



Voller Energie: Modifiziertes Holz kann durch Verformung elektrische Spannung erzeugen. Reicht ein Tango schon für schummriges Licht?

Piezoelektrisches Holz

Strom aus dem Parkett

Geht es nach der Empa, kann Parkett auch Strom liefern: Ein Forschungsteam hat das Holz in eine ein Mikrogenerator verwandelt. Wird es belastet, entsteht eine elektrische Spannung. So kann das Holz Energie erzeugen – oder als Bio-Sensor dienen. Möglich machen dies unter anderem in der Natur vorkommende, holzabbauende Pilze.

Von Steffanie Zeller und Andrea Six*

Das Holz nicht nur als Baumaterial genutzt werden kann, hat das Team um Ingo Burgert an der Empa und der ETH Zürich schon öfter bewiesen. In den Forschungsarbeiten geht es häufig darum, die vorhandenen Eigenschaften von Holz so zu erweitern, dass es sich für völlig neue Anwendungsbereiche eignet. So entstand beispielsweise bereits hochfestes, wasserabweisendes oder magnetisierbares Holz. Nun hat das Team gemeinsam mit der Empa-Forschungsgruppe um Francis Schwarze und Javier Ribera ein einfaches, umweltfreundliches Verfahren entwickelt, um elektrische Spannung mit einer Art Holzschwamm zu erzeugen, wie sie vor kurzem im Fachmagazin «Science Advances» berichteten.

Spannung durch Verformung

Will man mit Holz eine elektrische Spannung erzeugen, kommt der sogenannte piezoelektrische Effekt ins Spiel. Piezoelektrizität bedeutet, dass durch die elastische Verformung von Festkörpern eine elektrische Spannung entsteht. Dieses Phänomen macht sich vor allem die Messtechnik zunutze, indem sie Sensoren verwendet, die

beispielsweise bei mechanischer Belastung ein Ladungssignal erzeugen. Für derartige Sensoren werden allerdings oft Stoffe verwendet, die für den Gebrauch im biomedizinischen Bereich ungeeignet sind. Dies gilt zum Beispiel Blei-Zirkonat-Titanat (PZT), es kommt aufgrund des Bleis für den Einsatz auf der Haut nicht in Frage. Ausserdem erschwert es eine ökologische Entsorgung von PZT und Co. Den natürlichen piezoelektrischen Effekt von Holz nutzen zu können, bietet daher bestimmte Vorteile. Weitergedacht könnte der Effekt auch zur nachhaltigen Energiegewinnung dienen. Doch zunächst muss Holz einmal die entsprechenden Eigenschaften erhalten. Denn ohne spezielle Behandlung des Holzes entsteht bei einer mechanischen Beanspruchung nur eine sehr geringe elektrische Spannung im Verformungsprozess. Jianguo Sun, Doktorand im Team von Burgert, wendete ein Verfahren an, das die Grundlage für diverse Weiterentwicklungen von Holz bildet. Die Delignifizierung. Holz Zellwände bestehen aus drei Grundstoffen: Lignin, Hemizellulosen und Zellulose. «Das Lignin benötigt ein Baum in erster Linie, um weit in die Höhe wachsen

zu können. Ohne Lignin als stabilisierenden Stoff, der die Zellen verbindet und das Ausknicken der zugsteifen Zellulosefibrillen verhindert, wäre das nicht möglich», erklärt Burgert.

Dem Holz das Lignin entziehen

Um Holz in ein leicht verformbares Material umzuwandeln, muss das Lignin zumindest teilweise «herausgelöst» werden. Dies gelingt, indem man das Holz in eine Mischung aus Wasserstoffperoxid und Essigsäure einlegt. Im Säurebad wird das Lignin herausgelöst, übrig bleibt ein Gerüst aus Zelluloseschichten. Bei diesem Verfahren ging es Burgerts Team darum, mit relativ einfachen und umweltschonenden Prozessen zu arbeiten. «Wir machen uns die hierarchische Struktur des Holzes zunutze, ohne sie, wie etwa bei der Papierherstellung, zuerst aufzulösen und die Fasern anschliessend wieder verbinden zu müssen.» Der daraus entstandene weisse Holzschwamm besteht aus übereinanderliegenden, dünnen Zelluloseschichten, die sich einfach zusammenpressen lassen und sich dann wieder in ihre ursprüngliche Form ausdehnen.

Strom aus dem Holzboden

Die Forschungsgruppe unterzog den Testwürfel mit einer Seitenlänge von etwa 1,5 Zentimetern rund 600 Belastungszyklen. Das Material zeigte dabei eine erstaunliche Stabilität. Bei jeder Belastung massen die Forscher eine Spannung von rund 0.63 V – eine Spannung, die für eine Anwendung

als Sensor brauchbar wäre. In weiteren Experimenten versuchte das Team, die mögliche Skalierbarkeit dieses Nanogenerators auszuloten. So konnten sie etwa zeigen, dass 30 solcher Holzklötze, wenn diese parallel mit dem Körpergewicht eines Erwachsenen belastet werden, bereits ein einfaches LCD-Display zum Leuchten bringen.

Denkbar wäre bei einer weiteren Optimierung des Prozesses auch ein funktionalisierter Parkettboden, der die Trittnenergie in Strom umwandelt. Die Tauglichkeit als drucksensitiver Sensor auf der menschlichen Haut testeten die Forscher und zeigten damit, dass auch eine Anwendung im medizinischen Bereich möglich wäre.

Ohne aggressive Chemikalien

Allerdings gehen die Arbeiten zur jüngsten Publikation des Empa-ETHZürich-Teams noch einen Schritt weiter: Ziel war es, das Verfahren so abzuwandeln, dass es ohne aggressive Chemikalien auskommt. Einen geeigneten Kandidaten, der die

Delignifizierung in Form eines biologischen Prozesses vornehmen kann, fanden die Forschenden in der Natur: Der Pilz *Ganoderma applanatum* verursacht Weissfäulnis im Holz. «Der Pilz baut das Lignin und die Hemizellulose im Holz besonders schonend ab», erläutert Empa-Forscher Javier Ribera das umweltverträgliche Verfahren. Zudem lasse sich der Prozess im Labor gut steuern.

Bis zur Nutzung des «Piezo»-Holzes als Sensor oder als stromerzeugender Parkettboden sind zwar noch einige Schritte zu tun. Doch die Vorteile eines so simplen und gleichzeitig nachwachsenden und biologisch abbaubaren piezoelektrischen Systems liegen auf der Hand – und werden nun von Burgert und seinen Kollegen in weiteren Forschungsprojekten untersucht. Und um die Technologie für die industrielle Anwendung zu adaptieren, sind die Forschenden bereits im Gespräch mit möglichen Kooperationspartnern. ■

* Der Artikel erschien zuerst in den News der Empa auf www.empa.ch.

INSERAT

**exklusiv
bei HGC!**

**Der selbst-
verdichtende
Hochleistungs-
Beton**



- neue Verpackung: staubdicht!
- kein Vibrieren nötig
- gebrauchsfertig, nur Wasser hinzugeben
- schnelles und einfaches Einbringen dank hoher Fließfähigkeit
- wirtschaftliche Betonierarbeiten bei kleinen Volumen
- schöne Oberflächen

SIKACRETE® 06 SCC AT HOCHLEISTUNGS-BETON.
NUR BEI DER HGC.

HGC