtungen.

### Lösung

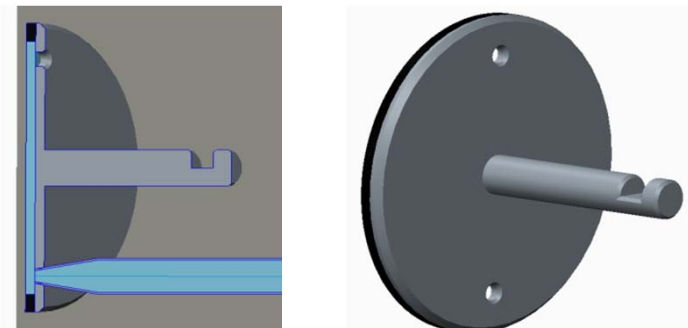
- Entwicklung einer qualitativen Bewertungsmethode für die Klebeignung von beschichteten Oberflächen
- Simulation von Offshorebedingungen durch beschleunigte Laboralterungsverfahren

### Nutzen

- Steigerung der Fertigungsflexibilität (Prozesssichere, zeitsparende Montage)
- Fügen beliebiger Werkstoffkombinationen ohne stoffliche Veränderung der Substratoberfläche und Beschichtungsschäden
- Abschätzung der Langzeitbeständigkeit von Offshoreklebverbindungen



Beispiel für Schäden an Beschichtungen durch geschweißte Halterungen im Offshorebereich



Konzept eines Injektionsgeklebten Halters für Beschichtungen

## 2.32 Nachbearbeitungsfreies Halterkleben auf Schiff- und Stahlbaubeschichtungen – HALTERKLEBEN

'15 - '17

### Problem

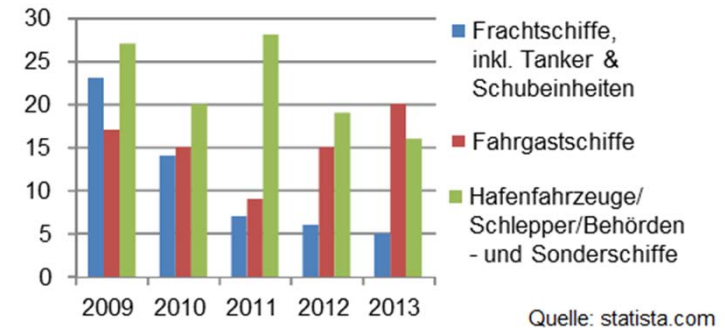
- Der deutsche Schiffbau ist zunehmend durch die Fertigung von Fahrgast- und Sonderschiffen geprägt, wodurch Forderungen nach kürzeren Fertigungszeiten und individuelle Kundenwünsche in endnahen Bauphasen zunehmen. Das erfordert ein nachträgliches Montieren von Ausrüstungsgegenständen.
- Schweißverfahren sind für das Fügen von Haltern nach der Endbeschichtung (z.B. Reparaturzwecke, Ausrüstungsmodifikation) auf Grund folgender Nachteile ungeeignet:
  - Hohe Kosten für Entschichten sowie erneutes Beschichten
  - Schäden an Beschichtungen und Grundwerkstoff durch Wärmeeintrag

### Lösung

- Entwicklung eines klebtechnischen Fügeverfahrens zur Montage von Haltersystemen auf endbeschichteten Oberflächen
- Umsetzung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens zum Nachweis einer erforderlichen Mindesttragfähigkeit der Beschichtung

### Nutzen

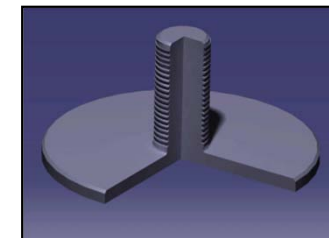
- Vermeidung zeit- und kostenaufwändiger Vor- und Nachbearbeitungen
- Keine Beschädigung der Korrosionsschutzschicht
- Höhere Flexibilität bei der Planung von Anbauteilen



Anzahl abgelieferter Schiffe im deutschen Binnenschiffbau



Großflächige Beschichtungsschäden beim Schweißen durch hohen Wärmeeintrag an Haltern und auf der Rückwand



CAD-Modell eines Klebehalters (geschnitten)

## 2.33 Entwicklung flexibler und automatisierter Herstellungsprozesse

'15 - '16

### Problem

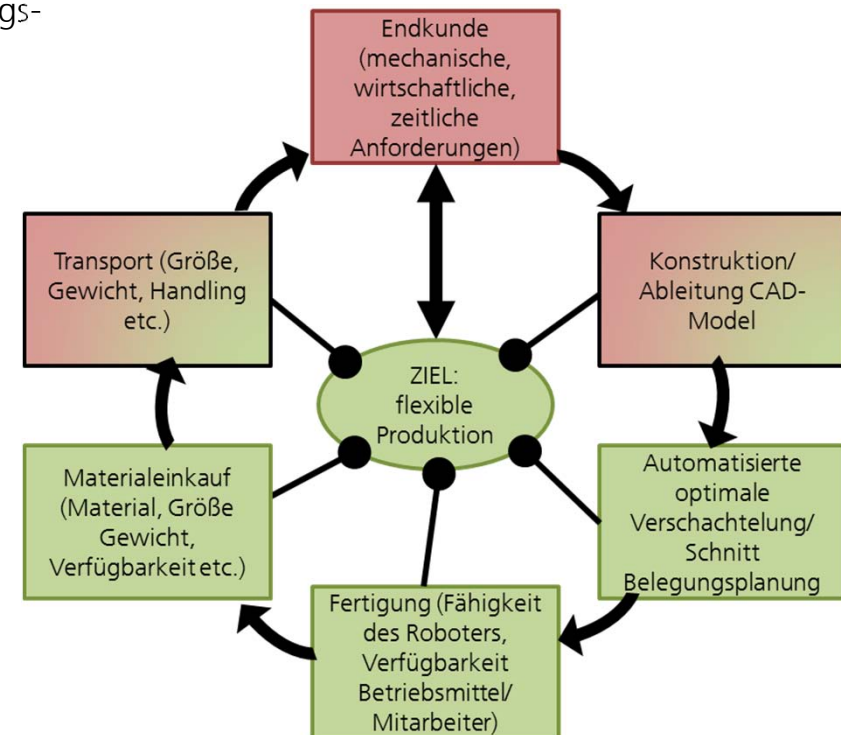
- Bisherige Fertigungsabläufe im Handwerk sind oft unflexibel und starr (in Bezug auf variierende Werkstoffe und die zugehörigen Fertigungs- und Verarbeitungstechnologien)
- Unzureichende Schnittstellen zwischen Kunden, Konstruktion, Lieferanten und Fertigung
- Schaffung und Implementierung eines branchenübergreifenden Produktportfolios bisher nicht möglich

### Lösung

- Weiterentwicklung und Anpassung vorhandener Prozessabläufe zu einer flexiblen Produktion
- Erstellung von zentralen Datenbanken und Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette
- Integration technischer Anforderungen (funktionelle Oberfläche oder Struktureigenschaften) in vorhandene Fertigungsprozesse

### Nutzen

- Erschließung neuer Märkte und langfristig hohe Auslastung der Produktionskapazitäten in Kombination mit kurzfristigen Reaktionen auf Liefermengen, -zeiten, Auftragseingänge oder zusätzliche Produktionsmengen



Verknüpfung einzelner Prozessschritte zur Erreichung einer flexiblen Produktion

## 2.34 Teilautomatisierter Herstellungsprozess für 3D-FKV-Heißpressbauteile – AutoHot3D

### Problem

- Die Herstellung von gekrümmten Bauteilen in großen Stückzahlen ist mit dem derzeit bei der Fa. tfc (tools for composite) vorrangig eingesetzten Vakuuminfusionsverfahren nur bedingt umsetzbar, da die Technologie folgende Restriktionen besitzt:
  - Hoher Anteil an manuellen bzw. händischen Fertigungsschritten
  - Lange Aushärtedauer der Harzsysteme (> 8 h) und lange Taktzeiten
  - Hoher Anteil an Verbrauchsmaterialien und nur einseitige Formgebung

### Lösung

- Einführung eines teilautomatisierten Herstellungsprozesses für 3D-FKV-Heißpressbauteile bei der Fa. tfc tools for composite
- Schaffung einer geschlossenen Wertschöpfungskette vom 3D-CAD-Modell bis zum fertigen 3D-FKV-Bauteil nach dem Industrie 4.0-Prinzip

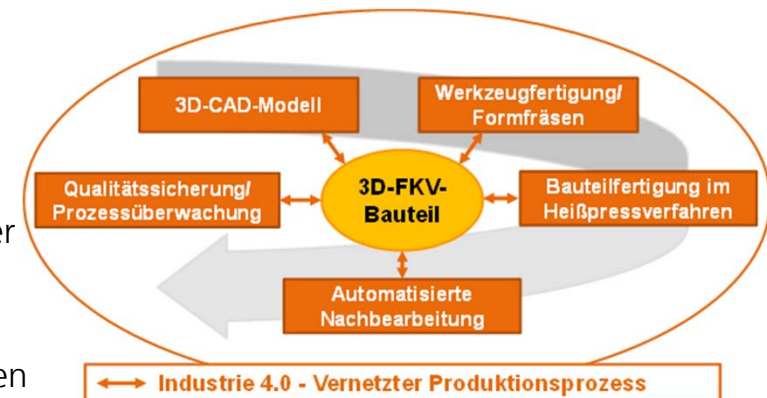
### Nutzen

- Erhebliche Verkürzung der Taktzeiten durch die Einführung automatisierter Prozessschritte und geringe Aushärtedauern der FKV-Bauteile (< 30 min)
- Übergang zur Großserienfertigung mit Stückzahlen > 10.000 pro Jahr
- Erhebliche Einsparung von Ressourcen, insbesondere Verbrauchsmaterialien
- Beidseitig hohe Oberflächenqualität und hohe Bauteilmaßhaltigkeit durch Verwendung geschlossener Werkzeugformen

'16 - '17



Derzeitige Fertigung von großflächigen, zweidimensionalen (ebenen) Bauteilen im Vakuuminfusionsverfahren bei der Fa. tfc - tools for composite

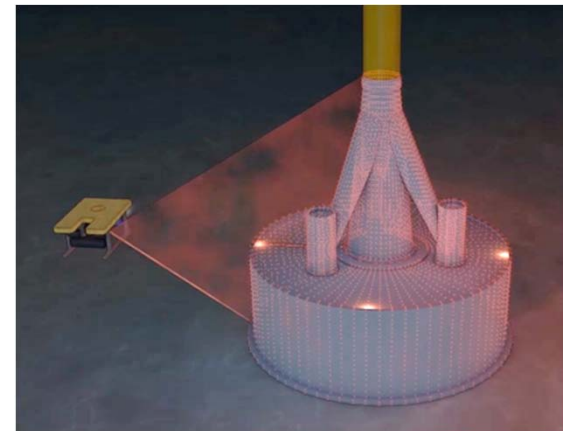
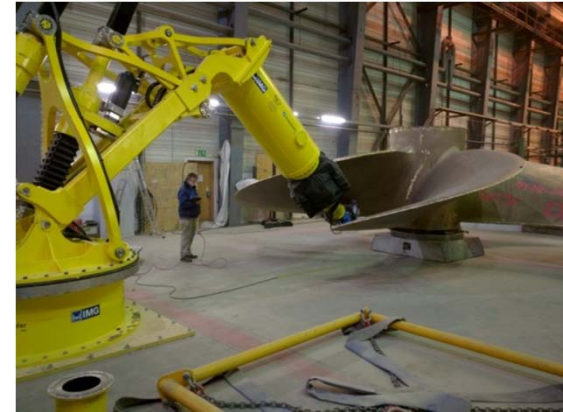


Geschlossene Wertschöpfungskette vom 3D-CAD-Modell bis zum fertigen 3D-FKV-Heißpressbauteil nach dem Industrie 4.0-Prinzip

### 3 Arbeitsbereich: Automatisierungs- und Messtechnik

---

- Die Automatisierungs-/Sensortechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung von Automatisierungslösungen sowie deren Umsetzung als Prototypen in der Industrie vorzugsweise zur Fertigung von Großstrukturen. Neuartige Roboterkonzepte mit einer intelligenten Sensorführung und Bildverarbeitung sind besondere Schwerpunktthemen.
- Die Qualitätstechnik konzentriert sich auf die Messung und Modellierung von Großstrukturen. Über das Reverse Engineering, die Digitalisierung von Fertigungslayouts und die Trackerführung von Robotern bestehen engste Schnittmengen mit den Bereichen Automatisierungs- und Organisationstechnik.





## 3.1 Bohrroboter

'15 - '16

### Problem

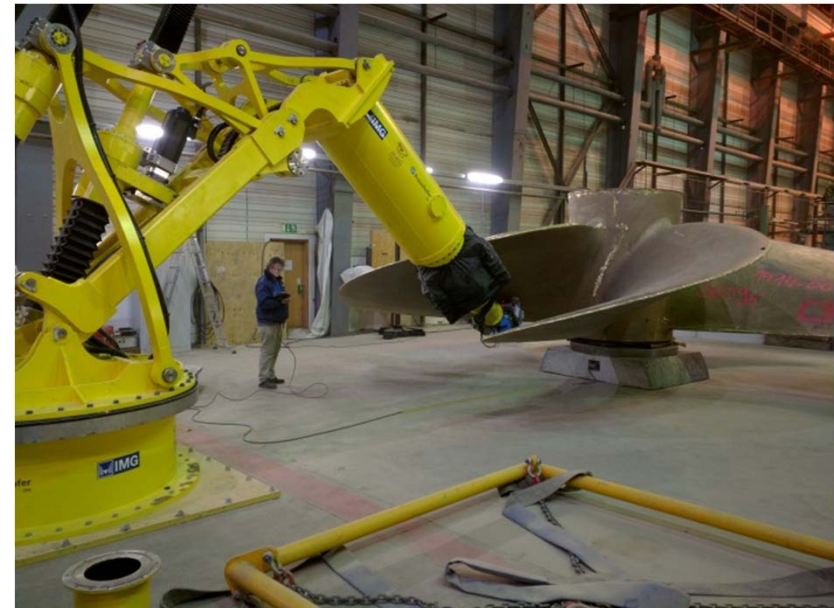
- Schiffspropeller haben derzeit einen Durchmesser von bis zu 12 m. Die gefertigten Rohlinge werden nach dem Gießen auf das Sollmaß geschliffen. Als Referenzmaß für den Schleifvorgang werden an allen Flügelflächen in einem definierten Raster eine Vielzahl (momentan bis zu 1000 Stück je Propeller) von Markierungsbohrungen angebracht. Zum Erreichen der geforderten Genauigkeit ist eine Bohrtiefengenauigkeit besser als  $\pm 0,2$  mm zu erzielen.
- Herkömmlich werden die Bohrungen sehr zeitaufwändig mittels einer manuell zu bedienenden Bohrmaschine gesetzt. Dieser Arbeitsvorgang erfolgt in zwei Schritten. Nach dem Bohren der Markierungen auf der Druckseite werden die bis zu 150 t schweren Propeller gewendet und anschließend die Bohrungen auf der Saugseite gesetzt.

### Lösung

- Automatisiertes Bohren der Markierungen durch einen Großroboter
- Roboterprogramme werden aus den Daten eines 3D-Flächenscans des Propellers mit Hilfe eines Offlineprogrammiersystems erzeugt
- Mittels eines Lasertrackingsystems kann die exakte Propellerposition ermittelt und der Endeffektor millimetergenau positioniert werden

### Nutzen

- Qualitätssteigerung durch Automatisierung des Arbeitsschrittes
- Reduzierung der Fertigungsaufwände
- Einsparung von Krankapazitäten, da das Wenden der Schiffspropeller entfällt



## 3.2 Endeffektor zum hochgenauen robotergestützten Bohren auf Freiformflächen

'14 - '15

### Problem

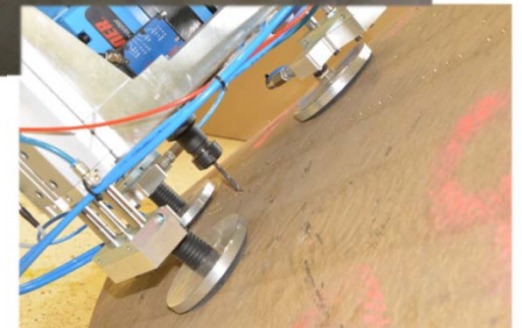
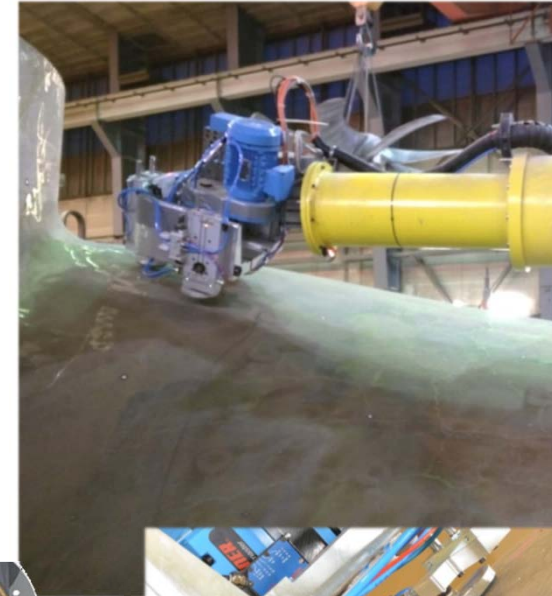
- Für das Projekt „Bohrroboter“ wurde ein Endeffektor benötigt, welcher eine Bohrtiefengenauigkeit von  $\pm 0,2$  mm realisieren kann.
- Serielle Robotersysteme haben im Vergleich zu Werkzeugmaschinen eine geringere Steifigkeit, was zu Schwingungen des Bohrwerkzeuges führt und damit die erreichbare Prozessgeschwindigkeit sowie die Genauigkeit der Bohrtiefe limitiert.
- Das Bohrwerkzeug muss orientierungsunabhängig arbeiten können.

### Lösung

- Fixieren des Endeffektors mittels Vakuumgreifer um Abweichen zu vermeiden
- Anschließend Verspannen gegen die Roboterkinematik mittels Pneumatikzylinder
- Sensorgestützte Vermessung des Abstandes und der Oberflächenorthogonalität zur Optimierung des Bohrprozesses und Nachstellen
- NC-Bohrspindel ermöglicht sehr hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe

### Nutzen

- Bohrungen mit sehr hoher Genauigkeit in Bezug auf Lage und Tiefe bei beliebig gekrümmten Oberflächen
- System ist nahezu unabhängig von Steifigkeit und Absolutgenauigkeit des Roboters
- Bohrungen auch am Flügelrand möglich



## 3.3 Automatisierte Fertigung von Rohrknotten

'13 - '15

### Problem

- Das Fügen von beliebig zueinander ausgerichteten Rohrsegmenten zu einem Rohrknotten erfolgt derzeit manuell und ist sehr zeitaufwändig.
- Rohrknotten werden im Schichtbetrieb von mehreren Schweißern gefügt. Schweißarbeiten in Zwangspositionen sind dabei unvermeidlich.
- Rohrknottenverbindungen im Offshore-Bereich unterliegen hohen Qualitätsanforderungen bezüglich der Schweißnahtgeometrie sowie der mechanisch-technologischen Eigenschaften der Verbindung.

### Lösung

- Adaptive Schweißvorrichtung zum Aufsetzen auf den zu schweißenden Rohrstutzen (Rohrdurchmesser und -länge variabel)
- Einsatz eines Hochleistungsschweißverfahrens (MAG-Tandem, paralleler Betrieb von 2 Tandemschweißanlagen möglich) zur Erhöhung der Abschmelzleistung
- Sensorgestützte Vermessung der Schweißnahtgeometrie zur Optimierung der Bewegungsablaufprogrammierung (Brennerposition und -orientierung)

### Nutzen

- Verbesserung der Schweißnahtqualität und Gewährleistung eines reproduzierbaren Prozessergebnisses
- Signifikante Erhöhung der Produktivität (im Vergleich zur manuellen Fertigung)
- Anlageneignung für breites Werkstückspektrum (Rohrdurchmesser, Wandstärke, mobil einsetzbar, etc.)



## 3.4 Automatisiertes Kantenrunden von Flachbauteilen

'15 - '16

### Problem

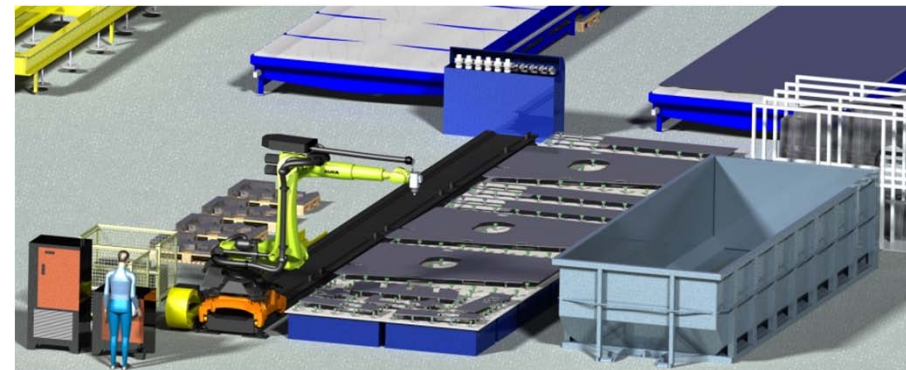
- Ökonomische Herstellung dicker Blechzuschnitte aus Stahl ist nur mit einem Restgrat möglich, welcher von den Kunden nicht gewünscht ist.
- Aufgrund steigender Erwartungen an den Korrosionsschutz und größerer Anforderungen an die Beschichtungssysteme werden feinere und gratfreiere Bearbeitungen der zu beschichtenden Bauteilkanten verlangt.
- Aktuelle Schiffbaustandards fordern für ausgewählte Schiffbereiche einen Kantenradius  $> 2$  mm
- Manuelle Nachbearbeitung der Schnittkanten ist arbeitsaufwändig, zeitintensiv und stellt eine körperlich belastende Arbeit dar.

### Lösung

- Automatisierte Bauteilerkennung der Blechzuschnitte durch Sensorik anhand ihrer Bauteilinformationen
- Automatisierte Fixierung der Bauteile und Identifikation der zu bearbeitenden Kanten aus CAD-Schnittstelle/-Daten oder Erkennung über Ähnlichkeitsbeziehungen
- Einsatz von Industrierobotern zur Positionierung des Fräswerkzeuges und zum Fertigen einer Kantenrundung mit definiertem Radius
- Optionale Bauteilsortierung und -kategorisierung entsprechend nachfolgender Leitwege

### Nutzen

- Qualitätssicherung in der schiffbaulichen Vorfertigung durch optimale Fräsposition auch bei komplexen Bauteilgeometrien
- Erhöhte Reproduzierbarkeit durch automatisierte Abläufe
- Erweiterung und Anpassung der Anlage an individuellen Fertigungsbedarf



## 3.5 Palettierung – INSTAMAK

'15 - '16

### Problem

- Derzeit kommen bei der Abfüllung von Reparaturasphalten Eimer mit einem Fassungsvermögen von 20 bis 30 kg zum Einsatz. Im Anschluss an die Abfüllung werden diese durch einen Werker händisch von einem Förderband transportgerecht auf eine Palette sortiert.
- Bei der händischen Palettierung treten bei den Werkern hohe körperliche Belastungen auf und können gesundheitliche Schäden hervorrufen.
- Die Bereitstellung der Eimer erfolgt durch einen vorgelagerten händischen Arbeitsschritt diskontinuierlich und mit einer undefinierten Position.

### Lösung

- Einsatz eines Industrieroboters im Palettiermodus
- Nutzung eines Roboterprogramms, welches auf individuelle Eimerzufuhr sowie Eimerpalettierung abgestimmt ist

### Nutzen

- Erhöhung der Durchlaufmenge
- Minimierung der körperlichen Belastung
- Leichte Umrüstung auf unterschiedliche Eimerformate



## 3.6 Mobile Zerlegungszelle für Rotorblätter – MoZzeR

'15 - '18

### Problem

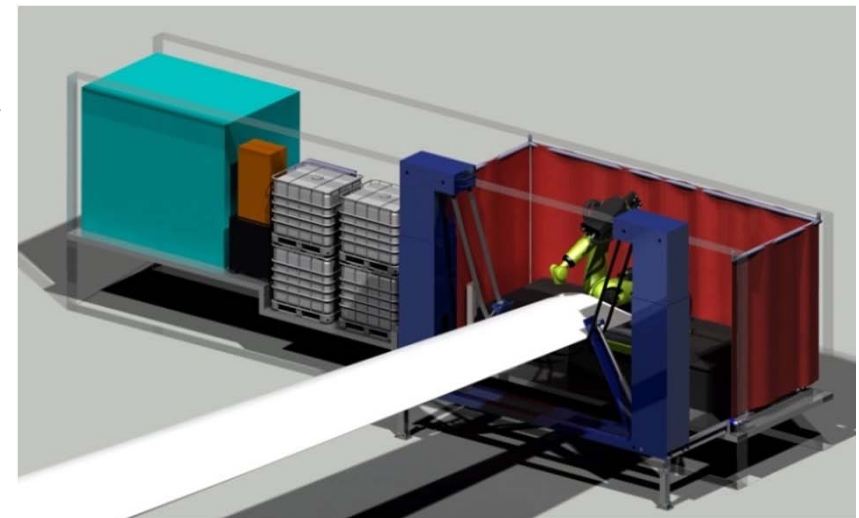
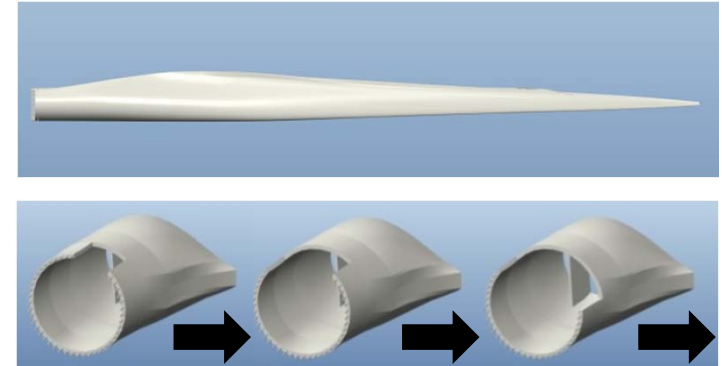
- Viele Windenergieanlagen der ersten Generation erreichen demnächst das Ende ihrer rund zwanzigjährigen Lebensdauer oder werden im Rahmen des Repowering vorzeitig durch neue, effizientere Windenergieanlagen ersetzt. Die Menge an zu entsorgendem Rotorblattmaterial steigt sich daher in den nächsten Jahren erheblich.
- Die konventionelle, stationäre Rotorblattzerlegung erfordert einen aufwendigen Transport ganzer Rotorblätter. Bei bisherigen Lösungen gelangen Materialfeinstaub und gesundheitsgefährdende Dämpfe in die Umwelt.

### Lösung

- Mobile Zerlegungszelle, die auf einen Sattelaufleger montiert ist
- Erfassung geometrischer Messdaten der Rotorblattoberflächenkontur
- Automatisiertes Zerlegen durch robotergeführte Wasserstrahlschneidtechnik

### Nutzen

- Durch einfachen Transport der automatisch vor Ort zerlegten Rotorblätter sowie dem Wegfall eines zusätzlichen Zerlegungsschrittes im stationären Sägewerk sinken die Entsorgungskosten
- Der Austritt von Materialfeinstaub und gesundheitsgefährdender Dämpfe wird aufgrund der Wasserstrahlschneidtechnik vermieden

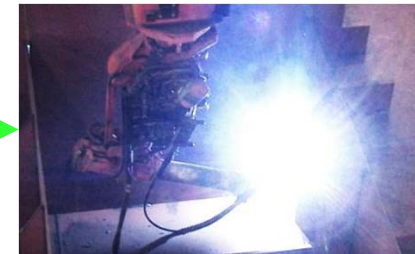
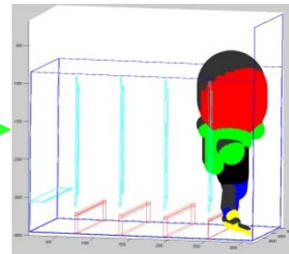
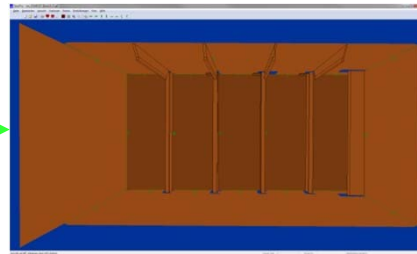
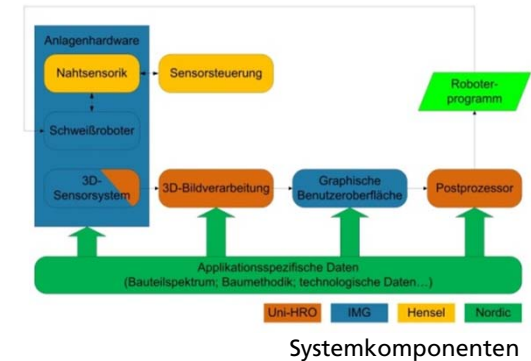


# 3.7 Sensorbasierte Roboterprogrammierung zur automatisierten Fertigung hoher orthogonaler Volumenstrukturen – SensPro (Inno-Profile)

'13 - '16

## Problem

- Konventionelle Roboterprogrammierung zur Fertigung stahlbaulicher Volumenstrukturen geringer Stückzahl ist gekennzeichnet durch hohen Zeitaufwand und die Notwendigkeit der Anpassung an die reale Lage der Bauteile in der Produktion und somit oft unwirtschaftlich.
- Im Bereich von Flachbaugruppen konnte eine automatisierte Roboterprogrammierung aufgrund von 3D-Sensordaten der Bauteile bereits verwirklicht werden.
- Aufgrund der großen Komplexität orthogonaler Volumenstrukturen und des hohen Kollisionsrisikos ist die Realisierung eines sensorbasierten Verfahrens zur Roboterprogrammierung im Bereich der Fertigung von Volumenstrukturen eine besondere Herausforderung.



## Lösung

- Dreidimensionale Erfassung der Bauteile auf der Produktionsanlage
- Automatische Verarbeitung der Sensordaten zur Ermittlung der Schweißnahtparameter
- Umwandlung der Nahtparameter in anlagenspezifische Roboterprogramme mit Kollisionsüberwachung
- Adaptive Anpassung der Roboterprogramme aufgrund der Daten eines intelligenten Nahtsensors

## Nutzen

- Herausbildung eines Forschungsprofils im Bereich der sensorbasierten Roboterprogrammierung
- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der maritimen Unternehmen durch den Einsatz innovativer Technologie

## 3.8 MACH-FLEX-FORM

'16 - '17

### Problem

- Die Ansprüche an Gebäudefassaden durch Architekten und Kunden steigen durch die Forderung nach immer komplexeren Formen.
- Derzeit unterliegt die FormEinstellung einem händischen Fertigungsprozess. Für die Herstellung müssen die Fassadenelemente gezielt thermisch erhitzt, unter Vakuum verformt und anschließend bearbeitet werden.
- Jedes Fassadenelement ist ein Unikat und erfordert ein hohes Maß an Genauigkeit.
- Die Reproduzierbarkeit ist abhängig von den Fähigkeiten des Werkers. Ein automatisiertes Formwerkzeug für die Herstellung von dreiaxsig gekrümmten Fassadenelementen ist nicht vorhanden.

### Lösung

- Mittels einer automatisierten Stempelvorrichtung kann die Geometrie für jedes vorstellbare Element schnell umgerüstet werden
- Die Geometrieübergabe erfolgt über eine Schnittstelle zwischen CAD-System und Stempelansteuerung

### Nutzen

- Reduzierung der Produktionszeit und schnellere Umrüstzeiten
- Realisierung einer reproduzierbaren Qualität und Erhöhung der Genauigkeit
- Minimierung der Fertigungsaufwände und der damit verbundenen Herstellungskosten
- Fassadenelemente mit komplexen Geometrien sowie größeren Dimensionen können hergestellt werden





# 3.9 Regelgeometriebasiertes Ist-Modell für den Innenausbau von Megayachten – IMoScan

'13 - '16

## Problem

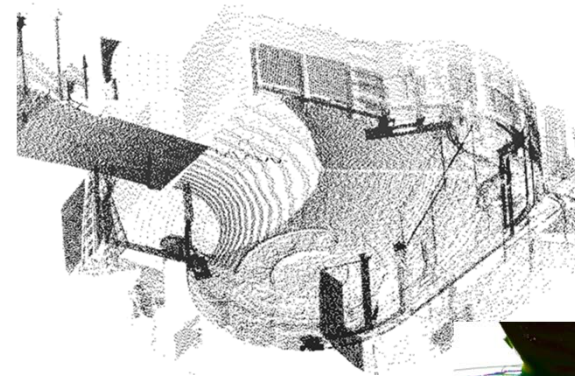
- Abweichungen im Stahlbau führen zu einem hohen Anteil an Nach- und Anpassarbeiten im Innenausbau.
- Ermittlung der notwendigen Aufmaße im Innenausbau ist zeitintensiv, redundant und fehleranfällig.
- Unterschiedliche Maßbezüge und fehlender Rücktransfer geometrischer Informationen führen zu erhöhten Aufwänden.

## Lösung

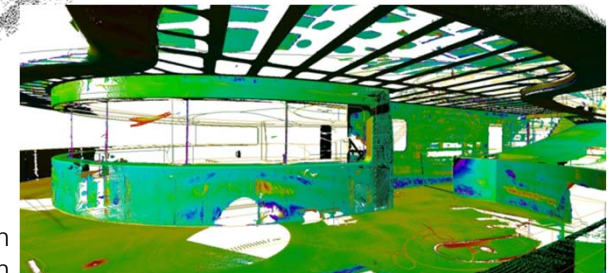
- Zentrale Datenerfassung mittels Laserscanner
- Entwicklung von Verfahren zur schnellen Referenzierung im Schiffskoordinatensystem
- Regelgeometriebasierte, automatisierte Aufmaßgenerierung auf Grundlage des CAD-Modells
- System zur mobilen Aufmaßdokumentation

## Nutzen

- Erfassung und digitale Bereitstellung von Ist-Fertigungsdaten
- Schaffung einer einheitlichen Datenbasis für den Innenausbau
- Beschleunigung der Aufnahme, Auswertung und Dokumentation
- Erhöhung der Produktivität im Innenausbau



Datenbasis  
3D-Punktwolke



Überlagerung von  
Ist- und Soll-  
daten

Aufmaßgenerierung  
im Innenausbau

Beispielhaftes Anwendungsspektrum für den Innenraum einer Yacht

Überprüfung des Grundrisses	Maße von Tür-/ Fensterrahmen	Position und Größe von Einbaurahmen (siehe Foto)	Bestimmung von Höhen für den Fußbodenausgleich

# 3.10 3D-Erfassung und Überwachung von Unterwassergroßstrukturen – DeepInspect (Interne Vorlaufforschung der FhG)

'15 - '17

## Problem

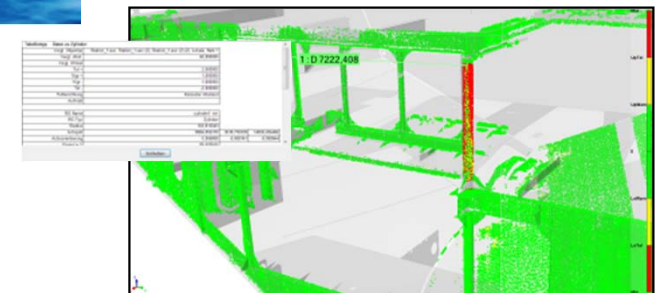
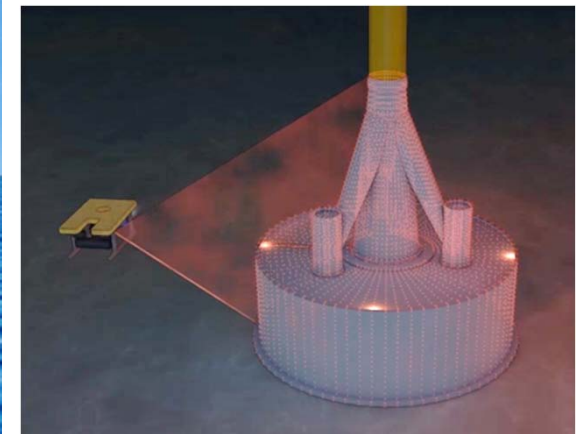
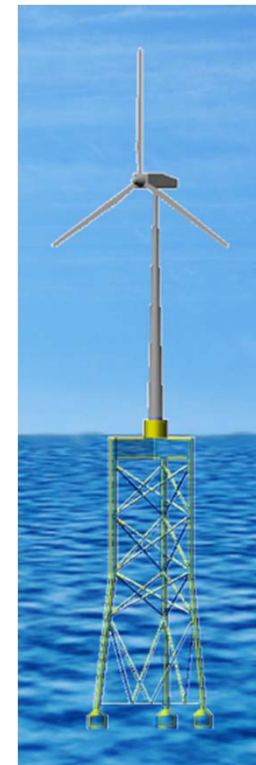
- Offshore-Anlagen, Staudämme und andere Unterwasserstrukturen werden derzeit noch hauptsächlich visuell bzw. manuell durch den Einsatz von Tauchern überprüft.
- Für geometrische Überwachung und Verformungsanalysen, wie sie im Überwasserbereich Stand der Technik sind, sind die vorhandenen Sensoren auf Sonarbasis wegen der unzureichenden Genauigkeit, Auflösung, Geschwindigkeit und Datenqualität nicht ausreichend.

## Lösung

- Entwicklung von laserbasierten Scansystemen für den Unterwasserbereich
- Kombination von Sensor und Auswerteeinheit zu einem automatisierten Inspektionssystem
- Anforderungsspezifische Automatisierung der Datenauswertung

## Nutzen

- Zuverlässige und präzise Datenerfassung für Unterwassergroßstrukturen
- Möglichkeit der regelmäßigen objektiven Prüfung und Überwachung im Offshorebereich
- Reduzierung des Aufwandes sowie der Kosten für Unterwasserinspektionen



# 3.11 Exakte und schnelle Geometrieerfassung sowie Datenauswertung von Schiffsoberflächen für effiziente Beschichtungsprozesse – FINISH

'16 - '19

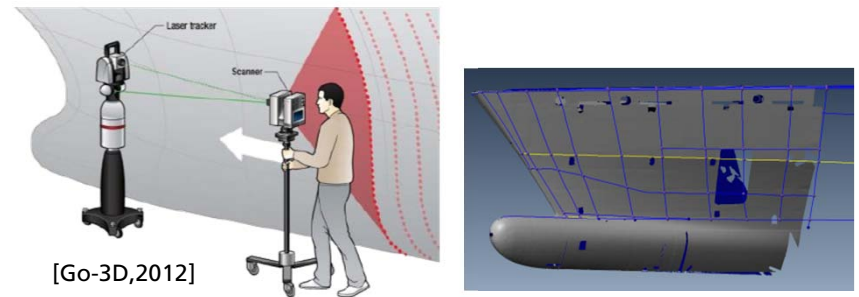
## Problem

- Extrem hohe Qualitätsanforderungen an die sichtbaren Lackoberflächen von Yachten im Überwasserbereich
- Vorhandene Methoden zur Steuerung der Spachtelarbeiten für große Yachten nicht effizient genug
- Die Spachtelvorhersage auf Basis von Scandaten erfolgt durch eine manuelles Glätten der Daten und ist subjektiv sowie unzureichend reproduzierbar



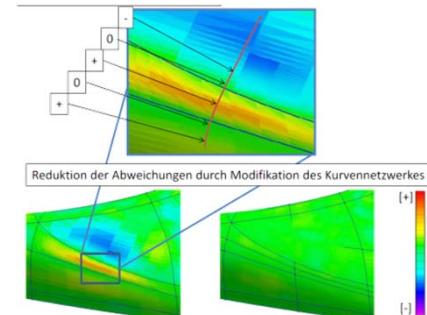
## Lösung

- Wesentliche Beschleunigung der Geometrieerfassung durch den Einsatz kinematischer Scanmethoden
- Entwicklung von Algorithmen zur automatisierten, reproduzierbaren Generierung optisch strakender Flächen unter Berücksichtigung aller relevanten Optimierungsparameter
- Entwicklung von Kriterien zur Qualitätsbeurteilung der erzeugten Flächen unter optischen Gesichtspunkten



## Nutzen

- Beschleunigung des Beschichtungsprozesses im Yachtbau
- Anwendung der Spachtelvorhersage auch für komplexe Bereiche zur Vorfertigung von Einbauteilen
- Qualitative Bewertung der Spachtelschicht und der Konturverläufe
- Vermeidung von Nacharbeiten und Zusatzkosten



# 3.12 Developing Smart Technologies for Productivity Improvement of European Small and Medium Sized Shipyards – SMARTYards

'13 - '16

## Problem

- Werften kleiner und mittlerer Größe haben oftmals einen Wettbewerbsnachteil gegenüber größeren Werften.
- Gründe dafür sind:
  - Begrenzte finanzielle Möglichkeiten
  - Weniger spezialisiertes Personal
  - Ältere Werftausrüstung (Kräne, Hallen...)
  - Unwirtschaftliche Produktion
  - Schwieriger Zugriff auf Informations- und Kooperationsnetzwerke

## Lösung

- Optimierung vorhandener Ressourcen/Bereiche mithilfe technologieführender Unternehmen
- Erstellung von Designkatalogen für ausgewählte Technologieideen zum Wissenstransfer und zur prototypischen Umsetzung
- Fraunhofer AGP unterstützt als einer der führenden Technologieträger die Bereiche geometrische Qualitätskontrolle, Messtechnik im Umformprozess und Fertigungstechnik

## Nutzen

- Wissenstransfer zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Werften in Europa
- Erhöhung der Produktivität und Effizienz in den Produktionsprozessen der Werften



### Bending assisted by 3D-Laser scanner

**Installation of the 3D – Laser scanner**

- Integration of the Scanner into the bending workspace
- Scanning without moving the plate away from the bending workspace

**Recording the plate as a point cloud**

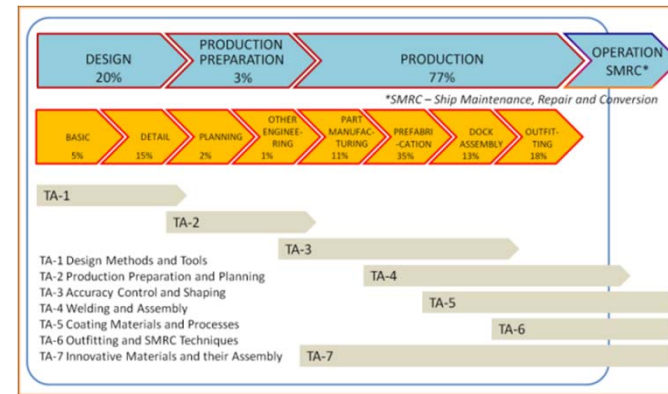
- A line-of-sight between the scanner and the plate must be given
- The scanner and the plate have to be stable over the measuring process

**Analysis of the measurement data**

- Referencing the data to the CAD-data
- Comparison of the actual shape and the target shape
- Visualization of the result as a false colour image

Grundlagen zur Erstellung des Designkatalogs im Bereich Umformung

Measurement task definition				1.1 B
production level (in general)	single plate			
production level corresponding the matrix	1:1			
production variation corresponding the matrix	B			
	measurement task (short description)	measurement instrument	notes for execution	
	measurement of the length of the plate in x- and y-direction and the position of marks in x-direction	recommended instrument: measuring tape	plate has to be embedded properly for the measurement without sag - the lengths in both direction have to be measured on two positions	
Schematic diagram:				
				tolerances: length in x-direction: at length in y-direction: at position of marks: ±t



Technologieareas des SMARTYards Projekts

Grundlagen zur Erstellung des Designkatalogs im Bereich Genauigkeitskontrolle

# 3.13 Entwicklung eines Auswertesystems zur geometrischen Überwachung von Unterwasserstrukturen – OWS M-V

'16 – '19

## Problem

- Messsysteme und Messmethoden zur Bestimmung von geometrischen Beziehungen nur eingeschränkt auf den Unterwasserbereich übertragbar
- Äußere Umweltbedingungen führen zu einer Verschlechterung der Genauigkeit und Präzision von geometrischen Informationen der eingesetzten Sensoren

## Lösung

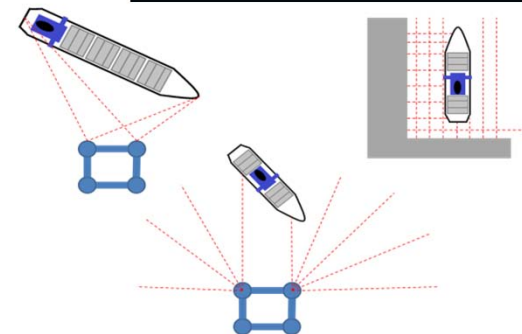
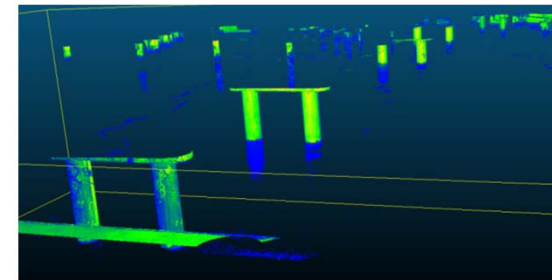
- Analyse der Anwendungsfälle und Anforderungen messtechnisch zu erfassender geometrischer Größen im Offshorebereich
- Ableitung der Anforderung an die zu entwickelnden Erfassungs- und Auswertesysteme auf Laserbasis hinsichtlich Messvolumen, Messgeschwindigkeit und Genauigkeit
- Entwicklung von Auswerteverfahren und –methoden für dynamische und statische Anwendungsfälle

## Nutzen

- Geometrische Erfassung von Großstrukturen im Unterwasserbereich
- Bereitstellung von Verfahren zur Erfassung, Bearbeitung, Analyse und Auswertung von geometrischen Informationen unter Wasser mit ausreichenden Genauigkeit und Geschwindigkeit
- Systeme zur präzisen Positionierung von Objekten im Offshorebereich



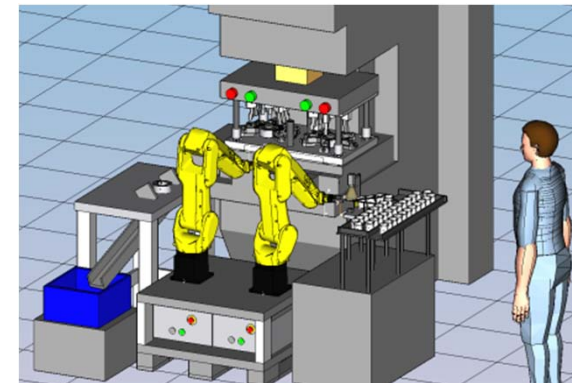
Offshore  
Wind  
Solutions  
Mecklenburg  
Vorpommern



## 4 Arbeitsbereich: Organisationstechnik

---

- Die Unternehmens- und Produktionsorganisation erarbeitet ganzheitliche Lösungen für die Gestaltung effizienter und flexibler Produktionssysteme, schwerpunktmäßig für Großstrukturen.
- Dabei erfolgt eine Konzentration auf die Entwicklung von IT-Lösungen für die Planung und Steuerung der Produktion komplexer Unikate (Industrie 4.0).
- Zur Unterstützung der Mitarbeiter in der Produktion werden spezielle Assistenzsysteme entwickelt, um auch vor dem Hintergrund des sich abzeichnenden demografischen Wandels rechnerunterstützte und ergonomische Arbeitsabläufe zu realisieren.
- Zunehmend nachgefragt werden Produktivitätsstudien im Schiffbau. Es gilt, den Anteil der produktiven Tätigkeiten mit Instrumenten von Industrie 4.0 deutlich zu erhöhen.



# 4.1 Entwicklung eines intelligenten Arbeitstisches für die Montage großer Bauteile – ERGOTAB

'13 - '16

## Problem

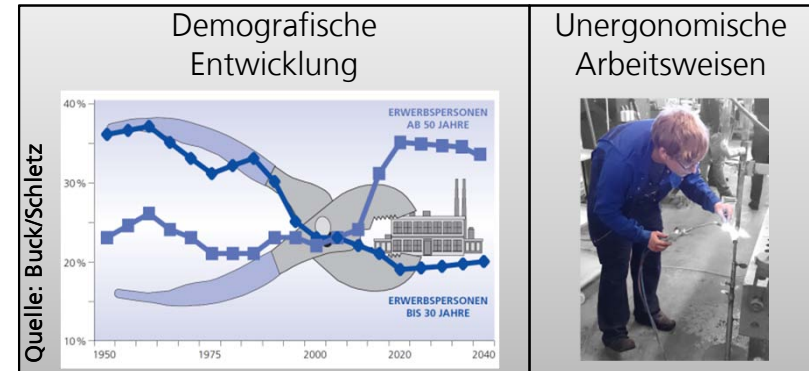
- Der demografische Wandel führt zu einer alternden Belegschaft in produzierenden Unternehmen.
- Unternehmen, die größere Bauteile manuell montieren lassen, müssen ein höheres Durchschnittsalter besonders berücksichtigen, da während der Montage ungünstige Körperhaltungen nur schwer zu vermeiden sind.
- Bisherige Arbeitsplatzsysteme lassen für große Bauteile nur ein geringes Maß an intelligenter Adaptivität zu. Dies führt zu ungünstigen Körperhaltungen und somit unnötigen Belastungssituationen für die Mitarbeiter.

## Lösung

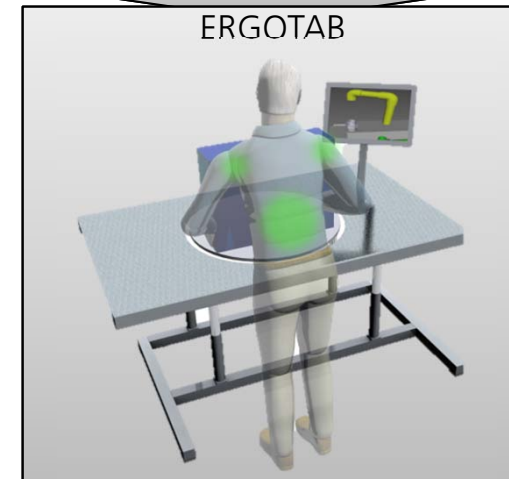
- Entwicklung neuartiger kinematischer Konzepte für adaptive Arbeitstische zur Unterstützung der Mitarbeiter während des Montageprozesses
- Erarbeitung intelligenter Bedienelemente für die Ansteuerung der Kinematik
- Informationstechnischer Support des Arbeiters während des Montageprozesses
- Zusammenführung der Teilkomponenten zu einem neuen System für altersgerechte Arbeitsplätze

## Nutzen

- Reduktion der Belastung durch ergonomisch korrekte Arbeitsweisen durch Manipulation des ErgoTabs
- Ganzheitliche Informationsbereitstellung durch virtuelle Fertigungsanweisungen



Entwicklung eines ergonomischen Arbeitsplatzsystems für große Bauteile



## 4.2 Innovatives Schiffsrecycling

'14 - '15

### Problem

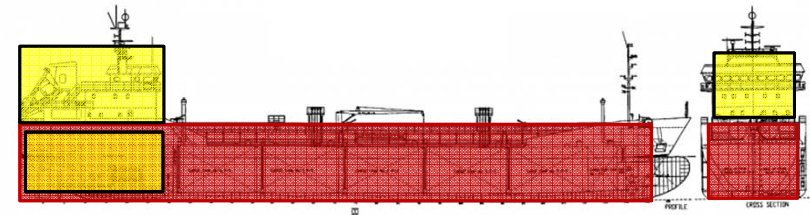
- Die Mitarbeiter des Schiffsrecyclings arbeiten derzeit unter sehr schlechten Arbeitsbedingungen; der Technologieeinsatz zur Unterstützung der Mitarbeiter ist sehr rudimentär.
- Es erfolgt keine geregelte Berücksichtigung von Gefahrenstoffen.
- Aufgrund der Richtlinien der IMO wird sich dieser Industriezweig jedoch in den kommenden Jahren stark wandeln, wofür geeignete Strukturen vorbereitet werden müssen.

### Lösung

- Erarbeitung von Technologien zur Teilautomatisierung von Demontageprozessen
- Erarbeitung von Prozessabläufen und Produktionsstrukturen zur effizienten Demontage von Schiffen
- Entwicklung von Konzepten zur integrierten Gefahrstoffbehandlung
- Verarbeitung und Bewertung der Konzepte mithilfe der Materialflusssimulation

### Nutzen

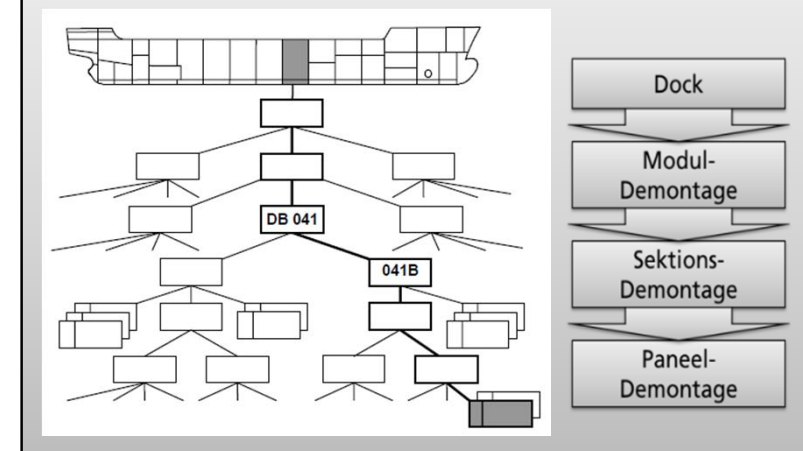
- Reduktion der Belastung der Mitarbeiter im Schiffsrecyclingprozess und Gewährleistung menschengerechter Arbeitsbedingungen
- Umsetzung eines planbaren, kosteneffizienten Recyclingprozesses durch den Einsatz innovativer Technologien



Innovative  
Technologien

Effiziente  
Abläufe

### Zukunftsfähiger Schiffsrecyclingprozess





## 4.3 Studie zur Entwicklung ergonomischer Handhabungsgeräte für den Batteriewechsel von AGVs

'14 - '15

### Problem

- Der Batteriewechsel an den automatisch geführten Fahrzeugen (AGV) erfolgt derzeit ausschließlich manuell.
- Aufgrund des hohen Batteriegewichts und der schlechten Zugänglichkeit treten ungünstige Körperhaltungen und somit erhöhte Belastungen der Mitarbeiter auf.

### Lösung

- Analyse und Bewertung der Handhabungsprozesse unter ergonomischen und organisatorischen Gesichtspunkten
- Entwicklung eines adaptiven ergonomischen Handhabungssystems für die gegebenen geometrischen und umwelt-technischen Rahmenbedingungen zur Unterstützung des Personals beim Wechseln der Batterien

### Nutzen

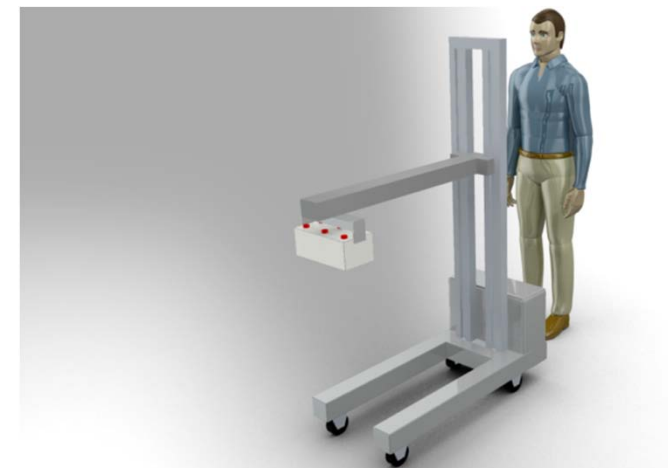
- Durch das ergonomische Handhabungssystem können ungünstige Körperhaltungen vermieden und die Belastung der Mitarbeiter reduziert werden.
- Die Mitarbeiter werden räumlich von den Gefahren beim Batteriewechsel (Spannungsbrücken, Säureaustritt) getrennt.



AGV und Batteriekasten im Containerterminal Hafen Hamburg



Lösungsansatz: Entwicklung eines variablen Handhabungssystems für einen ergonomisch günstigen und lastmindernden Batteriewechsel



## 4.4 Neue Generation von Fertigungsleitsystemen

'14 - '15

### Problem

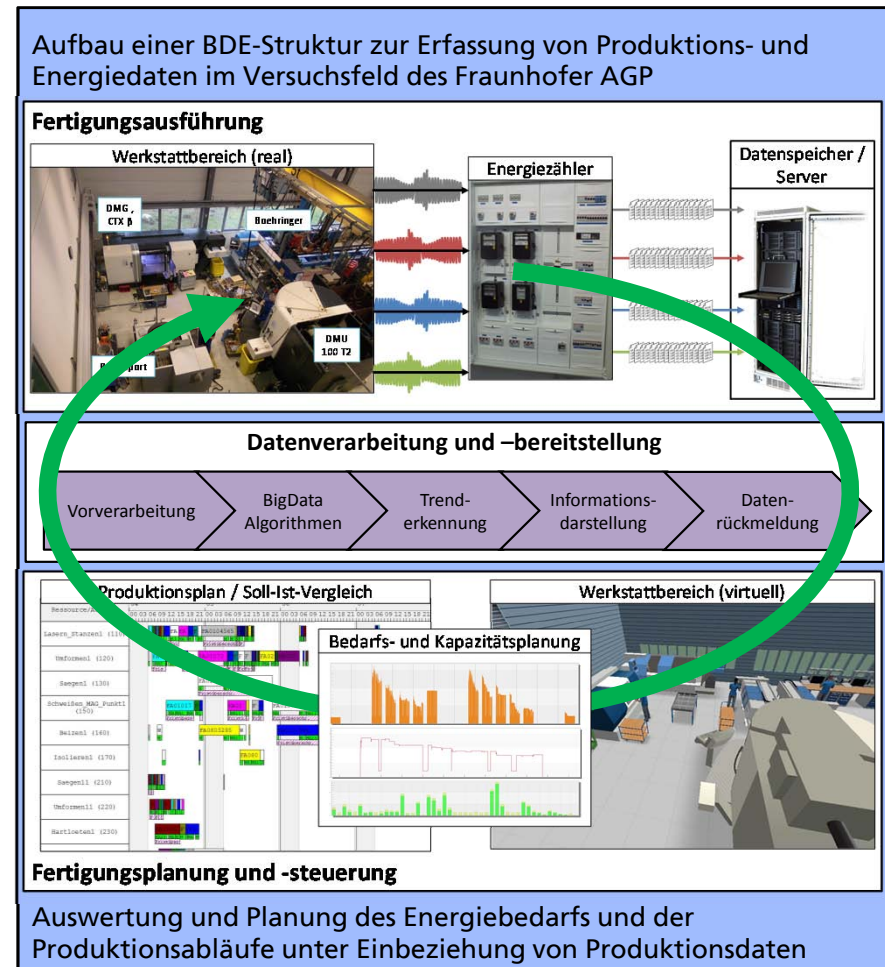
- Die Entwicklungen im Kontext der Industrie 4.0 zeigen, dass die Beherrschung der Vielfalt, Menge und Geschwindigkeit von Datenströmen eine große Herausforderung darstellt.
- Bisherige Fertigungsleitsysteme sind nicht in der Lage, die Gesamtheit der in der Produktion generierten Daten zur Optimierung der PPS zu verwenden.

### Lösung

- Entwicklung einer neuen Generation von Fertigungsleitsystemen
- Integration zusätzlicher Zielaspekte in Planungsalgorithmen von Fertigungsleitsystemen am Beispiel von Energiedaten

### Nutzen

- Technische Durchführbarkeitsstudie zur Bestätigung der Machbarkeit und Schnittstellengenerierung
- Effiziente Nutzung zunehmend erhöhter Datenmengen mit hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten (Echtzeit) im produzierenden Gewerbe
- Ganzheitliche Optimierung von Produktionsprozessen
- Verwendung der Daten und Ergebnisse im Rahmen des Energiemanagements im Sinne des EEG und der ISO 50001



## 4.5 Simulationsstudie zur Roboterlackieranlage für das neue Rotorblatt NR65.5

'15

### Problem

- Einführung einer neuen Generation von Rotorblättern vom Typ NR65.5
- Automatisierte Lackieranlage bei Nordex bisher nur für Rotorblatttyp NR58.5 ausgelegt
- Nachweis der Machbarkeit für neuen Rotorblatttyp mit Länge von 65,5 m erforderlich (Erreichbarkeiten, Kollisionsfreiheit, Positionierung)

### Lösung

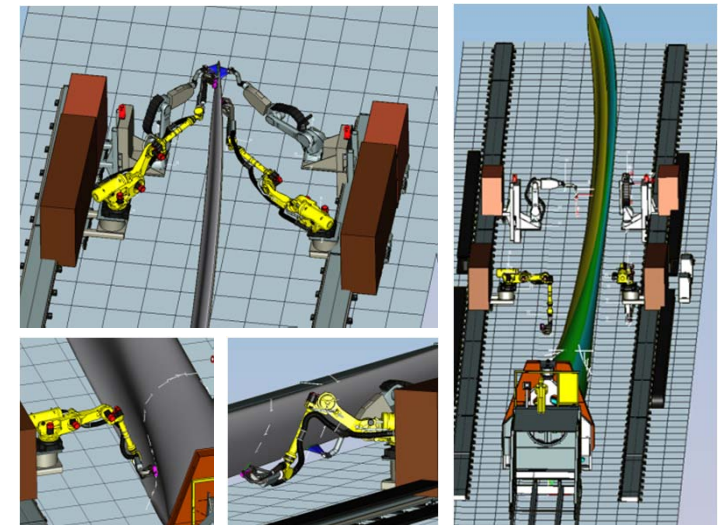
- 3D-Simulationsstudie zum Nachweis der Erreichbarkeit und Kollisionsfreiheit
- Ermittlung der optimalen Positionierung und Ausrichtung des Rotorblattes in der Lackierzelle
- Ableitung notwendiger Umbaumaßnahmen (Achsverlängerungen, Endschalter, etc.)
- Ableitung notwendiger Anpassungen der Rotorblattaufnahme

### Nutzen

- Frühzeitige virtuelle Absicherung der Machbarkeit
- Entscheidungsgrundlage für Einführung des NR65.5 und einzuleitende Umbaumaßnahmen
- Zeit- und Kostenreduktion im Planungs- und Inbetriebnahmeprozess



Quelle: [www.nordex-online.com](http://www.nordex-online.com)



## 4.6 Ergonomische Leitwarte 4.0

'15 - '16

### Problem

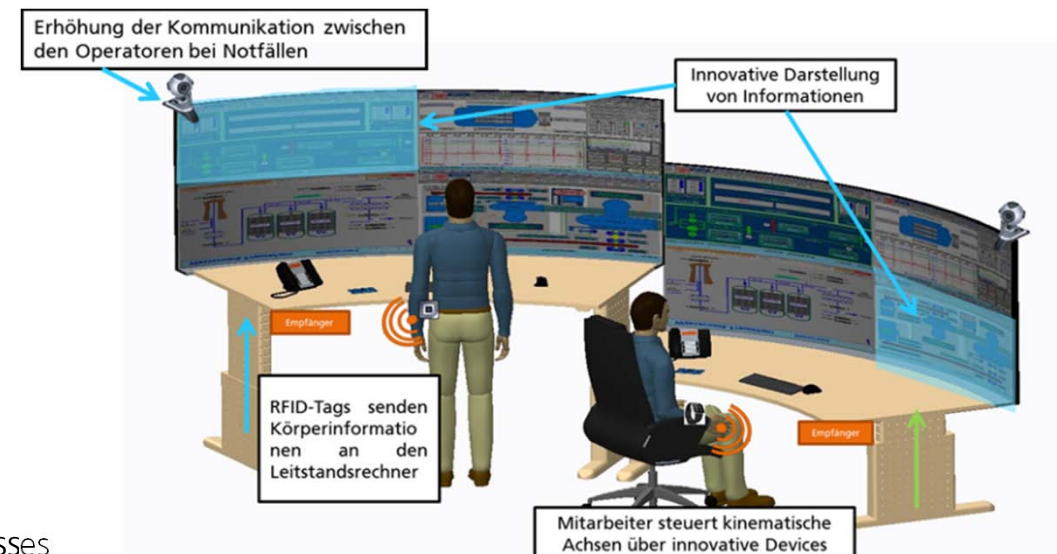
- Hoher physischer und psychischer Stress durch statische Arbeitsprozesse und hohen Störschallpegel in Leitwarten
- Ungenügende Adaptionsmöglichkeiten bestehender Leitwartentische an den Benutzer
- Unzureichende Berücksichtigung arbeitsschutzrechtlicher Verordnungen

### Lösung

- Analyse der Arbeitsplatzgestaltung auf physische und psychische Belastungen des Mitarbeiters
- Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Materialpaarungen auf das Absorptionsvermögen gegen Störschall
- Entwicklung intelligenter Kinematiken zur Erhöhung der Ergonomie und Dynamisierung der Körperhaltung
- Entwicklung neuartiger Interaktionsmöglichkeiten zwischen Benutzer und Leitwarte

### Nutzen

- Dynamisierung der Körperhaltung während des Arbeitsprozesses
- Reduktion der physischen und psychischen Belastungen der Benutzer durch Optimierung der Ergonomie
- Reduktion des Störschalls
- Schaffung eines alters- und altersgerechten Arbeitsplatzes



## 4.7 Flexibel automatisierte Bestückung von Stanz- und Tiefziehpressen

'15 - '17

### Problem

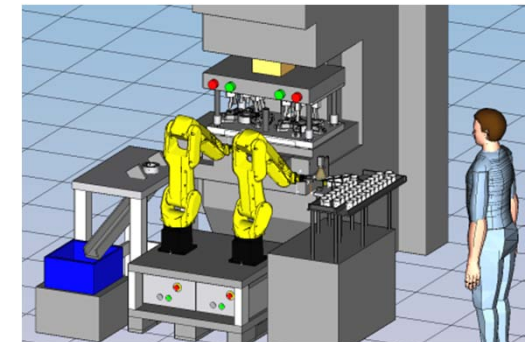
- Mehrere manuell bediente Stanz- und Tiefziehpressen
- Teilebearbeitung erfolgt in mehreren Schritten auf einer oder mehreren Arbeitsstationen
- Kurzfristige Kapazitätsschwankungen, wie Personalausfall oder zusätzliche Aufträge, erfordern kostenintensive Pufferlagerung, um Lieferfähigkeit zu gewährleisten
- Belastung der Mitarbeiter durch sich wiederholende, monotone Tätigkeiten
- Demografischer Wandel führt zu älteren Mitarbeitern und Fachkräftemangel

### Lösung

- Flexible Automatisierung von manuellen Arbeitsplätzen durch den Einsatz kooperierender Industrie-Robotersysteme
- Robotersystem durch mobile Plattform im gesamten Maschinenpark einsetzbar
- Integration intelligenter Sensorsysteme zum flexiblen Einsatz, Minimierung der Rüstzeitaufwände und Gewährleistung der Sicherheit der Werkers

### Nutzen

- Ausgleich kurzfristiger Kapazitätsschwankungen durch flexible Automatisierung
  - Substitution von kurzfristigen Personalausfällen
  - Abarbeitung zusätzlicher Aufträge
- Reduzierung von Mehrarbeit und kostenintensiver Pufferlagerung
- Entlastung der Arbeitskräfte bei sich wiederholenden monotonen Arbeiten



## 4.8 Entwicklung Balancer FLINT

'15 - '16

### Problem

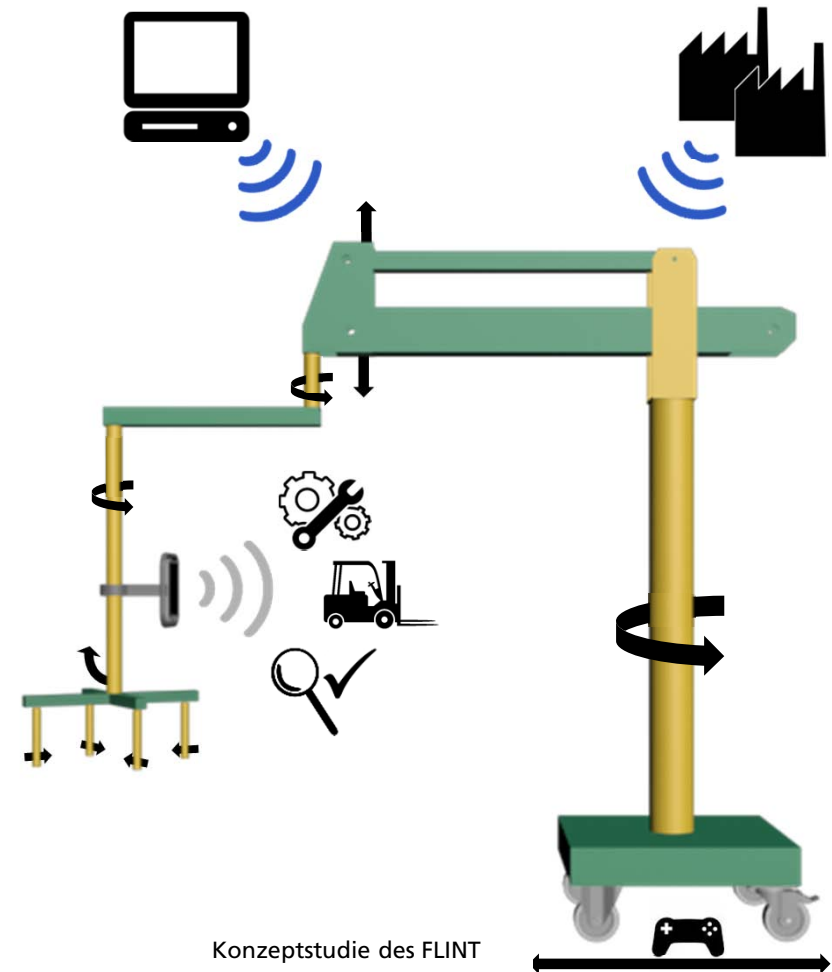
- Demografischer Wandel bedingt die Notwendigkeit ergonomischer Prozessgestaltung
- Steigende Variantenvielfalt im produzierenden Gewerbe macht flexible Systemlösungen notwendig
- Leitgedanken der Industrie 4.0 (Big Data, Internet der Dinge etc.) in vielen Produktionsbereichen bisher ungenügend etabliert

### Lösung

- Konzept eines **flexiblen** und **intelligenten** Handhabungsmanipulators
- Anpassungsfähiges Greifsystem zum Abdecken eines großen Spektrums verschiedenster Bauteilgeometrien
- Hohes Maß an Mobilität durch integriertes Fahrwerk
- IT-Schnittstellen zur Vernetzung des Balancers mit dem ERP-System
- Flächendeckende Einsatzbereitschaft durch elektrischer Strom als Energiemedium

### Nutzen

- Ergonomische Optimierung einer Vielzahl von Prozessschritten
- Geringere Anzahl von verschiedenen Manipulatoren nötig
- Kein aufwändiger Greiferwechsel notwendig
- Generierung und Nutzbarmachen von Produktionsdaten



# 4.9 Mobile Datenerfassung

'15 - '16

## Problem

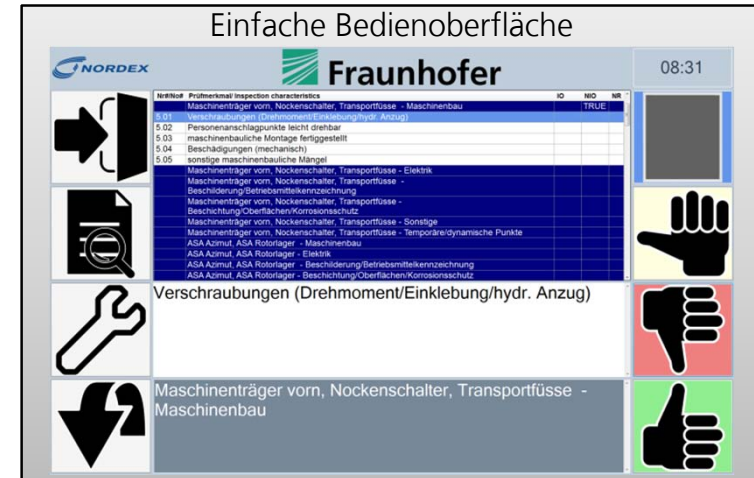
- Prüfungen der Systeme einer Windkraftanlage finden derzeit ausschließlich papiergebunden statt.
- Bei der Überführung der analogen Daten in digitale Medien entsteht ein enormer zeitlicher und arbeitsintensiver Mehraufwand.
- Neben der Erhöhung von Fehlerpotentialen durch vorhandene Medienbrüche kann es zu Verzögerungen bei der Bearbeitung der festgestellten Mängel am Produkt kommen.

## Lösung

- Entwicklung einer grafischen Benutzeroberfläche zur Erstellung eines digitalen Prüfprotokolls.
- Optimierung der Anwendung für mobile Endgeräte.
- Verwendung von Endgeräten, die den Anforderungen des Industriestandards entsprechen.

## Nutzen

- Vermeidung von Medienbrüchen, die zu einer Senkung des Fehlerpotentials bei der Datenaufnahme führen
- Hilfestellung bei der Erstellung des digitalen Protokolls durch eine einfache und geführte Bedienung der grafischen Oberfläche



# 4.10 Materialflussstudie zur Unterstützung einer Werkserweiterung

'16

## Problem

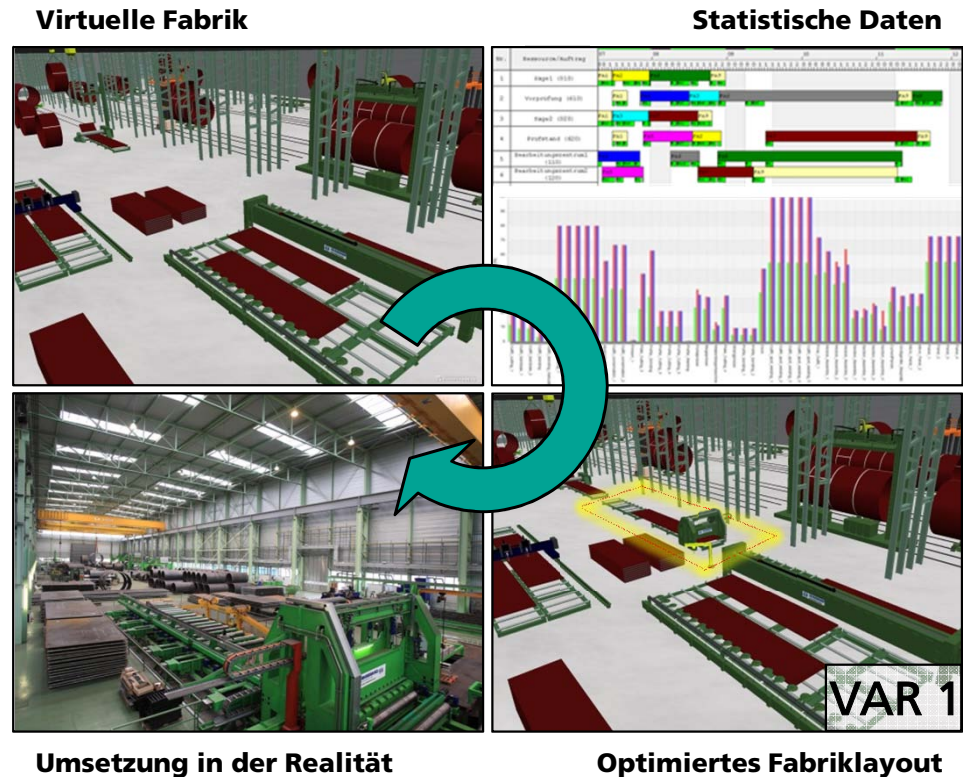
- Zwei verschiedene Konzepte zur Umstrukturierung der bestehenden Produktion
- Hohes Investitionsvolumen
- Herrschende Unsicherheit darüber, welches Konzept das überlegene ist

## Lösung

- Modellierung der beiden Produktionssysteme in Form einer virtuellen Fabrik
- Ganzheitliche Simulation des Materialflusses beider Alternativen
- Durchschleusen verschiedener Produktionsprogramme durch das Produktionssystem
- Generierung einer umfangreichen Datengrundlage

## Nutzen

- Vermeiden von Planungsfehlern durch Auswertung gezielt erhobener und fundierter Daten
- Bereitstellung qualitativer Informationen für die Managementebene
- Absichern der Investitionsentscheidung





# 5 Arbeitsbereich: Akkreditiertes Prüflabor, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

---

Um den hohen Qualitätsanforderungen aus Forschung und Wirtschaft zu entsprechen, wurde unser Prüflabor im Jahr 2009 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die deutsche Akkreditierungsstelle DAkkS akkreditiert. Das Prüfportfolio wird ständig erweitert und umfasst derzeit folgende Versuche:

## 1. Mechanisch-technologische Prüfungen an Grundmaterialien, Schweiß- und Klebverbindungen sowie mechanisch gefügten Verbindungen von Kleinproben und Bauteilen aus Metall und Kunststoff

- Zugversuche
- Dauerschwingversuche
- 3-Punkt-Biegeversuche
- Mechanisch gefügte Verbindungen: Haftreibungszahl, Querkraft- und Längszugtragfähigkeit, Anzieh-, Drehmoment- und Vorspannkraftverhalten, Schwingfestigkeit
- Klebverbindungen und Klebstoffe: statisch und schwingend, ein- und mehrschnittige Verbindungen, Raupenschälversuch
- Kerbschlagbiegeversuch
- Härteprüfung nach Vickers

## 2. Dichtheitsprüfung mittels Heliumlecktest

- Behälterprüfungen
- Lecksuche
- Verbindungsprüfungen

## 3. Korrosionsprüfung

- Kraftfahrzeuglackierungen (VDA)
- Beschichtungssysteme für Stahlbauten (ISO 12944-6, ISO 20340)

## 4. Chemisch-physikalische Prüfungen

- Kalzinierung von Faserverbundwerkstoffen
- Funkenemissionsspektrometrie von Metallen

## 5. ÜZ-Stelle

- Fremdüberwachung von Herstellwerken
- Zertifizierung von Bauprodukten/-arten

## 5.1 Mechanisch-technologische Prüfungen: Zugversuche

**Zugversuche** von Metallen, Kunststoffen sowie faserverstärkten Kunststoffen:

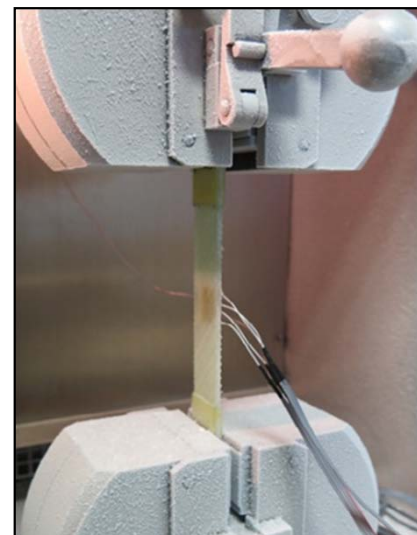
- Kraftbereich: 0,1 ... 1000 kN
- Temperaturbereich: -170 ... 200°C

Prüfung nach:

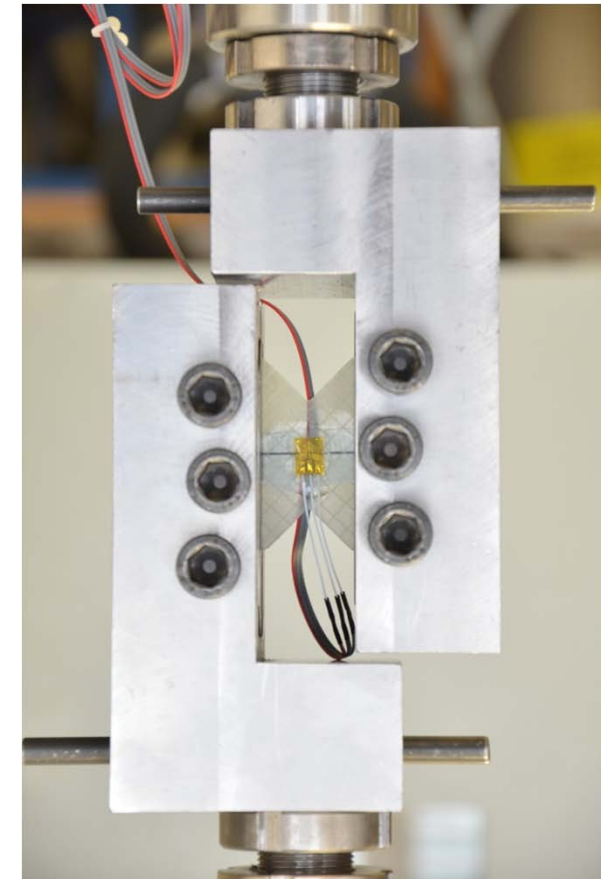
- DIN EN ISO 527-1-5
- DIN EN ISO 14125
- DIN EN ISO 14126
- DIN EN ISO 6892-1,3
- GL 2008
- ASTM D7078
- uvm.

Prüfmaschinen:

- Zwick/Roell Z400E
- Zwick/Roell Z50
- Zwick/Roell HB 1000



Scherfestigkeitsversuch an GFK-Proben



## 5.2 Mechanisch-technologische Prüfungen: Dauerschwingversuche

**Dauerschwingversuche** zur Ermittlung der Lebensdauer und Bestimmung dynamischer Kennwerte:

- Kraftbereich: 0,1 ... 1000 kN

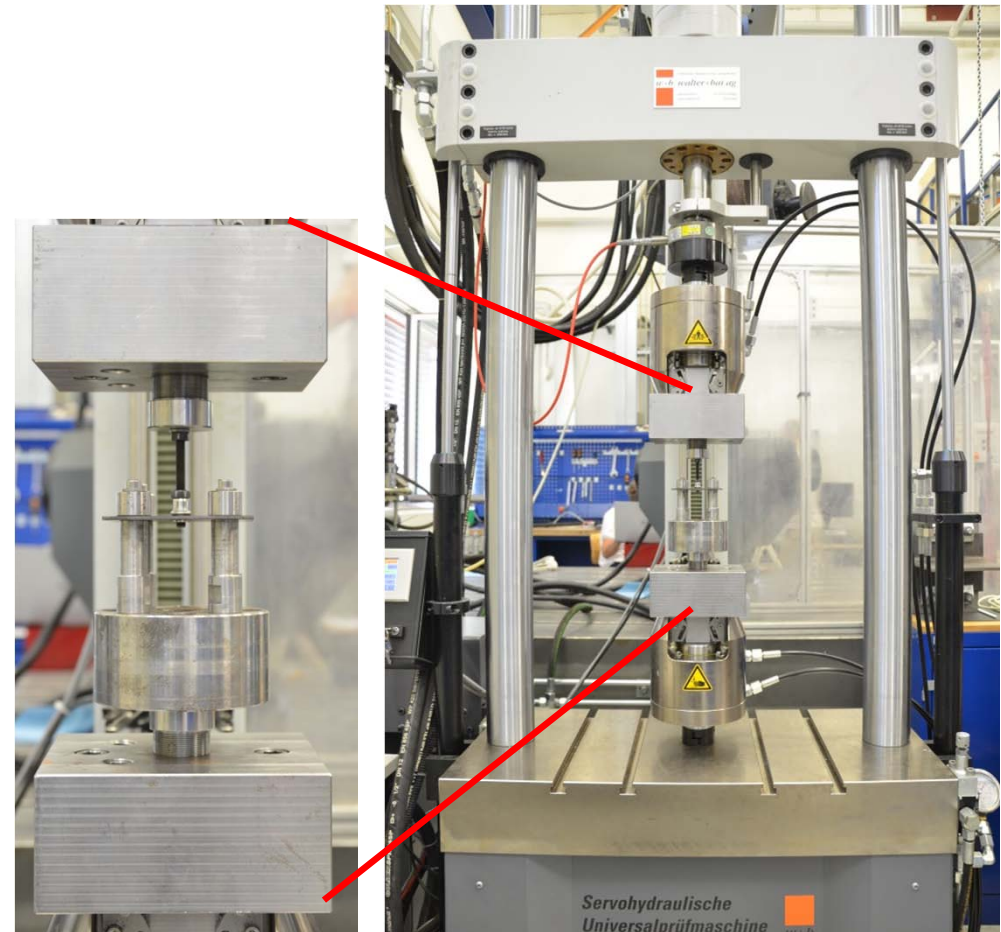
Prüfung nach:

- DIN 50100
- DIN EN ISO 12737
- HV 1.5-01
- uvm.

Prüfmaschinen:

- Hochfrequenzpulsator Zwick/Roell HFP 5100
- Servohydraulische Prüfmaschine Zwick/Roell HB 1000
- Pneumatikpulsator SINCOTEC 6kN + 10kN
- Powerswing 100kN
- Walter&Bai LFV 63kN

Dauerschwingversuch an Blindnietmuttern



## 5.3 Mechanisch-technologische Prüfungen: 3- und 4-Punkt-Biegeversuche

3- und 4-Punkt-Biegeversuche zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Groß- und Kleinstrukturen:

- Kraftbereich: 0,1 ... 1000 kN

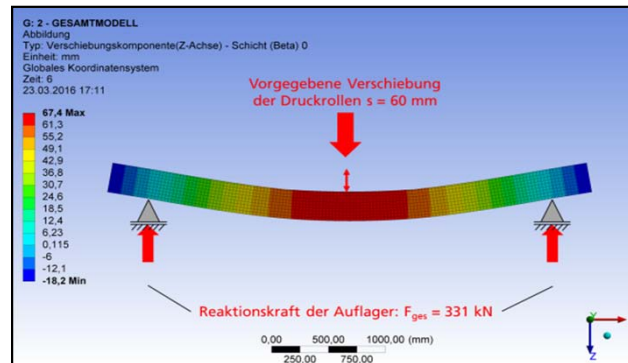
Prüfung nach:

- DIN 50100
- DIN EN ISO 12737
- HV 1.5-01
- uvm.

Prüfmaschinen:

- Hochfrequenzpulsator Zwick/Roell HFP 5100
- Zwick/Roell Z400E
- Powerswing 100kN
- Walter&Bai LFV 63kN
- uvm.

4-Punkt-Biegeversuch an einer GFK-Großstruktur



## 5.4 Mechanisch-technologische Prüfungen: Prüfung von mechanisch gefügten Verbindungen

Prüfung von mechanisch gefügten Verbindungen, bspw. mit Schließringbolzen und Blindnieten:

- Kraftbereich: 0,1 ... 1000 kN

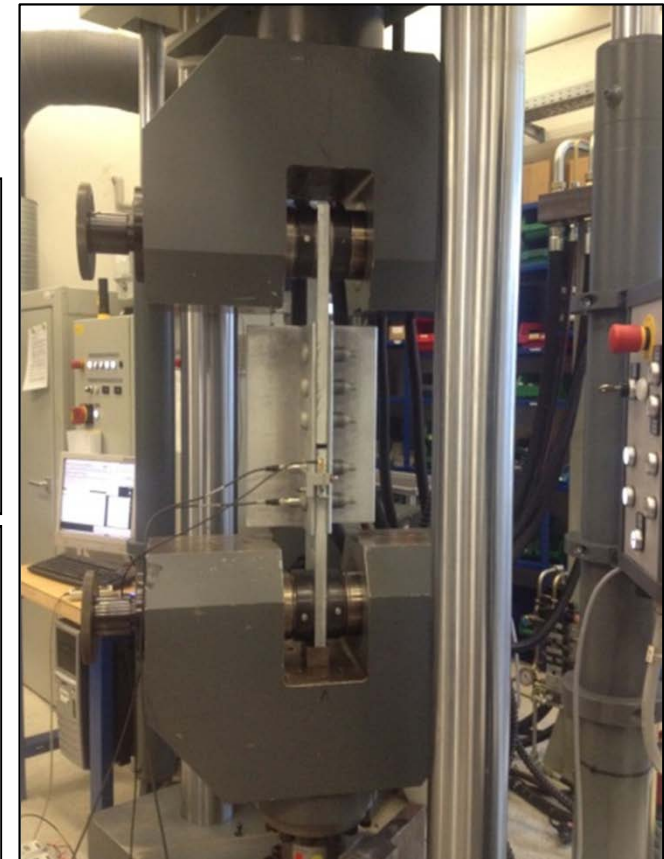
Prüfung nach:

- Haftreibungszahl nach DIN EN 1090-2
- Blindnieten nach DIN EN ISO 14589
- Drehmoment/Vorspannkraft nach DIN EN ISO 16047
- uvm.

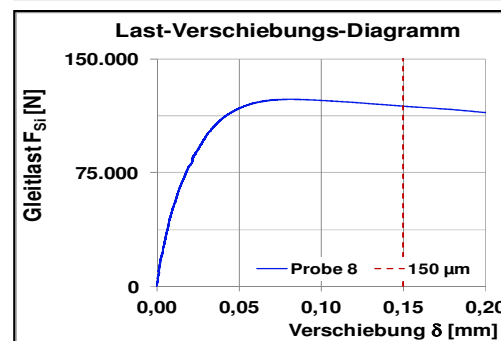
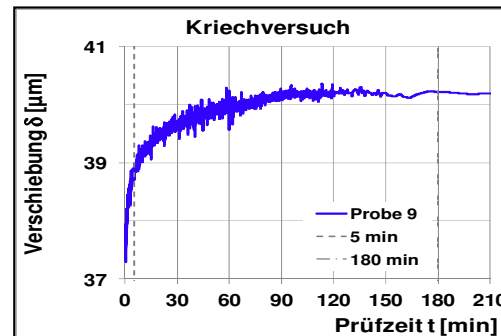
Prüfmaschinen:

- Hochfrequenzpulsator  
Zwick/Roell HFP 5100
- Servohydraulische Prüfmaschine  
Zwick/Roell HB 1000
- Zwick/Roell Z400E
- Powerswing 100kN
- Walter&Bai LfV 63kN

Zwick/Roell HB 1000



Erweiterte Kriechprüfung und  
Gleitlastversuch



## 5.5 Mechanisch-technologische Prüfungen: Prüfung von Klebverbindungen und Klebstoffen

**Prüfungen von Klebverbindungen und Klebstoffen** (statisch und schwingend, ein- und mehrschnittige Verbindungen inkl. Sondergrößen, Raupenschälversuch):

- Kraftbereich: 0,1 ... 1000 kN

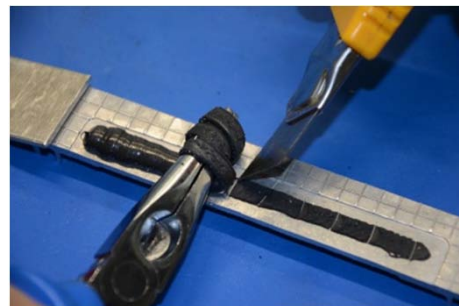
Prüfung nach:

- Zugscherfestigkeit nach DIN EN ISO 1465
- Probenherstellung nach DIN EN ISO 9664
- Raupenschälprüfung nach DIN 53281
- Klebfestigkeit von zweischnittig überlappenden Proben ASTM D 3528, uvm.

Prüfmaschinen:

- Hochfrequenzpulsator Zwick/Roell HFP 5100
- Servohydraulische Prüfmaschine Zwick/Roell HB 1000
- Zwick/Roell Z400E
- Powerswing 100kN
- Walter&Bai LFV 63kN

Vorbereitung von Proben sowie Raupenschälversuche



Zugscherfestigkeitsversuche an GFK-Proben bei Tieftemperaturen



## 5.6 Mechanisch-technologische Prüfungen: Kerbschlagbiegeversuch

### Kerbschlagbiegeversuch:

Prüfung nach:

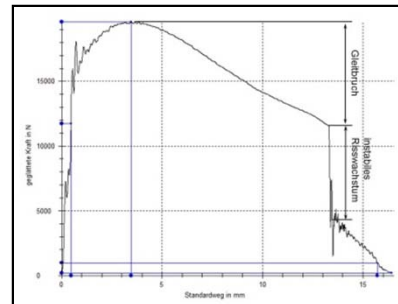
Kerbschlagbiegeversuche an geschweißten Stahlproben nach GL 2008-07.

- Instrumentiertes Pendelschlagwerk zur Aufzeichnung des Kraftverlaufes während der Prüfung

Prüfmaschine:

- Zwick/Roell Hit 50 P
- WPM PSd450

Auswertung von geschweißten Stahlproben



Zwick/Roell PSd 450



## 5.7 Mechanisch-technologische Prüfungen: Härteprüfung nach Vickers

---

### Härteprüfung nach Vickers

Prüfung nach:

- Härteprüfung für Lichtbogenschweißverbindungen und Mikrohärtprüfungen nach DIN EN ISO 9015-1,2
- Härteprüfungen an Schweißungen nach GL2008-07

Prüfmaschine:

- Wolpert 432SVD





## 5.8 Dichtheitsprüfung mittels Heliumlecktest

Dichtheitsprüfung von Bauteilen oder Probenkörper mittels **Heliumlecktest**

Prüfung nach:

- HV 30 in Verbindung mit DIN EN 1779

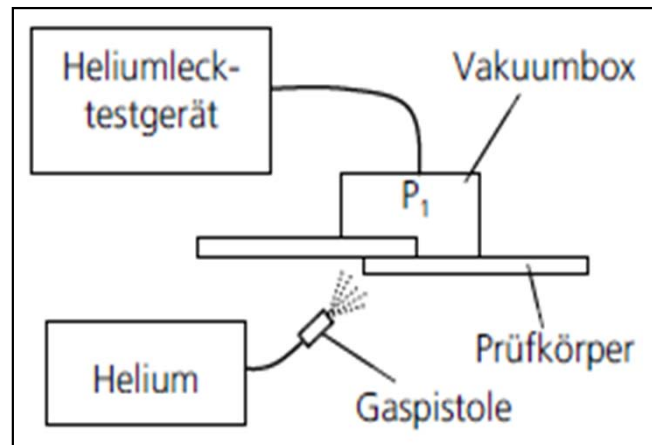
Prüfmaschinen:

- Pfeiffer Vacuum Smart Test

Pfeiffer Vacuum Smart Test



Testschema des Heliumlecktests



## 5.9 Korrosionsschutzprüfung

### Korrosionsschutzprüfung

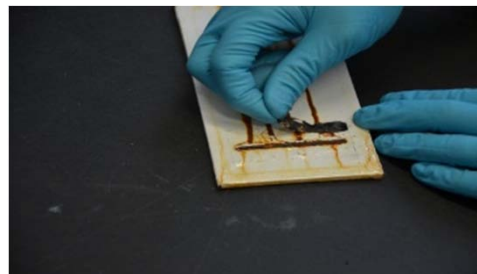
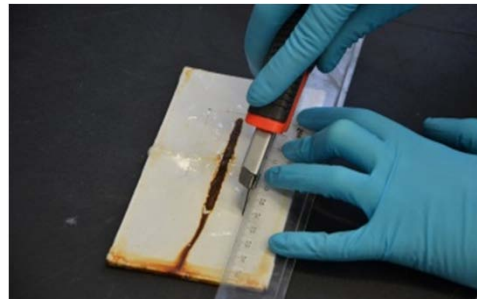
Prüfung nach:

- Korrosionsprüfung in künstlicher Atmosphäre – Salzsprühnebelprüfungen (DIN EN ISO 9227)
- Untersuchung von Beschichtungssystemen bezüglich Korrosionsbeständigkeit von Stahlbauten, Haftfestigkeit und Schichtdicke (DIN EN ISO 2409, 2808, 4624)
- Beurteilung von Beschichtungsschäden wie Blasengrad, Rostgrad, Rissgrad, etc. (DIN EN ISO 4628-1-5,8)

Prüfmaschinen:

- Weiss Umwelttechnik SC/KWT 450 und SC/KWT 1000

Beurteilung künstlich bewitterter Beschichtungstoffe



Künstliche Bewitterung von Beschichtungssystemen



## 5.10 Chemisch–physikalische Prüfungen

### Optische Funkenemissionsspektrometrie, Kalzinierung

Prüfung nach:

- Zerstörende Prüfung an Bauteilen aus Stahlwerkstoffen, Kupfer-, Aluminium- und Chromnickellegierungen nach HV 4.0-01
- Ermittlung von Legierungsbestandteilen und der entsprechenden Konzentrationen
- Zerstörende Prüfung an Bauteilen aus textilverstärkten Kunststoffen (Prepregs, Formmassen und Laminaten) nach DIN EN ISO 1172
- Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehaltes
- Kalzinierungsverfahren

Prüfmaschinen:

- Spectromaxx LMM04

Spectromaxx LMM04



CFK-Probekörper vor, während und nach der thermischen Kalzinierung



# 5.11 Anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle MVO08

'14 - dato

## Geltungsbereich

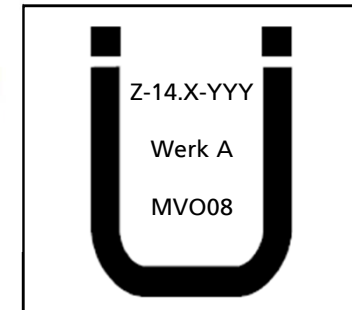
- Das Fraunhofer AGP ist 2014 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle MVO08 anerkannt worden. Die Anerkennung umfasst Bauprodukte (Verbindungselemente) mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung der Zulassungsgebiete Z-14.1-... und Z-14.4-... nach Landesbauordnung.

## Aufgaben der Überwachungsstelle

- Inspektion und Beurteilung der Herstellwerke und der werkseigenen Produktionskontrolle hinsichtlich personeller und technischer Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Produktion
- Regelmäßig wiederkehrende Überprüfung und Beurteilung der Herstellwerke sowie der werkseigenen Produktionskontrolle
- Stichprobenprüfung von im Herstellwerk, auf dem Markt oder in besonderen Fällen auf der Baustelle entnommenen Proben
- Ausstellung von Fremdüberwachungsberichten und Weiterleitung an die zuständige Zertifizierungsstelle
- Ergreifung geeigneter Maßnahmen, falls das Bauprodukt nicht den Anforderungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung genügt

## Aufgaben der Zertifizierungsstelle

- Beurteilung von Überwachungsberichten
- Entscheidung über Erteilung bzw. Aufrechterhaltung von Übereinstimmungszertifikaten

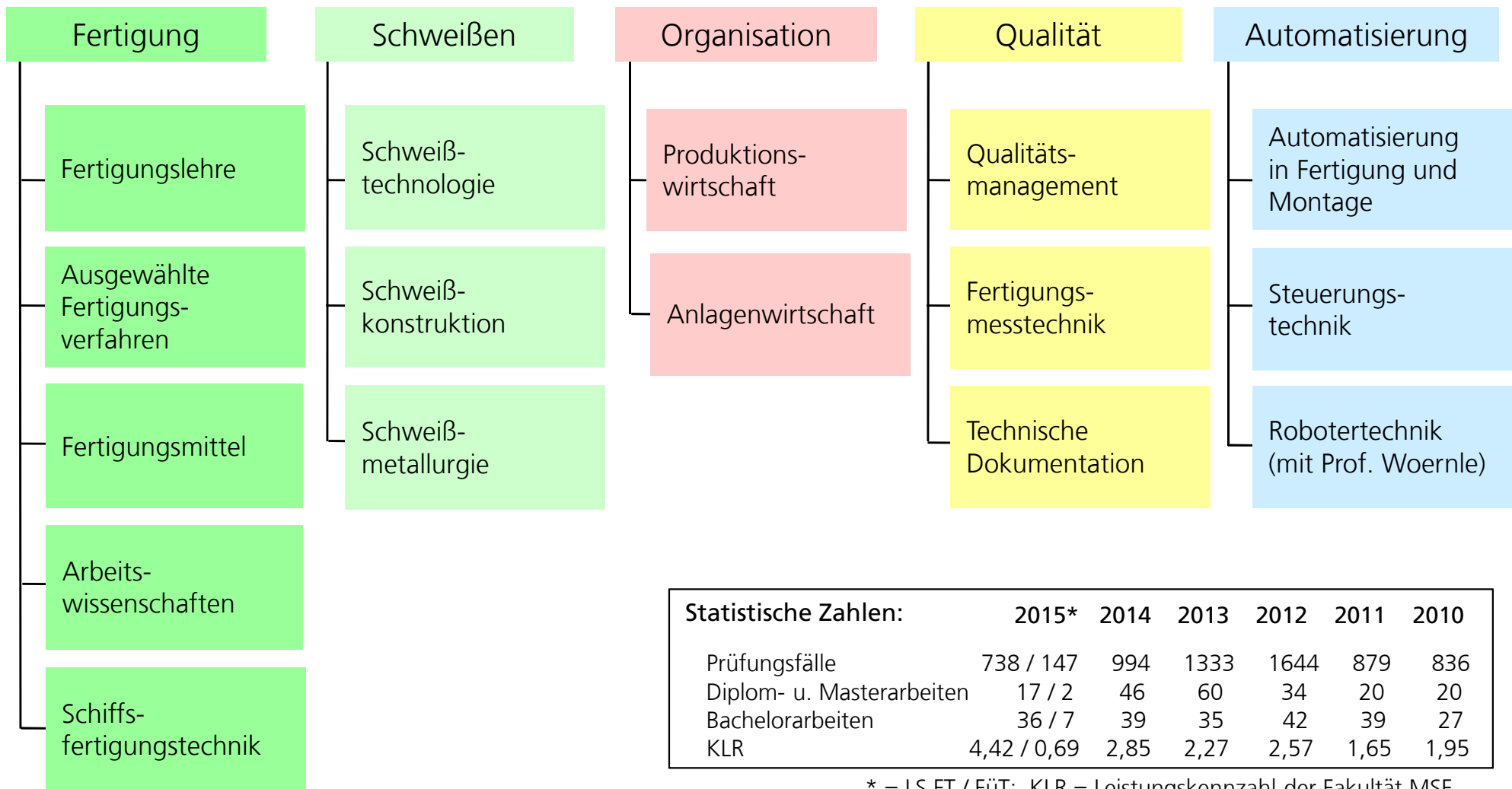


Übereinstimmungszeichen (Muster)



Nicht geregelte Bauprodukte im Bauwesen

# 6 Arbeitsbereich: Lehrangebot Lehrstühle Fertigungstechnik (FT) und Fügetechnik (Füt)



## 7 Laufende Projekte (2015-2018)

Stand 5/16












Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
<b>Fertigungstechnik</b>			
1. 	Definiert vorgespannte Hybridverbindungen mit Schließring und Blindnietbolzen	2013-2015	EFB/AiF
2. 	Numerische Untersuchung von Setzprozessunregelmäßigkeiten bei SRB-Systemen	2013-2015	EFB/AiF
3. 	Beanspruchungsgrenzen für FE-Verschraubungen	2013-2015	EFB/AiF
4. 	Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen	2013-2015	CMT/AiF
5. 	Entwicklung von CFK-Brückensystemen mit automatischer Fertigung	2013-2015	ZIM-Koop. mit BaltiCo und HS Wismar
6. 	Entwicklung und Qualifizierung einer K-WEA für klimatisch anspruchsvolle Regionen	2013-2015	Verbundprojekt mit Dethloff & Lange/TBI
7. 	Einsatz von wartungsfreien Gittermasten für WEA großer Nabenhöhen	2013-2015	Verbundprojekt mit Stieblich/TBI
8. 	Durchführbarkeitsstudie zur Entwicklung funktionsintegrierter Fußböden aus CFK	2014-2015	PMC, Rhena
9. 	Roto PA	2014-2015	Emano Kunststofftechnik, Teterow
10. 	Entwicklung einer Versuchsumgebung zur qualifizierten Wasserstoffuntersuchung mittels Implantttest	2014-2015	EEW, Rostock

Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
11. 	Development of a bonding process for a rubber liner and qualification of the adhesive joint	2014-2015	Faber Industrie SPA, Udine
12. 	Determination of the structural behavior of Bobtail lockbolts with large diameter	2014-2015	Alcoa Huck, Telford
13. 	Durchführbarkeitsstudie: Maßgefertigte, freigeformte Interieur-Element-Unikate aus farbigen Mineral-Werkstoffen	2014-2015	Eigenstetter, Rhena
14. 	Unterstützung bei der Entwicklung einer WIG-Twin-Verfahrenstechnologie	2014-2016	MIKA, Stralsund
15. 	Anforderungsprofil für BN-Verbindungen mit CFK	2014-2016	EFB/AiF
16. 	Bemessungskonzept für tragende Blindnietverbindungen im Stahl- und Maschinenbau	2014-2016	EFB/AiF
17. 	Execution and realibility of slip resistant connections for steel structures using LS and SS (VP SIROCO)	2014-2016	EC: Research Fund for Coal and Steel, Joint Project
18. 	Development of an handheld tool for solid punch rivet installation, Part I and II	2014-2017	Airbus GmbH, Hamburg
19. 	Fügeverbindungen von SRB unter atmosphärischen Belastungen	2014-2017	EFB/AiF
20. 	Durchführbarkeitsstudie: Realisierbarkeit von integralen Leichtbausektionen aus Composite-Werkstoffen für Binnenfahrgastschiffe	2015	tfc, Güstrow
21. 	CTOD-Prüfung	2015	EEW, Rostock
22. 	Ausnutzung planmäßig vorgespannter Verbindungselemente für dünne Klemmbereiche unter montagegerechten Bedingungen	2015-2016	EFB/AiF


Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
23. 	Steigerung der Prozesssicherheit von UP AC/AC Verfahrensvarianten mittels optischer Analyse des Lichtbogens und des Werkstoffüberganges im Kavernenraum	2015-2016	DVS FA-V3/AiF
24. 	Beurteilung der Schraubenverbindungen des „TEREFLEX“-Konzeptes für WEA-Türme mit großen Nabenhöhen	2015-2016	ThyssenKrupp Steel, Europe
25. 	Experimentelle Untersuchungen zur Erlangung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung	2015-2016	Butzkies Windprojekt, Hamburg
26. 	Vergleich und Analyse verschiedener Setzverfahren zur Herstellung qualitätsgerechter Blindniet-Mutterverbindungen	2015-2017	EFB/AiF
27. 	Development of a joining process for a PET-Liner	2015-2016	Faber Industrie SPA, Udine
28. 	Punktueller Laminat-Unterstützung durch Z-Pins zur Steigerung der Fügepunktsteifigkeit beim Einsatz mechanischer Fügeelemente	2015-2016	EFB/AiF
29. 	Consultation of CRM-Group for static and fatigue test of slip-resistant joints for a specified towers for windturbines	2015-2016	CRM-Group, Liège, Belgien
30. 	Wöhlerlinie IHF-System Größe M27	2015-2016	IHT-Meschede
31. 	Auswahl und Erprobung von Verbindungselementen für den Anschluss von Kupferlitzen in FVK-Sandwichaufbauten	2015-2016	Nordex, Rostock
32. 	Experimentelle Untersuchung zum Vorspannkraft-Zeitverhalten und zur Schwingfestigkeit von MTH-Trägerklemmverbindungen nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-14, 4-493	2015-2016	MTH-Befestigungstechnik, Arnsbach
33. 	Experimentelle Untersuchungen an Schweißdetails zur Festlegung der Kerbfallklassen nach DIN 1993-1-9 für die Soft-Soft Turmtechnologie	2015-2016	Nordex AG, Hamburg




Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
34. 	Unterstützung bei der Untersuchung der technischen Machbarkeit eines Handlingsystems	2015-2016	Ostseestaal, Rostock
35. 	Mehrdraht-Unterpulverschweißen mit Kaltdrahtzufuhr	2015-2017	Verbundprojekt mit EEW/TBI
36. 	Entwicklung eines Konzeptes zur Erfassung von Vorspannkraftverlusten in vorgespannten Schraubverbindungen unter Ermüdungsbeanspruchung	2015-2017	FOSTA/AiF
37. 	Steigerung der Tragfähigkeit von exzentrisch beanspruchten Verbindungen durch den Einsatz von Schließringbolzensystemen	2015-2017	EFB/AiF
38. 	Werkstoff- und verfahrenstechnische Optimierung kavitationserosionsbeständiger Beschichtungen an Schiffsrudern mittels Kaltgasspritzen	2015-2017	CMT/AiF
39. 	Entwicklung eines ganzheitlichen, etablierten und umweltfreundlichen Korrosionsschutzes zur Gesamtkostenminimierung durch optimierte und abgestimmte Fertigungsabschnitte für Offshore-Windenergieanlagen	2015-2018	VP, PT BMWi/PTJ - Energieforschungsprogramm
40. 	Wachstums-kern Offshore Wind Solutions-MV Teilprojekt TP 1.E	2015-2018	VP, PT BMBF/PTJ
41. 	Wachstums-kern OWS-MV Teilprojekt TP 2.E	2015-2018	VP, PT BMBF/PTJ
42. 	Wachstums-kern OWS-MV Teilprojekt TP 3.7	2015-2018	VP, PT BMBF/PTJ
43. 	Wachstums-kern OWS-MV Teilprojekt TP 4.F	2015-2018	VP, PT BMBF/PTJ

Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
44. 	Wachstums Kern OWS-MV Teilprojekt TP 5.D	2015-2018	VP, PT BMBF/PTJ
45. 	Qualifying the Sure Set System with BOM blind-bolts for checking integrity of installed fastener after pin break	2016	Alcoa Huck, Telford
46. 	Experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung von Bemessungswerten für die Zug- und Querkrafttragfähigkeit für Verbindungen mit Goebel-Multigrip-Blindnieten an PV-Modulen	2016	Goebel, Erkrath
47. 	Klimatest Bodenbelag	2016	Egger Retail Products, Wismar
48. 	Ermittlung des Einflusses einer Laboralterung auf die mechanischen Eigenschaften von CFK	2016	Nordex, Rostock
49. 	Entwicklung automatisierter und flexibler Herstellungsprozesse	2016	Tischlerei Eigenstetter, Rhena
50. 	Skalierbare Hochvoltheizer für die Automobilindustrie	2016-2017	Webasto, Neubrandenburg
51. 	Treppen-Stecksystem zur rationellen Fertigung und Montage	2016-2017	Tischlerei Ebert, Prohn
52. 	Optimization Study and Manufacturing of the SPR hand tools functional prototype for stringer coupling	2016-2017	Airbus, Hamburg
53. 	Teilautomatisierter Fertigungsprozess für 3D-FCK Heißpressbauteile	2016-2017	tfc, Güstrow/TBI
54. 	Analytischer Nachweis von reibschlüssigen Verbindungen mit Langlöchern für Leichtmetalle und Stahlwerkstoffe	2016-2018	EFB/AiF

Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
55. 	Ganzheitliches ressourceneffizientes Turmkonzept für WEA mit großen Narbenhöhen an Onshore-Schwachwindstandorten	2016-2018	VP, PT BMWi/PTJ - Energieforschungsprogramm
<b>Automatisierungs- und Qualitätstechnik, Prototypenbau</b>			
56. 	Technologie- und Anlagenentwicklung für die automatische Fertigung von Rohrnoten, TP2: Orbitalschweißanlage	2013-2015	Verbundprojekt mit IMG GmbH/TBI
57. 	Regelgeometriebasiertes Ist-Modell für den Innenausbau von Megayachten (Verbundprojekt IMOScan 3D)	2013-2016	Verbundprojekt mit Lürssen, Dölker + Voges/PTJ
58. 	Low Cost Flexible Automation und Mechanisation in Small to Medium Shipyards (Projekt SMARTYards)	2013-2016	EU-Verbundprojekt
59. 	Entwicklung einer mobilen Zerlegungszelle für Rotorblätter - Durchführbarkeitsstudie	2014-2015	Hanseatic Rohr, Rostock
60. 	Entwicklung einer automatisierten Palettiervorrichtung für Aufbewahrungsbehälter	2014-2015	Instamak, Selmsdorf
61. 	Küstenmodell Darß	2015	Deutsches Meeresmuseum, Stralsund
62. 	3D-Prüfung eines Rohrblatt-Urmodells	2015	Tamsen Maritim, Rostock
63. 	Technologiestudie: Entwicklung eines Anlagenkonzeptes zur automatisierten Markierung von Schiffspropellern	2015-2016	MMG, Waren
64. 	Studie zum Re-Engineering der automatischen Betankungsanlage	2015-2016	HHLA, Hamburg
65. 	Robotik für neue Anwendungsfelder im Umfeld von Industrie 4.0	2015-2016	IMG, Rostock
66. 	Automatisches Kantenrunden von Flachbauteilen	2015-2016	HIT, Rostock

Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
67. 	Entwicklung einer Reinigungsanlage für einen industriellen Pizzaofen	2015-2016	Dr. Oetker, Wittenberg
68. 	3D-Erfassung und Überwachung von Unterwasser-Großstrukturen	2015-2017	MAVO-FhG mit IPM Freiburg
69. 	Entwicklung einer neuartigen, mobilen Zerlegungszelle für Rotorblätter	2015-2018	Verbundprojekt mit Hanseatic Rohr, Rostock/TBI
70. 	Exakte und schnelle Geometrieerfassung sowie Datenauswertung von Schiffsoberflächen für effiziente Beschichtungsprozesse (FINISH)	2016-2019	VP, PT BMWi/PTJ
<b>Organisationstechnik</b>			
71. 	Entwicklung eines altersgerechten intelligenten Arbeitstisches für die manuelle Montage größerer Bauteile (ERGOTAB)	2013-2016	Verbundprojekt mit REFA, MiniTec, Hobas und Selck/BMBF-PTJ
72. 	Technologiestudie: Innovatives Schiffsrecycling	2014-2015	IMG GmbH, Rostock
73. 	Analysis of dynamic floor deflection	2014-2015	Airbus GmbH, Hamburg
74. 	Technische Durchführbarkeitsstudie für eine neue Generation von Fertigungsleitsystemen	2014-2015	SEAR, Rostock
75. 	Basisuntersuchung zu neuen Technologien zur Unterstützung von Installation, Wartung und Schulung	2014-2015	Siemens AG, Erlangen
76. 	Technische Durchführbarkeitsstudie für die ergonomische Leitwarte 4.0	2014-2015	Koepke & Kassiske, Garz
77. 	Simulationsstudie zur Roboterlackieranlage für das Rotorblatt 65.5 bei der Nordex Energy GmbH	2015	Icarus Consulting, Lüneburg

Lfd.-Nr.	Projektthema	Laufzeit	Auftraggeber/Projektträger
78. 	Mobile Datenerfassung	2015-2016	Nordex AG, Rostock
79. 	Produktivitätsstudien	2015-2016	Peene-Werft, Wolgast
80. 	Flexibler und intelligenter Balancer	2015-2017	KIS, Wismar
81. 	Flexible und automatisierte Bestückung von Tiefziehpressen	2015-2017	Lang, Woldegk
82. 	Konzeption einer IT-basierten BDE	2016	MGT Maschinen- und Gerätebau, Groß Wokern
83. 	Studie Industrie 4.0	2016	WiMi-MV
<b>INNO PROFILE</b>			
84. 	Sensorbasierte Roboterprogrammierung zur automatisierten Fertigung hoher, orthogonaler Volumenstrukturen	2013-2016	INNOPROFILE-Transfer: Verbundprojekt mit IMG, Hensel Electronic u. Nordic Yards/BMBF-PTJ

## 8 Mitarbeit in Gremien, externe Lehraufträge 2015

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

Prof. Dr.-Ing. K.-M. habil. Henkel – Fachgutachter

Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner – Fachgutachter

### **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**

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

### **Center of Maritime Technologies (CMT)**

Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner – Mitglied des Technischen Beirates

### **Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ)**

Dr. rer. pol. A.-K. Schröder – Stellvertreterin des Regionalkreises Rostock

### **Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS)**

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

### **Deutsches Institut für Bautechnik**

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

### **Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V.**

Dr.-Ing. R. Glienke – Stellvertretender Obmann Arbeitsgruppe Mechanisches Fügen AGMF3/V10

### **Hanse Aerospace e. V., Hamburg**

Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner – Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates

### **Maritime Allianz Ostseeregion e. V.**

Dipl.-Wirt. Ing. J. Sender – Vorstand

### **REFA Landesverband Mecklenburg-Vorpommern e. V.**

Dipl.-Wirt. Ing. J. Sender – Mitglied des Vorstandes

**Schiffbautechnische Gesellschaft**

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

**Technische Universität Hamburg-Harburg**

Prof. Dr.-Ing. M.-C. Wanner – Lehrbeauftragter für das Fach „Grundlagen der Fertigung und Montage im Schiffbau“

**Technologie- und Innovationskreis Wirtschaft/Wissenschaft M-V**

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

## 9 Gastdozenten, Gastwissenschaftler 2015

Dr.-Ing. N. Fuchs, Fraunhofer AGP, Vorlesung Ausgewählte Fertigungsverfahren – Fügetechnik

Dipl.-Ing. (FH) M. Geist, Fraunhofer AGP, Übungen Fertigungsmesstechnik

Dr.-Ing. R. Glienke, Fraunhofer AGP, Vorlesung Schweißkonstruktion

Dipl.-Ing. N. Glück, Fraunhofer AGP, Vorlesung Ausgewählte Fertigungsverfahren – Klebtechnik

Dipl.-Phys. J. Hoffmann, SLV-MV Rostock, Vorlesung Ausgewählte Fertigungsverfahren – Lasertechnik

Prof. Dr.-Ing. K. Ortlieb, Dürr AG Stuttgart, Vorlesung Ausgewählte Fertigungsverfahren – Lackiertechnik

Dr. rer. pol. A.-K. Schröder, Fraunhofer AGP, Vorlesungen und Übungen Anlagenwirtschaft und Produktionswirtschaft

Dipl.-Wirt. Ing. J. Sender, Fraunhofer AGP, Vorlesung Arbeitswissenschaften; Übungen Schiffsfertigungstechnik 2

Dr.-Ing. B. Weidemann, TKMS Blohm+Voss, Vorlesung Automatisierung in Fertigung und Montage – Informationssysteme

Dipl.-Ing. O. Wurst, Fraunhofer AGP, Vorlesung Steuerungstechnik

Dr.-Ing. A. Zych, Universität Rostock, Drittmittel, Übungen Automatisierungstechnik

## 10 Wissenschaftliche Veranstaltungen, Messen 2015

### **Wissenschaftliche Gesellschaft Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI)**

Mitgliederversammlung 08.05.2015, Rostock

### **EFB-Arbeitskreissitzung „Mechanisches Fügen“**

18.06.2015, Rostock

### **Arbeitskreis XXL-Produkte**

Tagung 21.10.2015, Rostock

## 11 Veröffentlichungen, Aufsätze, Vorträge 2015

### 11.1 Bücher

Wanner; M.-C.; Ebert; A.; Glienke, R.:

#### **Bedingungen für eine fertigungs- und reparaturgerechte Ausführung von Schließringbolzen-Verbindungen unter Einhaltung der Mindesttragfähigkeit**

EFB-Forschungsbericht Nr. 406, 2015, ISBN 978-3-86776-451-3

Wanner, M.-C.; Fuchs, N.; Nehls, T.; Landgrebe, D.; Kropp, T.:

#### **Numerische und experimentelle Untersuchungen von Setzprozessunregelmäßigkeiten bei Schließringbolzensystemen**

EFB-Forschungsbericht Nr. 426, 2015, ISBN 978-3-86776-473-5

Wanner, M.-C.; Glienke, R.; Blunk, C.:

#### **Experimentelle Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit von scherbeanspruchten Schließringbolzen- und Blindnietverbindungen ohne Bauteileinfluss**

EFB-Forschungsbericht Nr. 410, 2015, ISBN 978-386776-456-8



## 11.2 Zeitschriftenartikel, Tagungsberichte

Banaschik, R.; Herholz, H.; Henkel, K.-M.:

**Fülldrahtelektroden für das Elektrogasschweißen im europäischen Wirtschaftsraum - aktueller Entwicklungsstand**

In: Schweißen & Schneiden 67(2015)5, S. 245-249

Blunk, C.; Glienke, R.; Wanner, M.-C.:

**Kosten senken, Effizienz steigern**

In: DVS-Berichte Band 315, S. 789-794, 2015, ISBN 978-3-945023-46-4

Denkert, C.; Süße, D.:

**Mit dem F-Element zur richtigen Verschraubung**

In: Tagungsband: 16. RoundTable "Simulating Manufacturing", 16 S., 2015, ISBN 978-3981381443

Denkert, C.; Wanner, M.-C.; Glienke, R.; Busch, M.:

**Hybrid Verbunden - Vorspannen und Kleben intelligent nutzen**

In: Tagungsband TechnoBond, 2. Fachtagung industrielle Klebtechnik, S. 144-148, 2015

Fröck, L.:

**Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen im Schiffbau**

In: Ingenieur-Spiegel (2015)2, S. 71-72

Fröck, L.; Glück, N.; Nagel, C.:

**Metall-Leitungen im Schiffbau klebtechnisch Fügen (Teil1)**

In: adhäsion 59(2015)10, S. 42-47

Fröck, L.; Nagel, C.:

**Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen im Schiffbau**

In: DVS-Berichte Band 315, S. 149-152, 2015, ISBN 978-3-945023-46-4

Fröck, L.; Nagel, C.; Brede, M.; Glück, N.:

**Dimensionierung nach analytischen Methoden**

In: adhäsion 59(2015)12, S. 38.43

Fröck, L.; Nagel, C.; Brede, M.; Glück, N.:

**Kennwertermittlung und Validierung**

In: adhäsion 59(2015)11, S. 36-41

Fröck, L.; Wanner, M.-C.:

**Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen im Schiffbau**

In: Tagungsband TechnoBond 2. Fachtagung industrielle Klebtechnik, S. 162-165, 2015

Fuchs, N.; Wanner, M.-C.:

**Erfassung und Beurteilung des Verspannungszustandes von Schraubenverbindungen durch eine akustische Resonanzanalyse**

In: TM – Technisches Messen 82(2015)10, S. 526-535

Geist, M.; Meister, M.; Knaack, L.; Gierschner, F.:

**Lokale Modellierung zur Bestimmung von Flächenformabweichungen mittels terrestrischer Laserscanner**

In: Photogrammetrie-Laserscanning-Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage, S. 2-13, 2015, ISBN 978-3879075539

Gericke, A.; Banaschik, R.; Henkel, K.-M.:

**Zähigkeitserhöhung durch Schmelzbadvibration UP-geschweißter Feinkornbaustähle**

In: Tagungsband DVS-Berichte 315, S. 695-700, 2015

Gierschner, F.; Geist, M.; Knaack, L.; Meister, M.:

**Teilautomatisierte Qualitätskontrolle im Stahlkörperbau mit Laserscannern**

In: Tagungsband Go-3D Computergraphik für die Praxis, S. 129-140, 2015

Glienke, R.; Blunk, C.; Denkert, C.; Wanner, M.-C.:

**Bemessung und Ausführung von Verbindungen mit Schließringbolzen im Stahlbau**

In: Stahlbau 84(2015)12, S. 980-997

Glienke, R.; Ebert, A.; Wanner, M.-C.:

**Anforderungen an die mechanische Fügetechnik für Türme von WEA in Stahlbauweise für große Nabhöhen**

In: Stahlbau 84(2015)8, S. 556-570

Glück, N.:

**Hochfrequenzprüfung von CFK beschleunigt Bauteilprüfung**

In: Materialkompass (2015)1, S. 11

Glück, N.:

**Optimierung der Krafteinleitung in stranggelegte Composite-Fachwerke**

In: Tagungsband Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, 10 S., 2015

Glück, N.; Schumann, M.:

**Development of 3D strand laying technology for ultra-lightweight large-scale structures for marine structure**

Tagungsband Internationale Conference on Lightweight Design of Marine Structures (LIMAS), S. 151-156, 2015

Grenzdörffer, G. J.; Naumann, M.; Niemeyer, F.; Frank, A.:

**Symbiosis of UAS Photogrammetry and TLS for Surveying and 3D Modeling of Cultural Heritage Monuments - a Case Study about the Cathedral of St. Nicholas in the City of Greifswald**

In: The International Archives Photogrammetry Remote Sensing Spatial Information Sciences, XL-1/W4, S. 91–96. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W4-91-2015

Hauer, M.; Gärtner, F.:

**Innovative Ruderbeschichtungen durch Kaltgasspritzverfahren**

In: Schiff & Hafen 67(2015)12, S. 44-45

Herholz, H.; Dryba, S.; Gründler, M.; Wanner, M.-C.:

**Anwendung von Kleinrobotik beim MSG-Schweissen großer Rohrknoten**

In: Tagungsband DVS-Berichte Band 317, S. 76-80, 2015

Knaack, L.; Geist, M.; Gierschner, F.; Meister, M.:  
**Einsatz von Laserscannern im Stahlkörperbau**  
In: Schiff & Hafen 67(2015)8, S. 36-39

Meißner, J.-P.; Schulz, J.-P.; König, A.; Fleßner, H.:  
**Neues Team in der Simulation - Roboter und optischer Sensor**  
In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (2015)3, S. 94-97

Meißner, J.; Sender, J.; Weidemann, B.; Wanner, M.-C.:  
**Simulation Environment for the Integration of 3D-Sensors into Automated Maritime Production Facilities**  
In: Tagungsband 14th International Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries, Ulrichshusen, 11-13 May 2015, S. 556-562

Nehls, T.; Wanner, M.-C.; Landgrebe, D.; Kropp, T.:  
**Numerische und experimentelle Untersuchungen von Setzprozessunregelmäßigkeiten bei Schließringbolzensystemen**  
In: Tagungsband Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik, S. 51-57, 2015

Staschko, R.; Fuchs, N.; Glück, N.:  
**Schädigung beim Halbhohlstanzenprozess bei FKV-Misch-Verbindungen**  
In: Joining Plastics – Fügen von Kunststoffen 9(2015)3-4, S. 204-211

Stranghöner, N.; Afzali, N.; Berg, J.; Schiborr, M.; Bijlaard, F.; Gresnigt, N.; De Fries, P.; Glienke, R.; Ebert, A.:  
**Influence of different testing criteria on the slip factor of slip-resistant connetions**  
In: Conference Paper 13th Nordic Steel Construction Conference, Tampere, Finland, 23.-25.09.2015

Wanner, M.-C.; Glück, N.; Schumann, M.; Schornstein, B.:  
**Stranggelegte Leichtbautragstrukturen aus FVK**  
In: wt Werkstattstechnik 105(2015)9, S. 580-585

## 11.3 Vorträge, Poster

Banaschik, R.:

### **Stand der Entwicklung des Elektrogasschweißens**

Vortrag, Thermische Füge- und Trenntechnik an Großstrukturen, 08.01.2015, Rostock

Gericke, A.:

### **Entwicklungs- und Anwendungsperspektiven des UP-Schweißens aus Sicht der Forschung**

Vortrag, 2. Fügetechnisches Seminar "Thermische Füge- und Trenntechnik an Großstrukturen" 08.01.2015, Rostock

Beuß, F.:

### **ErgoTab. Entwicklung eines altersgerechten, intelligenten Arbeitstisches für die manuelle Montage größerer Bauteile**

Vortrag, InHouse, Schönenberg-Kübelberg, 16.04.2015

Banaschik, R.:

### **Fülldrahtelektroden für das Elektrogasschweißen**

Vortrag, Industriekolloquium "Schweißzusatzwerkstoffe - Aktuelle Fragestellungen und neue Entwicklungen", 24.04.2015, Aachen

Schröder, A.-K.; Nebl, T.:

### **Produktivitätsfaktor Produktionsorganisation**

Vortrag, Festveranstaltung und Fachtagung "25 Jahre REFA Mecklenburg-Vorpommern e. V.", 05.05.2015, Neubrandenburg

Fuchs, N.; Froitzheim, P.:

### **Langzeitmonitoring der Strukturkomponenten und Schließringbolzenverbindungen in WEA-Gittertürmen**

Vortrag, 4. Zukunftskonferenz Wind & Maritim am 06. und 07.05.2015, Rostock

Ehrich, K.;Fröck, L.:

### **Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen im Schiffbau**

Vortrag, TechnoBond-Zweite Fachtagung industrielle Klebtechnik, 06.06.2015, Memmingen

Gründler, M.:

**Großrobotik in der Propellerfertigung**

Vortrag, Technologie- und Industriepolitische Konferenz, 18.06.2015, Wismar

Wanner, M.-C.:

**Produktion 2000 – was uns heute bewegt und morgen erwartet**

Vortrag, Technologie- und Industriepolitische Konferenz, 18.06.2015, Wismar

Henkel, K.-M.; Glienke, R.; Ebert, A.:

**Innovative Stahlbauverbindungen im Bereich Turmstruktur**

Vortrag, WindEnergy Network, 22.06.2015, Rostock

Gericke, A.; Henkel, K.-M.; Gött, G.; Uhrland, D.:

**Optical Study of a SAW Cavern**

Vortrag, Study Group 212 "Physics of Welding", June 29-July 1, 2015, Helsinki

Meißner, J.:

**Simulation und Offline-Programmierung eines Großroboters für die Bearbeitung von Schiffspropellern**

Vortrag, 5. WGP-Jahreskongress, 07.-08.09.2015, Hamburg

Wanner, M.-C.:

**Stand der Automatisierungstechnik in M-V**

Vortrag, „Start der CNC-Aus- und Weiterbildung“, 08.09.2015, Technologiezentrum Schwerin

Fröck, L.; Nagel, C.:

**Klebtechnisches Fügen von Rohrleitungen im Schiffbau**

Vortrag, DVS Congress - Große Schweißtechnische Tagung, 14.-17.09.2015, Nürnberg

Gericke, A.; Banaschik, R.; Henkel, K.-M.:

**Zähigkeitserhöhung durch Schmelzbadvibration UP-geschweißter Feinkornbaustähle**

Vortrag, DVS Congress - Große Schweißtechnische Tagung, 14.-17.09.2015, Nürnberg

Herholz, H.:

**Anwendung von Kleinrobotik beim MSG-Schweißen großer Rohrknotten**

Vortrag, DVS Congress - Große Schweißtechnische Tagung, 14.-17.09.2015, Nürnberg

Blunk, C.; Glienke, R.; Wanner, M.-C.:

**Kosten senken, Effizienz steigern**

Vortrag, DVS Congress - Große Schweißtechnische Tagung, 14.-17.09.2015, Nürnberg

Meißner, J.:

**Simulation und Offline-Programmierung eines Großroboters für die Bearbeitung von Schiffspropellern**

Vortrag, 1. Sitzung der Fachgruppe: „Simulationstechnik in der MHI“, 22.09.2015, Dortmund

Glück, N.:

**Optimierung der Krafteinleitung in stranggelegte Composite-Fachwerke**

Vortrag, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, 22.-24.09.2015, Rostock

Herholz, H.:

**Application of small robots in GMA welding of large tubular nodes**

Vortrag, SOLUCIONES EN SOLDADURA ROBOTIZADA PARA CONSTRUCCIÓN NAVAL, 22.10.2015, O Porrino, Spanien

Glienke, R.; Ebert, A.:

**Aktuelle Anforderungen an die mechanische Fügetechnik im Stahl- und Metallleichtbau für Solar- und Windenergieanlagen**

Vortrag, 25. Schweißtechnischen Fachtagung an der SLV Halle (85 Jahre SLV Halle), 04.11.2015, Halle

Nehls, T.:

**Stanznieten von Al-Al und Al-FVK im Flugzeugbau**

Vortrag, 8. Rostocker Schweißtage, 10. und 11.11.2015, Rostock

Glienke, R.:

**Schließringbolzensysteme - Einsatzbereiche und Berechnung**

Vortrag, FOSTA-Symposium - Türme und Maste aus Stahl, 18.11.2015, Düsseldorf

Wanner, M.-C.:

**Weiterentwicklung der Zukunftsfelder am Beispiel Maschinenbau**

Vortrag, Strategierat Wirtschaft-Wissenschaft, 26.11.2015, Rostock

Nehls, T.; Kropp, T.:

**Numerische und experimentelle Untersuchungen von Setzprozessunregelmäßigkeiten bei Schließringbolzensystemen**

Vortrag, 5. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium, 08.-09.12.2015, Paderborn

Glienke, R.; Blunk, C.; Wanner, M.-C.:

**Experimentelle Ermittlung der Ermüdungsfestigkeit von scherbeanspruchten Schließringbolzen- und Blindnietverbindungen ohne Bauteileinflüsse**

Vortrag, 5. Fügetechnische Gemeinschaftskolloquium, 08.-09.12.2015, Paderborn

## 11.4 Abschlussberichte

Henkel, K.-M.; Hauer, M.; Gärtner, F.; Krebs, S.:

**Beschädigungsresistente Oberflächenbeschichtungen maritimer Strukturen bei typischen Betriebs- und Umweltbelastungen am Beispiel Ruder (BESOMA)**

AiF-Abschlussbericht IGF-Vorhaben 17135 N, 2015

Wanner, M.-C.; Fuchs, N.; Froitzheim, P.:

**Einsatz von wartungsfreien Gittermasten für WEA großer Nabenhöhen**

**TP 5: Entwicklung wartungsarmer Anschlüsse unter Berücksichtigung der Auswirkung der Fügestellen auf das gesamtdynamische Verhalten der Konstruktion“ TP 6: Verifizierung der gesamtdynamischen Lastberechnung durch berührende und optische Messverfahren“**

TBI-Abschlussbericht V-630-F-168-2013/104

Wanner, M.-C.; Gründler, M.; Herholz, H.; Klötzer, C.:

**Automatisierte Rohrnotenfertigung. Fertigung von großen bis sehr großen Rohrnoten**

ARF-Projekt, Abschlussbericht AZ v-630-S178-2013/233, AZ v-630-S178-2013/234



Wanner, M.-C.; Henkel, K.-M.; Hein, R.:

**HoGfOS - Hochfeste Gründungsstrukturen für die Offshore Industrie**

TBI-Abschlussbericht V-630-S-153-2012/186

## 12 Promotionen 2015

Grewe, O.:

**Erfassung und Ausgleich geometrischer Imperfektionen an Yachtoberflächen**

Verteidigung am 20.05.2015

Fuchs, N.:

**Beitrag zur Prüfung des Verspannungszustandes von speziellen Schraubenverbindungen durch akustische Resonanzanalyse**

Verteidigung am 12.11.2015

## 13 Masterarbeiten 2015

*Studiengang Master Maschinenbau*

Bauermeister, Alexander – Betreuer: M.Sc. S. Schmidt

**Untersuchung der Druckfestigkeit von gewellten Faserverbundstrukturen in experimentellen Versuchen**

Becker, Malte – Betreuer: Dipl.-Ing. R. Banaschik

**Beitrag zur Impfbehandlung großer Schweißschmelzbäder mittels mechanischer- und chemischer Modifikatoren**

Bienasch, Richard – Betreuer: Dipl.-Ing. M. Schumann

**Untersuchung des Einflusses der Klebeverbindung in einem Flächentragwerk auf dessen Biegesteifigkeit**

Bradler, Björn – Betreuer: M.Sc. M. Hauer

**Qualifizierung einer Implantanlage zur Ermittlung des Kaltrissverhaltens ausgewählter UP-/MSG-geschweißter Proben**

Bredt, David – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Automatisierung einer Stackmontage für Brennstoffzellen unter Berücksichtigung der Einflussparameter**

Breinlinger, Paul – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Untersuchung zum Einfluss der Schweißnahtgeometrie und -ausführung auf die Validierung von CTOD-Proben zur Bestimmung der quasistatischen Bruchzähigkeit**

Dörre, Maik – Betreuer: Dipl.-Ing. C. Denkert

**Ein Beitrag zur Bewertung werkstofflicher und mechanischer Eigenschaften von Schrauben festgelegter Festigkeitsklassen**

Drisga, Ivo – Betreuer: Dipl.-Ing. S. Dryba

**Erstellen eines flexiblen MKS-Modells eines redundanten Manipulators zur Evaluation einer Offline-Bahnplanung**

Henzlik, Kevin – Betreuer: Dr.-Ing. U. Kothe

**Prozessoptimierung eines Sitzdruckverteilungsprüfstands zur Produktprüfung innerhalb der Serienfertigung**

Hermisdörfer, Jörg – Betreuer: M.Sc. M. Hauer

**Entwicklung und fertigungstechnische Umsetzung eines Hochtemperatur-Strahlkopfs zur Oberflächenbehandlung mit beständigen Medien**

Hintze, Christian – Betreuer: Dr.-Ing. U. Kothe

**Korrelation von Kaltrissanfälligkeit und Schweißtemperaturzyklen beim Unterpulverschweißen von Offshore-Strukturen**

Hübner, Julius – Betreuer: M.Sc. T. Nehls

**Experimentelle Ermittlung der Kriecheigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen beim Einsatz von mechanischen Fügeelementen**

Kelling, Robert – Betreuer: Dr.-Ing. R. Glienke

**Entwicklung einer Prüfvorrichtung zur Bestimmung der Haftreibungszahl gleitfester Verbindungen unter statischer Langzeitbelastung nach DIN EN 1090-2, Anhang G**

Kempke, Felix – Betreuer: Dipl.-Ing. R. Hein

**Vergleich der mechanischen Eigenschaften von Stumpfstoßblötverbindungen an 5 mm S355 mit den Loten CuAl5M2, CuMn12M2, CuSn6 und CuSi3Mn**

Klatt, Benjamin – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Erarbeitung eines Konzeptes zur Standardisierung von Rüstvorgängen an hochautomatisierten Produktionslinien in der Automobilzulieferindustrie mithilfe von Lean-Werkzeugen**

Kraus, Daniel – Betreuer: Dipl.-Ing. N. Glück

**Entwicklung eines Blitzstromableiters für Rotorblätter aus Faserverbundwerkstoffen**

Krüger, Paul – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Untersuchung der Änderung in Produktionsablauf und Qualitätssicherung durch die Einführung der DIN EN 1090 am Beispiel eines Stahlbauunternehmens**

Mausolf, Christian – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Entwicklung der Standardschnittstelle einer AC-Plattform zwischen Toppide und Jacket**

Meyer, Kristian – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Chemische und kalorimetrische Untersuchungen von UP-Schweißprozessen mit verschiedenen Polaritätsmodulationen**

Tim, Milbrandt – Betreuer: Dipl.-Math. M. Meister

**Entwicklung einer Simulationsumgebung zur digitalen Abbildung verschiedener Unterwasserstrukturen mit einem neuartigen 3D-Sensor**

Pauluhn, Eik – Betreuer: M.Sc. M. Hauer

**Laserauftragsschweißen von Zinnbasis-Legierungen mit einem höheren Kupfer-Anteil ( $\text{Cu} > 15\%$ ) für Verbundgleitlager**

Rater, Hannes – Betreuer: Dipl.-Ing. M. Schumann

**Experimentelle Bestimmung und Modifikation des statischen Tragverhaltens von Fachwerken aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffe**

Sanchez Huerta, Alvaro – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. M. Eggert

**Trend- und Potenzialanalyse für die Schiffsreparatur und das Schiffsrecycling**

Schober, André – Betreuer: M.Sc. M. Hauer

**Einfluss der Prozess-Kinematik auf Eigenspannungen, Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften lichtbogengespritzter NiAl-Bronze-Schichten**

Schorstein, Benjamin – Betreuer: M.Sc. S. Schmidt

**Untersuchung der Realisierbarkeit einer Leichtbaudecksektion aus Composite-Werkstoffen hinsichtlich konstruktiver und struktureller Aspekte**

Schröder, Waldemar – Betreuer: Dipl.-Ing. C. Denkert

**Bestimmung des Fügeiteinflusses auf die Verbindungseigenschaften bei selbststanzenden Schließringbolzen**

Seedorf, Erik – Betreuer: Dr.-Ing. U. Kothe

**Entwicklung eines Inline-Messverfahrens zur Dickenmessung von unterschiedlichen Airlaid-Materialien**

Torlopp, Lars – Betreuer: Dipl.-Ing. N. Glück

**Numerische Simulation von Krafteinleitungselementen für Composite-Strukturen**

Treichel, Georg – Betreuer: Dipl.-Ing. F. Gierschner

**Messsystemanalyse flächenhafter 3D-Sensoren zur Bestimmung von Formabweichungen an Freiformflächen**

Westphal, Erik – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Entwicklung einer prozessintegrierten Schweißparameteranalyse**

Wiek, Stefan – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung des Mehrwerts von Audits**

Wilhelmsen, Arne – Betreuer: M.Sc. S. Schmidt

**Untersuchung instationärer Wärmeleitung eines Presswerkzeugs**

Wosar, Udo – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing J. Sender

**Konzeption und Optimierung eines Fertigungslagers zwischen Stahlbauvorfertigung und dem Stahlbau**

Wulf, Max – Betreuer: M.Sc. B. Illgen

**Umsetzung eines Datencockpits innerhalb einer Materialflusssimulation zur Unterstützung strategischer und operativer Produktionsplanungs- und -steuerungsaufgaben im Sinne der Industrie 4.0**

*Studiengang Master Wirtschaftsingenieurwesen*

Fischer, Markus – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing J. Sender

**Analyse des Optimierungspotenzials und Entwicklung von Planungsmethoden unter Berücksichtigung der Rückführung von Erfahrungswerten in die Planungsphase am Beispiel maritimer Krane**

Hempel, Florian – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. Martin Eggert

**Steigerung der Produktivität und Effizienz im Produktionszentrum Hamburg der DB Schenker Rail AG durch Einsatz von Multifunktional qualifiziertem Personal**

Schuh, Cedric – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Entwicklung eines skalierbaren Gesamtmontageprozesses zum Verbau von Hochvoltspeichern am Beispiel eines Automobilherstellers**

Stangl, Tanja – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Entwicklung einer Vertriebsstrategie für Diesel- und Gasmotoren im Bereich der High Speed Power Generation**

Tekniepe, Sven – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Entwicklung eines standardisierten Projektmanagement-Prozesses und Integration in ein softwaregestütztes Projektcontrolling-Werkzeug im Central Engineering und Technical Service Center der TMD Friction Services GmbH**

Weinrich, Christian – Betreuer: Dipl.-Ing. F. Beuß

**Entwicklung von ergonomischen Arbeitsplätzen in der Modulmontage im Yachtbau**

## 14 Bachelorarbeiten 2015

*Studiengang Bachelor Maschinenbau*

Ahrndt, Johannes – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Simulationsgestützte Bahnplanung für eine Schweißapplikation zum Fügen von Rohrknoten mit einer redundanten Manipulatoranwendung**

Boyens, Oliver – Betreuer: M.Sc. K. Jagusch

**Entwicklung eines Systems zur Ansteuerung eines fahrerlosen Transportsystems**

Gatzke, Johannes – Betreuer: Dipl.-Ing. A. Harmel

**Konstruktion und Bewertung eines Mechanismus zur simultanen Einstellung der variablen Länge zweier parallel verlaufender Koppelstangen**

Haß, Annika – Betreuer: Dipl.-Ing. N. Glück

**Experimentelle Untersuchung von Krafteinleitungselementen für Composite-Strukturen**

Heide, Dennis – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Optimierung der Zusammenarbeit zwischen der Werkslogistik und der Logistik der technischen Entwicklung im VW-Werk Osnabrück**

Herold, Arne – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Optimierung eines Aufnahmesystems zum 3D-Laserschnitt von Tiefziehblechen**

Jericho, David – Betreuer: M.Sc. K. Jagusch

**Entwicklung eines Ansteuerungskonzepts für einen intelligenten Arbeitstisch basierend auf berührungsloser Datenerfassung**

Kibellus, Tom – Betreuer: M.Sc. L. Fröck

**Untersuchung des Einflusses von Flüssigkeiten auf Klebstoffe**

Kruschinski, Felix – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Untersuchung komplexer elektro- und thermochemischer Reaktionen beim Unterpulverschweißen mit verschiedenen Werkstoffkombinationen**

Nickel, Paul – Betreuer: Dr.-Ing. N. Fuchs

**Entwicklung und Qualifizierung eines Werkzeugkonzeptes zum umformtechnischen Fügen größerer Blechdicken**

Prochnow, Oliver – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Vergleich und Schnittstellenbetrachtung der funktionalen Sicherheit in der Maschinen- und Prozessindustrie**

Schramm, Nils – Betreuer: Dipl.-Ing. N. Glück

**Entwicklung einer Methodik zur Auswahl und Auslegung der Spanntechnik von RIM-Formwerkzeugen**

Voß, Paul – Betreuer: M.Sc. S. Lauer

**Entwicklung und Auslegung eines Leichtbau-Roboterarms mit Achsanbindung für eine Traglast von 250 kg**

Yang, Fan – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing K. Ehrich

**Ermittlung der Eigenschaften nicht brennbarer/schwer entflammbarer Klebstoffe für den industriellen Einsatz**

*Studiengang Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen*

Baumgart, Luciano – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Analyse und Entwicklung von Propellerklassenspezifischen Strategien für das automatisierte Bohren von Schiffspropellern mithilfe der 3D-Robotersimulation**

Bludau, Danny – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Analyse und Auswertung von Algorithmen in der Maschinenbelegungsplanung**

Brandenburg, Kay – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Kinematografische und thermische Prozessuntersuchung beim Schweißen mit gezielter Einbringung von Vibration ins Schmelzbad und Ableitung produktionswirtschaftlicher Effekte**

Franz, Jan-Eric – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Perspektiven additiver Fertigungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung des Lichtbogenschweißens und wirtschaftlicher Gesichtspunkte**

Ganschow, Jörg – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Analyse von Möglichkeiten zur Erfassung gefahrstoffspezifischer Informationen im Rahmen der IMO-Richtlinie zum Schiffsrecycling**

Girbardt, Leonie – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. A. Gericke

**Technologische und wirtschaftliche Untersuchung des Schlackerecyclings beim Unterpulverschweißen**

Götting, Sören – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Anforderungen an Werften bei der Erstellung eines Gefahrstoffkatasters - Eine Analyse in Zusammenhang mit der IMO-Richtlinie zum Schiffsrecycling**

Heise, Susanne – Betreuer: M.Sc. Wirt.-Ing. M. Eggert

**Optimierung einer Anwendung zur Betriebsdatenerfassung für touch-gesteuerte, ortsfeste Geräte**

Hollmann, Matthes – Betreuer: M.Sc. K. Jagusch

**Entwicklung eines innovativen Bedienkonzepts für virtuelle Montageanleitungen**

Maaß, Nicholas – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Analyse, Bewertung und Auswahl von Lokalisierungssystemen und Strategien für die Lagerung großer Stahlbauteile im Innen- und Außenbereich mit dem Ziel der Lagerbelegungsplanung**

Nielson, Esko – Betreuer: Dr. rer. pol. A.-K. Schröder

**Industrie 4.0 - Analyse der Anforderungen an das Qualitätsmanagement**

Prause, Christoph – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing J. Sender

**Konzeptionierung wandlungsfähiger Produktionslayouts im Schiffbau**

Redemund, Klaus – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Analyse und experimentelle Umsetzung der automatisierten Handhabung ungeordnet liegender Teile - Griff in die Kiste**

Schmatz, Frederik – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing. J. Meißner

**Konzeption und Umsetzung einer softwaregestützten Ressourcenbelegungsplanung für das mechanische Prüflabor am Fraunhofer AGP Rostock**

Soehring, Philipp – Betreuer: Dipl.-Wirt. Ing J. Sender

**Simulationsgestützte Optimierung von Werften**

Stegmann, Lennart – Betreuer: M.Sc. R. Staschko

**Untersuchungen zum Einfluss der Setzprozessschritte auf die Delamination von stanzgenieteten Faserverbund-Bauteilen**

Wirths, Wim – Betreuer: M.Sc. P. Froitzheim

**Untersuchung des ultraschallunterstützten Stanznietens bei Blech- und FKV-Verbindungen**