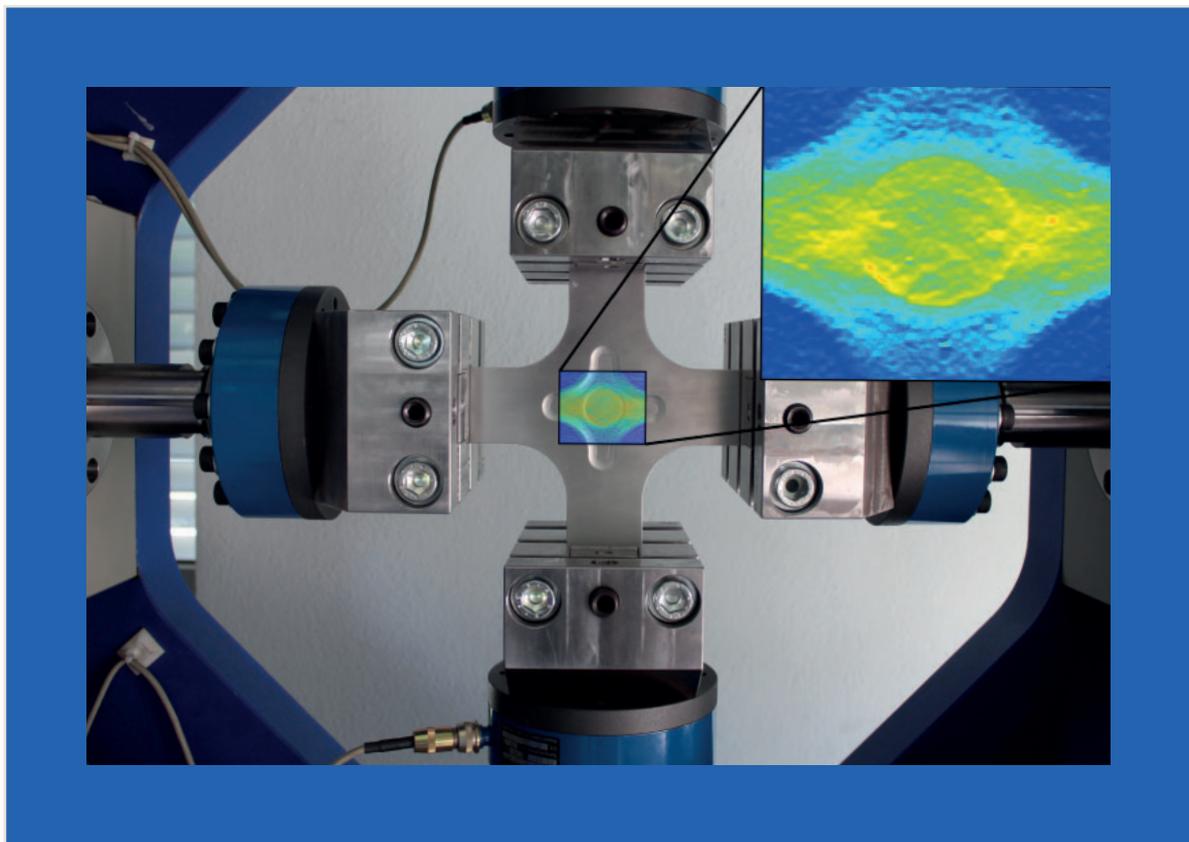




# 10. Landshuter Leichtbau-Colloquium

Leichtbau - von der Wissenschaft bis zur  
Schlüsseltechnologie für Ressourceneffizienz



Tagungsband  
LLC 2021

24. / 25. Februar 2021  
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



# **10. Landshuter Leichtbau-Colloquium**

**Leichtbau – von der Wissenschaft bis zur Schlüsseltechnologie  
für Ressourceneffizienz**

**Tagungsband zum Colloquium**

24. / 25. Februar 2021  
Hochschule Landshut

**Herausgeber**

Otto Huber  
Marc Bicker  
Peter Patzelt

Leichtbau-Cluster  
HOCHSCHULE LANDSHUT

# **Vortragstexte zum 10. Landshuter Leichtbau-Colloquium veranstaltet durch den Leichtbau-Cluster**

Fachliche Leitung: Prof. Dr.-Ing. Otto Huber

Organisatorische Leitung: Marc Bicker, Dipl.-Kfm., MBA

## **Fachkomitee**

Prof. Dr.-Ing. Horst Baier, Technische Universität München

Dr.-Ing. Martin Brune, DVM Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V., Berlin

Prof. Dr.-Ing. Walter Fischer, Hochschule Landshut

Prof. Dr.-Ing. Christoph Friedrich, Universität Siegen

Dr.-Ing. Matthias Hörmann, CADFEM GmbH, Grafing bei München

Prof. Dr.-Ing. Alexander Horoschenkoff, Hochschule München

Prof. Dr.-Ing. Otto Huber, Hochschule Landshut

Prof. Dr. rer. nat. Nicola Hüsing, Paris Lodron Universität Salzburg

Prof. Dr.-Ing. Hubert Klaus, Hochschule Landshut

Dr.-Ing. Reinhard Mehn, Hochschule Landshut

Dr.-Ing. Norbert Müller, Engel Austria GmbH, St. Valentin (A)

Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp, Universität der Bundeswehr München

Prof. Dr.-Ing. Holger Saage, Hochschule Landshut

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wellnitz, Technische Hochschule Ingolstadt

Prof. Dr.-Ing. Markus Zimmermann, Technische Universität München

HOCHSCHULE LANDSHUT

Am Lurzenhof 1

84036 Landshut

Tel.: +49 (0)871 506-134, Fax: +49 (0)871 506-506

E-Mail: [info@leichtbau-cluster.de](mailto:info@leichtbau-cluster.de), [www.leichtbau-cluster.de](http://www.leichtbau-cluster.de)

Titelfoto: Hochschule Landshut

Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der veröffentlichten Inhalte der Referenten in diesem Tagungsband. Ansprüche, die sich auf materielle oder ideelle Schäden beziehen oder auf der Nutzung bzw. auf der Nichtnutzung von fehlerhaften oder unvollständig bereitgestellten Informationen - Bildmaterial eingeschlossen - gründen, sind an den Verfasser eines Beitrages zu richten.

© **Leichtbau-Cluster 2021**

LC-Verlag

ISBN 978-3-9818439-5-8

## Geleitwort Schirmherrin

Wir blicken auf ein Jahr 2020 zurück, das weltweit durch die Corona-Pandemie geprägt war. Die Bundesregierung hat mit umfangreichen Hilfsmaßnahmen wie dem Konjunkturpaket die Wirtschaft bei der Bewältigung dieser historischen Herausforderung unterstützt. Das war wichtig, damit es in 2021 wieder stärker um nachhaltiges Wachstum, Klimaschutz, sichere Arbeitsplätze und eine international wettbewerbsfähige Wirtschaft gehen kann.



Dabei kommt der Zukunftstechnologie Leichtbau eine entscheidende Rolle zu. Zum einen ist sie eine Game-Changer-Technologie, die einen erheblichen Beitrag zur Erreichung unserer Klima- und Ressourceneffizienzziele leisten kann. Zum anderen ist Leichtbau für viele Branchen ein Innovationstreiber. Zu nennen sind insbesondere der Automobilbau, die Luft- und Raumfahrt, der Maschinen- und Anlagenbau, die Energie- und die Bauwirtschaft. Um aber die Potentiale dieser Querschnittstechnologie voll auszuschöpfen, ist ein branchen- und materialübergreifender Wissens- und Technologietransfer die Voraussetzung.

Diese Vernetzungsnotwendigkeit hat das Bundeswirtschaftsministerium frühzeitig erkannt. Vor rund 5 Jahren wurde die Initiative Leichtbau auf den Weg gebracht. In diesem Jahr startete das Technologietransfer-Programm Leichtbau sehr erfolgreich. Es werden marktnahe Leichtbauprojekte in Höhe von 70 Mio. Euro jährlich mit dem Schwerpunkt Klima- und Ressourcenschutz gefördert.

Beim mittlerweile traditionsreichen Landshuter Leichtbau-Colloquium stehen ebenfalls der Wissens- und Technologietransfer sowie Ressourceneffizienz im Mittelpunkt. Das sind zwei entscheidende Gemeinsamkeiten der diesjährigen Veranstaltung unter dem Motto „Leichtbau – von der Wissenschaft bis zur Schlüsseltechnologie für Ressourceneffizienz“ mit dem Technologietransfer-Programm Leichtbau. Neue Entwicklungen und Trends der Querschnittstechnologie, insbesondere für die Ressourcen- und Energieeffizienz, werden besprochen, ein Blick auf die Grundlagenforschung, die industrielle Forschung und Anwendung sowie auf konkrete Leichtbauprodukte geworfen.

Ich wünsche Ihnen vielversprechende Impulse beim 10. Landshuter Leichtbau-Colloquium.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Elisabeth Winkelmeier-Becker'. The signature is fluid and cursive.

Elisabeth Winkelmeier-Becker  
Parlamentarische Staatssekretärin  
beim Bundesminister für Wirtschaft und Energie

## Grußwort Hochschulpräsident



Nachhaltigkeit gewinnt in Gesellschaft und Wissenschaft immer stärker an Bedeutung. Leichtbau ist somit ein besonders zukunftsorientiertes Thema, da beim Leichtbau die Reduktion von Gewicht und Ressourceneinsparung Hand in Hand gehen. So wird Leichtbau zu einer fächerübergreifenden Schlüsseltechnologie, weil durch das Einsparen von Material und Energie gleichzeitig auch die Leistungsfähigkeit und Produktivität von Maschinen und Anlagen erhöht werden.

Ich freue mich, dass das mittlerweile 10. Landshuter Leichtbau-Colloquium sich dieser Thematik unter dem Titel „Von der Wissenschaft bis zur Schlüsseltechnologie für Ressourceneffizienz“ annimmt.

An der Hochschule Landshut ist das Thema Leichtbau seit vielen Jahren Forschungsschwerpunkt. Am Kompetenzzentrum Leichtbau (LLK) werden unter der Maxime der Steigerung der Material- und Energieeffizienz Leichtbauwerkstoffe und -technologien erforscht sowie innovative Leichtbauprodukte in Zusammenarbeit mit Unternehmen entwickelt und erprobt. Der Leichtbau-Cluster (LC) mit seinen Partnern aus Wissenschaft und Industrie ermöglicht es einem breiten Fachpublikum, sich über aktuelle Entwicklungen, Forschungserkenntnisse, Produktions- und Produktinnovationen zu informieren und auszutauschen sowie Kontakte und Kooperationen zu knüpfen.

Das diesjährige Colloquium ist wieder ein hochkarätiges Netzwerkevent bei dem sich Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft über die neusten Trends austauschen können. Hochschule und Unternehmen profitieren von dieser engen Zusammenarbeit sehr, da so der Wissens- und Technologietransfer gewährleistet wird, der auch die jeweilige Region fördert.

Ich wünsche also allen Teilnehmer/innen spannende Beiträge sowie zahlreiche Anregungen und Denkanstöße.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Pörnbacher', written in a cursive style.

Prof. Dr. Fritz Pörnbacher  
Präsident der Hochschule Landshut

## Vorwort

Seit dem ersten Landshuter Leichtbau-Colloquium im Jahr 2003 hat sich das Thema Leichtbau von der wissenschaftlichen Querschnitts-Disziplin zur national und auch international in Wissenschaft, Politik und Wirtschaft anerkannten Schlüsseltechnologie für Energie- und Ressourceneffizienz entwickelt. Das Thema des mittlerweile 10. Landshuter Leichtbau-Colloquiums (24./25. Februar 2021) lautet dem entsprechend „Leichtbau – von der Wissenschaft bis zur Schlüsseltechnologie für Ressourceneffizienz“. Dabei bieten wir aktuelle Erkenntnisse und Entwicklungen von der Grundlagen- sowie angewandten Forschung über industrielle Anwendungen bis hin zum fertigen Leichtbau-Produkt. Erstmals wird das Colloquium aufgrund der Corona-Pandemie online durchgeführt.



In Plenumsvorträgen und Sessions mit jeweils 2 parallelen Fachvorträgen werden Referenten/innen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Dienstleistung vielfältige Leichtbauaspekte beleuchten. Die Themen der Sessions mit rund 30 Fachvorträgen lauten:

- Additive Fertigung
- Charakterisierung von Faserverbundstrukturen
- Faserverbundstrukturen
- Fertigungstechnologien für den Leichtbau
- Herstellung von Verbundwerkstoffen
- Leichtbaukonstruktion
- Metallische Leichtbauwerkstoffe
- Modellierung und Simulation
- Reparaturverfahren hybrider Strukturen
- Sandwichstrukturen
- Tailored Fiber Placement
- Verbindungstechnik.

Das Landshuter Leichtbau-Colloquium (LLC) hat sich als wichtiger und angesehener Branchentreff etabliert. Es ist ein werkstoff-, konstruktions- und produktübergreifendes Forum, um ausgewählte Leichtbaukonzepte und -lösungen zu präsentieren und zu diskutieren. Auch beim 10. LLC bieten wir Fachvorträge von Wissenschaftlern/innen und erfahrenen Praktikern aus unterschiedlichen Technologiefeldern und Branchen. Dieser Tagungsband zum Leichtbau-Colloquium erscheint wie gewohnt, er richtet sich an Fach- und Führungskräfte von

Unternehmen sowie an Wissenschaftler/innen aus Forschungsinstitutionen, die sich mit Themen rund um den Leichtbau befassen.

## **10. Landshuter Leichtbau-Colloquium**

Mit dem Landshuter Leichtbau-Colloquium wurde eine Plattform für den Wissensaustausch sowie das Networking der im Bereich Leichtbau tätigen Akteure geschaffen. Seit dem ersten Colloquium im Jahr 2003 wurden alle zwei Jahre neue Forschungserkenntnisse und Innovationen präsentiert und diskutiert sowie ein intensiver Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis etabliert. Dies jeweils mit bis zu 50 Fachvorträgen, 30 Fachausstellern, 300 Teilnehmern/innen sowie einem begleitenden Tagungsband mit wissenschaftlich ausgearbeiteten und über ein Fachkomitee begutachteten Fachbeiträgen.

Eine Leichtbau-Community weit über die Landesgrenzen hinaus ist entstanden, die zu zahlreichen Kooperationen und Forschungsprojekten mit Beteiligung von Unternehmen, Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen geführt hat. Früh setzte die Hochschule Landshut auf den Netzwerkgedanken. Mit der Gründung des Leichtbau-Clusters an der Hochschule Landshut im Jahre 2002 - gefördert im Rahmen der High-Tech-Offensive Zukunft Bayern - wurde die Basis für das Colloquium als zentrales Instrument für den Wissens- und Technologietransfer bzw. den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis gelegt. Bis heute zeichnet der Leichtbau-Cluster zusammen mit dem Kompetenzzentrum Leichtbau der Hochschule Landshut (LLK) für die Ausrichtung der Veranstaltung verantwortlich.

Dabei standen bereits beim 1. Landshuter Leichtbau-Colloquium Themen im Mittelpunkt, die auch heute noch Aktualität besitzen und mittlerweile in der Praxis Einzug gehalten haben. Befasste man sich damals vorrangig mit der Charakterisierung, mit der Konstruktion und den Herstellungsverfahren z.B. von Leichtmetallen, zellularen- oder Faserverbund-Werkstoffen sowie Sandwichstrukturen, so stellt dies heute in der Produktion häufig bereits den Alltag dar, wie beispielsweise das Multi-Material-Design unter optimiertem Einsatz von Leichtbauwerkstoffen in der Automobilindustrie zeigt.

Der Leichtbau entwickelte sich mit zunehmendem Umweltbewusstsein, der Verabschiedung von Klimazielen, geforderter CO<sub>2</sub>-Einsparung und Ressourceneffizienz zu einer Schlüsseltechnologie, um diese Ziele erreichen zu können. Schon das 4. Landshuter Leichtbau-Colloquium hatte dieses Thema mit dem Titel „Leichtbau - Schlüsseltechnologie für Material-, Energieeffizienz und Klimaschutz“ (26./27. Februar 2009, Hochschule Landshut) in den Mittelpunkt gestellt.

Als eine „Querschnittstechnologie für die Zukunft“ bezeichnet aktuell das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) den Leichtbau. Es bündelt mit der „Initiative Leichtbau“ Prozesse, Projekte und Förderprogramme in diesem Bereich und hat die Schirmherrschaft des 10. Landshuter Leichtbau-Colloquiums übernommen. Dies freut uns besonders, das BMWi betont damit die Bedeutung der Veranstaltung.

Wir bedanken uns herzlich bei allen, die seit dem 1. LLC im Jahre 2003 zum Gelingen des Colloquiums beigetragen haben: bei den Referenten/innen für ihre interessanten Beiträge, dem Fachkomitee für die Unterstützung bei der Auswahl der Referenten/innen sowie der kritischen Durchsicht der Manuskripte, bei den Ausstellern und den Kooperationspartnern sowie dem Organisationsteam. Nur unter Mithilfe all dieser Unterstützer konnte es gelingen, das Landshuter Leichtbau-Colloquium als wertvolle Kommunikationsplattform zwischen Wissenschaft und Praxis zu etablieren.

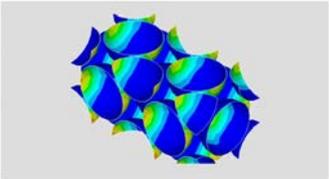


Prof. Dr.-Ing. Otto Huber  
Technisch-wissenschaftlicher Leiter  
Leichtbau-Cluster  
Hochschule Landshut

**1. Landshuter Leichtbaukolloquium** 

Innovationen und Erfahrungen im Leichtbau-Kompetenznetzwerk

Tagungsband zum Kolloquium  
19. / 20. Februar 2003  
Fachhochschule Landshut



Herausgeber  
Prof. Dr.-Ing. Otto Huber  
Dipl.-Kfm. (FH) Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster  
Fachhochschule Landshut

**2. Landshuter Leichtbau-Colloquium** 

Leichtbau als interdisziplinäre und branchenübergreifende Herausforderung

Tagungsband zum Colloquium  
24. / 25. Februar 2005  
Fachhochschule Landshut

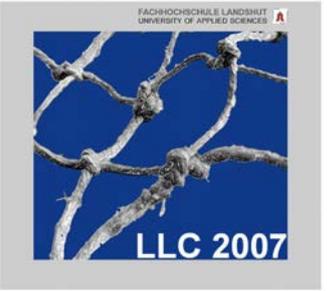


Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster, Fachhochschule Landshut

**3. Landshuter Leichtbau-Colloquium** 

Leichtbau - von der Idee zum Produkt

Tagungsband zum Colloquium  
22. / 23. Februar 2007  
Fachhochschule Landshut



Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster, Fachhochschule Landshut

**4. Landshuter Leichtbau-Colloquium** 

Leichtbau – eine Schlüsseltechnologie für Material-, Energieeffizienz und Klimaschutz

Tagungsband zum Colloquium  
26. / 27. Februar 2009  
Hochschule Landshut

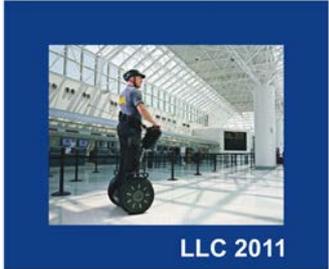


Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster, Hochschule Landshut

**5. Landshuter Leichtbau-Colloquium** 

Leichtbau und nachhaltige Mobilität

Tagungsband zum Colloquium  
23. / 24. Februar 2011  
Hochschule Landshut



Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster, Hochschule Landshut

**6. Landshuter Leichtbau-Colloquium** 

Systemleichtbau als ganzheitlicher Ansatz

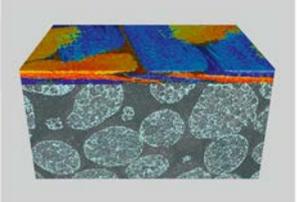
Tagungsband zum Colloquium  
27. / 28. Februar 2013  
Hochschule Landshut



Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker  
Leichtbau-Cluster, Hochschule Landshut

 **7. Landshuter Leichtbau-Colloquium**

Monolithische und hybride Strukturen für den Leichtbau



Tagungsband  
LLC 2015  
25. / 26. Februar 2015  
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



 **8. Landshuter Leichtbau-Colloquium**

Leichtbau grenzenlos



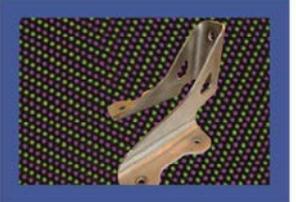
Tagungsband  
LLC 2017  
08. / 09. März 2017  
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



 **9. Landshuter Leichtbau-Colloquium**

Leichtbau in Forschung und industrieller Anwendung von der Nano- bis zur Makroebene



Tagungsband  
LLC 2019  
27. / 28. Februar 2019  
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber  
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



## Inhaltsverzeichnis

<b>Tailored Fiber Placement</b> .....	9
<b>Functionalized Oriented Composites – FORCE: A holistic approach from UD-tape to final part</b> .....	10
Neumeyer, Thomas; Kropka, Michael; Joneck, Julian; Loegel, Marc; Kirchmeier, Kathrin; Mühlbacher, Mathias; Altstädt, Volker	
<b>Effizienz und Präzision beim Aufheizen von thermoplastischen Composites</b> .....	21
Luo, Junsheng; Müller, Norbert	
<b>Additive Fertigung</b> .....	33
<b>Mikromechanische Betrachtung von additiv hergestellten endlosfaserverstärkten Thermoplasten</b> .....	34
Handwerker, Michael; Wellnitz, Jörg; Marzbani, Hormoz	
<b>Herstellung von Verbundwerkstoffen</b> .....	47
<b>VliesRTM – Untersuchungen zur Verarbeitung angepasster Kohlenstofffasern in der Hochdruck-RTM-Prozesskette</b> .....	48
Hofmann, Marcel; Heilos, Katharina; Rosenberg, Philipp, Albrecht, Fabian	
<b>Sandwichstrukturen</b> .....	59
<b>HoverLIGHT – ein Halbzeug zur Schwingungsdämpfung im Leichtbau</b> .....	60
Jehring, Ulrike; Siebeck, Steve; Hohlfeld, Jörg; Quadbeck, Peter; Andersen, Olaf; Weißgärber, Thomas	
<b>Reparaturverfahren hybrider Strukturen</b> .....	75
<b>Entwicklung eines Reparaturkonzeptes für Metall-Faserverbund-Hybridrohre</b> .....	76
Stöckl, Johannes; Roth, Michael; Eisenschenk, Bastian; Wellnitz, Jörg; Diebels, Stefan	
<b>Modellierung und Simulation</b> .....	89
<b>Experimentelle und numerische Untersuchung des 3D anisotropen elasto-plastischen Materialverhaltens von texturierten Magnesiumknetlegierungen</b> .....	90
Nischler, Anton; Mader, Florian; Huber, Otto	

<b>Entwicklung von Tragwerkstrukturen unter Verwendung von Ähnlichkeitsmechanischen Betrachtungen bei quasistatischen Lastfällen</b> .....	103
Roth, Michael; Takla, Monir	
<b>Leichtbaukonstruktion</b> .....	115
<b>Bauraumoptimierter Wasserstofftank mit innerer Zugverstrebung</b> .....	116
Huber, Martin; Hupfeld, Alexander; Ruf, Michael; Horoschenkoff, Alexander	
<b>Fertigungstechnologien für den Leichtbau</b> .....	127
<b>Extremer Leichtbau durch innovative Warmumformung – „HDF“-Technology</b> .....	128
Hirsch, Jürgen; Amborn, Peter	
<b>Charakterisierung von Faserverbundstrukturen</b> .....	141
<b>Process induced peculiarities and their influence on mechanical properties of CFRP tubes produced with different manufacturing methods</b> .....	142
Brandmayr, Felix; Rapp, Helmut; Höfer, Philipp	
<b>Metallische Leichtbauwerkstoffe</b> .....	155
<b>Eisenaluminide als alternative Werkstoffe im Hochtemperaturbereich</b>	156
Kollmannsberger, Eva; Pütz, René Daniel; Zander, Daniela; Saage, Holger	
<b>Faserverbundstrukturen</b> .....	171
<b>Inline-Elektronenstrahl-Anlagen zur Modifizierung von Präkursorfasern und faserverstärkten Kunststoffen</b> .....	172
Gohs, Uwe; Brakemeier, Peter; Steeger, Lukas; Multhammer, Hans-Jürgen	
<b>Paradigmenwechsel für eine effiziente Auslegung, Konstruktion, Optimierung und Fertigung von Platten und Schalen in Faserverbundbauweise</b> .....	182
Rother, Klemens; Neuhäusler, Josef; Zacherl, Lorenz; Tsai, Stephen	
<b>Kooperationspartner</b> .....	201