



Technische  
Universität  
Braunschweig

Zukunftstechnologien für den multifunktionalen Leichtbau

Klaus Dröder *Hrsg.*

# Prozesstechnologie zur Herstellung von FVK-Metall-Hybriden

Ergebnisse aus dem  
BMBF-Verbundprojekt ProVor<sup>Plus</sup>



OPEN HYBRID  
LABFACTORY

Der LeichtbauCampus.



Springer Vieweg

---

# **Zukunftstechnologien für den multifunktionalen Leichtbau**

**Reihe herausgegeben von**

Open Hybrid LabFactory e. V., Wolfsburg, Niedersachsen, Deutschland

Ziel der Buchreihe ist es, zentrale Zukunftsthemen und aktuelle Arbeiten aus dem Umfeld des Forschungscampus Open Hybrid LabFactory einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Es werden neue Denkansätze und Ergebnisse aus der Forschung zu Methoden und Technologien zur Auslegung und großserienfähigen Fertigung hybrider und multifunktionaler Strukturen vorgestellt. Insbesondere gehören neue Produktions- und Simulationsverfahren, aber auch Aspekte der Bauteilfunktionalisierung und Betrachtungen des integrierten Life-Cycle-Engineerings zu den Forschungsschwerpunkten des Forschungscampus und zum inhaltlichen Fokus dieser Buchreihe.

Die Buchreihe umfasst Publikationen aus den Bereichen des Engineerings, der Auslegung, Produktion und Prüfung materialhybrider Strukturen. Die Skalierbarkeit und zukünftige industrielle Großserienfähigkeit der Technologien und Methoden stehen im Vordergrund der Beiträge und sichern langfristige Fortschritte in der Fahrzeugentwicklung. Ebenfalls werden Ergebnisse und Berichte von Forschungsprojekten im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungscampus veröffentlicht und Proceedings von Fachtagungen und Konferenzen im Kontext der Open Hybrid LabFactory publiziert.

Die Bände dieser Reihe richten sich an Wissenschaftler aus der Material-, Produktions- und Mobilitätsforschung. Sie spricht Fachexperten der Branchen Technik, Anlagen- und Maschinenbau, Automobil & Fahrzeugbau sowie Werkstoffe & Werkstoffverarbeitung an. Der Leser profitiert von einem konsolidierten Angebot wissenschaftlicher Beiträge zur aktuellen Forschung zu hybriden und multifunktionalen Strukturen.

This book series presents key future topics and current work from the Open Hybrid LabFactory research campus funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) to a broad public. Discussing recent approaches and research findings based on methods and technologies for the design and large-scale production of hybrid and multifunctional structures, it highlights new production and simulation processes, as well as aspects of component functionalization and integrated life-cycle engineering.

The book series comprises publications from the fields of engineering, design, production and testing of material hybrid structures. The contributions focus on the scalability and future industrial mass production capability of the technologies and methods to ensure long-term advances in vehicle development. Furthermore, the series publishes reports on and the findings of research projects within the research campus, scientific papers as well as the proceedings of conferences in the context of the Open Hybrid LabFactory.

Intended for scientists and experts from the fields of materials, production and mobility research; technology, plant and mechanical engineering; automotive & vehicle construction; and materials & materials processing, the series showcases current research on hybrid and multifunctional structures.

---

Klaus Dröder  
(Hrsg.)

# Prozesstechnologie zur Herstellung von FVK-Metall- Hybriden

Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt  
ProVor<sup>Plus</sup>

*Hrsg.*  
Klaus Dröder  
Braunschweig, Deutschland

ISSN 2524-4787                      ISSN 2524-4795 (electronic)  
Zukunftstechnologien für den multifunktionalen Leichtbau  
ISBN 978-3-662-60679-7              ISBN 978-3-662-60680-3 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-60680-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

---

# Forschungscampus Open Hybrid LabFactory

Abschlussbericht des BMBF-Verbundprojekts

**ProVor<sup>Plus</sup>**

Funktionsintegrierte Prozesstechnologie zur Vorkonfektionierung und Bauteilherstellung von FVK-Metall-Hybriden

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderinitiative „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Förderkennzeichen:

|          |                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------|
| 02PQ5100 | Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig |
| 02PQ5101 | Leibniz Universität Hannover                             |
| 02PQ5102 | Technische Universität Clausthal                         |
| 02PQ5103 | IFF GmbH                                                 |
| 02PQ5104 | J. Schmalz GmbH                                          |
| 02PQ5105 | Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH               |
| 02PQ5106 | Karosseriewerke Dresden GmbH                             |
| 02PQ5107 | VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT                            |
| 02PQ5108 | Engel Deutschland GmbH                                   |

Laufzeit: 01.01.2015 bis 31.12.2018

GEFÖRDERT VOM



Die Dokumentation stellt die Ergebnisse aus einem Forschungs-Verbundprojekt dar. Verantwortlich für den Inhalt sind die jeweilig genannten Autoren. Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieses Buchs sind nicht notwendigerweise die der Volkswagen AG, BASF SE, IFF GmbH, ENGEL Deutschland GmbH, Karosseriewerke Dresden GmbH oder Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH & Co. KG.

The documentation presents the results of a joint research project. The respective authors are responsible for the content. The results, opinions or conclusions of this book are not necessarily those of the Volkswagen AG, BASF SE, IFF GmbH, ENGEL Deutschland GmbH, Karosseriewerke Dresden GmbH or Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH & Co. KG.

Projektkonsortium

**Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

Institut für Füge- und Schweißtechnik (*ifs*)

**Leibniz Universität Hannover**

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM)

Institut für Montagetechnik (*match*)

**Technische Universität Clausthal**

Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik (PuK)

**IFF GmbH**

**J. Schmalz GmbH**

**Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH & Co. KG**

**Karosseriewerke Dresden GmbH**

**Volkswagen AG**

**ENGEL Deutschland GmbH**

**BASF SE (*assoziiert*)**

---

# Inhaltsverzeichnis

**Teil I Ausgangssituation und Projektziel**

|          |                                                                                                                                      |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....                                                                                                              | 3  |
|          | Klaus Dröder, Anke Müller, Moritz Micke-Camuz und Sierk Fiebig                                                                       |    |
|          | Literatur. ....                                                                                                                      | 4  |
| <b>2</b> | <b>Aufgabenstellung und Zielsetzung</b> .....                                                                                        | 5  |
|          | Klaus Dröder, Anke Müller, Moritz Micke-Camuz und Sierk Fiebig                                                                       |    |
| <b>3</b> | <b>Stand der Technik</b> .....                                                                                                       | 7  |
|          | Jan P. Beuscher, Florian Bohne, Christopher Bruns, Annika Raatz,<br>Moritz Micke-Camuz, Anke Müller, Markus Kühn und Raphael Schnurr |    |
| 3.1      | Hybride Bauteile .....                                                                                                               | 7  |
| 3.2      | Materialcharakterisierung .....                                                                                                      | 9  |
| 3.3      | Verarbeitungsverfahren .....                                                                                                         | 10 |
| 3.3.1    | Handhabung und Materialführung von technischen<br>Textilen. ....                                                                     | 11 |
| 3.3.2    | Thermoformen und GMT-/LFT-Fließpressen .....                                                                                         | 17 |
| 3.3.3    | Umformsimulation .....                                                                                                               | 19 |
| 3.3.4    | Trennen thermoplastischer Faserverbundwerkstoffe .....                                                                               | 20 |
| 3.3.5    | Hybridspritzgießen mit thermoplastischen<br>Faserverbundwerkstoffen .....                                                            | 27 |
|          | Literatur. ....                                                                                                                      | 29 |

**Teil II Produktionsstrategien zur Herstellung von FVK-Metall-Hybriden**

|          |                                             |    |
|----------|---------------------------------------------|----|
| <b>4</b> | <b>Referenzbauteil</b> .....                | 37 |
|          | Sierk Fiebig und Florian Glaubitz           |    |
| 4.1      | Funktionsanalyse des Referenzbauteils ..... | 38 |
| 4.2      | Konstruktionsszenarien .....                | 39 |
| 4.3      | Bauteilentwicklung .....                    | 40 |

|                 |                                                                                                                            |           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4             | Bauteiloptimierung .....                                                                                                   | 42        |
| 4.5             | Prototypenstand .....                                                                                                      | 43        |
| 4.6             | Crash- und Steifigkeitsberechnung .....                                                                                    | 44        |
| <b>5</b>        | <b>Produktionsstrategien.</b> .....                                                                                        | <b>47</b> |
|                 | Jan P. Beuscher, Anke Müller, Raphael Schnurr, Kristian Lippky und<br>Klaus Dröder                                         |           |
| 5.1             | Strategien zur Produktion hybrider Bauteile .....                                                                          | 47        |
| 5.2             | Entwicklung von Produktionsszenarien mit Vorkonfektionierung .....                                                         | 48        |
| 5.3             | Materialausnutzung zur Automatisierung der Prozesskette .....                                                              | 50        |
| 5.4             | Prozesskombination Thermoformen und Spritzgießen .....                                                                     | 51        |
|                 | Literatur. ....                                                                                                            | 53        |
| <b>Teil III</b> | <b>Grundlegende Untersuchungen zum Aufbau einer durchgehenden<br/>Prozesskette</b>                                         |           |
| <b>6</b>        | <b>Materialcharakterisierung des Organoblechs</b> .....                                                                    | <b>57</b> |
|                 | Florian Bohne, Bernd-Arno Behrens, Michael Weinmann,<br>Gerhard Ziegmann, Dieter Meiners, Raphael Schnurr und Klaus Dröder |           |
| 6.1             | Organoblech – Eigenschaften des Gewebes .....                                                                              | 57        |
| 6.2             | Organoblech – Matrixeigenschaften .....                                                                                    | 59        |
| 6.3             | Organoblech – Biegeeigenschaften .....                                                                                     | 61        |
| 6.4             | Organoblech – Temperaturleitfähigkeit und Wärmekapazität .....                                                             | 63        |
|                 | Literatur. ....                                                                                                            | 65        |
| <b>7</b>        | <b>Erwärmung</b> .....                                                                                                     | <b>67</b> |
|                 | Raphael Schnurr, Jan P. Beuscher und Klaus Dröder                                                                          |           |
| 7.1             | Versuchsaufbau und Durchführung .....                                                                                      | 67        |
| 7.2             | Ergebnisse der Infraroterwärmung. ....                                                                                     | 68        |
| 7.3             | Ergebnisse der Umlufterwärmung .....                                                                                       | 70        |
| 7.4             | Zusammenfassung .....                                                                                                      | 71        |
| <b>8</b>        | <b>Aktive Materialführung und automatisierte Handhabung.</b> .....                                                         | <b>73</b> |
|                 | Christopher Bruns, Annika Raatz und Harald Kuolt                                                                           |           |
| 8.1             | Konzept der aktiven Materialführung .....                                                                                  | 74        |
| 8.1.1           | Konzept .....                                                                                                              | 74        |
| 8.1.2           | Funktionsweise. ....                                                                                                       | 78        |
| 8.2             | Handhabung .....                                                                                                           | 80        |
| 8.2.1           | Auslegung von Textilgreifern unter Berücksichtigung<br>thermischer Aspekte. ....                                           | 81        |
| 8.2.2           | Greifersystemfunktionsmuster zur Handhabung von<br>erwärmtem und formlabilem Organoblech .....                             | 84        |
| 8.2.3           | Ergebnisse und Schlussbetrachtung. ....                                                                                    | 85        |
|                 | Literatur. ....                                                                                                            | 87        |

|           |                                                                                                                                    |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>9</b>  | <b>Umformende Herstellung der Batterieunterschale</b> .....                                                                        | 89  |
|           | Moritz Micke-Camuz, Florian Bohne und Bernd-Arno Behrens                                                                           |     |
| 9.1       | Umformende Herstellung der Organoblechvorform .....                                                                                | 90  |
| 9.2       | Entwicklung eines kombinierten Prozesses aus<br>Organoblechumformung und Glasmattenverstärkten-<br>Thermoplaste-Fließpressen ..... | 97  |
| 9.3       | Ergebnisse aus dem kombinierten Prozess .....                                                                                      | 98  |
|           | Literatur. ....                                                                                                                    | 101 |
| <b>10</b> | <b>Untersuchungen zur spanenden Bearbeitung konsolidierter<br/>Organobleche.</b> .....                                             | 103 |
|           | Anke Müller, Jan P. Beuscher, Raphael Schnurr und Klaus Dröder                                                                     |     |
|           | Literatur. ....                                                                                                                    | 105 |
| <b>11</b> | <b>Hybridspritzgießen mit Organoblechen</b> .....                                                                                  | 107 |
|           | Jan P. Beuscher, Raphael Schnurr, Anke Müller und Klaus Dröder                                                                     |     |
| 11.1      | Materialauswahl und Versuchsaufbau .....                                                                                           | 107 |
| 11.2      | Untersuchung der Verbundhaftung an Zugscherproben. ....                                                                            | 108 |
| 11.3      | Untersuchung der Verbundhaftung an Rippenabzugsproben. ....                                                                        | 110 |
| 11.4      | Weiterentwicklung des Hybridspritzgießprozesses mithilfe<br>werkzeugintegrierter Infraroterwärmung. ....                           | 112 |
|           | Literatur. ....                                                                                                                    | 113 |
| <b>12</b> | <b>Bewertung des One-Shot- und Two-Shot-Prozesses anhand<br/>der resultierenden Verbundhaftung</b> .....                           | 115 |
|           | Paul Zwicklhuber, Jan P. Beuscher, Raphael Schnurr und Anke Müller                                                                 |     |
| 12.1      | Versuchsaufbau .....                                                                                                               | 116 |
| 12.1.1    | Versuchswerkzeug .....                                                                                                             | 116 |
| 12.1.2    | Bauteilherstellung .....                                                                                                           | 116 |
| 12.1.3    | Prüfkörperentnahme für die Haftungsprüfung. ....                                                                                   | 117 |
| 12.1.4    | Prüfung. ....                                                                                                                      | 117 |
| 12.1.5    | Versuchsergebnisse .....                                                                                                           | 118 |
|           | Literatur. ....                                                                                                                    | 120 |
| <b>13</b> | <b>Laservorbehandlung zur Haftungsverbesserung bei Metall-<br/>Faserverbund-Hybridstrukturen.</b> .....                            | 121 |
|           | Kristian Lippky, Sven Hartwig und Klaus Dilger                                                                                     |     |
| 13.1      | Analyse der Oberflächen nach einer Laservorbehandlung .....                                                                        | 122 |
| 13.2      | Einfluss von Kontaminationen auf die erreichbaren<br>Zugscherfestigkeiten .....                                                    | 124 |
| 13.3      | Einfluss verschiedener Prüftemperaturen auf die erreichbaren<br>Zugscherfestigkeiten .....                                         | 125 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13.4 Einfluss einer Salzsprühnebelalterung auf die erreichbaren<br>Zugscherfestigkeiten ..... | 127 |
| Literatur. ....                                                                               | 128 |

## **Teil IV Herstellung des Bauteildemonstrators**

|                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>14 Konzeptentscheid</b> .....                                                                                                                                           | 133 |
| Sierk Fiebig und Florian Glaubitz                                                                                                                                          |     |
| 14.1 Gesamtprozess .....                                                                                                                                                   | 133 |
| 14.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....                                                                                                                                  | 134 |
| <b>15 Bauteilherstellung</b> .....                                                                                                                                         | 137 |
| Sierk Fiebig, Florian Glaubitz, André Beims, Anke Müller,<br>Jan P. Beuscher, Florian Bohne, Moritz Micke-Camuz,<br>Bernd-Arno Behrens, Christopher Bruns und Annika Raatz |     |
| 15.1 Werkzeugkonzept. ....                                                                                                                                                 | 138 |
| 15.1.1 Umformwerkzeug .....                                                                                                                                                | 138 |
| 15.1.2 Spritzgießwerkzeug .....                                                                                                                                            | 139 |
| 15.2 Automatisierter Thermoformprozess mit aktiver<br>Materialführung .....                                                                                                | 141 |
| 15.2.1 Simulation .....                                                                                                                                                    | 141 |
| 15.2.2 Experimentalergebnisse .....                                                                                                                                        | 142 |
| 15.3 Beschnitt der Organoblechvorform vor dem Transfer in das<br>Spritzgusswerkzeug .....                                                                                  | 147 |
| 15.4 Umspritzen des Organoblechvorformlings .....                                                                                                                          | 149 |
| Literatur. ....                                                                                                                                                            | 150 |
| <b>16 Prüfen der gefertigten Batterieschalen</b> .....                                                                                                                     | 151 |
| Sierk Fiebig und Florian Glaubitz                                                                                                                                          |     |
| 16.1 Maßhaltigkeit .....                                                                                                                                                   | 151 |
| 16.2 Flammversuch V0 an Organoblechen .....                                                                                                                                | 152 |
| 16.3 Gehäusedämpfungsmessung – Elektromagnetische-<br>Verträglichkeit-Schutz von Organoblechen .....                                                                       | 153 |
| 16.4 Komponentencrashversuch .....                                                                                                                                         | 155 |
| Literatur. ....                                                                                                                                                            | 156 |
| <b>17 Zusammenfassung</b> .....                                                                                                                                            | 157 |
| Klaus Dröder, Moritz Micke-Camuz und Jan P. Beuscher                                                                                                                       |     |
| <b>18 Veröffentlichungen im Rahmen des Projekts ProVor<sup>Plus</sup></b> .....                                                                                            | 161 |
| Klaus Dröder, Moritz Micke-Camuz und Jan P. Beuscher                                                                                                                       |     |

---

## Über die Autoren

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Dilger** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Prof. Dr.-Ing. Anke Müller** ehem. Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Jan P. Beuscher** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Raphael Schnurr** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Dr.-Ing. Kristian Lippky** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Dr.-Ing. Markus Kühn** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens** Leibniz Universität Hannover

**Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz** Leibniz Universität Hannover

**Moritz Micke-Camuz** Leibniz Universität Hannover

**Florian Bohne** Leibniz Universität Hannover

**Christopher Bruns** Leibniz Universität Hannover

**Michael Weinmann** Technische Universität Clausthal

**Dr.-Ing. Sierk Fiebig** Volkswagen AG

**Florian Glaubitz** Volkswagen AG

**André Beims** Volkswagen AG

**Dr.-Ing. Harald Kuolt** J. Schmalz GmbH

**Paul Zwicklhuber** ENGEL Deutschland GmbH

**Prof. Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann** Technische Universität Clausthal

**Prof. Dr.-Ing. Dieter Meiners** Technische Universität Clausthal

**Prof. Dr.-Ing. Sven Hartwig** Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

---

## Teil I

# Ausgangssituation und Projektziel

Klaus Dröder<sup></sup>, Anke Müller<sup></sup>, Moritz Micke-Camuz und Sierk Fiebig

Der aktuell anhaltende Umschwung in der Automobilindustrie und die damit einhergehende allmähliche Abkehr vom Verbrennungsmotor hin zu elektrischen und hybriden Antriebskonzepten hat weitreichende Folgen für den modularen Aufbau der Fahrzeuge, die Karosserie und die strukturellen Komponenten. Zu Beginn dieser Wandelphase wurden zunächst nur Antrieb und Antriebstrang in bestehenden Karosseriekonzepten getauscht. Mittlerweile werden gänzlich neue Karosseriekonzepte um den Antrieb des Automobils neu entwickelt. So wird zukünftig bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen der Motorblock im Vorderwagen durch elektrische Achsantriebe ersetzt, was in erheblichen Auswirkungen auf das gesamte Fahrzeugkonzept resultiert [1]. Ein weiteres entscheidendes Bauteil, das bei elektrisch angetriebenen Automobilen bzw. Plug-In-Hybriden (Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektromotor) hinzukommt und die Karosseriekonzepte grundlegend beeinflusst, ist die Einbindung des Batteriegehäuses.

Nach anfänglichen Zweifeln an der Effektivität des Karosserieleichtbaus im Zuge der Umstellung der Fahrzeuge auf die Elektromobilität wird derzeit seitens der Original Equipment Manufacturer (OEM) der Leichtbaugedanke wieder proklamiert. Durch

---

K. Dröder · A. Müller

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Technische Universität  
Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

M. Micke-Camuz

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover,  
Garbsen, Deutschland

S. Fiebig ()

Volkswagen AG, Braunschweig/Wolfsburg, Deutschland

E-Mail: [sierk.fiebig@volkswagen.de](mailto:sierk.fiebig@volkswagen.de)

leichtere Karosserien lassen sich in der Regel Reichweitevorteile erzielen, Zuladungsbeschränkungen kompensieren sowie Rad- und Achslasten reduzieren.

Der Karosseriebau setzt beim Thema Leichtbau verstärkt auf einen Multimaterialmix. Hybride Bauteile aus Metallen und faserverstärkten Kunststoffen kombinieren hierbei die Vorteile beider Werkstoffklassen, sodass sich Möglichkeiten zur Ausnutzung von Synergien ergeben. Während ein faserverstärkter Kunststoff (FVK) z. B. hohe Zugkräfte entlang der Faser aufnehmen kann, kann eine Impact-Belastung senkrecht zur Faserausrichtung eines Bauteils durch einen duktilen metallischen Werkstoff absorbiert werden. Auf der anderen Seite kann eine auf der zugbelasteten Seite angebrachte Endlosfaserverstärkung die Biegefestigkeit eines metallischen Profils erhöhen.

Die Umsetzung hybrider Bauteile oder im Speziellen der Einsatz von FVK scheitern allerdings oftmals an den Material- sowie Prozesskosten. So erzeugen beispielsweise FVK gegenüber Automobilstählen mehr als 7- bis 32-fache Materialkosten zur Erreichung der gleichen Festigkeit und mehr als dreifache Kosten zur Erreichung der gleichen Steifigkeit [2]. Daher ist es wichtig, kosteneffiziente Prozesse mit kurzen Taktzeiten zu entwickeln, um einen bezahlbaren Leichtbau in der Serienproduktion zu ermöglichen und durch diese wiederum den Materialpreis zu beeinflussen. Aufgrund der kürzeren Prozesszeit bei der Verarbeitung, der besseren Recyclingfähigkeit und der Anwendbarkeit thermischer Fügeverfahren [3] wurden im Rahmen des Projekts ProVor<sup>Plus</sup> ausschließlich FVK mit thermoplastischer Matrix betrachtet.

Das Verbundprojekt wurde im Rahmen der ersten Förderphase (2014–2018) des Forschungscampus „Open Hybrid LabFactory“ durchgeführt und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

---

## Literatur

1. Wagener, C. (2019). Automobile Megatrends – Bedeutung des Karosserieleichtbaus im Zeitalter der Elektromobilität. *Tagungsband T 48 des 39. EFB-Kolloquiums Blechverarbeitung*.
2. Fiebig, S. (2018). ProVorPlus – Development of a battery tray in hybrid design. Presented at Conf. *Faszination hybrider Leichtbau*, May 29–30, 2018, Wolfsburg.
3. Lohse, H. (2005). Thermoplastische Systemlösungen im Automobilbau. *adhäsion Kleben & Dichten*, 49(9), 22–27.

## Aufgabenstellung und Zielsetzung

# 2

Klaus Dröder<sup>1</sup>, Anke Müller<sup>1</sup>, Moritz Micke-Camuz und Sierk Fiebig

Die zentrale Idee und Aufgabe des Verbundprojekts ProVor<sup>Plus</sup> ist die Herstellung schalenförmiger Faserverstärkter-Thermoplast-Metall-Hybridbauteile durch die Verwendung komplexer hybrider Vorformlinge, die in einem Vorkonfektionierungsschritt mithilfe einer funktionsintegrierten Handhabungs- und Fügetechnik aus einfachen (vorkonsolidierten) FVK- und Metallhalbzeugen aufgebaut und anschließend in einem Bauteilherstellungsprozess durch ur- und umformende Verfahren zu einem hybriden Bauteil endkonsolidiert werden.

Das Referenzbauteil, an dem sich die Prozessentwicklung im BMBF-Projekt ProVor<sup>Plus</sup> orientiert, ist eine Batterieunterschale für den Volkswagen Passat GTE Plug-In Hybrid (Kap. 4). In der Serie besteht die Batterieunterschale aus einem Aluminiumdruckgießbauteil. Die konstruktive Zielsetzung zu Beginn des Projekts war eine Gewichtsreduzierung um bis zu 20 %. Mit diesem Anspruch wurde in mehreren Iterationsschleifen ein Prototyp in Hybridbauweise konstruiert und ausgelegt. Dieses Funktionsmuster der Batteriewanne besteht aus einer Modulstützstruktur aus hochfestem Stahl, einem Crashrahmen aus Stahl und Aluminium, einer spritzgegossenen Kunststoffstruktur auf einer thermogeformten Organoblechschale (Abb. 2.1).

---

K. Dröder · A. Müller

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Technische Universität  
Braunschweig, Braunschweig, Deutschland

M. Micke-Camuz

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover,  
Garbsen, Deutschland

S. Fiebig (✉)

Volkswagen AG, Braunschweig/Wolfsburg, Deutschland

E-Mail: [sierk.fiebig@volkswagen.de](mailto:sierk.fiebig@volkswagen.de)