

VDI

Zentrum
Ressourceneffizienz

VDI ZRE Lesezeichen

Dieser Monitoring-Bericht entstand im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH und wurde durch die VDI Technologiezentrum GmbH erstellt.

Monitoring-Bericht Nr. 5 vom 14.11.2013 für den Zeitraum Juli bis September 2013

Autor:

Oliver S. Kaiser, VDI Technologiezentrum GmbH (kaiser@vdi.de)

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

INTENTION DIESES MONITORING-BERICHTES

Die VDI Technologiezentrum GmbH führt für die VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) ein kontinuierliches Technologie-monitoring durch, in dessen Rahmen Presseberichte zu Klimaschutz- und Effizienztechnologien in der industriellen Produktion gesammelt und im Innovationsradar¹ des VDI ZRE veröffentlicht werden.

Die Monitoring-Berichte bereiten Trends und bemerkenswerte Fakten aus Einzelmeldungen aus drei Monaten auf und stellen sie in komprimierter Form zusammen mit den Quellenangaben vor.

Der vorliegende fünfte Bericht fasst den Zeitraum Juli bis September 2013 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Leichtbau
- Wasserreinigung durch Abfallprodukte
- Nanotechnologie in der Wärmedämmung

¹ www.vdi-zre.de/innovationsradar

Leichtbau

Der Automobilbau steht in einem ständigen Konflikt: Um den Kraftstoffverbrauch zu senken, müssen die Fahrzeuge leichter werden. Steigende Sicherheitsanforderungen bedeuten jedoch mehr Material und somit mehr Gewicht. Ein Ausweg ist es, die Blechdicken oder Werkstoffgüten der Rohkarosserie stellenweise zu variieren – aus einem solchen Tailored Blank entstehen durch Tiefziehen Bauteile, die verschiedenen Ansprüchen genügen, je nach Einbauort in die Karosserie.

Tailored Tempering:
lokal verschiedene
Festigkeits- in einem
Bauteil

Eine weitere Alternative bei Stahlblechen ist das Tailored Tempering. Hierbei wird ein Blech aus nur einer Stahlsorte eingesetzt – meist ist es Mangan-Bor-Stahl, deren spezielle Warmumformung lokal unterschiedliche Festigkeiten in einem Bauteil ermöglicht. Die Presswerkzeuge werden während dieser Warmumformung nur partiell erwärmt. Durch eine spezielle Temperaturführung entsteht ein lokales Mischgefüge. Dieses weist zwar eine reduzierte Festigkeit, aber auch verbesserte Duktilitätseigenschaften auf, so dass das spätere Bauteil die „Crashenergie“ durch Verformung besser aufnimmt. Das Resultat ist ein Bauteil mit präzise verteilten Festigkeits- und Dehnungseigenschaften.²

Gewichtseinsparung
im Vergleich zu kalt-
geformten Bauteilen

Gegenüber den geschweißten Tailored Blanks besteht der Vorteil des Tailored Temperings in der Erzeugung eines nahtlosen Bauteils aus einem Stück, mit fließenden Übergängen statt sprunghafter Eigenschaftsänderungen an den zusammengeschweißten Bereichen. Daraus lassen sich funktionsoptimierte Bauteile designen, die an die Anforderungen des Crashes angepasst sind. Vor allem sind Gewichtseinsparungen im Vergleich zu Konzepten mit konventionell kaltumgeformten Bauteilen realisierbar.

Software berechnet
thermomechanische
Einflüsse auf Bau-
teile

Tailored Tempering ist ein komplexes Verfahren. Daher werden die Prozesse am Computer simuliert. Die Simulations-Software muss Warmumform- und Abschreckprozesse realistisch abbilden und die endgültigen Bauteileigenschaften zuverlässig vorhersagen. Die Schweizer AutoForm Engineering GmbH hat dazu im Jahr 2012 eine Simulationssoftware entwickelt, die mittels eines metallurgischen Berechnungsmodells thermomechanische Einflüsse auf das Materialverhalten bei der Bauteilherstellung berücksichtigt. Im Jahr 2013 wurde die Berechnung des thermischen Verzugs verbessert. Ein Versuchswerkzeug wurde in Kooperation mit der Daimler AG entwickelt. Parallel wurden systematische Tests am Lehrstuhl für Fertigungstechnologie der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Inzwischen ist die Simulationssoftware bei Daimler im produktiven Einsatz und hilft, mit Tailored Tempering das Karosseriegewicht weiter zu senken.³

Die Alternative zur Optimierung etablierter Werkstoffe wie Stahl ist deren Substitution. In der Automobilindustrie bekommen faserverstärkte Kunststoffe

² Werkstoffe & Technologien, Tailored Tempering, ThyssenKrupp, ohne Datum, http://incar.thyssenkrupp.com/7_05_021_Tailored_Tempering.html?lang=de (aufgerufen am 14.11.2013)

³ Luca Meister: Schweizer Blech-Software optimiert Rohkarosserien. Maschinenmarkt.ch, 11.09.2013, http://www.maschinenmarkt.ch/konstruktion_cax/plm_cad_cam_fem_pps_erp/articles/417485/ (aufgerufen am 14.11.2013)

Bedeutung, allerdings wegen ihrer hohen Material- und Herstellungskosten erst in Nischenanwendungen. Am Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen wurde in einem Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) ein Prozess entwickelt, der eine Schlüsselrolle für die ressourceneffiziente Produktion und somit auch zur Kostensenkung spielen kann. Der Prozess setzt bei den Faservorformlingen, den so genannten Preforms an, die bis zu 50 Prozent der gesamten Bauteilekosten ausmachen. In den Preforms sind die Verstärkungsfasern zusammengefasst, wobei für eine lokal verschiedene Kraftaufnahme veränderliche Faserorientierungen und -dicken eingebracht werden müssen. Dafür sind mehrere Handhabungsschritte notwendig. Es fällt bis zu 30 Prozent Verschnitt an.⁴

Weniger Verschnitt
auch bei kundenspezifischen Produkten

In diesem IGF-Projekt wurde ein vollständig automatisierter Prozess für die Herstellung von Faserpreforms mit thermoplastischer Matrix entwickelt. Das neue 3D-Faserspritzen ersetzt zeit- und energieaufwändige Prozessschritte, wie beispielsweise Weben und Drapieren. In die Preforms können definierte Faserorientierungen eingebracht und endkonturnah gefertigt werden, so dass die Verschnittmenge stark sinkt. Der flexibel einsetzbare Fertigungsprozess erlaubt es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen, schnell auf geänderte Kundenanforderungen zu reagieren und ihre Produkte anzupassen.⁵

3D-Faserspritzen
ersetzt zeit- und
energieaufwendige
Prozesse

Faserverbundstoffe mit thermoplastischer Matrix lassen sich am Ende des Lebensweges gut recyceln, da sich Thermoplaste relativ einfach schmelzen oder auflösen lassen. Um größere Wärmeformbeständigkeiten zu erzielen, werden häufig Duromere als Matrixharze verwendet, die aufgrund ihrer vernetzten Struktur äußerst stabil gegenüber Chemikalien und Lösungsmitteln sind, was das Recycling prinzipiell erschwert. Ausnahmen sind eine begrenzte Zahl von Duromerklassen, die sich auf chemischem Weg recyceln lassen, etwa die viele Typen umfassende Klasse der Polyurethane. Deren maximale Dauereinsatztemperatur liegt zwischen 120 und 130 °C, was für den Automobilbau ausreicht, für Luftfahrtanwendungen jedoch nicht. Die Firma Rampf Ecosystems in Pirmasens hat im April 2012 die weltweit erste Anlage zur industriellen Herstellung von Polyolen aus Weich-Polyurethanschaumstoffen mit einer Kapazität von 3500 Tonnen im Jahr in Betrieb genommen.⁶ Dieses Konzept ließe sich auch auf Hart-Polyurethane, wie sie aktuell verstärkt in Faserverbundstoffen eingesetzt werden, übertragen.

Neue Wege im
Faserverbundstoff-
Recycling

Eine weitere Materialklasse sind duromere Epoxide, die höhere Dauergebrauchstemperaturen als Polyurethane zeigen. Zu recyceln sind jedoch nur speziell angepasste Epoxide, die wiederum nicht beständig gegen Lösemittel und Säuren sind.

⁴ Alexandra Dick: Automatisierbarer Fertigungsprozess reduziert Kosten. Informationsdienst Wissenschaft, 18.09.2013, <http://idw-online.de/pages/de/news552096> (aufgerufen am 14.11.2013)

⁵ Automatisierbarer Fertigungsprozess reduziert Kosten. Finalist für den Otto von Guericke-Preis 2013. Video der Allianz Industrieforschung, 2013, <http://www.aif.de/mediathek/videos/kostenguenstige-thermoplastpreforms.html> (aufgerufen am 14.11.2013)

⁶ RAMPF Ecosystems Operate World's First Industrial Plant for Manufacturing Polyols from PU Flexible Foam Waste. 18.12.2012, <http://www.netcomposites.com/news/RAMPF-Ecosystems-Operate-World's-First-Industrial-Plant-for-Manufacturing-Polyols-from-PU-Flexible-Foam-Waste/7921> (aufgerufen am 14.11.2013)

Polycyanurate
praxistauglich und
weiterverwertbar

Die Hoffnungsträger mit den geringsten Nachteilen und einer akzeptablen Recyclingfähigkeit sind die Polycyanurate. An der Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite (PYCO) konnten in diesem Jahr erstmals aus den Recyclingprodukten der Matrixharze unter Anwendung einfacher chemischer Reaktionen neue Duromere hergestellt werden, wie beispielsweise Gießharze und Schaumstoffe. Die so entwickelten Schaumstoffe enthalten bis zu 30 Masseprozent des durch die Zersetzung des Matrixharzes gewonnenen Recyclates. Die Anwendung der recycelten Schaummaterialien wird derzeit getestet.

Die Ausgangs-Polycyanurate in der Matrix selbst haben Glasübergangstemperaturen von bis zu 400 °C, hohe intrinsische Flammfestigkeit und geringe Rauchgasentwicklung. Das Verarbeitungs- und das Endeigenschaftenprofil lassen sich durch Füllstoffe, Schlagzähmodifikatoren und die Co-Reaktion mit weiteren Monomeren über einen weiten Bereich gezielt einstellen.

Polycyanurate lassen sich mit speziellen Chemikalien vergleichsweise einfach chemisch zersetzen. Hierbei handelt es sich um eine intrinsische Materialeigenschaft. In Abhängigkeit vom jeweiligen Zusatz lassen sich diese Duromere bei Temperaturen über 160 °C zum Teil in weniger als einer Stunde zersetzen, dennoch werden die für den Flugzeug-, Automobil-, und Schienenfahrzeugbau geforderten Medienbeständigkeiten erreicht.⁷

Wasserreinigung durch Abfallprodukte

Reinigung von
Schmutzwasser
durch optische
Datenspeicher

Ausrangierte CDs und DVDs können aus Wasser organische Moleküle entfernen, wie sie sich beispielsweise im Schmutzwasser von landwirtschaftlichen Betrieben befinden. Diese Idee wird von Forschern der *National Taiwan University (NTU)* verfolgt. Auf den Datenträgerscheiben werden in einem technischen Prozess Nanostäbchen aus Zinkoxid (ZnO) aufgebracht. Diese erzeugen auf den Scheiben dann nach und nach eine durchsichtige leitende Schicht mit photokatalytischen Eigenschaften. Unter Einwirkung von UV-Licht fördern sie die Zersetzung der unerwünschten organischen Moleküle im Wasser, beispielsweise des Azofarbstoffs Methylorange. Um den Labormaßstab geringen Durchsatz von rund 150 ml Schmutzwasser pro Minute und Scheibe zu erhöhen, werden die CD- und DVD-Scheiben in einem rotierenden Stapel angeordnet, so dass die zugeführten Wassertropfen einen dünnen Film auf der leitenden Schicht bilden. Befeuert wird diese Weiterverwendung in einem absehbaren Zeitraum durch das riesige Potenzial an optischen Datenspeichern, die immer mehr durch die elektronischen Flash-Speicher ersetzt werden.⁸

⁷ Christian Dreyer et al.: Chemisches Recycling von Composites. Maschinenmarkt.de, 02.07.2013, <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanaele/konstruktion/werkstoffe/articles/409969> (aufgerufen am 14.11.2013)

⁸ Peter-Michael Ziegler: Optische Datenträger als Wasserreiniger, in: c't Nr. 22/2013 (07.10.2013), S. 48

Ein Ansatz zur Weiterverwertung von Beton kommt aus Dänemark: dort verringert versuchsweise zermahlenes Betonpulver den Phosphor-Eintrag in Seen und Flüsse. Anstatt den Schutt aus Baustellen und Abbrüchen direkt in Lärmschutzwällen und als Straßenunterbau zu verwerten, könnte er einige Jahre als Filterschicht in Rückhalteteichen dienen, in denen sich abfließendes Regenwasser von den umgebenden Feldern sammelt. In Dänemark sind solche Teiche weit verbreitet. Ein Sandbett dient bislang typischerweise als Filter. Zerstoßener Beton entfernte in Laborversuchen 90 Prozent des Phosphors aus dem Wasser, die bisher üblichen Sandfilter schaffen lediglich 20 Prozent. In einem Feldversuch wurde die Sandfilterschicht in einem der 113 Wasserrückhalteteiche in der Gemeinde Apenrade auf Jütland gegen eine Schicht aus zermahlenem Beton ausgetauscht, wobei die Laborergebnisse bestätigt wurden.⁹

Betonpulver wirkt gegen Phosphor in Gewässern

Phosphordünger gelangt aus der Landwirtschaft in großen Mengen in den Boden. Durch Regen und Erosion wird ein Teil des Phosphats ausgewaschen und sammelt sich erst in Entwässerungskanälen und Regenwassertümpeln, um dann in Seen und Flüsse zu fließen. Dort fördert es Algenblüten. Die absterbenden Algen sinken zum Gewässergrund und werden dort unter großem Sauerstoffverbrauch abgebaut, was die Nahrungskette von den Bodenorganismen über die Wasserpflanzen bis hin zu den Tieren im Gewässer negativ beeinflusst. Der filtrierende Beton enthält mineralreichen Zement. Die mineralischen Bestandteile beinhalten Eisen, Kalzium und Aluminium. Diese Elemente wiederum können den Phosphor binden. Das Betonpulver darf seinerseits nicht zu sehr Wind und Wetter ausgesetzt gewesen sein, da sonst bereits der Zement ausgewaschen wäre. Der Altbeton kann einige Jahre lang seinen Dienst als Phosphor-Filter tun, bevor er als Füllmasse beispielsweise beim Straßenbau zugesetzt wird.¹⁰

Nanotechnologie in der Wärmedämmung

Dämmstoffe wie Mineralwolle, Naturfasern, Polystyrolschaumstoff- oder Polyurethanplatten haben einen gemeinsamen Nachteil: sie müssen dick aufgetragen werden. Es müssen große Volumina zu den Baustellen transportiert werden, zudem reduzieren sie bei Anwendung in Innenräumen das Nutzvolumen. Das gilt vor allem für Polystyrolschaumstoff, bekannt unter den Markennamen Styropor und Styrodur, der auf Dreiviertel der gedämmten Flächen verarbeitet wird. Deren durchschnittliche Stärke betrug im Jahr 1997 noch 7,2 Zentimeter, 2012 bereits 12,5 Zentimeter, um den gesetzlich vorgegebenen energetischen Ansprüchen zu genügen.¹¹

Klassische Dämmstoffe reduzieren Gebäudevolumen

⁹ Hanns-J. Neubert: Betonmehl säubert Wasser. Technology Review, 28.10.2013, <http://www.heise.de/tr/artikel/Betonmehl-saeubert-Wasser-1982356.html> (aufgerufen am 14.11.2013)

¹⁰ Alter Beton als Wasserfilter. Scinexx, 23.08.2013, <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-16572-2013-08-23.html> (aufgerufen am 14.11.2013)

¹¹ Matthias Oden et al.: Verdämmt und zugeklebt, in: Capital, 21.02.2013, S. 20ff

Dämmplatten mit Nanoporen können auf der Baustelle verarbeitet werden

BASF hat den Kunststoff Polyurethan mit einem neuartigen Herstellungsverfahren so aufgeschäumt, dass die hergestellten Platten mit den darin gebildeten Nanoporen fachgerecht unter Baustellenbedingungen verarbeitet werden können. Sie können gesägt, gefräst, gebohrt und geklebt werden. Die Wärmeleitfähigkeit der fertigen Platte liegt unter 16 mW/mK^{12} und ist damit besser als Standarddämmstoffe mit 22 bis 40 mW/mK^{13} . Im Vergleich zu konventionellen Produkten lässt sich die Dicke der Dämmung um 25 bis 50 Prozent reduzieren.¹⁴ Die nun nanoskaligen Löcher im Slentite genannten Werkstoff sind mit 50 bis 100 Nanometer Durchmesser bis zu 1000 mal kleiner als in bisherigen Vakuumisulationspaneelen und dämmen dabei fast doppelt so gut, wobei die offenporige Zellstruktur die Feuchtigkeitsregulierung im Innenraum erlaubt. Eine Pilotproduktionsanlage wird im Jahr 2014 im Werk Lemförde bei Osnabrück in Betrieb gehen.¹⁵

¹² BASF SE-Produktbroschüre SLENTITE. September 2013, http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/de/function/conversions:/publish/content/group/News_und_Medien/Polyurethan/Slentite_DE.pdf (aufgerufen am 14.11.2013)

¹³ Dämmstoff Magazin: Wärmeleitzahlen / λ -Werte. <http://www.baulinks.de/baumaterial/lambda-werte-waermeleitzaehl-waermeleitfaehigkeit-waermedaemmung.php> (aufgerufen am 14.11.2013)

¹⁴ Der erste PU-Hochleistungsdämmstoff als gebrauchsfertige Platte. Materialsgate, 10.07.2013, <http://www.materialsgate.de/de/mnews/18235/> (aufgerufen am 14.11.2013)

¹⁵ Susanne Kutter: Pullover für Häuser, in: Wirtschaftswoche Nr. 38 (16.09.2013), S. 80. <http://www.wiwo.de/technologie/forschung/klimatechnik-basf-entwickelt-pullover-fuer-haeuser/8784178.html> (aufgerufen am 14.11.2013)

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Johannisstr. 5-6
10117 Berlin
Telefon +49 30 27 59 506-0
Telefax +49 30 27 59 506-30
info@vdi-zre.de
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE