



Energieeffizienz: Neue Werkstoffe senken CO₂-Ausstoß

Gedämmt und mobil im Klimawandel

Fast ein Fünftel der weltweiten Treibhausgas-Emissionen gehen auf das Konto von Gebäuden – höchste Zeit für eine Architekturrevolution. Mit neuen Energiekonzepten und Rohstoffen für energiesparende Dämmstoffe setzen Forscher von Bayer MaterialScience Häuser jetzt auf Diät. Und in Zukunft sollen Schäume mit Nanoporen noch energieeffizienter isolieren. Die Bayer-Werkstoff-Spezialisten wollen aber auch den CO₂-Ausstoß im Verkehr senken und arbeiten an leichteren Materialien für Sprit sparende Autos.

Energieversorgung von Gebäuden nur aus regenerativen Quellen? Diese Vision soll in den Vereinigten Arabischen Emiraten schon bald Realität sein. Dort, wo Klimaanlage, gekühlter Swimmingpool und Geländewagen zur Grundausstattung vieler Haushalte gehören, planen Architekten eine kleine Revolution: Bis 2015 soll Masdar – eine „CO₂-neutrale Wissenschaftsstadt“ für 50.000 Einwohner – aus dem sandigen Boden gestampft werden. In der City wird nur so viel Energie verbraucht, wie sie aus regenerativen Energiequellen schöpft, vorwiegend aus Sonnenkraft. Und die Experten sind sich einig, die Retortenstadt setzt den Hebel am richtigen Punkt an: Laut Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) gehen 18 Prozent der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen auf das Konto von Heizung, Klimatisierung und Beleuchtung in Wohnungen und gewerblichen Gebäuden.

Dennoch: Masdar-City ist für das Weltklima nicht mehr als ein Tropfen auf den heißen Stein. Ganz andere Energiemengen werden in Megastädten wie Neu-Delhi verbraucht. Doch auch dort wächst das Umweltbewusstsein. In Greater Noida nahe Neu-Delhi baut Bayer MaterialScience ein Bürogebäude für 40 Mitarbeiter, das in Indien Maßstäbe setzen wird. Dank seiner Architektur, die an das lokale Klima angepasst ist – einer Wärmedämmung aus Polyurethanhartschaum und Verschiebungen aus Polycarbonat –, liegt der Energieverbrauch des Gebäudes weit unter

dem indischen Standard. Die benötigte Energie kann aus regenerativen Quellen gespeist werden. Zusätzliche Investitionen in Werkstoffe und Photovoltaik werden sich den Berechnungen zufolge innerhalb von weniger als zehn Jahren amortisieren.

Software entwirft energieeffiziente Architektur

Das EcoCommercial Building – kurz ECB genannt – ist Teil des Bayer-Klimaprogramms und ein Beweis dafür, wie Materialien aus den Forschungslabors von Bayer MaterialScience Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß senken können. Aber die beteiligten Bayer-Forscher denken bei dem Bauprojekt noch viel weiter: „Das EcoCommercial Building ist eine neue Herangehensweise im Hinblick auf Planung und Architektur energieeffizienter Gebäude“, sagt Dr. Saskia Rühmer, Mitglied des Projektteams, das bei Bayer MaterialScience das innovative Geschäftsmodell „EcoCommercial Building“ entwickelt hat.

Die Bayer-Experten verwenden eine Simulationssoftware, die eine optimale Gebäudekonfiguration anhand von Klimadaten berechnet – so beispielsweise die Größe der Fensterflächen im Verhältnis zur Fassade oder optimale Dämmstoffstärken für Boden, Wand und Dach. Dieser neue Ansatz hat in Deutschland viele Spezialisten aus der ganzen Baubranche angelockt. Investoren, Architekten und Bauherren meldeten sich bei Bayer MaterialScience

und wollten noch mehr zur neuen ECB-Energiesparmethode wissen: „Mit so vielen Interessenten hatten wir gar nicht gerechnet“, bekennt die Innovationsmanagerin.

Dass das ECB-Konzept auch in Deutschland funktioniert, soll eine Kindertagesstätte beweisen, die für Bayer CropScience gerade in Monheim gebaut wird. Die Investition von rund 2,5 Millionen Euro ist gut angelegt: Das Gebäude ist dank bester Wärmedämmung, Solar- und Geothermie sowie Photovoltaik über das Jahresmittel klimaneutral. Schon bevor sie ihre Tore für 60 Sprösslinge von Bayer-Mitarbeitern öffnete, zeichnete das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie die Kindertagesstätte mit dem Preis „Energieoptimiertes Bauen 2009“ aus.

Mit dem ECB-Konzept versteht sich Bayer MaterialScience als Partner der Baubranche und will künftig mehr Beratung zur optimalen Anwendung von Bayer-Werkstoffen in Gebäuden anbieten. Etwa im Berliner Klimabündnis und dem dortigen Runden Tisch der Wohnungswirtschaft, der sich vor allem

Moderner Baustoff: Peter Capellen (Foto li.) prüft im Labor Polycarbonat-Platten. Der Hightech-Kunststoff schützt vor Hitze und ist zudem leicht und bruchfest. Im EcoCommercial Building (Foto re.), das Bayer in Indien baut, werden transparente Polycarbonat-Platten für die Wärmedämmung eingesetzt.





Die Mischung macht's

Prof. Dr. Reinhard Strey ist Leiter des Instituts für Physikalische Chemie an der Universität Köln. „research“ sprach mit ihm über Mikroemulsionen und wie diese die Chemie revolutionieren könnten.

Was ist so besonders an Mikroemulsionen?

Herkömmliche Emulsionen bestehen aus Tröpfchen, zum Beispiel Öl, fein verteilt in einer Flüssigkeit, zum Beispiel Wasser. Gibt man ein Tensid hinzu, senkt das die Grenzflächenspannung und stabilisiert die Emulsion. Dennoch ist das Gemisch immer milchig und entmischt sich irgendwann – das Fett schwimmt in der Suppe ja auch oben. Bei Mikroemulsionen ist das anders: Darin sind die Tröpfchen nicht einfach nur kleiner, sondern es handelt sich um ein echtes Gemisch, das ohne Energiezufuhr – also ohne Umrühren – entsteht und unter bestimmten Voraussetzungen thermodynamisch stabil ist. Deshalb sind Mikroemulsionen transparent.

Mikroemulsionen sind die Basis für Nano-schäume. Wie weit sind Sie mit der Entwicklung?

Nach unseren Berechnungen würde ein Kubikzentimeter der Emulsion Tausend Billionen Tensidbläschen mit Treibgas enthalten, das wären im Schaum dann Poren mit etwa 50 Nanometer Größe. Noch sind wir in der Phase, wo wir die richtigen Zutaten suchen. Die Schaumbildung ist ein Wettlauf, denn die Komponenten des Polyurethans reagieren sehr schnell, während sich die Treibgastropfchen unter dem nachlassenden Druck aufblähen. Aber ich rechne schon bald mit einem Durchbruch. Wir haben mit Mikroemulsionen auch schon Schäume aus Zucker gemacht, mit Blasengrößen von einigen Mikrometern. Darin sind sogar essbare Tenside enthalten, das würde ganz neue Möglichkeiten für die Lebensmittelindustrie bieten.

Wo lassen sich Mikroemulsionen noch verwenden?

Die Anwendungsmöglichkeiten sind riesig, werden aber derzeit begrenzt, weil das Fach Mikroemulsionen nicht auf den Studienplänen steht und es zu wenig Spezialisten dafür gibt. Eine weitere vielversprechende Anwendung von Mikroemulsionen sind Wasser-Diesel-Mikroemulsionen als umweltfreundliche Kraftstoffe, die es möglich machen werden, Dieselmotoren in Schiffen, Bahn, Lkw und selbst Pkw ohne Rußfilter rußfrei fahren zu lassen.

mit der Renovierung der vielen Altbauten in der Hauptstadt beschäftigt. Denn diese sollen energetisch saniert werden, beispielsweise durch eine leistungsfähige Dämmung. Das geht am besten mit Polyurethan (PUR), weil der Schaum die beste Dämmwirkung besitzt. Um dieselbe Wärmedämmung zu erzielen wie eine Dämmschicht aus zehn Zentimetern PUR, müsste eine Mineralfaserdämmung 17 Zentimeter dick sein. Und der Polyurethan-Hartschaum ist auch in der Gesamt-Energiebilanz überzeugend: PUR-Dämmstoffe sparen mehr als 70-mal soviel Energie ein, als für ihren Lebenszyklus – also Produktion, Transport und Verwertung – erforderlich ist. Als Lebenszyklus nimmt man dabei die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Gebäudes an: 50 Jahre.

Polyurethan: ein Werkstoff für den Klimaschutz

Dass Polyurethan als Werkstoff für den Klimaschutz bestens geeignet ist, davon ist Dr. Rolf Roers, bei Bayer Material-Science anwendungstechnischer Leiter des Geschäftsfeldes Metallverbund in Europa, längst überzeugt. Seine Gruppe entwickelt Hartschaumsysteme für

Bauteile aus Stahldeckschichten und Hartschaumkernen. Solche Metallverbund- oder Sandwichelemente werden seit einigen Jahren immer öfter für Wände oder Dächer bei großen Industrie-, Kühl-, Lager- und Ausstellungsgebäuden sowie für Sporthallen und Schulen verwendet. Dazu müssen die Elemente nicht nur besonders stabil, wartungsfrei und wirtschaftlich herstellbar sein, sie müssen auch hohe Anforderungen hinsichtlich des Wärme- und Brandschutzes erfüllen. Gerade diese beiden Bereiche werden für Industriebauten immer wichtiger. Im Kommen sind deshalb Schäume aus einem Polyisocyanurat modifizierten Hartschaum – kurz PIR. Diese erfüllen die erhöhten Anforderungen einer neuen EU-weiten Normung an das Brandverhalten und an die dabei entstehenden Rauchgase. Dadurch lässt sich PIR künftig in solchen Anwendungsbereichen einsetzen, in denen bislang PUR-Produkte aus Brandschutzgründen nicht erlaubt waren. „PIR weist bessere Wärmeisolationseigenschaften und mechanische Eigenschaften auf. Auch das Verhalten im Brandfall ist deutlich besser als bei PUR-Produkten“, so Dr. Lutz Brassat, Leiter der Anwendungsentwicklung

Materialprüfung: Dr. Lutz Brassat begutachtet die Struktur einer Platte aus dem neuen Hochleistungsdämmstoff PIR. Der Werkstoff weist bessere Wärmeisolationseigenschaften und mechanische Eigenschaften auf als Polyurethan. Auch das Verhalten im Brandfall ist deutlich besser.



Rohstoffe für Polyurethan-Hartschaum. Bei dem neuen Hochleistungs-Dämmstoff wird ein sehr großer Überschuss an Isocyanat verwendet, sodass es sich mit sich selbst vernetzen kann. Das optimierte Wärmeleitvermögen wird durch eine verfeinerte Zellstruktur mit reduzierter durchschnittlicher Porengröße erreicht. Der Markttrend geht von herkömmlichen PUR-Schäumen zu PIR-Schäumen, so die Bayer-Experten. In den USA dominieren diese Produkte den Markt bereits vollständig. Auch in Europa wird sich der PIR-Schaum durchsetzen. „Insbesondere die Vermarktung der klimatechnischen Vorteile von PUR- und PIR-basierten Sandwichelementen steht erst am Anfang und wird der Nachfrage nach solchen Bauteilen in den kommenden Jahren sicher noch einen kräftigen Schub verleihen“, so Roers, der Bayer MaterialScience mit seinen jüngsten Produktentwicklungen im europäischen Markt gut positioniert sieht.

Zusätzlich arbeiten Bayer-Forscher an der Entwicklung von Schäumen aus nachwachsenden Rohstoffen, zum Beispiel an Polyolen aus Sojaöl oder Zucker (s. a. „PURer Klimaschutz“, research 20, S.16), wenn dies von

Kunden gewünscht wird. Dazu gibt es verschiedene Verfahren, auf ein vielversprechendes hält Bayer ein Patent: Eine Dämmplatte, die zu 30 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, wird derzeit in Kalifornien eingeführt, wo es dafür eigens Subventionen gibt. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung des Isocyanats im PUR dürfte schwieriger sein. „Aber es gibt Ideen an Universitäten, Lignin, einen Bestandteil von Holz, zu verwenden – auch wenn das noch ein sehr langer Weg ist“, so Brassat.

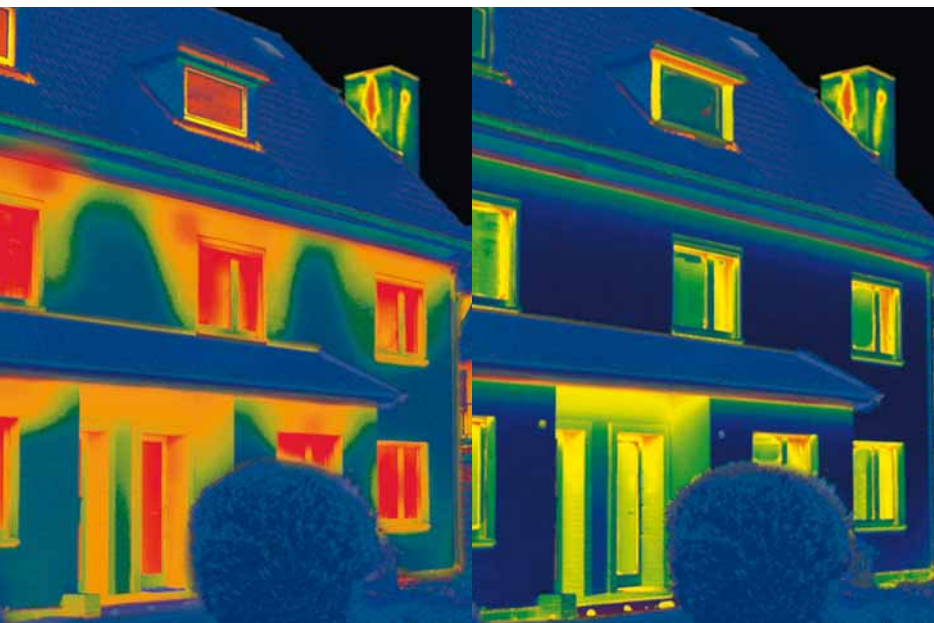
Nanoschäume für besonders effiziente Isolierungen

Auch Kühl- und Gefrierschränke sollen von neuen Dämmmaterialien profitieren. Denn sie sind für einen großen Teil des Energieverbrauchs moderner Haushalte verantwortlich. Die Wärmeleitfähigkeit der darin verwendeten PUR-Hartschaumdämmstoffe soll deshalb so gering wie möglich sein. „Eine detaillierte Studie von Bayer MaterialScience belegt nun, dass die Potenziale etablierter Hartschaumsysteme der Produktfamilie BAYTHERM noch nicht vollständig ausgeschöpft sind“, sagt

Dr. Reinhard Albers, technischer Leiter für technische Wärmeisolierungen bei BaySystems. Die Bayer-Forscher wollen die thermische Leitfähigkeit von PUR-Hartschaumstoffen für die Kühlgeräteproduktion durch eine intelligente Auswahl der einzelnen Werkstoffkomponenten weiter verringern. Langfristig hofft Albers allerdings auf seinen Kollegen Dr. Stefan Lindner, der mit einem Nanoschaum in neue Dimensionen der Wärmedämmung vorstoßen will: Der Werkstoffspezialist entwickelt einen Polyurethanschaum, der die Isolationsleistung verdoppelt. Das würde den Energieverbrauch von Kühlgeräten also mit einem Schlag halbieren und obendrein dank dünnerer Dämmschicht auch mehr Stauraum für Milch, Wurst und Gemüse schaffen.

Klassische PUR-Schäume, wie sie im Kühlschrank zur Dämmung verwendet werden, haben heute Poren mit Durchmessern von rund 150.000 Nanometern. Lindner möchte mit seiner Entwicklung aber Bläschen schaffen, die kleiner als 150 Nanometer sind. Vor drei Jahren wurde er auf ein Patent aufmerksam, das Dr. Reinhard Strey, Professor am Institut für Physikalische Chemie der Universität Köln,

Kältebrücken: Mit Wärmebildkameras lassen sich die schlecht isolierten Stellen (rot), an denen Wärme verloren geht, gut sichtbar machen. PUR-Hartschaumstoffe sind als Dämmstoffe hervorragend geeignet. Sie sorgen auch bei Kühlschränken für einen niedrigen Energieverbrauch.



angemeldet hatte (s. a. „Nachgefragt“). Das sogenannte POSME-Konzept (Principle Of Supercritical Microemulsion Expansion) nutzt Mikroemulsionen zur Herstellung von Schäumen. Diese Öl-in-Wasser-Mikroemulsionen enthalten winzige Tröpfchen aus komprimiertem CO₂, umhüllt von Tensiden. Diese bewirken, dass sich die zwei eigentlich nicht miteinander mischbaren Flüssigkeiten Öl und Wasser fein vermengen. Das CO₂ dient als Treibmittel zum Aufschäumen. Die Kunst besteht darin, das Prinzip auf die PUR-Ausgangsstoffe Isocyanat und Polyol anzuwenden: die Komponenten bei hohem Druck zu mischen, dann den Druck zu senken, damit sich die CO₂-Bläschen ausdehnen können, während sich die Polymerketten innerhalb von 30 bis 60 Sekunden zum festen Schaum vernetzen.

Hier sieht Lindner noch einige Arbeit vor sich. Im Technikum in Leverkusen hat sein Team jetzt eine Vorrichtung konstruiert, die sämtliche Zutaten bei 200 bar verarbeitet. Die Bayer-Forscher feilen derzeit an den Prozessparametern, um die Nanoporen in gewünschter Größe zu erzeugen. Parallel verbessert die Gruppe um Professor Strey die Mikroemulsionen, und die Firma CAM-D

Technologies in Essen untersucht mittels Molecular Modelling Computersimulationen, unter welchen Bedingungen die Nanoporen am besten entstehen. Doch Dr. Wolfgang Friederichs, globaler Leiter der Polyurethan-Produktforschung bei Bayer MaterialScience, warnt noch vor zuviel Euphorie: „Die Forschung an den Nanoschäumen kann noch Jahre dauern, aber wir sind zuversichtlich, dass wir das Projekt zum Erfolg führen und damit einen echten Durchbruch für den Klimaschutz erzielen.“

30 Prozent leichter mit Polyurethan im Autodach

Den sucht auch die Automobilindustrie. Denn ein geringerer Spritverbrauch schont die Umwelt und den Geldbeutel der Autofahrer. Neben neuen Antriebskonzepten ist der wichtigste Stellhebel dazu, das Gewicht der Fahrzeuge zu reduzieren. Am liebsten würden die Entwickler Ballast im Dachbereich abwerfen. Denn kopflastige Autos sind beispielsweise auch in schnell gefahrenen Kurven schwerer zu beherrschen. Bis zu 30 Prozent Gewicht will Peter Plate, Leiter BaySystems-Komposite bei Bayer MaterialScience, mittels einer

ausgeklügelten Dachkonstruktion einsparen. Plate zeigt PUR-Proben aus dem Bayer-Sortiment: Von biegsamen, gummiartigen Platten über leichte Schäume bis zu Platten, hart wie Keramikschalen, ist alles dabei. „Wir kombinieren drei maßgeschneiderte Polyurethan-Sorten, um Autodächer leicht und trotzdem steif zu machen.“

Im Entwicklungstechnikum in Leverkusen verfügt das Team über serientaugliche PUR-Verarbeitungsanlagen und hat dort bereits erste Funktionsmuster aufgebaut und erfolgreich getestet. Zuerst sprüht ein Roboter eine rund zwei Millimeter dicke Lage aus einem harten Kunststoff – Multitec® genannt – in die Formunterseite eines Werkzeugs. Diese Schicht bildet nachher die Dachoberfläche und wird am Ende des Fertigungsprozesses lackiert. Die relativ dünne und optisch anspruchsvolle Materiallage aus Multitec® wird noch ergänzt durch extrem biegesteife, glasfaserverstärkte Polyurethanlagen aus dem Bayer-Sprühsystem Baypreg®. Das fertige Sandwichteil bedeckt den überwiegenden Teil der Dachfläche und ist extrem leicht und trotzdem steif. Zum Schluss sprüht der Roboter zur Versteifung und

Werkstoffexperten: Dr. Wolfgang Friederichs und Dr. Stefan Lindner (v. re.) entwickeln leichtgewichtige Nanoschäume für die Wärmedämmung. Zur Gewichtsersparnis und für den optimalen Ausblick setzen Autobauer bereits auf Makrolon® als leichten Werkstoff für Autodächer.



als Träger für Befestigungen einen massiven Rand aus Baydur® oder Baypreg® auf, der als Rahmen um das Bauteil verläuft. Dieser massive Randbereich ist eine Mischung aus Polyurethan und Glasfaserschnipseln, die beim Sprühen geschnitten und zugemischt werden. Alle drei Materialien sind eigentlich ein alter Hut im Automobilbau: Duromer dient zum Ausspritzen der Radkästen, Baypreg® wird für Kofferraumböden verwendet und Baydur® für Armaturenbretter. Aber: „Die Kombination ist eine echte Neuheit und technisch anspruchsvoll“, so Plate. Denn er und sein Team müssen zum Beispiel nachweisen, dass das Dachsandwich im Falle eines Crashes stabil ist und niemanden verletzt.

Neben der Gewichtsersparnis hätte das PUR-Sandwichdach für die Autohersteller einen angenehmen Nebeneffekt. Stahldächer mussten bisher zu Beginn der Fertigung mit der Karosserie verschweißt werden. Das Kunststoffdach dagegen wird erst am Ende aufgesetzt. Dadurch könnten Sitze und Armaturenräger von oben über die größere Dachöffnung in den Innenraum gehievt werden. Im Prinzip läuft damit jedes Fahrzeug auf dem Fließ-

band erst einmal als Cabrio, bis es zum Schluss den passenden Dachtyp erhält. „Diese Prozess erleichterung kann die Gesamtkosten sogar unter das bisherige Niveau drücken, da letztlich die Fertigungszeiten am Band verkürzt und die Anzahl der Rohbauvarianten reduziert werden“, so Plate. Mit Prototypen und Kleinserien für Sportwagen rechnet der Experte in eineinhalb Jahren, mit dem Großserienstart in etwa sechs Jahren. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten die Bayer-Fachleute schon jetzt eng mit den Autoherstellern, Zulieferern und Prüfinstituten zusammen, denn für die Autos, die 2015 auf den Markt kommen sollen, laufen die Entwicklungsarbeiten bereits jetzt auf vollen Touren.

Leichtes Makrolon® ersetzt Glas für Autoscheiben

Einen Schritt weiter sind Autodächer aus dem transparenten Bayer-Polycarbonat Makrolon®: Sie werden bereits in der Serienfertigung eingebaut – zum Beispiel beim neuen Smart. Bereits die erste Ausgabe des Zweisitzers fuhr mit hinteren Seitenscheiben aus Makrolon®. Der Kunststoff wird mehr und mehr das Glas ersetzen, weil er erheblich leichter

ist: Etwa 40 Prozent Gewichtsersparnis sind realistisch. Heute verbraucht die Automobilindustrie etwa 3.000 Tonnen Polycarbonat pro Jahr für Verschiebungsanwendungen, drei Viertel davon stammen von Bayer. In zehn Jahren dürften es 100.000 Tonnen sein, schätzt Volkhard Krause, Leiter des Bereichs Fahrzeugverschiebung bei Bayer MaterialScience.

Das Dach des Smart wiegt nur noch ganze acht Kilogramm – sein Pendant aus Glas dagegen würde es auf etwa 13 Kilogramm bringen. Der transparente Autohimmel bietet aber nicht nur Durchblick für die Smart-Fahrer, auch für das Klima sind die Aussichten gut: Laut einer Studie der Gesellschaft für umfassende Analysen in Wien spart beim Auto jedes Kilogramm Polycarbonat gegenüber Glas zwischen 14 und 22 Kilogramm CO₂ – gerechnet auf eine Laufleistung von 150.000 Kilometer. Bei 100.000 Autos – so viele Smarts werden pro Jahr etwa gebaut – sind das schon 17.000 Tonnen.

➔ www.bayer.de/de/Das-Bayer-Klimaprogramm.pdf
Die Broschüre zum Klimaprogramm von Bayer zeigt weitere Beispiele für die Innovationen des Konzerns in Sachen Klimaschutz.

Mobil mit PUR-Sandwich: Verbundelemente aus Polyurethan und eingelagerten Glasfasern sorgen in der Dachkonstruktion von U-Bahn-Waggons im Berliner Untergrund für Gewichtsersparnis und hohe Stabilität. Das Sandwich-Bauteil ist extrem leicht und trotzdem steif.

Effizientes Team: Rüdiger Utsch, Joachim Kleser und Dr. Saskia Rührmer (v. li.) erarbeiten gemeinsam Konzepte für innovative Energiesparansätze beim Bau von Industrie- und Bürogebäuden.

