



**Fraunhofer**  
IGCV

FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR  
GIEßEREI-, COMPOSITE- UND VERARBEITUNGSTECHNIK IGCV



JAHRESBERICHT  
**2018**

# JAHRESBERICHT 2018

FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR  
GIEßEREI-, COMPOSITE- UND VERARBEITUNGSTECHNIK IGCV

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart (geschäftsführend)

Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk



EDITORIAL	4
KURZPORTRAIT	7
WISSENSCHAFTSBEREICH GIEßEREITECHNIK	24
WISSENSCHAFTSBEREICH COMPOSITETECHNIK	30
WISSENSCHAFTSBEREICH VERARBEITUNGSTECHNIK	46
HIGHLIGHTS 2018	68

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

2018 war ein erfolgreiches Jahr für das Fraunhofer IGCV. Technologische Fortschritte im effizienten Engineering, der vernetzten Produktion und bei intelligenten Multimateriallösungen standen ebenso im Mittelpunkt wie die positive Entwicklung unseres derzeit noch kleinsten Wissenschaftsbereichs „Gießereitechnik“. Dieser konnte nicht nur personell ausgebaut werden, sondern durch seinen hohen Anteil an Industriekooperationen auch seine Anwendungsorientierung eindrucksvoll unter Beweis stellen. Bis Ende 2019 planen wir, uns in der „Gießereitechnik“ von aktuell zehn auf 15 Wissenschaftler zu erweitern, sodass wir unseren Partnern zunehmend mehr Lösungen in den Kernkompetenzen Gießerei 4.0, gießgerechte Bauteilauslegung und indirekte Additive Fertigung anbieten können. Insgesamt verfügt das IGCV nun über knapp 140 Mitarbeiter an fünf Standorten.

Im September 2018 wurde unser „Fiber Placement Center“ eröffnet ([www.fiberplacementcenter.com](http://www.fiberplacementcenter.com)), das ein wirkungsvolles Ökosystem für Forschung im engen Schulterschluss mit der Industrie bietet. Das kooperative Forschungslabor wurde auf dem Gelände der SGL Carbon GmbH in Meitingen angesiedelt und umfasst derzeit die Partner Compositence GmbH, BA Composites GmbH, Cevotec GmbH, Coriolis Group SAS, SGL Carbon GmbH sowie Fraunhofer IGCV. Im weiteren Verlauf des Jahres 2019 werden zahlreiche Projekte in bi- und multilateralen Verbänden gestartet, welche wegweisend für die Zukunft der Compositetechnik sein werden.

In unserer „Lernfabrik für vernetzte Produktion“ wurden 2018 so viele Interessenten wie nie zuvor geschult. In Form von anschaulichen Lernspielen wurde der Mehrwert verschiedenartiger Digitalisierungslösungen im Vergleich zu einer analogen Arbeitsweise erlebbar gemacht. Es ist 2018 gelungen, gewichtige Forschungs- und Industrieprojekte im Bereich „Data Science“ zu akquirieren, sodass die Kompetenzen des Fraunhofer IGCV in diesem Feld weiter vertieft und im Anschluss in die Lernfabrik integriert werden können.

Zur Intensivierung der wissenschaftsbereichsübergreifenden Zusammenarbeit wurde 2018 mit der „Additiven Fertigung“ die erste von vier Querschnittskompetenzen des Fraunhofer IGCV implementiert. Hierdurch wird die Aufbauorganisation zu einer Matrix weiterentwickelt, die bis Ende 2019 abgeschlossen sein wird. Mit zwischenzeitlich 30 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Themenfeld „Additive Fertigung“ verfügt das Fraunhofer IGCV über fundiertes Know-how. Durch die Kooperation mit der Technischen Universität München im Rahmen des „AMLab – Additive Manufacturing Laboratory“ ([www.AMLab.de](http://www.AMLab.de)) steht für die Forschungsarbeit zu Additiven Fertigungsverfahren eines der größten Labore Europas zur Verfügung.



Besonders freuen wir uns über den Fortschritt unserer Baumaßnahmen für den Wissenschaftsbereich „Verarbeitungstechnik“ auf dem Technologiepark in Augsburg und auch die Planung unseres Gebäudes für den G-Bereich in Garching schreitet zügig voran.

Wir bedanken uns für den 50-prozentigen Zuwachs in der Anzahl der Industriepartner für bilaterale Zusammenarbeiten von 2017 auf 2018 und sind hochmotiviert, unsere Partner auch 2019 wieder wirkungsvoll beim Transfer von Grundlagenwissen in kundenspezifische Lösungen zu unterstützen. Als verlässlicher Partner für Unternehmen jeder Größenordnung freuen wir uns zu jeder Zeit, wenn Sie mit uns in Kontakt treten.

Es grüßen Sie auf das Herzlichste

Prof. Dr.-Ing.  
**Gunther Reinhart**  
Geschäftsführender  
Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing.  
**Klaus Drechsler**  
Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing.  
**Wolfram Volk**  
Institutsleiter

» *Wir gestalten den Weg in die Zukunft des effizienten Engineerings, der vernetzten Produktion und der intelligenten Multimateriallösungen zur Sicherstellung der nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit unserer Partner.* «

Prof. Dr.-Ing.  
Gunther Reinhart



#### KURZPORTRAIT

Aus dem Kuratorium	8
Das Fraunhofer IGCV und seine Standorte	10
Enge Hochschulkooperationen des Fraunhofer IGCV	11
Das Fraunhofer IGCV in Zahlen	12
Fraunhofer IGCV – Engineering. Produktion. Multimateriallösungen.	14
Organigramm des IGCV 2018	16
Verbünde und Allianzen	18



## AUS DEM KURATORIUM

Die Gründung der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV im Juli 2016 schließt eine Lücke in der Anwendungsforschung.

Die Kombination der drei Wissenschaftsbereiche Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik eröffnet in der synergetischen Zusammenarbeit über die Schnittstellen der drei Bereiche eine einzigartige Chance zur interdisziplinären Erarbeitung umfassender Forschungsergebnisse. Dazu gehören durchgängige Innovationen von der Werkstofftechnik und der Bauteilauslegung bis hin zur Produktionstechnik und der Supply Chain.

Damit ist die Einrichtung eine perfekte Ergänzung und idealer Ansprechpartner zu verwandten Ansätzen in der Wirtschaft, wie etwa dem Leichtbau- und Technologiezentrum LuTZ der BMW Group.

Dank gilt der Fraunhofer-Gesellschaft, der Technischen Universität München und dem Bayerischen Wirtschaftsministerium, die als Förderer die Gründung der neuen Einrichtung ermöglicht haben.

Darüber hinaus ist die enge Verbindung des IGCV zur universitären Forschung zu begrüßen. Die Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler und Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk haben gleichzeitig Lehrstühle an der Technischen Universität München inne und die Universität Augsburg ist mit der Präsidentin Frau Prof. Dr. Sabine Doering-Manteuffel als stellvertretende Kuratoriumsvorsitzende mehr als prominent vertreten.

Eine große Chance und zugleich eine große Herausforderung ist es, den Mehrwert der Zusammenarbeit in der neuen



Dr. Ralf Fröchtenicht

Einrichtung gegenüber den ursprünglichen drei Fachgebieten Gießerei, Composite und Verarbeitungstechnik zu generieren.

Das IGCV hat zügig mit einem umfassenden Strategieprozess begonnen, dabei die Anregungen aus den Kuratoriumssitzungen aufgegriffen und gemeinsam mit seinen Kunden die Strategie gestaltet und diese im November 2018 mit dem Brückenthema „Engineering. Produktion. Multimateriallösungen.“ verabschiedet.

Als Kuratorium begrüßen wir diese Ansätze und sehen der weiteren Entwicklung des Fraunhofer IGCV mit Zuversicht und großen Erwartungen entgegen. Die „Einrichtung“ arbeitet bereits jetzt wie ein „Institut“. Wir wünschen dem IGCV auf dem Weg zum „Institut“ weiterhin viel Erfolg.

Dr. Ralf Fröchtenicht  
BMW AG, Kuratoriumsvorsitzender des Fraunhofer IGCV

### Mitglieder des IGCV-Kuratoriums (Stand Januar 2019)

Vorsitzender des Kuratoriums  
**Dr. Ralf Fröchtenicht**  
BMW AG, München

Stellv. Vorsitzende des Kuratoriums  
**Prof. Dr. Sabine Doering-Manteuffel**  
Universität Augsburg, Augsburg

**Barbara Bergmeier**  
Airbus Defence and Space GmbH, Taufkirchen

**Christine Dübler**  
ZwickRoell GmbH & Co. KG, Ulm

**Dr.-Ing. Michael Eisenbarth**  
Continental AG, Nürnberg

**Dr.-Ing. Erwin Flender**  
MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen

**Prof. Dr. Peter Gumbsch**  
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg

**Prof. i. R. Dr.-Ing. Hartmut Hoffmann**  
Technische Universität München, Garching b. München

**Dr.-Ing. Carsten Intra**  
MAN Truck & Bus SE, München

**Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. (Fh) Bernd Kaufer**  
Brose Gruppe, Würzburg

**Dr. Michael Korte**  
Audi AG, Ingolstadt

**Dr.-Ing. Heinz Neubert**  
Siemens AG, Berlin

**Dr.-Ing. Helmut Schwarz**  
KRONES AG, Rosenheim

**Stefan Thomé**  
Airbus Group, Taufkirchen

**Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn**  
Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

**MR Dr. Stefan Wimbauer**  
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,  
Landesentwicklung und Energie, München

### Gast des Kuratoriums

**Dr. Uwe Knotzer**  
Voith GmbH & Co. KGaA, Heidenheim an der Brenz



## DAS FRAUNHOFER IGCV UND SEINE STANDORTE

Das Fraunhofer IGCV steht für anwendungsbezogene Forschung. Dies bedeutet den Transfer von Grundlagenwissen in kundenspezifische Lösungen. Unser Alleinstellungsmerkmal liegt in interdisziplinären Lösungen aus den Bereichen Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik. Wir ermöglichen durchgängige Innovationen von der Werkstofftechnik und der Bauteilauslegung bis hin zur Produktionstechnik und der Supply Chain.

Unsere Arbeit ist gekennzeichnet durch höchste fachliche und organisatorische Kompetenz, den Einsatz modernster Infrastruktur sowie eine nachhaltige Zusammenarbeit. Wir sind verlässlicher Partner für Unternehmen jeder Größenordnung und Ansprechpartner für Fragestellungen im Bereich Engineering, Produktion und Multimateriallösungen.

Wir setzen natürliche Ressourcen sparsam ein, um den nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen und achten stets auf einen fairen und respektvollen Umgang. Durch unsere Arbeit schaffen wir einen Mehrwert für die Gesellschaft.

An unserem Hauptsitz in Augsburg sind Leitung, Verwaltung sowie die Wissenschaftsbereiche Composites und Verarbeitungstechnik angesiedelt. In Garching bei München befindet sich der Wissenschaftsbereich Gießereitechnik. Der Standort Ludwig Bölkow Campus in Taufkirchen ist auf den Wissenschaftsbereich Effiziente Faserverbundbauweise und Fertigungstechnologien für Luftfahrtanwendungen spezialisiert.



**IGCV Verwaltung**  
SIGMA Technopark  
Gebäude 10  
Werner-von-Siemens-Straße 6  
86159 Augsburg



**Gießereitechnik**  
Zeppelinstraße 15  
85748 Garching



**Compositetechnik**  
Am Technologiezentrum 2  
86159 Augsburg



**Verarbeitungstechnik**  
Provinoststraße 52,  
Beim Glaspalast 5  
86153 Augsburg



**IGCV@Ludwig Bölkow Campus**  
Willy-Messerschmitt-Straße 1  
82024 Taufkirchen

## ENGE HOCHSCHUL-KOOPERATIONEN DES FRAUNHOFER IGCV

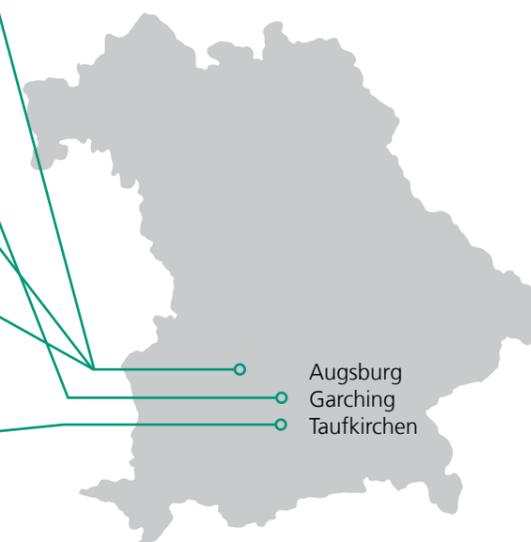
Eine enge Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten fördert gegenseitigen Wissensaustausch, gemeinsame Projekte und die Verbindung von Forschung und Praxis. Das Fraunhofer IGCV kann eine hohe Vernetzung zu Universitäten und Hochschulen der Region aufweisen.

Durch die gemeinsame Leitung von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart ist das Fraunhofer IGCV eng mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der

Technischen Universität München verbunden. Neben ihm haben auch die beiden Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler und Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk die Lehrstühle für Carbon Composites (LCC) und für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) der Technischen Universität München inne. Durch diese Bündelung ihrer Themen Leichtbaugusstechnologien, Faserverbundwerkstoffe und intelligente automatisierte Fertigung werden Synergien geschaffen und Innovationen für die deutsche Industrie generiert.

Auch mit der Universität Augsburg bestehen intensive Verbindungen. Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp, der bei Fraunhofer als Hauptabteilungsleiter den Bereich Verarbeitungstechnik innehat, agiert als Leiter des Lehrstuhls für Produktionsinformatik der Universität Augsburg. Seine Forschungsschwerpunkte an der Bildungsstätte sind Methoden und Konzepte für die intelligente Produktion.

Des Weiteren bestehen enge Kooperationen zur Hochschule Augsburg, Hochschule München, der FH Wels Österreich sowie zur Ain Shams Universität in Kairo.





# DAS FRAUNHOFER IGCV IN ZAHLEN

## Personalentwicklung

Insgesamt arbeiten am Fraunhofer IGCV 137 tariflich beschäftigte Mitarbeiter. Insbesondere von jungen Müttern wird dabei die Option einer Teilzeitbeschäftigung genutzt. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die verschiedenen Gruppen alle in Vollzeitstellen dargestellt. Neben den 92 Mitarbeitenden im wissenschaftlichen Bereich arbeiten zwölf Personen als technische Angestellte, sechs Mitarbeitende im Bereich Strategie und Institutsentwicklung sowie 27 Personen in der

Haustechnik, Werkstatt, IT und in der Verwaltung. Zudem setzen wir auf eine starke Ausbildung und bilden vier Auszubildende aus. Eine wichtige Säule in der wissenschaftlichen Arbeit bilden die rund 160 wissenschaftlichen Hilfskräfte.

Auch in 2019 sollen weitere Möglichkeiten zur persönlichen und fachlichen Karriereplanung geschaffen werden. Mit einem gezielten Personalentwicklungsprogramm wird hierfür der Grundstein gelegt.

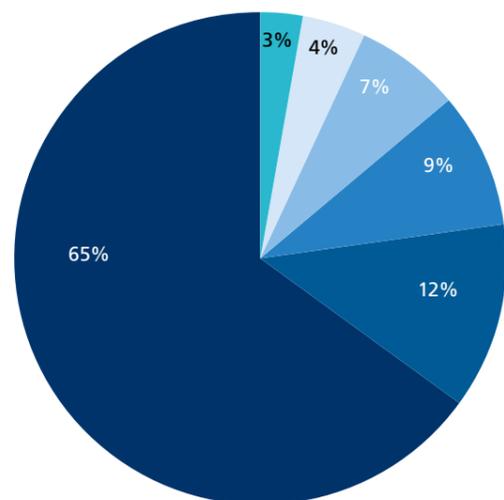
## Haushalts- und Wirtschaftsertragsentwicklung

Der Gesamthaushalt an den Standorten in Augsburg und Garching beträgt im Jahr 2018 über 17 Millionen Euro und übersteigt mit rund 4,8 Millionen das Niveau des Vorjahres. Etwa 56 Prozent fallen dabei auf den Personalaufwand sowie rund 25 Prozent auf den Sachaufwand. 3,1 Millionen Euro wurden in die Ausstattung der Forschungsflächen investiert.

Insgesamt wurden über 14 Millionen Euro an externen Erträgen eingeworben. Die Finanzierung aus Projekten mit Bundes- und Landesförderung bilden mit über neun Millionen

Euro dabei ein stabiles Fundament des Haushaltes. Die Industrieerträge sind auf über 4,5 Millionen angestiegen. Somit konnten gegenüber dem Vorjahr über eine Million Euro mehr erwirtschaftet werden. Der Wirtschaftsertragsanteil erreicht mit über 32 Prozent ein sehr gutes Niveau. Auch ist der Anteil des EU-Projektvolumens um 140.000 Euro gestiegen.

Eine Herausforderung wird in den nächsten Jahren neben den notwendigen organisatorischen Anpassungen die unterschiedliche Kostenrechnung der verschiedenen Fördermittelgeber sowie die Zufinanzierung der geförderten Projekte sein.



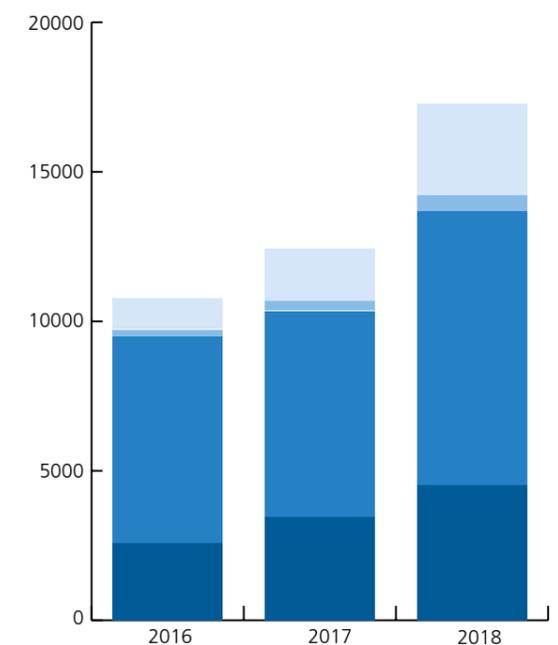
- 92 wissenschaftliche Mitarbeiter
- 17 Mitarbeiter in der Verwaltung und Assistenz
- 12 technische Angestellte
- 10 Mitarbeiter in der Haustechnik, Werkstatt und IT
- 6 Mitarbeiter in der Strategie und Institutsentwicklung
- 4 Auszubildende

Personalstruktur des Fraunhofer IGCV  
Stand 31. Dezember 2018

Entwicklung des Gesamthaushaltes des Fraunhofer IGCV  
(in Tausend EURO) in den Haushaltsjahren 2016 bis 2018

	2016	2017	2018
Wirtschaftserträge	2.604	3.475	4.531
Bund / Länder	6.898	6.880	9.145
EU / Sonstige Erträge	234	320	535
Institutionelle Förderung	1.040	1.763	3.061
=	10.776	12.438	17.272

- Wirtschaftserträge
- Bund / Länder
- EU / Sonstige Erträge
- Institutionelle Förderung



# FRAUNHOFER IGCV – ENGINEERING. PRODUKTION. MULTIMATERIALLÖSUNGEN.

Im November 2018 wurde eine überarbeitete Strategie verabschiedet, die als wesentlichen Bestandteil das Zielbild des Fraunhofer IGCV enthält. Unser Alleinstellungsmerkmal liegt in interdisziplinären Lösungen aus den Bereichen Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik.

Zwei Jahre nach der Gründung des Fraunhofer IGCV wurde die Strategie grundlegend präzisiert. Neben einer Aktualisierung der Vision, Mission und der Leitsätze wurde ein Set aus strategischen und operativen Zielen verabschiedet, das teilweise bis ins Jahr 2028 die Messlatten legen wird.

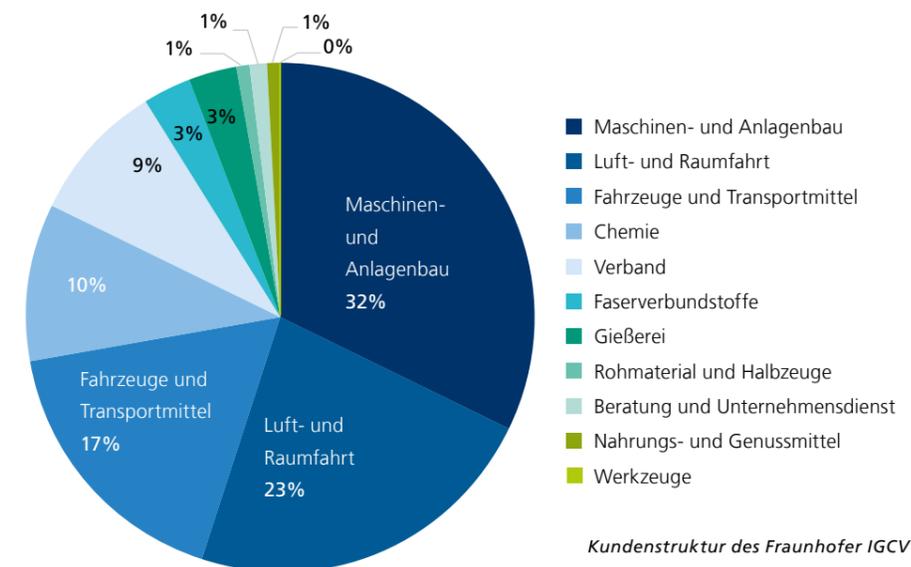
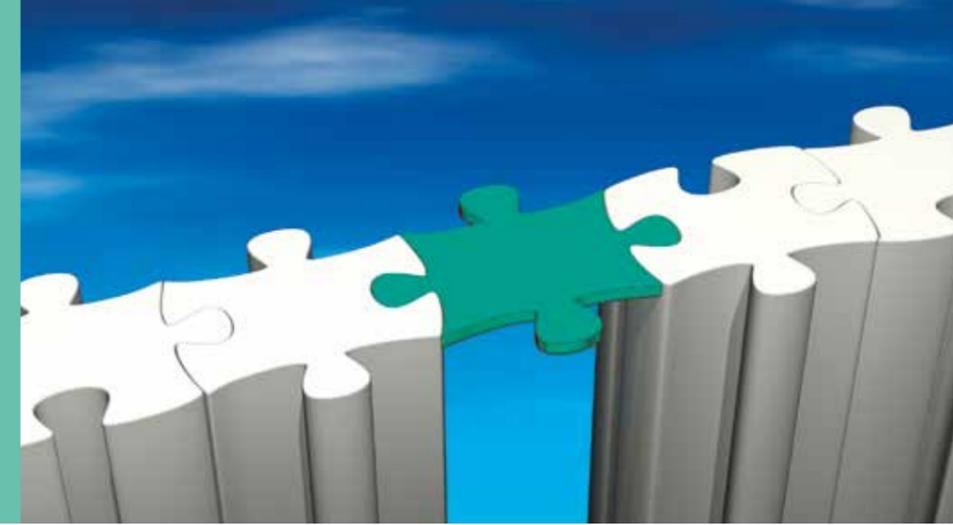
Der durchgeführte Strategieprozess hat gezeigt, dass das Fraunhofer IGCV neben seiner starken Verwurzelung in der Region München, Augsburg und Kempten auch international erfolgreich agiert. Die Bearbeitung von Fragestellungen internationaler Partner machten zehn Prozent des Industrieertrages durch Direktbeauftragungen aus. Das forcierte zum einen den europäischen Zusammenhalt, andererseits erweiterte dies auch unseren eigenen Horizont hinsichtlich des Standes der Technik in den Hochtechnologieregionen unserer Welt. Gemessen an unseren Industrieerträgen unterstützt das Fraunhofer IGCV zu 70 Prozent Partner aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Fahrzeug- und Transportmittelbranche sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie.

Das Fraunhofer IGCV verfolgt die Vision, den Weg in die Zukunft des effizienten Engineerings, der vernetzten Produktion

und der intelligenten Multimateriallösungen zu weisen und damit zur Sicherstellung der nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas beizutragen.

Gleichzeitig steht das Fraunhofer IGCV für anwendungsbezogene Forschung, also den Transfer von Grundlagenwissen in kundenspezifische Lösungen. Unser Alleinstellungsmerkmal liegt dabei in interdisziplinären Lösungen aus den Bereichen Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik. Wir ermöglichen durchgängige Innovationen von der Werkstofftechnik und der Bauteilauslegung bis hin zur Produktionstechnik und der Supply Chain.

Unsere Arbeit ist gekennzeichnet durch höchste fachliche und organisatorische Kompetenz, den Einsatz modernster Infrastruktur sowie eine nachhaltige Zusammenarbeit. Wir sind verlässlicher Partner für Unternehmen jeder Größenordnung und regional erster Ansprechpartner für Fragestellungen im Bereich Engineering, Produktion und Multimateriallösungen. Zudem forcieren wir den überregionalen Wissenstransfer, um Wirtschaftsstandorte in Deutschland und Europa langfristig zu stärken.



Kundenstruktur des Fraunhofer IGCV

Überdies setzen wir natürliche Ressourcen sparsam ein, um den nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen und achten stets auf einen fairen und respektvollen Umgang. Wir katalysieren die Weiterentwicklung unserer Mitarbeiter und bilden Talente zu verantwortungsvollen, fachlich exzellenten Persönlichkeiten aus. Durch unsere Arbeit schaffen wir einen Mehrwert für die Gesellschaft.

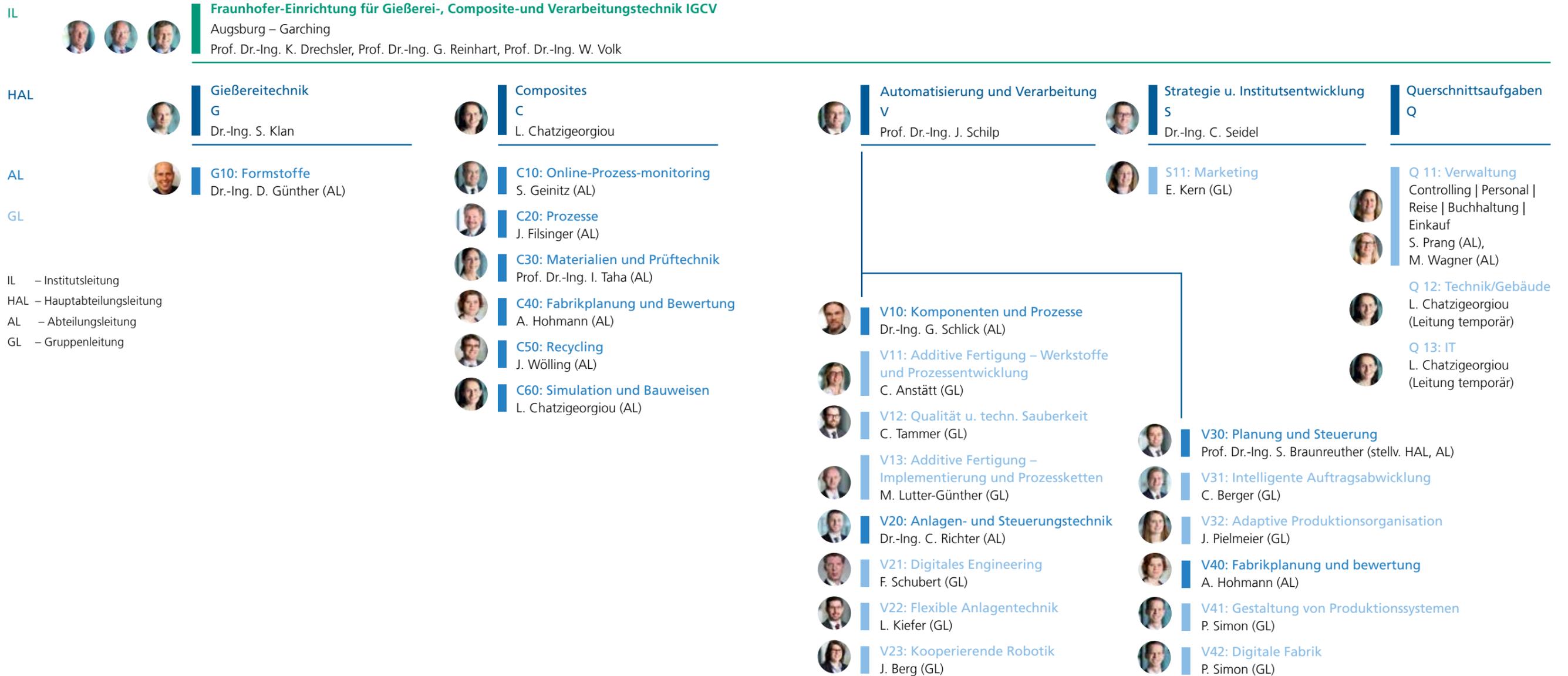
**Dr.-Ing. Christian Seidel**  
Hauptabteilungsleiter „Strategie und Institutsentwicklung“ und Leiter der Querschnittsfunktion „Additive Fertigung“  
Studium Maschinenwesen und Promotion im Bereich Additive Fertigung, TU München  
+49 821 90678-127, [christian.seidel@igcv.fraunhofer.de](mailto:christian.seidel@igcv.fraunhofer.de)



» Das IGCV-Zielbild ist das Fundament für unsere Entwicklung zu einem Fraunhofer-Institut, das sein Ökosystem prägt. «

Dr.-Ing. Christian Seidel

# ORGANIGRAMM DES IGCV 2018



## VERBÜNDE UND ALLIANZEN

Die Institute und Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft arbeiten untereinander zusammen: Sie kooperieren in Verbänden oder in Allianzen, um ein Themenfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten. Das Fraunhofer IGCV ist am Verbund Produktion und den folgenden Allianzen beteiligt:

### FRAUNHOFER-VERBUND PRODUKTION

#### „EXPERTENWISSEN FÜR DIE PRODUKTION DER ZUKUNFT“

Der Fraunhofer-Verbund Produktion wurde 1998 gegründet und ist eine Kooperation von acht Instituten und drei Fraunhofer-Einrichtungen mit insgesamt mehr als 2.300 Mitarbeitern. Gemeinsames Ziel ist es, zusammen produktionsorientierte Forschung und Entwicklung zu betreiben. Durch die Bündelung der vielfältigen Kompetenzen und Erfahrungen der einzelnen Institute können so den Kunden aus Industrie, Handel und Dienstleistung umfangreiche, ganzheitliche Problemlösungen aus einer Hand angeboten werden.

Unter Nutzung der neuesten Erkenntnisse aus den Produktions- und Ingenieurwissenschaften und der Informatik bietet der Fraunhofer-Verbund Produktion ein Leistungsspektrum an, das den gesamten Produktlebenszyklus bzw. die gesamte Wertschöpfungskette umfasst. Forschung und Industrie sind hier eng und interdisziplinär vernetzt. So verfügt der Verbund über ein breit gefächertes Angebot an Technologien und Dienstleistungen, die Unternehmen fit machen für die „Produktion der Zukunft“.

Die **Geschäftsfelder** des Fraunhofer-Verbunds Produktion umfassen die

- Produktentwicklung
- Fertigungstechnologien
- Fertigungssysteme
- Produktionsprozesse
- Produktionsorganisation
- Logistik

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

Institutsleitung

+49 821 90678-0

[gunther.reinhart@igcv.fraunhofer.de](mailto:gunther.reinhart@igcv.fraunhofer.de)

[klaus.drechsler@igcv.fraunhofer.de](mailto:klaus.drechsler@igcv.fraunhofer.de)

[wolfram.volk@igcv.fraunhofer.de](mailto:wolfram.volk@igcv.fraunhofer.de)



### ALLIANZ „GENERATIVE FERTIGUNG“

Der Oberbegriff „Generative Fertigung“ beschreibt Prozesse zur Herstellung von Modellen, Formen, Werkzeugen und funktionsfähigen Bauteilen. Generative Fertigung bietet enorme Erfolgspotenziale für die schnelle und effiziente Umsetzung von Produktinnovationen für Prototypen und kleine Fertigungsseries.

Die Fraunhofer-Allianz „Generative Fertigung“ bündelt die Kompetenzen von 18 Fraunhofer-Instituten und -Einrichtungen und entwickelt innovative Konzepte für die Anwendung generativer Fertigungstechnologien. Mit der Allianz ist die Fraunhofer-Gesellschaft in der Lage, ganzheitliche Lösungen in der Produktentwicklung durch die Abbildung der gesamten Prozesskette anzubieten. Neben den generativen Kernprozessen umfassen sie vor- und nachgelagerte Prozesse: die Prozessvorbereitung, inklusive des Erfassens und Aufbereitens von Daten, sowie die finale Eigenschaftsgenerierung für einsatzfähige Produkte.

Die Aktivitäten konzentrieren sich auf die Leitthemen Engineering, Werkstoffe, Technologien und Qualität. Die Tätigkeiten umfassen neben dem direkten Einsatz der generativen Tech-

nologien auch Material- und Anwendungsentwicklung sowie Themen rund um die Qualität. Die Fraunhofer-Allianz „Generative Fertigung“ richtet sich an Branchen wie Automobil und Luftfahrt, aber auch Bio-Medizin- und Mikrosystemtechnik. Gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern entwickelt die Allianz individuelle Konzepte, Technologien und Prozesse zur Verbesserung der Leistungs- und Konkurrenzfähigkeit kleiner und mittelständischer Unternehmen. Die Fraunhofer-Allianz „Generative Fertigung“ ist Mitglied im Management der EU-Plattform „Rapid Manufacturing“ in Brüssel und darin zuständig für die Organisation der Arbeitsgruppe „Deutschland“.

#### Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Christian Seidel  
Hauptabteilungsleiter „Strategie und Institutsentwicklung“  
und Leiter der Querschnittsfunktion „Additive Fertigung“  
Studium Maschinenwesen und Promotion im Bereich  
Additive Fertigung, TU München  
+49 821 90678-127, [christian.seidel@igcv.fraunhofer.de](mailto:christian.seidel@igcv.fraunhofer.de)



## ALLIANZ „LEICHTBAU“

Leichtbau bedeutet die Realisierung einer Gewichtsreduzierung bei hinreichender Steifigkeit, dynamischer Stabilität und Festigkeit. Hierbei ist zu gewährleisten, dass die entwickelten Bauteile und Konstruktionen ihre Aufgabe über die Einsatzdauer sicher erfüllen.

Die Werkstoffeigenschaften, die konstruktive Formgebung, die Bauweise und der Herstellungsprozess bestimmen die Qualität einer Leichtbaustruktur wesentlich. Daher muss die gesamte Entwicklungskette von der Werkstoff- und Produktentwicklung bis über Serienfertigung und Zulassung und Produkteinsatz betrachtet werden.

Die in der Fraunhofer-Allianz „Leichtbau“ zusammengeschlossenen 18 Institute und Einrichtungen haben die dafür erforderlichen Kompetenzen in den Bereichen:

- Materialien bzw. Materialverbünde für den Leichtbau
- Füge- und Fertigungsverfahren im Leichtbau
- Numerische und experimentelle Simulation im Leichtbau
- Bewertung von Bauteilen und Systemen

Kundenspezifische Erwartungen werden unter Berücksichtigung umgesetzt. Lösungen können aus einer Hand angeboten werden.

**Ansprechpartner:**

Jakob Wölling  
Abteilungsleiter „Recycling“  
+49 821 90678-231  
[jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de](mailto:jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de)

## ALLIANZ „REINIGUNGSTECHNIK“

Die Reinigung von Oberflächen ist in einer Reihe inhaltlich unterschiedlich ausgerichteter Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen Forschungsgegenstand. Keines der zehn Institute beschäftigt sich ausschließlich mit der Reinigungstechnik. In der Fraunhofer-Allianz „Reinigungstechnik“ werden die Kompetenzen der einzelnen Institute gebündelt, sodass die gesamte Prozesskette der Reinigung angeboten werden kann. Diese umfasst neben unterschiedlichen Reinigungsverfahren die vor- und nachgelagerten Prozesse.

Vorgelagerte Prozesse beschäftigen sich mit Fragestellungen der Prozessanalyse, um Verunreinigungen zu vermeiden oder den Reinigungsaufwand zu vermindern. Nachgelagerte Prozesse sind die Kontrolle des Reinigungs Erfolgs in der Quali-

tätssicherung, die Trocknungstechnologie bei nasschemischen Reinigungsverfahren sowie die Entsorgung der Verunreinigung und der Reinigungshilfsstoffe im Rahmen des Umweltschutzes.

Die Aktivitäten der Fraunhofer Allianz „Reinigungstechnik“ fließen in die drei Hauptkomponenten ein: vermeiden – vermindern – verbessern.

**Ansprechpartner:**

Christoph Tammer  
Gruppenleiter „Qualität und technische Sauberkeit“  
+49 821 90678-184  
[christoph.tammer@igcv.fraunhofer.de](mailto:christoph.tammer@igcv.fraunhofer.de)

## ALLIANZ „SIMULATION“

In der Fraunhofer Allianz „Numerische Simulation von Produkten, Prozessen“ bündeln 18 Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen ihre Kompetenzen, die sich mit der Entwicklung und Verbesserung von Simulationsverfahren beschäftigen. Die Simulation von Produkten und Prozessen spielt heute eine entscheidende Rolle in allen Phasen des Lebenszyklus eines Produkts, von der modellgestützten Materialentwicklung über die Simulation des Herstellprozesses bis zum Betriebsverhalten und der Platzierung des Produkts am Markt.

Das Ziel der Allianz ist es, institutsübergreifende Aufgabenstellungen aufzugreifen und als Ansprechpartner für öffentliche und industrielle Auftraggeber die Interessen der im Verbund zusammengeschlossenen Institute zu vertreten. Insbesondere die Bündelung der Kompetenzen aus dem LuK-Bereich mit dem Werkstoff- und Bauteil-Know-how sowie mit der Oberflächen- und Produktionstechnik verspricht innovative Ergebnisse.

Die Mitglieder der Fraunhofer-Allianz „Simulation“ bieten folgende Kompetenzen:

- Fertigungsspezifische Simulationen
- Werkstoffsimulationen
- Simulation Bauteilverhalten/Bauteilanalyse
- Strömungsmechanik
- Softwareentwicklung

**Ansprechpartner:**

Fabian Dobmeier  
„Gießverfahren und Werkstoffe“  
+49 172 149 1537  
[fabian.dobmeier@igcv.fraunhofer.de](mailto:fabian.dobmeier@igcv.fraunhofer.de)

## ALLIANZ „autoMOBILproduktion“

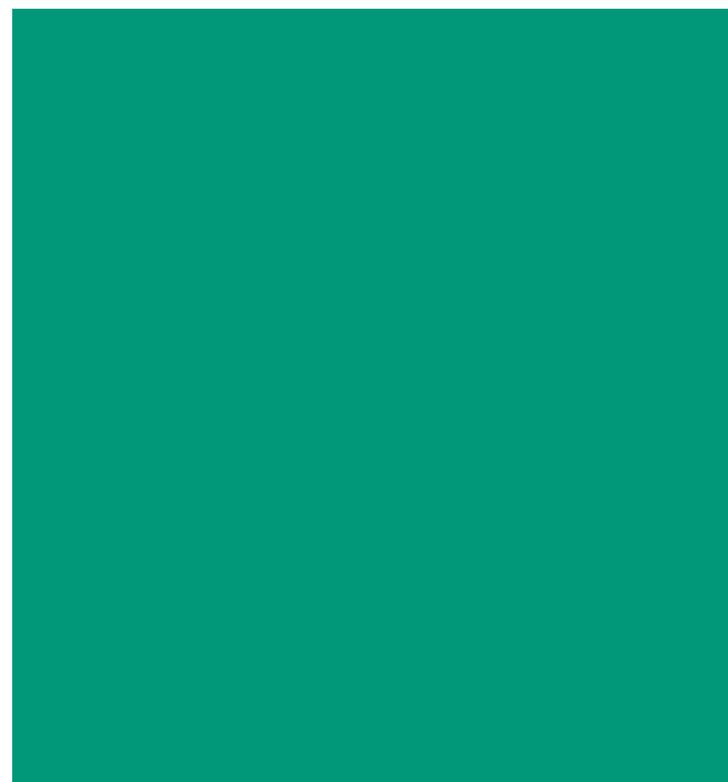
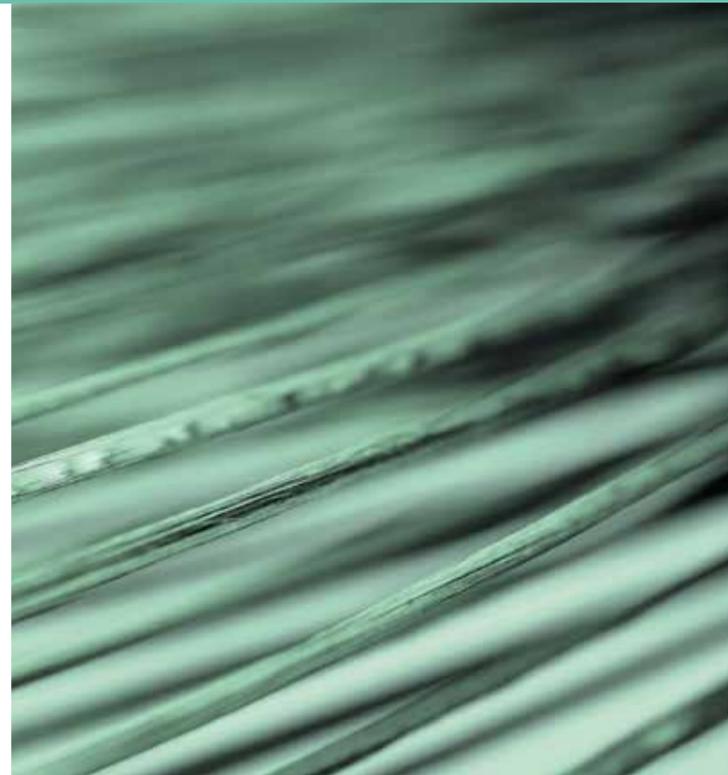
Die Automobilwirtschaft ist vielen Einflüssen ausgesetzt, die die Mobilität von morgen prägen werden. Die Herausforderungen der Zukunft sind geändertes Kundenverhalten durch Urbanisierung, die Entwicklung einer nachhaltigen Energieversorgung im Rahmen des Klimaschutzes sowie die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung bei der Produktionstechnik. Die Allianz „autoMOBILproduktion“ forscht nicht nur an diesen aktuellen Themen der Automobilproduktion, sie berücksichtigt auch ihre Wechselwirkungen mit Trends und die Auswirkungen auf den Menschen. Sie zeigt darüber hinaus aktuelle und zukünftige Märkte auf und arbeitet bereits an vorhandenen sowie absehbaren Innovationen im Antriebsstrang, die zu den wesentlichen technischen Veränderungen der künftigen Mobilität führen werden.

Somit ergeben sich die aktuellen Handlungsfelder der Allianz:

- Intelligente Automobil-Produktion
- Elektrifizierung des automobilen Antriebsstrangs
- Rohstoffe, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit
- Globale Wertschöpfungsketten
- Bilanzraum Automobil-Produktion
- Produktionsherausforderungen durch: autonomes Fahren, Shared Services

**Ansprechpartner:**

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart  
Institutsleitung  
+49 821 90678-0  
[gunther.reinhart@igcv.fraunhofer.de](mailto:gunther.reinhart@igcv.fraunhofer.de)



<b>WISSENSCHAFTSBEREICH GIEßEREITECHNIK</b>	<b>24</b>
Formstoffe	26
<b>WISSENSCHAFTSBEREICH COMPOSITETECHNIK</b>	<b>30</b>
Online-Prozess-Monitoring	32
Prozesse	34
Materialien und Prüftechnik	38
Recycling	40
Simulation und Bauweisen	42
<b>WISSENSCHAFTSBEREICH VERARBEITUNGSTECHNIK</b>	<b>46</b>
Komponenten und Prozesse	48
Anlagen- und Steuerungstechnik	54
Planung und Steuerung	58
Fabrikplanung und Bewertung	64



## Wissenschaftsbereich **GIEßEREITECHNIK**

Steigende Anforderungen bei der Herstellung hoch komplexer Gussteile, unter Berücksichtigung des ressourcenschonenden Einsatzes von Hilfs- und Betriebsstoffen sowie der digitalen Vernetzung des Herstellungsprozesses, bilden die Grundlage für den wachsenden Entwicklungsbedarf in der Gießereibranche. Diese Entwicklungen finden nicht nur in der Gießerei selbst statt, sondern werden vielfach durch die breit gefächerte Zulieferindustrie getragen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IGCV werden für die unterschiedlichen Herausforderungen wirtschaftliche und innovative Lösungen erarbeitet.

In engem Austausch mit den Kunden erarbeiten die Experten des Bereichs Gießereitechnik Fragestellungen hinsichtlich der indirekten Additiven Fertigung (Herstellung von Gießformen und Kernen), der umweltfreundlichen Formstoffsysteme, der Simulation von Gießereiteilprozessen, der Werkstoffentwicklung im Gebiet der Aluminium- und Eisenlegierungen sowie der Gießerei 4.0.

Der Begriff „Gießerei 4.0“ leitet sich aus dem Oberbegriff Industrie 4.0 ab und verdeutlicht die Notwendigkeit für die Gießereien, sich der Digitalisierung zu öffnen. Für die Gießer bedeutet dies, das Potenzial hinsichtlich stabiler Prozesse mit deutlich weniger Qualitätsschwankungen und damit einhergehenden reduzierten Kosten auszuschöpfen. Dies gelingt durch die konsequente Aufnahme, Weiterleitung, Auswertung und Rückkopplung der prozessrelevanten Daten. Ein Branchenüberblick hat ergeben, dass viele Gießereien diese Notwendigkeit erkannt haben, der Startpunkt dabei aber auf sehr unterschiedlichen Ebenen liegt.

Neben der Weiterentwicklung von bestehenden Simulationstools im Gießereibereich hinsichtlich ihrer Vorhersagegenauigkeit werden am Fraunhofer IGCV auch Teilbereiche der Gießereiprozesse betrachtet, welche bisher simulativ noch nicht beleuchtet wurden. Mittels Grundlagenversuchen wird dafür das Prozessverständnis erarbeitet, welches in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Berechnungsmodellen zu einem Simulationstool führt.

Bei der indirekten Additiven Fertigung steht neben dem Einsatz unterschiedlicher Formmaterialien und Bindersystemen auch die Automatisierung des Gesamtprozesses auf der Agenda. Um den Durchbruch der indirekten Additiven Fertigung für den Einsatz in der Serienfertigung zu erreichen, werden am Fraunhofer IGCV unterschiedliche Gesichtspunkte der Automatisierung untersucht.



» *Ohne Gussteile kein angenehmes Leben: Der tägliche Komfort basiert auf einer Vielzahl von Gussteilen.* «

*Dr.-Ing. Steffen Klan*

### **Dr.-Ing. Steffen Klan**

Hauptabteilungsleiter „Gießereitechnik“

Studium Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, Gießereitechnik

Promotion, TU Bergakademie Freiberg

+49 170 788 6930, [steffen.klan@igcv.fraunhofer.de](mailto:steffen.klan@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG FORMSTOFFE



## PROJEKT EIGENSCHAFTEN ANORGANISCHER BINDERSYSTEME BEIM LEICHTMETALLGUSS

Das Arbeitsfeld der Abteilung Formstoffe ist die Untersuchung von Formstoffsystemen und Formgebungsverfahren. Ein besonderer Schwerpunkt ist die „Additive Fertigung“ von Formen und Kernen mit dem Binderjetting-Verfahren.

Beim klassischen Aufbau von Gießereien lässt sich feststellen, dass die Formherstellung und die Kernmacherei häufig den größten Teil sowohl hinsichtlich der Fläche als auch der Mitarbeiter in Anspruch nehmen. Entsprechend ist der Formgebung des Gussteils – neben der Erzeugung der mechanischen Eigenschaften durch den Guss – ein signifikanter Umsatzanteil zuzuordnen. Nicht zuletzt aus diesem Grund sind sämtliche Themen rund um die Formgebung des Gussteils mit Formstoffsystemen Gegenstand der Arbeit in der Abteilung Formstoffe des Fraunhofer IGCV.

Das Formstoffsystem setzt sich dabei im Wesentlichen aus einem Partikelmaterial und einem Bindemittel zusammen. Darüber hinaus wird dem Formstoffsystem außerdem ein Prozess zugeordnet, bei dem der Formstoff zu Formen und Kernen verarbeitet wird. Da diese beiden Komponenten die Eigenschaften des späteren Gussteils wesentlich beeinflussen, ist eine intensive wissenschaftliche Untersuchung unabdingbar. Der Fokus richtet sich dabei auf Sandsysteme und Binder für verschiedene Gussmaterialien und Gießverfahren. Darüber hinaus werden alternative Partikelmaterialien bis hin zu keramischen Partikeln auf ihre Einsatzfähigkeit untersucht. Entscheidend sind dabei Korngrößen, Formen und Oberflächenspezifika.

Die Bindersysteme sind in der Regel reaktive Systeme, die über einen Aushärtemechanismus gezielt von einem flüssigen in einen festen Zustand überführt werden können. Dabei lässt sich zwischen organischen und anorganischen Bindern unterscheiden. Letztere sind für die Forschung besonders interessant, da sie in ihrer Verarbeitung und im Abguss sehr umweltfreundlich sind. Die veränderten Verarbeitungseigenschaften sind hierbei einer der Forschungsschwerpunkte der Abteilung Formstoffe des Fraunhofer IGCV.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt ist die Verarbeitung der Systeme. Hier werden sowohl konventionelle als auch additive Verfahren untersucht. Dazu arbeitet die Abteilung eng mit den Herstellern solcher Anlagen zusammen. Das Ziel ist dabei die Weiterentwicklung zu geringeren Ausschusszahlen, immer komplexeren Formen und einer besseren Wirtschaftlichkeit.

**Dr.-Ing. Daniel Günther**  
Abteilungsleiter „Formstoffe“  
Studium Maschinenbau, TU München, Promotion auf dem Gebiet Tintenstrahltechnik  
+49 1522 181 6163, [daniel.guenther@igcv.fraunhofer.de](mailto:daniel.guenther@igcv.fraunhofer.de)



» Die Abteilung Formstoffe ermöglicht dem Kunden, neue Systeme bei der Formgebung von Gussteilen zu verwenden und zu verstehen. «

Dr.-Ing. Daniel Günther

Umweltfreundliche Produktion muss eine der Zielsetzungen bei jedem Fertigungsverfahren sein. Für die Gießerei stellen anorganische Binder dabei eine Möglichkeit dar, die es eingehend zu untersuchen gilt.

Die Großserienproduktion von Zylinderköpfen für Motoren hat hierzulande in den vergangenen Jahren eine entscheidende Wandlung durchlebt: Das Formstoffsystem zur Erzeugung der Hohlraumstruktur in den Bauteilen wurde von organischen Klebern auf anorganische umgestellt. So konnte ein entscheidender Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Industrieproduktion geleistet werden, denn der anorganische Kleber basiert auf sogenanntem Wasserglas. Dabei handelt es sich um ein wasserlösliches Glas, das als Lösung in den Handel kommt. Wird diese Lösung getrocknet, entsteht daraus ein festes Material. Diesen Effekt nutzt die Produktion, um Kerne aus verklebten Sandkörnern zu erzeugen. Gegenüber chemisch härtenden, organischen Klebesystemen ist die Anorganik in der Verarbeitung und dem Guss zwar emissionsfrei, allerdings sind auch die Gebrauchseigenschaften etwas anders. Beispielsweise reagieren solche Kerne nach ihrer Fertigung mit der Feuchtigkeit in der Atmosphäre und müssen deshalb speziell gelagert und zeitnah abgegossen werden. Das stellt wiederum hohe Anforderungen an die Logistik im Unternehmen.

Das Fraunhofer IGCV untersucht die Anorganik in allen Lebensphasen von Formen oder Kernen in der Gießerei. Dabei werden die Einsatzbereiche analysiert und entsprechende Anforderungen abgeleitet. Gemeinsam mit dem Kunden wird das Arbeitsfeld definiert und überprüft.

Die Abteilung Formstoffe verfügt über eine speziell für diese Fragestellungen optimierte Analytik: Die Binder lassen sich exakt über Thermoanalysen verstehen, die Partikel für das System werden über Partikelsizer vermessen und optimale Kombinationen ausgewählt. Als Versuchssysteme stehen ein Prüfstand für Kernschießprozesse und ein 3D-Drucker nach dem Binderjetting-Prozess zur Verfügung. Damit können

wichtige Erkenntnisse für die Serienvorbereitung und die tatsächliche Serienproduktion abgeleitet werden. Durch die Möglichkeit, direkt abzugießen, haben die Forscher die gesamte Prozesskette im Blick. Die so gewonnenen Erkenntnisse können dann sowohl an den Materialhersteller als auch an den Anlagenbauer zurückgemeldet werden.



Verschiedene Gießkerne im Serienversuch:  
Referenz (links), anorganischer Kern (rechts oben),  
organischer Monoblockkern (rechts unten)

**Christopher Locke, M.Eng.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Formstoffe“  
Studium Werkstofftechnik, TH Nürnberg  
+49 175 114 7082  
[christopher.locke@igcv.fraunhofer.de](mailto:christopher.locke@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT ERZEUGUNG VON SOLLBRUCHSTELLEN FÜR DAS ENTKERNEN VON GUSSBAUTEILEN MIT ADDITIVEN FERTIGUNGSMETHODEN

Das Entkernen von anorganisch gebundenen Kernen ist für den Gießereibetrieb eine Herausforderung, da die Kernfestigkeit beim Guss kaum abnimmt. Das 3D-Drucken von Kernen ist eine Möglichkeit, Modifikationen für eine einfache Entkernung zu erzielen.

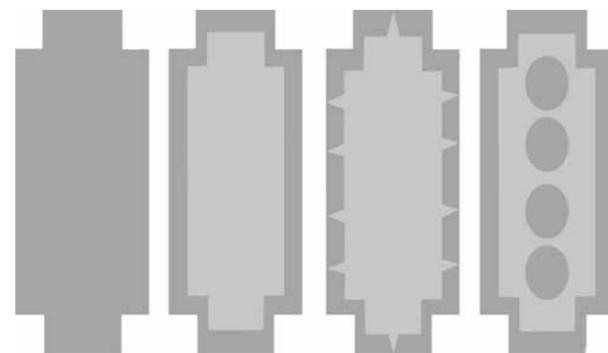
Die Formgebung für metallische Gussteile wird über Formen und Kerne aus gebundenem Sand bestimmt. Kerne ermöglichen es, Innenstrukturen wie Rohre zu erzeugen. Nach dem Guss werden diese Sandkerne wieder aus dem Gussteil entfernt. Moderne, umweltfreundliche Kernsandbinder weisen zwar weniger Emissionen beim Abguss auf, die Festigkeit nimmt dabei aber kaum ab, sodass hohe Energien beim Entkernen notwendig sind. Die herkömmliche, industriell angewandte Methode Gussbauteile zu entkernen, ist das mechanische Entkernen. Über einen sogenannten Entkernhammer werden dabei Schläge auf das Gussteil gegeben, um den Kern zu brechen. Danach wird das Gussbauteil mit dem eingeschlossenen Kernbruch in Schwingung versetzt, sodass die gebrochenen Kernfragmente sich gegenseitig zerreiben. Die Sandkörner und Bruchstücke können dann durch Drehungen des Gussteils aus entsprechenden Öffnungen ausfließen.

Das 3D-Drucken von Kernen bietet die Möglichkeit, die Bindermenge gezielt zu dosieren. Damit kann im Kern eine Festigkeitsstruktur angelegt werden, die das Entkernen begünstigt. Beispiele dafür sind Hohlkerne oder Kerne mit Sollbruchstellen im Inneren. Eine Erweiterung dieses Vorgehens ist das gezielte Einbringen von sehr festen Bereichen in Form kleiner Kugeln. Diese können, wenn sie durch die Entkernenergie einmal freigelegt sind, den Entkernfortschritt weiter beschleunigen.

Am Fraunhofer IGCV wurden solche Strukturen mit Hilfe des Binderjetting-Verfahrens innerhalb von anorganischen Kernen erzeugt und deren Wirkung untersucht. Die Kerne wurden sowohl im Leichtmetallguss als auch im Eisenguss eingesetzt. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Strategie, die Entkernung über eine gezielte Bindermenge positiv zu beeinflussen,

zu guten Ergebnissen führt. Besonders im Eisenguss ist das Potenzial vorhanden, bisher nicht machbare Strukturen ebenfalls umweltfreundlich, also mit anorganischen Bindern, zu realisieren.

Künftige Untersuchungen müssen das Potenzial des Verfahrens für die Serie belegen. Zudem werden am Fraunhofer IGCV Methoden erarbeitet und erprobt, das Verfahren auch auf konventionelle Kernfertigungsverfahren wie das Kernschießen zu übertragen.



*Schematische Darstellung von Kernen mit einer gedruckten Festigkeitsverteilung im Inneren*

**Florian Etemeyer, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Formstoffe“  
Studium Maschinenbau, TU München  
+49 172 149 1628, [florian.etemeyer@igcv.fraunhofer.de](mailto:florian.etemeyer@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT NEUARTIGE BINDERSYSTEME FÜR DAS BINDERJETTING-VERFAHREN

Der Einsatz des Binderjetting-Verfahrens für Gießereiformen und Kerne ist bereits Stand der Technik. Neuartige Bindersysteme adressieren den erweiterten Einsatz im Eisen- und Stahlguss, aber auch bei der umweltfreundlichen Verarbeitung.

Das Binderjetting für die Kern- und Formfertigung kommt immer häufiger für größere Stückzahlen zum Einsatz. Dabei ist die verfahrensbedingte Formfreiheit der Schlüssel zu neuen Anwendungen. Ermöglicht wird insbesondere die Realisierung topologieoptimierter Bauteile, die als Speerspitze des Leichtbaus gilt.

Formstoffsysteme sind auch beim Binderjetting entscheidend für die Möglichkeiten und die Qualität der Gussteile. Dafür muss der Formgrundstoff, meist ein Natursand, aber auch der Binder speziell für die Anwendung ausgewählt und qualifiziert werden. Am Fraunhofer IGCV steht für eine solche Qualifizierung die gesamte Kette an Analysemöglichkeiten zur Verfügung. Um Formstoffe zu untersuchen, können die Kornbandspektren und die Korngeometrie mit einem Partikelsizer erfasst werden.

Der Binder stellt für die Entwicklung eine besondere Herausforderung dar. Der Tintenstrahldruckkopf ist beim Binderjetting die kritische Komponente. Sie erfordert die exakte Kenntnis der Wechselwirkung des Fluids mit dem System. Am Fraunhofer IGCV wird hierzu das Fluid physikalisch wie chemisch charakterisiert und es werden Wechselwirkungsversuche mit Langzeitanteil durchgeführt. Die Eignung von Bindersystemen für Gussprozesse wird durch die simultane Thermoanalyse untersucht. Mit dieser Analysemethode kann der gesamte Prozess simuliert werden. Die Möglichkeiten reichen von der Charakterisierung der Verarbeitungseigenschaften im Niedrigtemperaturbereich, über die Bestimmung des Aushärtungsverhaltens bis hin zur Simulation des Gusses bei hohen Temperaturen.

Der Abschluss jeder Charakterisierung ist es, den Binder im realen Umfeld zu erproben. Dazu steht dem Fraunhofer IGCV

ein 3D-Drucker des Typs voxeljet VX500 zur Verfügung. Auf dieser Maschine werden sowohl Prüfkörper gedruckt, die bezüglich ihrer gussrelevanten Eigenschaften vermessen werden, als auch Gussformen für den Abguss. Der für den Anwender besonders wichtige Gussversuch kann am Fraunhofer IGCV mit Leicht- und Buntmetallen durchgeführt werden. Dabei kann das Spektrum der Kunden abgebildet oder simuliert werden. Für die Analyse des Gussteils stehen alle notwendigen Möglichkeiten zur Verfügung.



*Gedruckter Biegeriegel aus einem neuartigen Formstoffsystem auf der Basis eines Phenolharzbinders*

**Dr.-Ing. Daniel Günther**  
Abteilungsleiter „Formstoffe“  
Studium Maschinenbau, TU München, Promotion auf dem Gebiet Tintenstrahldrucktechnik  
+49 152 2181 6163, [daniel.guenther@igcv.fraunhofer.de](mailto:daniel.guenther@igcv.fraunhofer.de)

**Patricia Erhard, M.Sc.**  
Wiss. Mitarbeiterin „Formstoffe“, Studium Maschinenbau / Werkstoff- und Produktionstechnik, Universität Stuttgart  
+49 152 0613 8089, [patricia.erhard@igcv.fraunhofer.de](mailto:patricia.erhard@igcv.fraunhofer.de)



Wissenschaftsbereich

# COMPOSITETECHNIK

Im Fokus stehen leistungsfähige, effiziente und wirtschaftliche Produktlösungen für den Fahrzeug-, Flugzeug-, Anlagen- und Maschinenbau durch intelligente Leichtbauweisen mit Composites sowie durch ressourcenschonende, automatisierte und digitalisierte Fertigungsprozessketten.

Vor dem Hintergrund eines steigenden Umweltbewusstseins und schwindender Ressourcen gehört Leichtbau zu den wichtigsten Zukunftstechnologien für nachhaltige und emissionsarme Mobilitätskonzepte, mit den zugehörigen Fabriklösungen und Produktionssystemen. Eine besondere Rolle kommt dabei den Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen zu, die bei einem konsequenten Einsatz eine Gewichtsreduktion von bis zu 30 Prozent gegenüber Aluminium und von bis zu 60 Prozent gegenüber Stahl aufweisen können.

In den vergangenen acht Jahren lag der Fokus vor allem auf der konsequenten Ausnutzung des Leichtbaupotenzials in der Luftfahrt und im Automotive-Bereich. 2018 adressierte der Wissenschaftsbereich Composites – häufig gemeinsam mit dem Wissenschaftsbereich Verarbeitungstechnik – diverse Forschungsaktivitäten zur Erhöhung des Automatisierungsgrades und der Digitalisierung in der Composite-Produktion. Hintergrund sind die gemäß der Marktentwicklung zu verzeichnenden Anforderungen hinsichtlich kürzeren Entwicklungszeiten, Hochratenfähigkeit, Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Neben den dafür erforderlichen Technologie- und Prozesskettenentwicklungen standen im Rahmen der Luftfahrtforschung taktzeitoptimierte Fertigungsverfahren mit Hochleistungsthermoplasten im Vordergrund. Durch den Campus Carbon 4.0 – eine Initiative des Spitzenclusters MAI Carbon, Carbon Composites e. V. und der Universität Augsburg – konnten Forschungsaktivitäten zu Multimateriallösungen für Metall-Faserverbund-Bauweisen adressiert werden. Erweitert um die Expertise des Wissenschaftsbereichs Gießertechnik werden diese künftig völlig neue Möglichkeiten eröffnen.

Die fachlichen Kompetenzen reichen von der Struktur- und Prozesssimulation, dem Online-Prozess-Monitoring, den Materialien und der Prüftechnik, den automatisierten Fertigungsprozessen und den Recyclingverfahren bis hin zur Bewertung von Produktionssystemen hinsichtlich Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit. Der stetige Ausbau dieser Kompetenzen ist den konzentrierten Aktionen vieler Kräfte der Region und darüber hinaus, insbesondere dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, der Regierung von Schwaben sowie den im Carbon Composites e.V. organisierten Firmen und Instituten zu verdanken.

**Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou**  
Hauptabteilungsleiterin „Composites“  
Studium Maschinenbau, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-201, [lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de](mailto:lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de)



» *Der Wissenschaftsbereich umfasst die Composite- und Multimaterialforschung für umweltbewusste High-Performance-Produkte und Prozessketten.* «

*Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou*

## ABTEILUNG ONLINE-PROZESS- MONITORING



Die Abteilung Online-Prozess-Monitoring bietet Lösungen zur Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle durch „Maschinelles Sehen“ und die „Dielektrische Analyse“ an. Hierfür entwickelt das OPM-Team selbst-adaptive Systeme und Algorithmen.

In der Abteilung Online-Prozess-Monitoring (OPM) werden die drei Themenschwerpunkte „Dielektrische Analyse“, „Maschinelles Sehen“ sowie die „Entwicklung adaptiver Algorithmen“ verfolgt.

Mit der „Dielektrischen Analyse“ werden Aushärtvorgänge von Harzen und Klebstoffen mit dem Ziel der Prozesssicherheit und Überwachung beobachtet. Die Abteilung OPM bietet interessierten Kunden hierzu eine Beratung und Entwicklungsunterstützung an. Gleichzeitig werden auch eigene Systeme zur Untersuchung hochdynamischer chemischer Reaktionen entwickelt.

Der Bereich „Maschinelles Sehen“ beschäftigt sich mit der Entwicklung von Monitoring-Lösungen für den industriellen Einsatz, insbesondere in der Prozesskontrolle. Der Fokus liegt dabei auf der Verarbeitung von hochauflösenden Bildinformationen zur Laufzeit. Dies ermöglicht es Kunden direkt im Prozess, Informationen über die Produktqualität zu erhalten sowie diese Daten zur Prozessregelung zu verwenden. Mit dem eigenen Softwareframework stellt die Abteilung dem Kunden von der Datenerfassung über die Defekterkennung bis hin zur Defektklassifizierung ein umfangreiches Leistungsspektrum zur Verfügung.

Der Bereich „Adaptive Algorithmen“ beschäftigt sich mit Verfahren für die Selbst-Konfiguration und Selbst-Kalibration von Messsystemen und Auswertalgorithmen. Mit diesen Verfahren passen sich beispielsweise Kamerasysteme und die Bildverarbeitungssoftware eigenständig den sich verändernden Umgebungsbedingungen an und müssen nicht manuell nachjustiert werden. Dies gewährleistet eine höhere Systemzuverlässigkeit, ermöglicht neue Orte zur Integration der Sensorik und erhöht die Qualität der Messdaten. Insgesamt bietet sie dem Kunden deutliches Einsparungspotenzial, da die Zeit zur Inbetriebnahme deutlich verkürzt und Anpassungen im Betrieb automatisch erfolgen.

### Dipl.-Ing. Steffen Geinitz

Abteilungsleiter „Online-Prozess-Monitoring“ (OPM)  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-222, [steffen.geinitz@igcv.fraunhofer.de](mailto:steffen.geinitz@igcv.fraunhofer.de)



» *Smarte Lösungen  
für komplexe Herausforderungen.* «

Dipl.-Ing. Steffen Geinitz

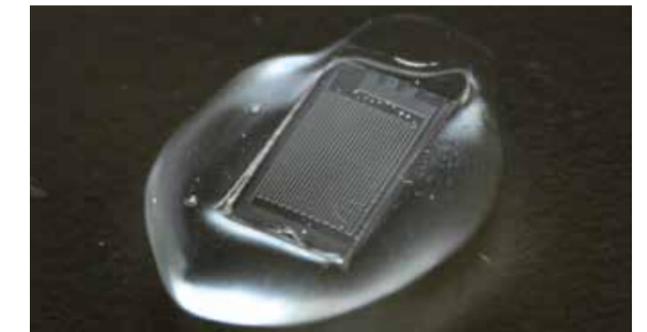
## PROJEKT REVOLUTION IM CURE MONITORING: SPEKTROSKOPISCHE ANALYSE HOCHREAKTIVER HARZSYSTEME

Am Fraunhofer IGCV wurde ein dielektrisches Messsystem entwickelt, das synchron 20 Frequenzen erfasst und verarbeitet. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für Materialwissenschaftler, Aussagen über physikalische und chemische Vorgänge bei hochdynamischen Reaktionen zu treffen.

Die dielektrische Analyse ermöglicht es Materialwissenschaftlern, Rückschlüsse über die chemischen Vorgänge im Material abzuleiten. Dies geschieht über die Wechselwirkung verschiedener Moleküle und Ionen mit einem elektrischen Wechselfeld. Am Fraunhofer IGCV wurde ein Messsystem entwickelt, das synchron 20 Frequenzen erfasst und verarbeitet. Das eröffnet neue Möglichkeiten der Materialanalyse bei hochdynamischen Reaktionen, wie sie beispielsweise bei UV-härtenden Harzsystemen und Klebstoffen, Phasenübergängen bei thermoplastischen Materialien oder bei der Polymerisation von Kunststoffen stattfinden. Die Ingenieure der Abteilung Online-Prozess-Monitoring des Fraunhofer IGCV haben hierzu sowohl die Hardware als auch die notwendige Auswertemethodik entwickelt und unter Laborbedingungen erprobt.

Das Prinzip des Messsystems basiert auf dem klassischen Kondensator. Wird zwischen die zwei Kondensatorplatten ein Dielektrikum – ein nicht oder nur schwach elektrisch leitendes Material – eingeführt, ändert sich die Kapazität des Kondensators. Diese Information lässt sich in Verbindung mit einem entsprechenden Versuchsaufbau sowie einem intelligent gestalteten Anregungssignal nutzen, um eine Bewertung der Eigenschaften des Dielektrikums durchzuführen. Dies wird möglich, da sich die Stoffe abhängig von ihrer Molekülstruktur und Kettenlänge bei verschiedenen Anregungsfrequenzen unterschiedlich verhalten. Dabei war die Überwachung extremer Stoffumsetzungen im Bereich von wenigen Sekunden bisher nur durch die Betrachtung einzelner Frequenzen und umfangreicher Untersuchungen möglich. Mit dem neu entwickelten Messsystem wurde eine Lösung geschaffen, die eine einfache, günstige und hochpräzise Überwachung schneller Stoffumsetzungsprozesse in einem breiten Frequenzbereich ermöglicht.

Mit Hilfe dieses Systems können Materialwissenschaftler und Chemiker nun die Abfolge von sehr schnellen Reaktionen und Stoffumwandlungen beobachten. Diese Erkenntnisse können in die Entwicklung neuer Klebstoffe, Harzsysteme und vieler weiterer Anwendungen einfließen, um das Potenzial dieser Stoffe voll ausschöpfen zu können.



Abdruck eines dielektrischen Sensors auf einer Materialprobe

### Dipl.-Ing. Steffen Geinitz

Abteilungsleiter „Online-Prozess-Monitoring“ (OPM)  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-222, [steffen.geinitz@igcv.fraunhofer.de](mailto:steffen.geinitz@igcv.fraunhofer.de)

### Maximilian Eberhardt, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Online-Prozess-Monitoring“  
Studium Mechatronics – Smart Technologies, Management Center Innsbruck (MCI), Studium Engineering Physics, Appalachian State University  
+49 821 90678-259  
[maximilian.eberhardt@igcv.fraunhofer.de](mailto:maximilian.eberhardt@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG PROZESSE



## PROJEKT PULTRUSION: PULLING THE STATE OF THE ART FORWARD

Die Abteilung Fertigungsprozesse fokussiert sich auf die anwendungsorientierte Entwicklung und Optimierung von automatisierten material- und energieeffizienten Composite Produktionsverfahren für vielfältige Anwendungen in verschiedenen Wirtschaftszweigen.

Neben der großen Auswahl an Faser- und Matrix-Typen existieren zahlreiche Möglichkeiten, diese miteinander zu einem Bauteil zu verbinden. Dabei werden die Bauteileigenschaften durch jeden einzelnen Fertigungsschritt geprägt. Es erfordert demnach umfassende Kenntnisse über Materialien und Prozesse, um für eine spezifische Aufgabenstellung die ideale Lösung hinsichtlich Gewicht, Kosten und Fertigungszeiten, aber auch in Bezug auf Ressourcenschonung und Umwelteinflüsse zu finden.

Die 17 Kollegen der Abteilung Fertigungsprozesse sind darauf spezialisiert, die bestmögliche Lösung für ganz individuelle Problemstellungen der Kunden zu erarbeiten. Vor allem aber steht die Erforschung völlig neuer Ansätze sowie die Weiterentwicklung bereits bestehender Verarbeitungstechnologien im Vordergrund der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Ziel ist es dabei, das Einsatzspektrum von Faserverbundmaterialien aufgrund gesteigerter Effizienz und Nachhaltigkeit zu erweitern und neue Anwendungsbereiche zu erschließen.

Für die Umsetzung neuer Fertigungstechnologien ist eine ganzheitliche Betrachtung der Entwicklungs- und Prozesskette von entscheidender Bedeutung. Dies umfasst die Konzeption der Bauweise, die Auswahl geeigneter Materialien, Halbzeuge und Verarbeitungsschritte, die Verknüpfung der Teilprozesse einschließlich der Entwicklung von Fertigungsmitteln, der Optimierung der Prozessparameter und Evaluierung der Prozessgrenzen sowie die Herstellung und Charakterisierung von Musterbauteilen. Dabei erweist sich die enge Zusammenarbeit innerhalb des IGCV, insbesondere in den Bereichen Materialentwicklung und -tests, Strukturmechanik und Simulation, Prozessüberwachung und -steuerung, Fabrikplanung sowie Effizienz und Bilanzierung, als äußerst vorteilhaft. Damit steht die Abteilung Fertigungsprozesse für eine kunden- und anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Faserverbundtechnologie. Die Kunden sind in diversen Industriebereichen, wie etwa Automotive, Luft- und Raumfahrt, Maschinen- und Anlagebau, Life-Science, Architektur und Bauwesen, beheimatet.

**Dipl.-Ing. Jürgen Filsinger**  
Abteilungsleiter „Prozesse“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-211, [juergen.filsinger@igcv.fraunhofer.de](mailto:juergen.filsinger@igcv.fraunhofer.de)



» *Das Material entsteht erst während der Bauteilfertigung.* «  
Dipl.-Ing. Jürgen Filsinger

Pultrusion ist eine hochdynamische Fertigungstechnologie im Umbruch. Hierfür entwickelt das Fraunhofer IGCV zusammen mit seinen Partnern notwendige Schlüsselemente, die von der technologischen Prozessentwicklung bis zum marktfähigen Produkt reichen.

Pultrusion ist ein hochautomatisierter Fertigungsprozess zur Herstellung von Faserverbundbauteilen mit überdurchschnittlichen Eigenschaften. Aufgrund seiner hohen Effizienz und Automatisierung bietet die Technologie viele potenzielle Anwendungsbereiche. Das Fraunhofer IGCV treibt vor allem vier große Themenfelder weiter voran.

Die vollständige Imprägnierung des trockenen Faserpakets mit dem Harzsystem mittels einer geschlossenen Imprägnierkammer ist weiterhin eine Herausforderung. Erstmals wurde dafür ein Leistungsumschall in die Kammergeometrie integriert. Dessen hoher lokaler Energieeintrag auf das Faserpaket verbessert die Imprägnierung und erhöht so die mechanischen Eigenschaften des hergestellten Bauteils.

Über 90 Prozent der in der Pultrusion eingesetzten Materialien bestehen aus nicht nachwachsenden Rohstoffen, beispielsweise Erdöl. Durch den Einsatz eines biobasierten Harzsystems (Polyurethan) mit nachwachsenden Fasern (Cellulose) konnten nun Bauteile hergestellt werden, die nahezu ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Ist der Einsatz konventioneller Materialien unumgänglich, wird es jedoch zunehmend wichtiger, auch recycelte Rohstoffe wieder in den Stoffkreislauf einzuführen. Es ist den Forschern gelungen, Vliese aus recycelten Kohlenstofffasern im Pultrusionsprozess einzusetzen und daraus erfolgreich Bauteile herzustellen. So kann der Verbrauch von endlichen Rohstoffen im Herstellungsprozess gezielt reduziert werden.

Großes Potenzial steckt außerdem in der Entwicklung innovativer Harzsysteme für die Pultrusion. Zusammen mit seinen Industriepartnern entwickelt das Fraunhofer IGCV

Harzsysteme aus verschiedenen Stoffklassen, zum Beispiel aromatische/aliphatische Polyurethane, Epoxide oder Acrylate. Durch die intensive Zusammenarbeit war es möglich, neuartige Harzsysteme schnell und erfolgreich auf dem Markt zu etablieren.

Zukünftig werden am Fraunhofer IGCV zusätzliche Themenfelder weiter forciert. Schwerpunkte sind dabei die intelligente Verknüpfung nachgelagerter Prozessschritte und die Bauteilentwicklung vom Konzept bis in die Serienproduktion.



Industrielle Pultrusionsanlage beim Fraunhofer IGCV

**Dipl.-Ing. Frederik Wilhelm**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Prozesse“  
Studium Maschinenbau, Karlsruher Institut für  
Technologie (KIT)  
+49 821 90678-246, [frederik.wilhelm@igcv.fraunhofer.de](mailto:frederik.wilhelm@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT PROZESSKETTE FÜR FLUGZEUGSPANTE MIT THERMOPLASTISCHER MATRIX

Composite-Strukturen können heute hinsichtlich Herstellungskosten und Zykluszeiten noch nicht mit einer konventionellen Metallbauweise konkurrieren. Projektziel ist es, eine kosteneffiziente Prozesskette für Composite-Flugzeugspante mit kurzen Zykluszeiten zu realisieren.

Das Fraunhofer IGCV ist Teil des Verbundvorhabens „One Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame“ im Luftfahrtforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Projektpartner sind das Automotive Center Südwestfalen GmbH, das Fraunhofer IFAM, das Institut für Verbundwerkstoffe sowie die Premium-Aerotec GmbH als Konsortialführer. Das Projekt umfasst die Entwicklung einer serientauglichen Gesamtprozesskette für einen Composite Flugzeugspant mit thermoplastischer Matrix.

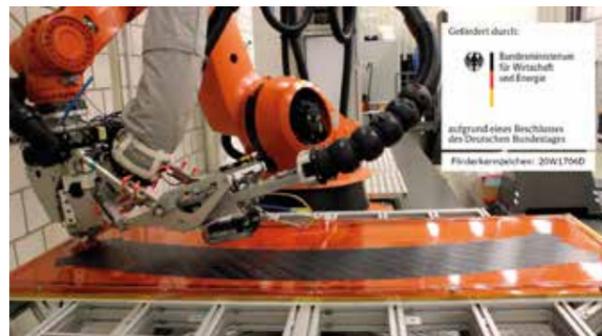
Die Kernkompetenz des Fraunhofer IGCV ist dabei der Legeprozess des thermoplastischen Automated-Fiber-Placement, mit dessen Hilfe zweidimensionale Thermoplastgelege (Preforms) hergestellt werden. Dabei liegen die Herausforderungen innerhalb der virtuellen Legepfandgenerierung, dem thermoplastischen Matrixwerkstoff sowie der Stabilität und notwendigen Zykluszeit des Gesamtprozesses. Ziel ist die Entwicklung einer zuverlässigen und trotzdem hochautomatisierten Legetechnologie, welche hinsichtlich der Folgeprozesskette optimiert ist.

Der Konsolidierungsgrad der Preforms spielt hierbei eine entscheidende Rolle: Die endkonturnahe zweidimensionale Preform wird nach der Ablage durch Pressumformung in die Endgeometrie überführt. Das Fügen von Versteifungselementen soll in den Pressprozess integriert werden, wodurch nachträgliche Fügenschritte entfallen. Am Ende der Prozesskette steht die Montage. Bauteilspezifische Toleranzen werden mittels einer automatisierten Geometrieerfassung und additiver Fertigungsverfahren ausgeglichen.

Diese hochautomatisierte Gesamtprozesskette, vom Tape-Material bis zur Montage im Flugzeug, soll durch die

Optimierung und Abstimmung der Einzelprozesse sowie die Integralbauweise der Spante Fertigungszeit und -kosten einsparen.

Im ersten von vier Projektjahren wurden bereits mehrere Machbarkeitsdemonstratoren hergestellt. Weiterhin haben erste Studien zum Einfluss der Legeprozessparameter auf die Folgeprozesskette vielversprechende Ergebnisse geliefert. Im nächsten Schritt soll die Komplexität der Bauteile erhöht sowie der Einfluss von prozessbedingten Fehlstellen untersucht werden.



*Zweidimensionaler Thermoplastischer Automated Fiber Placement Prozess am Fraunhofer IGCV*

**Kevin Scheiterlein, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Prozesse“  
Studium Maschinenbau, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678-225, [kevin.scheiterlein@igcv.fraunhofer.de](mailto:kevin.scheiterlein@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT AUTOMATED FIBER PLACEMENT VON HUBSCHRAUBERSCHALENBAUTEILEN

In Zusammenarbeit mit Airbus Helicopters wird ein Fertigungsprozess für die Herstellung von geometrisch komplexen Schalenbauteilen mit Sandwichkernen entwickelt. Mittels Automated Fiber Placement werden zwei Bauteile für den Prototypenhelikopter RACER hergestellt.

Im Rahmen des CleanSky2-Förderprogramms der Europäischen Union wird in einem von Airbus Helicopters geführten Konsortium ein innovativer Hochgeschwindigkeitshelikopter entwickelt. Ziel ist es, den bestmöglichen Trade-offs zwischen Geschwindigkeit, Kosteneffizienz, Nachhaltigkeit und Effektivität in der Missionserfüllung zu erreichen. Neben Airbus sind verschiedene andere internationale Partner an der Umsetzung des Helikopters beteiligt.

Das Fraunhofer IGCV entwickelt dabei einen Fertigungsprozess für Teile der Helikopteraußenhaut. Derartige Schalenbauteile werden bisher meist im aufwendigen Handlegeverfahren gefertigt. Im Projekt wird die Herstellung mit einer hochautomatisierten Prozesskette untersucht, die auf dem Automated Fiber Placement Prozess basiert. Zentrale Herausforderung neben der geometrischen Größe und Komplexität der Bauteile ist dabei die Integration von diskreten Sandwichkernen. Um auch in den Bereichen der Kernrampen eine hohe Laminatqualität zu erzielen, wurde der Legeprozess durch Parameterstudien und Sensitivitätsanalysen optimiert. Dabei stellt auch die CAD-basierte Programmierung der Roboterablagepfade ein wesentliches Element dar.

Im Rahmen der Prozessentwicklung liegt neben den technischen Aspekten ein besonderes Augenmerk auf der ökonomischen sowie ökologischen Effizienz des neuartigen Fertigungsverfahrens. In diesem Kontext wurden verschiedene Prozesskettenvarianten entwickelt und anhand relevanter Performance Indikatoren systematisch bewertet. Nach der Herstellung der fliegenden Bauteile gilt es für die Flugfreigabe des Demonstrators, charakteristische Materialkennwerte zu ermitteln. Neben diesen Permit-to-flight-Tests werden Studien zur Charakterisierung von Sandwichkernverbunden

durchgeführt, um Kombinationen aus Kernmaterial und Fertigungsprozess zu bewerten.

Die Herstellung der beiden Bauteile für den RACER Prototypen ist für die erste Hälfte 2019 geplant. Die Synergie aus dem während des Projekts generierten, anforderungsspezifischen Detailwissen mit dem im Rahmen von Vorgängerprojekten gewonnenen Know-how zur Fertigung von Bauteilen nach Luftfahrtstandards ermöglicht die Fertigung von fliegenden Bauteilen am Fraunhofer IGCV.



*Automated Fiber Placement Legeprozess eines Schalenbauteils mit komplexer Kernstruktur*

**Dipl.-Ing. Thomas Zenker**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Prozesse“  
Studium Maschinenbau und Management, TU München  
+49 89 90678-221, [thomas.zenker@igcv.fraunhofer.de](mailto:thomas.zenker@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG MATERIALIEN UND PRÜFTECHNIK



## PROJEKT AUTOMATISIERTE QUALITÄTSSICHERUNG FÜR CARBONFASERVERBUNDE

Die Abteilung Materialien und Prüftechnik befasst sich mit der Entwicklung innovativer Verbundwerkstoffe und Multimateriallösungen sowie mit der Charakterisierung dieser Werkstoffgruppen.

Multimateriallösungen für die unterschiedlichsten Branchen waren in der Abteilung Materialien und Prüftechnik Gegenstand des vergangenen Jahres. Neben etablierten Faserverbundlösungen für die Bereiche Luftfahrt oder Automotive wurde das Potenzial für neue Einsatzgebiete wie der Baubranche und der Innenarchitektur untersucht. Zudem spielten auch Hybridbauweisen, bei denen klassische Carbonfaserverbunde mit metallischen Komponenten kombiniert werden, eine große Rolle.

Innovative Füge-technologien wie Kleben, Co-Curing/Co-Bonding oder der Einsatz von Pinstrukturen sind hierbei aktuelle Forschungsthemen. In diesem Zusammenhang wird interdisziplinär sehr eng mit weiteren Bereichen zusammengearbeitet – sei es mit Industriekunden oder mit weiteren hausinternen Abteilungen. Ein Beispiel dafür ist die Untersuchung der möglichen Fertigung von Aluminium-Carbonfaserverbund-Hybriden im Gießereiprozess.

Die Abteilung Materialien und Prüftechnik fungiert am Fraunhofer IGCV außerdem als abteilungsübergreifende Dienstleistungsstelle, die für die Beurteilung unterschiedlicher Materialkonzepte und Fertigungsverfahren unerlässlich ist.

Das Hauptaugenmerk liegt auf der Bewertung mechanischer, thermischer und chemischer Eigenschaften. Die Qualitätsbeurteilung wird zudem durch optische und physikalische Untersuchungen abgerundet. Hierzu stehen den Experten 550 Quadratmeter Laborfläche mit modernster Prüfausstattung zur Verfügung, die von Kunden ebenfalls hochgeschätzt wird. Neben den standardisierten Prüfverfahren werden in der Abteilung Materialien und Prüftechnik individuelle Prüfstände und Vorrichtungen konzipiert und eingesetzt.

### Prof. Dr.-Ing. Iman Taha

Abteilungsleiterin „Materialien und Prüftechnik“  
Studium Maschinenbau, Ain Shams Universität Kairo, Ägypten  
Promotion an der TU Clausthal  
+49 821 90678–252, [iman.taha@igcv.fraunhofer.de](mailto:iman.taha@igcv.fraunhofer.de)



» Wir begleiten  
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten  
durch kompetentes  
Materialverständnis. «

Prof. Dr.-Ing. Iman Taha

Die Thermogravimetrie wurde erfolgreich als mögliche Alternative zur nasschemischen Methode eingesetzt, um das Faservolumengehalt bei Carbonfaserverbundwerkstoffen auf Epoxidharzbasis zu ermitteln.

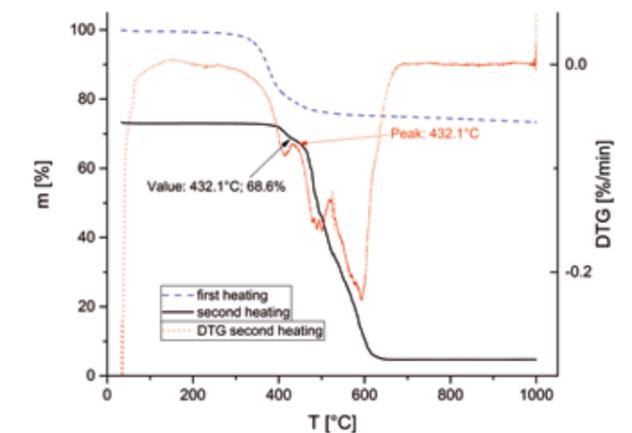
Die nasschemische Methode, die heutzutage von einem Großteil der Faserverbundhersteller zur Qualitätssicherung genutzt wird, fordert den Einsatz von geschultem Personal, persönliche Schutzausrüstung, Laborausstattung sowie die ständige Versuchsüberwachung, da mit ätzenden Chemikalien gearbeitet wird. Die Thermogravimetrie bietet neben der automatisierten Analyse auch eine Lösung für diese Herausforderungen.

Das Prinzip ist dabei die thermische Zersetzung der Matrix, wobei die thermisch relativ stabile Carbonfaser zurückbleibt. Über den Masseverlust kann der Faservolumengehalt errechnet werden. Die Herausforderung hierbei ist die Einstellung der richtigen Analyseparameter. Während sich unter inerte Atmosphäre die Matrix nicht vollständig zersetzt und ein Rußrückstand entsteht, wird unter oxidativer Atmosphäre die C-Faser abgebaut. Um zu unverfälschten Ergebnissen zu gelangen, muss bisher ein Korrekturfaktor eingeführt werden.

Einen vielversprechenden Ansatz ohne Korrekturfaktoren bietet eine zweistufige Analyse: In einem ersten Schritt wird unter Inertgas-Atmosphäre bei einer Temperaturrampe bis 1.000 Grad Celsius das Matrixmaterial bis auf den angesprochenen Rußrückstand zersetzt. Nach einer Abkühlung wird erneut auf 1.000 Grad Celsius aufgeheizt, diesmal jedoch unter oxidativer Atmosphäre und mit einer massenratenge-regelten Temperatursteuerung. Dabei wird die Temperatur bei Erreichen eines Zersetzungsprozesses so lange isotherm gehalten, bis dieser abgeschlossen ist. Somit können einzelne, eng zusammenliegende Abbaustufen, wie beispielsweise der Abbau des Matrixrußes und der Carbonfasern, besser voneinander getrennt werden.

Während für duroplastische Matrixsysteme am Fraunhofer IGCV bereits sehr gute Übereinstimmungen mit den Ergebnis-

sen der etablierten nasschemischen Methode erreicht wurden, sind vor allem für thermoplastische Matrixsysteme noch Forschungsarbeiten notwendig. Dafür ist die Abteilung Materialien und Prüftechnik des Fraunhofer IGCV kontinuierlich an gemeinsamen Projekten mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft interessiert.



Beispielhafte Auswertung des Fasermassenanteils aus dem Thermogravimetrie-Signal

### Prof. Dr.-Ing. Iman Taha

Abteilungsleiterin „Materialien und Prüftechnik“  
Studium Maschinenbau, Ain Shams Universität Kairo, Ägypten  
Promotion an der TU Clausthal  
+49 821 90678–252, [iman.taha@igcv.fraunhofer.de](mailto:iman.taha@igcv.fraunhofer.de)

### Dominik Grund, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Materialien und Prüftechnik“, Studium Physik, Universität Augsburg  
+49 821 90678–249, [dominik.grund@igcv.fraunhofer.de](mailto:dominik.grund@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG RECYCLING



## PROJEKT CARBONFASER RECYCLINGWERKSTOFFE FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Recycling kann aufgrund von politischem Zwang, gesellschaftlicher Norm oder ökonomischem Nutzen geschehen. Spielen die ersten beiden genannten Aspekte keine Rolle mehr, ist die Arbeit als Forschungseinrichtung getan.

Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff, in Anlehnung an das Englische häufig als „Carbon“ bezeichnet, findet sich mittlerweile in vielen Anwendungen. Dafür gibt es meist technische und wirtschaftliche Gründe, doch der Werkstoff lebt zudem stark von seinem Ansehen. So gilt Carbon gerade im Consumer-Bereich, etwa bei Sportartikeln, als „attraktives“ Material. Dieses Image wird jedoch immer häufiger in Frage gestellt. Während sich andere Materialien wie Holz oder Metalle sehr gut recyceln lassen, ist die Entsorgung von Carbon schwieriger. Immer mehr Entsorgungsunternehmen verweigern daher die Annahme von Carbon-haltigen Abfällen. Gleichzeitig gibt es ein Bestreben, die Fasern wiederzuverwenden, da es sich um einen recht teuren Rohstoff handelt. Wenn es gelingt, diesen mehrfach einzusetzen, verteilen sich die hohen Produktionskosten auf mehrere Lebenszyklen anstatt nur auf einen einzigen.

Beim Recycling von Composites existiert ein spezielles Verfahren, die sogenannte Pyrolyse. Diese ist jedoch nur ein Teilschritt innerhalb der Recyclingkette. Beispielsweise muss eine Weiterverarbeitung der rückgewonnenen Fasern zu einem Halbzeug erfolgen und auch die Qualitätssicherung ist noch nicht abschließend geklärt. Es bleiben also einige offene Punkte, die teilweise bis hin zu Grundlagen-Untersuchungen reichen. Dennoch passt das Thema „Recycling von Composites“ sehr gut zum Fraunhofer-Bild der angewandten Forschung, denn es hat einen starken Bezug zur Alltagspraxis. Es muss gelingen, einen spürbaren finanziellen Nutzen für alle in der Wertschöpfungskette Beteiligten zu schaffen. Hierfür ist es notwendig, die Anwendungsmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe aufzuzeigen und deren Verarbeitung zu etablieren. Dazu müssen zum einen die entsprechenden Materialkennwerte bereitgestellt werden, damit Auslegungsrechnungen überhaupt ermöglicht werden. Zum anderen gehört Aufklärungs- und Weiterbildungsarbeit dazu, da häufig eine ablehnende Grundhaltung besteht aufgrund der Annahme, dass Sekundärfasern schlechter seien als Neufasern. Manche Eigenschaften der Recyclat-Fasern ändern sich tatsächlich, doch gleichzeitig sind diese auch günstiger als Neufasern.

**Dipl.-Ing. Jakob Wölling**  
Abteilungsleiter „Recycling“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678–231, [jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de](mailto:jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de)



»Der Wert einer Gesellschaft bemisst sich nicht in der Fähigkeit, möglichst viele Konsumgüter zu produzieren, sondern in der Fähigkeit, dabei keine Spuren zu hinterlassen.«

*Dipl.-Ing. Jakob Wölling*

Mit der vermehrten Verwendung von Faserverbund in Serienanwendungen gewinnt auch die Verwertung entstehender Abfälle an Bedeutung. Dies umfasst sowohl Bauteile am Ende ihrer Nutzungsdauer als auch anfallende Produktionsverschnittreste, die einer erneuten Nutzung zugänglich gemacht werden.

Abfälle aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) dürfen in der EU nicht ohne Weiteres deponiert werden. Eine energetische Verwertung durch Verbrennung in bestehenden Anlagen ist jedoch technisch nur schwer möglich, unwirtschaftlich und mit gesundheitlichen Risiken verbunden. Aus diesem Grund ist die stoffliche Verwertung eine Möglichkeit, ein flächendeckendes, hochwertiges Recycling von CFK zu etablieren sowie die energetische und ökonomische Gesamtbilanz der Carbonfaser zu verbessern. Um den Einsatz sekundärer Carbonfasern in neuen Bauteilen zu ermöglichen, muss an unterschiedlichen Stellen in der Produktentwicklung angesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des Projektvorhabens „CaRinA“, der starken Forderung der Industrie nach einem übersichtlichen und leicht zugänglichen Leistungsspektrum für rCF-Vliese nachzukommen. Unter Einbezug aller industrierelevanten Parameter soll den Vliesstoffen dabei ein umfassendes Eigenschaftsprofil für die eindeutige Rückverfolgbarkeit zugewiesen werden. Dadurch wird die geforderte Vergleichbarkeit sowohl untereinander als auch in Konkurrenz zu anderen Materialklassen geschaffen und erstmalig ein Datenmodell geschaffen, das die gesamte Prozesskette der Herstellung von rCF Produkten umfasst.

Projektziele sind dabei die Untersuchung und Verbesserung der Vliesbildung mit Carbonfaser sowie die Entwicklung und Verbesserung der Imprägnierung der rCF-Vliesstoffe mit thermoplastischen und duromeren Matrices. Weiteres Ziel ist es, Materialkarten von kommerziell verfügbaren und in der Entwicklung befindlichen rCFK aus rCF-Vliesstoffen zu generieren. Ebenso bestimmt die Bereitstellung von rCF-Materialien als gängiges Material in Software-Tools zur

Materialauswahl im Produktdesign für Ingenieure, Entwickler und Designer die Zielsetzung im Projekt.

Das Projekt startete im November 2017 und wird bis September 2020 weitergeführt. Neben dem Fraunhofer IGCV sind folgende Partner daran beteiligt: Airbus Helicopters GmbH, Borscheid + Wenig GmbH, Carbon Truck & Trailer GmbH, EDAG Engineering GmbH, ELG Carbon Fibre Ltd., Faurecia Emissions Control Technologies, Huntsman International LLC, ITA Augsburg gGmbH, LAMILUX Heinrich Strunz Holding GmbH & Co. KG, Röchling Automotive SE & Co. KG, SGL Technologies GmbH, Tenowo GmbH und Trevira Holdings GmbH.

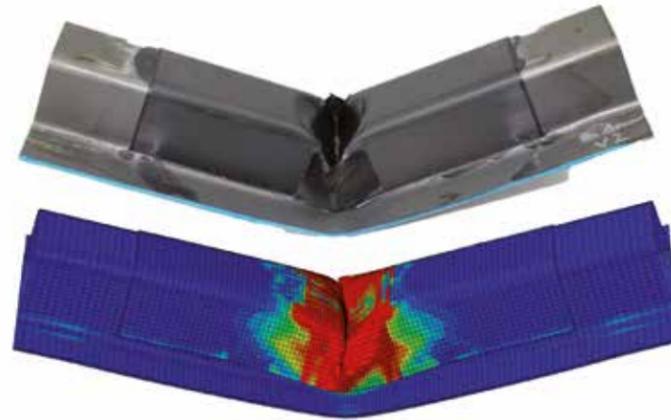


*Drapierbarkeit Vlies*

**Dipl.-Ing. Jakob Wölling**  
Abteilungsleiter „Recycling“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678–231, [jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de](mailto:jakob.woelling@igcv.fraunhofer.de)

**Dipl.-Ing. Frank Manis**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Recycling“  
Studium Maschinenbau, Universität Karlsruhe  
+49 821 90678–229, [frank.manis@igcv.fraunhofer.de](mailto:frank.manis@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG SIMULATION UND BAUWEISEN



Eine wesentliche Aufgabe der Abteilung Simulation und Bauweisen (SuB) ist die Umformsimulation von duromeren und thermoplastischen Halbzeugen. Ein weiterer Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt sind hybride Bauweisen aus Composites und Metall.

Erfahrungen im Bereich der Umformsimulation konnte das Fraunhofer IGCV bereits in mehreren Forschungsprojekten sammeln. Neben Simulationsstudien lag der Schwerpunkt hierbei vor allem darauf, neue Charakterisierungsmethoden zu entwickeln und zu etablieren sowie Simulationen zu validieren. Zu nennen ist etwa das Projekt „MAI Design“, in dem die Umformsimulation von unidirektional faserverstärkten Thermoplasten und die Schnittstelle zur Struktursimulation adressiert wurden. Im Projekt „MAI re-car“ wurde das Know-how auch auf duromere PrePregs – vorimprägnierte Fasern, englisch „preimpregnated“ – ausgeweitet, wobei die Umformsimulation von Automated Fiber Placement (AFP) TowPreg Stacks – auf Spulen gewickelte PrePregs – im Fokus stand.

Auch hinsichtlich hybrider Bauweisen aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) und Metall sowie deren Fügetechnologien verfügt das Fraunhofer IGCV dank mehrerer Forschungsvorhaben über ein breites Know-how. So war beispielsweise Ziel des Projekts „TransHybrid“ die Erforschung und Optimierung von Technologien zum Fügen hybrider Strukturen aus faserverstärktem Kunststoff (FVK) und Metall. Eine neuartige Fügetechnologie ist die 3D-Metallverstärkung von CFK-CFK-Verbindungen. Diese Technologie wurde sowohl experimentell als auch numerisch grundlegend untersucht. Durch die 3D-Metallverstärkung werden die Scher- und Dauerfestigkeit der CFK-CFK-Verbindung deutlich gesteigert.

Des Weiteren wurde am Fraunhofer IGCV eine Fügetechnologie für CFK mit thermoplastischer Matrix und Metall entwickelt. Dabei wird die Schmelzbarkeit der Thermoplastmatrix für die direkte Verbindung ohne den Zusatz von Klebstoffen genutzt. So kann die hybride Struktur innerhalb eines Prozessschrittes hergestellt werden, da die Konsolidierung des Laminats sowie die Fügung mit der Metallstruktur gleichzeitig erfolgen. Diese Fügetechnologie eignet sich insbesondere für die Verstärkung von Metallstrukturen durch lokale und lastpfadgerechte Einbringung von CFK. Dieses Fügeverfahren wurde am Fraunhofer IGCV sowohl experimentell als auch simulativ untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dieser Bauweise hohe Leichtbaupotenziale erreicht werden können.

**Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou**  
Hauptabteilungsleiterin „Composites“, Studium Maschinenbau, Universität Stuttgart, +49 821 90678-201  
[lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de](mailto:lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de)

**Felix Hüfner, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Simulation und Bauweisen“  
Studium Maschinenwesen, TU München  
+49 821 90678-245, [felix.huefner@igcv.fraunhofer.de](mailto:felix.huefner@igcv.fraunhofer.de)



» *Hybride Miscbauweisen bieten hohe Leichtbaupotenziale* «  
Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou

## PROJEKT UMFORMSIMULATION THERMOPLASTISCHER TAPES UND HYBRIDBAUWEISEN

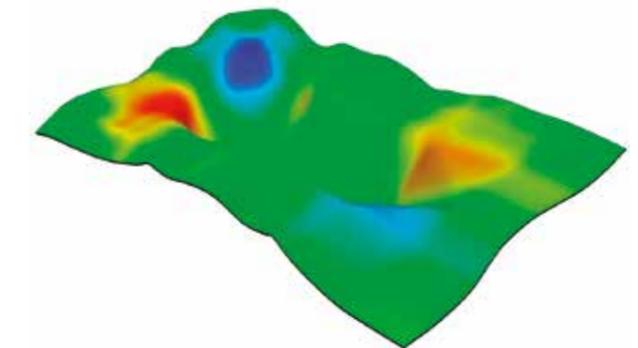
Faserverbundkunststoffe mit Thermoplastmatrix weisen im Gegensatz zu Duromermatrix Vorteile wie die Schmelzbarkeit und gute Impact-Eigenschaften auf. Eine Herausforderung stellt dabei jedoch die Umformsimulation der Tapes im Gegensatz zu trockenen Faserhalbzeugen dar.

Um hohe Leichtbaugrade zu erzielen, ist es notwendig, Stahl durch leichtere Werkstoffe zu ersetzen. Für hochbelastete Strukturen kommen dabei häufig Faserverbundkunststoffe zum Einsatz. Besonders durch unidirektional faserverstärkte Kunststoffe kann das Leichtbaupotenzial mittels fasergerechter Auslegung voll ausgeschöpft werden. Ein großes Problem der Faserverbundbauweise besteht heutzutage noch in langen und aufwändigen Fertigungsprozessen. Faserverbundkunststoffe mit Thermoplastmatrix kommen deshalb aufgrund ihrer – im Vergleich zu Composites mit Duromermatrix – schnellen und flexiblen Prozesse immer öfter zum Einsatz. Mit automatisierten Legetechnologien können unidirektional faserverstärkte thermoplastische Tapes bei kurzen Zykluszeiten abgelegt und zu Geleigen verarbeitet werden. Das Thermoformen bietet anschließend die Möglichkeit, diese wiederum bei kurzen Zykluszeiten in die gewünschte Bauteilgeometrie umzuformen.

Die Bauteilqualität wird hierbei durch zahlreiche Faktoren maßgeblich beeinflusst. In experimentellen Studien wurden deshalb anhand von unterschiedlichen Geometrien und Materialien die Auswirkungen verschiedener Prozessparameter untersucht. Die umgeformten Bauteile wurden anschließend bewertet und der Thermoformprozess dahingehend optimiert. Neben den experimentellen Versuchen wurde zudem die numerische Simulation der Umformung betrachtet. Dafür wurden geeignete Materialcharakterisierungsverfahren entwickelt und die entsprechenden Versuche durchgeführt. Mit den ermittelten Materialkennwerten erfolgten schließlich Simulationsstudien basierend auf den Umformversuchen.

In Folgeprojekten wird die Simulation von Hybridstrukturen aus Metall und den oben beschriebenen faserverstärkten

thermoplastischen Tapes untersucht. Ein Fokus liegt dabei auf der strukturmechanischen Modellierung der Anbindung beider Fügepartner. Weiterhin ist die Umformsimulation dieser Strukturen ein bedeutender Bestandteil aktueller Arbeiten.



Umformsimulation eines thermoplastischen Tapes

**Dipl.-Ing. Martin Hetzel**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Simulation und Bauweisen“  
Studium Maschinenbau (Fachrichtung Leichtbau), TU Dresden  
+49 821 90678-220, [martin.hetzel@igcv.fraunhofer.de](mailto:martin.hetzel@igcv.fraunhofer.de)

# STRATEGISCHE KOOPERATION MIT SGL IM FIBER PLACEMENT CENTER



Das Fraunhofer IGCV und die SGL Technologies GmbH haben ein gemeinsames Fiber Placement Center (FPC) gegründet. Dort werden Fertigungsverfahren für das belastungsgerechte und materialeffiziente automatisierte Legen der Fasern weiterentwickelt, um diese in Großserienanwendungen zu bringen.

Faserverstärkte Kunststoffe werden als Teil des Materialmix der Zukunft immer wichtiger, vor allem in den Bereichen Automobil und Luftfahrt. Dabei ist auch die stetige Weiterentwicklung der Faserverarbeitung entscheidend. Eine besonders zukunftsweisende Technologie ist das belastungsgerechte und materialeffiziente automatisierte Legen und Schneiden der Fasern, das sogenannte Fiber Placement. Allerdings haben sich diese Fertigungsverfahren heute eher für kleinere bis mittlere Stückzahlen etabliert, sodass noch entsprechender Handlungsbedarf hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz besteht, um die Weichen für einen verstärkten branchenübergreifenden Einsatz in Großserienanwendungen zu stellen. Genau hier knüpft die Kooperation zwischen SGL Technologies GmbH und Fraunhofer IGCV an. Der offizielle Startschuss für das Fiber Placement Center erfolgte im März 2018 mit der Vorstellung auf der Branchenmesse JEC World in Paris.

» *Entwicklungs- und Demonstrations-Center für zukunftsweisende Fiber-Placement-Verfahren etabliert* «

*Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou*

Hauptsitz des Centers ist der SGL-Standort in Meitingen. Als weitere Partner konnten zu Beginn die Anlagenhersteller Compositence GmbH und BA Composites GmbH gewonnen werden. Zusätzlich ist die Aufnahme weiterer Anlagenexperten, Coriolis Group SAS und Cevotec GmbH, sowie des Lehrstuhls für Carbon Composites der TU München (LCC) in den Partnerverbund geplant.

Das neue Entwicklungs- und Produktionszentrum in Meitingen mit über 500 Quadratmetern Fläche bietet seinen Kunden auf unterschiedlichen High-Tech-Anlagen die Möglichkeit, verschiedene Fertigungskonzepte zu entwickeln und in einer Prototypenfertigung zu demonstrieren. Darüber hinaus kann bei Potenzialnachweis auch eine Produktion von faserverstärkten Bauteilen für die Großserie durch die SGL Carbon umgesetzt werden. Verarbeitet werden trockene wie auch vorimprägnierte Fasern mit duroplastischen oder auch thermoplastischen Matrixsystemen. Eng verzahnt ist die Arbeit zudem mit dem SGL-eigenen Lightweight and Application Center in Meitingen, das auf rund 1.500 Quadratmetern ebenfalls am Standort Meitingen beheimatet ist und an dem das Unternehmen gemeinsam mit seinen Kunden an weiteren innovativen Leichtbaustrukturen, Prozessen und Prototypen arbeitet.

Weitere wichtige Standorte des FPC sind Augsburg und zukünftig Taufkirchen: Im Technikum des Wissenschaftsbereichs Composites des Fraunhofer IGCV am Technologiezentrum Augsburg sowie am Ludwig Bölkow Campus in Taufkirchen (Standort des LCC) werden ebenfalls neuartige Legetechnologien erforscht.

Mit dieser Kooperation hat das Fraunhofer IGCV Neuland betreten, indem es mit eigenen Technologien, Infrastruktur und Personal am Standort der SGL präsent ist. Insgesamt drei Fiber Placement Anlagen des Fraunhofer IGCV werden in Meitingen mittelfristig für Forschungszwecke betrieben. Dies fördert die Zusammenarbeit und die Nähe zur industriellen Anwendung, erfordert jedoch auf der anderen Seite ein hohes Maß an Flexibilität, eine ausgeprägte Kundenorientierung und überdurchschnittliches Engagement.

Das Team des FPC setzt sich aus mehreren Ingenieuren, Doktoranden und Technikern zusammen, sodass alle relevanten Kerndisziplinen entlang der Composite-Fertigungsprozesskette abgedeckt werden können. Durch die geplante Kooperation mit der Technischen Universität München und dem Fraunhofer IGCV wird dieses Team ebenfalls durch Mitarbeit von Studierenden im Rahmen von Abschlussarbeiten begleitet, wodurch zudem die bestmöglichen Randbedingungen zur Nachwuchsförderung geschaffen werden.

Aktuell laufen im Fiber Placement Center bilaterale Projekte mit Flugzeugherstellern für Sekundär- und Primärstrukturbauteile in verschiedenen Flugzeugtypen sowie Entwicklungsprojekte mit verschiedenen Automobilherstellern weltweit.

„Fiber Placement ermöglicht ein hohes Maß an Automatisierung in der Fertigung bei gleichzeitig hoher Flexibilität und besonders effektivem Materialeinsatz. Mit dem neuen Zentrum bieten wir diese aus der Luftfahrt kommende Technologie nun auf einem industriereifen Niveau auch anderen Branchen an. Für viele unserer Kunden ist dies eine interessante Alternative oder gute Ergänzung zu bereits bestehenden Verfahren auf

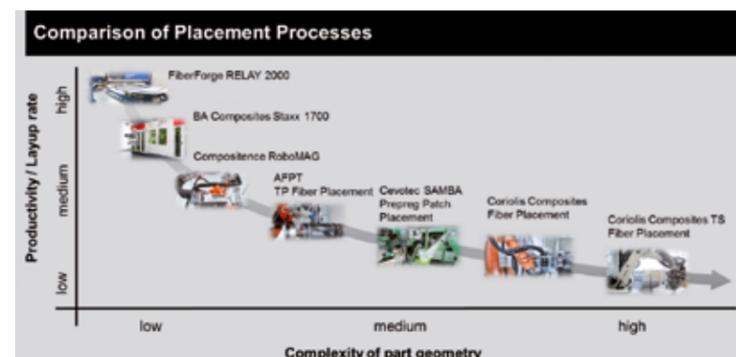
dem Weg zur Serienfertigung von Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff“, erklärt Andreas Wüllner, Chairman des Geschäftsbereichs Composites – Fibers & Materials bei der SGL Carbon.

„Am Fiber Placement Center zeigt sich sehr gut der Anspruch der Fraunhofer-Gesellschaft, mit anwendungsorientierter Forschung den Transfer zwischen Wissenschaft und Industrie konkret zu unterstützen und die Industrialisierung von faserverstärkten Kunststoffen zu fördern. Fiber Placement ist dabei ein Verfahren, welches durch die zunehmende Nachfrage nach einem stärkeren Automatisierungsgrad der Fertigung für zukünftige Anwendungsfälle besonders geeignet ist und sehr von einer industrienahen Forschung profitiert“, ergänzt Prof. Dr. Klaus Drechsler, Leiter Fraunhofer IGCV und geschäftsführender Direktor des Lehrstuhls für Carbon Composites der TU München.

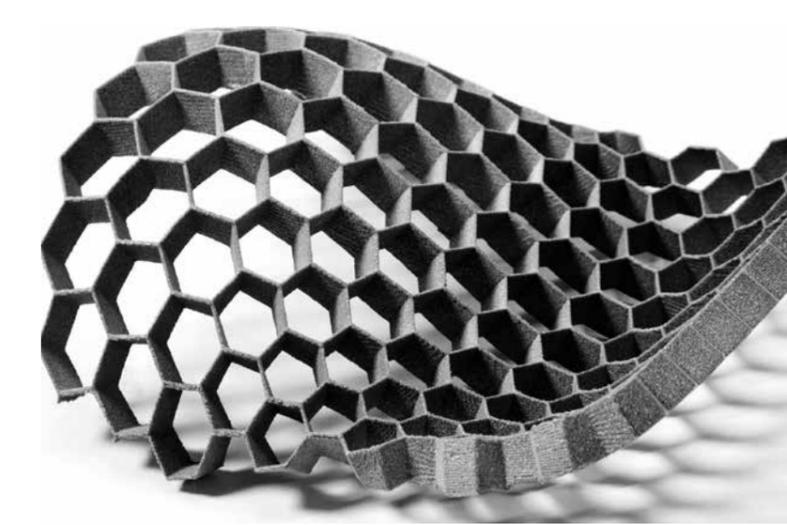
**Dipl.-Ing. Lazarula Chatzigeorgiou**  
Hauptabteilungsleiterin „Composites“  
Studium Maschinenbau, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-201  
[lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de](mailto:lazarula.chatzigeorgiou@igcv.fraunhofer.de)

**Dr.-Ing. Renato Bezerra**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Prozesse“  
Studium Werkstoffwissenschaft, Universität des Saarlandes / Universität Politècnica de Catalunya  
Promotion am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678-236, [renato.bezerra@igcv.fraunhofer.de](mailto:renato.bezerra@igcv.fraunhofer.de)

**Dipl.-Ing. Stefan Schmitt**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Prozesse“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-421, [stefan.schmitt@igcv.fraunhofer.de](mailto:stefan.schmitt@igcv.fraunhofer.de)



Schematische Zuordnung von Fiber Placement Anlagen nach Produktivität und Bauteilkomplexität



## Wissenschaftsbereich **VERARBEITUNGSTECHNIK**

Der Wissenschaftsbereich Verarbeitungstechnik verfügt über Expertenwissen in der intelligent vernetzten Produktion und effizienten Verarbeitungstechnik im Industrie 4.0-Umfeld und strebt eine zielorientierte Zusammenarbeit mit Unternehmen in Industrieprojekten an, um diese fit für die Zukunft zu machen.

Der Wissenschaftsbereich Verarbeitungstechnik versteht sich als F&E-Partner für Themenstellungen in der intelligent vernetzten Produktion und effizienten Verarbeitungstechnik. In den Kompetenzfeldern entwickeln wir technische und organisatorische Lösungen, welche wir auf Kundenwunsch im Anschluss realisieren.

Über 50 Wissenschaftler generieren Innovationen in der Produktionstechnik und Digitalisierung für die deutsche Industrie, mit dem Bestreben, die Effizienz und die Flexibilität im Umgang mit Produktionsressourcen zu steigern. Das ermöglicht einen Technologievorsprung und damit die nachhaltige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit. Der Bereich Verarbeitungstechnik des Fraunhofer IGCV verfügt über zahlreiche Mess-, Prüf- und Analyseeinrichtungen. Zudem stehen vernetzte Modellierungs- und Simulationswerkzeuge zur physikbasierten Vorhersage und Absicherung produktionstechnischer Systeme zur Verfügung sowie ein umfangreicher Methodenbaukasten, um Effizienz und Flexibilität beziehungsweise Wertschöpfungsorientierung in Produktionssystemen zu steigern.

Über unsere Forschungsprojekte wird die Infrastruktur der Kompetenzfelder gezielt ausgebaut. So wurden im Projekt Green Factory Bavaria neue Ansätze der Ressourceneinsparung und -flexibilisierung in der Produktion erforscht. Diese Ergebnisse wurden in einem neuen Institutsgebäude, der Green Factory Augsburg, verwirklicht. Das Projekt MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg erforscht derzeit neuartige Möglichkeiten der Multimaterialverarbeitung in den Bereichen der Produktentwicklung und der Prozesstechnik. Dabei wird unter anderem in neue Anlagen- und Prozesstechnik in der Additiven Fertigung investiert.

Weiteres Ziel ist es, die Kompetenz bei den Kunden in und mit neuen Produktionstechnologien sowie Lösungen im Industrie 4.0-Umfeld zu verbessern. Dies wird beispielsweise durch kundenorientierte Schulungs- und Trainingsprogramme erreicht. Hierfür stellen wir Experten in der Fraunhofer Academy und betreiben eine eigene Lernfabrik für vernetzte Produktion sowie einen einzigartigen mobilen Ausstellungsraum mit praxisnahen Demonstratoren für die digitale Produktion im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg.



» *Der Bereich Verarbeitungstechnik bietet Lösungen für mehr Effizienz und Wertschöpfungsorientierung in der intelligent vernetzten Produktion.* «  
Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp

**Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp**

Ordinarius des Lehrstuhls für Produktionsinformatik an der Universität Augsburg

Hauptabteilungsleiter „Verarbeitungstechnik“

+49 821 90678-122, [johannes.schilp@igcv.fraunhofer.de](mailto:johannes.schilp@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG KOMPONENTEN UND PROZESSE



Die Abteilung „Komponenten und Prozesse“ vereint Expertise in den Bereichen Additive Fertigung, Qualität und technische Sauberkeit.

In der Abteilung „Komponenten und Prozesse“ des Fraunhofer IGCV beschäftigen sich derzeit 16 wissenschaftliche Mitarbeiter und ebenso viele wissenschaftliche Hilfskräfte mit den Themengebieten Additive Fertigung, Qualität und technische Sauberkeit.

Unter additiven Fertigungsverfahren – umgangssprachlich auch als 3D-Druck bezeichnet – werden Fertigungsverfahren verstanden, die das entstehende Produkt element- oder schichtweise erzeugen. Der Vorgang lässt sich mit dem automatisierten Aufeinandersetzen von Ziegelsteinen vergleichen. Neben der Qualifizierung von Sondermaterialien wie Platinlegierungen, Reinwolfram oder Einsatzstahl für das Laserstrahlschmelzen, beschäftigen sich die Mitarbeiter mit der Qualitätssicherung für additive Fertigungsprozesse und damit, wie sich diese Prozesse am besten in den Partnerunternehmen einsetzen lassen. Dazu bietet der Bereich Schulungen, Workshops und Beratung zu Potenzialanalyse, Bauteilwahl und -optimierung an. Über diese praxisorientierten Themen hinaus forscht die Abteilung seit 2014 im Bereich der Multimaterialverarbeitung mittels Additiver Fertigung. Dabei konnten mittlerweile zahlreiche Durchbrüche erzielt werden, sodass das Thema im Rahmen des Projekts MULTIMATERIAL-ZENTRUM Augsburg intensiv weiter erforscht wird.

Im Vergleich zur Additiven Fertigung erscheinen die Themengebiete technische Sauberkeit, Bauteilreinigung und Reinheitsanalyse zunächst trivial. Bei näherer Betrachtung ist das einfache „Reinigen“ von Bauteilen jedoch alles andere als simpel. Die Auswahl und korrekte Prozessführung der einzelnen Reinigungsverfahren für die relevante Verschmutzung sowie der quantitative Nachweis, ob eine ausreichende Sauberkeit eingestellt ist, erfordern ein hohes Maß an Expertise und Erfahrung. Hier setzen die Wissenschaftler im Bereich Qualität und technische Sauberkeit an. Ob es um die Auswahl der richtigen Reinigungstechnik oder um die normgerechte Prüfung von Bauteilen geht: Die Abteilung unterstützt Unternehmen dabei, die richtigen Prozesse auszuwählen und diese zu etablieren. Dazu stehen eine umfassende Laborausstattung sowie ein breites Partnernetzwerk zur Verfügung.

**Dr.-Ing. Georg Josef Schlick**  
Abteilungsleiter „Komponenten und Prozesse“  
Promotion am Lehrstuhl für metallische Werkstoffe Bayreuth  
+49 821 90678-179, [georg.schlick@igcv.fraunhofer.de](mailto:georg.schlick@igcv.fraunhofer.de)



» *Additive Fertigung und technische Sauberkeit: Experten helfen, das Beste aus Prozessen herauszuholen.* «  
Dr.-Ing. Georg Josef Schlick

## PROJEKT QUALITÄTSSICHERUNG BEIM LASERSTRAHLSCHMELZEN

Um die Implementierung der Additiven Fertigung in der Industrie zu fördern, wird im Rahmen des EU-Projekts „AM4Industry“ die Qualität beim Laserstrahlschmelzen untersucht. Forschungsgegenstand sind das Pulvermaterial sowie die Überwachung des Schmelzbads mittels Photodioden.

Beim Laserstrahlschmelzen werden kilometerlange Schweißbahnen zu einem Bauteil zusammengefügt. Dazu wird ein Metallpulver schichtweise aufgetragen und durch einen Laserstrahl selektiv aufgeschmolzen und verfestigt. Obwohl nachgewiesen ist, dass die Fertigungstechnologie hochfeste Werkstoffe erzeugt, bleibt eine gewisse Skepsis bestehen, die eine Barriere für die Nutzung der Technologie darstellt.

Im europäischen Forschungsprojekt AM4Industry geht es daher darum, Abweichungen im Ausgangsmaterial (Pulver) sowie Unregelmäßigkeiten während des Prozesses zu erkennen und diese in Zusammenhang zu bringen mit den resultierenden Bauteileigenschaften, beispielsweise Zugfestigkeit und Dauerschwingfestigkeit. Um die Zusammenhänge zwischen Pulverzustand und Bauteilqualität zu untersuchen, wurden Bauteile aus neuem und recyceltem Pulver hergestellt. Am Beispiel von drei Referenzwerkstoffen konnte gezeigt werden, wie sich Abweichungen im Pulvermaterial aufgrund von Alterung einstellen. Im Ergebnis wurden die Korngrößenverteilung, der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt sowie die Feuchtigkeit als besonders relevante Pulvereigenschaften ermittelt.

Zur Prüfung der Bauteilqualität während des Laserstrahlschmelzprozesses wurde eine photodiodenbasierte Schmelzbadüberwachung genutzt. Es wurden Zusammenhänge

zwischen Prozessüberwachungsdaten, Prozessparametern und der Bauteilqualität untersucht. Dazu wurde die Detektierbarkeit von Prozessfehlern und die Vorhersagbarkeit der Bauteilqualität mithilfe von Machine-Learning-Algorithmen untersucht. Darüber hinaus wurden mögliche Prozessfehler im Laserstrahlschmelzen in einem Fehlerkatalog gesammelt, um industriellen Anwendern einen Überblick zu geben.

**Max Lutter-Günther, M.Sc.**

Gruppenleiter „Additive Fertigung – Implementierung und Prozessketten“  
Studium Maschinenwesen, TU München  
+49 821 90678-174  
[max.lutter-guenther@igcv.fraunhofer.de](mailto:max.lutter-guenther@igcv.fraunhofer.de)

**Claudia Rosenkranz, M.Sc.**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin „Additive Fertigung – Implementierung und Prozessketten“  
Studium Geochemie und Geomaterialien, LMU und TU München  
+49 821 90678-179  
[info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)



Bildung von Prozessspritzern beim Laserstrahlschmelzen

# PROJEKT LEICHTBAU IN GETRIEBEELEMENTEN DURCH BIONIK

Unter dem Begriff der Bionik werden Ansätze aus der Natur adaptiert, unter anderem in neuartige innovative Konstruktionen. Am Beispiel einer Leichtbauoptimierung von Zahnrädern wurden diese Ansätze angewendet und anschließend mittels Laserstrahlschmelzen gefertigt.

Der Einsatz von Leichtbau in passiven Strukturen ist in der Automobil- und Flugzeugindustrie ein gängiger Weg, um die Leistung zu steigern und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Ziel des vorgestellten Projekts war es, die Massen beweglicher Komponenten und damit gleichzeitig Energieverluste beim Beschleunigen und Bremsen zu reduzieren. Die Entwürfe dazu entstanden durch die Abstraktion von vorhandenen Lösungen aus der Natur. Dabei wurden insbesondere Strukturen ausgewählt, die hohe Kräfte bei gleichzeitig geringem Strukturgewicht übertragen können. Eine Analyse unterschiedlicher pflanzlicher Strukturen unter den Aspekten Leichtbau und Langlebigkeit wies Winterschachtelhalme, Kieselalgen und Rohrkolben als besonders gut geeignet aus. All diese Strukturen haben die Fähigkeit, hohen Belastungen bei minimalem Gewicht standzuhalten. Dies wird durch hohe Flächenträgheitsmomente, angepasste Geometrien oder durch die Vermeidung von Biegespannungen, zum Beispiel durch Dreiecksgitter, erreicht.

Durch die Integration bionischer Strukturen in Zahnräder ließ sich Material in Bereichen mit geringer Belastung einsparen. Im Vergleich zu einem konventionellen Zahnrad konnte so die Masse um mehr als 30 Prozent reduziert werden, ohne die Tragfähigkeit zu beeinträchtigen. Aufgrund ihrer Komplexität ist die Herstellung dieser bionischen Zahnräder mit konventionellen Fertigungstechnologien nahezu unmöglich. Zur Herstellung der Zahnräder wurde deshalb die additive Fertigungstechnologie Laserstrahlschmelzen eingesetzt. Bei diesem Verfahren wird ein Bauteil Schicht für Schicht durch das Schmelzen von Metallpulver mithilfe eines Laserstrahls aufgebaut. Zur Zahnradherstellung wurde der Prozess für die Verarbeitung des Einsatzstahls 16MnCr5 optimiert.

Nur die Kombination aus Additiver Fertigung und bionisch inspiriertem Design ermöglicht die Transformation zu hochbelastbaren Leichtbauteilen. Durch das Zusammenspiel dieser beiden Prinzipien wurden Zahnräder so konzipiert und gefertigt, dass sie die Fahrdynamik positiv beeinflussen und den Kraftstoffverbrauch senken.



Bionische Zahnräder, mittels Laserstrahlschmelzen gefertigt

**Matthias Schmitt, M.Sc.**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Additive Fertigung – Werkstoffe und Prozessentwicklung“  
Studium Maschinenbau, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678–147, [matthias.schmitt@igcv.fraunhofer.de](mailto:matthias.schmitt@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT TRANSPARENZ UND EFFIZIENZ DURCH WISSENSBASIERTE BAUTEILREINIGUNG

Im Rahmen des von der bayerischen Forschungsförderung geförderten Projektes „WAPNARA“ wurde erforscht, wie Prozesse im Feld der Bauteilreinigung durch den Einsatz wissensbasierter Systeme an Transparenz und Effizienz gewinnen können.

Die Anforderungen an die technische Sauberkeit sind im Bereich der industriellen Teilefertigung in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Die Wirkbeziehungen zwischen Betriebs-, Prozess- und Zielgrößen im Umfeld der Bauteilreinigung sind recht komplex. Aus diesem Grund werden bei der Erzielung dieser Sauberkeit durch industrielle Reinigungsprozesse im Tagesgeschäft die Effizienzpotenziale häufig nicht optimal ausgeschöpft.

Gemeinsam mit sechs Industrieunternehmen und dem Fraunhofer IVV Dresden wurde im Rahmen des Projekts „Wissensbasierte Auslegung und Prozessführung nasschemischer Reinigungsanlagen (WAPNARA)“ in den vergangenen drei Jahren erforscht, wie diese Potenziale erhöht werden können.

Im Fokus der Untersuchungen stand vorrangig das weit verbreitete Verfahren der wässrigen Ultraschall-Reinigung. Der Betrachtungshorizont konzentrierte sich dabei insbesondere auf filmische Verschmutzungen. Diese wurden innerhalb der bisherigen Forschungslandschaft nur wenig adressiert, obwohl sie größte Anforderungen an die Reinigungssysteme stellen.

Inhaltliche Schwerpunkte waren die Analyse der Waschmechanik sowie die Erarbeitung der verfahrenstechnischen

Grundlagen hinsichtlich einer wissensbasierten Auslegung und Prozessführung. Unter dem Begriff „Wissensbasis“ ist hierbei eine Plattform zur Datenerfassung, -auswertung und Vernetzung von Informationen zu verstehen. Die Kontaminations-, Reinigungs-, Sauberkeits- sowie Energie- und Ressourcenparameter wurden innerhalb des definierten Use-Cases auf Basis physikalisch messbarer Größen quantifiziert. Anhand der ermittelten Zusammenhänge ist es möglich, Wechselwirkungen zwischen den bestehenden Einflussgrößen zu beschreiben und für eine spätere Auslegung von Anlagentechnik, aber auch der Parametervariation im Rahmen der Prozessführung zu prognostizieren. Damit können Optimierungsansätze angeleitet werden, um die Reinigungseffizienz zu verbessern. Diese Arbeiten bilden die Grundlage, um Reinigungstechnik künftig in vernetzte Wertschöpfungsketten zu integrieren. Gleichzeitig dienen sie der Hebung weiterer Synergiepotenziale durch die Verfügbarkeit von prozessrelevanten Informationen.

**Dipl.-Ing. (FH) Christoph Tammer**  
Gruppenleiter „Qualität und technische Sauberkeit“  
Studium Mechatronik, FH Augsburg  
+49 821 90678–184  
[christoph.tammer@igcv.fraunhofer.de](mailto:christoph.tammer@igcv.fraunhofer.de)



Modellierung und Nutzung der ermittelten Zusammenhänge am Beispiel der Auslegung und Parametrisierung einer Anlage

# MULTIMATERIALZENTRUM – ADDITIVE FERTIGUNG IN NEUER DIMENSION

Im Rahmen des Großprojekts MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg erforscht das Fraunhofer IGCV Verfahren und Methoden zur durchgängigen additiven Herstellung von mechatronischen Multimaterialbauteilen. Dies eröffnet branchenübergreifend erhebliche Potenziale.

Die „Additive Fertigung“ stellt am Fraunhofer IGCV von Beginn an einen zentralen Forschungsschwerpunkt dar. Am Standort „Beim Glaspalast“ in Augsburg wird seit mittlerweile über 25 Jahren an additiven Fertigungsverfahren geforscht. Mit der Übergabe des Förderbescheids für das Großprojekt MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg im Dezember 2017 durch Ilse Aigner, damalige Bayerische Staatsministerin für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, wurde ein weiterer Meilenstein erreicht.

Das Fraunhofer IGCV verfolgt mit dem MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg drei wesentliche Ziele:

1. Die Möglichkeiten der Additiven Fertigung hinsichtlich der Produktion von mechatronischen Multimaterialbauteilen sollen signifikant erweitert werden. Das heißt, durch das Projekt soll es möglich sein, Bauteile mit integrierter Sensorik und Aktorik additiv zu fertigen, die aus mehreren Metalllegierungen (sogenannte Metall/Metall-Bauteile) beziehungsweise aus einer Kombination aus Metalllegierung und technischer Keramik (Metall/Keramik-Bauteile) bestehen.



Übergabe des Förderbescheids durch Staatsministerin Ilse Aigner (4.v.li)

» Die Multimaterialverarbeitung kann entscheidend dazu beitragen, die Technologieführerschaft im Bereich der Additiven Fertigung in Deutschland beizubehalten. «

Dr.-Ing. Christian Seidel

2. Durch einen kontinuierlichen Transfer der Erkenntnisse in die Industrie, und unter Berücksichtigung von deren Bedürfnissen, soll die Anwendungsrelevanz des Projekts sichergestellt werden.
3. Die Publikation der Projektergebnisse soll dazu beitragen, das Renommee des traditionsreichen Forschungsstandorts Augsburg weiter auszubauen.

Das Projekt umfasst eine direkte Fördersumme von zehn Millionen Euro durch den Freistaat Bayern und hat ein geschätztes Gesamtprojektvolumen von 19,5 Millionen Euro. Die Projektlaufzeit beträgt fünf Jahre (1. Juli 2017 bis 30. Juni 2022). Die Unterteilung des Gesamtvorhabens in zehn Technologieprojekte ermöglicht eine effiziente und zugleich vertiefte Durchdringung der Forschungsfragestellungen, welche die Bereiche Produktentwicklung, Prozessentwicklung sowie Fabrikplanung umfassen.



Leichtbauritzel und -welle in Integralbauweise

Mit dem MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg möchte das Fraunhofer IGCV einen technologischen Grundstein dafür legen, dass Deutschland seine Führungsrolle im Bereich der Additiven Fertigung metallischer Bauteile beibehält. Mitentscheidend für den Erfolg ist dabei der kontinuierliche Wissenstransfer der Forschungsergebnisse in die Industrie. Umso erfreulicher ist es, dass das Fraunhofer IGCV bei diesem Vorhaben von elf renommierten Industrievertretern, mitwirkend im Projektbeirat, unterstützt wird.

Die Führungsrolle Deutschlands im Bereich der Additiven Fertigung zeigt sich darin, dass deutsche Maschinenhersteller in Bezug auf verkaufte, metallbasierte additive Fertigungssysteme einen etwa 75-prozentigen Marktanteil halten. Einen maßgeblichen Anteil daran haben wiederum die bayerischen Anlagenhersteller EOS, DMG Mori-Realizer und GE Additive-Concept Laser, die auch im Projektbeirat des MULTIMATERIALZENTRUMS vertreten sind. Sie können dem Fraunhofer IGCV wertvolle Hinweise in Bezug auf die anlagenseitigen Herausforderungen der Multimaterialverarbeitung liefern.

Neben den Anlagenherstellern sind es auch verschiedene, international agierende Pionier-Anwender, die zur Führungsrolle Deutschlands beitragen. Diesen Pioniergeist will das Fraunhofer IGCV ganz gezielt im MULTIMATERIALZENTRUM Augsburg

katalysieren. Da die industriellen Einsatzmöglichkeiten additiv gefertigter mechatronischer Multimaterialbauteile nur in Auszügen bekannt sind, besteht darin für diese Anwender die Chance, sich auf ein neues Level zu bringen. Mit den Unternehmen 3M Deutschland, Federal Mogul Friedberg, MAN Energy Solutions SE, MT Aerospace, pro-beam und Siemens konnten erfahrene Technologieanwender aus unterschiedlichen Branchen für die Mitarbeit im Projektbeirat zum MULTIMATERIALZENTRUM gewonnen werden.

In Kombination mit den beiden Vertretern der Bayerischen Cluster für „Mechatronik und Automation“ und „Neue Werkstoffe“ im Projektbeirat besteht insgesamt eine Organisationsstruktur für den bidirektionalen Wissenstransfer zwischen dem Fraunhofer IGCV und Industrieunternehmen. Diese Zusammenarbeit hat sich bereits in den ersten anderthalb Projektjahren als gewinnbringend erwiesen. Darüber hinaus konnten bis Ende 2018 zahlreiche bilaterale Transferprojekte im Themenfeld der Multimaterialverarbeitung gestartet werden, die das in der Industrie vorliegende Potenzial in diesem Bereich stark untermauern.

Der Projektbeirat wird abgerundet durch zwei international renommierte Vertreter der Forschung. Mit Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt und Prof. Dr.-Ing. Jan T. Sehrts weiß das Fraunhofer IGCV zwei ausgewiesene Experten auf dem Feld der Additiven Fertigung und erfahrene Ratgeber an seiner Seite.

Dr.-Ing. Christian Seidel

Hauptabteilungsleiter „Strategie und Institutsentwicklung“ und Leiter der Querschnittsfunktion „Additive Fertigung“

Studium Maschinenwesen und Promotion im Bereich Additive Fertigung, TU München  
+49 821 90678-127, [christian.seidel@igcv.fraunhofer.de](mailto:christian.seidel@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG ANLAGEN- UND STEUERUNGS- TECHNIK



In der Abteilung Anlagen- und Steuerungstechnik werden Innovationen rund um die Digitalisierung und Automatisierung für Maschinen und Anlagen generiert und umgesetzt. Sie adressiert dabei vor allem die Themen des „Digitalen Engineerings“, der „Flexiblen Anlagentechnik“ und der „Kooperierenden Robotik“.

Damit Industrieunternehmen aktuelle Herausforderungen, wie die steigende Kundenindividualität ihrer Produkte, meistern können, forscht die Abteilung Anlagen- und Steuerungstechnik an innovativen Lösungen zur Digitalisierung, Flexibilisierung und Automatisierung von Produktionsumgebungen auf der Ebene einzelner Maschinen und Anlagen.

Ein erster wesentlicher Forschungsschwerpunkt sind Fragestellungen rund um das „Digitale Engineering“. Um Engineering-Prozesse von Maschinen und Anlagen effizient zu gestalten, wird etwa an der physikbasierten Simulation geforscht. Sie ermöglicht Unternehmen eine schnelle und einfache Erstellung von Simulationsmodellen. Diese können unter anderem für eine virtuelle Inbetriebnahme verwendet werden, um die Funktionalität der Maschinensoftware bereits an einem virtuellen Modell zu erproben. Das spart wiederum Zeit bei der realen Inbetriebnahme.

Der zweite zentrale Forschungsschwerpunkt ist die „Flexible Anlagentechnik“. Die zunehmende Variantenvielfalt in der Produktion erfordert von den meisten Fertigungs- und Verarbeitungsprozessen mittlerweile flexible Werkzeuge und Systemtechnik, die ohne Rüstaufwände ein breites Produktspektrum be- und verarbeiten können. Neben flexiblen Automatisierungslösungen zum Handhaben und Spannen von Bauteilen wird in diesem Zusammenhang auch an innovativen Technologien geforscht und entwickelt.

Der dritte Forschungsschwerpunkt behandelt das Themenfeld der „Kooperierenden Robotik“. Während Roboter bisher weitestgehend hinter Schutzgittern für einfache und sich wiederholende Aufgaben eingesetzt wurden, eröffnen technologische Entwicklungen in der Sensortechnik mittlerweile eine direkte Zusammenarbeit von Mensch und Roboter. So lassen sich durch die Kombination der jeweiligen Stärken gemeinsame Fertigungs- und Montageaufgaben durchführen. Geforscht wird daher unter anderem an Konzepten zur zielgerichteten Interaktion zwischen Mensch und Roboter sowie an Möglichkeiten zur schnellen und einfachen Roboterprogrammierung.

**Dr.-Ing. Christoph Richter**  
Abteilungsleiter „Anlagen- und Steuerungstechnik“  
Studium und Promotion im Maschinenbau, TU München  
+49 821 90678-153, [info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)



» *Industrie 4.0 kann nur mit intelligenten und flexiblen Maschinen und Anlagen gelingen.* «

*Dr.-Ing. Christoph Richter*

## PROJEKT MEHR ERREICHEN IM TEAM – MOBILE, KOOPERIERENDE ROBOTERTEAMS

Der von der Bayerischen Forschungsstiftung geförderte Forschungsverbund FORobotics erarbeitet Methoden, mit deren Hilfe mehrere mobile Roboter miteinander oder zusammen mit Menschen Aufgaben durchführen können.

Mobile Robotersysteme gewinnen eine zunehmend größere Bedeutung. Häufig sind jedoch einzelne Systeme in ihren Fähigkeiten durch ein bestimmtes Werkzeug oder einen Greifer beschränkt. Die Bildung von Teams, bestehend aus mehreren verschiedenen Robotersystemen oder aus Robotersystem und Mensch, bietet das Potenzial, diese Einschränkungen zu verringern.

Der Forschungsverbund „FORobotics – mobile, ad-hoc kooperierende Roboterteams“ verfolgt daher den innovativen Ansatz, die Fähigkeiten verschiedener Roboter zu Teams zu vereinen, um dadurch eine Produktivitätssteigerung zu erzielen. Hierzu erarbeitet der Verbund innovative technische Lösungen und Methoden, die die Bildung von ad-hoc kooperierenden Roboterteams in der Produktion ermöglichen.

Dazu wird ein zentraler Anwendungsfall betrachtet, der aus realen Szenarien der Anwenderfirmen des Forschungsverbunds auf Basis einer Arbeitssystemanalyse bestimmt wurde. Bei dieser Analyse wurden bestehende Produktionssysteme bei den Anwenderfirmen Krones, MAN und Hefter untersucht und daraus die Anforderungen an den Einsatz mobiler Roboterteams abgeleitet. Im ersten Schritt des Anwendungsfalls kommissioniert ein mobiler Roboter in einem Regallager Behälter oder Einzelteile und setzt diese in eine Setplatte. Während der Fahrt zur Montagestation wird eine kleine Montage- oder Prüfaufgabe absolviert, um auch diese Zeit wertschöpfend zu nutzen. Danach erfolgt die Teamaufgabe, die entweder aus einer Übergabe der Setplatte an den Mitarbeiter oder einer gemeinsamen Montageaufgabe besteht. Einen wesentlichen Aspekt in der Teamarbeit mit dem Menschen stellen die Interaktionstechnologien dar, die maßgeblich vom Fraunhofer IGCV erarbeitet werden. Um eine hohe

Nutzerakzeptanz der mobilen Roboter zu erreichen, werden entwickelte Methoden kontinuierlich evaluiert und verbessert. Um die Sicherheit des Roboters zu gewährleisten, wird im Projekt auch die Absicherung der mobilen Roboterplattform betrachtet.

In diesem Forschungsverbundprojekt arbeiten acht Forschungseinrichtungen und 20 Industriepartner aus Bayern gemeinsam daran, die gesetzten Ziele zu erreichen.



*Mobiles Roboterteam bei Kommissionieraufgabe*

**Julia Berg, M.Sc.**  
Gruppenleiterin „Kooperierende Robotik“  
Studium Maschinenbau, Universität Erlangen-Nürnberg  
und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678-153, [julia.berg@igcv.fraunhofer.de](mailto:julia.berg@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT ROBOFILL 4.0: FLEXIBLE, KUNDEN- INDIVIDUELLE GETRÄNKEPRODUKTION

RoboFill 4.0 betrachtet digitale Technologien für die Getränkeproduktion der Zukunft und macht diese in einem Forschungsdemonstrator greifbar. Damit werden eine größtmögliche Individualität, die Integration des Kunden in die Produktgestaltung sowie eine hohe Flexibilität in der Produktion erreicht.



RoboFill 4.0 – Grafik

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein völlig neues, flexibles und modular erweiterbares Konzept zur industriellen Bereitstellung von kundenindividuellen Getränken in kleinster Auflage entwickelt. Statt einer starren Verkettung der einzelnen Prozesse werden alle autonomen Anlagenkomponenten als Cyber-physische Systemkomponenten intelligent miteinander vernetzt. Auf diese Weise können sie miteinander, mit dem Kunden sowie dem Betreiber der Anlage kommunizieren. Dies ermöglicht eine autonome und individuelle Produktionssteuerung und bildet die Grundlage für zahlreiche Optimierungsverfahren in der Produktionstechnik, zum Beispiel vorbeugende Wartung. Die gesammelten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse werden aktuell in eine Demonstrationsanlage in der Forschungsbrauerei in Weihenstephan überführt.

Ein wesentliches Ziel des Projekts liegt in der Herstellung verkaufsfähiger Produkte, sodass die konkrete Umsetzung von innovativen Produktionskonzepten im Fokus stand. Kern des erarbeiteten Konzepts bilden flexible Verfahren, welche

die Herstellung von Unikaten erst ermöglichen, beispielsweise direkte Tintenstrahlbedruckung und ein neuartiges Abfüllsystem zur flexiblen Dosierung. Zur Vernetzung dieser Module kommt ein hochflexibles Materialflusssystem zum Einsatz, das die Aufgabe eines systeminternen Logistik Dienstleisters übernimmt. Es besteht aus Robotern, speziell entwickelten abgedichteten Greifern und einem flexiblen Umlaufsystem. Die Planung dieses Materialflusssystem und die Bildung virtueller Anlagenrepräsentanten der verschiedenen Handhabungsmodulen stellen die Kerninhalte des Fraunhofer IGCV bei diesem Projekt dar.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Gestaltung einer simulationsbasierten Planungsmethode, in welcher der später verwendete Steuerungscode der Agenten bereits in einer frühen Phase nutzbar ist, um das Materialflusssystem und die Agenteninteraktion zu validieren. Die Produktionssteuerung sowie die Synchronisierung der einzelnen Materialfluss- und Anlagenmodule erfolgt durch das Produkt selbst. Mit Hilfe der virtuellen Anlagenrepräsentanten werden einzelne Agenten gebildet, welche in einem Agentensystem eine dezentrale Selbststeuerung der Gesamtanlage sicherstellen.

Dank gilt allen Projektpartnern für die gute Zusammenarbeit sowie der Bayerischen Forschungsstiftung für die finanzielle Förderung des Projekts.

**Dipl.-Ing. Lucas Kiefer**  
Gruppenleiter „Flexible Anlagentechnik“  
Studium Produktionsmanagement, TU München  
+49 821 90678-169, [lucas.kiefer@igcv.fraunhofer.de](mailto:lucas.kiefer@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT BIG DATA IN DER ANLAGENSTEUERUNG – VON DER IDEE ZUR UMSETZUNG

Das Forschungsprojekt VIPER beschäftigt sich mit der Beherrschung der Komplexität von Anlagen. Dies beinhaltet eine strukturierte Aufnahme des Prozesswissens, Schärfung der Anwendungsfälle, zielgerichtete Datenanalyse, Ableitung von Erkenntnissen und deren Integration in eine IoT-Plattform.

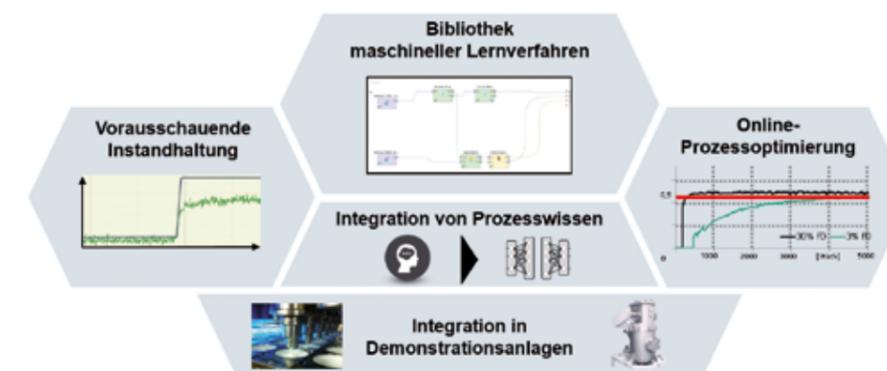
Im Gegensatz zur Consumer-Industrie ist die Nutzbarmachung von maschinellen Lernverfahren im industriellen Umfeld weniger fortgeschritten. Eine Auseinandersetzung mit dem gesamten Zyklus von der Anwendungs idee bis zur Umsetzung und Integration ist daher hilfreich, um standardisierte Vorgehen zu erarbeiten und geeignete Algorithmen für die Datenvorverarbeitung und -analyse zu identifizieren. Darauf aufbauend kann der Transfer von Big Data in die Produktion beschleunigt werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts VIPER widmet sich das Fraunhofer IGCV gemeinsam mit zwei Anwendungspartnern aus dem Maschinenbau sowie zwei Softwaredienstleistern der Herausforderung, maschinelle Lernverfahren in Produktionsumgebungen für die Online-Prozessoptimierung und vorausschauende Instandhaltung nutzbar zu machen. Ziel ist es, einerseits den laufenden Betrieb zu optimieren und andererseits die Restlebenszeit von Verschleißkomponenten vorherzusagen. Als Anwendungsfälle dienen eine Gegenstrahlmühle sowie eine Abfüllanlage, die in aseptischem Zustand betrieben wird.

Ein zentrales Augenmerk des Forschungsprojekts ist es, die gesamte Prozesskette für eine intelligente Verarbeitung von Maschinendaten abzudecken. Dies beginnt bei der klaren Zielformulierung für die Datenanalyse, über die formalisierte Erfassung des Prozesswissens hin zu einer zielgerichteten Datenaufnahme, um darauf aufbauend mit der eigentlichen Datenanalyse beginnen zu können.

Die entscheidenden vorbereitenden Schritte werden von Unternehmen jedoch oft vernachlässigt, weswegen viele Projekte im Kontext von „Big Data“ und „Machine Learning“ zum Scheitern verurteilt sind. An dieser Stelle möchte das Forschungsprojekt VIPER ansetzen und insbesondere innovative Methoden und Konzepte für eine strukturierte und zielgerichtete Vorbereitung zur Analyse großer Datenmengen bereitstellen.

**Dipl. Math. techn. Frank Schubert**  
Gruppenleiter „Digitales Engineering“  
Studium Technomathematik, TU München  
+49 821 90678-166, [frank.schubert@igcv.fraunhofer.de](mailto:frank.schubert@igcv.fraunhofer.de)



Bausteine des Forschungsprojektes  
VIPER

## ABTEILUNG PLANUNG UND STEUERUNG



Die Abteilung Produktionsplanung und -steuerung sorgt für Verbesserungen auf der Betriebslebene und kümmert sich innerhalb der Produktionswirtschaft um das Produktionsmanagement. Die zukunftsweisenden Ansätze helfen Betriebsleitern, Potenziale zu heben und hochqualitative Arbeit zu sichern.

Der Themenkomplex „Produktionsmanagement“ konnte am Fraunhofer IGCV in jüngster Vergangenheit expandieren, in den vergangenen Jahren verzeichnete er einen Wachstumskurs von etwa 25 Prozent Steigerung pro Jahr. Zur fokussierten Bearbeitung der Themenfelder wurden zwei weitere Gruppen zu den bestehenden beiden in der Abteilung installiert. Die etablierten Gruppen „adaptive Produktionsorganisation“ und „intelligente Auftragsabwicklung“ konzipieren Digitalisierungsstrategien und führen diese in Unternehmen ein. Sie erarbeiten neue Geschäftsmodelle oder befähigen Produktionssysteme bezüglich ihrer Rekonfigurierbarkeit. Auch die Verbesserung der Ablaufsteuerung mittels moderner IT-Systeme wie Manufacturing-Execution-Systemen ist ein wichtiges Feld. Die Optimierung von Produktionsabläufen sowie das Schaffen von Transparenz in der Auftragsabwicklung, verknüpft die technische Abwicklung mit Betriebs- und betriebsparallelen Simulationen und erschließt damit ein zukunftsweisendes Forschungsgebiet.

Die jüngere Vergangenheit hat gezeigt, dass Produktionsbetriebe dem Kostendruck nicht nur durch Automatisierung widerstehen können. Es ist außerdem nötig, Mitarbeiter innerhalb der Produktion gezielt dort einzusetzen, wo kognitive Fähigkeiten gefordert sind. Dies ist die Idee hinter der neu gegründeten Gruppe „kognitive Assistenzsysteme“. Ihr Aufgabengebiet umfasst die Auswahl und Akzeptanzsteigerung von Assistenzsystemen für manuelle Aufgaben in einer Fabrik, den Einsatz von Augmented Reality in der Produktion sowie die Einbindung dieser kognitiven Assistenzsysteme in die Betriebsabläufe. Die zunehmende Datenverfügbarkeit innerhalb Produktionen macht außerdem die Gruppe „Data Analytics im Produktionsmanagement“ notwendig. Da dieses Themen- und Forschungsfeld von der Industrie stark nachgefragt wird, konnte für diese neue Gruppe bei der Fraunhofer-Gesellschaft eine Anschubfinanzierung für einen Zeitraum von fünf Jahren gewonnen werden.

### Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther

Professor für Fabrikbetrieb und Produktion, HS Augsburg  
Abteilungsleiter „Planung und Steuerung“  
Studium Maschinenwesen, TU München  
+49 821 90678-123, [stefan.braunreuther@igcv.fraunhofer.de](mailto:stefan.braunreuther@igcv.fraunhofer.de)



» **Hohe Produktivität sichert Standorte in der Region. Das Fraunhofer IGCV hilft dabei.** «

Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther

## PROJEKT GRÜNDUNG DER GRUPPE DATA ANALYTICS IM PRODUKTIONSMANAGEMENT

Gemeinsam mit der Hochschule Augsburg gründete das Fraunhofer IGCV die Gruppe Data Analytics im Produktionsmanagement. Die so gebündelten Kompetenzen helfen, aktuelle anwendungsorientierte Erkenntnisse der Datenauswertung und des Maschinellen Lernens in produzierende Unternehmen zu übertragen.

Durch die voranschreitende Digitalisierung in den produzierenden Unternehmen nimmt die Menge an verfügbaren digitalen Daten zu. Das darin enthaltene Wissen kann mithilfe von Algorithmen und Tools des Maschinellen Lernens identifiziert werden und dabei helfen, Produktionsprozesse zu optimieren. Studien belegen Einsparpotenziale von zehn bis 25 Prozent hinsichtlich Betriebskosten und Umsatzsteigerungspotenziale von sieben Prozent durch den geeigneten Einsatz von Algorithmen und Tools des Maschinellen Lernens.

Bisher werden diese Tools jedoch nur vereinzelt in produzierenden Unternehmen eingesetzt. Im Bereich des Produktionsmanagements kommt es so zu einer mangelhaften Reaktionsfähigkeit auf produktionsrelevante Ereignisse, verminderter Wirtschaftlichkeit und verringerter Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen im Vergleich zum globalen Wettbewerb. Hauptgründe dafür sind geringes Fachwissen zum Einsatz der Algorithmen und der Mangel an geeignetem Personal. Des Weiteren fehlen Anwendungsbeispiele und es herrscht Unklarheit zu den Voraussetzungen des Einsatzes von Maschinellen Lernens.

In Kooperation mit der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Augsburg gründete die Abteilung Produktionsmanagement des Fraunhofer IGCV die Gruppe „Data Analytics im Produktionsmanagement“. Übergeordnetes Ziel ist es, aktuelle anwendungsorientierte Erkenntnisse der Forschung zur Datenauswertung und zum Maschinellen Lernen in die Produktionsorganisation, -planung und -steuerung sowie in kognitive Assistenzsysteme und den Shopfloor der produzierenden Unternehmen zu übertragen. Die Forschungsergebnisse der neuen Gruppe ermöglichen es, die Mitarbeiter produzierender Unternehmen in der Anwendung und Anpassung von Tools

und Algorithmen zu befähigen. Anhand von industrienahen Anwendungsbeispielen wird der effiziente Aufbau und Einsatz von Cloud-Infrastruktur und Services in Produktionssystemen gezeigt. Zudem wird die Analyse und Bewertung von Einsatzszenarien der Maschinellen Lernverfahren für das Produktionsmanagement dargestellt. Die gewonnenen und in Unternehmen übertragenen Erkenntnisse helfen, weitere Wertschöpfungspotenziale für die Produktionsprozesse sowie das Produktionsmanagement zu erschließen.



Aufbau der Abteilung V30

### Martin Schreiber, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Adaptive Produktionsorganisation“  
Studium Produktion und Logistik, TU München  
+49 821 90678-180, [martin.schreiber@igcv.fraunhofer.de](mailto:martin.schreiber@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT diAMpro ENTWICKELT KONZEPTE ZUR SMARTEN AM-FACTORY

Im Forschungsprojekt diAMpro – digitale, automatisierte und selbstadaptierende AM-Fertigungskette – entwickelt und bewertet ein Konsortium aus fünf Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft ein Konzept zur smarten AM-Factory der Zukunft.

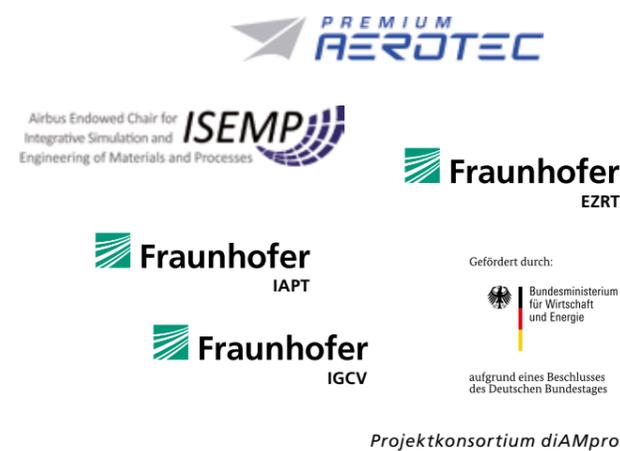
Das übergeordnete Ziel von diAMpro ist die Entwicklung einer ganzheitlichen, digital vernetzten, automatisierten und selbstadaptierenden AM-Produktentwicklung und -Fertigungskette (englisch Additive Manufacturing; kurz: AM). Die Basis dafür bilden die Erhebung und das Management von Daten entlang der Prozesskette sowie die Steuerung von Prozessen und Bauteilen.

Das Forschungsvorhaben gliedert sich in fünf Hauptarbeitspakete (HAP). Das erste HAP beschäftigt sich mit der Steuerung der Prozesskette, was neben der Konzeptionierung eines Datenmanagementsystems auch die Erhebung und Analyse produkt- und produktionsbezogener Daten zur effizienten Steuerung von Material-, Produkt- und Informationsflüssen umfasst. Basierend auf diesen theoretischen Grundlagen werden im zweiten HAP Konzepte zur automatisierten AM-Fabrik entwickelt. Das dritte HAP beschäftigt sich mit der Qualitätssicherung. Neben der Automatisierung der Prüfverfahren fokussiert diese auch die Auswirkungen von Bauteilfehlern auf die nachgelagerten Prozessschritte und die automatische Einleitung von Verbesserungsmaßnahmen.

Eine Weiterentwicklung von bestehenden Simulationsmethoden entlang der Fertigungskette erfolgt im vierten HAP. Im Fokus stehen der eigentliche additive Fertigungsprozess, die nachgelagerten Wärmebehandlungsprozesse sowie die mechanische Nachbearbeitung. HAP fünf beschäftigt sich mit der Entwicklung eines durch Automation unterstützten Konstruktionsprozesses. Dieser ist direkt über eine Feedbackschleife mit der validierten Fertigungssimulation und dadurch mit dem Produktionsprozess digital vernetzt.

Das Projekt wird in enger Zusammenarbeit zwischen den Fraunhofer-Einrichtungen IAPT und IGCV, dem Entwick-

lungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer-Institut IIS, dem ISEMP-Lehrstuhl der Universität Bremen und dem Industrieunternehmen Premium Aerotec GmbH bearbeitet. Letzterer obliegt die Konsortialführung. Das Forschungsprojekt diAMpro wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) betreut.



**Philipp Scherwitz, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Adaptive Produktionsorganisation“, Studium Wirtschaftsingenieurwesen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678-137, [philipp.scherwitz@igcv.fraunhofer.de](mailto:philipp.scherwitz@igcv.fraunhofer.de)

**Steffen Ziegler, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Adaptive Produktionsorganisation“, Studium Maschinenwesen, TU München  
+49 821 90678-131, [steffen.ziegler@igcv.fraunhofer.de](mailto:steffen.ziegler@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT HANDWERK DIGITAL – METHODEN DER INDUSTRIE 4.0 IM HANDWERK

Das Forschungsprojekt „Handwerk Digital“ startete im Juni 2017 und hat eine Laufzeit von drei Jahren. Es untersucht den Einfluss der Digitalisierung auf Wertschöpfungsprozesse im Handwerk.

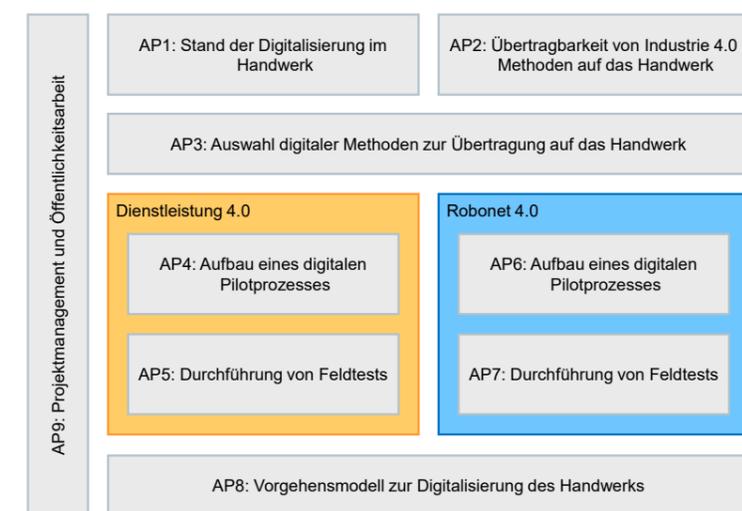
Die Veränderungen der Arbeitswelten durch Digitalisierung sind im Handwerk bisher nur unzureichend erforscht. Bereits heute ist jedoch abzusehen, dass sich Wertschöpfungsprozesse im Handwerk durch den Einfluss der Digitalisierung maßgeblich verändern werden. Dies hat Auswirkungen auf die notwendigen Qualifikationen, die für kleine und mittlere Handwerksbetriebe in den nächsten zehn bis 20 Jahren erfolgskritisch sein werden. Die Auswirkungen der Digitalisierung können im Handwerk allerdings auch neue Chancen bieten, wenn der damit verbundene Wandel akzeptiert und neue Geschäftsfelder erschlossen werden.

Ziel des Projekts „Handwerk Digital“ ist es, insbesondere kleineren und mittleren Betrieben aus dem Handwerk Wege aufzuzeigen, mit denen sie durch eine Digitalisierung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen effizienter agieren können. Es werden vier ineinandergreifende Ziele verfolgt: die Übertragung von Methoden der Industrie 4.0 auf das

Handwerk, die Aufwertung des Handwerksberufes durch den Einsatz neuester Technologien, eine Bewusstseinsveränderung im Handwerk und schließlich die Erprobung von digitalen Arbeitsprozessen in der Praxis.

Das Forschungsprojekt hat ein Gesamtvolumen von über zwei Millionen Euro, das zu 75 Prozent vom Bayerischen Wirtschaftsministerium gefördert wird. Das Projekt „Handwerk Digital“ wird in Kooperation zwischen der Handwerkskammer für Schwaben, der Handwerkskammer für Unterfranken und dem Fraunhofer IGCV durchgeführt. Assoziierter Partner ist die Schulz Erich GmbH & Co. KG in Augsburg.

Das Projekt gliedert sich in neun einzelne Arbeitspakete und befindet sich derzeit in der Entwicklung eines repräsentativen digitalen Pilotprozesses im Bereich Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik beziehungsweise im Bereich Robotik.



**Maximilian König, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Intelligente Auftragsabwicklung“, Studium Wirtschaftsingenieurwesen, Universität Augsburg  
+49 821 90678-178  
[maximilian.koenig@igcv.fraunhofer.de](mailto:maximilian.koenig@igcv.fraunhofer.de)

**Lukas Merkel, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Intelligente Auftragsabwicklung“, Studium Maschinenbau und Management, TU München, +49 821 90678-176  
[lukas.merkel@igcv.fraunhofer.de](mailto:lukas.merkel@igcv.fraunhofer.de)

# DIGITALISIERUNG ALS CHANCE NUTZEN – IN MITTELSTAND UND HANDWERK

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg ist ein Wissenstransfer-Projekt am Fraunhofer IGCV, das gemeinsam mit anderen Partnern aus Forschung und Verbänden Themen rund um Industrie 4.0 und Digitalisierung in den Mittelstand bringt.

Das Kompetenzzentrum versteht sich als Unterstützer auf dem Weg in die Digitalisierung und bietet zahlreiche kostenfreie Angebote. Das wird nicht zuletzt durch die Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ermöglicht. Zu den Angeboten gehören nützliche Informationen, praktische Schulungen, Informationsveranstaltungen, Roadshows und Unternehmensführungen sowie hilfreiche Praxistipps und Erfolgsberichte. Die beteiligten Forschungsinstitutionen stellen Expertenwissen in den sechs Schwerpunkten Arbeit 4.0, Intralogistik, Digitale Geschäftsmodelle, Produktionsautomatisierung, Digitaler Handel und Finanzen vor. Die Angebote für Unternehmen gliedern sich in die Bereiche „Informieren“, „Qualifizieren“ und „Umsetzen“.

Im Rahmen von Veranstaltungen und Messen sowie in Materialien wie Leitfäden und Praxisberichten **informieren** die Experten des Kompetenzzentrums über die Entwicklungschancen der Digitalisierung und berücksichtigen dabei verschiedenste Branchen und Anwendungen. In sogenannten Factory-Touren zeigen Unternehmen vor Ort, wie sie die Digitalisierung erfolgreich umsetzen und technologische



» *Das Kompetenzzentrum bietet die kostenfreie Unterstützung bei den neuen Herausforderungen der Digitalisierung.* «

Christoph Berger, M.Sc.

und organisatorische Herausforderungen meistern. Anhand konkreter Beispiele können Erfolgspotenziale, aber auch Stolpersteine erkannt werden. Gleichzeitig profitieren Betriebe vom direkten Erfahrungsaustausch mit dem Kompetenzzentrum und anderen mittelständischen Unternehmen.

Zum Bereich „**Qualifizieren**“ gehört, dass die Mittelstand 4.0-Akademie Schulungen anbietet – sowohl vor Ort als auch ortsungebunden durch eine E-Learning-Plattform. Dabei werden aktuelle Themen, Technologien, Prozesse und Methoden anschaulich und praxisnah vermittelt.

Darüber hinaus können Mitarbeiter in der Lernfabrik für vernetzte Produktion (LVP) am Fraunhofer IGCV Digitalisierungsmöglichkeiten eigenhändig testen und erleben. In der Schulung „Data Mining“ analysieren Teilnehmer Daten für einen konkreten Anwendungsfall aus der Industrie. Durch solche Schulungen fördert das Kompetenzzentrum auch die Akzeptanz der digitalen Anwendungen und unterstützt so die Unternehmen bei der erfolgreichen Umsetzung ihrer Digitalisierungsvorhaben.

**Umsetzen:** Die Potenzialanalysen, Umsetzungsprojekte und Workshops stellen direkt das Unternehmen in den Fokus.

*Das Mittelstand 4.0-Mobil tourt mit praxisnahen Demonstratoren zum Ausprobieren durch ganz Bayern.*



Dabei stehen Fragen zu Verbesserungsmöglichkeiten, der Umsetzung neuer Ideen, der Bewältigung von Herausforderungen sowie der anstehenden Kosten im Vordergrund. Potenzialanalysen machen deutlich, welche Herausforderungen das jeweilige Unternehmen gerade zu meistern hat. In den Umsetzungsprojekten werden die Unternehmen vor Ort in verschiedenen Phasen unterstützt – von der Idee bis hin zur Implementierung neuer Lösungen.

Das Expertenteam vom Fraunhofer IGCV hat bereits 21 mittelständische Unternehmen auf ihrem Weg in die Digitalisierung begleitet, beispielsweise die Firma Lenser Filtration, die Smartwatches zur Mehrmaschinenbedienung und Instandhaltungsplanung einbindet.

Ein weiteres Highlight des Projekts: Das Mittelstand 4.0-Mobil bringt Digitalisierung live zu Unternehmen und Multiplikatoren, wie Kammern und Verbänden. Das Mobil ist ein einzigartiger Ausstellungsraum auf Rädern. Es zeigt anschauliche Demonstratoren, zum Beispiel Virtual Reality in der Fabrikplanung oder kamerabasierte Assistenzsysteme für die Montage. Besucher können die Anwendungen ganz praktisch ausprobieren und mit den Fachleuten besprechen.

Zu den Partnern im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg gehören bereits zahlreiche namhafte Unternehmen, Verbände und Institute. Unter anderem unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft das Projekt. Dabei ist die Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV) Konsortialführer.

Weitere Partner sind die Cluster Mechatronik & Automation gGmbH, die fortiss GmbH, die Technische Universität München (Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik, fml sowie das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften iwB), der Landesverband Bayern des Verbandes Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA Bayern) sowie ibiresearch an der Universität Regensburg GmbH.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg gehört zu Mittelstand-Digital. Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Die geförderten Kompetenzzentren helfen mit Expertenwissen, Demonstrationen, Best-Practice-Beispielen sowie Netzwerken, die dem Erfahrungsaustausch dienen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ermöglicht die kostenfreie Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Der DLR Projektträger begleitet im Auftrag des BMWi die Projekte fachlich und sorgt für eine bedarfs- und mittelstandsgerechte Umsetzung der Angebote. Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) unterstützt mit wissenschaftlicher Begleitung, Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit.



**Christoph Berger, M.Sc.**  
Gruppenleiter „Intelligente Auftragsabwicklung“  
Studium Elektrotechnik, HS Augsburg  
+49 821 90678-154, [christoph.berger@igcv.fraunhofer.de](mailto:christoph.berger@igcv.fraunhofer.de)

**Laura Merhar, M.A.**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin „Intelligente Auftragsabwicklung“  
Studium Medien & Kommunikation, Universität Augsburg  
+49 821 90678-163, [laura.merhar@igcv.fraunhofer.de](mailto:laura.merhar@igcv.fraunhofer.de)

**Georg Höllthaler, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter „Adaptive Produktionsorganisation“  
Studium Maschinenwesen, TU München  
+49 821 90678-141, [georg.hoellthaler@igcv.fraunhofer.de](mailto:georg.hoellthaler@igcv.fraunhofer.de)

## ABTEILUNG FABRIKPLANUNG UND BEWERTUNG



Flexible, wandlungsfähige und nachhaltige Produktionssysteme sind Basis für ein zukunftsorientiertes Unternehmen. Schwerpunkt der Abteilung ist daher die zielgrößenoptimierte Neu- und Umplanung von Produktionssystemen unter Berücksichtigung aktueller Technologien und Produktionsprinzipien.

Turbulente Märkte, kundenindividuelle Produkte und kontinuierliche Weiterentwicklungen von Fertigungstechnologien stellen produzierende Unternehmen vor neue Herausforderungen und Chancen. Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit erstellt die Abteilung „Fabrikplanung und Bewertung“ Simulationsmodelle von bestehenden und künftigen Fabrikprozessketten. Das Leistungsspektrum umfasst die ganzheitliche Analyse der Produktionssysteme hinsichtlich Fertigungsengpässen, Flexibilität, Wandlungsfähigkeit, Installations- und Produktionskosten sowie deren ökologischer Nachhaltigkeit.

Darüber hinaus sind die Konzeptionierung von alternativen Produktionssystemen sowie die Bewertung und der Vergleich der ausgearbeiteten Lösungsansätze weitere Schwerpunkte der Abteilung. Zur frühzeitigen Absicherung der Planungsergebnisse setzen die Experten eine vielfältige Anzahl an Werkzeugen der „Digitalen Fabrik“ ein. Dazu gehören Tools wie Factory Design Suite, Plant Simulation, AnyLogic, visTABLE und GaBi Software.

Umfangreiches Wissen sowie das kontinuierliche Monitoring aktueller Trends wie Industrie 4.0, Modularisierung von Produktionssystemen sowie Energieflexibilität und Ressourceneffizienz in der Produktion bilden eine fundierte Grundlage für die genannten Forschungsaktivitäten. Ziel ist es, den Planungsaufwand zu reduzieren sowie Ressourcen optimal einzusetzen. Neben der Entwicklung von anwendungsspezifischen Datenbanken und Lösungsalgorithmen zur multikriteriellen Analyse und Optimierung von Produktionssystemen setzen die Wissenschaftler auf eine ganzheitliche Bewertung von Fabrikprozessketten. Hierfür werden Schnittstellen aufgebaut, die eine Kopplung der unterschiedlichen Planungswelten und somit die Abbildung der Wechselwirkungen zwischen Gebäudehülle, technischer Gebäudeausrüstung und Produktionssystem erlauben.

**Dipl.-Ing. Andrea Hohmann**

Abteilungsleiterin „Fabrikplanung und Bewertung“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-234, [andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de](mailto:andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de)



» *Flexible, wandlungsfähige und nachhaltige Produktionssysteme sind Basis für ein zukunftsorientiertes Unternehmen.* «

Dipl.-Ing. Andrea Hohmann

## PROJEKT ASSISTENZSYSTEME FÜR DEN DIGITALEN FABRIKPLANUNGSPROZESS DER ZUKUNFT

Ziel des Projekts ist die Schaffung eines agilen, iterativen Planungsprozesses mit direktem Feedback durch sofortige Simulationsergebnisse bei jeder Layoutveränderung. Hierfür sollen echtzeitfähige Augmented Reality und Virtual Reality mit der Materialflusssimulation gekoppelt werden.

Bei der Planung neuer Fabriken sowie bei Optimierung und Aufrüstung bestehender Produktionen hinsichtlich Industrie 4.0, Materialfluss und Ergonomie ist die digitale Fabrikplanung heutzutage unumgänglich. Allerdings führen Unsicherheiten durch eine unzureichende Datengrundlage, Missverständnisse und unterschiedliche Begriffsdefinitionen häufig zu Problemen bei der Fabrikplanung. Langwierige, iterative und ressourcenaufwendige Optimierungsphasen sind die Folge. Eine digitale und realitätsnahe Visualisierung kann Zeit und Kosten sparen sowie die Planungsfehler reduzieren.

Aus diesem Grund ist die Kernidee des Projekts die echtzeitfähige Kopplung zur Materialflusssimulation mit Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) sowie die Schaffung eines agilen, iterativen Planungsprozesses mit direktem Feedback durch sofortige Simulationsergebnisse bei jeder Layoutveränderung.

Im Rahmen des Projekts werden folgende Punkte adressiert: Visualisierung des digitalen Layout-Zwillings, Identifikation der benötigten Schnittstellen zwischen Fabrikplanungs- und VR/AR-Tool, Programmierung der Echtzeit-Kopplung von VR/AR-Software, Implementierung möglicher AR-Komponenten, Identifikation der Modifizierungsmaßnahmen des Fabrikplanungsprozesses, Erstellung von Tools zur Integration und Implementierung in das Modell, Dynamisierung des Modells sowie Erprobung der Visualisierung durch die Interaktion in der Praxis.

**Peter Simon, M.Sc.**

Gruppenleiter „Energie in der Produktion“  
Studium Technisch orientierte BWL, Universität Stuttgart  
Studium TUM-BWL, TU München  
+49 821 90678-142, [info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)



Augmented Reality  
in der Fabrikplanung

# PROJEKT ENERGIESYNCHRONISATIONSPLATTFORM: BRANCHENÜBERGREIFENDER ENERGIE- FLEXIBILITÄTSHANDEL

Die Energiesynchronisationsplattform (ESP) dient Unternehmen zum Handel von Energieflexibilität. Ziele sind eine akkuratere, schnellere Bedarfsplanung und das Anbieten von Energieflexibilitätspotenzialen zum wirtschaftlichen Nutzen.

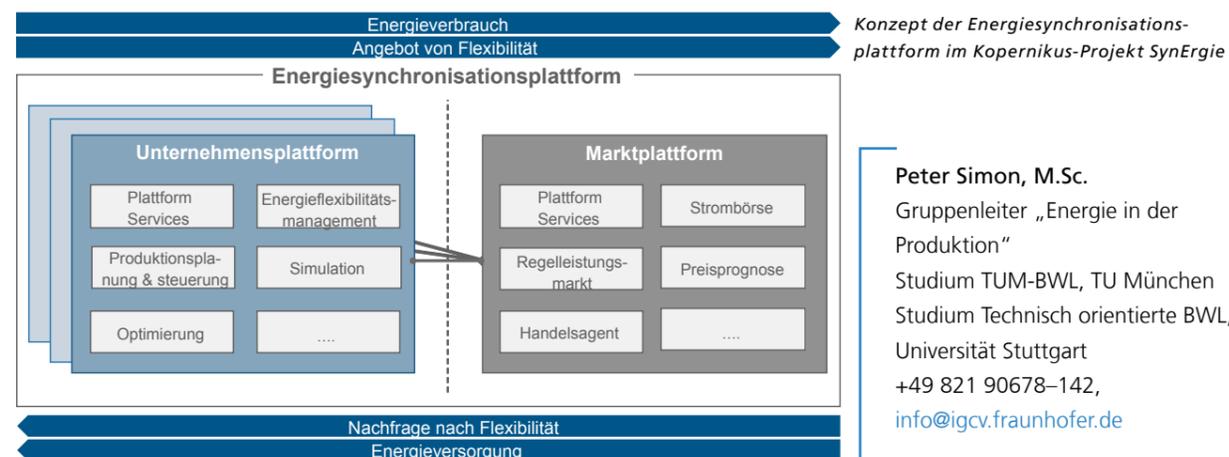
Die Energiesynchronisationsplattform (ESP) soll die zentrale Plattform für den branchenübergreifenden Energieflexibilitätshandel in Deutschland werden. Der Fokus liegt vorerst auf den Strommärkten, inklusive der Systemdienstleistungen, perspektivisch ist eine modulare Erweiterung um zusätzliche Energieträger, beispielsweise Gas möglich.

Die Plattform sowie darauf aufbauende Services erlauben Unternehmen eine aktive Teilnahme an den Energiemärkten - einerseits durch eine akkuratere und schnellere Energiebedarfsplanung (Konsumentenrolle), andererseits durch das Anbieten von Energieflexibilitätspotenzialen (Anbieterrolle). Abhängig von den situationsbedingten Gegebenheiten können die Rollen der Unternehmen jederzeit flexibel angepasst werden. Funktionsumfang und Informationsangebot sind damit deutlich höher als auf bestehenden Plattformen.

Ziel in der ersten SynErgie-Förderphase ist es, drei funktionsfähige Demonstratoren umzusetzen. Um den Mehrwert der

automatisiert gehandelten Energieflexibilität für Industrieunternehmen sowie Teilnehmer der Energiemärkte aufzuzeigen, werden zwei Demonstratoren im Forschungsumfeld und ein weiterer gemeinsam mit einem Anwenderunternehmen im industriellen Umfeld konzipiert. Neben der Automatisierung sorgt eine einheitliche Schnittstelle zwischen Unternehmen und Märkten außerdem für eine Reduktion von Abhängigkeiten.

Die technische Umsetzung der Energiesynchronisationsplattform bildet dabei die Grundlage für eine echtzeitnahe Synchronisation flexibler Industrieprozesse mit volatilen Energiemärkten. Von zentraler Bedeutung für die Akzeptanz und den Erfolg des erarbeiteten Konzepts sind insbesondere die Wirtschaftlichkeit der Energieflexibilität für die Unternehmen sowie die technischen Aspekte des Schutzes sensibler Unternehmensdaten. Parallel stellen die Harmonisierung und Standardisierung eines erforderlichen Datenmodells und einer Schnittstelle die Key-Enabler für eine Akzeptanzsteigerung dar.



**Peter Simon, M.Sc.**  
Gruppenleiter „Energie in der Produktion“  
Studium TUM-BWL, TU München  
Studium Technisch orientierte BWL, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-142,  
[info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)

# PROJEKT FRAUNHOFER IGCV UND IBP ENTWICKELN ÖKOBILANZDATENBANK „CARBON COMPOSITES“

Die Verfügbarkeit aktueller und konsistenter Umweltdaten ist die zentrale Herausforderung von Unternehmen hinsichtlich der Ökobilanzierung. Im Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer IBP eine Datenbank für die ökobilanzielle Bewertung von „Carbon Composites“ entwickelt.

Die Ökobilanzdatenbank „Carbon Composites“ beinhaltet umfangreiche Material- und Fertigungsdaten. Sie soll Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen einen Zugriff auf fundierte Primärdaten zu verschiedenen Herstellungsprozessen im Bereich kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) ermöglichen. Damit dient sie als wichtige Entscheidungsgrundlage hinsichtlich einer verbesserten Ressourceneffizienz und Produktnachhaltigkeit. Mithilfe der Datenbank können sämtliche Ökobilanzen erstellt werden, bei denen CFK relevant sind – zum Beispiel in den Bereichen Automobil, Windenergie, Maschinenbau, Sport und Freizeit, Bauwesen, Schiffsbau oder Luftfahrt.

Entwickelt wurde die Ökobilanzdatenbank vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP und der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV. Über den Kooperationspartner thinkstep AG erfolgt die Lizenzierung der Datenbank. Die führenden Softwarelösungen, Datenbanken und Beratungsleistungen dieses Unternehmens ermöglichen es Organisationen weltweit, ihre Geschäftsabläufe zu optimieren, Innovationspotenziale zu nutzen, den Markenwert zu steigern und rechtliche Vorgaben zu erfüllen.

Die Ökobilanzdatenbank „Carbon Composites“ basiert auf Primärdaten aus der Industrie und beinhaltet 143 Prozesse, darunter 58 Verarbeitungsprozesse (Basisprozesse) mit den gängigsten Herstellungs- und Verarbeitungstechnologien in unterschiedlichen geografischen Regionen:

- Datensätze zur Herstellung von Kohlenstofffasern unter verschiedenen technologischen Randbedingungen (Standardprozess, energetisch optimiert, erneuerbare Energien) und regionalen Randbedingungen (Produktionsmixe Global, EU27, DE, US, JP, CN, TW, HU, KR, FR, GB, ES, BR, CA).

- Datensätze zur Herstellung von Bauteilen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) mit duroplastischer oder thermoplastischer Matrix mit den gängigsten Verarbeitungstechnologien
- Verarbeitungsprozesse (Basisprozesse) für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe zur Modellierung von spezifischen Fertigungsprozessketten

Eine ausführliche Beschreibung der Datensätze ist der Webseite der thinkstep AG zu entnehmen.



V.l. Ralf Herter (thinkstep AG), Robert Ilg (IBP), Andrea Hohmann (IGCV), Harald Florin (thinkstep AG) und Stefan Albrecht (IBP) besiegeln die Kooperation.

**Dipl.-Ing. Andrea Hohmann**  
Abteilungsleiterin „Fabrikplanung und Bewertung“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik,  
Universität Stuttgart  
+49 821 90678-234, [andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de](mailto:andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de)



HIGHLIGHTS 2018

Messeauftritte	70
Ereignisse	73
Auszeichnung	75

# HANNOVER MESSE 2018

Das Fraunhofer IGCV war 2018 sowohl auf dem Gemeinschaftsstand des Fraunhofer-Verbunds Produktion als auch zusammen mit Partnern des Verbundprojektes „Open Serv4P“ auf dem Stand des BMWi vertreten. Zudem zeigte es auf dem Freigelände vor Halle 8 das Mittelstand 4.0-Mobil.

Der Fraunhofer-Verbund Produktion zeigte, wie sich die Fertigung in Zukunft verändern wird. Im Zentrum stand die digitale Vernetzung, bei der die Mensch-Roboter-Kollaboration in den Mittelpunkt rückt.

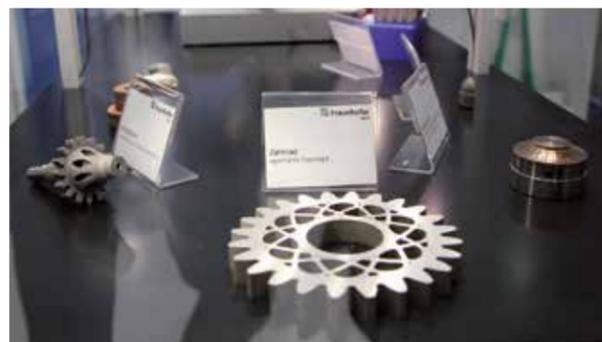
Das Fraunhofer IGCV war mit folgenden Exponaten vertreten:

## Physische und kognitive Assistenz – Mensch-Roboter-Interaktion für die physische Assistenz

Voraussetzung für die Mensch-Roboter-Kollaboration ist die Kommunikation zwischen den Partnern. Daher wird der Roboter befähigt, mit dem Menschen zu interagieren, wozu verschiedene Interaktionsformen betrachtet und eingesetzt werden. Am ausgestellten mobilen Roboter, der den Menschen unterstützen soll, konnten Interaktionstechnologien, wie eine Gestensteuerung, die Eingabe mittels Smartwatch und ein Projektor zur Anzeige von Informationen erlebt werden.

## Kognitive Assistenz in der Montage

Der Trend hin zur Produktion individueller Produkte resultiert in einer variantenreichen Montage. Dadurch werden die Montageaufgaben immer komplexer. Durch kognitive Assistenzsysteme kann der Montagemitarbeiter unterstützt und Fehler verringert oder sogar vermieden werden. Am Montagearbeitsplatz des Exponats wurden Assistenzsysteme zur kognitiven Entlastung des Montagemitarbeiters in der variantenreichen Produktion erlebbar gemacht.



Ausstellungsstücke der Additiven Fertigung

## Multimaterialfertigung – Additive Manufacturing @ AMLab Augsburg

Additive Fertigung und insbesondere das Laserstrahlschmelzen finden im industriellen Umfeld immer weitere Einsatzbereiche. Die heute verfügbare Prozesstechnik beschränkt sich jedoch auf die Herstellung von Monomaterialbauteilen. Bisherige Ansätze zur Multimaterialfertigung von metallischen Bauteilen begrenzen sich auf hybride oder 2-D-Multimaterialbauteile, die sich durch einen Materialwechsel in Aufbaurichtung auszeichnen. In einem am Fraunhofer IGCV entwickelten Prozess ist es nun möglich, auch Bauteile aus zwei unterschiedlichen Werkstoffen zu fertigen, die eine beliebige Verteilung beider Materialien sowohl in Aufbaurichtung als auch in der Bauebene aufweisen. Forschungsziel ist die Generierung dreidimensionaler Multimaterialbauteile mit integrierter Sensorik und Aktorik.



## Informationsflüsse bei der technischen Sauberkeit

Die Anforderungen an die technische Sauberkeit im Bereich der industriellen Teilereinigung sind im Hinblick auf Folgeprozesse, wie beispielweise Kleben und Lackieren, in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Der Schlüssel zur wirtschaftlichen Zielerreichung bei der prozessualen Umsetzung dieser Anforderungen ist die bedarfsgerechte industrielle Reinigung. Diese wird insbesondere durch den Einsatz von Messtechnik und formalisierten Prozesszusammenhängen sowie die Verfügbarkeit von Informationen aus der Gesamtprozesskette durch Vernetzung befähigt, ein neues Niveau an Transparenz und Effizienz zu erreichen.

Welche Vorteile mit offenen und intelligenten Services in der Produktion erreicht werden können, zeigten die Partner des Verbundprojektes „Open Serv4P“ gemeinsam auf dem Stand des BMWi.

## Open Serv4P – Offene intelligente Services für die Produktion

Innovative Produktideen und hohe Ansprüche an die Produktqualität erfordern häufig komplexe Produktionsprozesse, die sich am Rande des technologisch Machbaren bewegen. Produktionsverantwortliche erwarten Echtzeit-Informationen bevor Qualitätsprobleme oder Prozessmängel auftreten. Die OpenServ4P-Partner zeigten, wie intelligente Services auf einer Cloudplattform solche Informationen bieten können. Als anschauliches Anwendungsbeispiel diente dabei das prädiktive Qualitäts- und Risikomanagement bei der Fertigung anspruchsvoller Spritzgussteile.

### Julia Berg, M.Sc.

Gruppenleiterin „Kooperierende Robotik“  
Studium Maschinenbau, Universität Erlangen-Nürnberg  
und Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
+49 821 90678-153, [julia.berg@igcv.fraunhofer.de](mailto:julia.berg@igcv.fraunhofer.de)

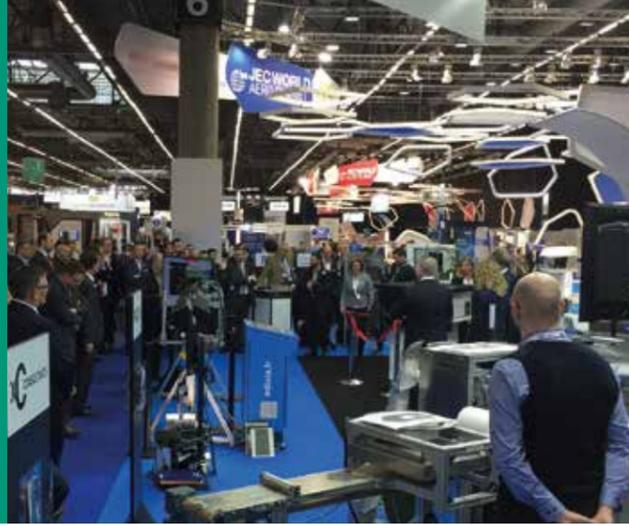
Auf dem Freigelände vor Halle 8 gab es den Startschuss für das Mittelstand 4.0-Mobil.

## Digitalisierung auf Rädern – das Mittelstand 4.0-Mobil

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg präsentierte auf der Hannover Messe erstmals das Mittelstand 4.0-Mobil – einen Lkw, dessen abstellbarer Container als Showroom für Digitalisierungslösungen dient. Je nach Branche und Einsatzszenario lässt sich die Ausstellung flexibel variieren. Zum Thema „Kommissionierung in Produktion und Logistik“ werden beispielsweise live vor Ort ein Pick-by-Light-System, ein Handschuh, der Barcodes scannen und Feedback geben kann, sowie das kamerabasierte Assistenzsystem „Schlauer Klaus“ vorgestellt. Nach der Messe startete die bayernweite Roadshow.



Mobiler Roboter bei Anlieferung an interaktiven Montagearbeitsplatz



## COMPOSITES IN ACTION – BEGEISTERUNG IN PARIS

Rund 150 interessierte Besucher der JEC World, eine der größten Composite-Messen weltweit, waren bei der offiziellen Eröffnung des Fiber Placement Centers (FPC) auf dem Gemeinschaftsstand Composites in Action der TU-München dabei. Neben einem eindrucksvollen 3D-Miniaturmodell, das eine anschauliche Übersicht über die Anlagen im FPC lieferte, wurden das Leistungsspektrum und mehrere Demonstratoren aus dem Fiber-Placement-Bereich gezeigt sowie über die Potenziale verfügbarer Fiber-Placement-Anlagen diskutiert.

Als besonderes Highlight erwies sich die Live-Demonstration der vom Fraunhofer IGCV entwickelten Prototypenanlage zur kontinuierlichen und hoch-flexiblen Fertigung von endkonturnahen Carbonfaserlagen. Zweimal pro Messetag ging die Anlage für Besucher in den Betrieb, es wurden Schikane-Geometrien gefertigt und dabei die Funktionsweise und die Vorteile des „Continuous Fiber Tailoring (CFT)“ erklärt.

Im Gegensatz zu bestehenden Fertigungsprozessen, wie die Verarbeitung von flächigen Textilien bzw. Prepregs oder die automatisierte Ablage von Tows und Tapes ist beim CFT-Verfahren keine kostenintensive Vorkonfektionierung der Fasern für die Herstellung von multiaxialen Gelegestapeln notwendig: Die Carbonfaserrovings werden direkt verarbeitet. Weiterhin resultiert die kontinuierliche Erzeugung der Einzelanlagen mit bis zu 1,5 Meter pro Sekunde in deutlich kürzeren

**Dipl.-Ing. Andrea Hohmann**

Abteilungsleiterin „Fabrikplanung und Bewertung“  
Studium Luft- und Raumfahrttechnik, Universität Stuttgart  
+49 821 90678-234, [andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de](mailto:andrea.hohmann@igcv.fraunhofer.de)

» *Verschnittarme, automatisierte und kostengünstige Herstellung von Faserverbundbauteilen – Fiber Placement Technologien machen es möglich, aber welche ist die richtige Technologie? Diese und viele andere Fragen wurden auf der JEC 2018 in Paris diskutiert.* «

Dipl.-Ing. Andrea Hohmann

Fertigungszeiten im Vergleich zu einer streifenweisen Ablage. Durch das individuelle parallele Zuführen und Schneiden der Rovings, entsprechend der Endkontur, ist ein hoher Materialausnutzungsgrad von mehr als 90 Prozent gegeben. Das modulare Konzept erlaubt zudem eine Skalierung auf beliebige Legebreiten bzw. Bauteilgrößen.

Auf großes Interesse ist außerdem das Video über die weiteren Themenschwerpunkte des Wissenschaftsbereichs Composites des Fraunhofer IGCV gestoßen. Insbesondere die Ausstellungsstücke rund um das Thema Verarbeitung von Rezyklatfasern fanden Anklang bei den Besuchern. Diskussionsschwerpunkte waren dabei mögliche Anwendungsbereiche von Vliesen aus Rezyklatfasern, die resultierenden Bauteileigenschaften und Besonderheiten bei der Fertigung, die beachtet werden müssen.



## GRUNDSTEINLEGUNG DER „GREEN FACTORY AUGSBURG“ AM 3. MAI 2018

Die „Green Factory Augsburg“ beschäftigt sich mit der Ressourceneffizienz in der Produktion und stellt diese, begleitet von einem Energiekonzept, anhand einer Prozesskette in den Bereichen der additiven Fertigung, der Bauteilreinigung und der Verpackung dar.

Das Projekt „Green Factory Augsburg“ soll produzierende Unternehmen der bayerischen Wirtschaft in modernen Produktionsprozessen unterstützen, den Energiebedarf zu reduzieren und gleichzeitig die Ressourceneffizienz zu erhöhen. Es ist Teil des Verbundprojekts „Green Factory Bavaria“ mit weiteren Green Factories in Bayreuth, München und Nürnberg.

Ziel ist es, die Wechselwirkungen zwischen Produktion, technischer Gebäudeausrüstung und Gebäude zu nutzen. Das direkte Zusammenspiel von Gebäude und Produktionsprozessen wird als Pilotprojekt für Konzepte einer zielorientierten Energiewende fungieren.

Das Projekt Green Factory Augsburg wird als ein Vorhaben der Zukunftsinitiative „Aufbruch Bayern“ vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit jeweils sieben Millionen Euro gefördert. Weitere 14 Millionen Euro Fördergeld stammen zudem aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Die offizielle Grundsteinlegung am 3. Mai 2018 markierte einen wichtigen Meilenstein im Bauprozess. Nach der Begrüßung durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institutsleiter des Fraunhofer IGCV, folgten feierliche Reden und Glückwünsche von Eva Weber, zweite Bürgermeisterin der

Stadt Augsburg, Prof. Dr. Juliane Winkelmann, Vizepräsidentin der Technischen Universität München, Dr. Bernhard Schwab, Amtschef im Bayerischen Wirtschaftsministerium, und Andreas Meuer, Vorstand für Controlling und Digitale Geschäftsprozesse der Fraunhofer-Gesellschaft. Danach wurde der Neubau von Architektenseite durch Werner Frosch, Geschäftsführer der Henning Larsen GmbH, erläutert.

Das Gebäude wird rund 160 Mitarbeitern des Fraunhofer IGCV eine moderne und kreativitätsförderliche Arbeitsumgebung bieten. Der Beginn des Baus ist im Herbst 2017 erfolgt. Ende 2019 ist die Fertigstellung geplant, der Einzug erfolgt Anfang des Jahres 2020.

*Fraunhofer IGCV-Zeitkapsel  
anlässlich der Grundsteinlegung  
der „Green Factory Augsburg“*



**Eva Kern**

Gruppenleiterin „Marketing und Öffentlichkeitsarbeit“  
+49 821 90678-134, [info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)



## 7. AUGSBURGER TECHNOLOGIETRANSFER-KONGRESS

Zum Kongress, der unter dem Motto „Innovation | Praktisch | Gestalten“ an der Handwerkskammer für Schwaben stattfand, kamen über 200 Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. 2018 stand die Frage „Wie können sich Unternehmen durch Innovationen zukunftsfähig aufstellen?“ im Fokus.

Der Augsburger Technologietransfer-Kongress wurde am 20. März 2018 zum siebten Mal von der Regio Augsburg Wirtschaft GmbH und dem Netzwerk der Technologietransfer-Einrichtungen Augsburg (TEA) veranstaltet. Neben mehreren Institutionen der Universität Augsburg, der Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg, dem FZG Projekthaus der Technischen Universität München, dem Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das Fraunhofer IGCV (bzw. seine Vorgängereinrichtung, das iwv Anwenderzentrum Augsburg) Partner der ersten Stunde im TEA-Netzwerk. Schirmherrin der Veranstaltung war die damalige Bayerische Staatsministerin für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, Ilse Aigner. Erklärtes Ziel des Freistaats Bayern ist es, den Wirtschaftsraum A<sup>3</sup>, bestehend aus der Stadt und dem Landkreis Augsburg sowie dem Landkreis Aichach-Friedberg, zu stärken. Dafür wurde in den vergangenen Jahren kräftig investiert. Beispiele sind das Technologiezentrum Augsburg, die Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV und das Materials Resource Management-Institut MRM. Alle drei Einrichtungen sind auf dem Augsburg Innovationspark beheimatet.

Der Augsburger Technologietransfer-Kongress richtet sich vor allem an produzierende Unternehmen, Handwerksbetriebe und KMUs.

Das Fraunhofer IGCV beteiligte sich mit vier Vorträgen in den Nachmittags-Sessions:

- „Robotik“, Julia Berg
- „Digitalisierung im Handwerk“, Prof. Dr.-Ing. Stefan Braunreuther
- „Additive Fertigung“, Christoph Hartmann
- „Compositetechnik“, Bernhard Voringner

Zum Abschluss des Kongresses begrüßten die Teilnehmer eine niederländische Delegation. Diese bestand aus Vertretern von rund 35 produzierenden Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie Generalkonsul Peter Vermeij. Beim „Dutch-German Industrie 4.0-Dinner“ tauschten sie sich mit ihren bayrischen Kollegen aus. Der Fokus lag auf neuartigen Technologien und Best-Practice-Beispielen. Im Fokus standen dabei die Themen „Fabrik der Zukunft“, „Arbeit 4.0“, „Carbon“, „Mechatronik & Automation“ sowie „Künstliche Intelligenz“.

**Eva Kern**  
Gruppenleiterin „Marketing und Öffentlichkeitsarbeit“  
+49 821 90678-134, [info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)



## „AUGSBURGER PETERLE AUSZEICHNUNG“ FÜR FLÜCHTLINGSINITIATIVE AM IGCV

Die Flüchtlingsinitiative am Fraunhofer IGCV wurde 2017 ins Leben gerufen. Seitdem wurden fünf Praktikanten aus Syrien eingestellt, wovon einer im Anschluss eine Festanstellung bei einem Partnerunternehmen erhielt. Aktuell werden Möglichkeiten für eine langfristige Beschäftigung geprüft.

Während der Praktika mit einer Dauer von drei bis sechs Monaten werden die Teilnehmer jeweils von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut und gemäß ihrer bisherigen fachlichen Vorkenntnisse eingesetzt. „Wir haben dabei sehr gute Erfahrungen gemacht, was das technische Vorwissen und vor allem die Motivation der Praktikanten betrifft“, so Koordinator Dr. Christoph Richter. Auch Sprachbarrieren konnten bislang stets überwunden werden. Um dem selbst gesetzten Schwerpunkt der zielgerichteten Weiterbildung der Praktikanten nachzukommen, werden diese mit fachspezifischen Aufgaben und technischen Fragestellungen betraut, bei deren Bearbeitung sie Unterstützung von wissenschaftlichen Mitarbeitern erhalten. Gleichzeitig werden mit den Praktikanten auch weiterführende Pläne für die Zeit nach dem Praktikum entwickelt, mögliche Perspektiven aufgezeigt und Kontakte vermittelt.

Im Rahmen der Bundeskonferenz der Wirtschaftsunioren im September 2018 in Augsburg erhielt die Flüchtlingsinitiative des Fraunhofer IGCV für ihr außerordentliches Engagement die „Augsburger Peterle Auszeichnung“ für besondere Bemühungen und Leistungen zur Integration von Geflüchteten in den Arbeitsmarkt.

Unter dem Motto „INdustrie, INnovation, INtegration“ der Bundeskonferenz wurde mit der Preisverleihung der große Einsatz von Augsburger Firmen und Institutionen gewürdigt. Die „Augsburger Peterle Auszeichnung“ stellt die Weiterführung eines Aufklärungs- und Integrationsprojekts der Wirtschaftsunioren Augsburg für Geflüchtete in Deutschland dar, welches 2016 von Husain Mahmoud, dem aktuellen Präsidenten der Wirtschaftsunioren Augsburg, ins Leben gerufen wurde. Das Projekt „Es war einmal ein Junge namens Peterle“ dient der Förderung eines respektvollen und solidarischen Miteinanders, welches durch die Vermittlung von deutschen Gepflogenheiten, Rechten, Pflichten oder Herangehensweisen ermöglicht werden soll.

Das Fraunhofer IGCV bedankt sich herzlich bei den Wirtschaftsunioren Augsburg für die Auszeichnung und im Besonderen bei Dr.-Ing. Christoph Richter sowie allen an der Initiative beteiligten Kollegen und hofft auf eine erfolgreiche Fortführung des Programms.

**Dr.-Ing. Christoph Richtern**  
Abteilungsleiter „Anlagen- und Steuerungstechnik“  
Studium und Promotion im Maschinenbau, TU München  
+49 821 90678-153, [info@igcv.fraunhofer.de](mailto:info@igcv.fraunhofer.de)

## Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV

Am Technologiezentrum 2  
86159 Augsburg  
Telefon +49 821 90678-0

info@igcv.fraunhofer.de  
www.igcv.fraunhofer.de

### Impressum

#### Redaktion

Eva Kern, Fraunhofer IGCV  
Nadine Kemlein-Schiller, Fraunhofer IGCV  
Anne Nestler, 4iMEDIA GmbH  
Jana Reichardt, 4iMEDIA GmbH

**Gestaltung und Produktion**  
4iMEDIA GmbH, Leipzig

**Druck**  
deVega Medien GmbH, Augsburg

#### Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-,  
Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV  
Beim Glaspalast 5  
86153 Augsburg  
Telefon +49 821 90678-134

info@igcv.fraunhofer.de  
www.igcv.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten.  
Bei Abdruck ist die Einwilligung  
der Redaktion erforderlich.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personen-  
bezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern im  
Jahresbericht die männliche Form verwendet. Entsprechende  
Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich  
für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat ausschließ-  
lich redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

#### Redaktionsschluss

22.05.2019

#### Bildquellen

Titel und S. 22: Fraunhofer IGCV / Andreas Heddergott, Fraunhofer  
IGCV / Bernd Müller, Fraunhofer IGCV

Alle Portraits, soweit nicht anders genannt:  
Fraunhofer IGCV / Bernd Müller

Alle weiteren Fotos Fraunhofer IGCV, außer:

S. 2: Fotolia / Coloures-pic	S. 40: Adobe Stock /
S. 6: Henning Larsen	Przemyslaw Koch
S. 9: Pixabay / Teamwork_2	S. 45: SGL Carbon
S. 11, 30/31, 32, 34, 38/38, 46 Mitte,	S. 52, 73: Fraunhofer IGCV / Ingo
54/55, 58, 65: Fraunhofer IGCV /	Dumreicher
Bernd Müller	S. 62: Fraunhofer IIS / Paul Pulkert
S. 13 oben: Bluedesign / Oliver	S. 64: Fotolia / sdecoret
Böhmer	S. 67, 70, 71 unten,
S. 14, 26, 48 Portraits: privat	75: Fraunhofer IBP
S. 16/17 Portraits G. Schlick,	S. 71 oben: Adobe Stock /
F. Schuberth, D. Günther: privat	Lucky Business
S. 24/25: Fraunhofer IGCV / Andreas	S. 74: Regio Augsburg Wirtschaft
Heddergott	GmbH / Andreas Dippelhofer

Wenn Sie aktuelle Informationen über das Fraunhofer IGCV  
erhalten möchten, bitte hier entlang:



