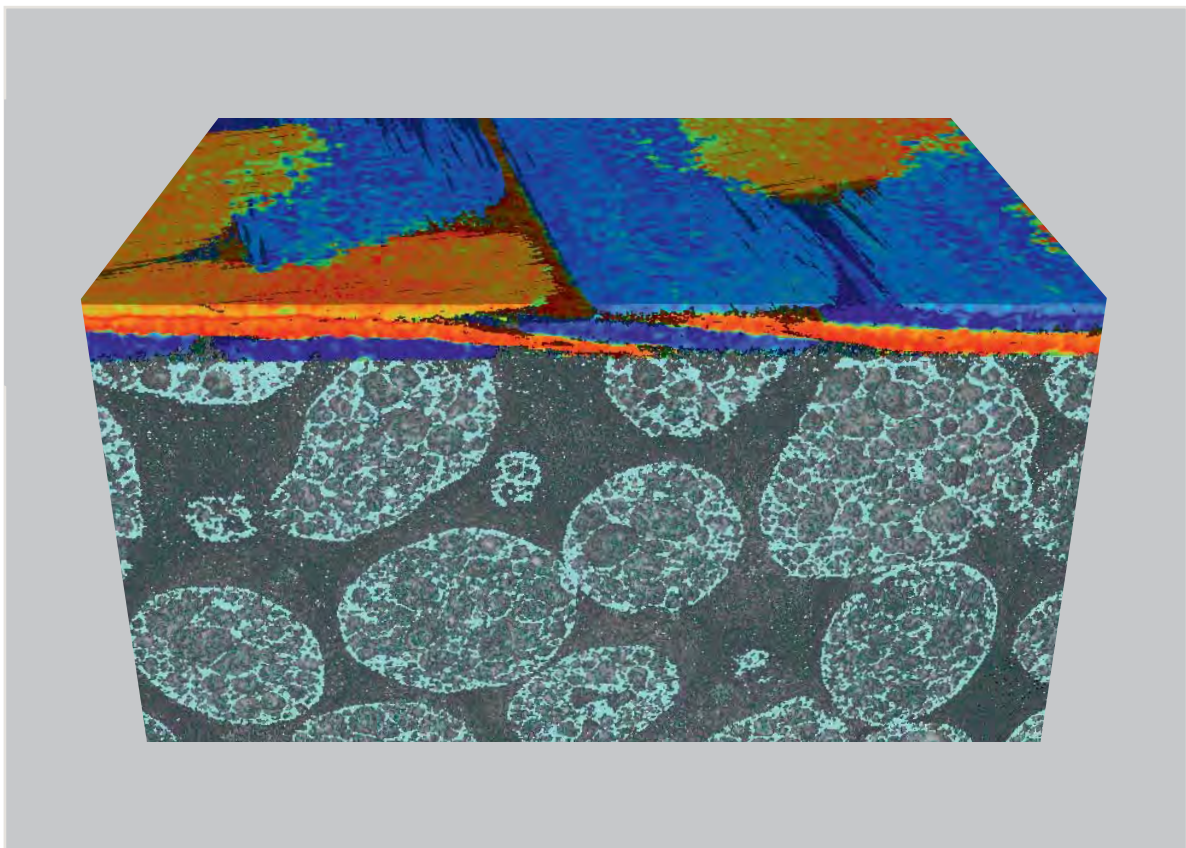




7. Landshuter Leichtbau-Colloquium

Monolithische und hybride
Strukturen für den Leichtbau



Tagungsband
LLC 2015

25. / 26. Februar 2015
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



7. Landshuter Leichtbau-Colloquium

Monolithische und hybride Strukturen für den Leichtbau

Tagungsband zum Colloquium

25. / 26. Februar 2015
Hochschule Landshut

Herausgeber

Otto Huber
Marc Bicker
Peter Patzelt

Leichtbau-Cluster
HOCHSCHULE LANDSHUT

Vortragstexte zum 7. 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, BMW Group, München

Dr. rer. nat. Jörg Eßlinger, MTU Aero Engines GmbH, München

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

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

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

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

Dr.-Ing. Reinhard Mehn, Hochschule Landshut

Dr.-Ing. Norbert Müller, Schaumform GmbH, Hutthurm

Prof. Dr.-Ing. Werner Muntzinger, Univ. Bundeswehr München

Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp, Univ. Bundeswehr München

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Reimann, Hochschule Landshut

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

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

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

www.leichtbau-cluster.de

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 2015

LC-Verlag

ISBN 978-3-9812696-6-6

Geleitwort Schirmherrin



Das Landshuter Leichtbau-Colloquium hat sich zu einem renommierten Technologie-Treff entwickelt! Neueste Forschungserkenntnisse, Entwicklungen und aktuelle Lösungsansätze aus dem Leichtbau sowie der fachliche Austausch überzeugen das branchenübergreifende Fachpublikum aus Wirtschaft und Wissenschaft auch in diesem Jahr. Dass Sie bereits zum siebten Mal nach Landshut einladen, unterstreicht die hohe Wertschätzung für Ihr Colloquium – und die großen Zukunftschancen der Leichtbautechnologien.

Denn Leichtbautechnologien sowie der Einsatz von neuen Werkstoffen sind wichtige Bausteine für eine effektive, ressourcen- und CO₂-sparende Produktion. Der Leichtbau

liefert somit auch Antworten auf die drängenden Fragen der modernen Gesellschaften, nicht nur in Bayern, sondern weltweit.

Damit zeigt sich, dass die Bayerische Staatsregierung mit ihrer Förderung der Leichtbau-Kompetenzen am Standort Bayern bereits vor Jahren den richtigen Weg eingeschlagen hat. Heute verfügen die bayerischen Unternehmen – vor allem auch aus dem Mittelstand – über einzigartiges technisches Know-how. Die Staatsregierung wird auch weiterhin in vielfältige Förderinstrumente investieren, damit Industrie, Hochschulen und Forschungseinrichtungen Innovationen vorantreiben, wegweisende Technologien entwickeln und ihre internationale Spitzenposition ausbauen können.

Ein Dank auch an die Hochschule Landshut: Mit ihrem innovativen, arbeitsmarktorientierten Studienangeboten ist sie ein starker Partner der Wirtschaft. Sie fördert besonders den Wissens- und Technologietransfer und füllt aktiv die enge Zusammenarbeit von Forschung und Wirtschaft mit Leben.

Daher habe ich sehr gerne die Schirmherrschaft für das siebte Landshuter Leichtbau-Colloquium übernommen!

Ilse Aigner
Bayerische Staatsministerin
für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Geleitwort Hochschulpräsident

Die enge Verzahnung mit der Wirtschaft bildet für die Hochschule Landshut in der anwendungsorientierten Lehre sowie den vielen Forschungsprojekten eine wichtige Grundlage. Umgekehrt profitieren Unternehmen und ihre Mitarbeiter/-innen in vielfältiger Weise von den wissenschaftlichen Erkenntnissen und dem Know-how der Hochschule.

Ein wichtiges Instrument, um diesen Kontakt zur Wirtschaft im Rahmen der Forschung und des Technologietransfers zu forcieren, bilden die Kompetenznetzwerke an der Hochschule Landshut und ganz besonders der Leichtbau-Cluster.



Speziell der alle zwei Jahre veranstaltete Fachkongress „Landshuter Leichtbau-Colloquium“ bietet Spezialisten aus Wissenschaft und Praxis eine Plattform, um neueste Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem innovativen Bereich des Leichtbaus zu präsentieren und gemeinsam zu diskutieren.

Die zweitägige Veranstaltung wird bereits zum 7. Mal vom Leichtbau-Cluster durchgeführt und hat sich mittlerweile zum weit über Bayern hinaus bekannten Branchentreff etabliert. Dies auch, weil der hohe Qualitätsanspruch der Hochschule Landshut auch bei diesem Colloquium Anwendung findet: Ein Fachkomitee, bestehend aus angesehenen Spezialisten aus Forschung und Praxis, garantiert die hohe Qualität der Vorträge sowie der gesamten Veranstaltung.

Auch in diesem Jahr ist es wieder gelungen, ein Programm zusammenzustellen, in dem eine Vielzahl von renommierten Wissenschaftlern und Praktikern neueste Erkenntnisse in Fachvorträgen, dem parallel erscheinenden Tagungsband sowie der begleitenden Fachaussstellung präsentieren.

Prof. Dr. Karl Stoffel
Präsident der Hochschule Landshut

Vorwort

Beim Landshuter Leichtbau-Colloquium treffen sich Wissenschaft und Praxis, um neueste Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Bereich des Leichtbaus zu präsentieren und zu diskutieren.

Der vom Leichtbau-Cluster der Hochschule Landshut alle zwei Jahre organisierte branchenübergreifende Fachtreff stellt 2015 Leichtbaustrukturen aus monolithischen Werkstoffen und Verbundwerkstoffen in Differential- und Integralbauweise in den Mittelpunkt. Daneben sind auch Kombinationen aus monolithischen Werkstoffen und hybriden Strukturen (Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde) auf Mikro-, Meso- und Makroebene Gegenstand der Betrachtungen.



Von neuen Herstellungsverfahren sowie Oberflächentechniken und den damit verbundenen Werkstoff- und Bauteileigenschaften über die Konstruktion, Simulation und Fertigung bis zum Recycling, wird das Leichtbaupotenzial und die aktuellen Umsetzungsmöglichkeiten von Leichtbaustrukturen entlang der Prozesskette diskutiert.

Dabei bietet das Colloquium einen interessanten Mix an renommierten Wissenschaftlern und Praktikern aus den unterschiedlichsten Technologiefeldern und Branchen. Dies ermöglicht wertvolle Einblicke über das eigene Anwendungsspektrum hinaus. Der Tagungsband zur zweitägigen Veranstaltung stellt die vielfältigen Erstveröffentlichungen des Colloquiums einem breiten Publikum zur Verfügung. Die Beiträge des Tagungsbandes gliedern sich in folgende Themenschwerpunkte:

- Fertigungstechnologien
- Matrix- und Fasersysteme
- Konstruktion hybrider Strukturen
- Modulbauweise
- Verbindungstechnik
- Sandwichstrukturen
- Werkstoff- und Bauteilprüfung mit Computertomografie
- Fertigung hybrider Strukturen
- Oberflächentechnik
- Faserverbundwerkstoffe und Anwendungen
- Berechnung & Simulation
- Leichtbaustrukturen aus Stahl

Neben den Fachvorträgen bietet auch beim LLC 2015 eine begleitende Fachausstellung den Teilnehmern aktuelle Lösungen und Entwicklungen aus dem Bereich des Leichtbaus.

Der Tagungsband zum Leichtbau-Colloquium richtet sich an Fach- und Führungskräfte von Unternehmen sowie an Wissenschaftler aus Forschungsinstitutionen, die sich mit Themen rund um monolithische und hybride Strukturen für den Leichtbau befassen.

Wir bedanken uns insbesondere bei den Referenten für ihre interessanten Beiträge, dem Fachkomitee für die kritische Durchsicht der Manuskripte, den Ausstellern sowie bei allen, die zum Gelingen der Tagung beigetragen haben.

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

Inhaltsverzeichnis

Vorträge im Plenum	9
Leichtbau mit hohem Anspruch und knappen Kostenvorgaben – die hybride Evolution	10
Müller, Norbert	
Fertigungstechnologien I	19
Effiziente, automatisierte Fertigung von 3D Faserformteilen für den Leichtbau	20
Förster, Egon	
Fertigungstechnologien II	29
Zerspanung von CFK: Bohren und Fräsen von labilen CFK-Strukturen	30
Lissek, Fabian; Kaufeld, Michael; Bergmann, Jean-Pierre	
Matrix- und Fasersysteme	47
Matrixhybride – duroplastische Laminate mit thermoplastischer Deckschicht	48
Thielemann, Günther; Helbig, Reinhard	
Konstruktion hybrider Strukturen I	55
Sandwich-Strukturen im Nutzfahrzeugbereich – Herausforderungen und Potenziale	56
Geuting, Peter; Middendorf, Peter; Lütgert, Andreas; Krüsemann, Rolf; Glögger, Christian	
Numerische und experimentelle Analyse des Leichtbaupotenzials hybrider Hohlprofile unter Querkraft-Biegebeanspruchung	66
Diel, Sergej; Denk, Josef; Huber, Otto	
Mono- und Multimaterial-Design für Automobilsitze	78
Stepankowsky, Marian	
Konstruktion hybrider Strukturen II	89
Leichtbau durch Hybridbauweisen und Topologieoptimierung	90
Lies, Carsten; Meltke, Robert	
Hybride Fahrwerkstrukturen unter Verwendung der Klebtechnik	97
Büscher, Anke; Weßeling, Oliver; Austerhoff, Norbert; Schäfers, Christian	

Modulbauweise	107
Solarmodule in Leichtbauweise	108
Kowalik, Thomas; Flothmeier, Kerstin; Hesebeck, Olaf	
Hybride Konstruktionssysteme für leichte und umweltgerechte Bauten	115
Kruglaya, Natalia; Koch, Stephan; Liu, Zhengkun	
Verbindungstechnik I	123
Leichtbaupotenziale durch Rührreibschweißen	124
Luhn, Thomas	
Verbindungstechnik II	131
Lokale Bewertungsgrößen und Lebenslauforientierung für eine funktionelle Auslegung von optimierten Schraubenverbindungen im Leichtbau	132
Friedrich, Christoph; Hörnig, Tobias; Hubbertz, Hendrik; Manoharan, Shiva Kumar	
Intrinsisches Fügen artungleicher, faserverstärkter Kunststoffe, befähigt durch photonische Prozesse	145
Emonts, Michael; Fischer, Kai; Schares, Richard; Schmitt, Stefan	
Hybridverbundbauteile durch In-situ-Umform-Fügen	156
Staiger, Elias; Diestel, Olaf; Cherif, Chokri; Bräunling, Sven; Hardtmann, André	
Sandwichstrukturen	161
Entwicklung einer Triebkopfkabine aus Aluminiumschaum-Verbund für Hochgeschwindigkeitszüge	162
Hohlfeld, Jörg; Ketzscher, Richard; Lies, Carsten; Drebenstedt, Claudia	
Werkstoff- und Bauteilprüfung mit Computertomografie	171
Anwendung der Röntgen-Computertomografie zur zerstörungsfreien Charakterisierung von Leichtbauwerkstoffen und -bauteilen	172
Kastner, Johann; Salaberger, Dietmar; Plank, Bernhard	
Fertigung hybrider Strukturen I	183
Auslegung und Simulation von Faser-Kunststoff-Verbundprofilen mit hybriden Textil- und Kernstrukturen	184
Hofbauer, Daniel; Miadowitz, Thomas; Dix, Markus; Gustke, Kevin; Kroll, Lothar; Kaufmann, Jörg	
Integration textiler Strukturen in den Aluminium-Druckguss zur Realisierung integraler CFK-Aluminium-Verbindungen	197
Clausen, Jan; Van der Auwera, Robin; Wöstmann, Franz-Josef; Schmid, Armin	

Oberflächentechnik	209
Performancesteigerung von GFK-Werkstoffen durch Plasma-funktionalisierung	210
Leck, Michael; Hildebrand, Martin	
Faserverbundwerkstoffe und Anwendungen I	219
Der GFK-Markt Europa 2014	220
Witten, Elmar	
Faserverbundwerkstoffe und Anwendungen II	229
Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Herstellung lastpfad-gerechter CFK-Bauteile für die automobiler Großserie	230
Stanglmaier, Stefan; Marquart, Maximilian; Repper, Andreas; Lang, Hans-Peter; Hodde, Jan; Chaudhari, Raman; Henning, Frank; Greb, Christoph; Gries, Thomas	
Berechnung & Simulation	241
Effiziente Strukturoptimierung von Flechtstrukturen mit Hilfe entkoppelter Mehrskalenhomogenisierung und Berücksichtigung von Fertigungs-restriktionen	242
Schatz, Markus; Baier, Horst	
Energy based fatigue model for magnesium wrought alloys	253
Dallmeier, Johannes; Denk, Josef; Huber, Otto; Saage, Holger; Eigenfeld, Klaus	
Leichtbaustrukturen aus Stahl	261
Mangan-Chrom-Stähle – neue Leichtbaumöglichkeiten aus Stahl	262
Lindner, Stefan; Fröhlich, Thomas; Mirabile, Salvatore	