

Folien zu Fassaden

Gebäude mit Fassaden aus Kunststoffkissen sind ein echter Hingucker. Deutsche Firmen sind hier führend, doch gibt es bislang nur etwa ein Dutzend Spezialunternehmen dafür. Sechs Fraunhofer-Institute haben sich für ein Forschungsprojekt zusammengetan, um die Membran-Konstruktionen zu optimieren.

Text: Tim Schröder

Können Sie sich vorstellen, das Dach und die Wände Ihres Wohnhauses mit Kunststoffen zu verkleiden? Nicht? Dann sei Ihnen gesagt, dass Bauten aus Folie seit geraumer Zeit der letzte Schrei sind. Das olympische Schwimmstadion in Peking und die Allianz-Arena in München sind nur zwei Beispiele für das, was Architekten heute aus Kunststoffbahnen erschaffen. Der Stoff, aus dem die luftigen Konstruktionen bestehen, heißt Ethylen-Tetrafluorethylen, kurz ETFE. Aus ihm lassen sich robuste und haltbare Folien herstellen, die durchscheinend sind und UV-Licht-durchlässig. Wer leichte luftige und helle Architektur liebt, findet im ETFE den idealen Werkstoff.

ETFE ist seit mehreren Jahrzehnten im Kunststoffmarkt etabliert. Hier und da wurden daraus leichte und stabile Dächer für Tiergehege oder Tropenhäuser gefertigt. Doch führte das Material neben anderen Kunststoffen und festen lichtundurchlässigen Membranen lange Zeit eher ein Schattendasein. Das änderte sich im Jahr 2001 mit der Verwirklichung des Eden-Projects – einem Ensemble aus futuristischen Gewächshaus-Kuppeln in Südengland und natürlich mit der Errichtung der nicht weniger auffälligen Allianz-Arena. Die Konstruktionen schlugen in der Architekturszene wie eine Bombe ein. Seitdem erfreut sich das Material weltweit wachsender Beliebtheit. Die deutschen Folienhersteller und Membranverarbeiter, die Konfektionäre, sind derzeit international führend. Ein gutes Dutzend Firmen verfügt hierzulande über das entsprechende Spezialwissen. Angesichts der weltweiten Begeisterung für den lichtdurchlässigen Baustoff entschieden sich vor drei Jahren sechs Fraunhofer-Institute dafür, den deutschen ETFE-Markt so richtig auf Trab zu bringen. Sie starteten eine Initiative, die das erforderliche Know-how einer Vielzahl anderer Unternehmen zugänglich machen soll – das Kooperationsprojekt »Multifunktionale Membrankissen-Konstruktionen«. Das Ziel bestand darin, die ETFE-Bautechnik weiter zu optimieren. Im Fokus des Projekts stehen Membranen, die

zu Kissen verarbeitet und mit Druckluft aufgeblasen werden.

Zwar kennt man den Werkstoff schon lange, doch was den Einsatz im großen Stil betrifft, sehen die Fraunhofer-Forscher durchaus noch Verbesserungsmöglichkeiten. So durchdringt Wärme die ETFE-Folie verhältnismäßig leicht. Im Sommer können sich dadurch Gebäude wie ein Treibhaus aufheizen, im Winter und in klaren Nächten verlieren sie Wärme an die Umgebung. »Das Wärmerückhalte-Vermögen hängt ganz entscheidend von den Außenbedingungen ab«, sagt Projekt-Koordinator Andreas Kaufmann vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Stuttgart. »Vor allem wenn der Wind über die Membran streicht, geht Wärme verloren. Witterungseinflüsse wirken sich unmittelbar auf den Wärmetransport durch die Kissen aus, was die Behaglichkeit beeinflussen kann.« Die Forscher stellten fest, dass es bislang keine verbindlichen Normen gibt, mit denen man das Wärmeverhalten der gewölbten Membrankissen standardisiert erfassen und bewerten kann. Am IBP wurden deshalb zwei große Messanlagen errichtet – ein Tunnel von der Größe eines Tennisplatzes mit ETFE-Kissen-Dach und ein haushoher Turm mit zweilagiger ETFE-Bespannung. Derzeit arbeiten Kaufmann und Kollegen an einem schwenkbaren garagengroßen Messapparat, der automatisch dem Sonnenstand folgt. Schon vor Beginn der Kooperation hatte man am IBP mit Messungen begonnen. Auf Grundlage der gewonnenen Daten entwickelten die IBP-Forscher ihre Bauplanungs-Software so weiter, dass sich jetzt erstmals das wärmetechnische Verhalten einer Membrankissen-Konstruktion simulieren lässt. Berücksichtigt wird dabei auch, ob Teile der Konstruktion so weit abkühlen, dass sich Kondenswasser bildet. Das ist ein Problem, weil dadurch Tragstrukturen aus Metall korrodieren und Dachbalken faulen können.

Feuchtigkeit greift aber nicht nur die Dachkonstruktion an. Sie fördert auch das Wachstum von Mikroorganismen. In dem Gemeinschaftsprojekt

haben daher Experten vom Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC in Würzburg eine antimikrobielle keramische Lackschicht entwickelt, die besonders das Wachstum des Schimmelpilzes *Aspergillus niger*, aber auch von Bakterien und Hefen hemmt, die schwarze unansehnliche Beläge bilden. Inzwischen ist in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising eine Pilotanlage entstanden, in der sich die ETFE-Folie als Meterware beschichten lässt. Das IVV hat darüber hinaus eine Methode entwickelt, um die Folie mit Aluminium zu beschichten. Diese Schicht reflektiert Wärmestrahlung, was sowohl das Aufheizen der Gebäude als auch Wärmeverluste vermindert. Zugleich ist sie so dünn, dass die Folie durchsichtig bleibt. ETFE ist mit der Antihafsubstanz Teflon verwandt und reagiert chemisch kaum mit anderen Substanzen. Vor der Beschichtung muss die Folienoberfläche daher zunächst chemisch vorbehandelt – aktiviert – werden. Anschließend dampft man das Aluminium in einem Vakuumprozess auf. Damit das Aluminium nicht korrodiert, wird es außerdem mit einer hauchdünnen Lackschicht überzogen. Die IVV-Forscher konnten inzwischen zeigen, dass die Schichten stabil auf der Membran haften, ohne abzuplatzen. In Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie soll der Beschichtungsprozess jetzt weiter optimiert werden.

Auch die Kooperationspartner vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg haben in den vergangenen Jahren eine Beschichtung ausgetüftelt, mit der sich die Lichtbeziehungsweise Wärmedurchlässigkeit der ETFE-Folie beeinflussen lässt. Ähnlich wie bei einer selbsttönenden Sonnenbrille kann die ETFE-Folie abgedunkelt werden. Möglich macht das eine Beschichtung aus Wolfram-Trioxid. Lässt man Wasserstoff in das ETFE-Kissen strömen, verfärbt sich die Schicht dunkelblau. Strömt Sauerstoff in die Kammer, entfärbt sie sich wieder. Wie sich zeigte, verringert sich die Lichtdurchlässigkeit der Folie dadurch um den Faktor 10 – ein idealer Hitzeschutz für den Sommer.

Obwohl seit Jahren mit ETFE gebaut wird, gibt es durchaus noch handfeste Probleme. So war bislang kaum bekannt, ob und wie stark sich die Folien im Laufe der Zeit unter dem permanenten Innendruck oder der Belastung durch Wind und Schnee verändern. Bisher werden die mechanischen Eigenschaften in einfachen Zugversuchen untersucht. Dafür werden Folienstreifen in eine Prüfmaschine eingespannt und in die Länge gezogen, bis sie reißen. »Um die Folien aber unter einsatznahen Bedingungen zu testen, genügt das nicht, weil Kräfte in mehreren Richtungen wirken«, sagt Jörg Lucas vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Halle. Lucas und seine Kollegen haben die ETFE-Folie deshalb in einer Testvorrichtung untersucht, die die Belastungen des Alltagsbetriebs simuliert. Die Ergebnisse sind eindeutig: Die ETFE-Kissen können sich mit der Zeit ausdehnen. Bei einem Gebäude wie der Allianz-Arena, in dem die Kissen freiliegen, ist das unkritisch. »Oftmals werden die Kissen aber in der Nähe anderer Gebäudestrukturen verbaut, da kann das zum Problem werden«, sagt Lucas – etwa bei Dächern, die sich auf- und zufahren lassen. Die Kissen können dann zerreißen. Das IWM wurde inzwischen vom Deutschen Institut für Bautechnik als zertifizierte Prüfstelle für Membranwerkstoffe zugelassen. Darüber hinaus entwickelt das Institut neue Schweißverfahren für ETFE-Membranen.

»Wir gehen davon aus, dass sich ETFE zu einem starken eigenen Markt entwickeln wird«, sagt Robert Hodann, Geschäftsführer des Folienherstellers Nowofol und Industriepartner des Forschungsprojekts. »Die ETFE-Folie besticht vor allem durch ihre Transparenz bei gleichzeitiger hoher Festigkeit – keine andere Kunststoffmembran kann da mithalten.« Mit ETFE-Folie lassen sich künftig zum Beispiel LED-Fassaden realisieren, hinter denen man Tausende von Leuchtdioden installiert. Hauswände könnte man so auf einfache Art in riesige leuchtende Leinwände verwandeln.

Dass diese Vision Wirklichkeit wird, daran arbeiten auch die Spezialisten vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen. Sie haben gleich mehrere Verfahren zum Kleben von ETFE-Folie entwickelt – angesichts des Antihafteigenschaften der Folie eine Herausforderung. Als besonders zuverlässig hat sich die Hotmelt-Technik erwiesen, eine Art Heißkleben. Inzwischen gibt es am IFAM eine prototypische Anlage, die Folien so fest zusammenfügt, dass sie selbst die Zugversuche bei den Kollegen in Halle überstehen. ■

Mit der Allianz-Arena begann die Begeisterung für die Membran-Architektur. © alimdi.net/
Günter Lenz



Fraunhofer-Allianz Bau:

Seit zwei Jahren bündelt die Fraunhofer-Gesellschaft die Kompetenz von 16 Instituten in der Fraunhofer-Allianz Bau. Ziel der Allianz ist es, wesentliche forschungsrelevante Fragestellungen zum Thema Bau vollständig innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zu bearbeiten. Die Allianz ist ein interdisziplinärer Zusammenschluss und bildet eine Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Forschung und Politik. Schwerpunkte sind die Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung sowie die Gesundheitsverträglichkeit des Bauens und Wohnens. Außerdem arbeiten die Forscher an Produkt-, System- und Prozessoptimierung. Auch die sechs am Gemeinschaftsprojekt »Multifunktionale Membrankissenkonstruktionen« beteiligten Institute sind Mitglieder dieser Allianz. Das Gemeinschaftsprojekt wird künftig als Cluster »Membranbau« weitergeführt. Aktuelle Forschungsergebnisse stellt die Fraunhofer-Allianz auf der Messe BAU 2011 aus.