

## **Renaissance für einen alten Werkstoff**

*Mittels neuer Methoden entstehen aus Holz Hightech-Materialien*

*Weil mit den Erdölvorräten auch das Ausgangsmaterial für viele Kunststoffe schwindet, entdecken Materialwissenschaftler den Rohstoff Holz neu. Künftig soll dieser sogar zu Karosseriebauteilen verarbeitet werden.*

*Von Tim Schröder*

Neue Zürcher Zeitung vom 24.10.2013

Weil mit den Erdölvorräten auch das Ausgangsmaterial für viele Kunststoffe schwindet, entdecken Materialwissenschaftler den Rohstoff Holz neu. Künftig soll dieser sogar zu Karosseriebauteilen verarbeitet werden.

Mit 150 Metern Länge und einer Höhe von 26 Metern ist er vermutlich der grösste Schirm der Welt – der Metropol Parasol auf der Plaza de la Encarnación in Sevilla. Doch es ist nicht allein die Grösse, die ihn auszeichnet, sondern vor allem das Baumaterial. Der sanft geschwungene, riesige Schattenspender besteht fast ganz aus Holz. Zwar gab es in der spanischen Stadt vorübergehend Ärger, weil man die avantgardistische Konstruktion verstärken und mehr als geplant dafür berappen musste. Doch seit knapp drei Jahren ist der wabenartige Parasol eine neue Touristenattraktion und zugleich ein Symbol dafür, dass man heute aus Holz Verblüffendes erschaffen kann.

### Holz als Hightech-Werkstoff

In der Tat mausert sich Holz in den Laboren von Biologen und Chemikern von der schnöden Dachlatte zum neuen Hightech-Werkstoff; unter anderem bei der Firma Climeworks, einer Ausgründung der ETH in Zürich. Climeworks hat eine Art Klimarettungsmaschine entworfen, die Luft in sich hineinschlürft und dabei Kohlendioxid abtrennt – jenes Klimagas, das zunehmend die Erdatmosphäre aufheizt. Der Prototyp der Anlage entzieht seiner Umgebung bereits mehrere Liter Kohlendioxid pro Tag, die man künftig in der chemischen Industrie nutzen könnte. In der Anlage, einem grauen Stahlkasten von der Grösse eines Kleinwagens, soll jetzt erstmals Holz zum Einsatz kommen. Genaugenommen handelt es sich dabei um den Holzbestandteil Zellulose, eine feine Faser, die man unter anderem zum Textilgarn Viskose verspinnt. Der Trick besteht darin, die Faser so fein zu zerkleinern, dass sie nur noch aus Mikrometerlangen feinen Fäden besteht, sogenannten Fibrillen. Diese «mikrofibrillierte Zellulose» ist ausgesprochen reaktionsfreudig. Sie hat chemische Anhängsel, auf die man allerlei Moleküle aufpfropfen kann – etwa solche, die Schwermetalle aus dem Wasser fischen oder eben Kohlendioxid aus der Luft filtert. «Mikrofibrillierte Zellulose ist nicht wirklich neu», sagt die Holzexpertin Tanja Zimmermann vom Forschungsinstitut Empa in Dübendorf. «Sie wurde schon Anfang der 1980er Jahre hergestellt – doch 20 Jahre lang hat man sich eher für Kunststoffe interessiert.»

Das ändert sich jetzt mit der Einsicht, dass Erdöl – die Grundsubstanz fast aller modernen Kunststoffe – langsam, aber sicher zur Neige geht. Anders als Erdöl wächst Holz nach, und erst jetzt beginnt man zu verstehen, was mit diesem Werkstoff alles möglich ist.

Zimmermanns Mitarbeiter Philippe Tingaut quetscht und mahlt das Holz, um die Zellulosefasern herauszulösen. Sind die Fasern anfangs noch dick, spalten sie sich durch die Bearbeitung nach und nach in die Mikro-Zellulose auf. Tingaut macht daraus eine Art Schaum, federleicht und doch fest, den unter anderen seine Kollegen bei Climeworks nutzen. Die Zellulose lässt sich sogar mit Kunststoffen vermengen. «Das spart nicht nur Erdöl», sagt Zimmermann, «sondern kann den Kunststoff stabiler oder, wie japanische Forscher gezeigt haben, um bis zu 20 Prozent leichter machen.» Für Autohersteller, die leichte und sparsame Autos bauen wollen, wäre das künftig eine Alternative.

Überhaupt, Holz im Auto: Vor 100 Jahren war das eine Selbstverständlichkeit. Auch die Karosserie des legendären Ford-T war aus Holz zusammengeleimt. An der Universität Kassel will man dem Holzauto zumindest teilweise eine Renaissance bescheren. Im Projekt Hammer – das Akronym steht für «Holzformteile als Multi-Material-Systeme für den Einsatz im Fahrzeug-Rohbau» – versuchen die Forscher Autokomponenten zu entwickeln, die ganz aus Holz bestehen. Man sollte meinen, Holz breche für eine solche Anwendung viel zu leicht. Tatsächlich aber hält es eine Menge aus. Buchenholz etwa ist zehnmal leichter als Stahl und trotzdem fest, dank den Zellulosefasern zudem elastisch. Den Forschern schwebt vor, B-Säulen zu fertigen, die an der Seite des Autos das Dach tragen. Auch für die Wand zwischen Motor und Innenraum sei Holz geeignet, heisst es in Kassel. Um es weiter zu stabilisieren, könnte man es beispielsweise mit Kunststoffen verkleben.

### Schützender Pilzbefall

Im Grunde ist Holz eine Art natürlicher Faserverbundwerkstoff, der sich aus den drei Komponenten Zellulose, Lignozellulose und Lignin zusammensetzt. Den Faseranteil machen die beiden ersten Komponenten aus. Das Lignin wirkt wie ein Kleber, der das Holz verhärtet. Je nachdem, wie stark das Gewebe mit Lignin durchsetzt ist, wechseln sich im Holz sehr harte und eher luftige Bereiche ab. Damit ist Holz fest, leicht und elastisch zugleich – ein idealer Werkstoff für eine Welt, in der man sich langsam, aber sicher auf die Nach-Erdöl-Ära einstellen muss. Doch Holz hat auch entscheidende Nachteile: Es wird von Mikroorganismen angenagt, quillt und verzieht sich, wenn es feucht wird.

Vor allem die in der Schweiz typischen Fichten- und Tannenhölzer sind anfällig für Pilze. Lange setzte man alles daran, die Pilze mit teilweise giftigen Anstrichen zu vertreiben. Wer Holzfenster im Eigenheim verbaut hat, weiss, dass daraus eine unendliche Geschichte werden kann. Bis vor wenigen Jahren Francis Schwarze von der Empa auf die Idee kam, den Spieß umzudrehen und das Zerstörungswerk des Pilzes *Physisporinus vitreus* für den Holzschutz zu nutzen. *Physisporinus* kann, was kaum ein anderer Organismus schafft: Er bricht das extrem stabile Lignin auf und lässt das Holz zerfallen. Schwarze und seine Mitarbeiter lassen *Physisporinus* das Holz deshalb nur kurz annagen. Dabei öffnet der Pilz viele kleine Verbindungsstellen zwischen den Holzzellen. Dadurch kann ein Schutzanstrich, der anschliessend aufgetragen wird, viel tiefer eindringen als bis anhin. Während ein gewöhnlicher Anstrich nur oberflächlich schützt, ist das Holz dank *Physisporinus* ganz durchdrungen und viele Jahre länger geschützt.

Physisporinus' Waffe ist das Enzym Laccase, das in der Lage ist, das Lignin-Molekül aufzubrechen. Schwarzes Mitarbeiter Mark Schubert hat in den vergangenen Jahren recht virtuos mit diesem Enzym und anderen Zusätzen experimentiert – zum Beispiel mit Laccase und Iod. So ist es Schubert gelungen, die Lignin-Moleküle nur ein wenig aufzubrechen und zugleich Iod hineinzubauen. Da Iod antimikrobiell wirkt, kann das Holz fortan nicht nur Pilze, sondern sogar Krankheitserreger abwehren. «Ein solches Holz könnte man künftig in Spitälern oder anderen Orten einsetzen, an denen hohe Hygienestandards verlangt werden», erläutert Schubert. Antimikrobielles Holz wäre eine attraktive Alternative für nüchtern kühle Metall- und Kunststoffoberflächen in Arztpraxen und Kliniken, glaubt Schubert.

Auch in Deutschland versucht man, dem Holz seine Schwächen auszutreiben – hier insbesondere dem Laubholz. Denn nachdem man im verhältnismässig flachen Deutschland jahrzehntelang untypische Nadelhölzer angebaut hat, propagiert man dort heute den naturnahen Waldumbau. Zurück zum Laubbaum, zum Mischwald, lautet die Devise. Viele der Laubhölzer wie etwa Birke und Eberesche aber gelten als minderwertig, weil sie viel Wasser enthalten, sich verziehen und kaum resistent gegen Schädlinge sind. Die in Deutschland weitverbreitete Buche etwa erreicht auf einer Skala von 1 bis 5 nur die schlechteste Resistenzklasse 5, die gute alte Eiche schafft es immerhin auf Rang 2. Nur Tropenholz ist noch widerstandsfähiger. Am Braunschweiger Fraunhofer-Institut für Holzforschung macht man sich deshalb Gedanken darüber, wie man künftig die wachsende Menge geringwertiger Hölzer verwerten soll. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Firmen arbeiten die Wissenschaftler an neuen, hochwertigen Laminaten. Diese bestehen aus dünnen Schichten Holz, sogenannten Furnieren, die man vom Stamm schält und dann miteinander verleimt. Ein massives Stück Buche würde sich verbiegen, wenn es trocknet oder feucht wird. In den Laminaten aber dehnt sich jede der dünnen Holzschichten ein wenig anders aus, so dass sich die Verformungen in der Summe aufheben.

Massive Buche werde seit Jahrhunderten für Parkett in trockenen Innenräumen genutzt, sagt Volker Thole, Fachbereichsleiter Verfahrens- und Systemtechnik am Braunschweiger Holzforschungsinstitut, «viel mehr war lange nicht drin». Verarbeite man Buchenholz aber mit modernen Klebstoffen zu einem hochwertigen mehrlagigen Laminat-Verbundwerkstoff, könne man damit sogar Hochhäuser bauen, sagt Thole. Zusammen mit einem Spezialunternehmen für Buchenholzprodukte im thüringischen Bad Kreuzburg beteiligen sich die Braunschweiger an der Entwicklung von Laminaten, die Phenolklebstoffe enthalten. Diese sind dem Lignin sehr ähnlich. Inzwischen verklebt in Kreuzburg eine grosse Anlage die Buchenfurniere am Fließband zu Laminaten. Dabei entstehen Bauteile, die stabil genug sind, dass daraus Stützen und Träger für grosse Bauwerke gesägt werden können. «Derartige Verbundwerkstoffe aus Holz werden heute bereits zu sogenannten I-Beams verarbeitet», sagt Thole – Balken, die die Aufgabe von Stahlträgern übernehmen. Anstelle der sogenannten Doppel-T-Träger stützen sie Häuser und grosse Hallendecken.

## Hoch hinaus

Wie hoch ein modernes Holzhaus werden kann, zeigt der «LifeCycle Tower One» in Dornbirn im österreichischen Vorarlberg, der im vergangenen November eingeweiht wurde. Das «nachwachsende Bürogebäude» ist acht Stockwerke hoch und besteht ganz aus Holz. Damit hat es dem Sonnenschirm von Sevilla etwas voraus: Denn die beiden grossen Stützen der Holzkonstruktion haben die Spanier dann doch lieber aus einem lange gewohnten Werkstoff gefertigt – aus Stahlbeton. Aber wer weiss, vielleicht wird der nächste Parasol dieser Welt auch ganz aus Holz sein.