

ETH zürich EMPA 



Bio-inspirierte Materialien aus Holz
 Ingo Burgert et al.
 ETH, Institut für Baustoffe & Empa, Angewandte Holzforschung

6. Chemietag, Wädenswil, 26.6.2014

ETH zürich EMPA 

Forschungs- und Entwicklungsstrategie

- ➔ Holz und Holzwerkstoffe in den «traditionellen» Anwendungsfeldern verbessern
- ➔ Holz und holzbasierten Materialien neue Anwendungsfelder erschliessen

SNF Nationales Forschungsprogramm NFP 66 “Ressource Holz”

Präsident Leitungsgruppe:
Martin Riediker

Koordinatorin:
Barbara Flückiger

M1: Ökonomische Voraussetzungen/ Bereitstellung

M2: Chemikalien	M3: Energie	M4: Komponenten	M5: Tragwerke und Gebäude
--------------------	----------------	--------------------	------------------------------

M6: Lebenszyklus-Analysen

Quelle: SNF Ausführungsplan des NFP 66

Wir haben Forschungsbedarf, um die Zuverlässigkeit von Holz zu erhöhen und sein Zukunftspotential besser zu nutzen!

- Dimensionsstabilität
- UV-Stabilität
- Dauerhaftigkeit
- Brennbarkeit
- Neue Materialkombinationen für zusätzliche Funktionen



**Entwicklung
neuartiger
holzbasierter
Materialien**



(Quellen: <http://depositphotos.com>; <http://www.123rf.com>; <http://www.organicjewelry.com>)

ETH House of Natural Resources – im Bau
(Prof. Fontana, Prof. Frangi)
ETH Zürich Foundation
BAFU



Pilothaus als zukunftsweisendes grossmasstäbliches und transdisziplinäres Forschungs-, Lehr- und Demonstrationsobjekt mit innovativen Technologien und Bauteilen aus Laubholz

NEST-Modul «Vision Holz Plug & Stay»

Empa, Angewandte Holzforschung (Tanja Zimmermann)
Renggli AG
ruum GmbH

EMPA – NEST – in Planung
(Peter Richner et al.)



Martin Arnold et al.

- Verbesserung der Witterungsbeständigkeit von Holzoberflächen im Aussenbereich durch funktionelle Oberflächenbehandlungen mit synergistischen Schutzeffekten gegen Umwelteinwirkungen



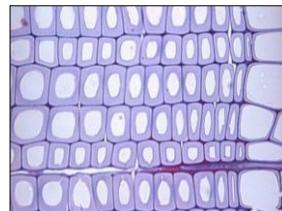
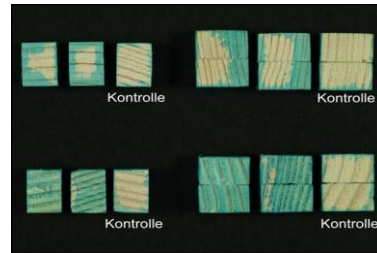
Francis Schwarze et al.

Bioengineering

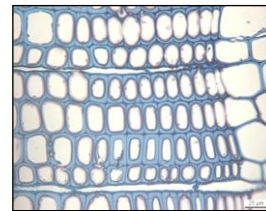
Vergütung von
Klangholz

«Pilzgeige»

Schwarze et al. (2008) New Phytologist

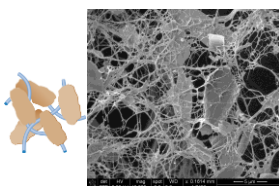
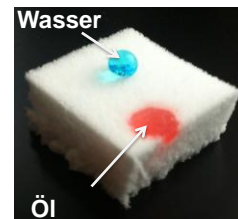
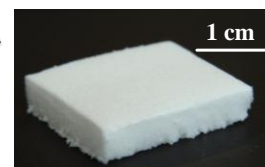


Kontrolle



Pilz behandelt

Tanja Zimmermann/Philippe Tingaut et al.

NZ in Hydrogelen Ersatz der
Gelschicht in BandscheibenNZ in Membranen, Aerogelen
z.B. ölabSORBierende SchwämmeFunktionale Papiere, Polymerkomposite
z.B. Barrierschichten in Lebensmittelverpackungen
Verstärkung/ Funktionalisierung von
HolzoberflächenbeschichtungenNZ in hochporösen «Schaumstrukturen»,
z.B. für die Isolierung im BauwesenKontakt: tanja.zimmermann@empa.ch
philippe.tingaut@empa.ch

ETH zürich **EMPA**

Biomimetik **Holz**

Biologisches Material **Werkstoff**

Für die Funktionen des Baumes optimiertes Material Exzellentes Material mit einigen nachteiligen Eigenschaften



Raven et al. (1988) Biologie der Pflanzen



Horyuji Pagode, frühes siebtes Jahrhundert (Scheid: Web-Handbuch, Universität Wien)

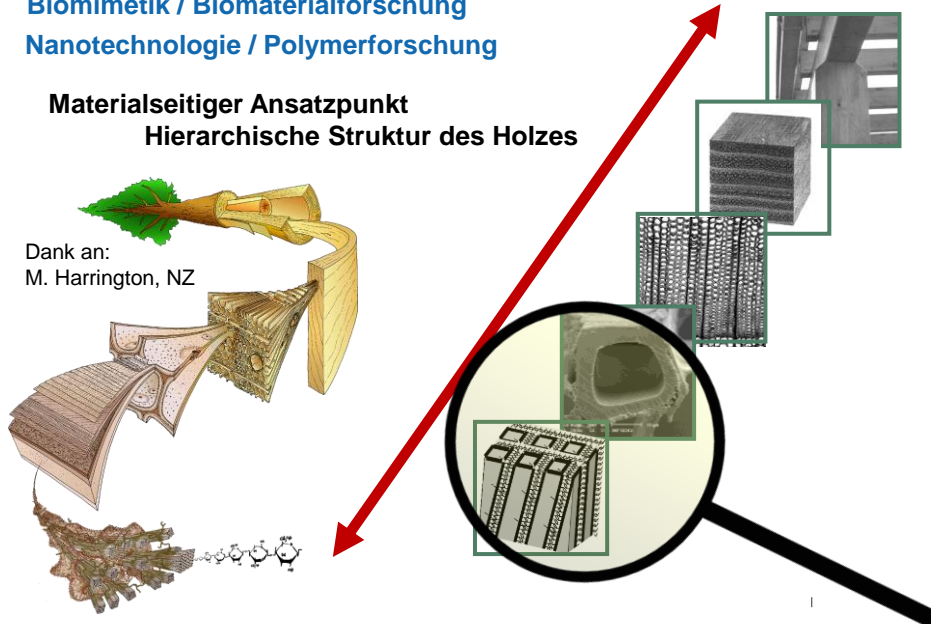
langlebig & zuverlässig

ETH zürich **EMPA**

Biomimetik / Biomaterialforschung
Nanotechnologie / Polymerforschung

Materialseitiger Ansatzpunkt
Hierarchische Struktur des Holzes

Dank an:
M. Harrington, NZ



The diagram illustrates the hierarchical structure of wood. On the left, a tree is shown with a cross-section revealing its internal structure. Below this, a detailed view of wood fibers and their molecular structure is shown. On the right, a magnifying glass focuses on a specific cellular structure, with several smaller images showing different levels of detail, from the whole cell to the individual cell walls and fibers. A red arrow points from the tree towards the magnified view, indicating the transition from a natural material to a biomimetic or nanotechnology-based material.

Holz-Modifikation

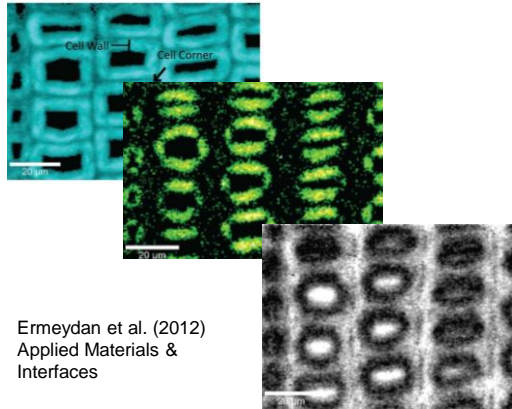
Dimensionsstabilität

Kernholzbildung
als Modellmechanismus

Zellwand-Modifikation - Fichte

Einlagerung von Flavonoiden
in die Zellwand*Robinia pseudoacacia*

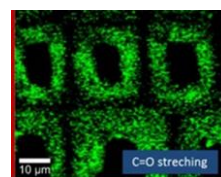
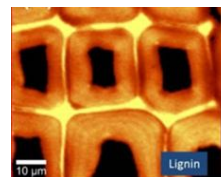
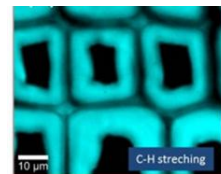
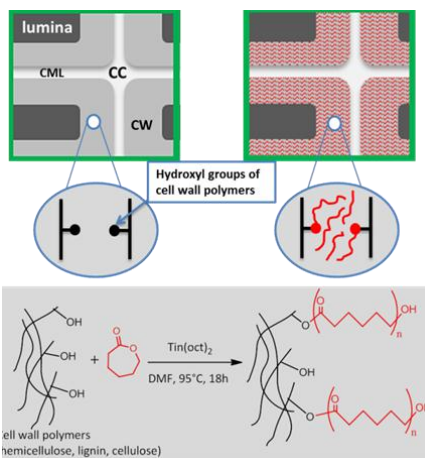
→ Reduzierung der Wasseraufnahme



Ermeydan et al. (2012)
Applied Materials &
Interfaces

Holz-Modifikation

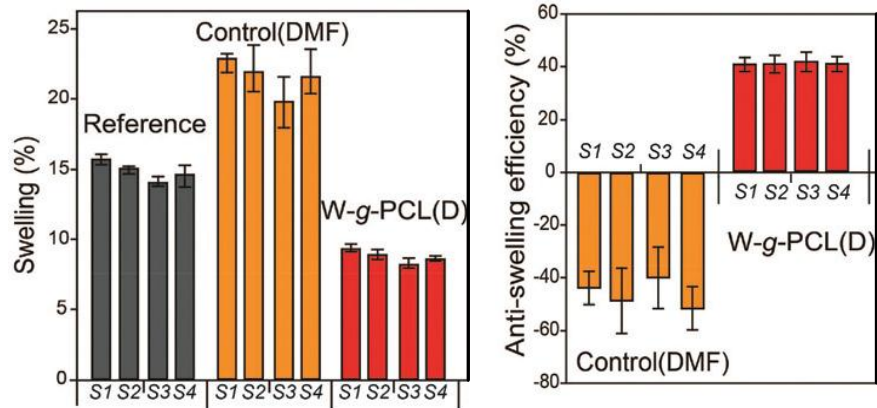
Dimensionsstabilität

Ringöffnende Polymerisation von Caprolacton
in der Zellwand

Holz-Modifikation

Dimensionsstabilität

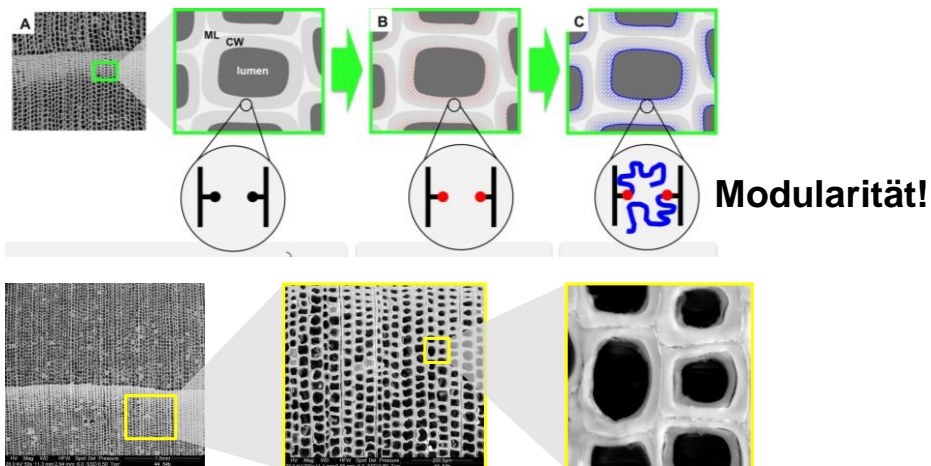
Ringöffnende Polymerisation von Caprolacton
in der Zellwand



Ermeidan et al. (2014) Green Chem.

Holz-Modifikation

Schrittweise in-situ Polymerisation in der Zellwand



Cabane et al (2014) ChemSusChem

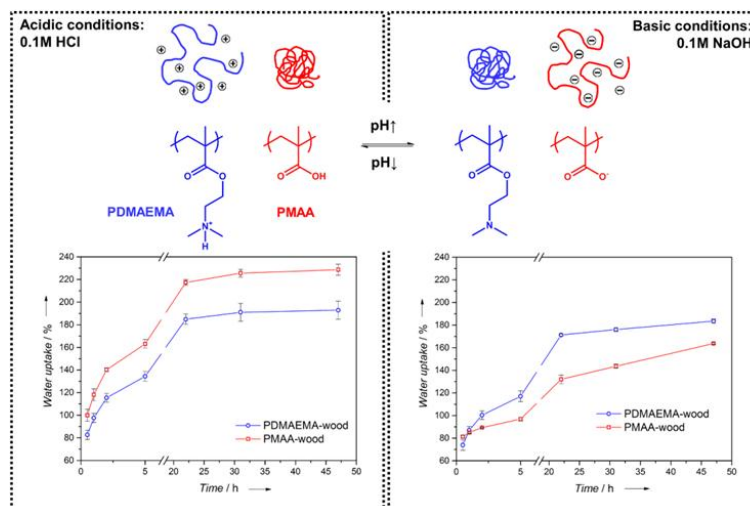
In-situ Polymerisation in der Zellwand

Oberflächeneffekt



Etienne Cabane

In-situ Polymerisation in der Zellwand



Cabane et al (2014) ChemSusChem

Tobias Keplinger | 01.07.2014 | 16

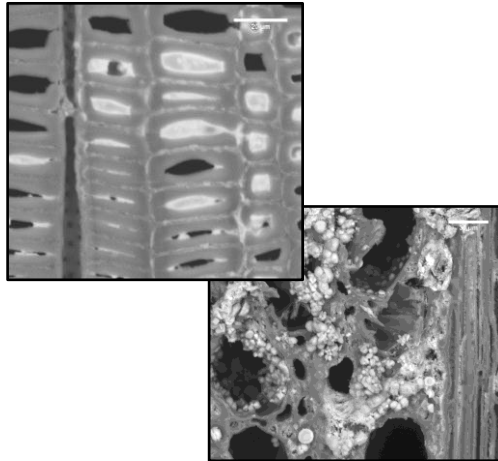
Mineralisation

Vorbild Knochen



Fratzl (2008) Nature Materials

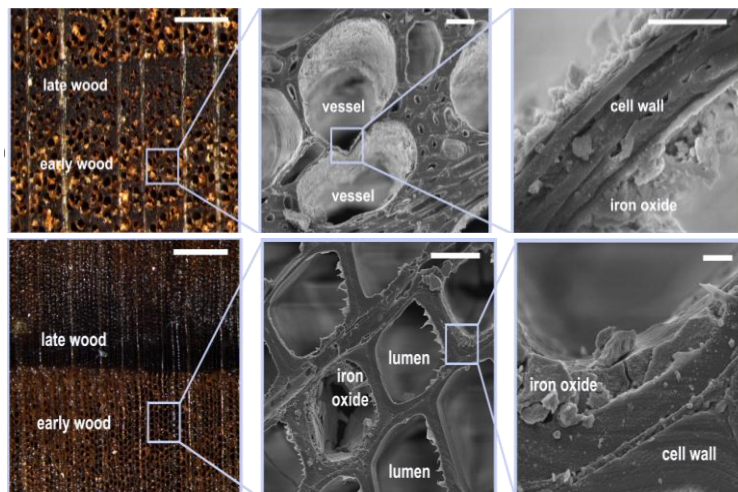
Einlagerung von Kalziumkarbonat in die Holzstruktur



Vivian Merk, Munish Chanana

Holz-Hybridmaterialien - Magnetisierbares Holz

Einlagerung von superparamagnetischen Eisenoxidpartikeln

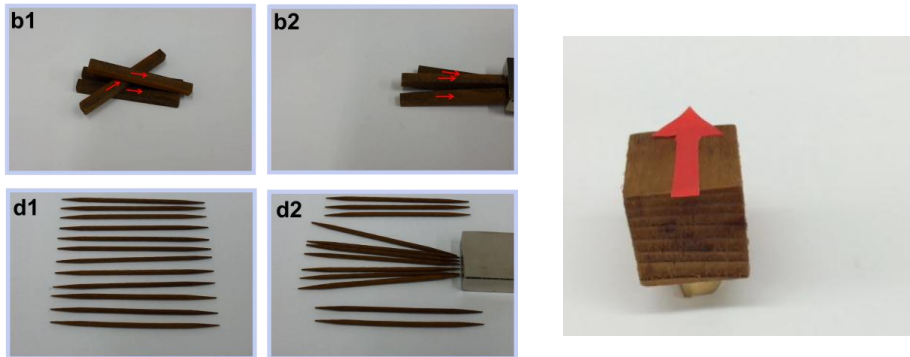


Merk et al. (2014) ACS Applied Materials & Interfaces

Holz-Hybridmaterialien - Magnetisierbares Holz

Funktionalisierung des Holzes

Einlagerung von Eisenoxid-Nanopartikeln



Merk et al. (2014) ACS Applied
Materials & Interfaces

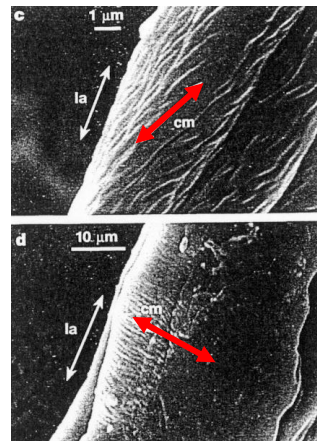
Quellungsbewegung - Bewegung durch Änderung der Feuchte

Orientierung der Zellulosefibrillen diktiert die Verformung der Schuppen im
Kiefernzapfen

Quellen und Schwinden der Matrix



Photo: Markus Rüggeberg



Dawson et al. (1997) Nature

Bio-inspirierte verformbare Holzelemente



Markus Rüggeberg, Chiara Vailati



Markus Rüggeberg, Chiara Vailati

Kollegen an der ETH**Kollegen an der Empa****Holzbaasierte Materialien**

Markus Rüggeberg, Etienne Cabane,
 (Burgi Gierlinger), (Munish Chanana),
 Oliver Kläusler, Benjamin Michen,
 Philipp Hass, Emil Englund, John
 Berg, Tobias Keplinger, Vivian Merk,
 (Nikita Aigner), Merve Özparpucu,
 Jana Segmehl, Chiara Vailati,
 Andrea Merletti, Khashayar Razghandi,
 Mahmut Ermeydan

Dank**MPI-KG**

Peter Fratzl
 Michaela Eder
 John Dunlop
 Matt Harrington

Förderorganisationen

Bundesamt für Umwelt BAFU
 - Aktionsplan Holz
 Lignum
 SNF NFP66, R`Equip
 DFG SPP1420
 Climate-KIC
 Marie Curie Cofund

Dank für die Aufmerksamkeit!