

iqjournal



Material-effizienz in der Praxis

3D-Drucken, Recyceln, Sintern, Verpacken



4

3D-Druck in der Schule:

Die Neugier und Freude am Erfinden



14

Nanoskalige Matrixadditive:

So lassen sich die Fähigkeiten von CFK verbessern



18

Unser Schreibwettbewerb:

Viel Erfolg mit Mathe – und kein Sonnenbrand

ZUR SACHE

2 editorial

Zur Sache

3 titel

Tetraedrischer Kohlenstoff für mehr Effizienz
3D-Druck gehört in den Unterricht
Recycling von Photovoltaikmodulen
Wie die Verpackungsbranche die Hülle findet
Wohin mit Abfällen aus Kraftfahrzeugen?
Materialeffizienz beim Schienenfahrzeug-Bau
Großes Potenzial: nanoskalige Matrixadditive
Polymerschmierstoff: mineralölfrei produzieren

16 porträt

Ingenieurpersönlichkeit
Nikolaus Otto

18 intern

Sieger unseres Mathe-Schreibwettbewerbs
Vom Themenjahr zum Arbeitskreis
suj: Workshop Projektmanagement
AK Luft- und Raumfahrt bei Heggemann
Jahresabschluss Bezirksgruppe Wolfsburg
Ressourceneffizienz für die Region
Wettbewerb der Allianz für die Region
Vortrag des Jahres mit Altbischof Weber
Exkursion Schunk Sintermetalltechnik

28 termine & gratulationen

Veranstaltungen im 4. Quartal 2014
Neuzugänge
Gratulationen

iQ-JOURNAL 1/2015

Das iQ-Journal 1/2015 erscheint kurz vor
Weihnachten. Anregungen und Beiträge an:
redaktion@vdi-bs.de.
Redaktionsschluss ist der
17. November 2014.



*Josef Thomas,
stellvertretender Vorsitzender
VDI Braunschweiger Bezirksverein
und Leiter Arbeitskreis
Luft- und Raumfahrt*

Liebe Leserinnen und Leser,
liebe Mitglieder des VDI-Bezirksvereins Braunschweig,

Braunschweig / Wolfsburg – Die Ingenieurregion: ein treffendes Schlagwort für ein bisher weitgehend unbeachtetes Qualitätsmerkmal unserer Region, und eines mit einem gewissen Reizpotenzial!

Ingenieure führen viel zu häufig ein unverdientes Mauerblümchendasein. Mit dem trostlosen Verschwinden des akademischen Abschlusses „Dipl.-Ing.“ fällt ein stolzer Markenartikel dem organisierten Vergessen anheim. Was braucht es noch Ingenieure in einem von exzellenter Wissenschaft geprägten Umfeld? Dieses schiefe Bild soll und muss sich ändern!

Unser Bezirksverein verfolgt seit längerem die Imageverbesserung des Ingenieurberufs. Viele Gespräche mit Menschen und Institutionen, die sich für die Zukunftsfähigkeit unserer Region engagieren, haben uns bestätigt und ermutigt, nun konkret zu werden. In einem mehrjährigen Projekt wollen wir zwei erfolgversprechende Wege gehen:

1. VDI-Zukunftspiloten (www.zukunftspiloten.vdi.de): Eine verlockende Einladung an junge Macher ab 14 Jahren, in eigenständig gestalteten Projekten Selbstvertrauen für ihren Berufsweg – hoffentlich als Ingenieur – zu gewinnen. Alte Hasen stehen ihnen zur Seite und werden viel darüber lernen, wie die Jugend „tickt“ und wie wir gemeinsam ein stabiles „Zukunftshaus“ für alle Generationen bauen sollten.

2. Ingenieurgeschichten (www.ingenieurgeschichten.vdi.de): Der VDI will zeigen, wie deutsche Ingenieure unseren Alltag verbessern. Dazu suchen wir beispielhafte Geschichten, die ohne Fachchinesisch und sehr persönlich das Wirken unserer Mitglieder im Alltag erzählen. Eine tolle Chance, ohne zeitgeistigen Narzissmus einfach vertrauensbildend zu wirken.

Unser Dachverein VDI e.V. als Träger dieser bundesweiten Kampagnen fördert unser Engagement vor Ort. Unterstützen Sie uns bei dieser Arbeit und holen Sie sich Anregungen auf den zitierten Internetseiten.

Genießen Sie die Fachbeiträge in dieser Ausgabe, allesamt lebendige Beispiele für ehemalige Zukunftspiloten und aktuelle Ingenieurgeschichten. In dieser Community leben und arbeiten zu können, ist für jeden Beteiligten sicherlich ein Stückchen persönliches Glück.

Ihr

Kohlenstoffschichten gegen Reibung und Verschleiß

ta-C steigert die Materialeffizienz von Motorkomponenten

In der Motorenentwicklung ist die stetige Verlängerung von Wartungszyklen sowie die Verschleiß- und Reibungsreduzierung im Hinblick auf effiziente Nutzung von Materialien unabdingbar. Durch das Downsizing und die damit verbundene höhere Aufladung von Motoren müssen Werkstoffe zunehmend höheren Belastungen standhalten. In einem Kooperationsprojekt zwischen dem Fraunhofer IST in Braunschweig und der Firma IHI Hauzer Techno Coating in den Niederlanden wurden modifizierte ta-C-Schutzschichten (ta-C = tetraedrischer Kohlenstoff) untersucht. Sie sind für die Optimierung von Werkstoffoberflächen thermisch hoch belasteter Motorkomponenten geeignet.

Schichtsysteme aus der Dünnschichttechnologie sind nur wenige Mikrometer dünn und finden industrielle Anwendung unter anderem auf Umformwerkzeugen oder Komponenten des automobilen Antriebsstrangs. Dabei handelt es sich meist um kohlenstoffhaltige, metallhaltige oder hybride Schutzschichten aus PVD- und CVD-Beschichtungsprozessen. Im Bereich Tribologie schützen diese Schichtsysteme das darunter liegende Substrat vor erhöhter Reibung und Verschleiß.

Wolfram macht den Unterschied aus

Die Schichten aus ta-C sind durch ihre Struktur bis 500°C thermisch stabil und vergleichbar reibungs- und verschleißarm wie konventionelle DLC-Beschichtungen, die bei 500°C evaporieren können. Wird bei der ta-C-Beschichtung ein Zusatzmaterial (z.B. Wolfram) in die Schichtstruktur eingebracht, hat dies einen positiven Effekt auf die tri-

bologischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen: Die Auswertung tribologischer Tests bei Raumtemperatur nach Temperversuchen bis 500°C ergibt eine extrem geringe Verschleißtiefe, die im Bereich der Oberflächenrauheit liegt. Ebenso tritt am Gegenkörper extrem geringer Verschleiß auf. Lediglich bei tribologischen Tests unter Hochtemperatur (450°C und 500°C) liegt der Verschleiß signifikant höher.

Das Modell: Belastungen wie im Motorraum

Die Modellversuche sind so gewählt, dass sie den Belastungen durch Lastspitzen im Motorraum ähneln. Eine solche Belastungssituation stellt der Einsatz der Motorstaubremsen eines Nutzfahrzeugs im Gefälle dar. Die Motorstaubremsen unterstützt die Betriebsbremse und führt zu einer Druckerhöhung im Brennraum mit in Simulationen ermittelten Temperaturen, welche in Spitzenwerten deutlich über 400°C auf Kolbenringen erreichen können.

Gemessen an ebenfalls ungeschmierten Stahl-Stahl-Reibpaarungen reduziert die wolframhaltige ta-C-Schicht den Reibwert um mehr als 80 Prozent. Im Falle eines noch nicht aufgebauten Ölfilms oder eines Ölabrisses schützt die Schicht in der Funktion einer Feststoffschmierung den Motor vor Verschleiß. Gegenüber den konventionellen DLC-Schichten erlaubt die thermische Stabilität der Schicht zudem ihre Anwendung auf Kolbenringen oder Teilen des Ventiltriebs.

Eine erste Abschätzung führt auf Basis der globalen Flottenverbräuche aller Nutzfahrzeuge aus dem Jahr 2012 zu einem maximalen Einsparpotenzial von



Typisches Testgerät für tribologische Tests unter Hochtemperatur: das Tribometer mit Peripherie.

7,3 Milliarden Litern Kraftstoff für den Anteil des Kolbenverbands an der Motorreibung. Das entspricht 8,5 Milliarden Euro und 18,8 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen.

Die Analyse, Bewertung und Abschätzung wurden im Rahmen einer interdisziplinären studentischen Abschlussarbeit durchgeführt. Für Studenten der Ingenieurwissenschaften sind Abschlussarbeiten in Unternehmen eine gute Möglichkeit, Erfahrung zu sammeln und Kompetenzen in Kooperationsprojekten aufzubauen. Dies ist in fachlicher und persönlicher Hinsicht eine wertvolle Komponente für das spätere Berufsleben.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Birte Sabine Horn
VDI, Abteilung Neue tribologische Beschichtungen, Fraunhofer Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST)

TITEL

Die Freude und Neugier am Erfinden – mit 3D-Druck

Warum das neue Fertigungsverfahren in die Schule gehört

3D-Druck: Das ist eine Technologie, die gerade Geschichte schreibt. Weil sie auf dem Weg ist, unseren Alltag zu revolutionieren – in etwa so, wie es auch der Computer geschafft hat. Was genau steckt dahinter?

Ein 3D-Drucker ist eine Maschine, die digitale Körper als Datei empfängt und als reales Objekt dreidimensional aufbaut. Dabei funktioniert solch ein 3D-Drucker ähnlich wie eine automatisch gesteuerte und durch Schrittmotoren bewegte Heißklebepistole. Nachdem der 3D-Drucker die CAD-Datei empfangen

hat, beginnt er, das Objekt zu realisieren. Zuerst wird ein Kunststoffdraht geschmolzen. Und dann wird der zähflüssige Kunststoff auf eine Bauplattform Schicht für Schicht aufgetragen – bis aus dem digitalen Körper ein reales Modell wird.

Wenig Materialverlust

Ein wichtiger Vorteil des 3D-Drucks ist, dass nur so viel Material verbraucht wird, wie letztendlich auch gebraucht wird. Im Gegensatz zu herkömmlichen Fertigungsverfahren wird das Objekt additiv aufgebaut. Dadurch entstehen kaum Materialverluste. Außerdem ist es ein Trend, Produkte „on demand“ herzustellen. Das gewünschte Produkt kann mit einem 3D-Drucker dort erzeugt werden, wo es nachgefragt wird. Produkte können nach individuellen Wünschen gefertigt werden. Kosten und Dauer

von Produktionsabläufen werden erheblich vermindert.

Fabmaker ist ein junges Unternehmen aus Braunschweig, das das Ziel verfolgt, 3D-Drucker nachhaltig und sinnvoll in den deutschen Schulalltag zu implementieren. Einen besonders wertvollen Beitrag kann der 3D-Drucker zur MINT-Förderung und an Blindenschulen leisten. Dazu hat Fabmaker einen für den Schulunterricht optimierten 3D-Drucker entwickelt, der sicher, benutzerfreundlich und zuverlässig arbeitet.

Warum ist der 3D-Drucker im Unterricht sinnvoll eingesetzt? Innovationen resultieren aus der Freude und Neugierde am Entdecken und Erfinden. 3D-Druck in Lehr-Lern-Kontexten bietet vielfältigste Möglichkeiten des Wissenstransfers, des Erfahrens von Prozessketten und der Entwicklung von Fach- und Schlüsselkompetenzen. Hierbei sollte das 3D-Drucken als Querschnittskompetenz betrachtet werden, denn erst dies lässt es zu, das Potential in der Schule zu ermessen. Dieses Medium ermöglicht es, Lernprozesse der Schüler von der



Zwei Schülerinnen bauen einen schultauglichen 3D-Drucker.



Eine Schülerin modelliert einen Körper als Vorlage für den 3D-Druck.

ersten Idee bis zum Endprodukt zu unterstützen. Weiterhin fördert dieses Verfahren in schulischen Gruppenprojekten Kompetenzen und Fähigkeiten wie z.B. räumliches Vorstellungsvermögen und Kreativität, aber auch Problemlösekompetenzen und Kooperationsfähigkeiten.

Zu Beginn muss über das zu erstellende Objekt in der Gruppe verhandelt werden. Haben sich die Schüler auf eine Idee geeinigt, muss diese skizziert werden. Dies fördert Fähigkeiten des technischen Zeichnens, aber auch kreative sowie ggf. künstlerische Kompetenzen. Die Skizze wird dann mit einer 3D-Software modelliert und somit in ein digitales Modell umgewandelt.

3D-Druck kann Technikbegeisterung fördern

Das schnelle Einarbeiten in die professionelle Bedienung solcher CAD-Programme stellt in vielen Branchen in wachsendem Maße eine absolute Fachkompetenz dar und verschafft Schülern einen Wettbewerbsvorteil auf dem Arbeitsmarkt. Weiterhin fördern Erfahrungen mit dem 3D-Druck geschlechterunabhängig das Interesse an MINT-Fächern, da mathematische, naturwissenschaftliche und tech-

nische, aber auch kreative Fähigkeiten gefördert werden. Praxisprojekte haben hier gezeigt, dass auch bei Mädchen ein deutliches Interesse an Technik und den MINT-Fächern entwickelt werden kann.

Von besonderer Bedeutung sind jedoch die besonderen Lernerfahrungen, die Schüler in 3D-Druck-Projekten sammeln:

- Wie oben erwähnt, startet diese Lernerfahrung mit der eigenen Imagination. Die Möglichkeit, eine kreative Idee in die Realität umsetzen zu können, ist in höchstem Maße motivierend.
- Die Lernerfahrungen sind realitätsnah, da sie wie bei beruflichen Projekten in ihrer Entwicklung nicht vorhersehbar sind: Sie erfordern kontinuierliches Reflektieren, Überprüfen, Evaluieren und Adaptieren der Lern- und Arbeitsschritte an veränderte Bedingungen.
- Die Schüler werden durch das hohe Maß an eigener Beteiligung motiviert, müssen aber auch mit Frustration und Misserfolg umgehen und sich immer wieder motivieren, um ihr Ziel zu erreichen. Hierbei sammeln sie auch Erfahrungen im Umgang mit der Dynamik von Gruppen.

TITEL

- Der 3D-Druck ermöglicht weiterhin auch interdisziplinäres Arbeiten und das Übertragen von Wissen in unterschiedlichsten Kontexten. Diese Erfahrungen sind nicht nur abstrakt (z.B. in der Modellierung), sondern anschließend auch praktisch und plastisch erfahrbar.

Neuere Forschungen belegen, dass Lernen besonders gut und nachhaltig gelingt, wenn Lerner

- in einem aktiven Prozess lernen, der ein hohes Maß an aktiver Beteiligung ermöglicht;
- selbst die Kontrolle und Steuerung des Lernprozesses übernehmen müssen;
- in einem konstruktiven Prozess lernen, in dem auf vorhandene Wissensstrukturen aufgebaut wird und die eigenen Erfahrungen kontinuierlich reflektiert und bewertet werden müssen;
- sich in der Interaktion gegenseitig unterstützen und auch Emotionen ihren Raum haben;
- ihr Wissen situativ und in möglichst authentischen Kontexten anwenden können. Hierbei werden das Verstehen und die Motivation erhöht, wenn die Lernkontexte nah an der Lebenswelt und den Interessen der Schüler sind.

Daher basiert unser didaktischer Ansatz auf einem konstruktivistischen Methoden-Mix, der u.a. erfahrungsorientiertes, aber auch situiertes und kooperatives Lernen miteinander verbindet.

Prof. Dr. Gardenia Alonso, Fabmaker, und Petra Fastermann, Fasterpoly

Lehrbuch zu 3D-Druck

Für den Unterricht ist im Juli 2014 ein Lehrbuch auf den Markt gekommen: Fabucation – 3D-Druck in der Schule (ISBN 978-3-7357-5802-6). Das Buch ist als Begleitbuch des von Fabmaker entwickelten 3D-Druckers „E1“ geschrieben worden. Es orientiert sich an seiner Zielgruppe – den Schülerinnen und Schülern ab der achten Klasse, die ihn bedienen lernen sollen. Neben einer Einführung in den 3D-Druck bietet das Lehrbuch unter anderem Modelle zum Ausprobieren und einen Muster-Lehrplan für den Unterricht.

Photovoltaikmodule: So funktioniert

Neue Anforderungen verlangen neue Verwertungsverfahren

Die Photovoltaik liefert einen wichtigen Beitrag beim Wandel der Energieversorgung in Deutschland und in der Welt. Mit der stetig steigenden Verbreitung, seit Einführung dieser Technologie, hat sich auch das zu erwartende Aufkommen von ausgedienten Modulen erhöht. Durch den meist hohen Anteil gut verwertbarer Materialien könnten die derzeit am weitesten verbreiteten Modultypen im Prinzip hohe stoffliche Verwertungsquoten erreichen. Dennoch gestaltet sich die sortenreine Rückgewinnung der einzelnen Komponenten aufgrund verschiedener Konstruktionsdetails schwierig.

Es ist erforderlich, zukünftige Modulgenerationen hinsichtlich einer recycling- und damit auch reparaturgerechten Konstruktion zu verbessern. Dabei ist auch auf diejenigen Bestandteile zu achten, die nur einen geringen Anteil an der Gesamtmasse eines Moduls haben und als Rezyklate geringere Preise erzielen. Die

Wirtschaftlichkeit des Recyclings ist zum einen von Kosten, wie Betriebs- (Anlagen, Personal, Energie) im Verwertungsprozess und Entsorgungskosten nicht nutzbarer Materialien bzw. der Schadstoffe, abhängig und zum anderen vom Gewinn, also den Einnahmen aus dem Verkauf von zurückgewonnenen Werkstoffen und von möglichen wiederverwendbaren Bauteilen.

Aluminium und Glas bieten am meisten Profit

Die Materialien mit größtem Gewinnpotenzial sind das Aluminium und das Glas, da sie einen hohen Anteil an der Gesamtmasse eines Moduls einnehmen. Weitere Gewinne können bei der Verwertung der Leiterbahnen, Kabel, Dioden, des Siliziums und der thermoplastischen Kunststoffe erzielt werden. Dafür ist es nötig, möglichst sortenreine Werkstoffe bei einem kostengünstigen Verwertungsprozess zu produzieren. Dieser Kostenmini-

mierung sind jedoch durch die Modulkonstruktionen Grenzen gesetzt.

Vor einer maschinellen Aufbereitung werden die Rahmenteile und die Anschlussboxen entfernt. Die eingesetzten Dichtungsmaterialien verhindern bei fast allen Modulen eine zügige Demontage bzw. führen letztlich beim Aufbrechen zu Schäden am Rahmen, was den weiteren Demontageprozess erschwert. Bauteile wie Rahmen, Anschlussboxen oder auch Dichtgummis können nur schlecht, und damit nicht wirtschaftlich, von den Dicht- und Klebmassen befreit werden. Die damit einhergehende Verunreinigung der separierten Materialien verringert ihren Wert. Besonders schwierig ist die sortenreine Rückgewinnung des Siliziums. Mechanische Aufbereitungsmethoden werden durch die Überwindung der starken Haftung zwischen Silizium und der Einbettmasse (Ethylvinylacetat, kurz: EVA) erschwert. Noch schwieriger ist die Rückgewinnung des Siliziums bei Dünnschichtmodulen.

EVA als Einbettmaterial kann als einer der Hauptstörstoffe bei der Verwertung angesehen werden, denn aufgrund der hohen Haftkraft des EVA ist es nur schwer möglich, Glas und Silizium, aber auch Folien abzutrennen. Als alternative Einbettungsmaterialien könnten beispielsweise das aus Verbundsicherheitsgläsern (z.B. Kfz-Frontscheiben) bekannte Polyvinylbutyral (PVB) oder thermoplastische Urethane zum Einsatz kommen.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen zur Rückgewinnung der verbauten Polymerwerkstoffe, dass das Recycling bzw. die Rückgewinnung sortenreiner Polymere nur bedingt möglich ist, da zum Beispiel als rückseitige Beschichtung der Module mehrlagige Folienverbunde eingesetzt werden. Eine Auftrennung z.B.



Demontierte Anschlussbox ohne Deckel (oben Mitte) mit (von oben links nach unten rechts) Klemmenabdeckung, Klebmasse als Befestigungsmasse an der Modulrückseite, Klemmen, Widerständen und Klemmblechen.

das Recycling

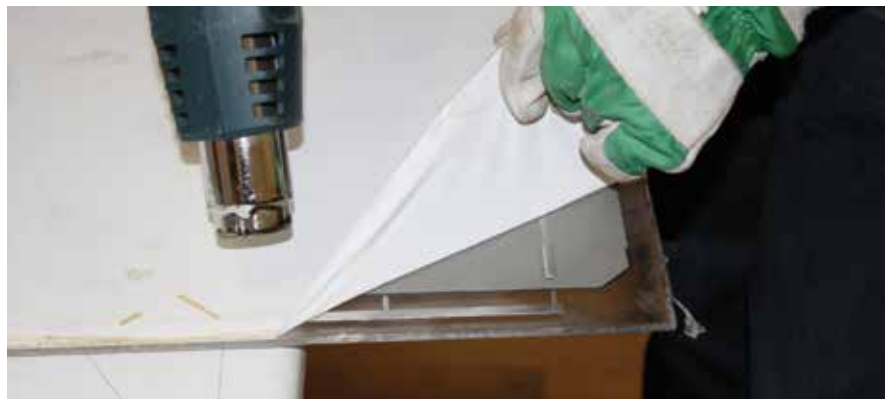
auf chemischem Weg ist zwar grundsätzlich möglich, wird aber nicht durchgeführt. Derartige Verfahren sind kostenintensiv, da höhere Lösemittelmengen und eine aufwändige Verfahrenstechnik für die Rückgewinnung der Lösemittel mit in Betracht gezogen werden müssen. Des Weiteren sind erhöhte Anforderungen an Brand- und Gesundheitsschutz zu berücksichtigen.

Bei dem Modulrecycling wäre eine vorzeitige Abtrennung der rückseitigen Folie – vor dem eigentlichen Aufschlussprozess – von Vorteil. Dies gelänge gut bei Verwendung eines ausreichend starken bzw. dickeren Folienmaterials. Auch der Einsatz von Additiven erschwert das werkstoffliche Recycling der Kunststoffe, da die Eigenschaften eines Rezyklats oftmals nicht vorhersagbar sind.

Klebstoff bereitet Probleme

Eine zerstörungsfreie Entfernung von Bauteilen zur Wiederverwend- oder -verwertbarkeit verringert die Kosten für ihre Aufbereitung. Der Wiedereinsatz der Rahmenelemente erweist sich als günstig, obwohl eine Demontage des Rahmens zum einen durch Dicht- und Klebmassen erschwert wird und zum anderen eine aufwändige Reinigung nötig ist. Bei nahezu allen geschraubten Modulen entstehen Schwierigkeiten durch den Einsatz gewindeschneidender Schrauben. Diese Verschraubung schädigt den Rahmen, und es kann bei einem erneuten Einsatz zu einer verringerten Festigkeit der Verbindung kommen. Ähnlich verhält es sich bei einigen Anschlussboxen. Hier sind die Deckel durch Klemmverbindungen oder durch Schrauben mit zugehörigen, in der Schraubenaufnahme der Anschlussbox eingegossenen Gewindehülsen befestigt.

Dicht- und Klebmassen auf Silikonbasis stellen zwar nur einen geringen Anteil an



Abtrennen der Rückseitenfolie mittels Wärmezufuhr.

der Gesamtmasse dar, sind aber aufgrund der flexiblen Anwendbarkeit schwer zu ersetzen. Eine Reduktion der verwendeten Menge ist jedoch wirtschaftlich und im Hinblick auf eine sortenreine Rückgewinnung der anderen Materialien im Recyclingprozess sinnvoll.

Auch das Pyrolyseverfahren zeigt, dass es grundsätzlich geeignet ist, anorganische Bestandteile sortenrein zurückzugewinnen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist in erster Linie, dass die Polymere verloren sind. Des Weiteren ist nachteilig, dass bei einer Verbrennung der häufig in der Rückseitenfolie eingebundenen fluorhaltigen Kunststoffe Fluorwasserstoff entsteht.

Abschließend kann gesagt werden, dass durch die Entwicklung ausgereifter Verwertungsverfahren, spezialisierter Verwertungsbetriebe und mit der Gründung eines weltweit agierenden Verbandes für Rücknahme und Verwertung die ersten Schritte für eine umweltgerechte Modulverwertung bereits vollzogen worden sind. Mit dem steigenden Abfallvolumen wird es möglich sein, das Recycling zunehmend wirtschaftlicher zu gestalten.

Durch das Aufkommen weiterer Technologien werden auch neue Anforderungen

an die Verwertungsverfahren auftreten. So entfallen die Erlöse aus dem Verkauf von Glas und Aluminium, wenn diese Stoffe durch Polymerwerkstoffe ersetzt werden oder durch festinstallierte Modulaufnahmen keine Rahmenteile vorhanden sind. Dies zeigt sich bei den flexiblen Modulen. Sie besitzen keine Rahmen oder Frontgläser, jedoch einen höheren Anteil der teuren Halbleitermaterialien im Verhältnis zur Modulmasse. Für diese zukünftigen Modultypen müssen die bisher existierenden Verfahren angepasst werden.

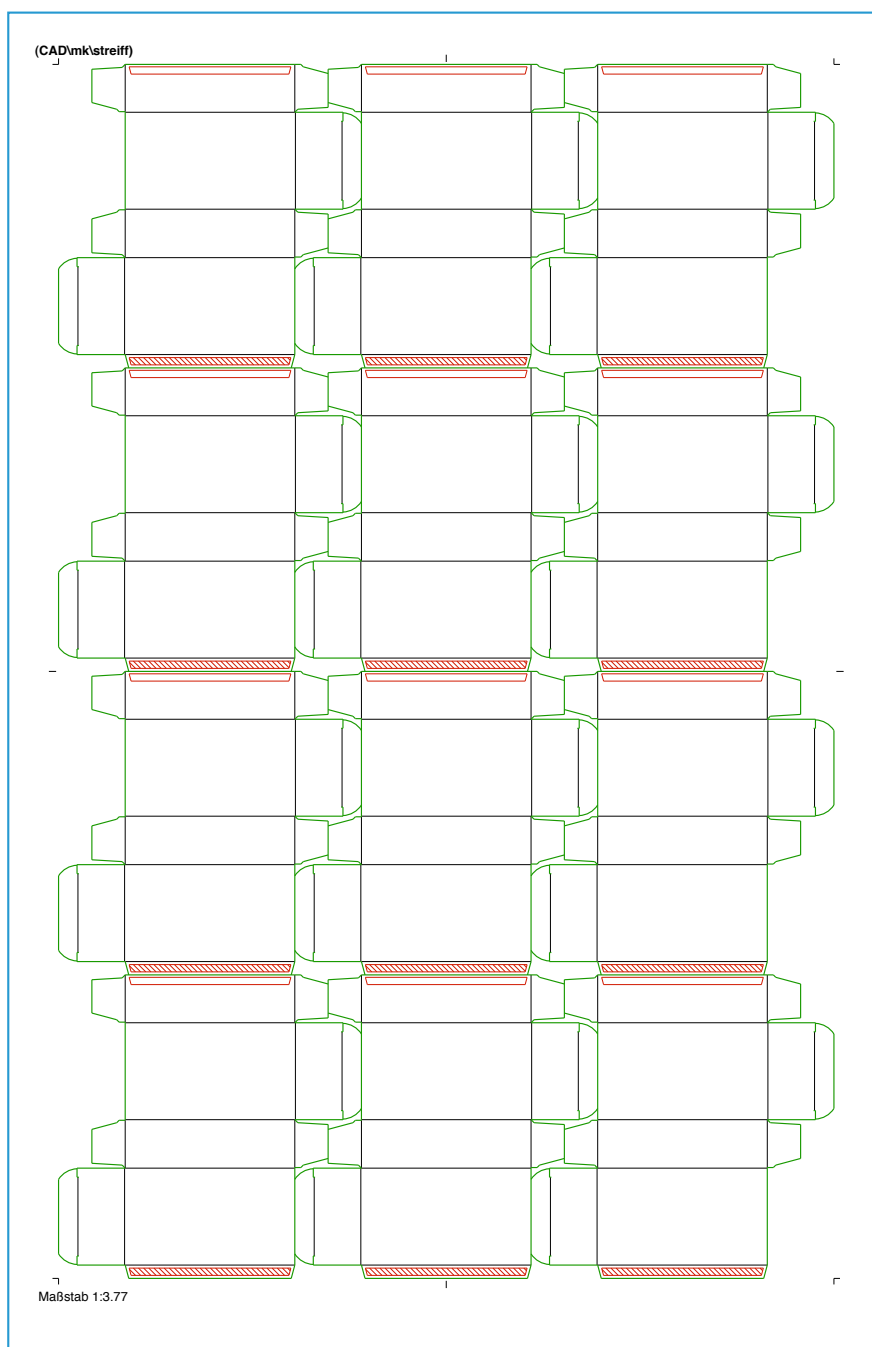
Auf der rechtlichen Seite sind zukünftig ebenfalls Neuerungen nötig und zu erwarten. So ist es wahrscheinlich, dass PV-Module unter die nationalen und internationalen Gesetzgebungen für Elektro- und Elektronikgeräte fallen werden. Ob diese strikt angewendet oder ob Ausnahmeregelungen gestattet werden, bleibt abzuwarten.

Dipl.-Ing. Lars Teitge (mittlerweile Volkswagen AG) und Dipl.-Ing. Sylvia Ott-Welke, Institut für Recycling, Ostfalia, Campus Wolfsburg

TITEL

Viel hilft viel? Nein, richtig hilft besser

Wie die Verpackungsbranche die richtige Hülle findet



Der Titel des Themenjahres des VDI Braunschweig „Ressourceneffizienz gestalten“ fordert jeden verantwortungsvollen Verpackungshersteller heraus. Ein effizienter Materialeinsatz in der Produktion ist ein wichtiger Beitrag zur Schonung der natürlichen Ressourcen, zur Umweltentlastung, aber auch zur Wirtschaftlichkeit von Produktionsabläufen.

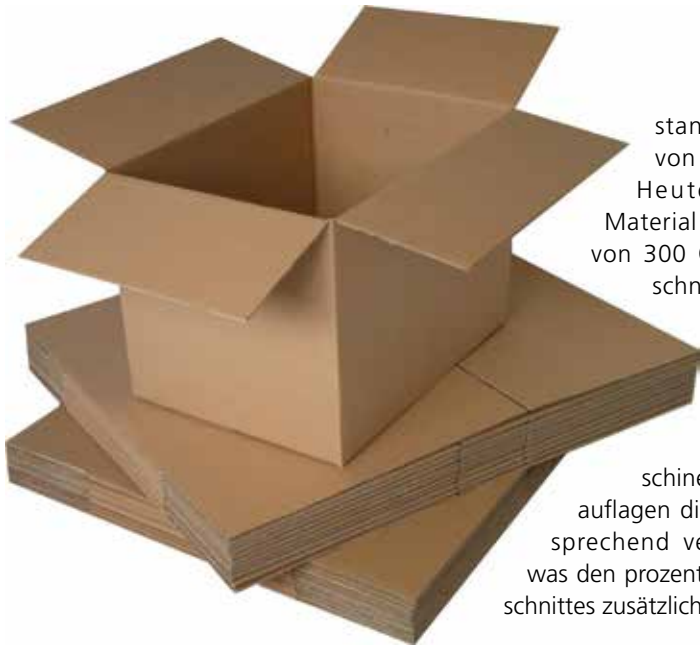
Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Deutschland beschreibt genau das, was in dieser Branche seit Jahrzehnten umgesetzt wird. Wenn im IQ-Journal 2/2014 über ein Rekordflugzeug aus Papier gesprochen wird, dann ist das ein prominenter Vorgriff auf das folgende Thema gewesen. Ein Papierflugzeug mit einer Spannweite von mehr als 18 Metern, entstanden aus 80 Quadratmetern Papier und 900 Tuben Klebstoff, lässt ahnen, wie sehr das Material optimiert werden musste, um diesen Rekord aufzustellen.

Mit minimalem Einsatz ein optimales Ergebnis

Wie sieht der Alltag des Verpackungsherstellers aus? In der Entwicklungsabteilung von Streiff & Helmold spielt Effizienz eine entscheidende Rolle. Zunächst bedeutet Effizienz, dem zu verpackenden Produkt eine richtige Hülle zu geben, die sowohl schützt als auch durch ihre Gestaltung zum Kauf animiert. Schutz bedeutet in diesem Zusammenhang, mit minimalem Einsatz von Rohstoffen ein optimales Ergebnis zu erzielen. Dies gelingt durch die richtige Wahl der Materialien und einen effizienten Umgang mit ihnen. Die Zeichnung zeigt, wie zwölf Verpackungen so versetzt angeordnet werden

Zwölf Faltschachtelzuschnitte mit punktgenauer Materialausnutzung.

TITEL



können, dass kaum Verschnitt entsteht. Das ist ein erster bescheidener Schritt in die richtige Richtung.

Einsparungen von 40 bis 50 Prozent können allein durch die richtige Wahl des Materials erreicht werden. Alle Hersteller von Wellpappe und Vollkarton arbeiten seit Jahren kontinuierlich daran, das Flächengewicht bei gleichbleibender Materialstärke und Steifigkeit zu verringern.

Dieser Effekt zeigt sich besonders bei der Verarbeitung von Wellpappe. Durch neue Wellenformen, neue Wellenstärken und Kombinationen der einzelnen Wellen werden Steifigkeiten erreicht, die früher unvorstellbar waren. Stellt man sich vor, dass eine drei Millimeter dicke Vollpappe ein Gewicht von 2100 Gramm pro Quadratmeter hat, so wiegt eine vergleichbar stabile Wellpappe, die zusätzlich einen wesentlich besseren Dämpfungseffekt hat, nur noch 350 Gramm pro Quadratmeter. Daneben lässt sie sich zudem besser bedrucken und verarbeiten.

Eine weitere Möglichkeit, Material für eine Verpackung einzusparen, liegt eindeutig in der Beschaffung. Je nach Fertigungsmaschinen gab es früher Einheitsformate, aus denen Verpackungen hergestellt wurden. Das übliche Format im Vollpappbereich war 75 x 100 Zentimeter. Je nach Nutzenformat ent-

standen so Verschnitte von bis zu 40 Prozent. Heute hingegen wird Material bereits ab Mengen von 300 Quadratmetern verschnittfrei, millimetergenau, innerhalb von wenigen Tagen angeliefert. Durch immer größere Verarbeitungsmaschinen können bei Großaufträgen die Vernutzungen entsprechend vervielfacht werden, was den prozentualen Anteil des Verschnittes zusätzlich optimiert.

Verpackungen müssen kaschiert oder verklebt werden. Früher wurde hemdsärmelig nach der Maßgabe gearbeitet: „Viel hilft viel“. Das bedeutete, dass eingesetzte Klebstoffe großflächig und dick aufgetragen wurden. Durch veränderte Techniken werden heute schmale Leimspuren in optimaler Stärke aufgebracht. Dabei wird die Viskosität gemessen, überwacht und reguliert.

Zeit sparen durch moderne Maschinen

In der Produktion tragen Luftbefeuchtungsanlagen dazu bei, dass Leimaufträge so gering wie möglich gestaltet und keine Scheinklebungen erzeugt werden. Verarbeitungsmaschinen sind

elektronisch gesteuert und ein einmal eingerichteter elektronischer Auftrag speichert alle Einrichtungsdaten ab. Das spart sowohl beim Bedrucken als auch beim Verarbeiten sogenannter Makulatur- oder Einrichtebogen Zeit.

Die verwendeten Materialien werden dabei so geliefert, dass pro Palette ein Deck- und Lagebogen gegebenfalls Ausschuss ist. Früher konnten das durchaus pro Palette bis zu zehn Bogen sein.

Es gibt nur wenige Branchen, bei denen Abfall so zielgerecht weiterverwendet wird wie in der Verpackungsbranche. Alle anfallenden Verschnittmengen werden direkt abtransportiert, verpresst und den Materiallieferanten zur Verfügung gestellt, die diese dann zu 100 Prozent zur Wiederherstellung verwenden können.

Es ist faszinierend zu sehen, dass es gelingt, jeden dieser angesprochenen Bereiche regelmäßig noch weiter zu optimieren; was sich immer dann widerspiegelt, wenn auf Messen Wettbewerbsergebnisse präsentiert werden, die leichter, besser, preiswerter und somit effizienter sind.

*Dipl. Ing. Helmut Streiff,
Geschäftsführer Streiff
& Helmold GmbH*

EFFIZIENT
NACHHALTIG
WIRTSCHAFTLICH

ANSTOSS!

WETTBEWERB RESSOURCENEFFIZIENZ FÜR DIE REGION

Alle Infos: www.energieeffiziente-region.de/wettbewerb

Ein Projekt der Allianz für die Region GmbH

TITEL

Wohin mit Abfällen aus Kraftfahrzeug-Elektronik?

Wie ELPRO wertvolle Rohstoffe zurückgewinnt

Kraftfahrzeuge werden immer intelligenter. Elektronische Komponenten sorgen für viele nützliche Funktionen zur Beleuchtung, Unterhaltung, Navigation, Effizienzsteigerung bei Antrieben und zur Verbesserung der Sicherheit. Schon bei den Zulieferern entstehen große Mengen Abfälle als Produktionsausschuss. Hinzu kommen die Abfälle aus dem Testbetrieb der Kraftfahrzeughersteller. Noch größere Mengen werden entstehen, wenn die heute produzierten Fahrzeuge eines Tages stillgelegt werden.

Es ist wichtig, elektronische Komponenten aus Kraftfahrzeugen zu sammeln und zu recyceln. Die elektronischen Komponenten enthalten seltene Metalle, die nicht nur teuer sind, sondern auch unter dem Gesichtspunkt der Versorgungssicherheit zum Teil als kritisch

einzustufen sind. Deutschland ist ein rohstoffarmes Land. Umso wichtiger ist es, die Rohstoffe, die bereits in Produkten verarbeitet sind, durch Recycling zurückzugewinnen. Urban Mining heißt das Gebot der heutigen Zeit, um Abhängigkeiten von Rohstofflieferungen aus anderen Kontinenten zu verringern.

Kleinerer CO₂-Fußabdruck von Produkten

Das Recycling von Metallen spart darüber hinaus erhebliche Mengen an Energie und verringert den Ausstoß von CO₂ gegenüber der Metallgewinnung aus nativen Rohstoffen. Dieser Vorteil ist auch bei der Rückgewinnung von Eisen, Aluminium und Buntmetallen auf die Habenseite zu buchen. Wer bei der ELPRO Elektronik-Produkt Recycling GmbH in Braunschweig Rohstoffe zurückge-

winnen lässt, verringert den Carbon Footprint seines Produkts um den Wert, der beim Recycling eingespart wird.

Das Recycling von elektronischen Komponenten aus Kraftfahrzeugen funktioniert so: Die ELPRO hat in Braunschweig eine Anlage zur Aufbereitung von elektronischen Komponenten errichtet. Die Anlage ist für alle Verbundstoffe aus Eisen, Nichteisenmetallen und Kunststoffen geeignet. Die Miniaturisierung der Elektronik stellt zunehmende Anforderungen an den Aufschlussgrad der Verbundstoffe und an die Sortiertechniken, die das Material nach der Zerkleinerung durchläuft.

Großstückige Teile mit Kunststoffgehäusen – wie z.B. Scheinwerfer und Klimaanlagen – werden zunächst in einem langsam laufenden Zweiwellenbrecher

Fotos: ELPRO



TITEL



Autos, hier Kfz-Elektronik, bergen eine Menge Rohstoffe. Die ELPRO gewinnt die Materialien wieder – darunter wie auf unserer Collage Kupfer, Leiterplatten und Aluminium.

vorzerkleinert. Gehäuseteile aus Kunststoff werden separiert und zu Ballen gepresst.

Die Metalle werden anschließend in einem schnell laufenden Prallzerkleinerer aufgeschlossen. Nach einer Siebung

werden Eisen durch Magnetscheider, leitfähige Metalle durch einen Wirbelstromscheider und Leiterplatten durch computergesteuerte Sortierautomaten getrennt. Hüttenwerke gewinnen aus dem abgesiebten Feingut und aus den

aussortierten Leiterplatten Gold, Silber und Palladium.

Recycling von Tantal

Eisen, Aluminium, Kupfer und Messing werden bereits in der Shredderanlage separiert und an Schmelzwerke geliefert. In einem Forschungsprojekt wird derzeit auch die Rückgewinnung von Tantal untersucht.

Nicht zuletzt sind auch die Sicherheitsinteressen der Zulieferer und Kraftfahrzeughersteller von Bedeutung. Produktionsausschuss oder Kraftfahrzeugteile aus dem Testbetrieb sollen nicht in den Verkehr gebracht, sondern nachweislich vernichtet werden.

*Dr. Dirk Schöps, Geschäftsführer ELPRO
Elektronik-Produkt Recycling GmbH,
www.elektronikschrottaufbereitung.de*



TITEL

Unsere Mission: die gegensätzlichen

Über Materialeffizienz beim Bau von Schienenfahrzeugen

Schienenfahrzeuge sind langlebige Wirtschaftsgüter mit einem Lebenszyklus von bis zu 45 Jahren. Es werden sowohl die Konstruktion als auch die Materialauswahl von diversen nationalen und internationalen Normen sowie gesetzlichen und Kundenanforderungen sehr stark beeinflusst. Beispielhaft wird an dieser Stelle der konstruktive und werkstoffliche Brandschutz genannt, der oftmals gegensätzlich zu Anforderungen an die Umwelt ist. Hinzu kommt, dass Schienenfahrzeuge keine Massengüter sind, sondern individuell gestaltete Wirtschaftsgüter mit Alleinstellungsmerkmalen, um sich vom Markt abzuheben.

Früher war der Anschaffungspreis des Fahrzeugs das wichtigste und oft das einzige Auswahlkriterium. Heute werden zusätzlich zum Anschaffungspreis auch die Kosten über den Fahrzeuglebenszyklus betrachtet. Dabei sind vor allem die Wartungs- und die Energiekosten von Bedeutung.

Das Streben nach einer höheren Materialeffizienz unterstützt die Verbesserung der Hauptauswahlkriterien. Einerseits kann das Fahrzeug vermutlich kostengünstiger produziert werden, denn etwa 60 Prozent der Kosten des Fahrzeugs sind Materialkosten, und andererseits sinkt auch der Energieverbrauch im Betrieb für das leichtere Fahrzeug. Das Gewicht ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren für die benötigte Antriebsenergie und die wiederum macht etwa 65 bis 75 Prozent des gesamten Energieverbrauchs des Fahrzeugs aus.

Dieser Artikel bezieht sich primär darauf, wie das Produkt als solches materialeffizient gestaltet werden kann. Alternativ lässt sich Materialeffizienz auch in der Produktion betrachten. Dies ist sowohl ökologisch sinnvoll als auch ökonomisch

notwendig. Materialeffizienz ist für Bauteile, die in größerer Anzahl im Fahrzeug verbaut werden, von besonderer Bedeutung, wie etwa Sitze, Isolierung, Fußboden, Verkleidungsteile, Fenster. Da die Systeme hauptsächlich von externen Lieferanten produziert werden, verschiebt sich auch die Verantwortung einer materialeffizienten Produktion. Die Umsetzung der Isolierung wird nun näher betrachtet.

Um Anforderungen an eine Isolierung zu erfüllen, müssen zunächst die Aspekte der Klimatechnik, der Geräuschisolierung, des Brandschutzes, der Umwelt und des Einsatzbereiches des Fahrzeuges betrachtet werden.

Tests an Fahrzeugen

Um die klimatechnischen Anforderungen erfüllen zu können, muss der Innenraum des Fahrzeugs gegenüber der Umgebung isoliert werden. Die Wirksamkeit der Isolierung gegenüber hohen und niedrigen Temperaturen wird in einem Klimawindkanaltest nachgewiesen (www.rta.eu/de/). Die Anforderungen der Geräuschisolierung werden in der TSI Noise (Technical Specification of Interoperability; 2011/229/EU) geregelt. In der TSI wird u.a. die Lautstärke, die innerhalb und außerhalb des Fahrzeuges entstehen darf, definiert. Der konstruktive und werkstoffliche Brandschutz muss die Anforderungen der TSI Safety in Eisenbahntunneln (2008/163/EG) erfüllen und wird sowohl auf Komponenten- als auch auf Zugebene betrachtet. Hier werden der Brandverlauf sowie die Toxizität eines Materials begutachtet. In einem Gutachten werden alle Anforderungen geprüft und bescheinigt.

Alle genannten Anforderungen sind zulassungsrelevant, d.h. bei Nichterfüllung der Anforderungen wird das



Innenausbau der DB-Baureihe 430, nachdem die Wärmeisolation angebracht wurde.

Fahrzeug nicht zugelassen. Zuzüglich sind gesetzliche Anforderungen an den Umweltschutz zu erfüllen. Hierbei ist insbesondere die europäische Chemikalienverordnung REACH zu berücksichtigen. Die REACH regelt den Einsatz gefährlicher Substanzen und Zubereitungen in Stoffen. Die Recyclingquote wird durch den Kunden vorgegeben und muss durch eine geeignete Auswahl an Werkstoffen umgesetzt werden.

In der Schienenfahrzeugindustrie werden, trotz der unterschiedlichen An-

Anforderungen in Einklang bringen



forderungen und Randbedingungen, oft Lösungen aus angrenzenden Industriezweigen übernommen, wie aus der Automobil- oder Gebäudeindustrie. Ein perfektes Isolationsmaterial für Schienenfahrzeuge hätte folgende Eigenschaften: Es würde einen geringen Wärmeübergangskoeffizienten besitzen, kostengünstig sein, hätte ein geringes Gewicht und gute Schalldämmeigenschaften. Zusätzlich hätte es nur eine geringe oder keine Brandlast, wäre ökologisch unbedenklich und könnte gut recycelt werden. Selbstverständlich wäre es auch gut handhabbar und einfach zu verarbeiten. Hervorragend wäre auch, wenn das Material aus einem nachwachsenden Rohstoff hergestellt werden würde und als klimaneutral an-

zusehen wäre – aber das gibt es nicht! Einige der gewünschten Eigenschaften des Werkstoffes sind sogar in sich widersprüchlich.

Eine Isolierung aus beispielsweise Steinwolle besitzt gute Dämmeigenschaften, ist praktisch nicht brennbar, einfach zu handhaben und erfordert übliche Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau. Die Herstellung von Steinwolle ist aber sehr energieintensiv und nach End-of-life wird sie größtenteils deponiert. Recyclingverfahren stehen noch nicht flächendeckend zur Verfügung. Ein weiterer Werkstoff, der in der Gebäudetechnik häufig verwendet wird, ist extrudierter Polystyrol-Hartschaum, weil er sehr günstig und besonders leicht ist. Aufgrund seiner leichten Brennbarkeit ist eine Verwendung bei Schienenfahrzeugen jedoch ausgeschlossen. Besonders die hohen Anforderungen an den werkstofflichen Brandschutz verhindern häufig, dass Lösungen aus anderen Industriezweigen übernommen werden können.

Beim Flugzeugbau werden Multi-Material-Bauteile umfassend eingesetzt, im Schienenfahrzeugbereich jedoch nur in einigen Anwendungen, wie z.B. Fußboden oder Verkleidungsteile. Faserverbundwerkstoffe sind optimale Konstruktionswerkstoffe, aber absolut konträr zum Recycling.

Mit Standardisierung zu mehr Effizienz

Aus den oben angeführten Beispielen sollte ersichtlich sein, dass die derzeitigen Ansätze, um ein materialeffizientes Schienenfahrzeug zu erhalten, in Umsetzung sind. Allerdings gibt es mehrere Einzelmaßnahmen, durch die Materialeffizienz im Produkt begünstigt werden können. Die Standardisierung von Bauteilen ist an sich noch keine Maßnahme,

mit der das Produkt materialeffizienter gestaltet wird. Doch durch die Verwendung von standardisierten Teilen werden durchdachte Lösungen zum Regelfall. Die Autoren sehen in der Standardisierung ein großes Potential für die Materialeffizienz. Ob dieses Potential auch eine Kosteneinsparung bringen wird, bleibt abzuwarten.

Für das oben genannte Beispiel der Wärmeisolierung kann zwar kein Ansatz standardisiert werden; dazu sind die gesetzlichen Anforderungen der Länder und die Kundenwünsche zu unterschiedlich. Aber es können hervorragende Lösungen gesammelt werden, die eine bestimmte Kombination von Anforderungen besonders gut erfüllen.

Um abschließend die Frage aus dem Titel zu beantworten, wird folgende Aussage getroffen. In produzierenden Unternehmen wie der Alstom Transport Deutschland GmbH kann Materialeffizienz durch zwei Arten erreicht werden. Einerseits durch eine materialeffiziente Produktgestaltung und andererseits durch eine materialeffiziente Produktion.

Materialeffizienz ist in der Produktion eine ökonomische Notwendigkeit und wird bereits angewendet, auch wenn es nach wie vor Verbesserungspotentiale gibt. Materialeffizienz im Produkt umzusetzen, ist in der Schienenfahrzeugindustrie eine Herausforderung, da von vielen Seiten – häufig sogar widersprüchliche – Anforderungen an das Produkt gestellt werden. Standardisierung, so weit sie möglich ist, ist sicherlich nur eine Lösung, um eine Materialeffizienz in der Schienenfahrzeugbranche zu etablieren.

*Dipl.-Ing. Nathalie Eysoldt und
Dipl.-Ing. Raphael N. Hofstädter,
Alstom Transport Deutschland GmbH*

TITEL

Zugabe mit großem Potenzial: nanoskalige Matrixadditive

Wie sich die Leistungsfähigkeit von CFK verbessern lässt

Materialeffizienz für die Mobilität bedeutet vor allem eine Steigerung der spezifischen Materialeigenschaften, also gewichtsbezogenen mechanischen Kennwerte. Hier etablieren sich gegenwärtig stürmisch die kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffe (CFK) wegen der überragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften der Kohlenstofffaser. Der Kunststoff ist dabei formgebend, jedoch mechanisch gesehen das schwächste Glied in der Kette.

Die Steigerung der Leistungsfähigkeit faserverstärkter Polymere mit dem Ziel, das hohe Leichtbaupotenzial dieser Werkstoffklasse weiter zu erhöhen, ist ein weltweit aktuelles Forschungsthema. Die Nanotechnologie zeigt dabei ein hohes Potenzial, die makroskopischen mechanischen Kennwerte von Faserverbundwerkstoffen weiter zu steigern. Matrixdominierte Eigenschaften von endlosfaserverstärkten Polymeren lassen sich wirkungsvoll mit nanoskaligen Matrixadditiven verbessern.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) richtete in diesem Jahr eine neue Forschergruppe an der Technischen Universität Braunschweig mit Beteiligung des DLR-Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptronik ein. Neben dem Institut für Adaptronik und Funktionsintegration und dem Institut für Partikeltechnik der Technischen Universität Braunschweig sind auch das Institut für Statik und Dynamik der Leibniz-Universität Hannover, das Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik der TU Clausthal und die Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin beteiligt. Die Forschergruppe „Wirkprinzipien nanoskaliger Matrixadditive für den Faserverbundleichtbau“



Mitglied der neuen Forschergruppe, die sich dem Faserverbundleichtbau widmet: Doktorandin Alexandra Kühn im Labor.

wird mit einem ersten Förderabschnitt in den kommenden drei Jahren mit rund 1,5 Millionen Euro gefördert.

Im Mittelpunkt der Forschung stehen sogenannte faserverstärkte Nanokomposite, die zukünftig von großer Bedeutung für den Leichtbau sind und unter anderem beim Flugzeug- und Automobilbau eingesetzt werden können. Die Studien im Rahmen von Vorarbeiten der Forschergruppe 2021 zeigen, dass signifikante Steigerungen der faserparallelen Druckfestigkeit von Faserverbunden mit nanopartikelverstärkten Matrices möglich sind. Die Ergebnisse zeigen deutlich das große Potenzial dieser endlosfaser-

verstärkter Nanokomposite sowie die Notwendigkeit eines tieferen Verständnisses für die Wirkprinzipien und Mechanismen in Abhängigkeit des Materials, der Oberflächenfunktionalisierung und der dispersen Eigenschaften in der Matrix.

In den nächsten drei Jahren hat sich die Forschergruppe als Ziele gesetzt:

- Erarbeitung eines vertieften Verständnisses der Wirkmechanismen von nanoskaligen Zusätzen in duromeren Matrices endlosfaserverstärkter Hochleistungsverbundwerkstoffe im Hinblick auf verbesserte matrixdominierte Verbundeigenschaften und Schadstoleranz bei unveränderter Prozessierbarkeit; Nachweis dieser Wirkung bis auf Bauteilebene.
- Experimentelle Untersuchung der funktionalen Zusammenhänge zwischen den Partikeleigenschaften und den resultierenden Eigenschaften der zu verarbeitenden Epoxidharz-Suspension sowie insbesondere den resultierenden Verbundkennwerten.
- Skalenübergreifende Simulation entlang der Prozesskette bis hin zur Bauteilebene. Durch die Kombination experimenteller Untersuchungen und simulativer Methoden soll ein ganzheitliches Verständnis der Wirkprinzipien und grundlegenden Mechanismen erhalten werden.

Prof. Dr.-Ing. Michael Sinapius, TU Braunschweig und DLR Braunschweig, und Dr.-Ing. Peter Wierach, DLR Braunschweig

Vorteil für Technik und Umwelt

Polymerschmierstoff: Lösung für mineralölfreie Produktion

Kühlschmierstoffe (KSS) werden in über eine Million Werkzeugmaschinen in Deutschland verwendet und sind dort unverzichtbare Systemkomponenten, um eine wirtschaftliche Fertigung von Produkten zu ermöglichen. Sie übernehmen die Aufgaben des Kühlens, des Spülens und des Schmierens in der Kontaktzone zwischen Werkzeug und Werkstück. Hierdurch wird unter anderem der Werkzeugverschleiß gesenkt, welches sich positiv auf die Werkzeugstandzeit auswirkt und die Oberflächengüte verbessert, so dass Ausschuss und Kosten minimiert werden.

Basis heutiger Kühlschmierstoffe ist aufgrund seiner guten Schmiereigenschaften Mineralöl. Die deutsche Industrie und das Handwerk setzen gemäß dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle jährlich rund 1,03 Millionen Tonnen Mineralölprodukte ein, deren Beschaffung und Beseitigung pro Jahr Kosten in Höhe von ca. 3,3 Milliarden Euro verursachen.

Schattenseite des Öls

Die Verwendung von Mineralöl, insbesondere als Basisfluid in nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen, ist zudem mit weiteren Nachteilen verbunden. Neben einer Kostenbelastung durch stetig steigende Mineralölpreise zählen hierzu die Notwendigkeit zur Einrichtung von Sicherheits- und Brandschutzmaßnahmen, eine aufwendige und energieintensive Bauteilreinigung sowie die gesundheitliche Beeinträchtigung der Mitarbeiter. Darüber hinaus ist Erdöl eine endliche Ressource.

Mit dem Ziel, sich von Mineralöl als Basisfluid unabhängig zu machen und somit auch den aufgeführten Nachteilen entgegenzuwirken, haben das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der TU Braunschweig, das Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) aus Freising und

die Carl Bechem GmbH aus Hagen von 2005 bis 2011 in einem Forschungsprojekt gemeinsam an der Entwicklung eines polymerbasierten Kühlschmierstoffes gearbeitet.

Forschung macht's möglich

Bei den verwendeten Polymeren handelte es sich um Biopolymere aus nachwachsenden Rohstoffen, die auch in der Lebensmittelindustrie zugelassen sind. Aufgrund der verdickenden Wirkung der Polymere und des hohen Wasseranteils des KSS gelang es zum ersten Mal im Rahmen des Projektes, die positiven Eigenschaften von wassermischbaren und nichtwassermischbaren Schmierstoffen, also Kühlung und Schmierung, miteinander zu verknüpfen.

Die Funktionsweise der Polymere, die Viskosität des Wassers zu erhöhen, kann sehr treffend mit „dem Binden einer Soße mit Mehl“ verglichen werden. Wasser und Polymer bilden dabei eine Lösung, welche als Kühlschmierstoff zusätzlich biologisch stabiler ist als die konventionelle Emulsion zwischen Wasser und Öl. Technologische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Polymer-Lösung auch über höhere Leistungsgrenzen verfügt als mineralölbasierte Emulsionen. Trotz des im Vergleich zu einer Emulsion höheren Einstandspreises ist daher eine wirtschaftliche Fertigung möglich, da bei gleicher Werkstückqualität ein verringerter Werkzeugverschleiß und somit geringere Werkzeugkosten vorliegen.

Neben den technischen Vorteilen wurden auch vergleichsweise niedrige potenzielle Umweltwirkungen der neuen Lösung durch eine lebensphasenübergreifende Ökobilanzierung ermittelt. In einer Analyse von der Rohstoffgewinnung über den Einsatz in der industriellen Fertigung bis zur Entsorgung wurde die Polymer-Lösung mit einem mineralöhlhaltigen Kühl-

schmierstoff verglichen. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Substitution des Mineralöls eine erhebliche Verminderung der potenziellen Umweltwirkungen zur Folge hat.

Die Polymer-Lösung wird bereits erfolgreich durch die Carl Bechem GmbH unter der Produktbezeichnung BERUFLUID vertrieben und in metallbearbeitenden Unternehmen für verschiedenste Zerspanungsoperationen mit geometrisch bestimmter und unbestimmter Schneide sowie Umformoperationen eingesetzt. Zu der Erfolgsgeschichte der Polymer-Lösung gehört darüber hinaus auch die Auszeichnung mit dem deutschen Rohstoffeffizienzpreis 2011.

M. Sc. Nadine Madanchi, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marius Winter, Dr.-Ing. Tina Dettmer, Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, TU Braunschweig



Kühlschmierstoffeinsatz beim Schleifen.

PORTRÄT

Ingenieure

... bewegen die Welt in vier Takten, zum Beispiel Nikolaus Otto

Nikolaus August Otto wurde am 14. Juni 1832 als jüngstes von sechs Kindern einer Landwirtsfamilie in Holzhausen a. d. Heide (Nassau/Taunus) geboren. Er verlor seinen Vater noch im Geburtsjahr. Nach Besuch von Volks- und Realschule absolvierte er, obwohl eigentlich naturwissenschaftlich interessiert, eine Kaufmannslehre. Mit zwanzig Jahren ging er nach Frankfurt/Main, ein Jahr später nach Köln und lernte als Handlungsreisender in Kolonialwaren Westdeutschland kennen. In Köln, seiner neuen Heimat, fand er seine Ehefrau Anni Gossi. Sie heirateten 1868 und hatten sieben Kinder miteinander.

... sind Technikpioniere:

Die Kunde von einem neuartigen Verbrennungsmotor des Franzosen Jean J. E. Lenoir im Jahre 1860 weckte Ottos Erfindergeist. Mit seinem Bruder Wilhelm begann er autodidaktisch die Idee weiterzuentwickeln. Bereits 1861 meldeten sie ein Patent an. Es wurde abgelehnt. Deshalb zog sich Wilhelm entmutigt zurück. Doch Nikolaus Otto experimentierte weiter zusammen mit dem Mechaniker Michael J. Zons und gab dazu 1862 seine Handelstätigkeit auf.

Jetzt, ohne festes Einkommen, zehrten immer neue Modellkonstruktionen sein Ersparnis auf. So wurde für ihn der Ingenieur Eugen Langen, vermöglicher Sohn eines Zuckerfabrikanten, zum Glücksfall. Gemeinsam gründeten sie 1864 die *N. A. Otto & Cie.* als erste Gasmotorenfabrik der Welt. Sie erfanden einen funktionsfähigen atmosphärischen Gasmotor, der auf der Weltausstellung 1867 in Paris als wirtschaftlichster Antrieb eine Goldmedaille erhielt, konnte er doch mit Dampfmaschinen konkurrieren. Es war ein Flugkolbenmotor mit Zahnstange (statt Kurbeltrieb). Sein Kraftstoffverbrauch betrug nur ein Drittel derzeit bekannter Triebwerke. Das war der Durchbruch. Als Serienprodukt fand er großen Absatz in Gewerbe und Industrie. Um ökonomischer zu produzieren, brachte der Hamburger L. A. Roosen-Runge frisches Kapital ins Unternehmen. Es entstand die Firma *Langen, Otto & Roosen*. Leider kam es in den Folgejahren in der Firmenleitung zu Spannungen, auch weil sich der eigentliche, ingeniöse Leistungsträger Otto von den Geschäftspartnern übervorteilt fühlte.

... sind mutige Unternehmer:
1872 konnte ihre *Motorenfabrik Deutz AG* gegründet werden. Langen leitete das Werk, brachte drei seiner Brüder mit ein. Otto übernahm das Kaufmännische. Einige Jahre wirkten hier, sich gegenseitig befruchtend, auch Gottlieb Daimler und Wilhelm Maybach mit. Die Leistung ihres Motors konnte von zwei auf drei PS gesteigert werden.

Otto, in seinem Inneren Erfinder und Maschinenbauer, experimentierte ständig weiter. So entdeckte er 1876, dass sich im Zylinder erheblich mehr Kraft entfaltet, wenn das Gas-Luft-Gemisch unmittelbar nach der vom Kolben erzeugten Verdichtung, also zum Zeitpunkt der höchsten Kompression, gezündet wurde, erreicht durch die Taktfolge Ansaugen, Verdichten, Verbrennen, Ausschleiben. Diese Erkenntnis war

Motor Nr. 1, Flugkolbenmotor mit Zahnstangentrieb





Nicolaus Otto 1832-1891, Maschinenbauer, Erfinder des Viertakt-Motors.

eine Revolution: die vier Takte, die die Welt bewegen sollten, „der Ausgangspunkt für einen Viertakt-Gasmotor“, wie er später selbst bemerkte. 1877 wurde der Deutz AG für seinen „Ottomotor“ das Patent DRP 532 erteilt. Dieser Motor mit verdichteter Ladung war entwicklungsfähig. Er leistete in den 1880er Jah-

ren bis zu hundert PS und wurde zum Vorbild für alle weiteren Antriebe.

... erfahren Wertschätzung:

Für seine Pionierleistung verlieh die Philosophische Fakultät Würzburg Otto 1882 die Ehrendoktorwürde. Er partizipierte auch am wirtschaftlichen Erfolg. Sein Aktienanteil stieg 1883 auf 21 Prozent. Gleichberechtigt stand er neben Langen. 1884 konnte Otto die als Zündquelle benutzte Gasflamme, die sich eher für stationären Einsatz eignete, durch die dynamoelektrische Niederspannungsmagnetzündung ersetzen. Das Patent wurde in England angemeldet. Jetzt war die Verwendung auch flüssiger Kraftstoffe möglich und damit der weitaus bedeutendere mobile Einsatz, z.B. für Straßenfahrzeuge. Zermürbende gerichtliche Patent-Auseinandersetzungen beeinträchtigten Ottos Gesundheit. Mit

PORTRÄT

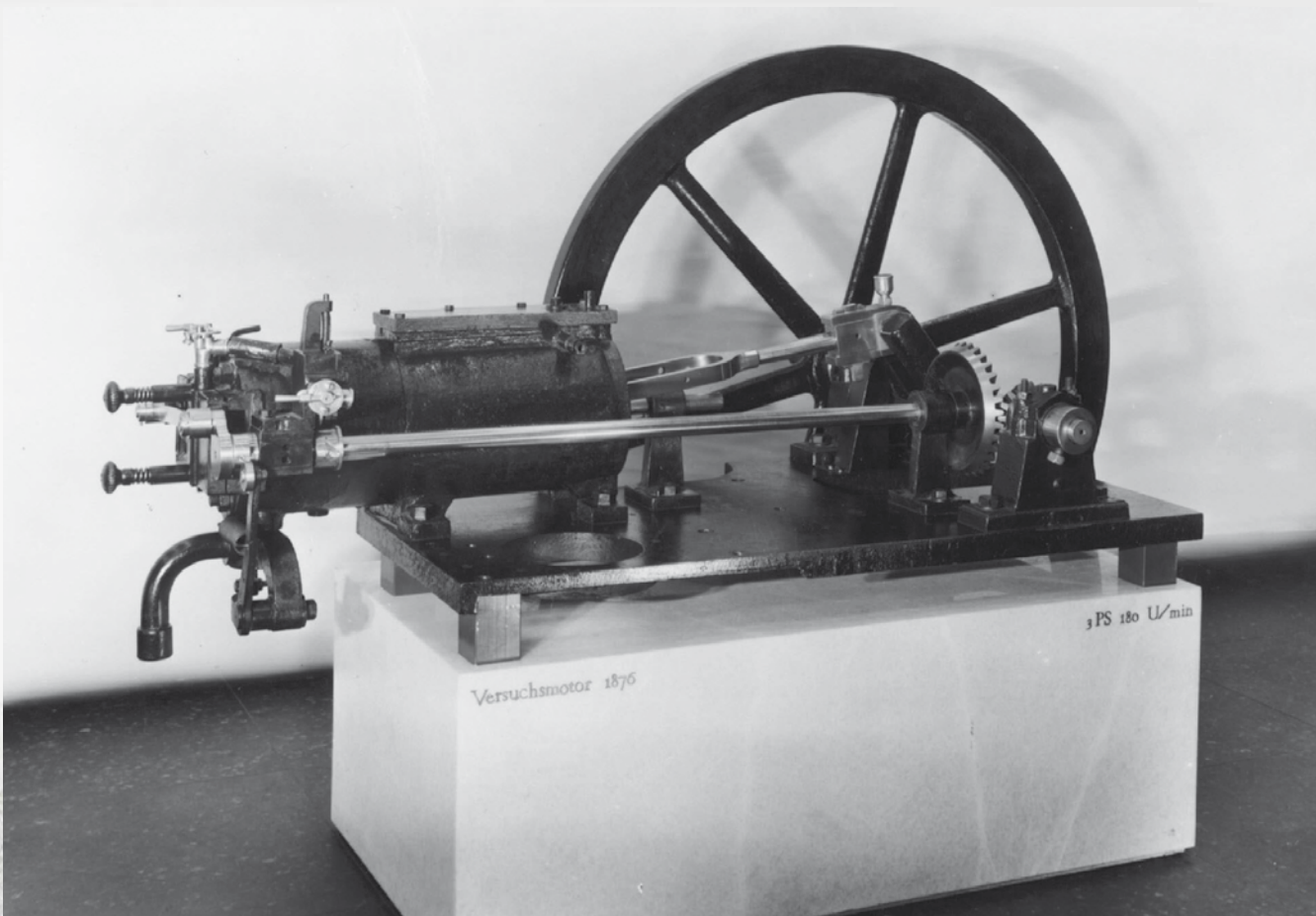
59 Jahren erlag er am 26. Januar 1891 in Köln einem Herzleiden und wurde auf dem Friedhof Melaten beigesetzt.

Höchste Ehrung erfuhr der Motorpionier. 1946 wurde sein Motor zur DIN-Norm: Verbrennungsmotoren mit zeitlich gesteuerter Fremdzündung heißen nun in der ganzen Welt „Ottomotor“. Seit 1990 steht sein Denkmal am Kölner Rathausurm, seit 2005 ein Grabstein von ihm und seiner Frau auf oben genanntem Friedhof.

Dr.-Ing. Hans Sonnenberg VDI

Schrifttum:

- Brockhaus Enzyklopädien 14, Wiesbaden 1972, S. 80 und 83 sowie 10, 1970, S. 273
- Eckart Pasche: Vier Takte bewegen die Welt. VDI Nachrichten 20.6.2014, Nr. 25
- Walter Kaiser/Wolfgang König (Hrsg.): Geschichte des Ingenieurs. 2006 Carl Hanser Verlag, S. 200-201
- <http://www.rheinische-geschichte.lvr.de/persoenlichkeiten/O/Seiten/NicolausAugustOtto.aspx>. Zugriff 11.8.2014



Ottos Viertakt-Motor aus der Deutz AG, drei PS, 180 U/min (1876).

INTERN

Viel Erfolg mit Mathe – und kein Sonnenbrand

Lob und Preise für die Sieger unseres Schreibwettbewerbs

57 Mädchen und Jungen im Alter von 8 bis 17 Jahren wussten mit Mathematik etwas anzufangen. Sie empfanden Mathe durchaus nicht als unbeliebt. Das bewiesen Sie mit ihrer Teilnahme an unserem zum zweiten Mal gemeinsam mit der Industrie- und Handelskammer Braunschweig (IHK) und der Braunschweiger Zeitung (BZ) durchgeführten und von der Wolfsburg AG geförderten Wettbewerb „Erfolg mit Mathe“. Schüler dreier Altersgruppen sollten ein Erlebnis schildern, bei dem ihnen die Anwendung ihrer mathematischen Kenntnisse zu einem Erfolg verholfen hätte. Dafür winkten Geldpreise und ein Besuch des paläon in Schöningen mit den Siegerklassen.

Erfreuliche Resonanz

Nach Aufrufen der Braunschweiger Zeitung, auch dank des freundlichen Engagements vieler Lehrkräfte der Grundschulen Destedt und Hondelage, der Gymnasien *Am Bötschenberg*, *Helmstedt*, *Ratsgymnasium*, *Phoenix-Gymnasium* und *Albert Schweitzer-Gymnasium*, Wolfsburg sowie *Gaußschule*, *Ricarda-Huch-Schule* und *Martino-Katharineum*, Braunschweig, beteiligten sich folgende Schüler und Schülerinnen:

Denise Arndt, Pia Bauer, Selin Bayar, Maarten-Connor Behne, Anna-Luisa Biesterfeld, Ann-Kathrin Breier, Philipp Dietze, Alida Eder, Theresa Erhorn, Melina Florentin, Gabriel Gabbey, Emma Gollmer, Sophia Görling, Paul Hahn, Jana Hannibal, Dennis Naumann/Härtel, Maxi Hartig, Thies Henningsen, Hannah Hollenbach, Leon Hütter, Philipp Karwacki, Jonas Krömer, Jasper Kühnel, Verena Kurzke, Tjark Langpap, Victoria Regina Lempa, Rebecca Manske, Lucie May, Chris Mende, Alexandra Merco-

relli, Jona Meyer, Paul Mousan, Nathalie Opilo, Pauline Padberg, Janos Pankau, Luisa Plaetschke, Nina Poppitz, Diego Poethke, Thomas Richter, Lana Ross, Marcel Sadrinna, Dyar Sarochan, Maureen Scharnhorst, Madlen Schiemenz, Sofia Schleiermacher, Sophie Scholz,

Liam Schreckenber, Nicolas Schulz/Härtel, Emma Marie Schwarz, Kateryna Senderova, Elisa Störmann, Caroline Tischer, Nele Voges, Nathan Wahlig, Tom Luca Winter, Lars Wittneben, Sarah Wode.

Natürlich wurde die Aufgabe unterschiedlich aufgefasst und sehr individuell bewältigt. Aber es gab vielfältige Anwendungen und sehr schöne, originelle und spannende Geschichten, alle mit viel Phantasie und großer Erzählfreude, mit Genuss zu lesen. Allen, die mitgemacht haben, gilt unser Respekt. Unser Anliegen ist, junge Menschen für Naturwissenschaft und Technik zu begeistern. Jeder Teilnehmer, der sich angestrengt hat, hat diesem Ziel gedient und es zum Erfolg geführt. Deshalb danken wir jedem von ihnen ganz ausdrücklich.

Zur feierlichen, öffentlichen Preisverleihung am 27. Juni 2014 im Kongresssaal der IHK konnten deren Präsident Dr. Wolf-Michael Schmid und der VDI-Vorsitzende Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem ein interessiertes, hochrangiges Auditorium einführen. Eine anregende Begrüßung hörten wir von Julius von Ingelheim, Sprecher des Vorstands der Wolfsburg AG, die das Vorhaben sponsert – Vorstand Thomas Krause war leider verhindert. Ein einfühlsames, die Verbindung von Mathematik und Sprache hervorhebendes, sehr persönliches Grußwort unserer Schirmherrin, Bundesministerin Prof. Dr. Johanna Wanka verlas Sabrina Pohl, Berufsbildung und Öffentlichkeitsarbeit der IHK. Und TU-Professor Dr. Thomas Sonar erntete mit seinem verblüffenden, launigen Vortrag über „Mathematische Schweinereien“ begeisterten Beifall.



Dr. Wolf-Michael Schmid, Präsident der IHK, bei der Begrüßung.



Julius von Ingelheim, Vorstand der Wolfsburg AG, Sponsor des Wettbewerbs, ermunterte die Schüler, ihr Talent zu nutzen.



Die Preisträger, umrahmt von Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem (links) und Dr.-Ing. Hans Sonnenberg: (von links) Sarah Wode, Lucie May, Dyar Sarochan, Jasper Kühnel, Madlen Schiemenz, Luisa Plaetschke, Theresa Erhorn und Jana Hannibal.

Der Mühe Lohn

Leider kann nun aber immer nur einer gewinnen. Unter den qualitativ zum Teil sehr nahe beieinander liegenden Beiträgen hatte es die Jury, bestehend aus Sabrina Pohl, Henning Noske, Lokalchef der BZ, und Dr.-Ing. Hans Sonnenberg, Vorstandsmitglied des VDI, schwer, sich für die einzelnen Sieger der jeweiligen Altersgruppe zu entscheiden. Alle anderen Teilnehmer bitten wir, nicht traurig zu sein.

Den ersten Preis der Jüngsten-Gruppe erhielt die achtjährige Jana Hannibal (Grundschule Destedt), die erklärte, wie man durch Rechnen mit dem Taschengeld Wünsche erfüllen kann. Den zweiten Gruppenpreis teilten sich Lucie May, ebenfalls acht Jahre alt, Luisa Plaetschke und Jasper Kühnel (Grundschule Hondelage) mit ihrem Philosophieren über den Wert der Mathematik zum Erhalt der Welt.

In der mittleren Altersgruppe siegte Theresa Erhorn (Gymnasium Am Bötschenberg), die mit intelligenter und umfangreicher Anwendung der Stereometrie zur Effizienz des Nudel- und Soßekochens überzeugte. Den zweiten Preis errang ihre Mitschülerin Madlen Schiemenz, die sich mithilfe des Tangenssatzes für den richtigen Weihnachtsbaum entscheiden konnte. Einen weiteren zweiten Preis dieser Gruppe hatte sich Dyar Sarochan (Albert Schweitzer-Gymnasium) ver-

dient, der mit seiner Knobel- und Mathe-Begeisterung trotz langer Krankenhausaufenthalte dem Schulpensum folgen und mit der Klasse mithalten konnte.

In der Oberstufe obsiegte die 17-Jährige Sarah Wode (Martino-Katharineum), die mit komplexem Vorstellungsvermögen und logischer Anwendung ihres geographischen und astronomischen Schulwissens beeindruckte. Durch Verknüpfen der Erdachsenneigung mit der Breitengraddifferenz zwischen Braunschweig und Dubai schätzte sie, abhängig von Jahreszeit und atmosphärischer Intensitätsabschwächung, entsprechend dem Einstrahlungswinkel die Sonnenbrandgefahr ab.

Per Interview stellte Henning Noske die kleinen Laureaten-Persönlichkeiten geschickt und launig vor und entlockte ihnen ihre Ansichten und Vorlieben. Bei einem kleinen Empfang klang die Zeremonie mit lebhaften Gesprächen aus.

Die Busfahrten mit den drei Sieger-Klassen zum paläon, Forschungs- und Erlebniszentrum Schöninger Speere, sind für Ende September verabredet. Dort werden die Schüler anstelle des ausgelobten, einfachen Besuchs dank des spontanen Entgegenkommens von Geschäftsführer Dr. Florian Westphal zusätzlich zu einem Workshop empfangen.

Dr.-Ing. Hans Sonnenberg VDI



BZ-Lokalchef Henning Noske interviewt Jana Hannibal.

INTERN

Vom Themenjahr zum Arbeitskreis

Bahn-Vortragsreihe geht in die dritte Runde

Das Jahr 2013 war für den VDI in Braunschweig ein sehr erfolgreiches. Unter dem Motto des Themenjahrs „Mobilität mit Zukunft“ konnten viele Veranstaltungen organisiert werden, die dem Bezirksverein neuen Schwung verliehen haben. Auch die Studenten und Jungingenieure (suj) ließen sich anstecken und organisierten unter Leitung von Marcin Slodkowski eine Vortragsreihe zum gleichzeitig stattfindenden Bahnjubiläum in der Region mit dem Titel „175 Jahre Staatseisenbahn Braunschweig-Wolfenbüttel“.

Die Reihe umfasste zehn interessante Vorträge, die von Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen aus der Region Braunschweig unterstützt wurden. Der besondere Reiz der Vortragsreihe bestand darin, dass sie eine Ergänzung zu den Vorlesungen im Bereich Mobilität und Verkehr darstellte, wofür sich die Hochschule bei den Studenten mit der Anrechnung für das Studium und beim VDI mit dem Stellen des Hörsaals erkenntlich zeigte. Die erste Reihe wurde vom Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung (IfEV) der TU Braunschweig betreut, dessen Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Jörn Pachl die Reihe mit einem Vortrag über Internationales Signalwesen abrundete.

Die Vortragsreihe war ein so großer Erfolg, dass der VDI Braunschweig sich entschloss, einen Arbeitskreis Bahntechnik zu gründen. Er soll die stark vom Automobil geprägte Region um eine neue Facette bereichern, den zahlreich in den unterschiedlichsten Gewerken der Bahnbranche in der Region arbeitenden Ingenieuren eine Plattform bieten und zwischen Nachwuchs und Erfahrungsträgern einen Austausch ermöglichen. Auf unserer Mitgliederversammlung am 14. März 2014 wurde der Arbeitskreis aus der Taufe gehoben. Geleitet wird er von Rüdiger Wendt, sein Stellvertreter ist Marcin Slodkowski. Marco Kahs füttert die Arbeitskreis-Webseite www.ak-bahn.de mit Informationen.

Faible für die Bahn

In der VDI-Zentrale in Düsseldorf war bereits aufgefallen, dass ungewöhnlich viele VDI-Mitglieder in der Region Braunschweig Bahntechnik als Interessensgebiet angegeben haben. Dieses Potential möchte der Arbeitskreis gerne nutzen. Die im Winter gewonnenen Erfahrungen konnte man bereits für die zweite Vortragsreihe im Sommersemester 2014 nutzen. Das Thema „Effizienzsteigerung bei der Bahn – Chancen durch neue Strecken und Fahrzeuge“ schlug eine Brücke zum Themenjahr „Ressourceneffizienz gestalten“. Der Staffelposten der Betreuung wurde an das In-

stitut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik übergeben, das in diesem Jahr sein 25-jähriges Jubiläum feiert.

Die Referenten kamen von regionalen Firmen und Institutionen (IVV, Alstom, Siemens, DLR, ER Bahn-Consulting) oder hatten einen Bezug zu Braunschweig. So reiste Klaus Uwe Baumann aus Posen an, um den Zuhörern einen Einblick in die Aktivitäten von Solaris und die technischen Besonderheiten der neuen Straßenbahn für Braunschweig zu geben. Züge haben eine hohe Lebensdauer von 30 und mehr Jahren; über den Aufwand von Umbau-Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten berichtete Dr. Henning Strauss von der Deutschen Bahn, der in Braunschweig an der TU promoviert hat.

Nun geht die Vortragsreihe in die dritte Runde. Zum Redaktionsschluss standen das Thema des Wintersemesters „Perspektiven des schnellen Eisenbahnverkehrs in Deutschland“ und die Unterstützung durch das TU-Institut Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb fest. Die Mehrzahl der Referenten hat bereits fest zugesagt. Von Voith Scharfenberg wird Reiner Krause Produkte aus Salzgitter für den globalen Hochgeschwindigkeitsverkehr vorstellen. 2015 wird die Reihe mit zwei spannenden Vorträgen zur Fahrzeugtechnik enden: Daniel Schambach wird über Skodas Markteintritt mit neuen Fahrzeugkonfigurationen für den Nürnberg-Ingolstadt-München-Express berichten. Peter Lankes, Leiter Technik Schienenfahrzeuge, wird Einblicke in die Fahrzeugstrategie der DB AG geben.

Weitere und aktuelle Informationen zur Vortragsreihe gibt's unter www.ak-bahn.de/vortragsreihe/.



War einer der Hauptdarsteller der Vortragsreihe im Sommersemester 2014: die Tramino, die neue Braunschweiger Straßenbahn.

Rüdiger Wendt VDI,
Leiter Arbeitskreis Bahntechnik

INTERN

Unsere Aufgabe: ein Mautsystem für Braunschweig

suj lernten, wie man große Projekte managt



Kreatives Arbeiten: Im Workshop konnten die Studierenden ihren Ideen freien Lauf lassen.

Am 19. Mai hat in der IHK Braunschweig ein Workshop der Studenten und Jungingenieure (suj) Braunschweig zum Thema Projektmanagement stattgefunden. Das Seminar wurde in Zusammenarbeit mit Brunel organisiert. 20 Teilnehmer der TU Braunschweig und der TU Clausthal erlernten dabei grundlegende Vorgehensweisen bei der Durchführung von Projekten.

Die Inhalte reichten von der Planung über die Durchführung bis hin zum erfolgreichen Abschluss wichtiger Projekte. Es wurden der funktions- und der objektorientierte Ansatz vorgestellt. Unter Anleitung des Trainers Florian von Wendt konn-

ten die Studierenden in kleinen Gruppen die erlernten Konzepte direkt anwenden.

Eine der Aufgaben war die Entwicklung eines Mautsystems in der Braunschweiger Innenstadt. Diese Fragestellung konnten die Studierenden selbstständig und kreativ bearbeiten, wobei auch eine Kosteneinschätzung bei der Etablierung eines solchen Systems durchgeführt werden musste. Hier war besonders interessant, wie viel das Projektmanagement in einem Projekt kostet und welche Aufgabenbereiche gegebenenfalls von Partnerfirmen übernommen werden können. Abschließend wurde eine Risikoanalyse für das Projekt erstellt.

Durch die selbstständige Vorstellung der Ergebnisse vor der gesamten Gruppe wurden außerdem Präsentation und Diskussion geübt. Die praxisnahen Fragestellungen ermöglichten ein kreatives Arbeiten, bei dem die Teilnehmer ihren Ideen freien Lauf lassen konnten. Beim gemeinsamen Mittagessen konnten auch persönliche Kontakte zwischen den Teilnehmern geknüpft werden.

Der Tag verlief reibungslos und endete mit einem positiven Feedback von Seiten des Trainers und der Teilnehmer. Wir freuen uns auf die nächsten Aktionen!

Muriel Brückner VDI, suj Braunschweig

INTERN

Leichtbaulösungen für die Mobilität

Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt besucht Heggemann AG

Was ist das Erfolgsrezept der Heggemann AG, die für die Aerospace- und Automotive-Industrie entwickelt und fertigt? Für die Besucher der Veranstaltungsreihe „Luftfahrt der Zukunft“ hat das Familienunternehmen aus Büren seine Tore geöffnet und Einblicke in seine Produktion gewährt – insbesondere in die Herstellung von Fahrwerken, metallischen Leichtbaustrukturen und Triebwerkskomponenten.

Der VDI-Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt reiste mit Kooperationspartnern und Gästen ins östliche Nordrhein-Westfalen, wo Heggemann am Flughafen Paderborn/Lippstadt beheimatet

ist. Partner unserer Veranstaltungsreihe mit Fachvorträgen und Exkursionen sind die Deutsche Gesellschaft für Luft- u. Raumfahrt e.V. (DGLR) Bezirksgruppe Braunschweig, das Deutsche Zentrum für Luft- u. Raumfahrt (DLR) und die TU Braunschweig mit dem Niedersächsischen Forschungszentrum für Luftfahrt (NFL).

Die 17 Besucher informierten sich über die hohe Fertigungstiefe und die Kompetenzen in materialspezifischen Fertigungsverfahren (advanced material design) – kombiniert mit neuesten Fertigungstechnologien in der Aerospace-Sparte. Das Unternehmen hat früh erkannt,

dass sich innovative Leichtbaukonzepte in allen Bereichen der Mobilität durchsetzen werden.

Da war es nicht weiter erstaunlich, dass zum Titel unserer Veranstaltungsreihe „Luftfahrt der Zukunft“ auch der Slogan von Heggemann passt: „Für die Mobilität der Zukunft“. Inhaber Robert Heggemann gab den Gästen bereits vor der Führung durch die Produktion Strukturbauteile für gewichtsreduzierte Passagiersitze in die Hand.

Michael Zimmermann, Manager im Führungsstab der Aerospace-Sparte, ging auf die Individualität ein: „Die



Die Gäste aus Braunschweig mit Firmenchef Robert Heggemann (Mitte) und Manager Business Development Michael Zimmermann (ganz links).

INTERN

der Zukunft

Bauteile können je nach Anforderung des Kunden nach detaillierten Kundenzeichnungen angefertigt werden. Eine viel anspruchsvollere Rolle spielt aber das Heggemann-eigene Design- und Produktions-Engineering. Hierbei werden die Produkte komplett im Hause entworfen, entwickelt und hergestellt. Auf Basis der hohen Kompetenz in diesem Bereich entstehen maßgeschneiderte Leichtbaulösungen für die Mobilität der Zukunft.“

Die Besucher waren tief beeindruckt von der Qualität und technologischen Bandbreite, mit der sich die Heggemann AG als mittelständisches Unternehmen

in einem anspruchsvollen und wettbewerbsintensiven Markt erfolgreich positioniert. Die fachliche und persönliche Betreuung durch die Geschäftsleitung und die Vorstandsassistentin Türkan Hildebrandt ließ spüren, dass dieses Unternehmen sein Metier in allen Belangen beherrscht.

Herzlichen Dank für einen Vormittag mit bleibenden Eindrücken. Die Marke „Made in Germany“ zeigte sich von ihrer besten Seite!

Horst Günther, Leiter DGLR Braunschweig, und Josef Thomas VDI, Leiter Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt



Jahresabschluss der VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg

Die Mitglieder der VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg sind zu der Jahresabschlussveranstaltung mit Vortrag am Montag, 1. Dezember, um 18.30 Uhr im Restaurant Jott, Hotel Jäger, 38442 Wolfsburg-Sandkamp, Stellfelder Str. 42/Eulenweg 3-5 herzlich eingeladen – nach dem Vortrag Ausklang am Büfett.

Für die VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg sind Prof. Dr.-Ing. Joachim Schmidt als Vorsitzender seit 16 Jahren und Dipl.-Ing. Heinz Böger als Schriftführer seit 40 Jahren im Einsatz. Nun ist für beide die Zeit gekommen, diese Tätigkeit am 31. Dezember 2014 zu beenden. Daher wird Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem (Foto), Vorsitzender des VDI Braunschweig, im Rahmen seines Vortrages „Braunschweig/Wolfsburg – Die Ingenieurregion“ auf die organisatorischen Veränderungen eingehen.

Wer an der Veranstaltung teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis 24. November an bei: Heinz Böger, (0 53 62) 61 710, boeger@wolfsburg.de.



Firmenchef Robert Heggemann in seinem Element.

INTERN

Ressourceneffizienz für die Region

Konferenz zeigte, wie sich Rohstoffe besser einsetzen lassen



Die Veranstalter der Konferenz (von links): Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann (NiFa), Karin Oesten (Allianz für die Region), Peter Peckedrath (IHK), Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem (VDI Braunschweig) und Manuel Weber (ZRE).

85 Vertreter von überwiegend mittelständischen Unternehmen – so viele Besucher hat die zweite Regionalkonferenz Ressourceneffizienz in der Region Braunschweig-Wolfsburg am 24. Juni angezogen. Die gute Resonanz zeigt, wie wichtig die Wirtschaft das Thema einschätzt.

Die Veranstaltung fand im Rahmen des Themenjahres „Ressourceneffizienz gestalten“ statt, welches unser Bezirksverein und die Allianz für die Region GmbH in diesem Jahr durchführen, um das Thema Energie- und Ressourceneffizienz in der

Region zu fördern. Weitere Mitveranstalter waren:

- IHK Braunschweig
- VDI Zentrum für Ressourceneffizienz (ZRE) in Berlin. Das ZRE wurde in Kooperation mit dem Bundesumweltministerium gegründet, um als bundesweit agierendes Kompetenzzentrum Wissen und die Expertise im Hinblick auf den effizienten Einsatz von Ressourcen zu bündeln, aufzubereiten und auf breiter Basis zur Verfügung zu stellen

- Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz e.V. (NiFa). Die NiFa wird im Rahmen eines EFRE-Projektes vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur an der Ostfalia Hochschule gefördert wird. Ziel ist der Aufbau eines Kompetenzzentrums, in dem aktuelle Projekte und Maßnahmen zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz dargestellt und Mitarbeiter aus Unternehmen geschult werden.

Auf der Konferenz wurde das Konzept der neu gegründeten Klimaschutz- und En-

INTERN



ergieagentur Niedersachsen (KEAN) von KEAN-Geschäftsführer Lothar Nolte vorgestellt. Die Planungen für eine Regionale Effizienzagentur (REA) präsentierte Karin Oesten, Leiterin des Handlungsfeldes Energie, Umwelt und Ressourcen der Allianz für die Region GmbH. Die Salzgitter Flachstahl GmbH – aktueller Preisträger des Deutschen Energieeffizienzpreises – und die Volkswagen AG zeigten, wie sich aus ihrem Blickwinkel Energie- und Ressourceneffizienz verbessern lassen.

Dr. Ralf Utermöhlen, Geschäftsführer der AGIMUS GmbH, und Kai Hillebrecht, Geschäftsführer von WHP, zeigten Ansätze für die Einführung von Energiemanagementsystemen in kleinen und mittleren Unternehmen auf. Die TU Braunschweig und die Ostfalia Hochschule präsentierten wissenschaftliche Ansätze zur Ressour-

cenoptimierung. Gleichzeitig stellten Institutionen wie die NBank und das ZRE Förderungsmöglichkeiten und Arbeitskreise für Unternehmen vor. Für eine humorvolle Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourceneffizienz und eine Anmoderation der Vorträge sorgte das Hausmeisterpaar Manni und Gerda.

Parallel zu diesem Kongress wurden Führungen durch den Energiepark der Fakultät Versorgungstechnik und die NiFaR angeboten. Weiterhin bestand die Möglichkeit, in einem Elektrofahrzeug des Centrums für Elektromobilität (CEMO) mitzufahren.

*Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
VDI, Projektleiter Themenjahr
„Ressourceneffizienz gestalten“
und Vorstand NiFaR*

Bewiesen, dass man sich dem Thema Ressourceneffizienz auf eine launige Art nähern kann: Manni und Gerda von Fooltool.



INTERN

Gesucht: vorbildliche Ideen für Energie- und Materialeffizienz

Wettbewerb „Ressourceneffizienz für die Region“ gestartet

Good-Practice-Lösungen aus den Bereichen Energie- und Materialeffizienz stehen im Fokus des neuen Wettbewerbs „Ressourceneffizienz für die Region“. Er richtet sich an kleine und mittelständische Unternehmen aus der Region Braunschweig-Wolfsburg und hat das Ziel, vorbildhafte Projekte zum Thema Energie- und Materialeffizienz sichtbar zu machen.

Der von der Allianz für die Region GmbH ausgeschriebene Wettbewerb steht unter der Schirmherrschaft von Prof. Dr.-Ing. Rosemarie Karger, Präsidentin der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Hesselbach, Präsident der Technischen Universität Braunschweig.

Teilnahmeberechtigt sind Unternehmen, die in den letzten fünf Jahren Maßnahmen zur Ressourceneinsparung in ihrem Betrieb umgesetzt haben. Beiträge



können bis 10. Oktober 2014 eingereicht werden. Zu gewinnen gibt es einen Award und ein Zertifikat, das das Unternehmen als beispielhaft in diesem Bereich auszeichnet.

Die feierliche Prämierung Ende November bildet den Abschluss der Veranstaltungsreihe „Erfahrungswerkstätten Fachwissen und vor Ort“. Innerhalb dieser Reihe stellte das Innovations- und Lösungsnetzwerk Ressourceneffizienz (InnoReff) regelmäßig vorbildliche Ansätze für ressourceneffizientes Handeln vor.

Alle Teilnehmer profitieren

Der Wettbewerb greift die positive Resonanz auf diese Veranstaltungen auf. Das Wettbewerbskonzept ist so ausgerichtet, dass am Ende nicht nur die Preisträger profitieren, sondern alle Unternehmen, die in Ressourceneffizienz in ihrem Unternehmen investieren möchten. Die prämierten Beiträge werden im Nachgang veröffentlicht.

Weitere Informationen zum Wettbewerb gibt's unter www.energieeffizienz-region.de/wettbewerb.

Vortrag des Jahres: Altbischof Friedrich Weber über Glaube und Technik



Friedrich Weber.

Er ist gute Tradition: der Vortrag des Jahres in Zusammenarbeit von VDE Verband der Elektrotechnik, GI Gesellschaft für Informatik und VDI Braunschweig. In diesem Jahr als Redner zu Gast ist Prof. Dr. theol. Friedrich Weber (Foto). Sein Thema am 11. November um 19 Uhr in der Aula im Haus der Wissenschaft Braunschweig: Vom Glauben zum Glauben an die Technik und der heutigen Technikgläubigkeit.

Friedrich Weber war mehr als zwölf Jahre Landesbischof der Evangelisch-lutherischen Landeskirche in Braunschweig – bis zum 31. Mai 2014. In seinem Vortrag wird er die beiden so scheinbar im Widerspruch stehenden Themen Glaube und Technik miteinander verbinden.

Verantwortlich für den Vortrag des Jahres zeichnet dieses Mal der VDE. Gäste sind herzlich willkommen, der Eintritt ist kostenlos.

INTERN

Exkursion zur Werksbesichtigung Schunk Sintermetalltechnik

Die Technologie des Sinterns ist zugleich eine der ältesten, aber auch innovativsten Zweige der Metallurgie. Formgebung von Metallpulver, anschließende Verfestigung durch Glühen und die Veredelung der Sinterteile sind ein Ver-

fahren, das überzeugende Vorteile aufweist: Sinterbauteile besitzen höchste Maßgenauigkeit, auch bei komplexen Geometrien, lassen sich gerade in hohen Stückzahlen qualitätssicher herstellen und sind 10 bis 15 Prozent leichter

als kompakte Stahlteile. Davon kann man sich am 23. Oktober bei der Werksbesichtigung der Schunk Sintermetalltechnik GmbH in Thale, organisiert von der VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg, mit eigenen Augen überzeugen.

Programmablauf:

- 8.00 Uhr: Abfahrt mit dem Bus am CongressPark Wolfsburg, Klieverhagen (gegenüber Parkhauseinfahrt)
- 9.45 Uhr: Treffen im Pulver Metallurgischen Kompetenz-Centrum Thale GmbH
- 10.00 Uhr: Begrüßung und Einführung in die „Sinterwelt“
- 10.30 Uhr: Betriebsführung in vier Gruppen: Fertigungsablauf „Presstechnik“ und „MIM-Technik“
- 13.00 Uhr: Mittagessen
- 15.30 Uhr: Besuch der Glasmanufaktur „Harzkristall“ mit Führung in Blankenburg
- 16.30 Uhr: Rückfahrt
- 18.30 Uhr: Ankunft CongressPark

Wer an der Exkursion teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis 16. Oktober an bei: Dipl.-Ing. Heinz Böger, (0 53 62) 61 710, boeger@wolfsburg.de. Unkostenbeitrag pro Person: 20 Euro.

Fertigungsablauf Presstechnik

Schunk Sintermetalltechnik GmbH



Metallpulver



Rohpulver (reine Metalle und Legierungen)

Mischen



Fertig- und Eigenmischungen

Pressen



Einsatz mechanischer und hydraulischer Pressen. Presskräfte von 30 bis 15.000 kN

Sintern ES-Verfahren



Höchste Festigkeit und Maßgenauigkeit durch „Härten aus der Sinterhitze“ (Schunk ES-Verfahren)

Veredeln



Veredelung der einbaufertigen Bauteile und Baugruppen

TERMINE

TERMINE

OKTOBER

6. Oktober, 20 Uhr

Arbeitskreis Studenten und Jungingenieure: **Stammtisch suj Clausthal**. Anno Tobak, Osteröder Straße 4, Clausthal-Zellerfeld.

14. Oktober, 19 Uhr

Arbeitskreis Produktionstechnik und Qualität, Leitung: Dipl.-Ing. Bernd Diekmann. **Arbeitskreistreffen und Stammtisch**. Stadthallenrestaurant Löwenkrone, Braunschweig.

15. Oktober, 9 Uhr

5. Tagung „Mobilitätsmanagement von morgen“, Veranstalter: Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR mit der Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH für das Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik in Berlin-Brandenburg. Tagungsschwerpunkt: **Auf dem Weg zur emissionsarmen Mobilität**. Grenanderhaus Berlin, Rosa-Luxemburg-Straße 2, Berlin. Teilnahmegebühr: 60 Euro.

15. Oktober, 10 Uhr

VDI-FVT: Arbeitskreisleitersitzung. **Treffen der Arbeitskreisleiter der Fahrzeug-, Bahn-, Schiffs- und Luft- und Raumfahrttechnik**. Mobile Life Campus, Herrmann-Münch-Straße 1, Wolfsburg.

23. Oktober, 8 Uhr

VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg, Leitung: Prof. Dr.-Ing. Joachim Schmidt. Exkursion: **Werksbesichtigung Schunk Sintermetalltechnik** GmbH in Thale. Anmeldung erforderlich, siehe Seite 27.

23. Oktober, 20 Uhr

Arbeitskreis Fahrzeug- und Verkehrstechnik, Leitung: Dr. phil. Dipl.-Ing. Fritz Schael. Vortrag: **Audi RS6 AVANT – Spitzenpro-**

dukt der Quattrotechnologie. Referenten: Christian Teubner und Jürgen Krauth, Audi AG Neckarsulm. TU Braunschweig, Hörsaal PK 4.3, Pockelsstraße 4.

27. Oktober, 19 Uhr

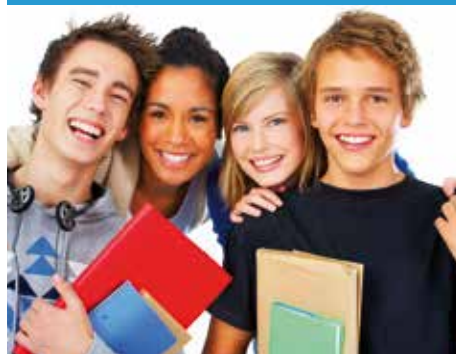
Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt, Leitung: Dipl.-Ing. Josef Thomas. Vortrag in Zusammenarbeit mit DLR, DGLR, und NFL: **Lufttransport 2050 – Ein Paradigmenwechsel für eine andere Wachstumsperspektive**. Referent: Prof. Dr. Volker Gollnick, Lufttransportsysteme DLR Hamburg. Haus der Wissenschaft Braunschweig, Pockelsstraße 11.

28. Oktober, 18.30 Uhr

Arbeitskreis Bahntechnik, Leitung: Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt. Vortragsreihe: **Perspektiven des schnellen Eisenbahnverkehrs in Deutschland**. Thema und Referent werden in Kürze bekannt gegeben. TU Braunschweig, Hörsaal SN 20.2, Schleinitzstraße 20.

NOVEMBER

3. November, 20 Uhr



Arbeitskreis Studenten und Jungingenieure: **Stammtisch suj Clausthal**. Anno Tobak, Osteröder Straße 4, Clausthal-Zellerfeld.

11. November, 18.30 Uhr

Arbeitskreis Bahntechnik, Leitung: Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt. Vortrag: **Produkte**

aus Salzgitter für den globalen Hochgeschwindigkeitsverkehr. Referent: Reiner Krause, Voith Scharfenberg. TU Braunschweig, Hörsaal SN 20.2, Schleinitzstraße 20.

11. November, 19 Uhr

Vortrag des Jahres von VDE Verband der Elektrotechnik, GI Gesellschaft für Informatik und VDI Braunschweig: **Vom Glauben zum Glauben an die Technik und der heutigen Technikgläubigkeit**. Referent: Prof. Dr. theol. Friedrich Weber. Haus der Wissenschaft Braunschweig, Pockelsstraße 11. Mehr Infos auf Seite 26.

24. November, 19 Uhr

Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt, Leitung: Dipl.-Ing. Josef Thomas. Vortrag in Zusammenarbeit mit DLR, DGLR, und NFL: **Ce-Liner – Eine Fallstudie für Elektromobilität im Luftverkehr**. Referent: Prof. Dr.-Ing. Mirko Hornung, Vorstand Bauhaus Luftfahrt e.V. Haus der Wissenschaft Braunschweig, Pockelsstraße 11.

25. November, 18.30 Uhr

Arbeitskreis Bahntechnik, Leitung: Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt. Vortragsreihe: **Perspektiven des schnellen Eisenbahnverkehrs in Deutschland**. Thema und Referent werden in Kürze bekannt gegeben. TU Braunschweig, Hörsaal SN 20.2, Schleinitzstraße 20.

27. November, 20 Uhr

Arbeitskreis Fahrzeug- und Verkehrstechnik, Leitung: Dr. phil. Dipl.-Ing. Fritz Schael. Vortrag: **BMW i3 – mehr als nur ein Auto**. Referent: Dr. Dirk Abendroth, BMW Group München. TU Braunschweig, Hörsaal PK 4.3, Pockelsstraße 4.

28. November, 13 Uhr

Workshop „Die Zukunft kann kommen“. VDI-Workshop-Reihe in fünf Städten quer durch Deutschland, die Vorständen, Geschäfts-

TERMINE/NEUZUGÄNGE

stellenleitern und Arbeitskreisleitern des VDI Tipps und das **richtige Handwerkszeug für eine erleichterte ehrenamtliche Tätigkeit** vermitteln will. Radisson Blu Hotel, Expo Plaza 5, Hannover.

DEZEMBER

1. Dezember, 18.30 Uhr

VDI-Bezirksgruppe Wolfsburg, Leitung: Prof. Dr.-Ing. Joachim Schmidt. **Jahresabschlussveranstaltung mit Vortrag** von Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem, Vorsitzender VDI Braunschweig: Braunschweig/Wolfsburg – Die Ingenieurregion. Restaurant Jott, Hotel Jäger, Wolfsburg-Sandkamp. Anmeldung erforderlich, siehe Seite 30.

1. Dezember, 20 Uhr

Arbeitskreis Studenten und Jungingenieure: **Stammtisch suj Clausthal**. Anno Tobak, Osteröder Straße 4, Clausthal-Zellerfeld.

8. Dezember, 19 Uhr

Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt, Leitung: Dipl.-Ing. Josef Thomas. Vortrag in Zusammenarbeit mit DLR, DGLR, und NFL: **Space-liner – Reisen mit Raumfahrttechnologie**. Referent: Dr.-Ing. Martin Sippel, Institut für Raumfahrtssysteme, DLR Bremen. Haus der Wissenschaft Braunschweig, Pockelsstraße 11.

9. Dezember, 18.30 Uhr

Arbeitskreis Bahntechnik, Leitung: Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt. Vortragsreihe: **Perspektiven des schnellen Eisenbahnverkehrs in Deutschland**. Thema und Referent werden in Kürze bekannt gegeben. TU Braunschweig, Hörsaal SN 20.2, Schleinitzstraße 20.

9. Dezember, 19 Uhr

Arbeitskreis Produktionstechnik und Qualität, Leitung: Dipl.-Ing. Bernd Diekmann. **Arbeitskreistreffen und Stammtisch**. Stadthallenrestaurant Löwenkrone, Braunschweig.

NEUZUGÄNGE

Wir begrüßen herzlich unsere neuen Mitglieder (bis 15. August) im VDI Braunschweig. Schön, dass Sie da sind. Wir wünschen Ihnen viele neue Kontakte und einen interessanten Erfahrungsaustausch mit Kolleginnen und Kollegen.

Tillmar Ackermann, Braunschweig

Noor Ahmad, Braunschweig

David Anton, Braunschweig

Dr. Uwe Bantelmann,

Braunschweig

Markus Bartsch, Braunschweig

Torben Baube, Braunschweig

Johannes Baur, Braunschweig

Niklas Bless, Braunschweig

Anette Braunbacher-Schmidt,

Braunschweig

Jan Timo Bülow, Baddeckenstedt

David Bürgel, Braunschweig

Fabian Carels, Wolfenbüttel

Tom De Pryck, Braunschweig

Annika Dinsen, Braunschweig

Hendrik Dziawer, Braunschweig

Ferhat Erkoc, Braunschweig

Marcel Fuhlert, Braunschweig

Orkai Gao, Braunschweig

Francesco Gazzo, Braunschweig

Andreas Gehlich, Wendeburg

Lars Gehrke, Hohenhameln

Marvin Görgen, Braunschweig

Achim Goral, Braunschweig

Lisa Grobe, Braunschweig

Christian Groth, Goslar

Sebastian Gruhle, Braunschweig

Batuhan Güner, Braunschweig

Sida Han, Braunschweig

Guanqi Hao, Wolfenbüttel

Lars Hildebrandt, Braunschweig

Jannik Hille, Wolfsburg

Fanar Ibrahim, Braunschweig

Sven Jacobitz, Lehre

Leonard Jahn, Clausthal-Zellerfeld

Arne Janßen, Braunschweig

Dauan Kadir, Braunschweig

Maximilian Kaiser, Braunschweig

Oliver Kaiser, Herzberg

Lea Kallenbach, Braunschweig

Maximilian Kamp, Braunschweig

Kara Ann Keimer, Braunschweig

Philipp Kiross, Clausthal-Zellerfeld

Mareike Klarmann, Clausthal-Zellerfeld

Marc Klein, Braunschweig

Marc Koch, Braunschweig

Stephan Kohn, Braunschweig

Alexander Kubicka, Clausthal-Zellerfeld

Katharina Kunz, Clausthal-Zellerfeld

Viktoria Lauer, Braunschweig

Elisabeth Lehmann, Helmstedt

Stephan Lenz, Braunschweig

Jiahang Li, Braunschweig

Paul Löffelbein, Gifhorn

Daniel Lüer, Braunschweig

Sven Marcus, Braunschweig

Malte Meinecke, Lengede

Dr.-Ing. Daniel Mensch VDI, Wolfsburg

Janina Meyer, Braunschweig

Andreas Michel, Braunschweig

B.Eng. Roy Moerlin, Wolfsburg

Mohammed Mohamat Salimi,

Clausthal-Zellerfeld

Lisa-Marie Müller, Braunschweig

Maximilian Müller, Braunschweig

Fatjona Musa, Braunschweig

Dasmina Nageswaran, Seesen

Orhan Nawabi, Braunschweig

Eike-Christian Nierath, Braunschweig

Sebastian Noll, Braunschweig

Lukas Outzen, Braunschweig

Tobias Paetzold, Braunschweig

Jona Petri, Vechelde

Mengyang Phang, Braunschweig

Philip Reggentin, Braunschweig

Vanessa Ruhlandt, Braunschweig

Martin Schmidt, Braunschweig

Ophélie Schmitter, Braunschweig

Johannes Schrader, Ehra-Lessien

Niels Schubert, Braunschweig

Stefanie Seitz, Braunschweig

Zeinab Shoushtari, Braunschweig

Carla Stemmler, Braunschweig

Fanshu Sun, Braunschweig

Jiaming Sun, Wolfenbüttel

Ulla Teutsch, Braunschweig

Marius Tidan, Braunschweig

Tobias Tödtmann, Braunschweig

Björn Tranta, Braunschweig

Simon Trube, Braunschweig

Pietro Turi, Braunschweig

Marlon Omar Vargas Guzmán,

Braunschweig

Charlotte Veit, Braunschweig

Niels Wächter, Gifhorn

Carl Wagner-Douglas, Braunschweig

Peng Wang, Wolfenbüttel

Shuran Wang, Braunschweig

Max Weber, Braunschweig

Alexander Weerts, Braunschweig

Janosch Wiedemann, Braunschweig

Tobias Willich, Burgdorf

Yenal Yaruz, Braunschweig

Maiwand Zemar, Braunschweig

Weijia Zhang, Braunschweig

Robin Zülke, Braunschweig

GRATULATIONEN

GRATULATIONEN

OKTOBER

- 85 Jahre **Ing. Alfred Erdtmann VDI**, Braunschweig
 80 Jahre **Dipl.-Ing. Paul Frenz VDI**, Braunschweig
 75 Jahre **Ing. Hans Hentschke VDI**, Cremlingen
 70 Jahre **Dipl.-Ing. Arnold Muchall VDI**, Braunschweig
 70 Jahre **Dr.-Ing. Wilfried Willner VDI**, Vienenburg
 65 Jahre **Dipl.-Ing. Heinrich Raußen VDI**, Peine

NOVEMBER

- 80 Jahre **Dipl.-Ing. Gerhard Seidenkranz VDI**, Cremlingen
 75 Jahre **Dipl.-Ing. Alwin Fricke VDI**, Lahstedt
 65 Jahre **Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jürgen Hesselbach VDI**, Wolfenbüttel
 65 Jahre **Ing. (grad.) Roland Puschmann VDI**, Braunschweig

DEZEMBER

- 103 Jahre **Dipl.-Ing. Franz Wehrberger VDI**, Wolfsburg
 85 Jahre **Ing. Helmut Lottermoser VDI**, Wolfenbüttel
 80 Jahre **Ing. Werner Schmidt VDI**, Braunschweig
 80 Jahre **Prof. Dr.-Ing. Helmut Kindler VDI**, Wolfenbüttel
 75 Jahre **Dipl.-Ing. Wolfgang Essmann VDI**, Braunschweig
 75 Jahre **Dipl.-Ing. Michael Graef VDI**, Wendeburg
 75 Jahre **apl. Prof. Dr.-Ing. Dieter Ottl VDI**, Braunschweig
 70 Jahre **Ing. (grad.) Günter Kröncke VDI**, Gifhorn

IMPRESSUM

HERAUSGEBER & REDAKTION

Verein Deutscher Ingenieure
 Braunschweiger Bezirksverein e.V.
 Vertretungsberechtigter Vorstand:
 Prof. Dr.-Ing. Harald Bachem,
 Dr.-Ing. Martin Bartuschat
 v.i.S.d.P.: Stefan Boysen (boy)
 E-Mail: redaktion@vdi-bs.de

Anschrift:
 Brabantstraße 11, 38100 Braunschweig
 E-Mail: kontakt@vdi-bs.de
 Tel: 0531 - 473 76 76
 Fax: 0531 - 473 75 67

FACH- UND REDAKTIONSBEIRAT

Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Hans Sonnenberg (Schriftleiter)
 Prof. Dr. techn. Reinhard Leithner
 Dipl.-Ing. Peter Rüschemann
 Dipl.-Ing. Josef Thomas
 Dipl.-Ing. Rüdiger Wendt

TITELFOTO

Institut für Werkzeugmaschinen und
 Fertigungstechnik, TU Braunschweig

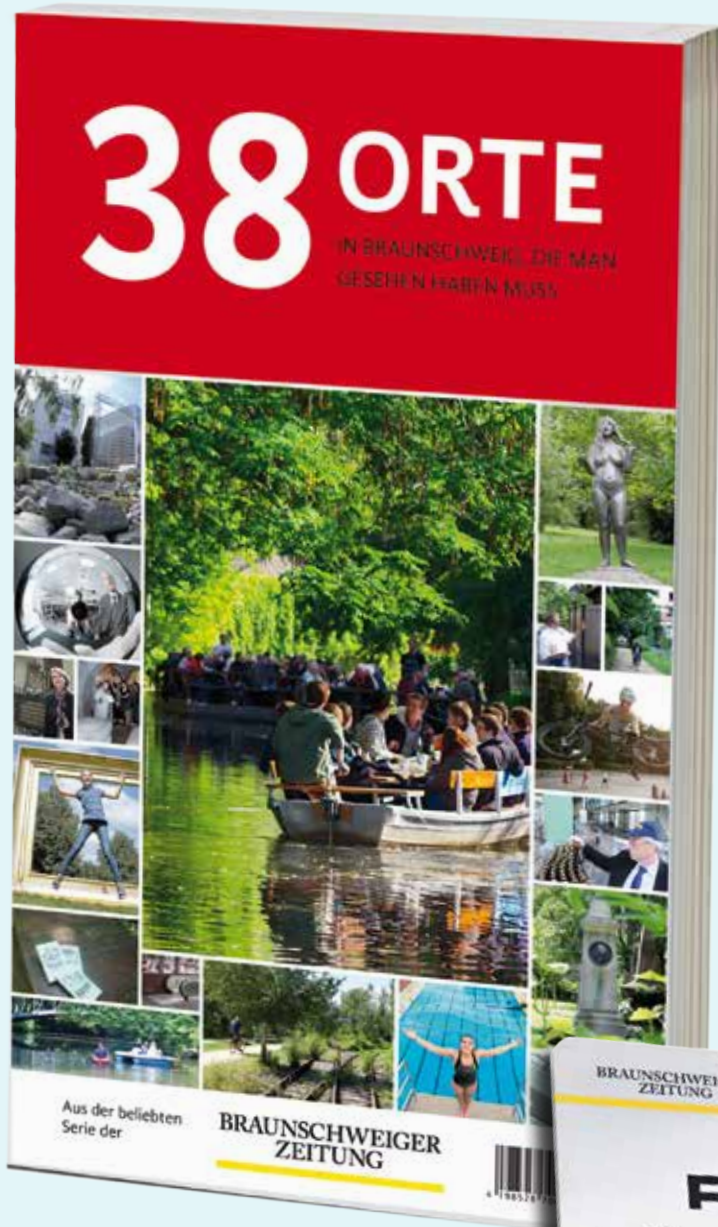
DRUCK

druckservice duisburg medienfabrik GmbH & Co. KG,
 Theodor-Heuss-Straße 77, 47167 Duisburg

VERLAG

BZV Medienhaus GmbH
 Hamburger Str. 277
 38114 Braunschweig
 Tel.: 0531 - 3900 0
 Geschäftsführung: Harald Wahls(Sprecher),
 Manfred Braun, Thomas Ziegler
 Anzeigen: Michael Heuchert (verantwortlich)
 Objektleitung: Carsten Poll
 Koordination Anzeigen/Vertrieb:
 Alisa Riechel
 E-Mail: alisa.riechel@bzv.de
 Tel.: 0531 - 39 00 193
 Auflage: 5.000

Origineller Stadtführer für Braunschweig



Das praktisch-handliche
Magazin zur beliebten Serie
in der Braunschweiger Zeitung.

Dieser Stadtführer stellt auch Orts-
kundigen auf 120 Seiten noch viele
Neuheiten vor.

Entdecken Sie 38 außergewöhnliche
und sehenswerte Orte und Plätze in
Braunschweig – Sie werden über-
rascht sein!

- ✓ große Übersichtskarte
- ✓ kompakte Texte
- ✓ anschauliche Bilder



**Mit nur:
5,90 €***

Erhältlich im Einzelhandel und in den
Service-Centern der Braunschweiger Zeitung.

* Ermäßigung nur beim Kauf in unseren Service-Centern; Preis ohne Payper-Card-Rabatt: 6,90 €.

EXKLUSIVE WOHNWELTEN

Machen Sie es sich zu Hause gemütlich

WOHNEN EINRICHTEN WOHLFÜHLEN ENTSPANNEN



AUSGABE HERBST 2014 FÜR SIE KOSTENLOS!

Holen Sie sich das aktuelle Magazin bei einem der unten genannten Geschäfte und Einrichtungen oder lassen Sie sich vier Ausgaben (Frühling, Sommer, Herbst und Winter) bequem nach Hause liefern. (Zustellgebühr 9,95 € inkl. MwSt.)

Bestell-Tel.: 0531/3900-193

Erhältlich bei: Klinik am Zuckerberg · Rechtsanwälte und Notare Homann · Hohls · Joppe Küchen · magniküche · Möbel Homann · Schwarze Glastechnik · Tischlerei Teichmann · Wiedemann · Bäder · Gärtnerei Zobel · Service Center des Braunschweiger Zeitungsverlages · Villatrium Schmidt · das-aquarium · Wohndesign · Hammer Märkte · Weiss Bürobedarf · LOESER EINRICHTUNGEN · Einrichtungshaus Körner · RENTER EINRICHTUNGEN · Steffen GmbH · Gärtnerei Volk · Bädercafé · Stilau Baum- und Rosenschule · Köpper Raumausstattung · Stilwerkstadt GmbH · Garten Baumchule Lieven · Steib · Wolf Lüftung Sanitär Gas GmbH · Schimmel Auswahlzentrum GmbH · Auro AG · Heynen Feuerfest