

# WALD

UND

# HOLZ

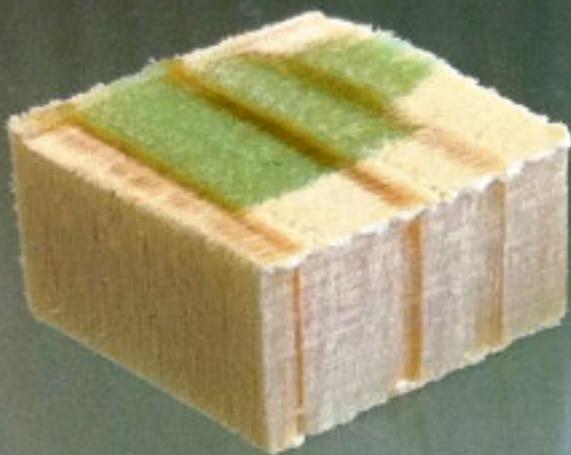
11/2016



TBN-Ergebnisse  
des Jahres 2015

Preisempfehlungen  
Energieholz

Was bringen die RO's  
im Kanton Luzern?



Fichtenholz nach einer Hydrophobisierung (rechts) und unmodifiziert (links)

Auf dem Weg zum optimierten Bauholz

## Den Baum nachahmen

Indem er natürlich im Holz vorhandene Mechanismen nützt, will der ETH-Forscher Ingo Burgert dem Werkstoff nicht nur das Schwinden und Quellen abgewöhnen, sondern auch dessen Brennbarkeit herabsetzen. Einige der Effekte wirken in die Tiefe des Holzes, gehen also auch durch spätere Bearbeitung nicht verloren.

**Von Alexandra von Ascheraden.**

Prof. Dr. Ingo Burgert schätzt Holz nicht nur als vielseitigen und ästhetischen Baustoff, er hat auch grossen Respekt vor der Leistung der Bäume. Immerhin können sie über hundert Meter hoch und Tausende Jahre alt werden.

Burgert betrachtet Holz als einen genialen natürlichen Faserverbundstoff aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Zellulose mit ihren langen, geordneten Zuckermolekülketten sorgt für Zugfestigkeit, die Einlagerung von Lignin macht den Zellwandverbund hingegen druckfest.

Ingo Burgert, der an der ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) eine Professur für holzbasierte Materialien innehat und in einer Doppelfunktion auch an der Empa eine Forschungsgruppe leitet, will das von ihm geschätzte Material Holz nun so verbessern, dass es weniger schwindet und quillt. So soll es als Werkstoff zuverlässiger und breiter einsetzbar werden. «Der Baum hat das Holz nun einmal für die eigenen Anforderungen opti-



Foto: ETH/EMPA

Prof. Dr. Ingo Burgert ist Leiter der Forschungsgruppe Holzba-sierte Materialien am Institut für Baustoffe der ETHZ

miert, nicht für die des Bauwesens», so Burgert.

Der gesunde Baum halte sein Holz immer oberhalb einer Holzfeuchte, bei der das Schwinden einsetzen könne. Somit seien Quellen und Schwinden im lebenden Baum kein Thema.

### Wenn der Mensch den Baum fällt

Sobald das Holz trocknet, verlieren die Zellwände Wasser, sodass das Holz schwin-

det. «Diese Probleme beginnen erst, wenn der Mensch den Baum fällt, und das trocknende Holz beginnt, eine Ausgleichsfeuchte zur Umgebungsfeuchte einzunehmen», erläutert Burgert. Treten dann Feuchtewechsel auf, kommt es zu den im Holzbau unerwünschten Spannungen, Verformungen und Rissen.

Burgert will das Quellen und Schwinden des Holzes bei wechselnder Umgebungsfeuchte reduzieren und damit die Dimensionsstabilität des Holzes erhöhen. Dazu muss er die Holzzellwände hydrophober machen, also dafür sorgen, dass sie weniger Wasser aufnehmen. Hierfür greift er unter anderem auf Mechanismen zurück, die das Holz natürlicherweise mitbringt.

Viele Bäume bilden im Inneren des Stammes ein sogenanntes Kernholz, bei dem der Baum aktiv hydrophobe Substanzen in die Zellwände von schon abgestorbenen Zellen einlagert. «Bäume verfügen also über Möglichkeiten, die es erlauben, die Eigenschaften des Holzes

noch lange nach seiner Bildung zu verändern. Wenn wir das Holz nachträglich chemisch modifizieren wollen, stehen wir vor sehr ähnlichen Herausforderungen und können daher von den Mechanismen der Kernholzbildung viel lernen», wie Burgert erläutert.

Er versucht, diese Prozesse nachzuahmen und Stoffe einzulagern, die die Eigenschaften des Holzes entsprechend den Anforderungen der Baubranche verändern.

### Wasserabweisende Zellen

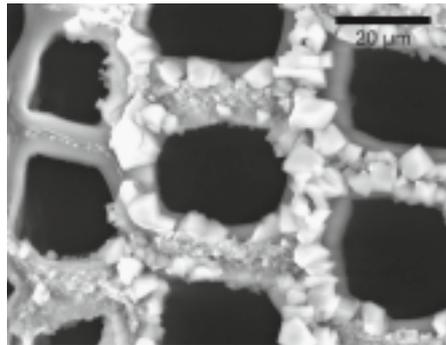
Das Quellen trockenen Holzes beruht darauf, dass sich Wassermoleküle in die Zellwände der Holzzellen einlagern. Also muss man die Zellwände entsprechend verändern, um sie hydrophober zu machen, so der Grundgedanke. «Wir lassen verschiedene hydrophobe chemische Substanzen in der Zellwand andocken.

Dadurch füllt sich die poröse Struktur der Zellwand mit wasserabweisenden Substanzen, was den Wassermolekülen den Zugang erschwert.» Da die Zellwände so insgesamt weniger Wasser aufnehmen, wird das Holz bei Umgebungsfeuchteänderungen dimensionsstabiler. Entsprechend entstehen weniger Spannungen und Risse in Bauteilen.

### Kalziumkarbonat als Feuerschutz

Mit der Entwicklung einer weiteren Modifikationsmethode ist es der Forschungsgruppe gelungen, Kalziumkarbonat tief in die Holzstruktur einzulagern. Sie funktioniert nach dem Vorbild der Mineralisierung unserer Knochen, bei der ja ebenfalls in eine organische Struktur ein Mineral eingelagert wird, um den Knochen stabiler zu machen.

Gelingt es, Kalziumkarbonat ins Holz einzulagern, wird dagegen die Brennbarkeit des Holzes reduziert. Damit will der Forscher eines der grössten Hemmnisse für einen noch umfangreicheren Einsatz von Holz im Bauwesen angehen. Laborversuche zeigen, dass die Wärme-freisetzungsrate von auf diese Weise mine-



Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Querschnitts von Fichtenholz, welche die Einlagerung von Kalziumkarbonat in die Zellwände illustriert.

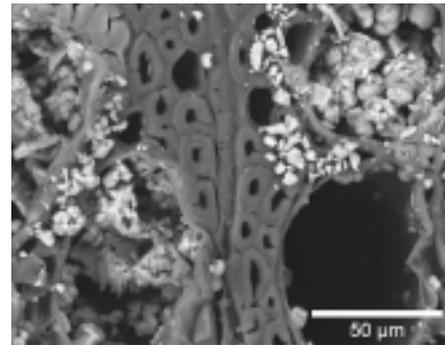
ralisiertem Holz im Vergleich zu unbehandeltem Holz nur ein Drittel beträgt.

Daneben hebt Burgert noch einen weiteren wichtigen Pluspunkt hervor: «Unsere Methode ist deutlich «grüner» als herkömmliche Feuerschutzbehandlungen, da wir nur Holz und Kalziumkarbonat zusammenführen.» Ein zugehöriges Patent ist bereits eingereicht und gemeinsam mit Industriepartnern aus dem Furnier- und Massivholzbereich arbeitet die Forschungsgruppe, durch die KTI gefördert, an der Weiterentwicklung bis zur Marktreife.

Zudem tüftelt Burgerts Forschungsgruppe an einer transparenten Oberflächenbehandlung, die Holz UV-beständiger und wasserabweisend machen soll. Eine Patentanmeldung wurde eingereicht.

### Anwendung bei Furnieren

Anfangen hat die Forschungsgruppe mit Modifikationen an kleinen Würfelchen und kleinen Furnierblättern aus Fichten- bzw. Buchenholz. Dabei war es wichtig, sicher zu stellen, dass die Modifikationen auch am Laubholz gut funktionieren. In Anbetracht der Tatsache, dass die mitteleuropäischen Wälder künftig grössere Laubholzvorräte haben werden, besteht in der Forschung bei Laubholz noch rechter Nachholbedarf.



Elektronenmikroskopische Aufnahme von Buchenholz mit Einlagerungen von Kalziumkarbonat in den Zelllumina

Mittlerweile ist die Forschergruppe von Burgert schon einen Schritt weiter. Es können bereits grössere Furniere und für einige Modifikationen auch Vollholz behandelt werden. Für die Furniere sieht Burgert vor allem Anwendungsmöglichkeiten im Innenausbau von Automobilen, Schiffen oder Flugzeugen.

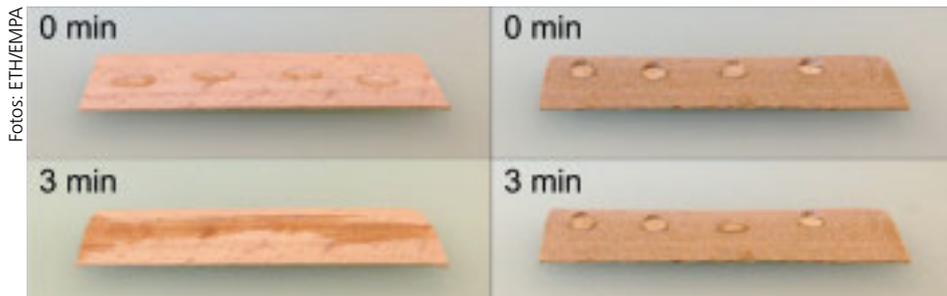
### Ein Waschbecken aus Holz

«Die Grundidee unserer Arbeiten ist stets, die hierarchische Struktur des Holzes zu erhalten, aber gegebene Schwächen zu kompensieren oder neue Funktionalitäten zu generieren. Holz wäre aufgrund seiner Struktur auch als Filter sehr gut geeignet, wenn man ihm entsprechende Eigenschaften verleihen könnte. Wir sind auch in der Lage, Holz durch die Anhaftung von Eisenoxidpartikeln an die Zellwände magnetisierbar zu machen, so dass es im Magnetfeld bewegt werden kann», zeigt Burgert weitere Möglichkeiten der Funktionalisierung auf.

Sein erstes Nahziel, welches zusammen mit dem Industriepartner *Bagno Sasso* verwirklicht wurde, ist ein Waschbecken aus Holz. Eine Oberflächenbehandlung soll das Holz so wasserabweisend machen, dass es sich in dieser für Holz doch extremen Anwendung bewährt; dies wäre auch eine gute Referenz für viele weitere Alltagsgegenstände, für die ein Einsatz von Holz heute noch nicht denkbar ist.

**Alexandra von Ascheraden**  
ist freie Wissenschaftsjournalistin

**Infos**  
[www.ifb.ethz.ch/woodmaterialsscience/about/index](http://www.ifb.ethz.ch/woodmaterialsscience/about/index)



Kleine Furnierblätter von Buchenholz, unmodifiziert (links) und nach einer Hydrophobisierung des Holzes (rechts)

## Alltagstest im NEST

Einen ersten Alltagstest muss Ingo Burgerts Holz bereits bestehen: Es ist in einer Wohneinheit im «NEST» verbaut, einem speziellen Wohn- und Arbeitsgebäude, das Empa und Eawag zu Forschungszwecken errichtet haben. Dort werden neue Materialien sowie Bau- und Energiesysteme unter Alltagsbedingungen getestet.

Teil des Gebäudes ist «Vision Wood», ein Wohnmodul aus Holz. Es besteht zum grössten Teil aus Buchenholz, da die Schweizer Wälder voll davon sind, es aber wegen seiner empfindlichen Reaktion auf Feuchtigkeit bisher kaum als Bauholz genutzt wird. Dabei würde es sich dank seiner hohen Festigkeit hervorragend für tragende Konstruktionen eignen. Im NEST testet man nun Konstruktionen aus verklebtem Buchenbrettsperholz, das sich weniger stark verformt.

### Lavabo und Duschwände lassen Wasser abperlen

Eine Entwicklung von Burgerts Forschungsgruppe wurde im Nassbereich einer Wohnung verbaut: Lavabo und ein Teil der Duschwand sind mit beschichteten Furnieren gefertigt, die das Wasser abperlen lassen. Noch steht der Alltagstest aus, wie Burgert bedauert. Aber sobald die Wohneinheit bezogen ist, steht diesem nichts mehr im Wege.

Eine Tür wird durch die Einlagerung von Kalk in die Türblätter aus Furnier deutlich feuersicherer als herkömmliche unbehandelte Holztüren. Die hölzernen Türfallen töten Keime durch eingelagertes desinfizierendes Jod, eine Entwicklung von Burgerts Kollegen Francis Schwarze und Mark Schubert von der Empa.



Foto: Roman Keller

Holzwaschbecken im Badezimmer der Wohneinheit «Vision Wood» im NEST



Foto: Roman Keller

Das modulare Experimentalgebäude NEST steht auf dem Campus der beiden Forschungsinstitutionen Empa und Eawag in Dübendorf. Es wurde am 23. Mai 2016 eingeweiht und dient als «Versuchslabor» für Entwicklungen in der Bautechnik.



**Danfoss**

**ARGO  
HYTOS**

**HYDRO-GEAR**



## Reparaturen und Wartungsdienste für Hydraulik-Anlagen und -Komponenten

Breites Produktesortiment:  
Pumpen, Motoren, Filter, Ventile,  
Zylinder, Zubehör, Kühlung und  
komplette Systeme.

Umfassende Dienstleistungen:

- Engineering
- Hydrauliksysteme
- Montage
- Inbetriebnahme
- Wartung

**BIBUS HYDRAULIK**  
SUPPORTING YOUR SUCCESS

Tel. 044 877 52 11  
[www.bibushydraulik.ch](http://www.bibushydraulik.ch)