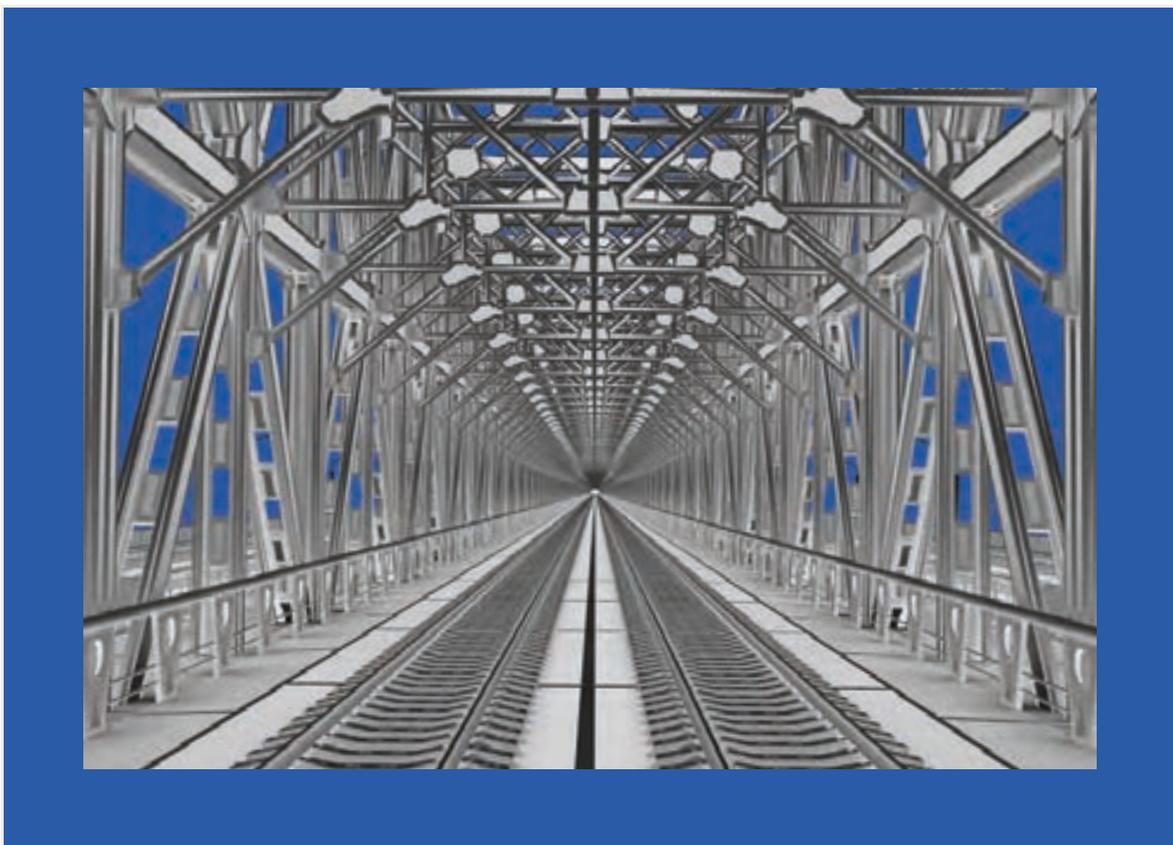




8. Landshuter Leichtbau-Colloquium

Leichtbau grenzenlos



Tagungsband
LLC 2017

08. / 09. März 2017
HOCHSCHULE LANDSHUT

Herausgeber
Otto Huber, Marc Bicker, Peter Patzelt



8. Landshuter Leichtbau-Colloquium

Leichtbau grenzenlos

Tagungsband zum Colloquium

08. / 09. März 2017
Hochschule Landshut

Herausgeber

Otto Huber
Marc Bicker
Peter Patzelt

Leichtbau-Cluster
HOCHSCHULE LANDSHUT

Vortragstexte zum 8. 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

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. Werner Muntzinger, Universität der Bundeswehr München

Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp, Universität der 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 2017**

LC-Verlag

ISBN 978-3-9818439-0-3

Geleitwort Schirmherr

Unsere Wirtschaft befindet sich nach wie vor in einem soliden Aufschwung. Davon profitieren breite Teile unserer Gesellschaft. Für die Fortschreibung dieser Erfolgsstory brauchen wir innovative Technologien. Der Leichtbau, der nach einem einfachen Prinzip funktioniert, gehört dazu. Weniger Masse heißt weniger Treibstoffverbrauch, weniger Schadstoff-Emissionen und geringere Kosten. Damit verknüpft der Leichtbau Ökonomie und Ökologie noch engmaschiger und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Modernisierung unseres Industriestandortes. Das trägt zur Sicherung von Wohlstand und Arbeitsplätzen bei.



Bereits heute ist diese Zukunftstechnologie ein Innovationstreiber vor allem für die Automobil- und Luft- sowie Raumfahrtbranche. Aber auch der Maschinen- und Anlagenbau, die Medizintechnik und Bauwirtschaft, die Energie-, Freizeit- und Sportbranche setzen verstärkt auf Leichtbau.

Das Landshuter Leichtbau-Colloquium greift diesen branchenübergreifenden sowie interdisziplinären Ansatz auf und bringt die beteiligten Akteure zusammen. So hat diese Veranstaltung mittlerweile Tradition gewonnen und sich als ein werkstoff-, konstruktions- und produktoffenes Forum etabliert. In diesem Jahr richtet das Colloquium unter dem Titel „Leichtbau grenzenlos“ den Blick über deutsche Grenzen hinaus nach Österreich und in die Europaregion Donau-Moldau. Dieser Ansatz ist richtig. Denn der regions- und grenzübergreifende Wissens- und Forschungsaustausch ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung der Leichtbauindustrie.

Das Bundeswirtschaftsministerium unterstützt dies mit einer breiten Palette an Förderinstrumenten. Dazu zählen Förderprogramme, wie das „Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ oder die „Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)“, ergänzt durch die neue „Geschäftsstelle Leichtbau“, den Runden Tisch „Forum Leichtbau“ und den digitalen „Kompetenzatlas Leichtbau“.

Ich wünsche Ihnen auf dem 8. Landshuter Leichtbau Colloquium viele gute und richtungsweisende Beiträge und Diskussionen.

Matthias Machnig
Beamteter Staatssekretär
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Geleitwort Schirmherr



Der Klimawandel gehört zu den großen globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Um die weltweiten Energie- und Klimaziele zu erreichen, müssen wir daher auf allen Ebenen Maßnahmen treffen. Einerseits geht es um den effizienten Einsatz von Energie und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien, andererseits um technologische Weiterentwicklungen wie zum Beispiel im Bereich des Leichtbaus. Gerade in der Transportindustrie, allen voran in der Flugzeug- und Automobilindustrie, kam es in den vergangenen Jahren zu bahnbrechenden Innovationen.

Um derartige Neuentwicklungen so ressourceneffizient wie möglich zu gestalten, braucht es nicht nur moderne Antriebe, sondern auch eine Reduktion des Gesamtgewichtes. Gerade die Anwendung von Leichtbauprinzipien ist ein Schlüssel zum Erfolg, um die ökonomische und ökologische Umsetzung zu garantieren. Beim Thema Leichtbau wird besonders deutlich, wie wichtig der Kreislauf zwischen Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft ist.

Leichtbau ist neben „Industrie 4.0“ derzeit auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene der vorherrschende Innovations- und Technologietrend. Dies schlägt sich auch auf die Weiterentwicklung der Hochschullandschaft nieder. In Österreich befassen sich u.a. die Universität Salzburg, die Montanuniversität Leoben, die Technische Universität Wien und die Universität Linz sowie zahlreiche außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AIT, Polymer Competence Center Leoben) mit Leichtbau-Fragestellungen. Die Vernetzung untereinander und mit der Industrie erfolgt über die zentralen Netzwerkplattformen Austrian Advanced Lightweight Technology und Carbon Composite Austria.

Innovative Leichtbaulösungen werden in Zukunft einen bedeutenden Faktor zur Standortstärkung im globalen Wettbewerb haben. Umso wichtiger ist es, dass wir in diesem Bereich Fachkräfte ausbilden, den Experten-Austausch forcieren und eine enge internationale Vernetzung stärken.

Mit dem Leichtbau-Colloquium ist es dem Leichtbau-Cluster der Hochschule Landshut gelungen, ein renommiertes Technologie-Treffen zu etablieren, das nicht mehr wegzudenken ist. Es ist mir eine Freude die Schirmherrschaft zu übernehmen und wünsche eine spannende und erfolgreiche Veranstaltung.

Vizekanzler Dr. Reinhold Mitterlehner
Österreichischer Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft

Grußwort Hochschulpräsident

Fortschritt lebt vom Austausch – zwischen Experten, Branchen und Ländern. Diese Grenzen zu überwinden, ist immer wieder eine Herausforderung. Für uns als Hochschule ist besonders der enge Kontakt zu Unternehmen wertvoll: Unsere Lehre wird durch Umsetzungsbeispiele greifbarer, unsere Forschungsprojekte anwendungsorientierter. Und auch Unternehmen profitieren von dem Austausch sowie dem Know-how, das in unseren Laboren und Forschungsinstituten generiert wird.



Die Kompetenznetzwerke der Hochschule Landshut, besonders der Leichtbau-Cluster, sind essenziell für diesen Wissens- und Technologietransfer.

Beim Landshuter Leichtbau-Colloquium diskutieren renommierte Experten aus Wissenschaft und Praxis über die neuesten Entwicklungen der Leichtbauwelt – von Faserverbund- und Magnesiumwerkstoffen bis zu modernsten Fertigungs- und Prüfverfahren. Sie inspirieren sich gegenseitig und geben sich wertvolle Denkanstöße, die in den Köpfen weiterreifen und schließlich zu neuen Produkten, Prozessen und Entwicklungen werden. Das ermöglicht eine höhere Ressourceneffizienz und spart am Ende Kosten in den Unternehmen. Diese Entwicklungen sind eine wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit für viele Branchen der bayerischen, aber auch der deutschen und österreichischen Industrie, darunter der Automobil- und Maschinenbau und das Bauwesen.

Auch beim mittlerweile achten Landshuter Leichtbau-Colloquium bieten Experten aus Wissenschaft und Praxis ein Branchen und Disziplinen übergreifendes Fachprogramm rund um die vielfältigen Themen des Leichtbaus. Die Veranstaltung leistet damit einen wichtigen Beitrag, auch länderübergreifend Grenzen zu überwinden.

Prof. Dr. Karl Stoffel
Präsident der Hochschule Landshut

Vorwort



Trotz einer stetig wachsenden Globalisierung der Wirtschaft, stößt der länder-, branchen- und auch technologieübergreifende Austausch von Forschungserkenntnissen und innovativen Entwicklungen häufig an Grenzen. Der Leichtbau-Cluster hat sich daher beim 8. Landshuter Leichtbau-Colloquium mit dem Titel „Leichtbau grenzenlos“ zum Ziel gesetzt, diese Barrieren zu überwinden. Dies erfolgt durch die Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnern bzw. Netzwerken aus Deutschland, Österreich und der Europaregion Donau-Moldau.

Wir freuen uns besonders, dass die Wirtschaftsministerien der Republik Österreich sowie der Bundesrepublik Deutschland die Schirmherrschaft des Colloquiums übernommen haben. Dies betont sowohl die Bedeutung der Veranstaltung als auch des Zukunftsthemas Leichtbau.

Mehr als vierzig Vorträge, im Plenum sowie in drei parallelen Sessions, bieten an zwei Tagen wertvolle Einblicke in aktuelle Entwicklungen relevanter Themenbereiche des Leichtbaus. Es werden Sessions zu folgenden Themen angeboten:

- Auslegung von CFK-Strukturen
- Faserverbundwerkstoffe
- Fertigung hybrider Strukturen
- Fertigungsverfahren
- Funktionsintegration und Systemleichtbau
- Hybride Strukturen in der Anwendung
- Leichtmetalle - Magnesium, Aluminium
- Prüfverfahren und Schädigungsmonitoring
- RTM-Verfahren mit Duromeren und Thermoplasten
- Serienfertigung von FVK-Strukturen
- Simulation und Berechnung
- Verbindungstechnik
- Zellulare Werkstoffe.

Dabei bietet das Colloquium mit seinen Fachvorträgen, der begleitenden Fachausstellung sowie dem wissenschaftlichen Tagungsband einen grenzüberschreitenden Mix aus renommierten Wissenschaftlern und erfahrenen Praktikern aus unterschiedlichen Technologiefeldern und Branchen.

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

Wir bedanken uns insbesondere bei den Referenten für ihre interessanten Beiträge, dem Fachkomitee für die kritische Durchsicht der Manuskripte, bei den Ausstellern und den Kooperationspartnern, die alle zum Gelingen der Veranstaltung beigetragen haben.

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

Inhaltsverzeichnis

Zellulare Werkstoffe	11
Verbundwerkstoffe aus Aluminiumschaum und metallischer Bewehrung für energieabsorbierende Anwendungen	12
Rybandt, Susi; Hohlfeld, Jörg; Vogel, René; Dani, Ines; Hipke, Thomas	
Sandwichbauteile mit Aluminiumschaumkern und faserverstärkten Kunststoffdecklagen in komplexer Geometrie	22
Drebenstedt, Claudia; Rybandt, Susi; Hackert, Alexander; Drossel, Welf-Guntram	
RTM-Verfahren mit Duromeren und Thermoplasten	31
Verfahrensoptimierung des Resin Transfer Moulding Prozesses mit werkzeugseitigen Matrixverteilern	32
Kracke, Christoph; Drissen, Felix; Mahl, Klemens; Staudt, Bernhard; Bickerton, Simon; Mitschang, Peter; Becker, David	
In-situ-Technologie – Verfahrenstechnik für die Herstellung thermoplastischer Faserverbundbauteile	42
Reith, Lorenz; Müller, Norbert	
Fertigungsverfahren	49
FiberForm: Optimierte Verarbeitung von Organoblechen durch hochdynamische Regelung der Infrarot-Heizstation	50
Cetin, Mesut; Herrmann, Christian; Fenske, Stefan; Schierl, Stefan; Moser, Stefan	
Faserkunststoffverbunde auf Basis rezyklierter Kohlenstofffasern und ihr Eigenschaftsspektrum	57
Hofmann, Marcel; Thielemann, Günther	
Pressverfahren von Faserverbundwerkstoffen mit Polyurethanmatrix ..	64
Schön, Sebastian; Horoschenkoff, Alexander	
Faserverbundwerkstoffe	71
Der europäische Composites-Markt – aktuelle Marktzahlen und Trends	72
Witten, Elmar; Mathes, Volker	

Aktuelle Entwicklungen bei naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) und Wood-Polymer-Composites (WPC)	80
Fink, Bettina	
Fertigung hybrider Strukturen	87
Lasertechnik für den Leichtbau – Materialhybride aus Kunststoff und Metall	88
Spancken, Dominik; van der Straaten, Kira; Beck, Jonas; Hofmann, Stefan; Büter, Andreas	
Hybride Fertigung – Umformtechnik und Metall 3D-Druck in Kombination	99
Graf, Gregor	
Funktionsintegration in thermoplastische Sandwichstrukturen durch Spritzgießen	106
Knöchel, Johannes; Neumeyer, Thomas; Mühlbacher, Mathias; Altstädt, Volker	
Komplexumformung von Hybridstrukturen	116
Grünert, Markus; Lies, Carsten	
Hybride Strukturen in der Anwendung	125
Leichtbaukonstruktion einer Bremsscheibe durch ressourcen-effizientes Multi-Material-Design	126
Lathwesen, Holger; Kaiser, Ralf	
Verbindungstechnik	135
Gießtechnische Konzepte zur Realisierung neuartiger Aluminium-Faserverbund-Verbindungstechniken	136
Clausen, Jan; van der Auwera, Robin; Schmid, Armin	
Additive Fertigung und optimierte Verbindungstechnik verbessern das Leichtbaupotenzial	146
Isele, Dietmar; Rappenecker, Klaus; Peth, Jens; Friedrich, Christoph	
Losdrehverhalten und Monitoring einer mehraxial belasteten Mehrschraubenverbindung am Beispiel einer Radlagerverschraubung	159
Guggolz, Dino; Dümpelmann, Christopher; Friedrich, Christoph	

Prüfverfahren und Schädigungsmonitoring	173
Zerstörungsfreie Prüfung von Verbundwerkstoffen mit Terahertz- Technik im Vergleich zu etablierten Prüfverfahren	174
Jonuscheit, Joachim	
Leichtmetalle – Magnesium	183
Inhomogene Beanspruchungszustände in Magnesiumfeinblechen und Beschreibung des HCF-Verhaltens mit dem Konzept des hochbeanspruchten Volumens	184
Denk, Josef; Schreiber, Christoph; Huber, Otto; Saage, Holger	
Funktionsintegration und Systemleichtbau	197
Funktionsintegrierte Faserverbundstrukturen im Fahrzeugbau	198
Vohrer, Sebastian; David, Christoph; Ruff, Martin; Hoffmann, Chris; Friedrich, Horst E.	
Additiver Hybridleichtbau – Grenzenloser Systemleichtbau zukünftiger Produktentwicklungen	209
Kaspar, Jerome; Vielhaber, Michael	
Funktionsintegrierter Leichtbauquerlenker	220
Töws, Paul; Spancken, Dominik; Schwarzhaupt, Oliver; Herkenrath, Lena Mavie; Büter, Andreas	
Simulation und Berechnung	231
Scaling mechanical parameters to achieve comparable figures for mechanics	232
Roth, Michael; Wellnitz, Jörg; Takla, Monir; Burger, Uli	
Ein Beitrag zur Verwendung der Lamé'schen Differentialgleichungen als diskret-integratives Lösungsverfahren bei n-schichtigen, dick- wandigen Rotationskörpern	243
Miehling, Raphael; Wellnitz, Jörg	
Serienfertigung von FVK-Strukturen	253
High-Performance Polypropylene – Leichtbau ohne Mehrkosten!	254
Häberle, Hartmut	
Unterstützer und Kooperationspartner	263