

# Auf die Hülle kommt es an

## Neue Dämmmaterialien und Forschungsprojekte verbinden Funktionalität und Ästhetik

60 Jahre nach der Erfindung des Wärmedämmverbundsystems ist die Dämmung in der Gebäudefassade nach wie vor ein entscheidender Baustein, um die Energieeffizienz zu steigern und die CO<sub>2</sub>-Bilanz positiv zu beeinflussen. Neben den energetischen Anforderungen fließen zunehmend auch gestalterische Gesichtspunkte in die Planung ein.



Der „Solar Curtain“ besteht aus Drähten aus Nickel-Titan-Legierungen mit Formgedächtnis, die energieautark einen Sonnenschutz öffnen und schließen können. Dieses Beispiel zeigt die nächste Generation von funktionalen Fassaden, bei denen sensorische und aktorische Funktionalitäten direkt in die Werkstoffebene verlagert sind (© Fraunhofer IWU)

**M**it Beginn der Industrialisierung entstand ein großer Bedarf an spezialisierten Dämmstoffen, vor allem im Maschinen- und Anlagenbau. Hitze- und feuchteunempfindliche Dämmstoffe waren gefragt. 1898 erfand die Firma Grünzweig und Hartmann einen im Vakuum, mit Pech, unter Hitze und Druck behandelten Kork. Unter dem Namen „Expansit“ wurde schließlich 1906 ein expandierter Kork patentiert. Der Chemie-Ingenieur Friedrich Rudolf Stastny entwickelte 1949 für die BASF, Ludwigshafen, einen Schaumstoff für Gebäudehüllen, den wir heute unter dem Namen „Styropor“ kennen. 1957 verbaute An-

strichtechniker Edwin Horbach zum ersten Mal ein System aus Styroporplatten, Armierung und Putz. Die Grundidee für das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) war geboren.

Gesetzliche Vorgaben und Förderkredite sollen die Energieeffizienz unserer gebauten Umwelt steigern. Trotz vieler Vorteile bestehen jedoch nach wie vor Vorbehalte gegenüber WDVS, sowohl unter Bauherren als auch unter Planern. Die Gründe hierfür sind facettenreich, und es lassen sich viele Beispiele einer unbefriedigenden Planung und Ausführung finden. Unvergessen die „glattgebügelten“ Gründerzeitfassaden oder übergroßen

Dämmpakete, die unsensibel in den öffentlichen Raum hineinragen.

### **Außendämmung mit gestalterischem Anspruch**

Für Prof. Andreas Hild vom Architekturbüro Hild und K, München, liegt eine besondere Herausforderung gerade in den für seinen Berufsstand ungeliebten Aufgaben, wie die Verwendung eines WDVS. Dort, wo es zunächst niemand erwartet, spürt er Möglichkeiten für Innovationen auf und sucht nach Lösungen, die sowohl in technischer als auch in gestalterischer Hinsicht seinen Anspruch befriedigen.

Wie sich energetische Anforderungen mit einer sensiblen und gleichzeitig modernen Gestaltung vereinen lassen, zeigt die Grundsanierung des Abgeordnetenhauses in der Ismaninger Straße in München (**Bild 1**). Die Vorgabe für die energetische Sanierung war, den Primärenergiebedarfswert der Gebäudehülle gegenüber der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV 2009) um mindestens 30 % zu unterschreiten. Ohne Außendämmung wäre dieses Ziel kaum zu erreichen gewesen.

Die Außenwanddicke des Gebäudes nimmt nach oben hin ab. Diese konstruktive Voraussetzung des Bestands zeigt sich in der sanierten Fassade durch die geschossweise zunehmenden Schichten des Wärmedämmverbundsystems. Reliefartig sind die Dämmplatten übereinander geschichtet, betonen und umspielen verschiedene Elemente der Fassade, wie die Rundbogenfenster im Erdgeschoss oder den Eingang und die Erker auf der Gebäudeecke. Putz- und Farbgestaltung unterstreichen diese Gliederung zusätzlich. Das Ergebnis ist eine sehr gelungene architektonische Interpretation der konstruktiven Voraussetzungen und Eingliederung in den Zusammenhang der benachbarten denkmalgeschützten Gebäude.

### Forschungsprojekt WDVS-Modulation

Mit ihrem Forschungsprojekt „Modulationsmöglichkeiten der Gebäudeaußenhaut mittels wärmesensitiver Aufnahmeverfahren“ gehen Hild und seine Kollegin Faraneh Farnoudi noch einen Schritt weiter. Gemeinsam untersuchen sie die ästhetischen Potenziale, die sich aus der Ablesbarkeit der Wärmedurchgangsqualitäten unterschiedlicher Bauteile in einer Fassade ergeben. Thermografische Aufnahmen der Gebäudehülle dienen hierbei als Grundlage für die weitere Entwicklung der Modulation des Dämmstoffs (**Bild 2**).

Der entscheidende Schritt für den Entwurf der Fassadengestaltung ist laut Hild die Interpretation einer solchen Aufnahme, denn der Fassadenentwurf wird nicht automatisch durch den Computer erstellt. In dem Forschungsprojekt geht es jedoch nicht nur um die Anpassung der Dämmstärke an verschiedene Wärmedurchgangswerte, sondern auch um die Entwicklung einer Ästhetik. Sie ist charakteristisch für Eigenschaften



**Bild 1.** Das Münchner Abgeordnetenhaus in der Ismaninger Straße erhielt ein reliefartig gestaltetes Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Damit konnten die Ziele der Energieeinsparverordnung sogar unterschritten werden (© Landeshauptstadt München /M.Kaltenbach)

des WDVS und nur für dieses System sinnvoll.

Um eine maßgeschneiderte WDVS-Hülle in der Praxis auch wirtschaftlich umsetzen zu können, hat die Sto SE & Co. KGaA, Stühlingen, aufbauend auf den Forschungsergebnissen eine digitale Prozesskette entwickelt. Am Anfang stehen zunächst die genaue Gebäude- bzw. Bestandsanalyse und die Digitalisierung der Bauzeichnungen. In einem nächsten Schritt wird eine Thermografie erstellt und die Isothermen der bestehenden Wärmedurchgänge in ein dreidimensionales digitales Relief übersetzt. An diesem Punkt kann die Modellierung der Fassade durch den Planer beginnen. Der fertige Entwurf mündet in einem 3D-Modell, anhand dessen eine mehrachsige Fräsmaschine die entwickelten Formen aus den Dämmplatten herausarbeitet.

### Intelligente und reaktive Fassaden

Bezogen auf das Abschirmen gegen Wärme, Kälte und andere Umwelteinflüsse sind unsere Gebäudehüllen heute schon äußerst effektiv. Gleichzeitig muss aber ein geregelter Austausch zwischen innen und außen stattfinden. Das Raumklima wird mithilfe komplexer Techniken und unter intensivem Energieeinsatz geregelt. Selbst einfache Wohngebäude müssen im Neubau mittlerweile hochtechnisiert gesteuert werden.

Intelligente und reaktive Fassaden können neben dem Schützen und Dämmen auch Aufgaben der Regelungstechnik übernehmen. Dieser Gedanke ist nicht neu und zum Beispiel in den Dop-

pelfassaden (oft zweischalige Glasfassaden) bereits umgesetzt. Natürliche Lüftungsströme werden hier im Zwischenraum der Hülle/Fassade unterstützt und optimiert, massive Wände und Decken zur Speicherung der Wärme herangezogen.

Der nächste große Entwicklungssprung kann nun darin bestehen, sensorische und aktorische Funktionalität direkt in die Werkstoffebene zu verlagern. Das Ziel wäre zukünftig, die zusätzliche Regelungstechnik zu reduzieren oder sogar ganz auf sie zu verzichten – von einer wachsenden Komplexität des Gebäudes als „Maschine“ hin zu einem sich selbst regulierenden System ohne großen Wartungsaufwand. Lehr- und Forschungsprojekte in dieser Richtung laufen schon seit einigen Jahren an Hochschulen und Forschungsinstituten.

Das Projekt „Kiemenbox“ von Prof. Frank Schüler (Fakultät Architektur und Sozialwissenschaften, htwk Leipzig) und Thoralf Krause (SKZ – Das Kunststoffzentrum, Würzburg) macht sich zum Beispiel den Bi-Materialeffekt zunutze. Durch den Verbund verschiedener Kunststoffmaterialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten kommt es bei einer Temperaturänderung zu unterschiedlichen Längenausdehnungen, und die Spalten in der Membran öffnen oder schließen sich kiemenartig. So entsteht ein Luftaustausch, ohne dass weitere Energie hinzugeführt werden muss (siehe hierzu auch **Kunststoffe 12/2015**).

In ihrer Masterarbeit „move – intelligente & adaptive Gebäudehülle“ untersuchten René Franke und Alexander Keilig von der Westsächsischen Hochschule Zwickau, Fakultät Architektur, materi- ➤



**Bild 2.** Entwicklung einer maßgeschneiderten WDVS-Fassade mit wärmesensitiven Aufnahmeverfahren. Zunächst wird die Wärmestromdichte ermittelt (a), es folgt ein 3D-Computermodell als Vorlage für die Modulation von Dämmelementen (b). Auf dieser Basis wird erst ein digitaler Prototyp angefertigt (c), der in die Realität übertragen wurde (d). Im letzten Schritt kann mit einer mehrachsigen Fräsmaschine die Dämmplatte zugeschnitten werden (e) (a, b, c © Hild und K; d, e © Sto)

alspezifische Eigenschaften wie Quellen, Schwinden, Ausdehnen und Kontrahieren, um ein selbstständiges Öffnen, Schließen, Orientieren oder Ausrichten der Fassadenelemente zu realisieren (**Bild 3**). Diese Arbeit wurde 2012 mit dem Preis der sächsischen Bauindustrie ausgezeichnet.

### **Sonnenschutz durch Formgedächtniseffekt**

Aktuell beschäftigt sich das interdisziplinäre Innovationsnetzwerk smart<sup>3</sup> e.V., Bautzen, mit den Potenzialen intelligenter Werkstoffe für die Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Dresden, entwickelten gemeinsam mit dem Fachgebiet Textil- und Flächen-Design der Weißensee Kunsthochschule Berlin Fassadenelemente, die auf Wärme durch Sonneneinstrahlung reagieren. Das Fassadenelement „Solar Curtain“ konnte im Februar 2016 bei der Auswahl um innovative Konsumgüter des Fraunhofer-Ideenwettbewerbs den ersten Platz belegen (**Titelbild**). Der Entwurf von Bára Finnsdóttir besteht aus ei-

ner Matrix von 72 einzelnen Elementen. In die Module sind Drähte aus einer Nickel-Titan-Legierung integriert, die sich an ihre Ausgangsform erinnern. Erwärmt sich die Fassade durch die auftreffenden Sonnenstrahlen, werden die Drähte aktiviert, sie ziehen sich zusammen und öffnen so die Elemente. Die Glasfassade wird verschattet, Sonnenlicht und Wärme dringen nicht mehr in den Raum ein. Verschwindet die Sonne, schließen sich die Elemente und die Fassade ist wieder transparent.

Neben Metallen, Keramiken, Flüssigkeiten und Gasen können Kunststoffe auch auf äußere Reize vorhersehbar reagieren. Die Forscher des Innovationsnetzwerks haben als weitere Idee für eine Zukunftsfassade den Einsatz einer schaltbaren Wärmedämmung schon angedacht. Sie soll Wärme speichern und sie bedarfsgerecht zum Heizen an die Innenräume abgeben.

Die Beispiele zeigen, dass notwendige Regulierungsmechanismen in Baumaterialien und Bauelemente integrierbar sind und in Zukunft das Bauen verändern sowie zur Ressourcenschonung beitragen. Fundierte Materialkenntnisse sind

## Die Autoren

**Stephan Nicolay** ist Vorsitzender des IBK – Institut für das Bauen mit Kunststoffen e.V., Frankfurt am Main.

**Gudrun Pfahl** ist in der Redaktion des IBK – Institut für das Bauen mit Kunststoffen e.V., Frankfurt am Main, tätig.

## Service

### Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2124367](http://www.kunststoffe.de/2124367)

### English Version

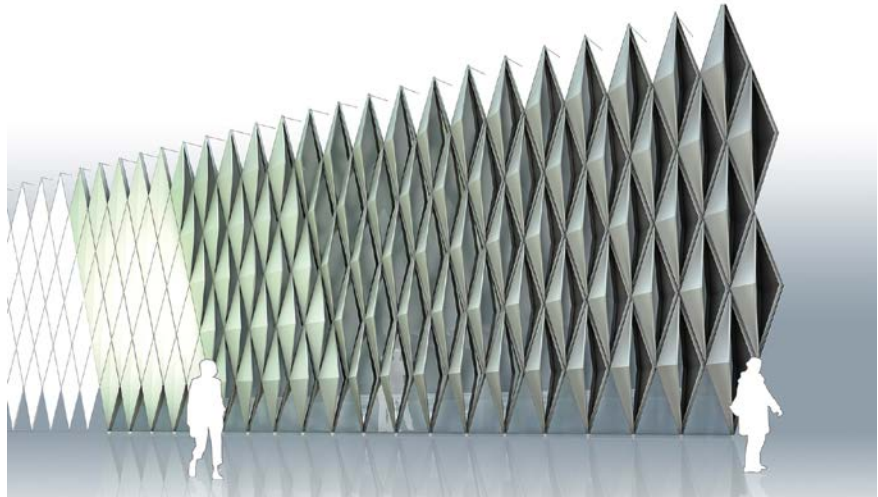
- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

die Voraussetzung dafür, dass Planer und Architekten einen Werkstoff gezielt für nachhaltige Gebäudeentwürfe einsetzen. Diese Kompetenzen müssen schon in der Ausbildung der Planer vermittelt werden.

### Bauen mit Kunststoffen erlernen

Polymere Produkte spielen in der derzeitigen Architekturausbildung oft die Rolle des kleinen Helfers und teilweise notwendigen Übels, um energetische Klassifizierungen zu erreichen. Kunststoffe sind im Vergleich zu den bereits über Jahrhunderte etablierten Baumaterialien noch recht jung und in der Architektur somit noch teilweise „unentdeckt“. Aus diesem Grunde unterstützen PlasticsEurope Deutschland e.V., Frankfurt am Main, und das IBK – Institut für das Bauen mit Kunststoffen e.V., Frankfurt am Main, den Aufbau einer Lehre zum Thema Bauen mit Kunststoffen im Kontext einer modernen Architektur.

Mittels einer geplanten Stiftungsprofessur sollen die Möglichkeiten der Werk-



**Bild 3.** Intelligente und adaptive Fassaden sollen durch materialspezifische Eigenschaften wie Quellen, Schwinden, Ausdehnen und Kontrahieren Gebäude regulieren. Hier ein Entwurf von Keilig und Franke, bei dem die Fassade als Filter aktiv den Energiehaushalt, Lichteinfall und die Akustik reguliert (© www.kunststoffobjekt.com)

stoffe und deren gestalterischen Potenziale den „zukünftigen“ Planern vermittelt werden. Materialgerechter Umgang mit bestehenden Produkten, deren Weiterentwicklung bis hin zu neuen Anwendungen

sind die Voraussetzung für den nachhaltigen Einzug von Kunststoffen in unsere Baukultur. Hieran sollte auch die kunststoffproduzierende und -verarbeitende Industrie ein großes Interesse haben. ■

## Polyamide Grivory um drei Produktreihen erweitert

### Mechanische Eigenschaften ausreizen

Mit Grivory G5V, Grivory HT und Grivory G6VX-AP stellt die **Ems-Chemie AG**, Domat/Schweiz, drei Produktreihen an Polyamiden vor. Im konditionierten Zustand ist der E-Modul der Grivory G5V-Werkstoffe bei 80°C um 40% höher als bei anderen Grivory-GV-Typen. Der höhere Widerstand gegen elastische Verformung gestattet die Auslegung von Bauteilen mit dünneren Wanddicken. Außerdem seien die Werkstoffe gut zu verarbeiten und weisen konstante Eigenschaften im trockenen und feuchten Klima auf, so der Hersteller.

Mit Grivory G5V XE 10130 und Grivory G5V XE 10131 werden gegenwärtig zwei Produkte dieser Klasse mit jeweils 50% Glasfaserverstärkung angeboten. Charakteristisch für beide ist die geringe Abhängigkeit des E-Moduls von der Temperatur im konditionierten Zustand. Typ G5V XE 10131 zeigt Vorteile im Temperaturbereich oberhalb der 80°C. Anwendungen der Materialien könnten Automobil-Innenraumbautei-

le mit Temperaturanforderungen bis 80 bzw. 100°C sein.

Mit der Grivory-HT-Produktlinie erweitert Ems ihr Portfolio an Polyphthalamiden (PPA) um eine Variante mit besseren Eigenschaften bei höheren Temperaturen. Die HT-Typen bieten laut Hersteller bei gleichem Schmelzpunkt wie GrivoryHT1 (325°C) mehr Leistung. So wurde der E-Modul bei 140°C um 50% und die Formbeständigkeit in der Wärme (HDT/C) um 50°C auf 250°C erhöht. Damit können Bauteile mit dünneren Wanddicken ausgelegt werden, was Kosten und Gewicht einspart. Die Markteinführung erfolgt mit vier Basistypen: 40 und 50 Gew.-% Glasfaserverstärkung jeweils mit einer herkömmlichen und einer elektroverträglichen Stabilisierung. Mögliche Anwendungen sind Automobilbauteile in Kuppelung und Getriebe sowie Strukturbauteile und Träger im Motorraum.

Die teilaromatischen Polyamide Grivory G6VX-AP (Advanced Performance) bestehen aus einer Faser-Polymer-Kombina-

tion und eignen sich für beanspruchte Strukturbauteile. Die Werkstoffe zeigen laut Hersteller bei hohen mechanischen Eigenschaften eine verbesserte Dimensionsstabilität, reduzierte Gratbildung und eine hochwertige Oberfläche. Trotz der mechanischen Steifigkeiten seien die Kunststoffe leicht fließend eingestellt und gestatten lange Fließwege bei geringem Druckbedarf. Das ermöglicht die Fertigung dünnwandiger Bauteile mit hoher Schlagzähigkeit und Bindahtfestigkeit wie z.B. Smartphone- oder Tablet-Strukturrahmen. Daneben sind die G6VX-AP-Typen für Sportgeräte, bei denen ein niedriges Gewicht wichtig ist, wie auch für Drohnen im Hobby- und Profibereich geeignet. Zielanwendungen im Industriesegment seien Mechatronik-Komponenten für Durchfluss- und Bewegungskontrollsysteme wie z.B. pneumatische Ventile, Regler, Steuer- und Antriebseinheiten, Sensoren und Aktuatoren.

Zur Produktseite des Herstellers:

[www.kunststoffe.de/2378412](http://www.kunststoffe.de/2378412)