

φ phi

Produktionstechnik Hannover informiert

Innovationen für großskalige Produkte

Wie ein Baum im Wind: Windenergieanlagen 2.0 | Bauklötze lassen grüßen: XXL-Produkte in Modulbauweise | Miniatur-Sensoren für große Bauteile | Der Einstein-Elevator: Schwerelos in Hannover | Aus Alt mach Neu: Instandhaltung von Triebwerken | Megastrukturen zeit- und kostensparend mit Hybridschweißen fügen | Kleine Körner für große Bauteile

© Dmitry Vevshchagin - Fotolia.com / arcturaly77 - Fotolia.com / 230vec - Fotolia.com



Inhalt

3	Vorwort	12	Aus Alt mach Neu: Instandhaltung von Triebwerken
4	Wie ein Baum im Wind: Windenergieanlagen 2.0	14	Megastrukturen zeit- und kostensparend mit Hybridschweißen fügen
6	Bauklötze lassen grüßen: XXL-Produkte in Modulbauweise	16	Kleine Körner für große Bauteile
8	Miniatur-Sensoren für große Bauteile	18	Magazin
10	Der Einstein-Elevator: Schwerelos in Hannover	20	Hannover Messe 2013 - Sonderseiten
		24	Vorschau

Impressum

phi ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover.

phi erscheint halbjährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.600 Exemplaren.

ISSN 1616-2757

Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Erlaubnis der Redaktion gestattet.

Ein zweijähriges Probe-Abonnement der phi kann im Internet unter www.iph-hannover.de/abo.htm angefordert werden.

Redaktion

Meike Wiegand (v.i.S.d.P.)

Redaktionsanschrift

Hollerithallee 6
30419 Hannover
Telefon: (0511) 279 76-500
Fax: (0511) 279 76-888
E-Mail: redaktion@phi-hannover.de
Internet: www.phi-hannover.de

Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Peter Nyhuis
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-2440
Fax: (0511) 762-3814
E-Mail: ifa@ifa.uni-hannover.de
Internet: www.ifa.uni-hannover.de

Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-2533
Fax: (0511) 762-5115
E-Mail: ifw@ifw.uni-hannover.de
Internet: www.ifw.uni-hannover.de

Institut für Mikroproduktionstechnik der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Lutz Rissing
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-5104
Fax: (0511) 762-2867
E-Mail: impt@impt.uni-hannover.de
Internet: www.impt.uni-hannover.de

Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-3524
Fax: (0511) 762-4007
E-Mail: ita@ita.uni-hannover.de
Internet: www.ita.uni-hannover.de

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-2264
Fax: (0511) 762-3007
E-Mail: info@ifum.uni-hannover.de
Internet: www.ifum.uni-hannover.de

Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier
An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762-4312
Fax: (0511) 762-5245
E-Mail: info@iw.uni-hannover.de
Internet: www.iw.uni-hannover.de

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH

Hollerithallee 6
30419 Hannover
Telefon: (0511) 279 76-0
Fax: (0511) 279 76-888
E-Mail: info@iph-hannover.de
Internet: www.iph-hannover.de

Laser Zentrum Hannover e. V.

Hollerithallee 8
30419 Hannover
Telefon: (0511) 27 88-0
Fax: (0511) 27 88-100
E-Mail: info@lzh.de
Internet: www.lzh.de

In Zusammenarbeit mit dem

PZH Verlag GmbH

An der Universität 2
30823 Garbsen
Telefon: (0511) 762 - 19434

Druck und Layout

Druck- und Werbehäus Garbsen
Baumarktstraße 11 a
30823 Garbsen
Telefon: (05137) 12 40 9-0
Fax: (05137) 12 40 9-99
E-Mail: info@dwh-garbsen.de
Internet: www.dwh-garbsen.de

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

wird in Japan über Innovationen gesprochen, fällt unweigerlich der Begriff „Dantotsu“. Damit werden Produkte, Prozesse und Lösungen beschrieben, die einzigartig und unerreichbar sind.

Einzigartigkeit und Unerreichbarkeit – allein diese beiden Ziele lassen sich nur mit größter Anstrengung erfüllen. Unabhängig davon, in welchem Bereich Innovationen zum Tragen kommen, liegt der Fokus bei „Dantotsu“ immer auf dem Kundennutzen. Die Konzentration darauf ist eines der wichtigsten Merkmale, um die Herstellung von XXL-Produkten gegenüber anderen Produkten abzugrenzen.

Im Allgemeinen wird der Begriff „Innovation“ in der heutigen Zeit sehr inflationär verwendet. Bei großskaligen Produkten werden nur die Innovationen anerkannt, die dem Anbieter auch einen messbaren Mehrwert bieten. Dies ist begründet durch die sehr hohen Investitionen, die bei der Anschaffung von XXL-Produkten anfallen. Eine Innovation muss in diesem Umfeld hohen Anforderungen genügen. Eine Neuentwicklung in den Markt „hineinzudrücken“ oder gar einem kurzfristigen Trend zu folgen, ist hier nicht möglich.

Investitionsgüter können aber auch die kommerzielle Nutzbarmachung von neuen Innovationen begünstigen. So wird das aus der Formel 1 bekannte KERS System zur Rückgewinnung von Energie in ähnlicher Form heute in Hybridbaggern genutzt; bis zu 25% des Kraftstoffverbrauchs lassen sich dadurch einsparen. Ganze Flotten von 576 Tonnen schweren Muldenkippern fahren heute völlig autonom und ohne Fahrer durch riesige Minen und entladen ihr Transportgut selbstständig. Lösungen wie diese gelingen nur durch eine Verschmelzung von Innovationen aus unterschiedlichen Disziplinen.

Unerreichbar heißt nicht unerreichbar! Um den Vorsprung bereits erreichter Innovationen zu halten, sind enorme Anstrengungen und eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Produkte erforderlich. Gerade XXL-Produkte mit ihren langen Produktlebenszyklen stellen hier besondere Anforderungen. Nicht immer können Innovationen mit neuen Generationen von Produkten und Prozessen eingeführt werden – oft müssen sie auch parallel zum Lebenszyklus umgesetzt werden. Wissenschaft und Wirtschaft müssen hier eng zusammenarbeiten, damit neue Erkenntnisse zu XXL-Projekten sukzessive und schnell in der Praxis umgesetzt werden.

Welche Innovationen die produktionstechnischen Institute in Hannover für großskalige Produkte entwickeln, erfahren Sie in dieser phi. So beschäftigt sich das LZH damit, wie Megastrukturen wie Offshore-Windanlagen dank des Hybridschweißens zusammengefügt werden können (S. 14). Das IW hat für den ersten Windkraftanlagenturm aus Holz die Qualitätskontrolle der Lochbleche übernommen (S. 4). Im Bereich der regenerativen Energien wird zudem für die Geothermie geforscht: Damit die langen Bohrer auch in großen Tiefen Messungen vornehmen können, entsteht am IMPT eine Sensorik für die Bohrer (S. 8). Ebenfalls bei der Energieerzeugung könnte künftig Eisen-Aluminium-Legierungen zum Einsatz kommen: Das IFUM prüft aktuell den vielversprechenden Leichtbauwerkstoff mit den kleinen Körnern (S. 16).

Auch für die Luftfahrtindustrie wird in Hannover intensiv geforscht: Das IPH entwickelt derzeit eine Modulbauweise für Flugzeugflügel (S. 6). Wie Triebwerke nach einem Ausfall wieder fit gemacht werden können, untersucht das IFA gemeinsam mit zehn weiteren Instituten im SFB 871 (S. 12). Und das ITA baut derzeit die Forschungseinrichtung HITec mit auf; ab 2016 soll dort der „Einstein-Elevator“ Massen von bis zu einer Tonne zum Schweben bringen (S. 10).

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Entdecken dieser einzigartigen Projekte!

Göksel Güner



Vorsitzender der Geschäftsführung, Komatsu Hanomag GmbH





Wie ein Baum im Wind: Windenergieanlagen 2.0

Mit dem 100 Meter hohen TimberTower, einem Windkraftanlagenturm aus Holz, beschreitet die gleichnamige Firma aus Hannover Neuland bei der Erstellung von Windenergieanlagen. Die Qualitätskontrolle der Klebverbinder, die aus gelochtem Stahlblech bestehen, hat das Institut für Werkstoffkunde übernommen.

Windenergie ist in Deutschland – noch vor der Biomasse – die wichtigste erneuerbare Energiequelle. 23.000 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 30 Gigawatt decken in etwa 8 % des deutschen Strombedarfs. Würden die Anlagen noch höher gebaut, so ließe sich ein noch größerer Energieertrag erzielen. Mit jedem zusätzlichen Meter, den Windkraftanlagen in den Himmel wachsen, würde der Energieertrag der momentan installierten Anlagen um zirka 1 % steigen. In Summe könnten somit gut 300 Megawatt mehr produziert werden – dies entspricht der Leistung eines kleinen Kraftwerks.



Bild 1: TimberTower im Einsatz
(Quelle: TimberTower GmbH)

Damit Windenergieanlagen höher gebaut werden können, müssen die Herausforderungen des Turmbaus beherrscht werden: Die 86 Tonnen schwere Gondel muss bei Sturm sicher in der Höhe gehalten werden. Die Konstruktion sollte mindestens 20 Jahre lang Wind und Wetter widerstehen. Und schließlich müssen die Segmente des Turms auch zur Baustelle gebracht werden; sie dürfen also in der Regel nicht größer sein, als eine Autobahnbrücke hoch ist. Aktuell werden die Türme hoher Windkraftanlagen entweder – genau wie große Strommasten – als Gittermasten gebaut oder aber als Stahlrohrtürme, die im unteren Bereich auch aus Betonsegmenten bestehen können.

Einen völlig neuartigen Ansatz verfolgt die TimberTower GmbH aus Hannover. Das Unternehmen hat ein neues Konzept für den Bau von Windkraftanlagen entwickelt, bei dem nicht nur die Energiequelle nachhaltig ist, sondern auch das Material, aus dem der Turm besteht: Die Windkraftanlagentürme bestehen aus Holz. Seit neuestem werden die Anlagen mit großen Holztürmen erprobt; seit Dezember 2012 ist auf einem Gelände der Leibniz Universität Hannover in Hannover-Marienwerder der Prototyp einer solchen Anlage in Betrieb (Bild1).

Warum Holz?

Gegenüber konventionellen Turmkonstruktionen bieten Holztürme einige Vorteile. So besteht der achteckige Turm von TimberTower innen aus einer Hohlkonstruktion aus Holzplatten. Die Platten werden als Einzel-



Bild 2: Montage der Module aus Holzplatten
(Quelle: TimberTower GmbH)

teile per LKW oder in 40-Fuß-Containern auf die Baustelle gebracht und dort montiert (Bild 2). Dadurch entfällt der Einsatz von Schwertransportern, wie sie für die unteren Ringe von Stahlrohrtürmen benötigt werden. Auch an schlecht zugänglichen Standorten mit hoher Windausbeute können somit Türme montiert werden.

Aus Umweltsicht bietet der nachwachsende Rohstoff Holz zahlreiche Vorteile: Durch den Einsatz eines Holzturms kann bei einem Turm mit 100 Meter Nabenhöhe auf 300 Tonnen Stahlblech verzichtet werden. Infolgedessen können große Mengen Kohlen-

stoffdioxid eingespart werden, die üblicherweise bei der Stahlproduktion entstehen. Mit dem Zertifikat der Holzlieferanten aus dem Programm für die Anerkennung von Forstzertifizierungssystemen (PEFC-Siegel) wird außerdem garantiert, dass der verwendete Rohstoff aus einer ökologisch und sozial verantwortlichen Waldwirtschaft stammt. Denn immerhin werden bis zu 1000 Fichten für einen Turm in der Größe des TimberTower-Prototyps benötigt.

Bei der hölzernen Windkraftanlage in Marienwerder kommt neben der selbstentwickelten Turmkonstruktion eine Anlage der VENSYS Energy AG zum Einsatz. Bei einer Nabenhöhe von 100 Metern besitzt die Anlage eine Nennleistung von 1,5 Megawatt. Der Turm besteht aus sechs Abschnitten mit insgesamt 54 Elementen aus kreuzweise verklebtem Vollholz mit einer Länge von 15 Metern und einer Wandstärke von 30 Zentimetern. Den Schutz des Holzes vor Witterungseinflüssen übernimmt eine Außenhaut aus UV-beständiger PVC-Folie. Und auch gegen Blitzeinschlag ist der Turm gesichert: 80 Drahtspitzen, die mit einem Blitzableiter im Inneren des Turmes verbunden sind, ragen in regelmäßigen Abständen aus den Wänden hervor.

**Stahlblech + Löcher + Kleben
= Verbindungsmittel**

Um die Massivholzplatten untereinander zu verbinden und einen Anschluss des Turmes an das Fundament und die Verbindung mit dem Stahlrohradapter herstellen zu können, wurde eine spezielle Verbindungstechnik entwickelt: eine Holz-Stahl-Klebeverbindung (Bild 3), die auf in das Holz eingeklebten Lochblechen basiert. Beim Aufbau des Turms kann die Verbindung der übereinanderstehenden Holzplatten durch das Einfügen der Lochbleche in die vorher

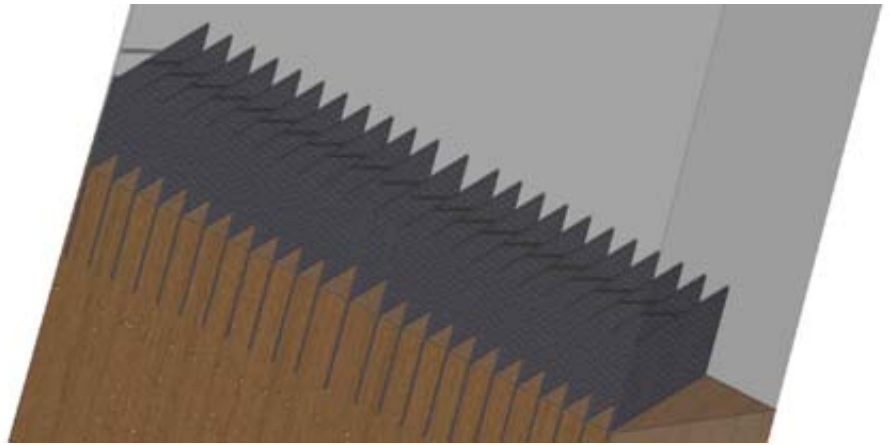


Bild 3: Holz-Stahl-Klebeverbindung mit eingeklebten Lochblechen (Quelle: TimberTower GmbH)

geschlitzten Massivholzelemente und eine anschließende Verklebung direkt vor Ort realisiert werden (Bild 4). Damit auch der Rest gut hält, werden die untersten Bleche an die Sockelkonstruktion geschweißt und die obersten an den Stahlflansch zur Befestigung der Gondel.

Die eingesetzten Fügeverfahren und Turmkomponenten wurden vor ihrem Einsatz auf Herz und Nieren geprüft. So hat beispielsweise die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Hannover (SLV) das eingesetzte Schweißverfahren für die Befestigung der obersten und untersten Lochbleche am Sockel bzw. an der Gondel evaluiert und Richtlinien für die Durchführung der Schweißarbeiten entwickelt. Die Qualitätssicherung für die Lochbleche hat das Institut für Werkstoffkunde (IW) übernommen. Bei allen Blechchargen testeten die Wissenschaftler die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften.

„Das ist das größte Objekt, an dem ich bisher mitgearbeitet habe“, sagt der Maschinenbauer Dr. Florian Nürnberger vom

IW. Das Projekt zeige sehr deutlich den Unterschied zwischen Maschinenbau und Bauingenieurwesen: „Wenn wir etwas Neues entwickeln, ist es in der Regel wesentlich kleiner als der TimberTower. Wir können zuerst einen Prototyp bauen und ihn im stillen Kämmerlein unterschiedlichen Tests unterziehen“. Das ist in diesem Fall anders.

Wie bei anderen Prototypen auch ist der TimberTower in Marienwerder im Innern mit einer großen Zahl von Sensoren ausgestattet, die ständig Daten aufnehmen, um die Belastungen der einzelnen Teile zu erfassen. So kann die neue Technik kontinuierlich weiter entwickelt werden.

Nach dem Bau ist vor dem Bau

Der erste TimberTower in Marienwerder wurde mittlerweile an das enercity-Netz angeschlossen – der erste eigene Strom wird seit Dezember 2012 produziert. Eine Nabenhöhe von 100 Metern ist allerdings erst der Anfang für die Weltneuheit „Holzturm“. Noch in diesem Jahr soll eine weitere Windenergieanlage mit einem Holzturm gebaut werden – mit einer Nabenhöhe von 140 Metern. Und auch das ist noch nicht das Ende der Fahnenstange...

www.timbertower.de

Carlo Schröder
Telefon: (0511) 70 01 46 52
E-Mail: c.schroeder@timbertower.de

Dr.-Ing. habil. Mirko Schaper
Telefon: (0511) 762-4367
E-Mail: schaper@iw.uni-hannover.de



Bild 4: Massivholzelemente mit eingeklebten Lochblechen (Quelle: TimberTower GmbH)



Bauklötze lassen grüßen: XXL-Produkte in Modulbauweise

Die Herstellung von großskaligen Produkten ist nicht nur mit großen Herausforderungen, sondern oftmals auch mit riesigen Kosten verbunden. Die Art und Weise, wie das Produkt gestaltet ist, bietet das größte Potenzial zur Kostensenkung. Am IPH entwickeln Ingenieure derzeit eine neue Modulbauweise für XXL-Produkte.

Bereits bei der Konstruktion und Entwicklung eines Produkts werden seine wesentlichen technischen Eigenschaften festgelegt. Auch wie teuer das Produkt einmal sein wird, entscheidet sich in dieser Phase: Ganze 70 % der Produktkosten stehen nach Abschluss von Konstruktion und Entwicklung fest. Sollen also die Kosten von großskaligen Produkten gesenkt werden, so bietet die Produktgestaltung einen idealen Ansatzpunkt.

In der Wissenschaft und der Wirtschaft werden deshalb vermehrt Verfahren erforscht, die bereits in der Konstruktionsphase von XXL-Produkten an der Kostenschraube drehen. Am Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) untersuchen Ingenieure gemeinsam mit einem namhaften Industriepartner die Produktstruktur eines Flugzeugflügels. Im Fokus steht die Frage, ob eine Baukastenbauweise bei den Flügeln zu geringeren Lebenszykluskosten beitragen kann.

Aus einem Stück ...

Die Grundstruktur eines Produkts lässt sich grob in die Kategorien monolithisch und modular einteilen. Produkte mit einer monolithischen Grundstruktur bestehen aus wenigen großen, nicht vormontierten Bauteilen. Diese Bauweise lässt sich vielfach bei den Rotorblättern von Windkraftanlagen oder auch bei Flugzeugflügeln. So besteht die Grundstruktur eines Flügels aus vier großen Bauteilen (Bild 1). Nicht nur in Summe ist der Flugzeugflügel somit XXL; auch die Einzelteile des Flügels weisen riesige geometrische Abmaße auf. Die Flügeloberfläche des Airbus A350 hat zum Beispiel eine Länge von 32 Metern. Die Herstellung dieser großskaligen Bauteile erfordert spezielles Know-How, und auch ihr Transport ist sehr aufwändig. In vielen Fällen kann nicht mehr

auf klassische Transporte per Sattelschlepper oder Container zurückgegriffen werden. Stattdessen müssen Schwertransporter oder sogar eigens entwickelte Transportschiffe und Transportflugzeuge genutzt werden.

Die Idee des IPH: Warum könnte man das XXL-Produkt Flugzeugflügel nicht nach dem Baukastenprinzip (modular) aufbauen anstatt aus einem Stück (monolithisch)?

... oder nach dem Baukastenprinzip?

In der Automobilindustrie ist die Bauweise nach dem Baukastenprinzip schon lange bekannt. Modular aufgebaute Produkte werden dabei aus vormontierten Modulen zusammengesetzt. Mit seinem modularen Querbaukasten möchte zum Beispiel der Automobilhersteller Volkswagen schon bald mehr als 40 unterschiedliche PKW-Modelle realisieren. Durch die Modulbauweise kann bei konventionellen Produkten wie einem Auto eine hohe Variantenvielfalt mit geringen Kosten abgedeckt werden.

Die Modularisierungskonzepte aus dem Automobilbereich und anderen Branchen lassen sich allerdings nicht eins zu eins auf XXL-Produkte übertragen. Denn großskalige Produkte werden in der Regel nur in einer bzw. in wenigen Varianten gefertigt. Die Realisierung einer hohen Variantenvielfalt ist daher kein wesentliches Ziel für eine modulare Bauweise von XXL-Produkten.

Darüber hinaus werden bei der Modularisierung von konventionellen Produkten ‚lediglich‘ unterschiedliche Bauteile zu einem

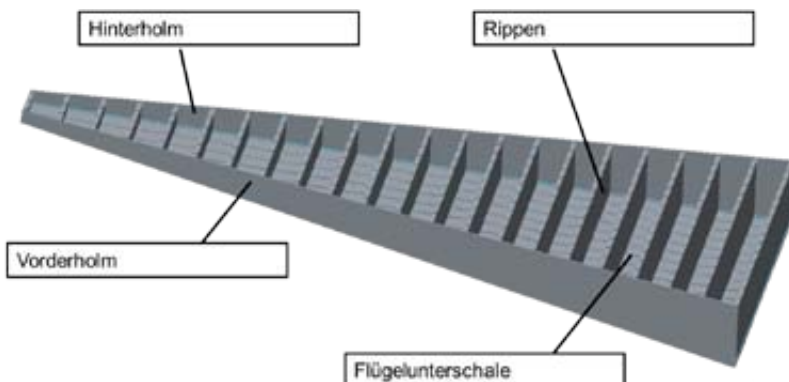


Bild 1: Monolithische Bauweise am Beispiel eines Flügelkastens (Quelle: IPH)

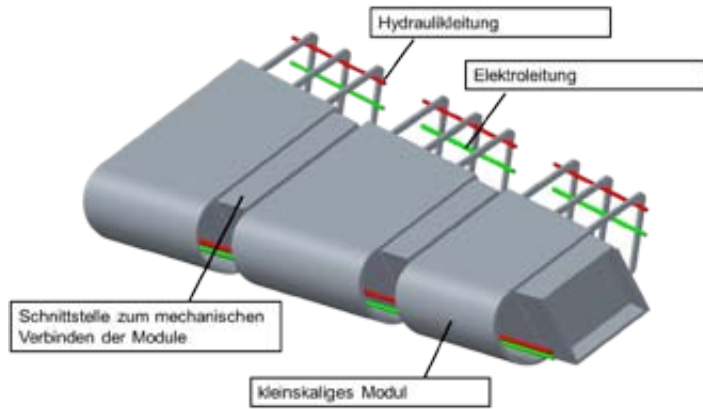


Bild 2: Flugzeugflügel in kleinskalig-modularer Bauweise (Quelle: IPH)

einigen großen Bauteil zusammengefasst. Bei der Modularisierung von XXL-Produkten ist diese Vorgehensweise jedoch oftmals nicht zielführend: Durch eine reine Zusammenfassung von Bauteilen zu Modulen würden Module entstehen, die noch größer und somit noch schlechter zu handhaben sind. Das XXL-Produkt würde weiterhin aus wenigen sehr großen Bauteilen bestehen – die monolithische Grundstruktur würde also de facto beibehalten.

kleinskaligen Module sind bereits mit elektrischen Kabeln, Hydraulikleitungen, Sensoren und Aktorik vorausgerüstet. Ähnlich wie bei einem Cockpitmodul im Automobilbau erfolgt die Ausrüstung der Grundstruktur an einem vorgelagerten Montagearbeitsplatz. Analog zu Modulkonzepten für konventionelle Produkte ließe sich auch bei XXL-Produkten die Montagezeit reduzieren, wenn die Zugänglichkeit der einzelnen Bereiche gewährleistet ist.

Bei der Modularisierung von XXL-Produkten muss daher ein weiterer Freiheitsgrad zugelassen werden: das Trennen von Bauteilen. Bei großskaligen Produkten wie Flugzeugflügeln kann es sinnvoll sein, sehr große Bauteile nicht aus einem Stück zu fertigen, sondern aus unterschiedlichen Einzelmodulen zusammensetzen. Dieses für XXL-Produkte angepasste Modularisierungskonzept bezeichnen die Ingenieure des IPH als kleinskalig-modulare Bauweise.

Größer ist nicht gleich besser: Die optimale Größe macht's

Im Gegensatz zur monolithischen Bauweise besteht ein Flugzeugflügel nach kleinskalig-modularer Bauweise nicht mehr aus vier großen Einzelteilen; stattdessen wird der Flügel aus mehreren kleineren Flügelmodulen zusammengesetzt (Bild 2). Die einzelnen

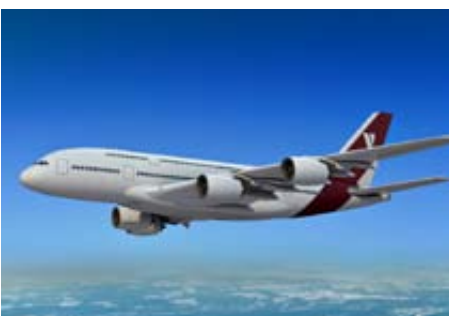


Bild 4: XXL-Produkt Flugzeug: Zukünftig in Modulbauweise? (Quelle: pixelcomet - Fotolia.com)

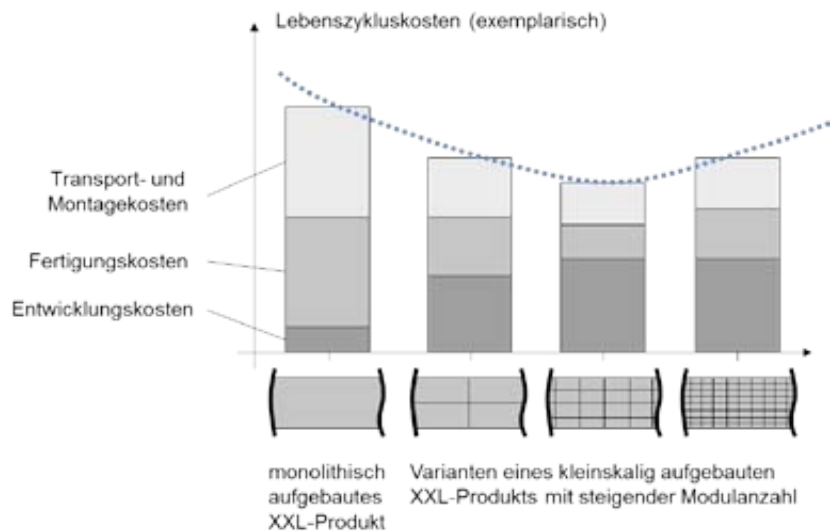


Bild 3: Bestimmung der optimalen Modulgröße anhand der Lebenszykluskosten (Quelle: IPH)

Wie groß diese einzelnen, vormontierten Module optimalerweise sein müssen, hängt von den so genannten Modularisierungsfaktoren ab. Um die Transportkosten zu reduzieren, wären möglichst kleine einzelne Module sinnvoll. Bei geringen geometrischen Abmaßen der einzelnen Module kann zudem auf konventionelle Maschinen und Anlagen zurückgegriffen werden. Viele gute Gründe sprechen daher für möglichst kleine Module.

Auf der anderen Seite existieren gute Gründe für die Verwendung möglichst weniger, großer Module. Jede Schnittstelle zwischen Modulen kann zu einem Mehrgewicht führen,

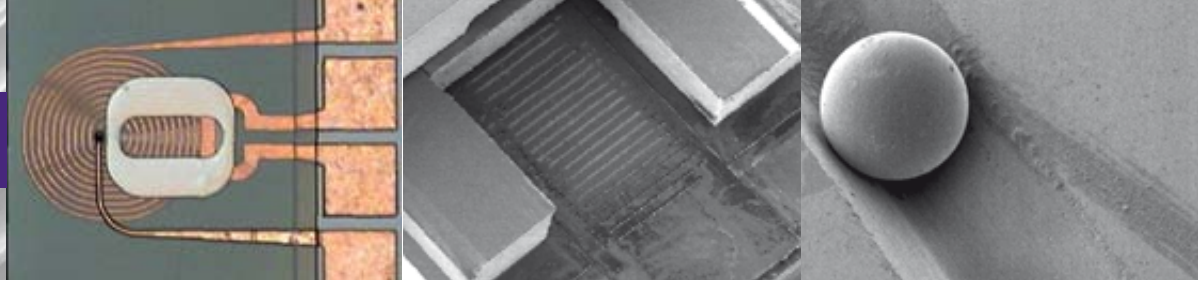
da zusätzliche Bauteile zum Verbinden der Module benötigt werden. Am IPH wird daher eine Methodik entwickelt, die optimale Modulgröße auf Basis einer Abschätzung der Lebenszykluskosten eines XXL-Produktes zu bestimmen (Bild 3).

Im Rahmen dieser Methodik werden neben dem Transport- und Montageaufwand weitere Modularisierungsfaktoren wie der Entwicklungsaufwand, die Komplexität der Bauteilherstellung, die Ergonomie in der Fertigung sowie die späteren Betriebskosten des Flugzeugflügels betrachtet. Auf diese Weise lassen sich bereits in der Produktentwicklung die späteren Kosten eines kleinskalig-modularen XXL-Produktes abschätzen und mit den Kosten eines konventionell aufgebauten XXL-Produktes vergleichen. Entwickelt wird somit nicht nur eine für XXL-Produkte angepasste Modulbauweise, sondern auch eine Argumentationsgrundlage für die Wirtschaftlichkeit des „Bauklötzchen-Prinzips“.

www.skalkompxl.xxl-produkte.net

Dipl.-Ing. Aaron Bentlage
 Telefon: (0511) 27976-225
 E-Mail: bentlage@iph-hannover.de

Das Projekt „Entscheidungsunterstützung zur Bestimmung der Bauweise (klein- vs. großskalig) und Komponentengröße von großskaligen Bauteilen auf Basis von Lebenszykluskosten“ wird von dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr im Rahmen des Verbundprojekts „Innovationen für die Herstellung großskaliger Produkte“ gefördert.



Miniatur-Sensoren für große Bauteile

Als regenerative Energiequelle gewinnt die Geothermie zunehmend an Bedeutung. Die Energie ist jedoch in einer Tiefe gespeichert, in die mit langen Bohrern vorgestoßen werden muss. Das IMPT entwickelt eine Sensorik für diese Bohrer, die das Erdmagnetfeld am Bohrkopf unter Extrembedingungen messbar macht.

In einer Bohrtiefe von bis zu 6000 Metern sind Bohrkopf und Sensorik hohen Temperaturen ausgesetzt. Seit 2009 läuft in Niedersachsen ein groß angelegtes Forschungsprojekt zur Tiefengeothermie. Der Forschungsverbund „Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik“ (gebo) hat sich zum Ziel gesetzt, Erkundungsboh-

rungen für die Geothermie wirtschaftlich attraktiver zu machen. Dahinter steckt die ehrgeizige Absicht des Landes, das im niedersächsischen Untergrund vorhandene geothermische Potenzial künftig umfassend für Wärme- und Stromversorgung zu nutzen.

Trotz seiner eher moderaten Untergrundtemperaturen bringt Niedersachsen gute Voraussetzungen mit, dieses Ziel zu erreichen: So verfügt das Land über ein beachtliches geothermisches Potenzial. Die Erschließung tiefen-geothermischer Energie ist bisher allerdings mit hohen Kosten und Risiken verbunden. Sie resultieren insbesondere aus dem hohen Aufwand für die notwendigen Tiefbohrungen (Bild 1). Um die Geothermie für die Stromversorgung einzusetzen, müssen Bereiche hoher Temperaturen im Untergrund erschlossen werden. In Niedersachsen werden Bereiche mit einer Temperatur von 250°C angestrebt, die in einer Tiefe von 6000 Metern vermutet werden. Will man dorthin gelangen, müssen der Bohrstrang und die integrierte Sensorik hohen mechanischen und thermischen Belastungen Widerstand bieten.

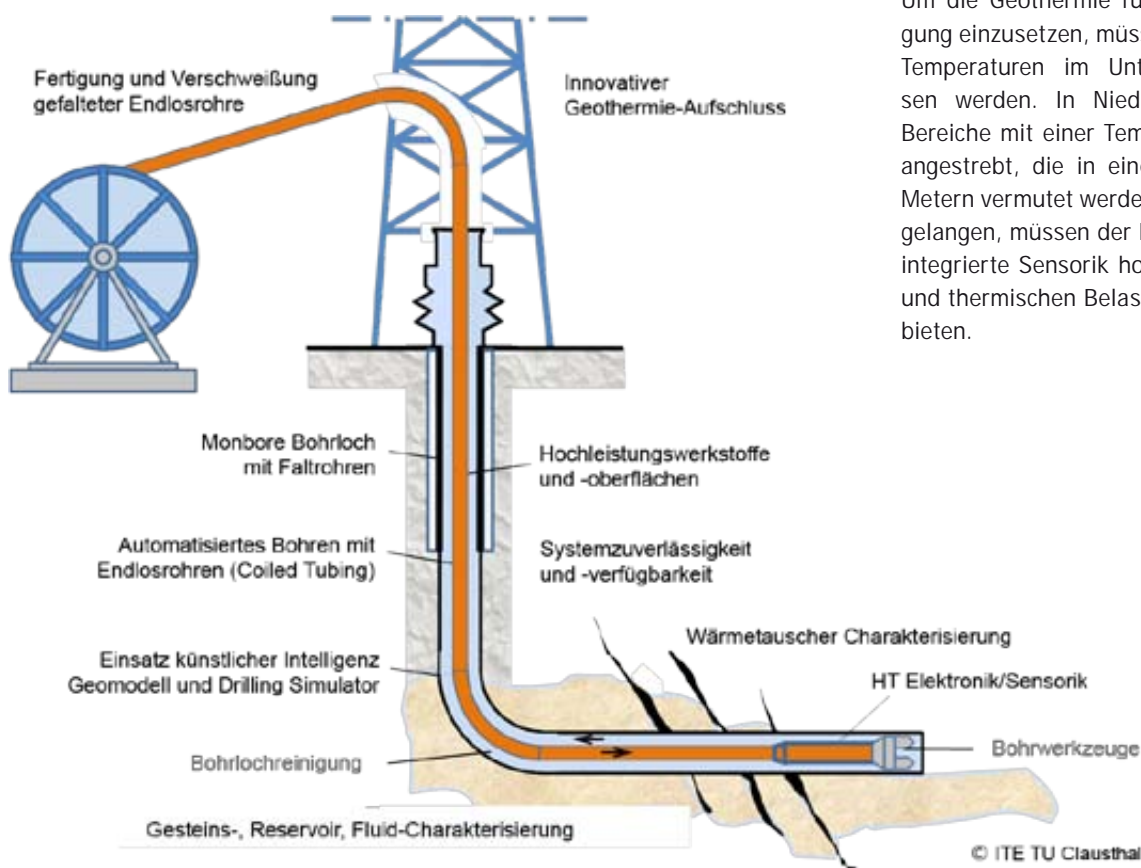


Bild 1: Konzept zur Herstellung von Tiefbohrungen (Quelle: ITE TU Clausthal)

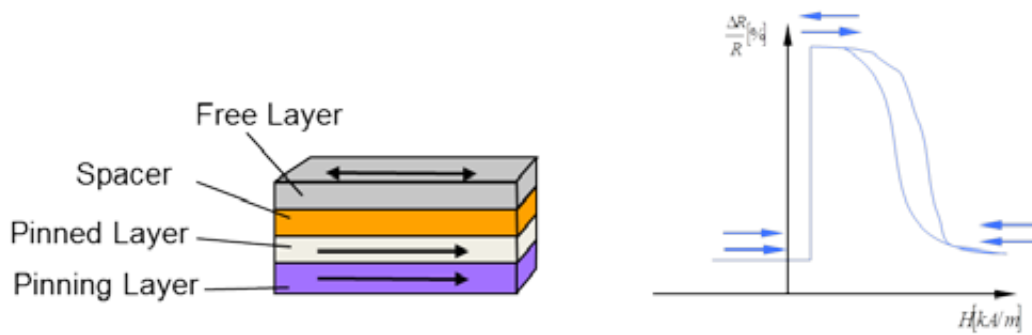


Bild 2: Messprinzip eines GMR Spin-Valve-Sensors (Quelle: IMPT)

Schwerkraft und Erdmagnetfeld sorgen für Orientierung unter Tage

Ein wesentlicher Kostenfaktor ist die Sensorik im Bohrkopf, die sich oberhalb des Bohrmeißels befindet. Diese ist wichtig für eine kontrollierte Bohrung: Bei einer Bohrtiefe von 6000 Metern ist es leicht vorstellbar, dass ein Bohrstrang von wenigen Zentimetern Durchmesser nicht zwangsläufig senkrecht in den Boden eingebracht werden kann. Mitunter wird die kontrollierte Ablenkung des Bohrstranges im Untergrund aber auch direkt angestrebt. Doch wie kann man sich in Tiefen orientieren, in denen GPS nicht mehr funktioniert? Die Bohrtechnik setzt dazu auf die Informationen des Erdmagnetfeldes sowie der Schwerkraft.

So befinden sich im Bohrstrang drei Magnetfeldsensoren zur Bestimmung von Azimut (Winkel zwischen dem magnetischen Nordpol und einer beliebigen Richtung) und drei Neigungssensoren zur Bestimmung des Inklinationswinkels. Ist die Länge des Bohrstranges bekannt, so kann die genaue Position im Untergrund bestimmt werden. Die dazu notwendige Technik ist für Bohrbedingungen bis 80°C kein Problem. Da aber deutlich höhere Temperaturen für die Geothermie relevant sind, besteht die Herausforderung nun darin, entweder die bis 80°C funktionierenden Techniken so zu schützen, dass diese auch noch bei 250°C verlässliche Signale liefern – oder aber neue Messprinzipien speziell für Hochtemperaturbereiche zu entwickeln.

GMR muss heißen Temperaturen standhalten

Das Institut für Mikroproduktionstechnik (IMPT) befasst sich im Rahmen des Verbundprojekts gebo mit ersterem:

der Entwicklung eines Magnetfeldsensors, der auch bei hohen Temperaturen zuverlässige Signale liefert. Der Sensor, der am IMPT entwickelt wird, beruht auf dem GMR-Prinzip. GMR steht für Giant Magneto Resistance, zu Deutsch: Riesenmagnetowiderstand. Die Vorteile von Sensoren, die auf diesem Prinzip basieren, liegen in ihren geringen Abmessungen und Energieverbräuchen. Dies sind entscheidende Auswahlkriterien für Elektronikanwendungen im Untergrund, wo Platz und Energie nur begrenzt zur Verfügung stehen. Eine weitere Herausforderung, die durch den Sensor bewältigt werden soll, ist die Erfassung des sehr schwachen Erdmagnetfeldes in allen drei Raumrichtungen.

Das Messprinzip des GMR-Sensors beruht auf der Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes im sensitiven Schichtsystem des Sensors vom äußeren Magnetfeld. Ein GMR Spin Valve Sensor besteht aus einem Schichtsystem mehrerer Materiallagen (Bild 2). Im Zentrum liegen zwei ferromagnetische Schichten, die durch eine nichtmagnetische Zwischenschicht getrennt sind. Eine der ferromagnetischen Schichten grenzt zudem an eine antiferromagnetische Schicht und wird in ihrer magnetischen Ausrichtung fixiert („pinned layer“). Die andere ferromagnetische Schicht („free layer“) ist in ihrer magnetischen Ausrichtung variabel und kann sich in der magnetischen Ausrichtung einem äußeren Magnetfeld anpassen.

Schichtsystem mit veränderbarem Widerstand

Entscheidend ist nun das Verhältnis der magnetischen Ausrichtung von „pinned layer“ und „free layer“ zueinander. Sind beide Schichten gleich ausgerichtet, ist

der Widerstand im Schichtsystem minimal. Sind die Schichten antiparallel ausgerichtet, nimmt der Widerstandswert seinen maximalen Wert an. Dieses Verhalten beruht auf der Eigenschaft der Leitungselektronen, an den Grenzschichten in Abhängigkeit ihres Spins gestreut zu werden. Diese Widerstandsänderung wird als Sensoreffekt genutzt. Die notwendige Verstärkung des Sensorsignals wird durch ein spezielles Sensordesign mit mäanderförmigen Leiterbahnen und weichmagnetischen Strukturen zur Konzentration und Lenkung des magnetischen Feldes auf die Messstrukturen erreicht.

Darüber hinaus ergreift das IMPT Maßnahmen zur Reduktion des Temperatureinflusses durch eine wärmeresistente Aufbau- und Verbindungstechnik und Auswertungs elektronik. Außerdem kommt ein Kühlsystem zum Einsatz, das aktive und passive Kühlkonzepte nutzt.

Im eingebauten Zustand wird das Sensorsystem ein Volumen von einem Kubikzentimeter einnehmen und Teil eines sechs Kilometer langen Bohrstranges werden. Als wichtige Komponente der Bohrstrangelektronik wird auch der neu entwickelte GMR-Sensor seinen Beitrag dazu leisten, durch präzise Tiefenbohrungen die Tiefengeothermie in Niedersachsen wirtschaftlich in die Energieversorgung einzubinden.

Dipl.-Ing. (FH) Anja Wienecke (IMPT)
Telefon: (0511) 762-2395
E-Mail: wienecke@impt.uni-hannover.de



Der Einstein-Elevator: Schwerelos in Hannover

Versuche unter Schwerelosigkeit erlauben die ungestörte Betrachtung von winzigen Vorgängen. Ab 2016 wird der Einstein-Elevator am HITec große Experimente mit einer Masse von bis zu einer Tonne für vier Sekunden zum „Schweben“ bringen. Interessant sind diese Versuche zum Beispiel für die Luft- und Raumfahrtindustrie.

Die Gravitation beschäftigt die Menschheit seit Jahrhunderten. Weltweit beschäftigen sich Forscher mit dem Nachweis von Einsteins Äquivalenzprinzip über die engen Definitionsgrenzen dieser Theorie hinaus. Zu klären bleibt: Fallen Massen tatsächlich unabhängig von Ort und Zeit in einem identischen Schwerfeld gleich schnell?

Einsteins Äquivalenzprinzip

In Hannover entsteht derzeit die interdisziplinäre Forschungseinrichtung Hannover Institut für Technologie (HITec), zu deren Kernstück ab 2016 der so genannte „Einstein-Elevator“ gehören wird. Der Name entspringt Einsteins berühmtem Gedankenexperiment zur Veranschaulichung des Äquivalenzprinzips (Bild 1): Eine Person

befindet sich auf dem Boden stehend und erfährt die Anziehungskraft der Erde. Ist daraus zu schließen, dass sich diese Person auf der Erde befindet? Nein, sie könnte auch in einer Rakete mit gleichmäßiger Beschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$ stehen – was genau der Erdanziehung entspricht (Bild 1, 1-2).

Ebenso verhält es sich im freien Fall. Befindet sich diese Person in Schwerelosigkeit, kann daraus nicht der Rückschluss gezogen werden, dass sie sich im Weltall befindet. Denn wenn die Person und der umliegende Raum gleichmäßig fallen, ist sie ebenfalls schwerelos (Bild 1, 3-4). Zur Untersuchung des Äquivalenzprinzips und anderer Experimente wird dieser Effekt im Einstein-Elevator ausgenutzt.

Vier Sekunden Schwerelosigkeit – 100 Mal pro Tag

Auf der Erde werden Versuche unter Schwerelosigkeit in großen Vakuumröhren (Falltürmen) durchgeführt. Durch den fehlenden Luftwiderstand beim Fallen befinden sich diese in Schwerelosigkeit. Der Einstein-Elevator ist eine Abwandlung des klassischen Fallturms. Dabei führt ein Versuch einen vertikalen Parabelflug aus, der sich entkoppelt in einer mitbewegten Vakuumkammer (Gondel) befindet (Bild 2).

Für die Durchführung eines Experimentes ist der vorbereitete Versuch in die Gondel einzubringen, in der dann das Vakuum erzeugt wird. Mit fünffacher Erdbeschleunigung beschleunigt diese anschließend vertikal. Nach Erreichen der Endgeschwindigkeit von 72 km/h , lösen sich der Versuch und die Gondel voneinander. Beide Körper werden jetzt gleich vom Schwerfeld der Erde verlangsamt. Nach den vier Sekunden unter Schwerelosigkeit werden die Gondel und der Versuch gemeinsam abgebremst. Das Experiment kann danach beliebig oft wiederholt werden.

Der Einstein-Elevator in Hannover besitzt ein weltweit einzigartiges Antriebs- und Führungskonzept. Um das Volumen der Vakuumkammer möglichst klein zu halten, fährt die Vakuumkammer mit dem Versuch mit. Da diese sowohl einen Luft- als auch einen Rollwiderstand aufweist, werden diese Widerstände aktiv mittels Linear- motoren ausgeglichen. Dieses Konzept

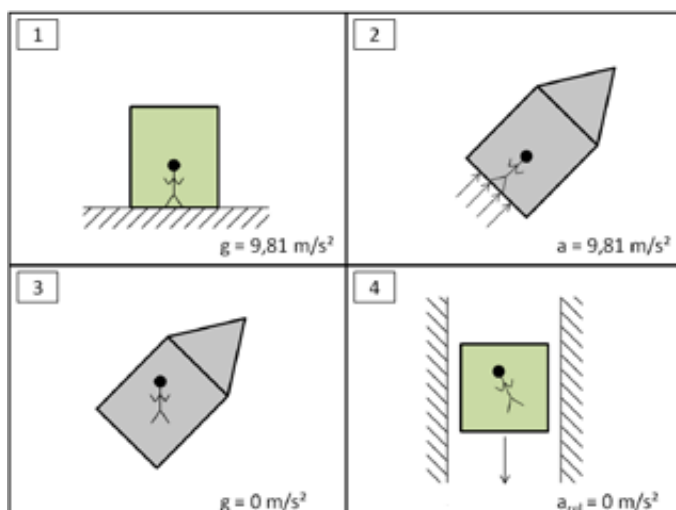


Bild 1: Einsteins Gedankenexperiment zum Äquivalenzprinzip (Quelle: ITA / HITec)

ermöglicht Experimente mit Wiederholraten von bis zu 100 Versuchen pro Tag durchzuführen.

Einstein-Elevator vs. ISS

Bei einem Vergleich unterschiedlicher Einrichtungen für Versuche unter Schwerelosigkeit zeigen sich Unterschiede in der Genauigkeit der Schwerelosigkeit, der Dauer, der Zugänglichkeit und den Kosten (Bild 3). Ab 2016 erweitert der Einstein-Elevator diese Liste.

Versuche im Weltall – zum Beispiel in der ISS, in Satelliten oder in einem Space Carrier – sind schwer zugänglich und teuer, da sich die Experimente für lange Zeit im Weltall befinden. Raketen bieten hier einen Kompromiss. Allerdings sind auch diese kostspielig. Nach dem Start lassen sich zudem bei diesen Einrichtungen die Experimentkonfigurationen nicht ändern. Parabelflüge wiederum bieten diese Möglichkeit; allerdings ist die Qualität der Schwerelosigkeit sehr gering.

Konventionelle Falltürme bieten eine wichtige Erweiterung der Versuchsumgebungen. Im Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen sind Versuche von bis zu neun Sekunden mit einer Genauigkeit möglich, die sonst nur im Weltall erreicht wird. Allerdings können aufgrund des aufwändigen Evakuierens der 110 Meter hohen Vakuumröhre nur drei Versuche pro Tag realisiert werden. Der Einstein-Elevator hingegen bietet die Option zur Durchführung leicht zugänglicher Experimente mit einer hohen Wiederholrate und einer noch höheren Qualität der Schwerelosigkeit (kleiner 10^{-6} g).

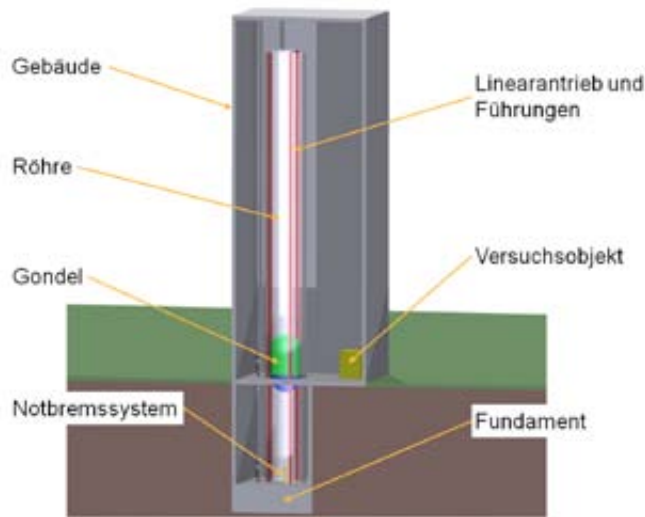


Bild 2: Prinzipieller Aufbau des Einstein-Elevators (Quelle: ITA / HITec)

Zero-Gravitation hat viele Interessenten

Schwerelosigkeit wird häufig für die physikalische Grundlagenforschung eingesetzt. Aber auch für die Luft- und Raumfahrtindustrie hat Zero-Gravitation im Labormaßstab für Turbinentests sowie die Untersuchung von weltraumtauglichen Komponenten große Vorteile. Im Automobilbau sind Strömungsvorgänge an Motorkomponenten unter Schwerelosigkeit besser visualisierbar, da die Gravitation viele Effekte zu stark überlagert.

Neben der Schwerelosigkeit bietet der Einstein-Elevator auch die Funktion, unterschiedliche Beschleunigungsprofile im Bereich von 0-1 g zu fahren. Dadurch lassen sich Anziehungskräfte simulieren, wie sie auf dem Mond oder dem Mars herrschen. Dies stellt für die Entwicklung von Messgeräten, die auf diesen Himmelskörpern eingesetzt werden sollen, sowie für technische Apparaturen von Raumsonden ein neuartiges Untersuchungsmittel dar.

Der Einstein-Elevator bietet ideale Versuchsbedingungen für die Entwicklung von weltraumtauglichen Komponenten und die Messung physikalischer Effekte. Verbunden mit einer hohen Qualität, der großen Wiederholrate und niedrigen Kosten wird er sich schnell einen Namen in der wissenschaftlichen Landschaft machen.

www.hitec.uni-hannover.de

Dipl.-Ing. Christoph Lotz
Telefon: (0511) 762-2291
E-Mail: christoph.lotz@hitec.uni-hannover.de



Das Hannover Institut für Technologie (HITec) ist eine interdisziplinäre Einrichtung, die sich stark an den Forschungsschwerpunkten des Exzellenzclusters Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST) orientiert. Im HITec wird ab 2016 an Quantentechnologien auf höchstem Niveau geforscht. In der Ausstattung des 30 Millionen Euro teuren Gebäudes sind drei Großgeräte enthalten: eine Faserziehanlage zur Herstellung von weltraumtauglichen Lichtleitern, eine Atomfontaine zur Beobachtung von Atomen bei Temperaturen nahe des absoluten Nullpunkts und das Kernstück, der Einstein-Elevator. An der Planung und Ausführung des HITec-Forschungsbaus und des Einstein-Elevator arbeitet QUEST u. a. mit dem Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) und dem Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik (IAL) zusammen.

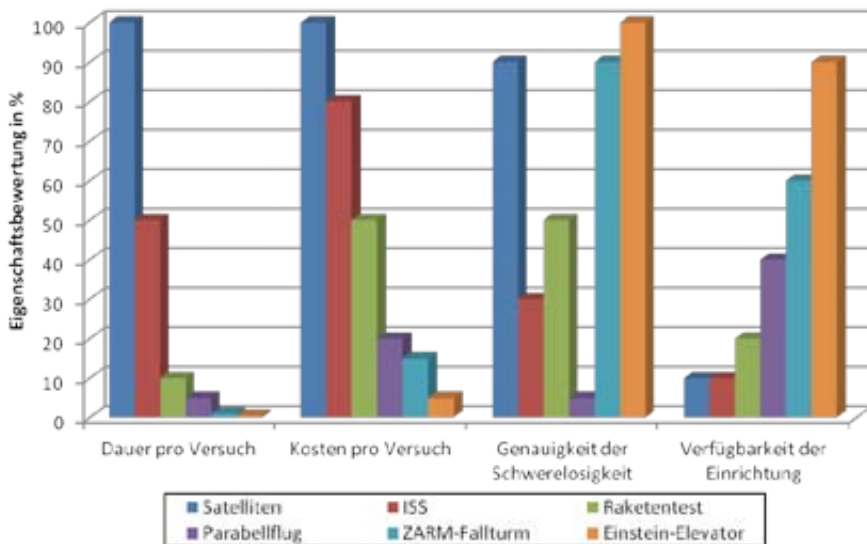
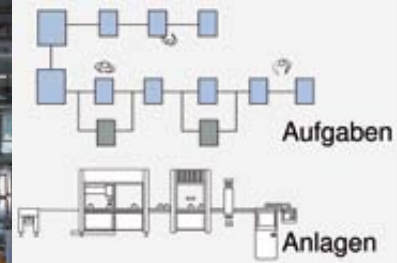
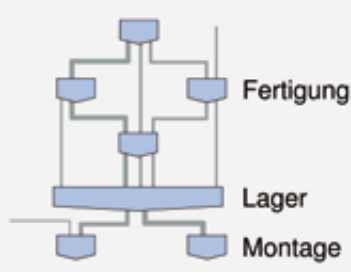


Bild 3: Bewerteter Vergleich verschiedener Schwereloseinrichtungen (Quelle: ITA / HITec)



Aus Alt mach Neu: Instandhaltung von Triebwerken

Komplexe Investitionsgüter wie Triebwerke sind nicht nur enorm groß – sie bestehen auch aus sehr vielen Einzelteilen, die im täglichen Flugverkehr Schaden nehmen können. Im Sonderforschungsbereich (SFB) 871 erarbeitet das IFA gemeinsam mit zehn weiteren Instituten neue Möglichkeiten zur Instandsetzung dieser großskaligen Produkte.

Zuerst ein grelles Licht, dann plötzlich ein lauter Knall. Ein Ruckeln geht durch die Kabine – die Stewardessen werden unruhig... Wie der Tagesspiegel berichtete, erlebten Passagiere an Bord eines Airbus A380 dieses Szenario Ende 2012 auf dem Weg von Sydney nach Dubai. Eines der Triebwerke hatte einen Schaden erlitten und musste abgeschaltet werden. Kein Einzelfall. Bei rund 16.000 größeren Passagierflugzeugen, die weltweit im Einsatz sind, kommt es nahezu täglich irgendwo zur Abschaltung eines Triebwerks während des Flugs. Die Ursachen sind unterschiedlich. Sie reichen von reinen Vorsichtsmaßnahmen, etwa weil Sensoren eine zu hohe Temperatur messen, bis hin zu schweren Schäden, die beispielsweise durch Vogelschlag hervorgerufen werden können.

Doch was passiert mit den beschädigten Triebwerken? Sie werden ausgebaut und zur Reparatur entweder zurück zum Hersteller oder zu speziellen Dienstleistungsunternehmen wie der MTU Maintenance Hannover transportiert. Dort wird zunächst geprüft, in welchem Zustand sich das Triebwerk befindet. Je nach Bedarf wird es anschließend bis hin zu seinen Einzelteilen zerlegt. Wird innerhalb der Bauteilprüfung ein Schaden festgestellt, so wird die betroffene Komponente – je nach Befund – repariert oder ausgetauscht.

Extrem sicher, extrem komplex

Flugzeugtriebwerke und ihre Bauteile unterliegen extremen Sicherheitsanforderungen und weisen eine enorme Kom-

plexität auf. Beispielsweise besteht ein komplett zerlegtes Triebwerk aus bis zu 20.000 Einzelteilen. Zudem existieren zwischen unterschiedlichen Modulen und Komponenten vielfältige funktionale Beziehungen.

Generell ist die Instandhaltung komplexer Investitionsgüter (Bild 1) eine teure Angelegenheit. Die Betreiber sind daher bestrebt, die Kosten möglichst gering zu halten. Um sie dabei zu unterstützen, arbeiten das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) sowie neun weitere Institute der Leibniz Universität Hannover und ein Institut des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt daran, den Instandhaltungsprozess zu verbessern.

Im SFB 871 erarbeiten sie die wissenschaftlichen Grundlagen zur „Regeneration komplexer Investitionsgüter“. Ziel ist es, die funktionalen Eigenschaften eines komplexen Investitionsguts während der gesamten Betriebszeit zu bewahren. Am Beispiel eines Flugzeugtriebwerks entwickeln die Wissenschaftler die methodischen Ansätze, die für eine Planung und Durchführung der Instandhaltung komplexer Güter erforderlich sind.

Vier Teilprojekte, eine Mission

Die Arbeit im SFB erfolgt in insgesamt vier Projektbereichen (A-D). Projektbereich A beschäftigt sich mit der Entwicklung von neuen Technologien zur Schadensdiagnose des Triebwerks und seiner Einzelteile. Auf diese Weise soll frühzeitig erkannt wer-



Bild 1: Komplexe Investitionsgüter

den, wo sich eine Schadensstelle befindet. In Projektbereich B werden neue Instandsetzungsverfahren erforscht, wie zum Beispiel das Reparaturlöt- und -beschichten von Turbinenschaufeln. Die Wissenschaftler im Projektbereich C erarbeiten Methoden, mit deren Hilfe sich die Auswirkungen des jeweiligen Instandhaltungsverfahrens auf das Triebwerk und seine Komponenten beschreiben und beurteilen lassen. Beispielsweise kann durch Simulationen vorhergesagt werden, wie sich das Bauteil verziehen wird. Die gewonnenen Erkenntnisse und methodischen Ansätze werden in Projektbereich D umgesetzt.

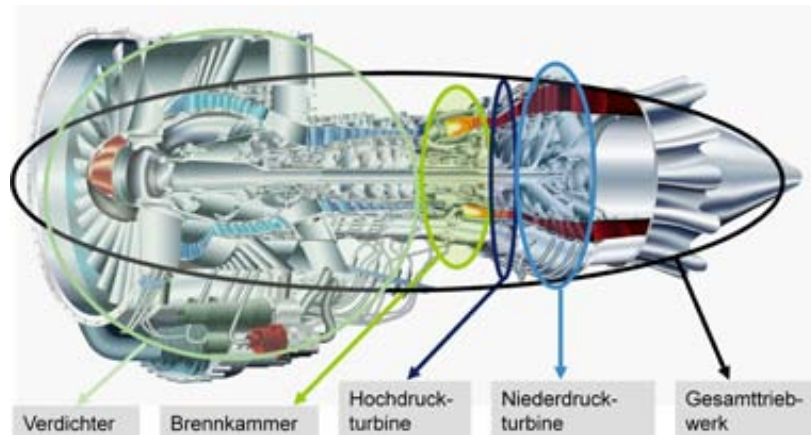


Bild 2: Betrachtungsbereiche der Teilprojekte am Beispiel des Triebwerks (Quelle: SFB 871)

Insgesamt arbeiten die Wissenschaftler in 17 Teilprojekten. Dabei ist der SFB bewusst interdisziplinär ausgerichtet: Wissenschaftler aus dem ingenieurwissenschaftlichen Bereichen forschen Hand in Hand mit Bereichen der Produktentwicklung und -auslegung, der Produktionstechnik und der Betriebswirtschaft. Betrachtet werden alle Bereiche des Triebwerks, vom Verdichter bis zur Niederdruckturbine (Bild 2).

Unschärfe Informationen treffen mathematisches Modell

Das IFA forscht im Teilprojekt D1. Die Wissenschaftler untersuchen Methoden, mit denen die Lieferzeit, die Lieferfähigkeit und die Liefertreue bei Instandhaltungsprozessen verbessert werden können. Gleichzeitig arbeiten sie daran, die Kosten zu senken. Dazu werden die verfügbaren Reparaturschritte analysiert und eine Methode zur effizienten Kapazitätsplanung und -abstimmung entwickelt.

Die besondere Schwierigkeit bei der Instandhaltungsplanung von komplexen Investitionsgütern liegt in der anfänglichen Ungewissheit über deren tatsächlichen Zustand: Wenn ein Triebwerk bei dem Hersteller oder Dienstleistungsunternehmen eintrifft, weiß niemand, welchen Schaden es tatsächlich aufweist.

Zu dem Zeitpunkt, an dem die Kapazitäten geplant werden müssen, sind die benötigten Informationen über Art und Umfang des erforderlichen Instandhaltungsaufwands noch nicht präzise genug – die Planung kann somit nicht effizient durchgeführt werden! Genau das möchten die Wissenschaftler des IFA ändern. Mit Hilfe eines mathematischen Optimierungsmodells sollen Informationen, die zunächst vage sind und im Laufe des Instandhaltungs-

prozesses immer präziser werden (Bild 3), eine effiziente Kapazitätsplanung ermöglichen. Das im Teilprojekt D1 entwickelte Modell berücksichtigt den stetigen Informationsanstieg während des Prozesses.

Neben diesem Modell wurden eine Schadensbibliothek, eine Verfügbarkeitsanalyse von Regenerationsschritten sowie darauf aufbauend Wirkzusammenhänge für die Kapazitätsplanung und Belastungssteuerung erarbeitet. Derzeit werden Simulationen durchgeführt, um die Funktionsweise des Modells zu überprüfen. Zudem soll es bei der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH in Bremen prototypisch angewendet werden. Die Erkenntnisse aus dem SFB-Teilprojekt D1 tragen somit dazu bei, die logistische Leistungsfähigkeit von Instandhaltungsprozessen komplexer Güter zu steigern. Diese organisatorische Verbesserung soll – neben den zahlreichen technischen Innovationen, die im SFB 871 erarbeitet werden – künftig dazu beitragen, dass Szenarien wie der Triebwerksschaden beim Airbus A380 bald der Vergangenheit angehören.

Dipl.-Wirt.-Ing. Dipl.-Ök. Steffen C. Eickemeyer
 Telefon: (0511) 762-18188
 E-Mail: eickemeyer@ifa.uni-hannover.de

cand. Dipl.-Ing. Veronika Mische

Jan Busch M.Sc.

Der Sonderforschungsbereich 871 „Regeneration komplexer Investitionsgüter“ wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Hannover Messe 2013

Am 11. April 2013 lädt der SFB 871 ganztägig zum 2. Kolloquium „Zukünftige Regenerationstechnologien“. Die Veranstaltung findet im Rahmen der Hannover Messe im Convention Center statt.

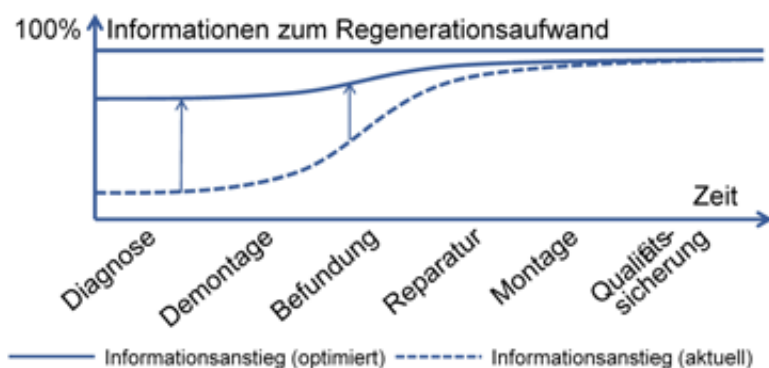


Bild 3: Informationsanstieg im Regenerationsprozess (Quelle: SFB 871)



Megastrukturen zeit- und kostensparend mit Hybridschweißen fügen

Mit dem weltweit wachsenden Transport- und Energiebedarf steigt auch die Nachfrage nach der dafür erforderlichen Infrastruktur, wie kilometerlangen Pipelines oder gewaltigen Offshore-Windanlagen. Ein Hybridschweißprozess kann helfen, die Produktion dieser gigantischen Teile aus Metall ökonomischer und konkurrenzfähiger zu machen.

Eines haben die Metallgiganten gemein: Die Konstruktionen aus dickwandigen Blechen für Pipelines und Windanlagen müssen geschweißt werden. Dabei können bereits geringe Einsparungen in der Ferti-

gungszeit die Produktionskosten deutlich reduzieren. Herkömmliche Fügeverfahren für Dickbleche mit Stärken von 20 mm und mehr sind in der Regel sehr zeit- und kostenintensiv. Zum einen gestatten sie nur

geringe Vorschubgeschwindigkeiten beim Schweißen der dicken Bleche und erfordern eine aufwändige Kantenvorbereitung, die die Fertigungszeit und -kosten weiter erhöhen. Zum anderen muss die mechanisch erzeugte Fuge zwischen den Blechen anschließend durch zeitintensive Mehrlagen-Metallschutzgas- oder Unterpulverschweißprozesse unter einem hohen Einsatz von Zusatzwerkstoffen aufgefüllt werden. Darüber hinaus bieten die herkömmlichen Verfahren nicht immer eine zufriedenstellende Qualität, weil der hohe Wärmeeintrag zu einem Bauteilverzug führen kann.

Im Vergleich zu konventionellen Verfahren erzeugen laserbasierte Schweiß- oder Hybridschweißverfahren einen wesentlich geringeren Bauteilverzug sowie deutlich schmalere Nähte. Zurückzuführen ist dies auf die hohen Prozessgeschwindigkeiten und die konzentrierte Energie- bzw. Wärmeeinbringung des Laserstrahls. Ein Verfahren, das in nur einer Lage und mit hohem Vorschub Materialstärken über 20 mm fügt, ist bisher allerdings noch nicht am Markt verfügbar.

Hybridschweißen besser als Einzelprozesse

Um diese Lücke zu schließen, modifiziert das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) gemeinsam mit Projektpartnern seit einigen Jahren ein Hybridschweißverfahren, das das Laserstrahlschweißen mit dem konventionellen Metallschutzgas-Schweißen (MSG-Schweißen) kombiniert.



Bild 1: Versuchsaufbau mit Bearbeitungskopf des Laserstrahl-MSG-Hybridschweißprozesses (Quelle: LZH)

Infolge von Wechselwirkungen sowie Synergieeffekten zwischen dem Laserstrahl und dem MSG-Lichtbogen, wird die Prozessstabilität gegenüber den Einzelprozessen gesteigert. Dadurch kann auch eine höhere Schweißgeschwindigkeit des Lichtbogens erzielt werden. Weil die Nahtvorbereitung weniger aufwändig und der Bedarf an Zusatzwerkstoffen geringer ist, ermöglichen die hohen Einschweißiefen enorme Einsparpotenziale hinsichtlich Fertigungszeit und -kosten.

Im Rahmen des Forschungsprojektes HYBRILAS konnten die LZH-Wissenschaftler sowohl für einen Pipeline-Stahl, als auch für eine Aluminiumlegierung erhebliche Erfolge verzeichnen: In nur einem Prozessschritt konnten bis zu 19 mm dicke Stahlbleche (X70) und bis zu 12 mm starke Aluminiumbleche (EN AW-6082-T6) fehlerfrei geschweißt werden.

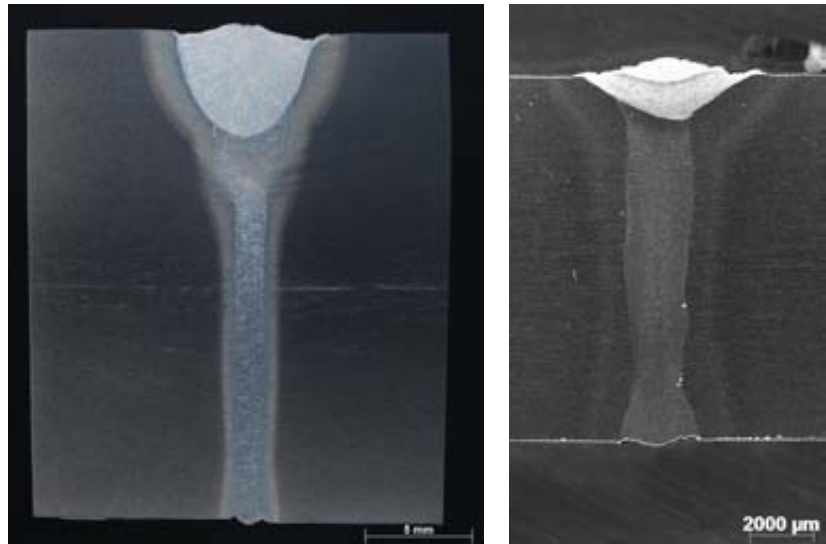


Bild 2: Makrogefüge von Querschnitten einer Laserstrahl-MSG-Hybridschweißnaht an Stahl der Güte X70 (links) und an der Aluminiumlegierung EN AW-6082-T6 (rechts) (Quelle: LZH)

Starke Leistung auf den Punkt gebracht

Wichtige Voraussetzung für diese Entwicklung sind die erst seit wenigen Jahren verfügbaren Festkörperlaser mit sehr hohen Ausgangsleistungen. Sie übertragen ihren Laserstrahl über flexible Lichtwellenleiter und erhöhen damit deutlich die Automatisierbarkeit des Schweißprozesses. Bislang konnten nur CO₂-Laserstrahlquellen entsprechend hohe Ausgangsleistungen erzielen. Sie benötigen allerdings eine vergleichsweise aufwändige Spiegelführung für den Laserstrahl.

Im HYBRILAS-Schweißprozess wird der Strahl eines Festkörper-Scheibenlasers mit einer maximalen Ausgangsleistung von 16 kW über eine flexible Lichtleitfaser zum Bearbeitungskopf geführt. Dort wird der Laserstrahl mit zwei Hochleistungs-MSG-Brennern kombiniert. Ein Scannerspiegel erlaubt Pendelbewegungen des Laserstrahls quer und längs zur Vorschubrichtung und ermöglicht so eine robuste Anwendung des Hybridschweißverfahrens.

Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend: 23 mm dicke Stahlbleche wurden mit einer Schweißgeschwindigkeit von 1,5 m/min bearbeitet. Auf die Praxis übertragen entspricht dies dem Fügen eines 15 m langen und 23 mm dicken Stahlrohres in nur 10 Minuten. Auch Aluminiumlegierungen, wie sie typischerweise im Schiffbau Verwendung finden, konnten bei einer Wandstärke von 12 mm mit 6 m/min einlagig miteinander verschweißt werden.

Fit für die Praxis

Derzeit arbeiten die Forscher des LZH mit Hochdruck daran, den neuen Hybridschweißprozess an die harten Praxisanforderungen anzupassen. Die Fertigung, insbesondere von großen Bauteilen, unterscheidet sich von Versuchsbedingungen durch variierende Spaltbreiten sowie Kantenversätze zwischen den Fügepartnern oder durch deponierte Energiequellen. Mit dem Hybridschweißprozess lassen sich zurzeit eine Spaltbreite von 0,4 mm, ein vertikaler Kantenversatz von 2,0 Millimetern sowie eine seitliche Depositionierung der Energiequellen zum Fügespalt von 1,0 mm überbrücken. Aktuelle Schweißuntersuchungen unter Einführung einer Querpendelbewegung des Laserstrahls versprechen eine Erweiterung dieser Prozessparameter.

Die Ingenieure am LZH arbeiten auch an der Vermeidung von partiell und unregelmäßig auftretenden Heißrissen an den Hybridschweißnähten für den Stahlwerkstoff (X70). Weil eine sehr tiefe und schmale Naht in nur einem Prozessschritt produziert wird, ist der Erstarrungsprozess relativ schwer zu kontrollieren. Durch Variation der Schweißparameter sollen die unsystematisch entstehenden Heißrisse in den Stahlschweißnähten verhindert werden.

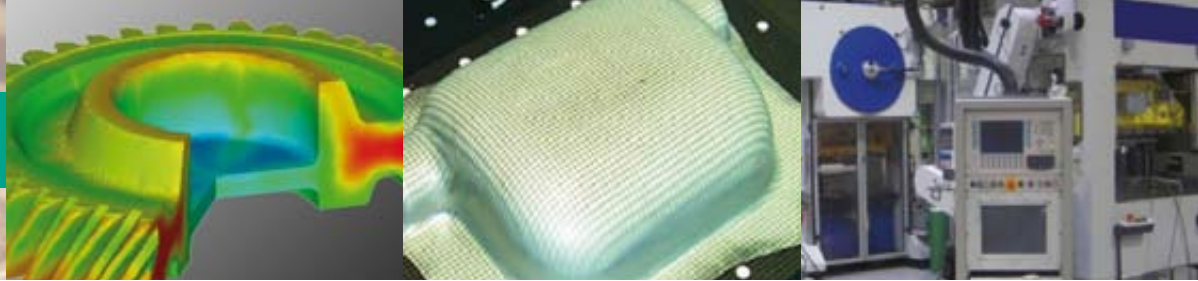
Im Frühjahr 2013 sollen für einen Praxistest mit dem entwickelten Hybridschweißprozess die ersten Demonstratoren gefertigt werden: Stahlrohrsegmente für

den Einsatz als Turm für Windkraftanlagen. Anschließend werden die geschweißten Segmente zerstörungsfrei sowie zerstörend geprüft, um die mechanischen Kennwerte zu ermitteln. Für eine Anwendung des Schweißverfahrens an Aluminiumlegierungen unter realen Produktionsbedingungen dient eine Verbindung von zwei Doppelhüllenpaneelen mit einem Doppel-T-Träger, wie sie beispielsweise in der Fertigung von Flüssiggastanks benötigt werden.

www.lzh.de/hybrilas

Dipl.-Ing. Oliver Seffer (LZH)
Telefon: (0511) 2788-483
E-Mail: o.seffer@lzh.de

Das Projekt HYBRILAS wird im Rahmen der Förderinitiative „MABRILAS“ (Bereich Optische Technologien) mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Beteiligte Verbundpartner sind Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Halle GmbH, die EWM Hightec Welding GmbH, die Precitec KG und das Laser Zentrum Hannover e.V. sowie die assoziierten Partner Nordic Yards Wismar GmbH, Messer Group GmbH und SIAG Tube & Tower GmbH als Anwender.



Kleine Körner für große Bauteile

Eisen-Aluminium-Legierungen sind bislang noch weitestgehend unbekannt. Wissenschaftler am IFUM untersuchen, ob die vielversprechende Werkstoffkombination Zukunft hat. Die feinkörnigen Gefüge könnten künftig an großen Bauteilen in Bereichen der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie sowie der Energieerzeugung zum Einsatz kommen.

Die absehbare Reichweite fossiler Energieträger und der globale Klimawandel verstärkt besonders im Automobilbereich die Forderung nach Gewichtsreduzierung und sinkendem Kraftstoffverbrauch. Das Fahrzeuggewicht zählt dabei zu den entscheidenden Faktoren für die Höhe des Kraftstoffverbrauchs. Dieses kann durch den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen an großen Bauteilen deutlich reduziert werden.

Eisen-Aluminium-Legierungen bieten aufgrund ihres Dichtevorteils und der erhöhten spezifischen Festigkeit gegenüber konventionellen Stählen ein großes Potenzial, die derzeit eingesetzten Stahlwerkstoffe zu ersetzen. Ferner weisen diese Legierungen hervorragende Eigenschaften auf, wie relativ geringe Materialkosten, hoher Schmelzpunkt, hohe Härte, sehr gutes Oxidationsverhalten sowie die Beständigkeit gegen Sulfidbildung. Dadurch sind auch Anwendungen in korrosiven Umgebungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie sowie im Bereich der Energieerzeugung denkbar. Eisen-Aluminium-Legierungen könnten daher in Zukunft groß raus kommen.

Eine Super-Legierung ohne Haken?

Die Verarbeitung von Eisen-Aluminium-Legierungen mit geringen Aluminiumanteilen funktioniert gut. Legierungen mit einem Aluminiumanteil bis etwa fünf Prozent des Gesamtgewichts weisen vergleichbare mechanische Eigenschaften auf wie Stahl. Bei Raumtemperatur punkten sie im Vergleich zu Stahl zudem mit einer guten Umformbarkeit.

Allerdings wird der Werkstoff spröde und die Umformbarkeit sinkt, wenn der Aluminiumanteil zunimmt. Der Grund: Es kommt zur Ausbildung von komplexen Gitterstrukturen und intermetallischen Phasen. Diese führen zu einer deutlichen Veränderung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften – im negativen Sinne. Der Werkstoff besitzt trotz des hohen Aluminiumanteils eine sehr geringe Duktilität (Umformbarkeit) und begrenzte Bruchzähigkeit bei Raumtemperatur. Ein Einsatz der Legierung in der Industrie rückt damit zunächst in weite Ferne. Schließlich kann die Legierung hohen Belastungen ausgesetzt sein und um diesen standzuhalten, bedarf es neben einer ausreichenden mechanischen Festigkeit auch einer guten Umformbarkeit. Frühere Untersuchungen am IFUM machen jedoch Hoffnung: Durch eine Beeinflussung der Gefügestruktur kann die Umformbarkeit dieser Werkstoffe deutlich gesteigert werden.

Intermetallische Phase

Eine intermetallische Phase ist eine chemische Verbindung, die sich aus mindestens zwei Metallen zusammensetzt. Die Atome der einzelnen Metalle stehen dabei in einem bestimmten Zahlenverhältnis zueinander. Bei binären Phasen ist die allgemeine Bezeichnung A_mB_n , wie z.B. Fe_2Al_3 . Im Gegensatz zu herkömmlichen Legierungen unterscheiden sich die Gitterstrukturen der intermetallischen Phase von denen der beteiligten Metalle. Die Gitterbindung der unterschiedlichen Atomsorten ist eine Mischform aus einem metallischen Bindungsanteil und geringeren Atombindungs- bzw. Ionenbindungsanteilen. Dadurch weisen diese Phasen besondere physikalische und mechanische Eigenschaften auf.

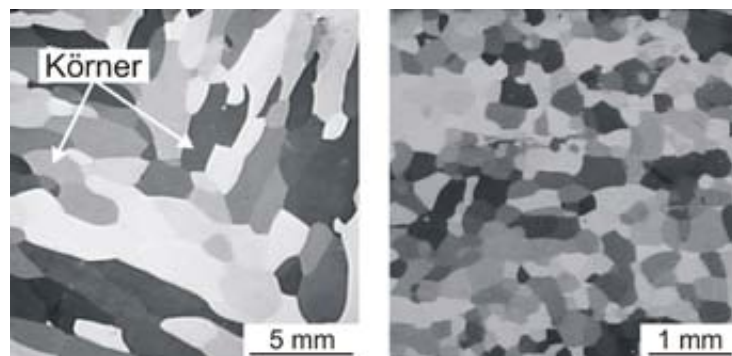


Bild 1: Grobkörniges Gussgefüge (links) und feinkörniges Verformungsgefüge (rechts) (Quelle: IFUM)

Die Wissenschaftler des IFUM untersuchen im Forschungsprojekt „Untersuchung mechanischer Eigenschaften an massivumgeformten Eisen-Aluminium-Legierungen“, wie die Eisen-Aluminium-Legierungen umgeformt werden können. Der Schwerpunkt der Forschungsarbeit liegt auf einer gezielten Beeinflussung der Gefügestruktur. Denn ein feinkörniges Gefüge verbessert die Eigenschaften und die Umformbarkeit der Legierung erheblich. Daher soll im Laufe des Projekts durch einen umformtechnischen Prozess ein feinkörniges Gefüge eingestellt werden. Lichtmikroskopische Aufnahmen von Gefügebildern vor und nach der Umformung beim Zylinderstauchen zeigen erste Erfolge (Bild 1). Ein Vergleich der mittleren Korndurchmesser verdeutlicht: Die Körner des Gussgefüges haben sich durch die Umformung verkleinert. Derartige feinkörnige Legierungen könnten zukünftig den kleinen, aber feinen Unterschied machen.

**Mittel zum Zweck:
Dynamische Rekristallisation**

Das Phänomen, das die Einstellung eines feinkörnigen Gefüges ermöglicht, heißt dynamische Rekristallisation. Unter dem Begriff versteht man eine Kornneubildung, die während der Umformung bei hohen Temperaturen eintreten kann.

Um die Kornneubildung anzustoßen, sind noch einige Punkte zu beachten. Denn nicht bei jeder hochtemperierten Umformung wird der Werkstoff auch

dynamisch rekristallisiert. Parameter wie Umformtemperatur, Umformgeschwindigkeit oder Ausgangszustand eines Werkstoffs spielen eine entscheidende Rolle für die dynamische Rekristallisation. Welche Parameter dies sind, erforschen die Wissenschaftler des IFUM im Rahmen des Projekts.

Bloß nicht spröde

Damit die vielversprechenden Vorteile dieser interessanten Werkstoffgruppe erforscht und in Zukunft so gut wie möglich genutzt werden können, müssen Werkstoffwissenschaftler und Umformtechniker eng zusammen arbeiten. Vor allem das Herstellungsverfahren und die Bearbeitung bzw. Umformung müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Gefügestruktur möglichst feinkörnig wird. Wenn dadurch in Zukunft einer Werkstoffversprödung entgegen gewirkt werden kann, ergeben sich zum Beispiel Einsatzmöglichkeiten als Verdichterschaufeln in Heißgasturbinen, aber auch Gehäuseteile oder Rohrleitungssysteme in der chemischen beziehungsweise Nahrungsmittelindustrie. Auch ein Einsatz bei Wärmetauschern oder Auspuffanlagen im Automobilbau ist denkbar (Bilder 2 und 3).

Selbst nach dem Durchlaufen eines Produktlebenszyklus stellen Eisen-Aluminium-Legierungen weder aus ökologischer noch aus ökonomischer Sicht Probleme dar. Im Gegensatz zu Kunststoffteilen ist die Recyclingfähigkeit des Materials sehr

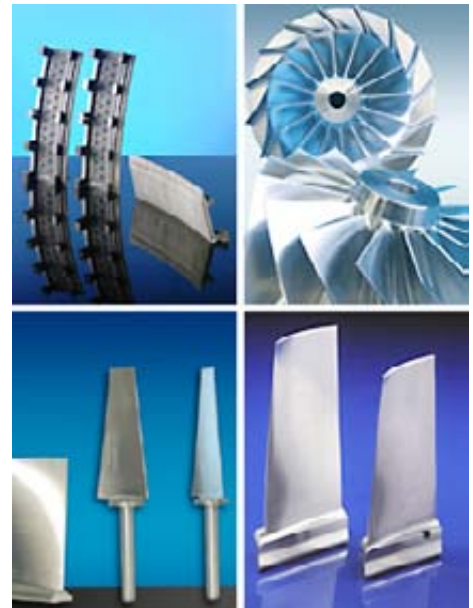


Bild 2: Potentielle Bauteile aus Eisen-Aluminium (Quelle: Leitz Turbomaschinen Technik GmbH)

gut. Denn über schmelzmetallurgische Verfahren lassen sich die beiden Werkstoffe bei Bedarf ganz einfach wieder trennen. Aus Umweltgesichtspunkten sind Eisen-Aluminium-Legierungen somit unbedenklich – ein weiterer großer Pluspunkt für den Leichtbauwerkstoff mit den kleinen Körnern...

Dipl.-Ing. Jan Puppa
Telefon: (0511) 762-2168
E-Mail: puppa@ifum.uni-hannover.de

Dipl.-Ing. Conrad Frischkorn
Telefon: (0511) 762-4958
E-Mail: frischkorn@ifum.uni-hannover.de

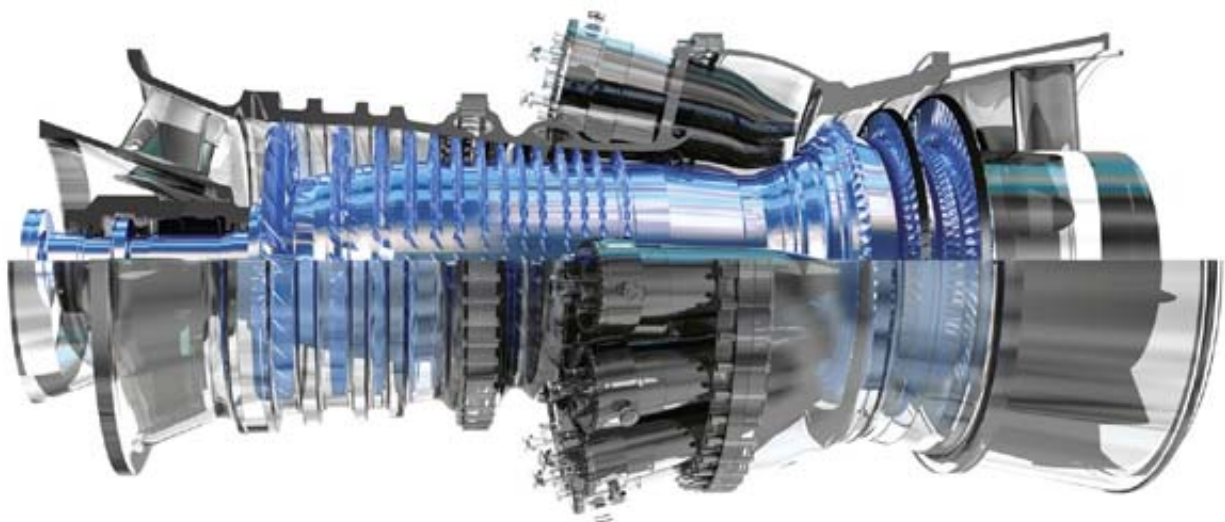


Bild 3: Heißgasturbine (Quelle: General Electric Company)

Professor Maier übernimmt das Institut für Werkstoffkunde

Seit dem 1. Oktober führt Hans Jürgen Maier das IW - und hat der Universität gleich eine neue Forschergruppe beschert.

Wenige Wochen nachdem Professor Hans Jürgen Maier, von der Universität Paderborn kommend, die Leitung des IW mit seinen fast 70 wissenschaftlichen Mitarbeitern übernommen hatte, richtete die DFG die Forschergruppe „Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen“ ein, die Maier als Sprecher bereits in Paderborn beantragt hatte. Solche Formgedächtniswerkstoffe werden nun also auch am IW erforscht. Die Werkstoffe verfügen über die erstaunliche Eigenschaft, sich beispielsweise trotz massiven Verbiegens nach dem Erhitzen an ihre ursprüngliche Form „zu erinnern“ und in sie zurückzukehren. Die an der Forschergruppe beteiligten Wissenschaftler der Universitäten in Bochum, München, Paderborn und Hannover wollen solche Werkstoffe in einem industriell interessanten Temperaturbereich nutzbar machen, etwa in Turbinen.

Professor Maier studierte Werkstoffwissenschaften an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und promovierte dort 1990 am Lehrstuhl für Korrosion und Oberflächentechnik. Es folgten Stationen an den Universitäten Siegen, Urbana-Champaign, Illinois und Boulder, Colorado. Seit 1999 hatte er den Lehrstuhl für Werkstoffkunde an der Universität Paderborn inne.



(Foto: Dorota Sliwonik)

Nachwuchs forscht am LZH

Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr

In Niedersachsen gibt es seit September 2011 das Freiwillige Wissenschaftliche Jahr (FWJ), das jungen Menschen Einblicke in aktuelle physikalisch-technische Fragestellungen ermöglicht. Nach den überragenden Erfolgen einer ersten Gruppe hat das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) seit September 2012 zum zweiten Mal eine Gruppe junger Menschen aufgenommen. Vier Schulabsolventen lernen derzeit Themenbereiche wie Mess- und Vakuumtechnik, Laserkomponenten oder die Nanophotonik kennen.

„Indem wir jungen Menschen schon früh Einblicke in die ‚echte‘ Welt der Wissenschaft geben, hoffen wir natürlich, sie für ein naturwissenschaftliches Studium begeistern zu können,“ sagt Dr. Dietmar Kracht, Geschäftsführer des LZH. Dabei dürfen die potenziellen Nachwuchswissenschaftler auch selbst Hand anlegen: Vom einfachen Löten bis zur Planung und Herstellung von

optischen und mechanischen Komponenten ist das selbstständige Ausprobieren möglichst vieler praktischer Tätigkeiten am LZH ausdrücklich erwünscht.

Für den ersten FWJ-Durchgang war die einjährige Mitarbeit am LZH tatsächlich eine wichtige Entscheidungshilfe: Alle FWJ-ler haben inzwischen ein technisches Studium aufgenommen.

www.lzh.de



Bild 1: Malte, Nicole, Nils und Jan (v.l.n.r.) haben 2012 ihr Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr am LZH angefangen (Quelle: LZH)

Neuer SFB Transregio 123 PlanOS

DFG fördert interdisziplinäre Forschung mit knapp 10 Mio. Euro

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat den neuen Sonderforschungsbereich Transregio 123 PlanOS eingerichtet. In den nächsten Jahren entwickeln Ingenieurwissenschaftler, Physiker und Chemiker aus Hannover, Braunschweig, Clausthal und Freiburg gemeinsam planare optronische Systeme. Sprecher des SFB ist Professor Ludger Overmeyer, Leiter des Instituts für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover.

Im Fokus des interdisziplinären Sonderforschungsbereichs steht die Entwicklung von Polymerfolien, die über die komplette Fläche mit Sensoren ausgestattet sind. Im Rahmen der Forschungsarbeiten möchten die Wissenschaftler großflächige Sensornetzwerke schaffen, die vollständig polymerbasiert sind und komplett auf elektronische Bauteile verzichten können. Zukünftig könnten damit auch sensible Bereiche in der Medizin oder der Luftfahrt sensorisch überwacht werden.

Weiterhin befasst sich der SFB mit neuartigen Produktionsverfahren zur Herstellung solcher planar-optischen Strukturen, wie dem Drucken oder dem Laserdirekt schreiben. Darüber hinaus sollen auch die Grundlagen für potenzielle zukünftige Anwendungen im Transregio entwickelt werden.

In den kommenden vier Jahren wird der SFB mit knapp zehn Millionen Euro gefördert. Insgesamt ist das standortübergreifende Forschungsvorhaben auf zwölf Jahre ausgelegt. An dem Transregio beteiligen sich neben der Leibniz Universität Hannover auch das Laser Zentrum Hannover e.V. sowie die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, die Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig und die Technische Universität Clausthal.

Michael Botts
Telefon: (0511) 2788-151
E-Mail: m.botts@lzh.de

Professor Bach zum Niedersachsenprofessor ernannt

Ehemaliger Leiter des IW erhält begehrte Auszeichnung des Landes Niedersachsen

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Friedrich-Wilhelm Bach wurde im Herbst 2012 als Niedersachsenprofessor ernannt. Als so genannter Seniorprofessor wird der ehemalige Leiter des Instituts für Werkstoffkunde (IW) in den nächsten fünf Jahren weiter an der Leibniz Universität Hannover forschen.

Im Rahmen seiner Niedersachsenprofessur beschäftigt sich Professor Bach seit dem 1. Oktober 2012 mit dem Projekt „Werkstofftechnik – Rückbautechnologie“. Eines seiner Ziele ist es, Strategien und Werkzeuge für den sicheren Rückbau kerntechnischer Anlagen zu entwickeln bis hin zur gesicherten Endlagerung. Einen weiteren Schwerpunkt stellt der Rückbau von Offshore-Strukturen dar, insbesondere von Windenergie- und Förderanlagen. Das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur stellt dafür Fördermittel in Höhe von insgesamt 240.000 Euro zur Verfügung.

Mit dem Programm „Die Niedersachsenprofessur – Forschung 65+“ überträgt das Land Niedersachsen renommierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nach der Pensionierung eine nebenberufliche Professur. Dadurch können diese ihre Forschung auch nach dem 65. Lebensjahr fortsetzen und ihrer Universität als zusätzliche Kraft zur Verfügung stehen.



(Foto: Bettina Fischer)

Finanzielle Unterstützung für Ingenieure von morgen

IPH vergibt Deutschlandstipendium

Seit gut zwei Jahren können sich Studierende für ein Deutschlandstipendium bewerben. Auch in Hannover erfreut sich die Förderung wachsender Beliebtheit – nicht nur bei Studierenden, sondern auch bei Unternehmen. Auch das IPH gehört seit Kurzem zum Kreis der Förderer. Seit dem Wintersemester 2012/2013 unterstützt das Institut einen Maschinenbau-Studierenden der Leibniz Universität Hannover.

Für ein Deutschlandstipendium bewerben können sich begabte und leistungsfähige Studierende aller Fachrichtungen. Um die finanzielle Förderung zu erhalten, müssen die Bewerber herausragende Studienleistungen, soziales oder politisches Engagement oder besondere persönliche Umstände nachweisen.

Neben Großunternehmen gehören auch kleine und mittlere Unternehmen sowie Privatpersonen zum Kreis der Geldgeber. Insbesondere Unternehmen nutzen das Förderprogramm, um frühzeitig Kontakte zu künftigen Fachkräften zu knüpfen.

Aktuell zählt die Universität Hannover 181 Deutschlandstipendiaten. Begehrte sind vor allem Studierende der Ingenieurwissenschaften.

www.deutschland-stipendium.de

Lean für Führungskräfte

Verschwendung vermeiden, Arbeitsabläufe optimieren, Kosten einsparen: Führungskräfte und Projektmanager sind dafür verantwortlich, dass das Konzept Lean Production im Unternehmen erfolgreich und nachhaltig umgesetzt wird. Damit sie ihre Mitarbeiter zu einer nachhaltigen Umgestaltung motivieren können, müssen sie über das entsprechende Know-how verfügen.

Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) bietet drei Mal pro Jahr das Seminar „Lean für Führungskräfte“ an. An zwei Seminartagen lernen die Teilnehmer die Lean-Methoden in der Theorie und durch praktische Anwendung kennen.

Happy Birthday, IPH!

2013 feiert das Institut 25-jähriges Bestehen

Bereits seit einem Vierteljahrhundert forscht und entwickelt, berät und qualifiziert das IPH rund um die Themen Logistik, Produktionsautomatisierung und Prozesstechnik. Für den 13. September 2013 plant der Dienstleister für Produktionstechnik eine Jubiläumsfeier mit Projektpartnern, Wegbegleitern und ehemaligen Mitarbeitern.

Gegründet wurde das IPH 1988 von den drei Professoren Hans Kurt Tönshoff, Eckart Doege und Hans-Peter Wiendahl mit Unterstützung des niedersächsischen Wirtschaftsministeriums. Das Start-up konzentrierte sich anfangs auf Computer Integrated Manufacturing, die Steuerung von Fabrikationsprozessen durch Computer. Daraus leitete sich der Unternehmensname „CIM-Fabrik Hannover“ ab, den das Institut 1993 zu Gunsten des heutigen Namens „Institut für Integrierte Produktion Hannover“ (IPH) änderte.

Über die Jahre hat das Unternehmen in unzähligen Forschungs- und Beratungsprojekten dazu beigetragen, die Produktionstechnik noch ein bisschen besser und effizienter zu machen. Entstanden ist ein umfangreiches Netzwerk: Die Kunden des IPH stammen insbesondere aus dem Werkzeug- und Formenbau, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Luft- und Raumfahrt und der Automobil-, Elektro- und Schmelzindustrie. Geforscht wird sowohl mit Industriepartnern wie auch mit anderen Forschungseinrichtungen aus Deutschland, Europa und anderen Teilen der Welt.

Im Rahmen eines Planspiels werden die Seminarteilnehmer selbst zu Mitarbeitern eines produzierenden Unternehmens und optimieren ein bestehendes Montagesystem mit Hilfe von Lean Methoden. Auch die Vermittlung der entscheidenden Führungs- bzw. Motivationsfaktoren für die Umstrukturierung eines Unternehmens nach „lean“ ist Bestandteil des Seminars. Das nächste Seminar „Lean für Führungskräfte“ findet im September 2013 statt. Anmeldungen sind bereits jetzt möglich.

Jan Busch, M.Sc.
Telefon: (0511) 762-19808
E-Mail: busch@ifa.uni-hannover.de



HANNOVER MESSE 2013: „Integrated Industry“ ist Kerngeschäft der Zulieferindustrie

Vom 8. bis 12. April 2013 auf dem Messegelände Hannover: Leitmesse Industrial Supply sorgt mit neuer Hallenstruktur für mehr Vernetzung / Gesamte Zuliefer-Prozesskette in den Hallen 3 bis 6



Wie eng die Zulieferindustrie weltweit in die Planungs- und Produktionsprozesse ihrer Kunden eingebunden ist, beschreibt die HANNOVER MESSE mit ihrem diesjährigen Leitthema Integrated Industry. Der Mehrwert, den die Zulieferindustrie ihren Kunden heute bieten kann, sind Komponenten und Verfahren, die optimal auf die Anforderungen ihrer Partner zugeschnitten sind und sich intelligent in die Produktionsprozesse integrieren. Zulieferlösungen und Dienstleistungen werden auf der Leitmesse Industrial Supply vom 8. bis 12. April 2013 ebenso erlebbar wie anwendungs- und lösungsorientierte Produkte und Technologien.

Verbesserte Hallenstruktur für mehr thematische Vernetzung

Mit einer optimierten Hallenstruktur und neuen Schnittstellen zu den benachbarten Oberflächen- und Umwelttechnologiethematen möchte die Leitmesse Industrial Supply 2013 mehr Raum für industrielle Vernetzung schaffen. Gleich zwei bekannte Messethemen ziehen in diesem Jahr in die direkte Nachbarschaft der Zulieferer: die SurfaceTechnology in Halle 3 und die IndustrialGreenTec in Halle 6. Weiterhin

bestehen bleibt die synergetische Nähe zur Research & Technology, die traditionell in Halle 2 zu finden ist.

Die neue Hallenstruktur der Industrial Supply beginnt in Halle 4 mit Themen wie Massiv- und Blechumformung, spanabhebend gefertigten Teilen, Systemen und Baugruppen. In Halle 5 sind die Gießereiprodukte sowie die Verschlussstechnik, Bedienelemente und Befestigungstechnik untergebracht. Das übergreifende Thema Leichtbau verbindet die Werkstoffthemen wie auch die Füge- und Klebtechnik.

Im südlichen Teil der Halle 6 knüpfen die industriellen Umwelttechnologien mit der IndustrialGreenTec an den Zuliefersektor an. In der Industrie spielen Werkstoffe, die sich seit Jahren im Automobilbau bewährt haben, eine immer wichtigere Rolle. Ein Beispiel sind Klebstoffe: „Sie erschließen sich immer breitere Einsatzgebiete, weil sie den Trend zum Leichtbau unterstützen – nicht nur im Automobilbau, sondern im gesamten Fahrzeug- und Anlagenbau“, erklärt Claudia Ballin, Marketingchefin beim 2K-Klebstoffspezialisten Axson GmbH. Viel Werkstoff-Know-how sei erforderlich, um die Anforderungen an Stabilität und Wärmebeständigkeit optimal zu verknüpfen.

Leichtbauwerkstoffe und -konstruktionen erobern auch die Energiewirtschaft. In Windkraftanlagen senken CFK- oder Alukomponenten schon seit Jahren das

Gewicht von Gondelgehäusen, Getriebeteilen und Rotoren. Inzwischen finden sie sich auch in manch anderer Energieanlage. Turbinen für Wasserkraftwerke werden zunehmend aus Faserverbundwerkstoffen gefertigt. Leichte Alubefestigungen für Photovoltaikanlagen verringern die statischen Anforderungen an Dachkonstruktionen. Sogar ganze Solarkraftwerke werden mittlerweile auf Leichtbaugerüsten errichtet.

Im Rahmen der Industrial Supply greift die HANNOVER MESSE das Thema Leichtbauwerkstoffe und -konstruktionen gezielt auf. In Halle 6 werden Leichtbautechnologien, Produkte und Systeme aus Leichtbaumaterialien sowie branchenspezifische Lösungen präsentiert. In der Solutions Area illustrieren Exponate, Live-Demonstrationen und aktuelle Projektstudien die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Praxisorientierte Lösungen für intelligenten Leichtbau stehen im Mittelpunkt des 13. Werkstoff-Forums. Mit Vorträgen über Verbundwerkstoffe/Polymere Werkstoffe, moderne höchstfeste Stahlwerkstoffe, Multi-Material-Design/Keramiken, Hochleistungsfüge- und Trenntechnik sowie Leichtmetalle und Leichtbaustrukturen haben die Organisatoren wieder ein facettenreiches Programm auf die Beine gestellt.

Veranstaltungsübersicht der HANNOVER MESSE 2013: <http://bit.ly/14z0iQz>

Match & Meet: Vernetzung vorab

Mit Match & Meet möchten die Messeorganisatoren die Kontaktabahnung bereits vor der weltgrößten Industriemesse erleichtern. Unterschiedliche Match & Meet-Pakete sorgen je nach den persönlichen Anforderungen und Bedürfnissen dafür, dass potenzielle Geschäftspartner ins Gespräch kommen und vor allem auch im Gespräch bleiben.

Die Online-Kontaktbörse bringt auf schnelle und diskrete Weise Einkäufer und Entscheider zusammen, indem Anbieter und Nachfragende (Interessenten) auf der Grundlage von Profilinformationen identifiziert werden. Das Spektrum von Match & Meet reicht von der Online-Kontaktabahnung über eine effektive Terminplanung bis hin zu der Organisation von persönlichen Treffen auf der Messe.

Weitere Informationen:
www.hannovermesse.de/de/match

Als Phi-Leser kostenlos zur HANNOVER MESSE 2013

1. Rufen Sie die URL <http://www.hannovermesse.de/ticketregistrierung?Rhg37p3y995qb5> auf oder scannen Sie den abgebildeten QR-Code mit Ihrem Smartphone, um zur Registrierungswebsite der HANNOVER MESSE 2013 zu gelangen.
2. Registrieren Sie sich. Ihr personalisiertes e-Ticket wird Ihnen anschließend per E-Mail zugeschickt.
3. Bitte drucken Sie das personalisierte Ticket im DIN A4-Format aus.

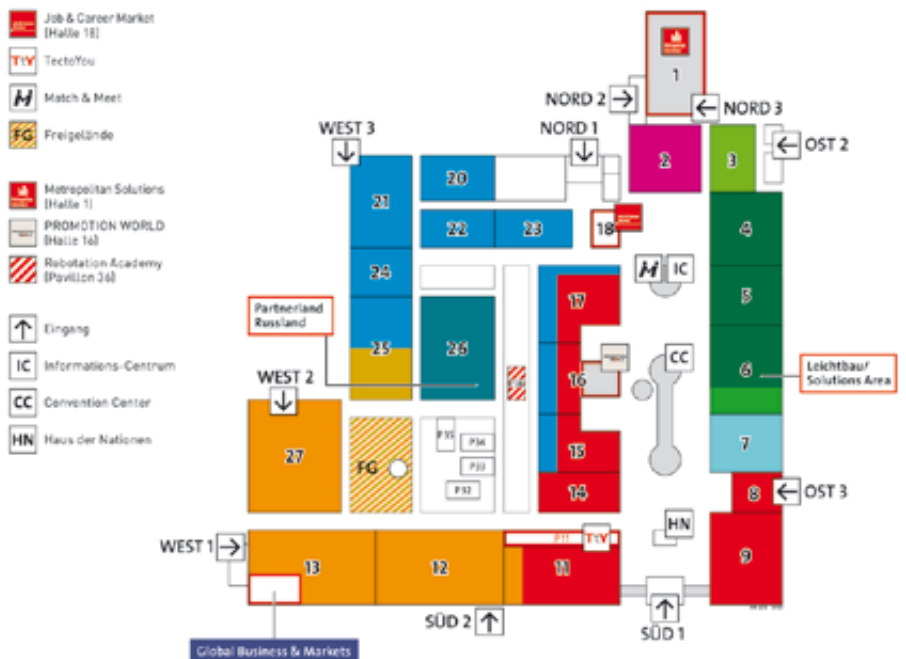
Das ausgedruckte Ticket ermöglicht Ihnen den direkten Zugang zum Messegelände und gilt als Dauerticket für alle Veranstaltungstage. Darüber hinaus können Sie mit diesem Ticket alle öffentlichen Verkehrsmittel im Großraum-Verkehr Hannover (GVH) am Tag Ihres HANNOVER MESSE-Besuchs kostenfrei nutzen. Der Besuchstag muss dazu vor Fahrtantritt auf dem Ticket angekreuzt werden!



8.-12. April 2013

NEW TECHNOLOGY FIRST

- **Industrial Automation**
 Internationale Leitmesse für Prozessautomation, Fertigungsautomation und Systemlösungen für die Produktion und Gebäude
 Hallen 8, 9, 11, 16-17
- **Motion, Drive & Automation**
 Internationale Leitmesse der Antriebs- und Fluidtechnik
 Hallen 15-17, 20-25
- **Energy**
 Internationale Leitmesse der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung, Energieversorgung, -übertragung, -verteilung und -speicherung
 Hallen 11-13, 29, F0
- **Wind**
 Internationale Leitmesse der Anlagen, Komponenten und Services für die Windenergie
 Halle 27
- **MobilitTec**
 Internationale Leitmesse für hybride & elektrische Antriebstechnologien, mobile Energiespeicher und alternative Mobilitätstechnologien
 Halle 25, F0
- **Digital Factory**
 Internationale Leitmesse für integrierte Prozesse und IT-Lösungen
 Halle 7
- **ComVac**
 Internationale Leitmesse der Druckluft- und Vakuumtechnik
 Halle 26
- **Industrial Supply**
 Internationale Leitmesse für industrielle Zulieferlösungen und Leichtbau
 Hallen 4-6
- **SurfaceTechnology**
 Internationale Leitmesse der Oberflächentechnik
 Halle 3
- **IndustrialGreenTec**
 Internationale Leitmesse für Umweltechnologien
 Halle 6
- **Research & Technology**
 Internationale Leitmesse für Forschung, Entwicklung und Technologietransfer
 Halle 2



11/2012 - Änderungen vorbehalten - Variation 6 de - 121101



Werkstoff-Forum Intelligenter Leichtbau

Halle 6, Stand B53 Forumsprogramm 2013

(Stand: Februar 2013)

Für nähere Informationen zum Werkstoff-Forum und zum aktuellen Programm besuchen Sie bitte die Seite der Hannover Messe:

<http://www.hannovermesse.de/de/werkstoffforum>

<http://www.hannovermesse.de/de/ueber-die-messe/programm/veranstaltungen/veranstaltungsuebersicht>

Montag 08.04.2013		Verbundwerkstoffe / Polymere Werkstoffe		Moderation: Prof. Dr.-Ing. Wilm Felix Unckenbold	
10.00 Uhr	N.N.	N.N.	N.N.	N.N.	N.N.
10.30 Uhr	Composites-Marktentwicklung und -Trends Europa	Dr. Elmar Witten	AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe		
11.00 Uhr	Von der Idee in die Serie – Bauteilentwicklung mit glasfaserverstärktem Kunststoff am Beispiel einer flexiblen Eishockeybande	Sebastian Spitzer	Leichtbauzentrum Sachsen		
11.30 Uhr	Entwicklung von Faserverbundkomponenten für Formula Student Rennwagen - Monocoqueentwicklung vom Konzept bis zum erfolgreichen Renneinsatz	Florian Wehner	KA-Racing e.V.		
12.00 Uhr	Struktureller Leichtbau durch innovative Formoptimierung - Optimierungsverfahren und Anwendungsbeispiele	Dr. Matthias Firl	FEMopt Studios GmbH		
Mittagspause					
13.30 Uhr	Finite Elemente basierte Form- und Lagewinkeloptimierung für Faserverbundwerkstoffe	Helmut Masching	Lehrstuhl für Statik, TU München		
14.00 Uhr	Herstellungs-Prozess-Simulation zur fertigungsgerechte Auslegung von CFK-RTM-Bauteilen und Werkzeuge	Dr. Johannes Eschl	Kämmerer AG		
14.30 Uhr	N.N.	Rainer Kehrlé	MAI Carbon		
15.00 Uhr	Geschäumte Kunststoffteile auf den Punkt ausgelegt - Einsatz von FEM und Spritzgießsimulation	Dr. Norbert Müller	Schaumform GmbH		
15.30 Uhr	Neuartige Sensoren zur Erfassung von Dehnungen in Faserverbundwerkstoffen	Thomas Mäder	Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik, TU Chemnitz		
16.00 Uhr	Infusionsverfahren für komplexe Faserverbundstrukturen	Sonja Niemeyer	Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, TU Clausthal		
16.30 Uhr	Biobasierte Kunststoffe und generative Fertigung - Neue Impulse für den Leichtbau	Dr. Ralf Kindervater	BIOPRO Baden-Württemberg GmbH		

Dienstag 09.04.2013		Moderne höchstfeste Stahlwerkstoffe		Moderation: Dr.-Ing. habil. Mirko Schaper	
10.00 Uhr	Moderne höchstfeste Stahlbleche für die Automobilindustrie	Dr. habil. Mirko Schaper	Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover		
10.30 Uhr	Anwendung hochfester Stahlsorten in Konstruktion und Fertigung - Einsatz für Baumaschinen und Landmaschinen	Volker Braun	ArcelorMittal Global R&D		
11.00 Uhr	Leichtbau-Innovationen in Stahl für das Elektrofahrzeug der Zukunft in kleinen Serien	Dr. Martin Hillebrecht	EDAG GmbH & Co KGaA		
11.30 Uhr	Hoch manganhaltige TWIP Stähle - Einfluss der Mikrostruktur auf das Verformungsverhalten	Dr. Thomas Niendorf	Lehrstuhl für Werkstoffkunde, Universität Paderborn		
12.00 Uhr	Moderne Stahlvielfalt mit Blickpunkt Zukunft - was die Automobilindustrie erwarten darf	Eugenie Klöpfer	Salzgitter Flachstahl GmbH		
Mittagspause					
13.30 Uhr	Prozess- und Schädigungsverhalten höherfester Stahlblechwerkstoffe in Biege- und Schneidoperationen	Dr. Hinnerk Hagenah	Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Universität Erlangen-Nürnberg		
14.00 Uhr	Duktile Schädigung in der Blechmassivumformung - Festigkeitseinschränkende Poren- und Rissbildung im Fertigungsprozess	Dennis Fassmann	Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover		
14.30 Uhr	Hochfeste Stahlwerkstoffe für Fahrwerks- und Abgaskomponenten - Anwendungsbezogene Entwicklungen und Werkstoffeinsatz	Dr. Jan Lackmann	Benteler Automobiltechnik GmbH		
15.00 Uhr	Weiterentwicklung der Blech-Warmumformung für optimierte Bauteilfunktionen	Dr. Peter Feuser	Daimler AG		
15.30 Uhr	Mit Simulation schneller zum Einsatz neuer hochfester Stähle - Verkürzung von Innovationszyklen durch Werkstoffsimulation	Dr. Uwe Diekmann	Metatech GmbH		
16.00 Uhr	Neue Entwicklungen beim Formhäerten	Dr. Sven Hübner	Institut für Umformtechnik, Leibniz Universität Hannover		

Mittwoch 10.04.2013		Multi-Material-Design / Keramiken		Moderation: Mark Alan Swider	
10.00 Uhr	Entwicklung einer innovativen Hybridbremscheibe: INNOBRAKE	Ralf Kaiser	TU Bergakademie Freiberg / Sheet Cast Technologies GmbH		
10.30 Uhr	Leichtbau Quo vadis: Multimaterialsysteme versus Energieeffizienz	Dr. Martin Hillebrecht	EDAG GmbH & Co KGaA		
11.00 Uhr	Hybride Strukturteile aus Stahl und CFK-Prepregs - Gemeinsame Umformung von Stahl und CFK-Prepregs zur Herstellung hochfester Strukturbauteile	Hans Christian Schmidt	Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen, Universität Paderborn		
11.30 Uhr	Neuartige Faserverbundwerkstoffe für den Automobileninnenraum - Leichte Strukturbauteile in Multimaterialbauweise	Ralf Matheis	Forschungsgesellschaft Kraftwesen mbH Aachen		
12.00 Uhr	HYTRIS® - Neue textile Werkstofflösung - Leichtbausystem mit hoher Energie-, Umwelt- und Ressourcenoptimierung!	Faisal Knappe	FHJKdesign GmbH		
Mittagspause					
13.30 Uhr	Verkürzung der Prozesskette für geschmiedete Aluminium-Bauteile mit Lagerbuchsen aus 100Cr6	Uwe Kasper	LEIBER Group GmbH & Co. KG		
14.00 Uhr	Mechanisches Fügen und Hybridfügen von Multi-Material-Leichtbaustrukturen	Vitalij Janzen	Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik, Universität Paderborn		
14.30 Uhr	Außergewöhnliche Problemlösungen mit porösen Keramiken - Beispiele aus der Praxis	Ulrich Werr	Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH		
15.00 Uhr	Hartgelötete Keramik-Metall-Verbunde als Schlüsselkomponenten für die Energiewende	Dr. Holger Wampers	LAPP Insulators Alumina GmbH		
15.30 Uhr	Si3N4 Bauteile - Neue Anwendungsmöglichkeiten oder Si3N4 als Alternative zu Stahl und Hartmetall	Dr. Rolf Wagner	H.C. Starck Ceramics GmbH		
16.00 Uhr	Heißgießen - Erhöhung der Bauteilkomplexität durch Fügen von Keramik-Keramik bzw. Keramik-Metall-Komponenten	Jérôme Dumalin	TKC - Technische Keramik GmbH		
16.30 Uhr	Oxidkeramik-universeller Einsatz in Technik und Wissenschaft - Eigenschaften, Herstellungsverfahren und Anwendungsbeispiele	Alexander Heitmann	FRIATEC AG		

Donnerstag 11.04.2013		Hochleistungs Füge- und Trenntechnik		Moderation: Dr.-Ing. Thomas Hassel	
10.00 Uhr	Lasergeführtes und stabilisiertes Metallschutzgasschweißen (LGS-MSG) - Schweißen Laser Lichtbogen Stabilisation	Dr. Jörg Hermsdorf	Laser Zentrum Hannover e.V.		
10.30 Uhr	Plasmaschneiden - ein innovatives und hochleistungsfähiges Schneidverfahren	Volker Krink	Kjellberg Finsterwalde Plasma und Maschinen GmbH		
11.00 Uhr	Schweißen am laufenden Band - Bolzenschweißen in Blechumformwerkzeugen	Dr. Dominic Gruß	PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG		
11.30 Uhr	Micropräzision mit Wasserstrahl - zukunftsweisende Bearbeitung von Hightech-Materialien, Beispiele aus der Praxis.	Beat Troesch	MDC Max Daetwyler AG		
12.00 Uhr	New trends of laser processing within the process chain of hotforming	Johanes Bührle	TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH		
Mittagspause					
13.30 Uhr	Elektronenstrahltechnologien im Vakuum	Dr. Thomas Krüssel	Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig		
14.00 Uhr	Die Verwendung atmosphärischer Elektronenstrahltechnologien als thermisches Schneidwerkzeug	Dr. Thomas Hassel	Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover		
14.30 Uhr	Schweisschutzgas: Hilfsstoff oder optimierendes Werkzeug? - Auswahl und Anwendung von Schutzgasen nach ISO 14175	Frank Steller	Linde AG		
15.00 Uhr	Hochfrequenzschweißen als Hochleistungsfügeprozess für neuzeitliche Leichtbauwerkstoffe	Dr. Henning Wiche	Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, TU Clausthal		
15.30 Uhr	Präzisionswasserstrahlschneiden als strategischer Bestandteil moderner Fertigung	Ralf Winzen	INNOMAX AG		
16.00 Uhr	InFocus - Fügen mit gesteigerter Energiedichte	Dr. Todd Deißer	Kjellberg Finsterwalde Schweißtechnik und Verschleißschutzsysteme GmbH		
16.30 Uhr	Fallaht Hybriderschweißen im Schiffbau - der nächste Innovationsschritt	Dr. Simon Olschok	Institut für Schweißtechnik und Füge-technik, RWTH Aachen		

Freitag 12.04.2013		Leichtmetalle und Leichtbaustrukturen		Moderation: Norbert Grittner	
10.00 Uhr	Magnesium mit sensorischen Eigenschaften - Funktionalisierung von Mg-Bauteilen durch Legierungsentwicklung	Christian Klose	Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover		
10.30 Uhr	Aluminium Strangpressprodukte und Schmiedehalbzeuge mit erweitertem Anforderungsprofil - Neue Trends in der Anwendungstechnik	Dr. Arne Rossberg	Alcoa Extrusions Hannover		
11.00 Uhr	Anforderungsgerechte Fertigung dünnwandiger, gegossener Aluminium Prototypen und Kleinserien für den Karosseriebau	Dr. Joachim Gundlach	Grunewald GmbH & Co. KG		
11.30 Uhr	Aluminiumstrangpresslegierungen und ihre Einsatzmöglichkeiten	Erich Hoch	F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG		
12.00 Uhr	Aluminium - innovativer Leichtbaukonstruktionswerkstoff im Automobilbau	Dr. Andreas Kleine	TRIMET Aluminium AG		
12.30 Uhr	Leichtbau leicht gemacht mit Guss in Eisen, Aluminium und Magnesium	Klaus Decking	Georg Fischer Automotive AG		
13.00 Uhr	Innenhochdruckumformen von Titanhohlprofilen - Entwicklung einer mehrstufigen Prozesskette zum Innenhochdruckumformen von Titanrohren	Johannes Knust	IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH		
13.30 Uhr	Bearbeitung von Titanstrukturbauteilen für den Flugzeugbau - Voraussetzungen für die Hochleistungsbearbeitung	Thilo Grove	Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover		
14.00 Uhr	INSTAL - Das innovative Dienstleistungskonzept, für die Entwicklung von (Leicht)Bauteilen	Dr.-Ing. Stefan Allmeier	INSTAL Engineering GmbH		

Beteiligte Institute

Institut für Werkstoffkunde
der Leibniz Universität Hannover



IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gemeinnützige GmbH

IPH

Institut für Mikrotechnologie
der Leibniz Universität Hannover

IMPT

Institut für Transport- und
Automatisierungstechnik
der Leibniz Universität Hannover

ITA

Institut für Fabrikanlagen und Logistik
der Leibniz Universität Hannover

IFA

Laser Zentrum Hannover e. V.



Institut für Umformtechnik
und Umformmaschinen
der Leibniz Universität Hannover

IFUM

Vorschau

Die nächste Ausgabe der phi
erscheint im Oktober 2013

Thema:
Forschung & KMU



(Quelle: ccfranken - Fotolia.com)

