

# performer

Das PLEXIGLAS® Formmassen Magazin

2010.02



## Energie

**Leicht:** Ressourcen schonen mit Leichtbaulösungen

**Leitend:** Stromverbrauch senken mit LED-Fernsehern

**Lichtdurchlässig:** Sonnenkraft speichern mit weltgrößtem Leichtbau-Solarmodul

# „Die Verschwendung von Energie ist nichts anderes als Wegwerfen von knappen Rohstoffen.“

Klaus Töpfer, ehemaliger Umweltminister der Bundesrepublik Deutschland

Liebe Leserinnen und Leser,

Energie effizient zu nutzen und die Ressourcen zu schonen – das sind nicht nur für das internationale Klimaabkommen wichtige Ziele, sondern dies ist auch Teil unserer gesellschaftlichen Verantwortung. Da fossile Energien endlich sind, muss nach Alternativen gesucht werden. Die ersten Schritte sind bereits gemacht.

Diese Ausgabe des perFormer zeigt, wie neu entwickelte Produkte und bewährtes Material in intelligenten Anwendungen dazu beitragen, Energie zu gewinnen oder weniger zu verbrauchen. Energie- und Ressourceneffizienz ist für ein breites Einsatzspektrum relevant: Ob regenerative Energietechnik, Leichtbau, Beleuchtung oder Materialentwicklung – durch unser Know-how können wir die Eigenschaften von PLEXIGLAS® gezielt einsetzen.

In großen LED-Fernsehern sorgt beispielsweise PLEXIGLAS® POQ66 als Lichtleitplatte für ein gleichmäßig ausgeleuchtetes Bild. Durch den niedrigen Brechungsindex und die hohe Lichtdurchlässigkeit des Materials benötigt der Fernseher dafür weniger Energie als mit anderen Werkstoffen.

Die hohe Lichtdurchlässigkeit von PLEXIGLAS® war auch im weltweit größten Leichtbau-Solarmodul entscheidend: Dort erhöht es dessen Leistung und ist zudem noch deutlich leichter als Glas.

Für den Energieverbrauch ausschlaggebend ist gerade bei Fahrzeugen das Gewicht. Leichtbau setzt sich deshalb immer stärker durch – aber nicht nur bei der Karosserie. Auch Verschleißungen aus PLEXIGLAS® können das Gewicht deutlich reduzieren.

Neben diesen Themen warten noch weitere darauf, von Ihnen gelesen zu werden.



Ich wünsche Ihnen eine leichte Lektüre voller Energie.

Michael Träxler  
Leiter Geschäftsgebiet  
Acrylic Polymers



## Boulevard

Groß ist nicht gleich schwer.  
Das Repertoire des reduzierten  
Gewichts. **4**

### Boulevard

- 4 Showbühne der Leichtigkeit
- 5 Von Punkten und Flächen

### Titelthema

- 6 Energie auf Dauer

### Technik

- 11 Der Einfluss der Masse
- 14 Die Gewichtsspirale in Gang bringen
- 15 Scheibenwelten



## Titelthema

Ressourcen und erneuerbare Energien  
effizient nutzen. Die Energieversorgung  
in der Zukunft. **6**

### Anwendung

- 18 Leistungsträger
- 20 Effizienz auf dem Schirm

### Entwicklung

- 22 Symbiose aus Holz und PLEXIGLAS®



## Technik

Mit Leichtigkeit Res-  
ourcen schonen. Der  
Einfluss der Masse. **11**

Wollen Sie mehr erfahren? Weiterführende Informationen zu PLEXIGLAS® Formmassen gibt's im Internet unter [www.plexiglas-polymers.de](http://www.plexiglas-polymers.de)  
Fragen oder Anregungen zu den im Heft behandelten Themen senden Sie einfach per E-Mail an [performer@evonik.com](mailto:performer@evonik.com)

**Dies ist eine Publikation des  
Geschäftsgebiets Acrylic  
Polymers von  
Evonik Industries AG**

**Herausgeber:**  
Evonik Röhm GmbH  
Produktbereich Formmassen  
Kirschenallee  
64293 Darmstadt, Deutschland  
Tel.: +49 (0)6151 18-01  
Fax: +49 (0)6151 18-02  
[www.plexiglas-polymers.de](http://www.plexiglas-polymers.de)

Adressänderungen senden Sie bitte an:  
[performer@evonik.com](mailto:performer@evonik.com)

**Redaktion:**  
Profilwerkstatt GmbH  
64295 Darmstadt, Deutschland  
Tel.: +49 (0)6151 5990-20  
[www.profilwerkstatt.de](http://www.profilwerkstatt.de)

**Chefredaktion:**  
Doris Hirsch, PR Management Acrylic  
Polymers (V.i.S.d.P.);  
Martina Keller, Profilwerkstatt;  
Dr. Claudia Klemm, Profilwerkstatt

**Art Direction:** Annika Sailer  
**Satz/Layout:** Profilwerkstatt

**CvD:** Ralf Ansorge

**Druck:** Werbedruck Petzold GmbH,  
Gernsheim. Gedruckt auf chlorfrei  
gebleichtem Papier

**Fotos:**  
adele/Strandperle (S. 3, S. 10), Airbus  
(S. 17), Aldo Pavan/Strandperle (S. 8),  
Eric Hood/iStockphoto (Titel, S. 6), Evonik  
Industries (S. 2-3, S. 5, S. 11-13, S. 16,  
S. 21-22), gilles lougassi/fotolia.com  
(S. 16), Joe Fox/Strandperle (S. 9), Lotus  
Engineering (S. 12, S. 14), Mara/foto-  
lia.com (S. 23), Masdar (S. 7), MRA-

Klement (S. 16), Samsung (S. 20-21), Ste-  
fan Wildhirt (S. 12-13, S. 15, S. 18-19),  
Sven Döring (S. 17), Ton Koene/Strand-  
perle (S. 8), Uwe Feuerbach (S. 3-4)

Der Geschäftsbereich Performance Poly-  
mers von Evonik ist ein weltweiter Her-  
steller von PMMA-Formmassen, die un-  
ter der registrierten Marke PLEXIGLAS®  
auf dem europäischen, asiatischen, afri-  
kanischen und australischen Kontinent  
vertrieben werden und unter der Marke  
ACRYLITE® auf dem amerikanischen  
Kontinent.

® = registered trademark

PLEXIGLAS®, PLEXALLOY® und  
PLEXIMID® sind eingetragene Marken  
der Evonik Röhm GmbH, Darmstadt,  
Deutschland.

ACRYLITE® ist eine eingetragene Marke  
der Evonik Cyro LLC, Rockaway, NJ, USA.

Unsere Informationen entsprechen unse-  
ren heutigen Kenntnissen und Erfahrun-  
gen nach unserem besten Wissen. Wir  
geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit  
weiter. Änderungen im Rahmen des tech-  
nischen Fortschritts und der betrieblichen  
Weiterentwicklung bleiben vorbehalten.  
Unsere Informationen beschreiben ledig-  
lich die Beschaffenheit unserer Produkte  
und Leistungen und stellen keine Garan-  
tien dar. Der Abnehmer ist von einer  
sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw.  
Anwendungsmöglichkeiten der Produkte  
durch dafür qualifiziertes Personal nicht  
befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der  
Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die  
Erwähnung von Handelsnamen anderer  
Unternehmen ist keine Empfehlung und  
schließt die Verwendung anderer gleich-  
artiger Produkte nicht aus.  
(Stand: Januar 2010)



Gregor Hetzke, Leiter des Geschäftsbereichs Performance Polymers der Evonik Industries, und Rudolf Blass, Leiter des Industriesegments Automotive & Surface Design im Geschäftsgebiet Acrylic Polymers, mit einer leichten Frontscheibe aus PLEXIGLAS®.

## Showbühne der Leichtigkeit

In Darmstadt hat Evonik ein Leichtbau-Studio eröffnet. Dort präsentiert das Unternehmen seine Kompetenzen für Leichtbauanwendungen und bietet Raum für Gespräche mit Kunden.

**„Mit dem neuen Leichtbau-Studio setzen wir ein klares Signal** dafür, dass wir in dem zukunftssträchtigen Markt für Leichtbauteile aus PLEXIGLAS®, ROHACELL® und VESTAMID® weiter wachsen wollen“, erklärte Gregor Hetzke, Leiter des Geschäftsbereichs Performance Polymers der Evonik Industries. „In unserer Innovationsinitiative ist die Entwicklung von Leichtbauteilen eines der Kernelemente.“

**Im Leichtbau-Studio können Kunden direkt vergleichen:** So steht die Frontscheibe aus Glas neben dem äußerlich gleichen Leichtgewicht aus PLEXIGLAS®, und der Konferenztisch beweist, dass groß nicht gleich auch schwer heißt. „Wo unsere Produkte zur Anwendung kommen, ist oft auf den ersten Blick nicht zu erkennen. Im Leichtbau-Studio zeigen wir jetzt aber, was mit unseren Materialien machbar ist“, erklärt Rudolf Blass, Leiter des Industriesegments Automotive & Surface Design im Geschäftsgebiet Acrylic Polymers. „Auf diese Weise kommen wir mit Kunden viel konkreter ins Gespräch und können intensiver über Themen und Projekte diskutieren.“ Die bisherigen Besucher des Studios sind von der Vielfalt der Exponate – vom kompletten Auto bis zum Bauteil einer Trägerrakete – beeindruckt. „Denn“, führt Blass aus, „die meisten kennen PLEXIGLAS® nur in ihrem

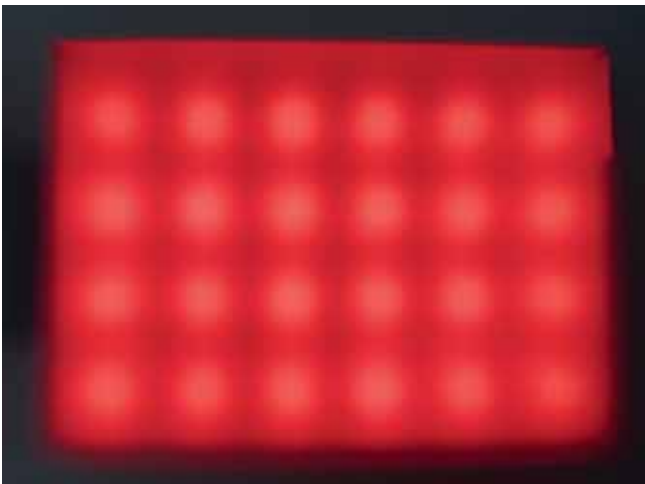
Industriesegment. Bei uns haben sie die Möglichkeit, auch andere Anwendungen zu sehen und erhalten so neue Impulse für innovative Leichtbaulösungen.“ Ganz nebenbei können die Besucher auch in der Studiogestaltung die Werkstoffe von Evonik mehrfach entdecken – unter anderem bei den Podesten für die Autos, der Rückprojektionsfläche im Besprechungsbereich und der Hinweisstele am Eingang. – ck



Einblick in die Leichtbautechnik: vom Motor bis zur Frontscheibe.

# Von Punkten und Flächen

Evonik hat die diffus lichtstreuenden Formmassen (df) speziell für die LED-Direktbeleuchtung mit dünnen Wanddicken weiterentwickelt.



Flache Bauform: LEDs scheinen als Lichtpunkte durch das Material.



Mit der neuen PLEXIGLAS® Formmasse: bessere Lichtverteilung.

**Light Emitting Diodes, LEDs, sind das Highlight unter den Leuchtmitteln.** Mit Vorteilen wie geringem Stromverbrauch und vielfach höherer Lebensdauer punkten sie gegenüber konventionellen Leuchtmitteln wie Glühlampen, Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren. Energieeffizienz ist in Anbetracht des Klimaschutzes und steigender Strompreise besonders gefragt. Immer mehr Beleuchtungen werden deshalb mit Leuchtdioden hergestellt. Evonik hat daher in einer mehrmonatigen Entwicklungszeit eine spezielle PLEXIGLAS® Formmasse entwickelt, die genau auf den Einsatz mit LEDs abgestimmt ist, beispielsweise für hinterleuchtete Leuchtenabdeckungen, Leuchten in Röhrenform und Gebäudebeleuchtungen, wie sie für den asiatischen Markt typisch sind.

## Gefragt: Flaches Design, hohe Leuchtkraft

Neben der hohen Energieeffizienz bieten LEDs einen weiteren Vorteil: flachere Bauformen. „Die PMMA-Abdeckung kann näher an LEDs montiert werden als an Leuchtstoffröhren, da Leuchtdioden weniger Wärme ausstrahlen“, sagt Michael Zietek, Leiter des Business Segments Optics, Surfaces und Lighting im Bereich PLEXIGLAS® Formmasse bei Evonik. „Trotz des geringen Abstands zur Lichtquelle bleibt die Formmasse stabil, LEDs vereinfachen damit das Wärmemanagement.“

Die schlanken Leuchten sehen nicht nur elegant und hochwertig aus. Mit der neuen PLEXIGLAS® Formmasse können auch neue Beleuchtungsmöglichkeiten realisiert werden. Auch opti-

mierte Wanddicken von wenigen Millimetern sind vorstellbar. Auf engem Raum wird dort eine hohe Leuchtleistung erzielt, denn diese Abdeckungen absorbieren kaum Licht.

## Hohe Transmission und Streuung verhindern Hotspots

Aufgrund der geringeren Bautiefen der Leuchten und der verwendeten Leuchtmittel ergeben sich neue Anforderungen an die eingesetzte Formmasse, die Evonik bei der Weiterentwicklung berücksichtigte. So dürfen keine Hotspots erscheinen, unerwünschte Leuchtdichteschwankungen, bei denen einzelne Lichtquellen als Punkte durch den Werkstoff scheinen. Die Herausforderung bei immer weiter reduzierten Wanddicken war daher, eine ausreichend hohe Transmission bei gleichzeitig größtmöglicher Lichtstreuung zu erzeugen. Maßgeblich dafür sind in die Formmasse eingebettete PMMA-Perlen, die das Licht gleichmäßig verteilen. Das funktioniert durch die genaue Abstimmung der Perldurchmesser und der Lichtbrechung.

„Wir haben eine spezielle Rezeptur für den gewünschten Wanddickenbereich entwickelt. Dort bewegen wir uns im Bereich von über 60 Prozent Transmission, haben aber gleichzeitig eine sehr hohe Lichtstreuung und vermeiden so Leuchtdichteschwankungen“, erklärt Zietek. „Mit der neuen PLEXIGLAS® Formmasse bieten sich den Entwicklern in der Leuchtenindustrie erweiterte Gestaltungsfreiräume für tolle, neue Leuchtenkreationen.“ – cat



# Energie auf Dauer

Die Energieversorgung der Zukunft steht vor zwei großen Herausforderungen. Die Menschheit muss ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß drastisch senken, wenn sie die schlimmsten Folgen des Klimawandels abwenden will. Zudem sind die fossilen Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle endlich. Nach Schätzungen der Internationalen Energie-Agentur (IEA) reichen die bisher nachgewiesenen Reserven, um die Welt bei konstantem Verbrauch noch 40 Jahre mit Öl zu versorgen. Doch gleichzeitig rechnet die IEA damit, dass der Rohstoffverbrauch bis 2050 weiter steigt.

Zum Klimawandel schreibt die Agentur in ihrem World Energy Outlook 2009: „Wenn die Welt die Wahrscheinlichkeit eines Temperaturanstiegs über 2 Grad Celsius auf 25 Prozent verringern will, dürfen die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die gesamte Periode von 2000–2049 eine Billion Tonnen nicht übersteigen. Von 2000 bis 2009 betrug der weltweite Ausstoß 313 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>.“ Das heißt, ein Drittel davon ist bereits in der Atmosphäre gelandet.

## Das Ende des Öls

Man muss sich das Ende des Öls nicht als einen abrupten Schluss vorstellen. Vielmehr wird irgendwann ein Fördermaximum erreicht – „Peak Oil“ genannt. Danach entsteht eine Versorgungslücke. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover (BGR) schätzt, dass – den steigenden Verbrauch eingerechnet – bereits 2023 das Fördermaximum erreicht ist. Zwar können sich die Reserven durch den Abbau von bisher unerschlossenen Öl- und Gasfeldern vor allem in der Tiefsee und durch den Abbau von Ölsanden noch vergrößern.

Dadurch – so die BGR – lasse sich der Zeitpunkt des Fördermaximums bis etwa 2030 oder 2035 verschieben.

Bei den anderen nicht erneuerbaren Rohstoffen ist die Lage entspannter. Die Erdgasreserven würden nach Schätzungen der BGR bei gleichbleibender Förderung erst nach Mitte des Jahrhunderts zur Neige gehen. Die Steinkohlereserven und Ressourcen reichen noch 125 Jahre, Braunkohle gar 200 Jahre, ein Verbrauch auf heuti-

gem Niveau vorausgesetzt. Allerdings sind dies gerade die Energieträger mit dem höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Uranvorkommen seien auf sehr lange Sicht vorhanden. Der Zeitdruck, in Zukunft alternative Energieträger zu erschließen, ist beim Erdöl mit Abstand am höchsten.

## Langfristiger Ersatz für Öl und Kohle

Erneuerbare Energien haben in den letzten Jahren den Sprung von der ideell getriebenen Nischentechnologie zum Wirtschaftssektor im Industriemaßstab vollzogen. Wind- und Solarenergie boomen nicht zuletzt dank der Förderprogramme in Europa und den USA. Schwellenländer wie Brasilien oder Indonesien exportieren Pflanzenöle im großen Maßstab, die als Biokraftstoffe eingesetzt werden können. Bereits heute decken erneuerbare Energien in Deutschland 10 Prozent des Primärenergiebedarfs. Den Löwenanteil daran hat die Wärmeproduktion aus Biomasse. Windkraftanlagen produzierten im vergangenen Jahr 37,8 Milliarden Kilowattstunden Strom – genug, um zehn Millionen Haushalte zu versorgen. Nach dem Willen der Bundesregierung soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch im Jahr 2020 mindestens 30 Prozent betragen und dann weiter steigen.

Doch längst beschäftigen sich Experten mit noch viel ambitionierteren Zielen. „Eine Modernisierung der Stromversorgung kann aus meiner Sicht nur eine Stromversorgung aus 100 Prozent erneuerbaren Energien bedeuten“, sagte Jochen Flasbarth, der Präsident des Umweltbundes-



Im Emirat Abu Dhabi entsteht derzeit die erste klimafreundliche Stadt der Welt. Masdar City soll vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden und kaum Abfall sowie fast keine CO<sub>2</sub>-Emissionen produzieren.



Wuchtige Schaufelräder und zerklüftete Landschaften – die Stromerzeugung mit Braunkohle schadet dem Klima ganz besonders. Auch für die Ölbranche ist die Zukunft ungewiss: Wie lange die Felder noch den begehrten Rohstoff liefern, ist unsicher.

amtes, auf dem EVU-Gipfel im März vor Vertretern der Energiewirtschaft. Wie das gehen soll, spielt gleich eine Reihe von Studien durch, die innerhalb des letzten Jahres erschienen sind. So tat sich beispielsweise das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PiK) mit der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers zusammen, um zu skizzieren, welche Schritte nötig wären, um binnen 40 Jahren in Europa und Nordafrika die Stromversorgung auf null Prozent Treibhausgase und hundert Prozent erneuerbare Energien umzustellen.

### Strom spielt die Schlüsselrolle

Die Bedeutung der Stromerzeugung wird nach Ansicht der Autoren weiter steigen. „Im Prinzip ist Strom in allen Bereichen verwendbar“, sagt Johan Lilliestam vom PiK, einer der Autoren der Studie. „Autos im Stadtverkehr kann man mit Strom betreiben, sobald die Batteriefrage gelöst ist“, sagt Lilliestam. Allein der Verkehr macht weltweit knapp 70 Prozent des gesamten Ölverbrauchs aus. „Wir werden in Zukunft sehr genau überlegen müssen, welches die wertvollsten Verwendungen für Biokraftstoff und Biomasse sind. Der Individualverkehr gehört sicher nicht dazu“, so Lilliestam weiter. Auch das Heizen von Gebäuden könne Strom im Prinzip übernehmen, das sei bereits heute in Schweden oder Norwegen nichts Ungewöhnliches.

Während die Technologien zur Erzeugung und Speicherung erneuerbarer Energien quasi bekannt sind, sieht der Klimaforscher das größte Problem in der Errichtung des benötigten Stromnetzes. „Wir benötigen ein Supergrid mit Gleichstromleitungen über große Entfernungen“, sagt Lilliestam, „und die sind nicht schnell aufzubauen.“ Zum einen sei der Bau von Hochspannungsleitungen aufgrund von Einsprüchen und Bürgerinitiativen ein langsames Unterfangen. Zum anderen würden die Leitungen durch viele verschiedene Hoheitsgebiete laufen. Letztlich bestehe die Herausforderung darin, die Verfahren zu vereinfachen und Akzeptanz zu schaffen.

### Die Wiederentdeckung des Energiesparens

Im Schatten des Booms der erneuerbaren Energie wird manchmal allerdings ein anderer Aspekt nachhaltiger Energieversorgung übersehen: das Energiesparen. Dabei ist es Teil des Ende 2008 von der EU beschlossenen Klimapakets. Bis 2020 sollen nicht nur die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Endenergieverbrauchs erreichen, sondern der Primärenergieverbrauch soll auch im Vergleich zu den Prognosen für 2020 um 20 Prozent sinken. „Das ist sicherlich weniger gut bekannt als die anderen 20-Prozent-Ziele“, sagt Stefan Thomas vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Vor acht Jahren veröffentlichte er mit Kollegen eine Studie



Um die Energieversorgung der Weltbevölkerung in Zukunft zu sichern, reicht es nicht, auf alternative Technologien zu bauen. Mit den vorhandenen Ressourcen muss auch verantwortungsbewusst umgegangen werden.

über Energieeffizienz, die den bezeichnenden Titel trug: „Die vergessene Säule der Energiepolitik“. Damals erinnerten die Forscher daran, dass Energieeffizienz billiger und oft auch sozial verträglicher ist als Energieverbrauch. „In den letzten drei Jahren ist das Interesse an dem Thema wieder gestiegen“, berichtet Thomas. Die wachsende Bedeutung der Klimapolitik habe dabei ebenso eine Rolle gespielt wie der steigende Ölpreis und die Streitigkeiten zwischen Russland und seinen Nachbarstaaten, die zur zeitweiligen Unterbrechung der Gaslieferungen führten.

Das enorme Potenzial, das in der Energieeffizienz steckt, verteilt sich über viele Lebens- und Wirtschaftsbereiche. In einigen haben die Regierung und die EU bereits regulierend eingegriffen. „Das Glühbirnenverbot war nur eine von rund dreißig EU-Vorschriften, die derzeit in der Vorbereitung stecken oder bereits umgesetzt wurden“, sagt Thomas. So dürfen bald nur noch Kühl- und Gefriergeräte mit einer Energieeffizienzklasse von mindestens A verkauft werden. Dasselbe gilt für Heizungsumwälzpumpen. Der Stand-by-Verbrauch von Elektrogeräten muss künftig unter einem Watt liegen. Auch die deutschen Vorschriften für den Neubau und die Renovierung von Gebäuden wurden letztes Jahr verschärft. Und ab 2020 müssen öffentliche Gebäude nur noch als Passivhäuser gebaut werden.

### 50 Prozent in allen Bereichen möglich

Bei den Privathaushalten machen allein Warmwasser und Heizung fast 90 Prozent des Energieverbrauchs aus. Durch Wärmedämmung und bessere Heizanlagen könnte selbst bei bestehenden Gebäuden drei Viertel der Heizenergie eingespart werden. Es gibt praktisch keinen Bereich, in dem das Potenzial ausgereizt wäre. Ob Heizung, Elektrogeräte, Beleuchtung oder Wärmedämmung. „50 Prozent sind fast immer möglich“, sagt Stefan Thomas.

Stromsparpotenziale finden sich auch in der Industrie. So schätzt das Bundesumweltministerium, dass sie ihren Energieverbrauch zu wirtschaftlich vernünftigen Bedingungen bis 2020 um 20 bis 40 Prozent senken könnten. Beispielsweise seien allein die elektrischen Antriebe für zwei Drittel ihres Stromverbrauchs verantwortlich. Der Einsatz von Drehzahlregelungen könnte den Verbrauch um 15 Prozent senken. Das entspräche einem Gesamtvolumen von 4.000 Megawatt.

Bei großen Lichtinstallationen – etwa für Werbung oder als Präsenz am Firmengebäude – lässt sich ebenfalls viel Energie einsparen: Moderne Leuchtmittel wie LEDs (Light Emitting Diodes) verbrauchen einen Bruchteil der Energie, die eine Leuchtstoffröhre benötigt. Zusammen mit einer Abdeckung, die viel Licht durchlässt und es auch noch gut streut, können größere Flächen mit weniger LEDs genauso hell ausgeleuchtet werden.



Sonne, Wind, Wasser und Biomasse – alternative Energiequellen werden bereits viele genutzt. Gerade Solarenergie erfreut sich steigender Beliebtheit – nicht nur bei Privathaushalten. So fängt beispielsweise auf dem Piz Nair in der Schweiz eine riesige Solaranlage die Kraft der Sonne ein.

### Leichtbau in Luftfahrt und Fahrzeugbau

Auch durch Materialeffizienz und Leichtbau lässt sich einiges herauskitzeln. So sollen etwa Faserverbundstoffe Flugzeuge, Fahrzeuge und Maschinenelemente leichter machen. „Bei einem gängigen Großserien-Pkw lautet die Faustregel, dass sie je 100 kg eingespartem Fahrzeuggewicht auf hundert Kilometer 0,3 Liter weniger Treibstoff verbrauchen“, sagt Stefan Tröster vom Fraunhofer-Institut Chemische Technologie ICT. „Die Zielsetzung unserer Forschung ist, Rohkarossen, die heute 500 Kilo wiegen, 30 Prozent leichter zu machen.“ Das entspräche gut einem halben Liter auf 100 Kilometern.

Noch sind die neuen Werkstoffe für den Pkw-Massenmarkt zu teuer, Vorreiter ist die Luftfahrtindustrie. „Im Airbus A380 und im Boeing Dreamliner kommen bereits große Mengen an kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff zum Einsatz“, sagt Tröster. Die Forschung arbeite daran, vor allem die Kosten der Herstellungsverfahren zu senken.

### Energiequelle „Negawatt“

Wenn es nach Stefan Thomas vom Wuppertal Institut ginge, ließe sich die Entschlossenheit der Deutschen, Energie zu sparen, noch weiter anstacheln. „Im Bereich Energieeffizienz gibt es leider bislang kein Instrument, das ähnlich effektiv wäre wie das EEG für den Ausbau der erneuer-

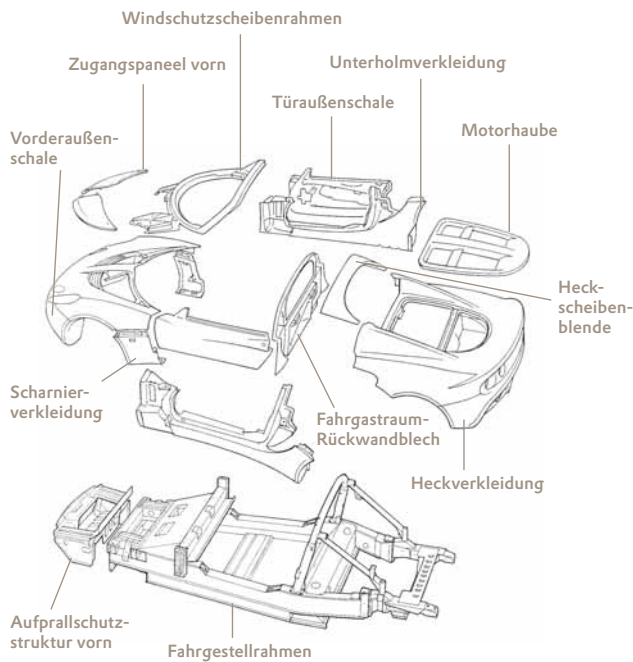
baren Energien“, sagt Thomas. „In Dänemark oder Großbritannien erhält die Energiewirtschaft den Auftrag, ihre Kunden in der rationellen Nutzung von Energie zu unterstützen. Die Energieunternehmen müssen die Einsparungen nachweisen.“

Als Vater dieses Vorgehens gilt der amerikanische Physiker und Umweltaktivist Amory B. Lovins. Er überraschte bereits Ende der achtziger Jahre mit der These, Energieeinsparungen nicht als Umsatzknick zu verstehen, sondern als wertvolles Wirtschaftsgut. Dafür prägte er den Ausdruck „Negawatt“ – eingesparte Watt. Lovins' leuchtendes Beispiel ist die Southern California Edison Company: Der amerikanische Stromversorger verschenkte einmal 800.000 Energiesparlampen an seine Kunden, weil das unter dem Strich billiger war als neue Investitionen in die eigenen Kraftwerke und deren Betriebskosten. Die Energieeinsparung lohnte sich also nicht nur aus Sicht der Kunden, sondern auch für den Anbieter. Lovins trieb den Gedanken auf die Spitze: Eigentlich sollte es eigene Märkte geben, auf denen Negawatt gehandelt werden wie Kupfer, Weizen oder Schweinehälften. – **Martin Kaluza**

# Der Einfluss der Masse

Ressourcen schonen und Energie sparen – mit Leichtbau ist beides möglich. Gerade in Bereichen, in denen es um Fortbewegung geht, steckt viel Potenzial für Gewichtseinsparungen und damit auch für den verantwortungsbewussten Umgang mit Rohstoffen. Die Werkstoffe von Evonik sind bereits Teil unterschiedlicher Lösungen mit wenig Masse.





Vom Fahrgestell über die Außenverkleidung bis hin zum Motorraum – in Autos können viele schwere Komponenten durch leichtgewichtige, ebenso sichere Elemente ersetzt werden. Durch das eingesparte Gewicht verbraucht der Wagen weniger Treibstoff und kann außerdem leichter beschleunigen. Ein Plus nicht nur für Rennfahrer.

Leichtbau boomt. Der bewusste Blick auf Ressourcen und ein steigendes Umweltbewusstsein der Verbraucher treibt die Entwicklung voran. Ob in Luft- und Raumfahrt, Architektur, bei Solaranlagen oder in der Automobilindustrie: Überall suchen Experten nach Leichtbaulösungen.

Es gilt, mit weniger Material und weniger Gewicht die gleichen oder sogar bessere Ergebnisse zu erzielen. Das spart in der Produktion Ressourcen und schont auch im Dauerbetrieb die Umwelt, da nicht vorhandenes Gewicht auch nicht bewegt werden muss. „Leichtbau ist ein Unteraspekt des Megatrends Energieeffizienz und Ressourcenschonung. Und wir haben die Materialien, um einen wesentlichen Beitrag dazu zu leisten“, erklärt Rudolf Blass, Leiter des Industriesegments Automotive & Surface Design im Geschäftsgebiet Acrylic Polymers. Gebündelt wird dieses Wissen um die Besonderheiten des Materials in einem Kompetenzteam, dessen Mitglieder aus vier unterschiedlichen Geschäftsbereichen von Evonik stammen. „Dadurch können wir gleich bei mehreren Faktoren ansetzen, um vor allem im Automobilbereich zu einem möglichst leichten Ergebnis zu kommen“, erläutert Blass. Mit Leichtigkeit ganz hoch hinaus ins All schaffte es aber beispielsweise auch der Kern einer Trägerrakete aus dem Hartschaumstoff ROHACELL®, der nicht nur leicht, sondern auch besonders stabil ist. Im weltweit größten Leichtbau-Solarmodul sorgt PLEXIGLAS® für ein geringes Gewicht.



### Autos auf Diät

Besonders zahlreich sind die Einsparpotenziale durch Leichtbau im Automobilssektor. „Neben einem verbesserten Antriebsstrang kann das Fahrzeuggewicht am meisten dazu beitragen, den Kraftstoffverbrauch von Autos zu senken“, erklärt Klaus Hedrich, Leiter des Automotive Industry Teams bei Evonik. „Wenn es uns gelingt, ein Fahrzeug um 35 Prozent leichter zu machen, spart das 25 Prozent Sprit.“ Ein noch besseres Ergebnis entsteht, wenn zusätzlich Roll- und Luftwiderstand optimiert werden. Ziel ist dabei nicht nur, bei bestehenden Modellen einzelne Bauteile durch leichtere zu ersetzen. „Das ist nur ein Zwischenschritt auf dem Weg zu völlig neuen, leichtbauoptimierten Modellen“, erläutert Hedrich. Doch schon dieser Zwischenschritt birgt Sparpotenzial. Eine Musterberechnung für einen Golf VI zeigt, dass durch eine Leichtbau-Karosserie auf 100 Kilometer ein Liter Benzin gespart werden kann. Die entsprechende CO<sub>2</sub>-Einsparung liegt im zweistelligen Bereich.

### Leichtbau der Zukunft

Neue Modelle, deren Konstruktion alle Vorteile von Leichtbauteilen berücksichtigt, können noch leichter werden und sparen dadurch noch mehr Energie. „Damit kann es gelingen, ein Auto auf unter 1.000 Kilogramm Leergewicht zu bringen“, sagt Hedrich. „Besonders spannend ist dies für Elektroautos, da dort das Gewicht noch

entscheidender ist als bei herkömmlichem Antrieb.“ Weniger Gewicht bedeutet eine kleinere Batterie bei gleicher Fahrleistung. „Das macht Elektroautos dann auch ohne staatliche Förderung für den Verbraucher finanziell interessant“, prognostiziert der Experte.

### Leicht ist so schwer

Während das Passagierflugzeug A380 schon jetzt zu 40 Prozent aus Leichtbauteilen besteht, ist die Automobilindustrie noch nicht so weit, mit Leichtbauelementen in Serie zu gehen. Die Herausforderung liegt bei den Zulieferern. „Es gibt bisher keine Unternehmen, die wirtschaftlich in großer Menge Leichtbauteile produzieren können. Denn der Transfer von großen Bauteilen in geringer Stückzahl zu kleineren in Massenproduktion ist nicht leicht“, erläutert Hedrich. Deshalb arbeitet Evonik in verschiedenen Entwicklungsprojekten direkt mit den Automobilherstellern zusammen, um in Kooperation eine wirtschaftliche Lösung zu entwickeln. „Die Automobilindustrie kann mit den Leichtgewichten erst dann in Serie gehen“, fährt er fort, „wenn es uns gemeinsam gelingt, zu vernünftigen Kosten in großen Stückzahlen bei gleichbleibend hoher Qualität zu produzieren. Leicht ist also ziemlich schwer. Aber wir sind mit unseren Partnern auf einem guten Weg in eine ressourcenschonende und energiesparende Zukunft.“ – ck



## Potenzial für Gewichtsreduktion im Automobil

- 60 % Sandwich Composite Technology mit PMI-Kern und ultradünnen EP/CF Skins ersetzt Stahl-Außenhaut
- 50 % Temperaturbeständige PPA-Teile im Motorraum ersetzen Gussteile aus Aluminium
- 40 % Mehr- und Einschichtscheiben aus beschichtetem PMMA ersetzen Scheiben aus Glas
- 33 % PA Primer auf tiefgezogenem Stahl oder Aluminium ergibt ein hochfestes Hybridbauteil. Geringere Wandstärken reduzieren das Bauteilgewicht

# Die Gewichtsspirale in Gang bringen

Lotus ist führend im Bereich Leichtbau und entwickelt immer neue Ideen. Jason Rowe, Chief Engineer Materials and Manufacturing Engineering, schildert Chancen und Probleme beim Leichtbau.

„Die Konstruktion muss sich ändern, um die Materialeigenschaften zu optimieren.“



## Herr Rowe, welche Rolle spielt Leichtbau in der Fahrzeugentwicklung?

Gewicht aus Fahrzeugen herauszunehmen, ist seit einigen Jahren eine der Hauptantworten der OEMs auf die Herausforderungen des Klimawandels und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Konstrukteure optimieren die verwendeten Werkstoffe und setzen auf Materialien mit einer geringeren spezifischen Dichte. Einfach nur bestehende Teile durch leichtere auszutauschen, ist nicht der Königsweg. Die Konstruktion muss sich ändern, um die Materialeigenschaften zu optimieren. Neueste Rohkarosseriestrukturen konnten durch computergestütztes Design und computeroptimierte Herstellung weiter verbessert werden. Neben der Auswahl des passenden Werkstoffs wurde überflüssiges Material reduziert. Wo es die wirtschaftlichen Bedingungen erlauben, haben die OEMs außerdem begonnen, exotischere Materialien zu verwenden. Diese reichen von stärkerem Stahl über Aluminium und Magnesium bis zu Composite-Materialien.

## Was sind die größten Herausforderungen?

Vor allem nichttraditionelle Materialien stellen die großen Massenautomobilhersteller vor eine Herausforderung. Das heißt, die kompletten, auf hohe Stückzahlen ausgerichteten Herstellungsprozesse für die Produktion großer Mengen an Komponenten zu entwickeln. Massenproduktionsabläufe passen nicht immer zu den exotischen Materialien. OEMs reagieren auf dieses Problem, indem sie ihren Standardproduktionsprozess in Frage stellen und nach Alternativen suchen – wie Lackierstationen mit geringeren Temperaturen oder bereits eingefärbte Bauteile. Dieses Umdenken ebnet den Weg für weitere neue Materialtechnologien. Normalerweise denken Ingenieure beim Thema Gewichtsreduzierung an Kohlefaser. Deren Einsatz wird aber durch die hohen Kosten verhindert. Um innovative Materialien bezahlbarer zu machen, arbeiten OEMs deshalb zunehmend mit den Materialherstellern zusammen.

## Welche weiteren Möglichkeiten gibt es, Gewicht einzusparen?

Die Karosserie ist ein wesentlicher, aber eben nur ein Aspekt. Ein weiterer sind elektronische Systeme im Autoinnenraum. Bedenkt man, wie viel Elektronik heute in einem Autositz steckt, ist das ein nicht zu vernachlässigender Gewichtungsfaktor. Die Industrie erforscht deshalb sogenannte intelligente Materialien wie Formgedächtnismetalle (Shape Memory Alloys), die auf elektrische Impulse, Wärme oder magnetische Impulse reagieren. Systeme, die auf solchen Memory-Metallen basieren, könnten schwere elektrische Motoren ersetzen. Sobald Fahrzeuge insgesamt leichter werden, läuft die Gewichtsspirale an: Kleinere, leichtere Motoren werden möglich. Auch Bremsen und andere Komponenten können verkleinert werden.

## Wie wird sich Leichtbau in Zukunft entwickeln?

Es werden immer mehr dieser exotischen Materialien verwendet werden. Außerdem werden digitale Techniken den Materialeinsatz weiter optimieren und digitale Daten noch besser in den Entwicklungsprozess integriert. Es werden immer mehr Computerprogramme genutzt, die empirische Daten in die Modelle einarbeiten, um deren Genauigkeit zu verbessern. Dadurch müssen weniger Prototypen gebaut werden, weil die Validierung bereits am Bildschirm erfolgt. Doch auch die Fahrzeug-Life-Cycle-Analyse gewinnt in der Industrie zunehmend an Bedeutung und wird die Materialauswahl beeinflussen.

## Was bedeutet dieser Fortschritt für den Verbraucher?

Er profitiert vom geringeren Benzinverbrauch und von niedrigeren Steuern. Neben ansteigenden Komponentenpreisen für die OEMs gibt es keine Einschränkungen. Denn Leichtbaufahrzeuge werden genauso sicher sein müssen wie konventionelle Modelle, und auf Komfort möchte auch niemand verzichten. Denn es gäbe natürlich noch einen weiteren Weg, um Gewicht einzusparen: kleinere Autos mit einer einfacheren Ausstattung. Doch das entspricht zurzeit nicht den Wünschen der Kunden.

## Wie sieht Ihre Vision einer „Leichtbauwelt 2040“ aus?

Ich glaube, dass es schwierig werden wird, noch mehr Gewicht einzusparen, da der Anteil, der reduziert werden kann, durch die Sicherheits- sowie die Fahr- und Bedienungsanforderungen an das Fahrzeug begrenzt ist. Ich glaube, dass die Industrie weiterhin viel in CO<sub>2</sub>-reduzierende Technologien investieren wird. Während die Reduzierung des Gewichts einen wesentlichen Teil dazu beiträgt, werden in den nächsten 20 bis 30 Jahren weitere Aspekte an Bedeutung gewinnen wie beispielsweise effizientere Antriebsstränge und saubere Treibstoffe.

# Scheibenwelten

Verschiebungen aus PLEXIGLAS® verringern nicht nur das Gewicht und den Energieverbrauch bei Autos, sondern sorgen auch in der Luft und unter Wasser für klare Sicht und Sicherheit.



Der weiße Lotus schießt über die Rennstrecke. Sein Fahrer hat die Fahrbahn fest im Blick. Gefahren ist er hier schon öfter. Aber jetzt sieht er zum ersten Mal durch eine Frontscheibe aus PLEXIGLAS® und unterzieht sie dem Praxistest. Der Rennwagen ist ohnehin schon ein Leichtgewicht, da viele Teile aus PLEXIGLAS® und anderen Evonik-Materialien eingebaut wurden. Mit der neuen Scheibe wird er nochmals um 5,5 Kilo leichter, das heißt, das Gewicht der PMMA-Scheibe ist rund 45 Prozent niedriger als das der Glasscheibe. Und dadurch verbraucht das Fahrzeug noch weniger Benzin.

Ein Effekt, der nicht nur für Sportflitzer interessant ist. „Wir möchten deshalb mit unserer Automotive Glazing Initiative PLEXIGLAS® als Werkstoff für transparente Verschiebungen weiter voranbringen“, erklärt Rudolf Blass, Leiter des Industriegesegments Automotive & Surface Design im Geschäftsgebiet Acrylic Polymers. „Denn unser Material hat sich in Verkehrsmitteln bereits bewährt, schont durch sein geringes Gewicht die Umwelt und bietet der Automobilindustrie neue Möglichkeiten bei der Modellentwicklung.“ So haben Designer wesentlich mehr Gestaltungsfreiheit als mit konventionellen Materialien. Auch die Akustik im Autoinnenraum wird positiv beeinflusst.

### Von luftigen Höhen bis in kalte Tiefen

Wer als Flugreisender aus dem Fenster schaut, sieht seit Jahrzehnten durch PLEXIGLAS®. Auch in U-Booten und Sportflugzeugen sorgt es für Ausblick, Motorradfahrer schützt es vor Steinschlägen, und Camper genießen durch Verschiebungen aus PLEXIGLAS® morgendliche Sonnenaufgänge und die umliegende Urlaubslandschaft. In diesen Anwendungen ist das Material seit Jahren im Dauereinsatz, muss extremem Druck, großen Temperaturschwankungen und direkter Sonneneinstrahlung in bis zu 10.000 Metern Höhe widerstehen. „Diese Anwendungen belegen, wie widerstandsfähig unser PLEXIGLAS® ist, und zeigen unsere langjährige Erfahrung bei Verschiebungen“, erklärt Blass. „Dieses Know-how möchten wir unter anderem vor dem Hintergrund der Energie- und Ressourcenschonung durch Leichtbau jetzt verstärkt im Automobilbereich umsetzen.“ Denn gerade durch ihr geringes Gewicht können Front-, Heck- und Seitenscheiben sowie Panoramadächer einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, Autos leichter und damit energieeffizienter zu machen. „Das ist schon für Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb wichtig, gewinnt aber gerade bei den Elektroautos noch mehr an Bedeutung“, erläutert Blass. „Dabei spreche ich nicht davon,



#### Zu Land: Automobile

*Besondere Belastungen:* starke Erschütterungen, Steinschläge, wechselnde Wettereinflüsse.

*Vorteile von PLEXIGLAS®:* bruchsicher, hohe Oberflächenhärte und Kratzfestigkeit, UV- und witterungsbeständig, dauerhaft transparent, geringes Gewicht, spart Treibstoff.



#### Caravans

*Besondere Belastungen:* starke Erschütterungen, Steinschläge, wechselnde Wettereinflüsse.

*Vorteile von PLEXIGLAS®:* witterungs- und UV-beständig, bruchsicher, hohe Oberflächenhärte und Kratzfestigkeit, dauerhaft transparent, geringes Gewicht, spart Treibstoff.



#### Motorräder

*Besondere Belastungen:* Druckbelastung durch Fahrtwind, starke Erschütterungen, Steinschläge.

*Vorteile von PLEXIGLAS®:* bruchsicher, UV- und witterungsbeständig, chemikalienbeständig (Benzin und Alkohol), hohe Oberflächenhärte und Kratzfestigkeit.

bestehende Modelle umzurüsten, sondern von neu konzipierten Fahrzeugen, die alle Vorteile von Elektroantrieb und Leichtbau zu einem energiesparenden Fahrzeug vereinen.“

### Scheibe ist nicht gleich Scheibe

Eine Musterlösung für alle Verschleißungen gibt es nicht. Zu unterschiedlich sind die Materialanforderungen in der jeweiligen Anwendung: von klein und gerade bis möglichst groß, gebogen und eingefärbt sind alle Kombinationen denkbar. Um das komplette Spektrum abdecken zu können, verfolgt Evonik zwei Entwicklungslinien. Neben monolithischen Systemen werden auch Multilayer-Systeme mit unterschiedlichen transparenten Werkstoffen entwickelt. Die monolithische Lösung hat bereits offizielle Tests bestanden: „Mit einer fünf Millimeter dicken und beschichteten Platte aus PLEXIGLAS® haben wir vom Materialprüfungsamt Dortmund die ECE R43-Zertifizierung erhalten“, sagt Blass. Getestet wurden dabei unter anderem die Flexibilität des Materials, seine Feuchtigkeits- und Witterungsbeständigkeit. Außerdem wurde aus vier Metern Höhe eine 227 Gramm schwere Kugel auf die Platte fallen gelassen. Diese ist weder gesplittert noch gab es einen Durchschlag. Auch unterschiedliche

Chemikalien konnten der Scheibe nichts anhaben. Die mit diesem Test bestätigte Zertifizierung deckt einen großen Teil der zahlreichen Anforderungen ab und ist die Basis für weitere Tests. Denn neben den gesetzlichen Vorschriften bestimmen spezifische Kriterien der Automobilhersteller, was ein Material leisten muss. Da diese Kriterien nicht pauschal feststehen und ständigen Veränderungen unterworfen sind, arbeitet Evonik auch an eigenen Testverfahren. Gleichzeitig wird das Material weiterentwickelt. Dazu erklärt Blass: „Wir denken dabei schon mehrere Schritte voraus und suchen für unsere Kunden nach Lösungen, die erst in einigen Jahren aktuell werden könnten. Auf diesem Weg treiben wir Innovationen bei Automotive Glazing weiter voran.“ Ein Baustein dabei ist auch, PLEXIGLAS® mit ergänzenden Funktionalitäten auszustatten, wie dies schon jetzt bei dem nichttransparenten, Hitze reflektierenden PLEXIGLAS® CoolTouch® realisiert worden ist.

Um die Umsetzung noch schneller voranzutreiben, ist Evonik kürzlich eine Entwicklungskooperation mit einem Hersteller von Verschleißungssystemen eingegangen. Parallel dazu laufen die Tests mit der Lotus-Scheibe, für die der Fahrer auf der Rennstrecke weiter seine Runden dreht. – ck



#### Zu Wasser: U-Boote

##### Besondere Belastungen:

starke Druckwechselbelastung, Temperaturschwankungen, Wasserreibung.

##### Vorteile von PLEXIGLAS®:

hält starken Druck- und Temperaturschwankungen dauerhaft stand, dauerhaft transparent, leicht formbar und damit gut geeignet für hydrodynamische Anwendungen, witterungsbeständig (unterstützt Haltbarkeit im Wasser).



#### In der Luft: Passagier- und Segelflugzeuge, Helikopter

##### Besondere Belastungen:

Druck in bis zu 10.000 Metern Höhe, extreme UV-Belastung, große Temperaturschwankungen, wechselnde Witterereinflüsse.

##### Vorteile von PLEXIGLAS®:

hält Druckwechselbelastung von 1 bis 0,2 Bar und Temperaturschwankungen zwischen -55 °C und +40 °C stand, geringes Gewicht, UV- und witterungsbeständig, gut formbar (für schwierige, zweiachsig gekrümmte Teile zu aerodynamischen Anwendungen), spezielle Werkstoffvariante entspricht internationalen Luftfahrtnormen.

# Leistungsträger

Das weltweit größte Leichtbau-Solarmodul mit einer Abdeckplatte aus extrudiertem PLEXIGLAS® Solar bringt nur 80 Kilo auf die Waage. Außerdem ist es leistungsstärker als ein Modul mit einer Abdeckung aus anderem Kunststoff.



Einen Rekord in puncto Fläche hält das neue Leichtbau-Solarmodul, das Sunovation mit PLEXIGLAS® Solar produzierte und im Juni vorstellte. Mit seinen 1,58 Metern mal 4 Metern ist es das weltweit größte Leichtbau-Solarmodul. Und damit ein wahres Fliegengewicht: Im Vergleich zu einem Glas-Glas-Modul derselben Größe reduziert sich das Gewicht um mehr als 60 Prozent. Mit rund sechs Quadratmetern wiegt das Solarmodul nur 80 Kilo – ein Gewicht, das zwei Arbeiter mühelos tragen. Das Handling ist somit einfacher als bei Glasmodulen, die nur mit schwerem Gerät bewegt werden können.

Geschützt wird das Solarmodul mit einer Abdeckplatte aus PLEXIGLAS® Solar. „PMMA schnitt im Test mit anderen Kunststoffmaterialien deutlich besser ab: Die Modulleistung von ~880 Wp ist um einiges höher als mit einer Abdeckung aus anderen Hochleistungskunststoffen“, sagt Peter Battenhausen, Business Development Manager im Bereich Acrylic Polymers bei Evonik. Der Grund: PLEXIGLAS® hat einen sehr hohen Transmissionsgrad von mehr als 92 Prozent und absorbiert kaum Strahlung.

### Nur die richtigen Photonen gelangen zur Zelle

„PLEXIGLAS® Solar haben wir in den transmissiven Eigenschaften auf den Wirkungsbereich einer Photovoltaikzelle im UV-Bereich abgestimmt“, erklärt Battenhausen. „Wir schützen Kunststoffmaterial und Zelle und haben einen

optimierten Wirkungsgrad, in dem nur Photonen zur Zelle durchdringen, die diese auch umwandeln kann.“ Wenn beispielsweise kurzwelligeres Licht auf die Zelle fällt, das nicht mehr konvertiert werden kann, wird Wärme erzeugt, die kontraproduktiv für Zelle und Material ist. Mit PLEXIGLAS® Solar passiert dies nicht. Neben der höheren Modulleistung ist das Material vor allem witterungs- und UV-beständig und dadurch sehr langlebig. Bei einigen Systemen der konzentrierenden Photovoltaik (CPV) wird PMMA schon seit mehr als 15 Jahren eingesetzt.

### Ein Muss bei Solarmodulen: Langlebigkeit

Langlebigkeit ist besonders in Anbetracht der Garantie auf Solarmodule wichtig. Auch mehrere Jahre später muss noch eine bestimmte Modulleistung erbracht werden. „Abdeckungen aus anderen Kunststoffen sind deutlich weniger witterungsbeständig als PLEXIGLAS®. Dies zeigt sich dann vor allen Dingen darin, dass mit der Zeit die Transmission geringer wird. Und das hat dann direkte Auswirkungen auf die Stromerzeugung“, sagt Battenhausen. „PLEXIGLAS® hält dagegen auch noch Hitze, Regen und starkem Hagel stand. Außerdem ist das Modul ausreichend vor Wind und Wetter geschützt.“ – cat



## Leichtbau-Solarmodule im Einsatz

Vom neuen Leichtbau-Modul profitiert insbesondere der Überkopfbereich: Unterkonstruktionen können filigraner angelegt, Solarmodule individueller integriert werden, beispielsweise in Überdachungen in Fußballstadien oder Einkaufszentren.

Die gesunkenen Anforderungen an die Statik wirken sich positiv auf das Budget aus. Bei Anwendungen im Bereich Mobilität werden Ressourcen gespart und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird gesenkt.

Nicht allein der Photovoltaik nützt das Solarmodul. Mit Hilfe des Kunststoffmoduls kann eine Semitransparenz erzeugt werden.

Dazu werden die PV-Zellen weniger dicht gesetzt, wodurch sich ein schachbrettartiges, attraktives Schattenbild ergibt.

Neben der abschattenden Wirkung besitzt das Solarmodul eine wärmeisolierende Wirkung, wenn es als Oberlicht eingesetzt wird.

# Effizienz auf dem Schirm

Flachbildschirmhersteller produzieren immer mehr LED-Fernseher. Diese benötigen eine Lichtleitplatte aus PMMA, da nur damit die LED-Kantenbeleuchtung funktioniert. Verluste durch Absorption und Streuung innerhalb des Lichtleiters sind verschwindend gering.



Was das Auto in der Garage ist, ist der Fernseher im Wohnzimmer: ein Glanzstück, mit neuer technischer Ausstattung, eindrucksvoller Optik und entsprechendem Sound. 188 Millionen LCD-Fernseher werden voraussichtlich 2010 verkauft, der Anteil der LED-Fernseher an diesem Volumen steigt dabei von nahezu 0 Prozent im Vorjahr auf über 20 Prozent. Und das Marktsegment wird weiter wachsen. In neuen Modellen werden immer häufiger LEDs eingesetzt, die die Leuchtstoffröhren (CCFL) ablösen. Ein Grund: LEDs sind deutlich stromsparender. Außerdem beanspruchen sie weniger Platz im Gerät, vor allem in der sogenannten Edge-Lit-Konfiguration. Hier koppeln LEDs das Licht über die Kanten einer Lichtleitplatte ein und illuminieren so das Display. Das braucht deutlich weniger Leuchtmittel als bei der direkten Hinterleuchtung, stellt aber hohe Ansprüche an die Transmission der Lichtleitplatte – dem zentralen Bestandteil einer Hinterleuchteinheit oder auch Backlight Unit. „Lichtleitplatten für diese Anwendung können aufgrund der benötigten Materialeigenschaften nur aus PMMA hergestellt werden“, sagt Dr. Alexander Laschitsch, Leiter des Segments Optically Functional Materials im Bereich Business Development bei Acrylic Polymers. „Nur dieser hochtransparente Werkstoff ermöglicht die kantenbeleuchteten LED-Backlight Units, die deutlich energieeffizienter sind als die bisherige Technologie.“

Für jeden LED-Fernseher, der nach dem Prinzip der Kantenbeleuchtung funktioniert, werden durchschnittlich zweieinhalb Kilo PMMA, PLEXIGLAS® POQ66, in Form des Lichtleiters eingebaut. Diese ist rund vier Millimeter dick, die Fläche hängt von der Bildschirmgröße ab. Am häufigsten gehen 40"- bis 46"-Geräte über den Ladentisch, wobei die Tendenz in Richtung noch größerer Geräte geht. Dass PMMA für LED-Fernseher verstärkt eingesetzt wird, zeigt die Nachfrage: Innerhalb der nächsten fünf Jahre wird sich der jährliche PMMA-Bedarf für Lichtleiter in Fernsehern zusammen mit dem „Grundbedarf“ für Notebooks und Monitore etwa verdoppeln, schätzen Experten.

Die Nachfrage hat ihren Grund unter anderem in der hohen Transmission. „Unsere optischen Formmassen sind absolut rein und sauber“, erklärt Laschitsch. „Es gibt faktisch keine Verluste durch Lichtabsorption oder -streuung.“ Außerdem sorgt eine optimale Lichtbrechung

für hohe Lichtdurchlässigkeit. „PLEXIGLAS® hat mit 1,49 den niedrigsten Brechungsindex unter den kommerziell verfügbaren transparenten Kunststoffen, die Fresnel-Reflexion beträgt bei Eintritt in die Lichtleitplatte nur 3,8 Prozent“, sagt Laschitsch.

## Oberflächenstruktur reflektiert Lichtstrahlen

Damit das Licht gleichmäßig über die gesamte Fläche hin zum Betrachter ausstrahlt, ist auf der Rückseite der Lichtleitplatte eine Oberflächenstruktur aufgebracht. Diese Gradientenstruktur bewirkt, dass die seitlich einfallenden Lichtstrahlen, die auf einen dieser Punkte treffen, nach vorne ausgekoppelt werden. Um das Bild gleichmäßig zu beleuchten, sind die Punkte in der Mitte größer als an den Seiten. Dort wird besonders viel Licht hingeleitet, da der Mittelpunkt des Bildschirms heller sein muss als die Ränder, schließlich sitzen Zuschauer zumeist frontal vor dem Gerät.

Neben hoher Transmission ist es wichtig, dass das Material die Farbdarstellung nicht verfälscht. Denn das Fernsehbild soll realitätsnah erscheinen. Als farbneutraler Werkstoff hat PMMA keinen Einfluss auf Farben, insbesondere nicht auf den Gelbwert. Manche Kunststoffe vergilben im Laufe der Jahre, worunter das Bild leidet, da weiße Farben einen Gelbstich erhalten. Mit PMMA passiert das nicht, Farben bleiben erhalten wie am ersten Tag.

## Forschungskooperation mit AU Optronics

Um detaillierte Erkenntnisse über die zukünftigen Anforderungen einer Lichtleitplatte zu gewinnen, kooperiert Evonik seit Anfang des vergangenen Jahres mit AU Optronics (AUO), einem Hersteller für LCD-Flachbildschirmen in Taiwan, der auch selbst Lichtleitplatten aus PLEXIGLAS® Formmassen herstellt. Während der Extrusion muss AUO die hohe Materialreinheit erhalten. Deshalb werden die Lichtleitplatten immer auf denselben Extrudern hergestellt, die im Prinzip in einer Monokultur betrieben werden. Spurenelemente beispielsweise von Farbstoffen anderer Produkte könnten die Platten verschmutzen, auch wenn die Maschine zuvor gereinigt wurde. „Diese Kooperation kommt allen Kunden zugute“, sagt Laschitsch. „Derzeit testen wir neue Strukturierungen, die die Lichtauskopplung verbessern sollen. Insbesondere für die neuen 3-D-Fernseher wird mehr Licht von der Backlight Unit benötigt – und das möglichst mit weiterer Einsparung von Energie.“ – cat



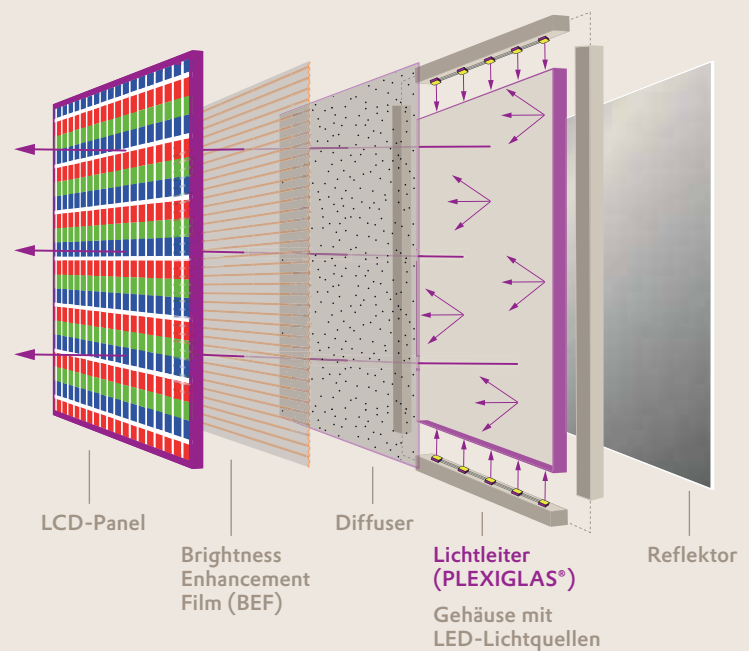
## Backlight Unit

### Werkstoff für Lichtleiter

Lichtleiterplatten werden aus PLEXIGLAS® POQ66 hergestellt. Sie sind nur vier Millimeter dick und eignen sich für Displaygrößen zwischen 32 und 55 Zoll.

### In der Entwicklung

Künftig wird Evonik mit Laserstrukturierungen arbeiten, die das aufgedruckte Punktmuster der Lichtleitplatte ersetzen. Mit Hilfe der klar definierten Mikrostrukturen kann die Lichtauskopplung noch exakter berechnet werden. Bisher wird das Licht über weiße Farbpunkte reflektiert, die das Licht allerdings nur diffus streuen.



# Symbiose aus Holz und PLEXIGLAS®

Fußbodenbeläge aus Holz erzeugen ein schönes Ambiente und sind besonders im Außenbereich sehr beliebt. Gerade dort brauchen sie jedoch viel Pflege. Eine Verbindung aus PLEXIGLAS® und Holz behält ihre Wirkung.

Nachwachsende Rohstoffe, vereint mit den Eigenschaften von PLEXIGLAS® – dies ist das Besondere an der neuen Lösung für Wood Plastic Composites – kurz WPC. In einer Kooperation zwischen dem Extrusionsexperten Reifenhäuser und dem Materialspezialisten Evonik wurde ein neues Verfahren entwickelt, das Ressourcen schont, Energie spart und ein dauerhaft hochwertiges Produkt hervorbringt.

„Der eine hat, was der andere braucht“, bringt Thomas Eisemann, Vertriebsleiter Extrusion Center bei Reifenhäuser, die Zusammenarbeit mit Evonik auf den Punkt. „Wir haben das Technik- und Prozess-Know-how für die Produktion von WPC. Die Kollegen von Evonik steuern das Rohstoff- und Rezeptur-Know-how bei. Dies ist genau die Symbiose, die jeder von uns gesucht hat und die man braucht, um ein neues Material zu entwickeln.“ Das Ziel der Partnerschaft war, ein auf Produktion und Material abgestimmtes Verfahren zu entwickeln – für ein umweltfreundliches und UV- und witterungsbeständiges WPC. „In der Zusammenarbeit mit Reifenhäuser setzen wir unsere Strategie fort, gemeinsam mit Partnern aus der Industrie Lösungen für den Markt zu entwickeln“, erklärt Michael Träxler, Leiter des Geschäftsgebiets Acrylic Polymers bei Evonik.

## Stabilität für heimische Hölzer

Zum Einsatz kommen WPCs vor allem bei Terrassenbelägen. Dort sind sie das ganze Jahr über Sonne, Hitze, Regen und Kälte ausgesetzt – eine Dauerbelastung für das Material. „Während als klassischer Paneelbelag für Terrassen oft Tropenhölzer verwendet werden, nutzen WPCs einheimische Hölzer, die alleine zu weich und kurzlebig wären“, erklärt Carlo Schütz, Leiter des Architekturteams bei Acrylic Polymers. „In Verbindung mit Kunststoffen können wir ihnen diese Stabilität und Dauerhaftigkeit geben.“ Dies wird künftig auch mit PLEXIGLAS® möglich sein, dessen spezifische Eigenschaften für eine lange Lebensdauer stehen.

„Die PMMA-basierten WPC-Paneele, die unsere Maschinen verlassen, sollen noch in zehn Jahren ihre Oberflächeneigenschaften besitzen, und zwar auch bei intensiver UV-Einwirkung, was bisher ein Problem war“, erläutert Eisemann. Erste Tests wurden gemacht, und die Ergebnisse sind vielversprechend. Auch andere Charak-

teristika des WPCs wurden weiterentwickelt. „Unser Endprodukt weist mittlerweile mechanische Kennwerte auf wie Holz. Insbesondere ergibt sich eine wesentlich höhere Steifigkeit im Vergleich zu anderen, herkömmlichen WPCs“, erklärt Schütz. „Auch die hygroskopischen Eigenschaften haben wir im Griff, und das Material zeigt sich in allen geometrischen Dimensionen feuchtestabil. Optimal auch zum Beispiel für technische WPC-Profile.“

## Gut kombiniert

Wer einen Naturstoff wie Holz mit einem Kunststoff wie PMMA verbinden möchte, muss zwei entscheidende Parameter berücksichtigen: Das Erhitzen darf die Naturfaser nicht beschädigen. Zugleich muss jedoch der Kunststoff aufgeschmolzen werden. „Bei PLEXIGLAS® liegt der Schmelzpunkt höher als bei den bisher verwendeten Polyolefinen“, erklärt Eisemann. „Deshalb haben wir ein patentiertes Verfahren für die Direktextrusion entwickelt, das die Naturfaser schont und trotzdem das PLEXIGLAS® aufschmilzt.“ Das Besondere daran: Aufschmelz- und Mischvorgang werden getrennt. Das heißt, die Naturfaser wird erst hinzugegeben, wenn das PLEXIGLAS® Granulat bereits geschmolzen ist. „Da PMMA bei der Extrusion abrasiver ist als Polyolefin, entwickelten wir außerdem auf das Material maßgeschneiderte Schnecken, Zylinder und Düsen aus einer speziellen Metalllegierung“, beschreibt Eisemann die Besonderheiten der neuen Anlage.

Während die Ingenieure von Reifenhäuser das Verfahren perfektionierten, modifizierten die Spezialisten von Evonik die PLEXIGLAS® Formmasse. Die Molekülstruk-

Sieht aus wie lackiertes Holz, ist aber witterungsbeständiger: PLEXIGLAS® Wood verbindet Holz mit PMMA.





Eine Poolumrandung mit Holzboden wirkt natürlich schön. Doch bedarf das Material intensiver Pflege, denn Sonne, Regen und Schadstoffe setzen ihm stark zu.

tur wurde so verändert, dass die Polymerbausteine sich besser mit Holzfasern verbinden konnten. „Diese exakt aufeinander abgestimmte Kombination von Maschine, Prozess und Spezialkunststoff macht den Verbund erst möglich und gewährleistet, dass die guten Eigenschaften von PLEXIGLAS® auch auf das WPC-Produkt übertragen werden können“, erläutert Schütz. Auf diese Weise entsteht das leistungsfähige PLEXIGLAS® Wood, das weltweit neuartig ist.

### Energiesparende Produktion

Die lange Lebensdauer des neuen WPCs und der gleichzeitig überwiegende Anteil an Naturfasermaterialien tragen zum Umweltschutz bei. Hinzu kommt der neue Produktionsprozess. Der patentierte Reifenhäuser-Direktextrusionsprozess ist der einzige, mit dem erfolgreich PMMA und Holz kombiniert werden kann, ohne die Holzfaser bei der hohen Schmelztemperatur des PMMA zu verbrennen. Dabei verbraucht er weniger Energie als

das weitverbreitete zweistufige Extrusionsverfahren. „In unserem Verfahren wird das Material nur einmal erhitzt“, erklärt Eisemann. „Das spart pro Kilo circa 0,5 Kilowattstunden Strom.“ Im Vergleich zur herkömmlichen Direktextrusion wurde die Profitabilität deutlich gesteigert, weil man durch das Abspalten des Aufschmelzvorgangs die Verweilzeit des Holz-Kunststoff-Gemischs im Extruder reduzieren konnte. Das führt zu einem höheren Austrag pro Zeiteinheit. Für Unternehmen, die künftig mit dieser aufeinander abgestimmten Maschinen- und Materialkombination produzieren möchten, kommt hinzu, dass die Anfangsinvestitionen geringer sind als bei dem gängigen 2-Stufen-Prozess. Der Weg für eine ressourcenschonende, energiesparende und profitable Produktion ist damit geebnet.

Das weltweit erste WPC-Terrassenpaneel auf PMMA-Basis – PLEXIGLAS® Wood – bringt das Evonik-Geschäftsgebiet Acrylic Polymers ab Mitte 2011 auf den Markt. – ck



## Leicht und transparent: PLEXIGLAS® für Automobilverscheibungen

Monolithische und Multilayer-Systeme auf Basis von PLEXIGLAS® für Automobilverscheibungen bieten:

- 40 bis 50 % Gewichtsreduktion im Vergleich zu Glas und dadurch weniger Treibstoffverbrauch und einen geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß
- Verbesserte Fahrdynamik
- Gute Möglichkeiten der Funktionsintegration

Zugelassen nach ECE R43 für Seiten-, Heck- und Dachverglasungen

Für weitere Informationen:

**[automotive-glazing@evonik.com](mailto:automotive-glazing@evonik.com)**

**[www.evonik.com/automotive](http://www.evonik.com/automotive)**