

Willkommen  
Welcome  
Bienvenue

# Intelligente und Nachhaltige Fassadensysteme

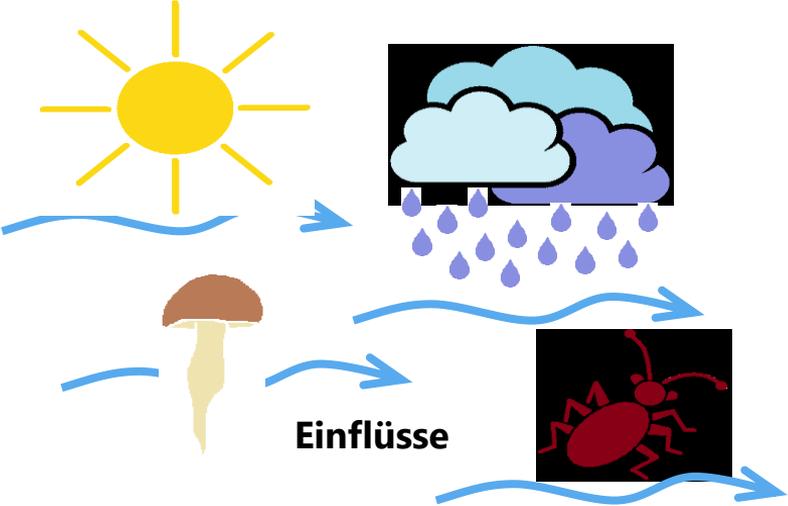
Dr. Tanja Zimmermann  
Head of Functional Materials Department  
Empa, Materials Science and Technology  
[tanja.zimmermann@empa.ch](mailto:tanja.zimmermann@empa.ch)  
[www.empa.ch](http://www.empa.ch)



# Einleitung



neue Fassade



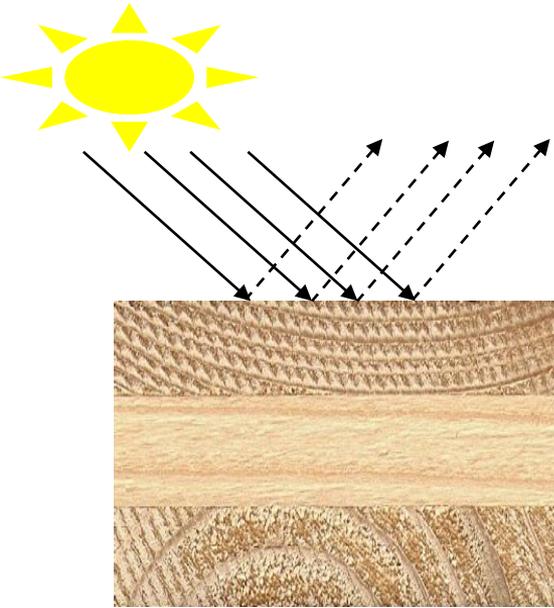
Einflüsse



bewitterte Fassade



**Reale Effekte der Oberflächenverwitterung (→ Vergrauung)**



## Photochemischer Ligninabbau

- Licht mit Wellenlänge  $< 350$  nm (UV-A, UV-B)
- Spaltung von Bindungen des Lignins /freie Radikale
- Reaktion der Radikale mit Sauerstoff: Bildung v. Peroxiden
- Abbau der Peroxide zu chromophoren Gruppen (farbig)
- Eindringung UV Strahlen in Holzgefüge nur  $75 \mu\text{m}$
- Feuchte und höhere Temperaturen fördern Ligninspaltung + zusätzlich oberflächliche Pilze



# Lösungsansätze

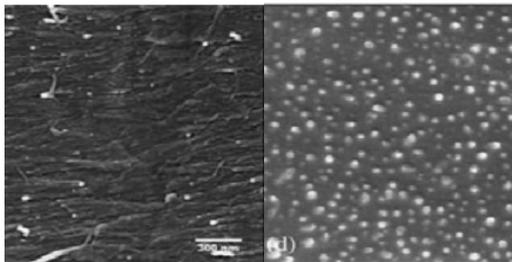


**konstruktiver Holzschutz**

**Imprägnierung**



**Oberflächenbehandlungen**



**Oberflächenbeschichtungen**

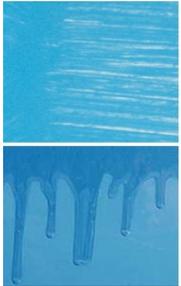


# Ziel – Lösungsansatz 1 (Dr. Franziska Grüneberger)

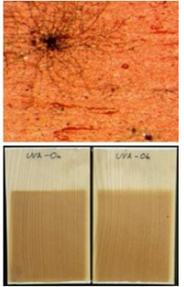
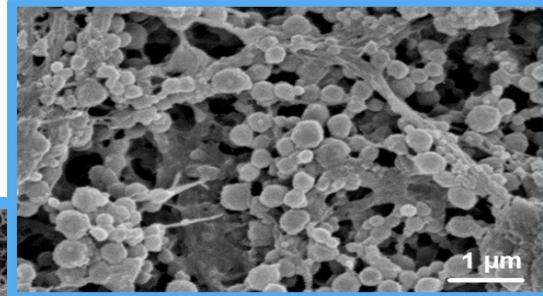
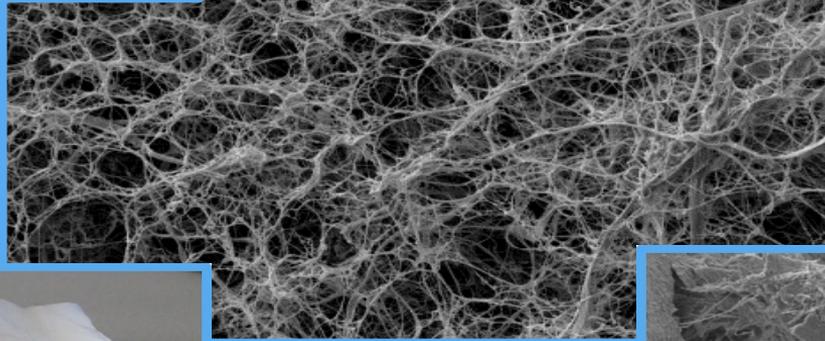
- nachhaltig
- hohe Festigkeiten
- Netzwerkbildung
- transparent/transluzent
- hohe Viskosität
- reaktive Oberfläche, ...

**Eigenschaften**  
**MikroFibrillierte  
**Zellulose (MFC)****

**Rheologische Eigenschaften**

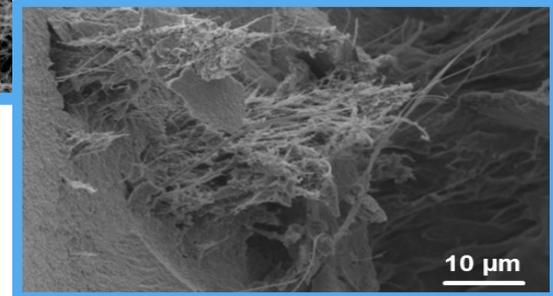


**MFC für  
Holzbeschichtungen**

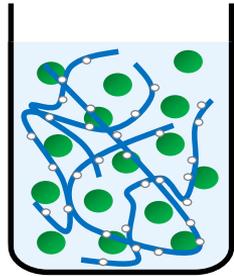


**Träger für aktive  
Komponenten**

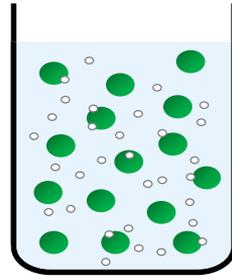
**mechanische Verstärkung**



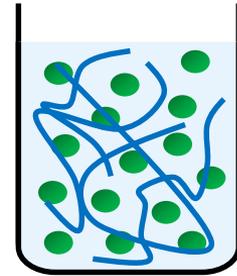
# MFC als Trägermaterial von Zinkoxid (ZnO): Holzbeschichtungen



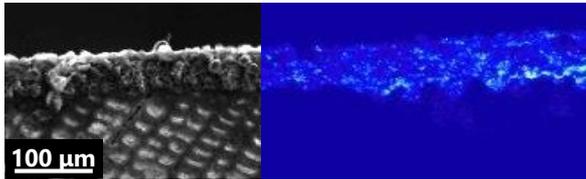
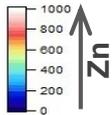
Beschichtung mit  
MFC/ZnO



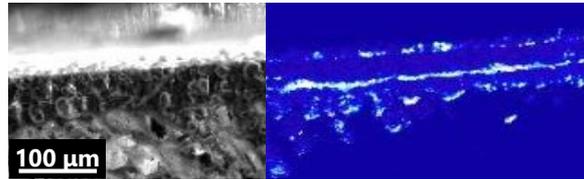
Beschichtung mit  
ZnO



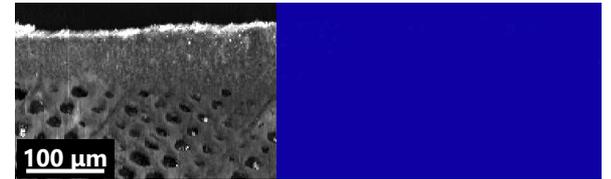
Beschichtung mit  
MFC



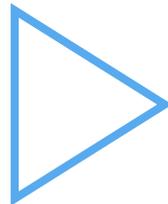
Schichtdicke:  $61 \pm 14 \mu\text{m}$   
Schichten: 5



Schichtdicke:  $57 \pm 8 \mu\text{m}$   
Schichten: 3

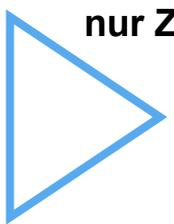
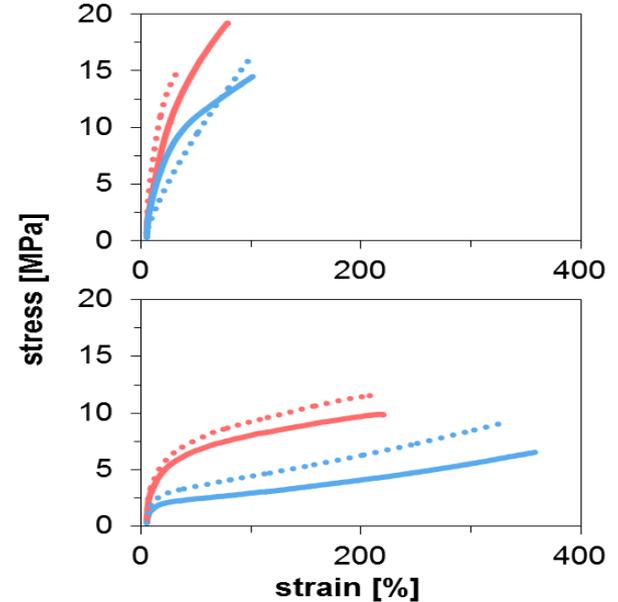
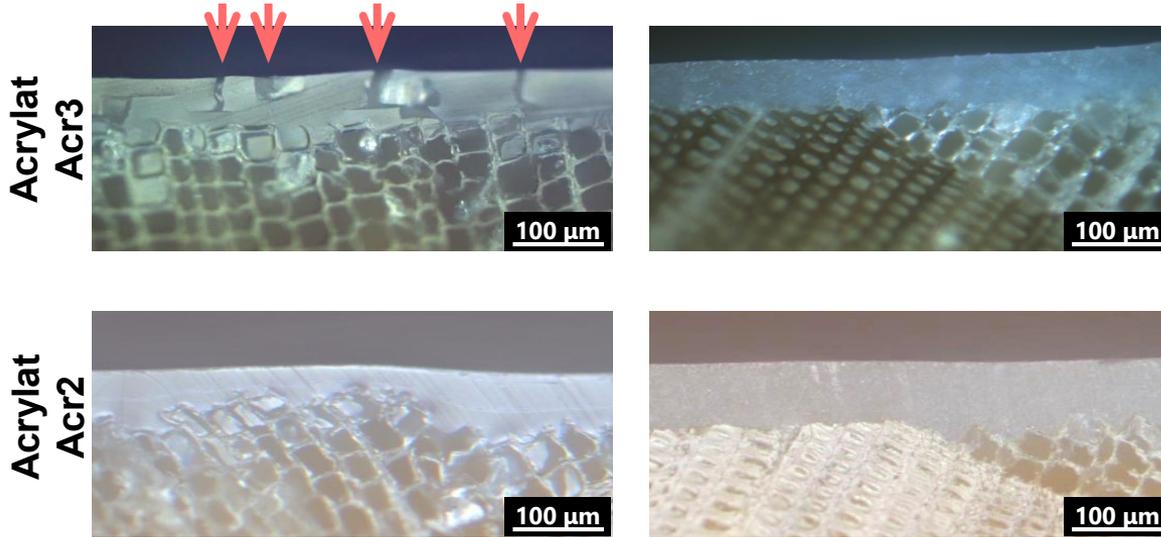


Schichtdicke:  $54 \pm 5 \mu\text{m}$   
Schichten: 5



MFC als Dispergierhilfe für ZnO

# MFC als Trägermaterial für ZnO: Holzbeschichtungen



nur ZnO

MFC/ZnO

MFC kann die Rissbildung in ZnO-enhaltenden Beschichtungen reduzieren

Rissbildung während der Filmbildung hängt vom Bindemittel ab

binder/MFC mit ZnO

# Ausblick: Zellulose in Holzbeschichtungen

Riedl/Landry/Blanchet, Quebec, Canada

Zellulosekristalle in Holzbeschichtungen für die mechanische Stabilisierung oder farbig schillernde Beschichtungen

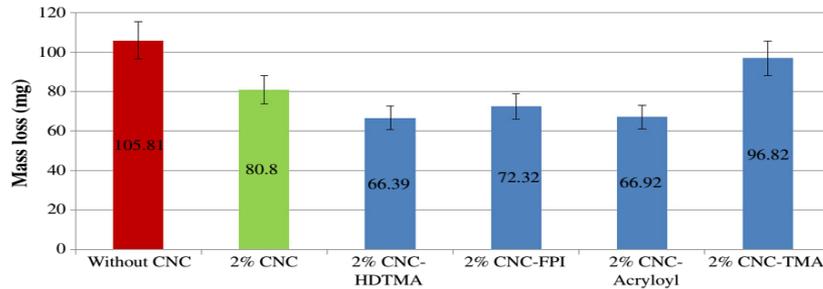


Fig. 12: Mass loss after abrasion resistance test of wood coated with varnishes without and with 2% unmodified and modified CNC

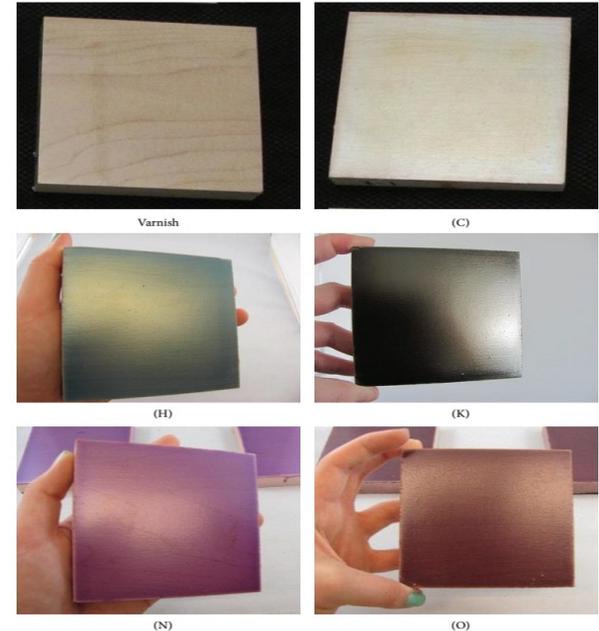


FIGURE 12: Wood coatings prepared with formulations of varnish, C, H, K, N and O.

# Ziel – Lösungsansatz 2 (Dr. Huizhang Guo, Prof. Ingo Burgert)

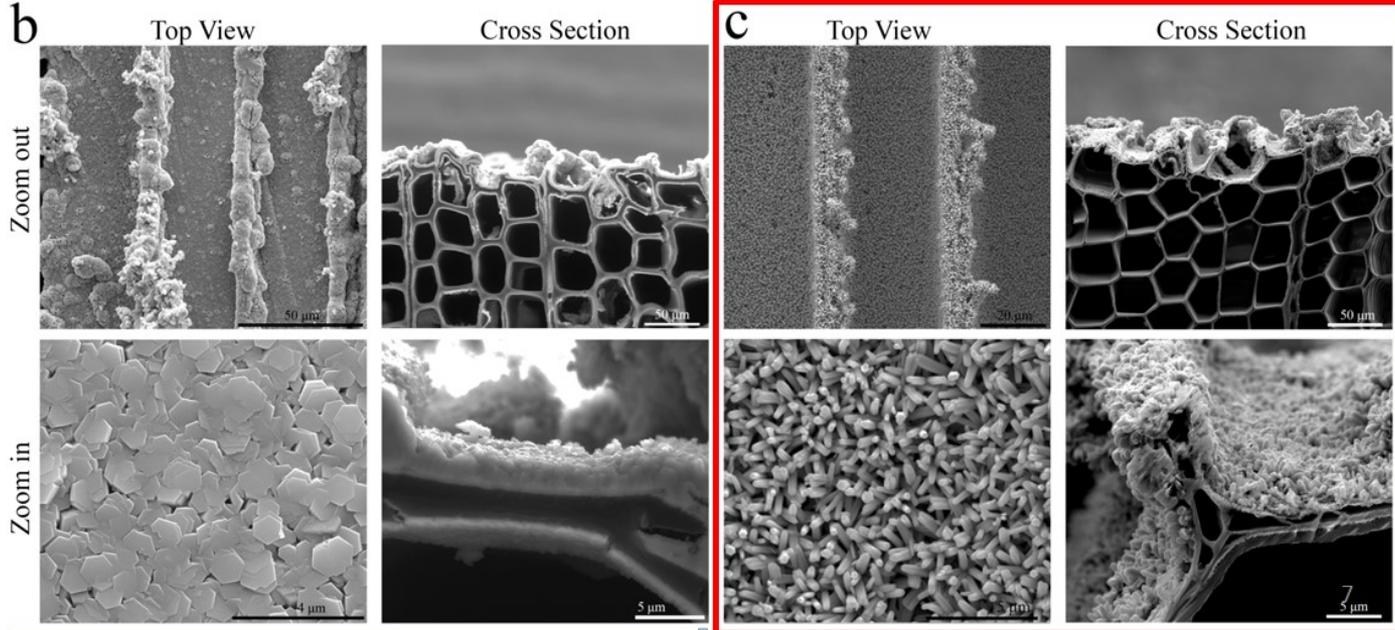
- ✧ **aesthetisches Erscheinungsbild erhalten**
- ✧ **UV geschützte Oberfläche**
- ✧ **hochskalierbares Verfahren**
- ✧ **hohe Dauerhaftigkeit**
- ✧ **umweltfreundlich**



[vindoga.com](http://vindoga.com)

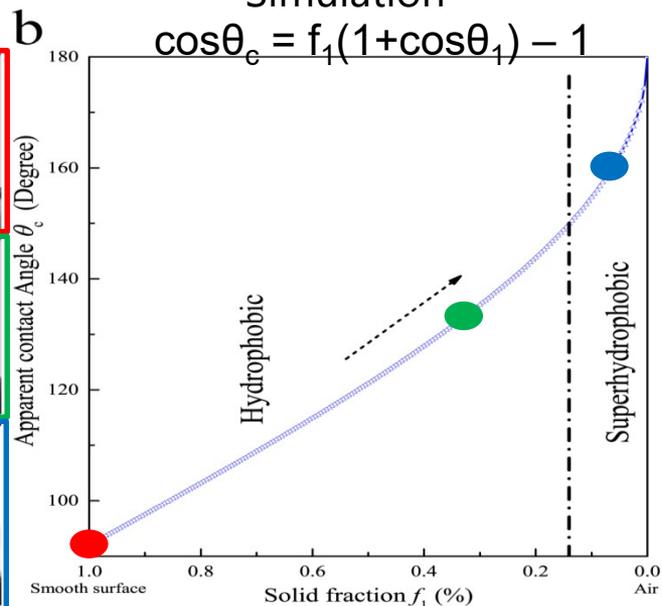
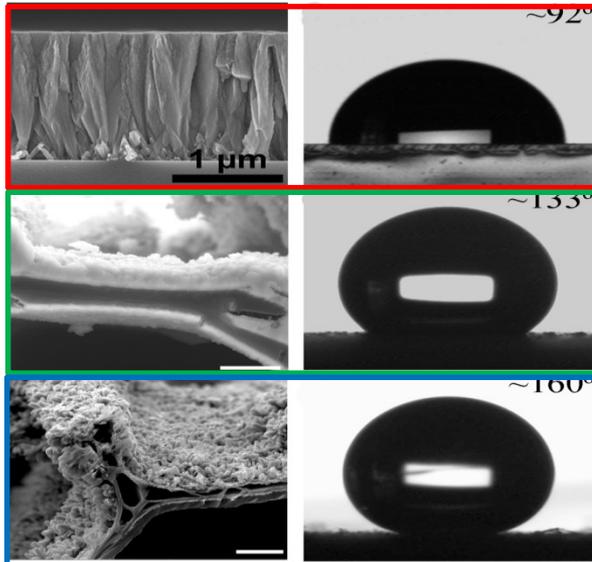
# Ziel – Lösungsansatz 2 (Dr. Huizhang Guo, Prof. Ingo Burgert)

- beeinflussen der Oberflächenrauigkeit von Holz mit Metalloxiden
- entwickeln eines wasserbasierten «Impfprozesses» mit Zinkoxid (ZnO)
- kontrolliertes «Kristallwachstum» an der Oberfläche
- dichte Beschichtung für den UV Schutz und wasserabweisende Eigenschaften

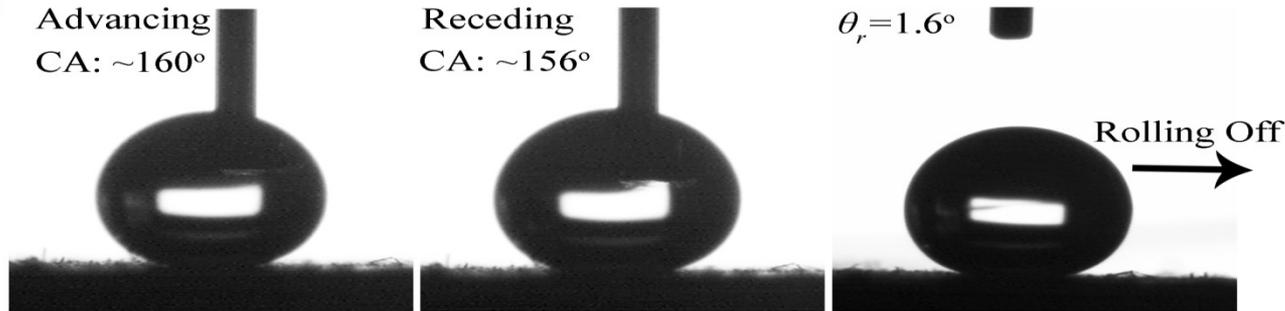


# Oberflächenrauigkeit $\Leftrightarrow$ Kontaktwinkel

a Kontaktwinkel Wassertropfen

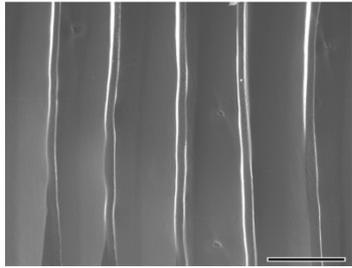


c



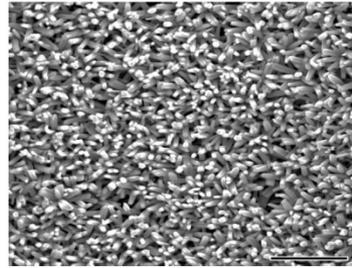
# Von superhydrophoben zu omniphoben Eigenschaften

a



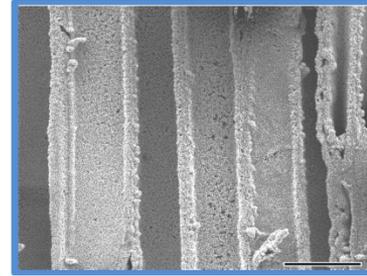
Wood surface  
Microscale pattern

+

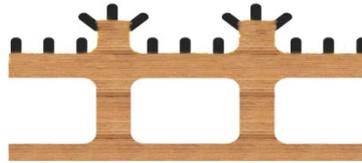


ZnO nanorod  
Nanoscale pattern

=



b



c



Wasser

Hexadekan

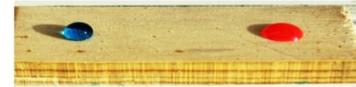
Unmodified wood

Air



Superhydrophobic wood

Lubricant



Omniphobic wood

Rolling off

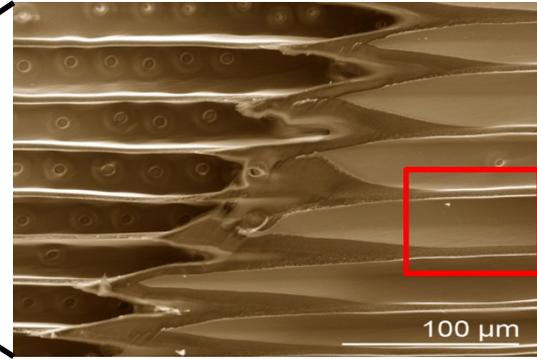
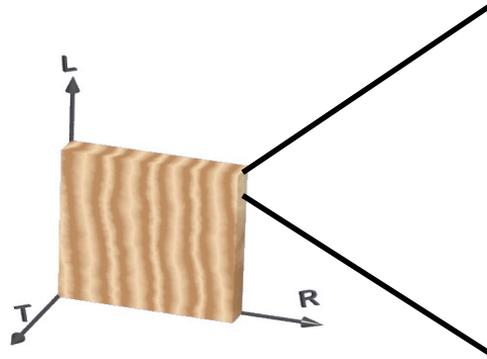
gedreht

# Ziel – Lösungsansatz 3 (Dr. Huizhang Guo, Prof. Ingo Burgert)

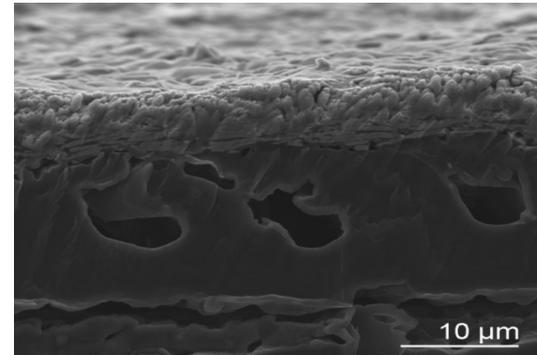
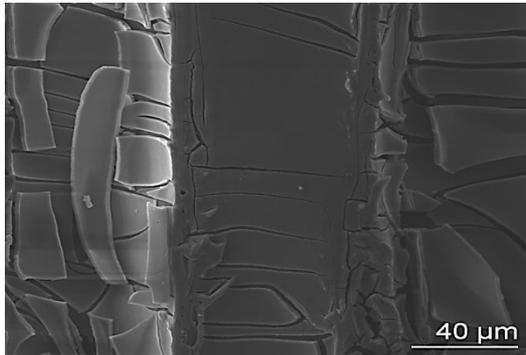
- statt ZnO, TiO<sub>2</sub>/Ce Beschichtung mit zusätzlicher fungizider Wirkung



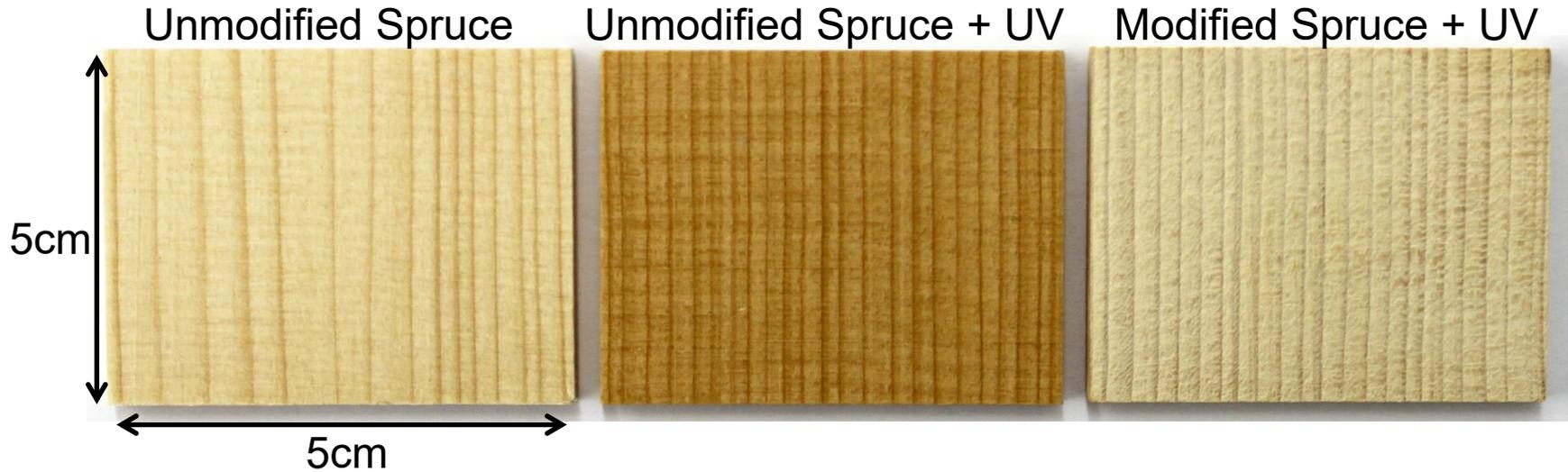
Tangentialschnitt



Querschnitt

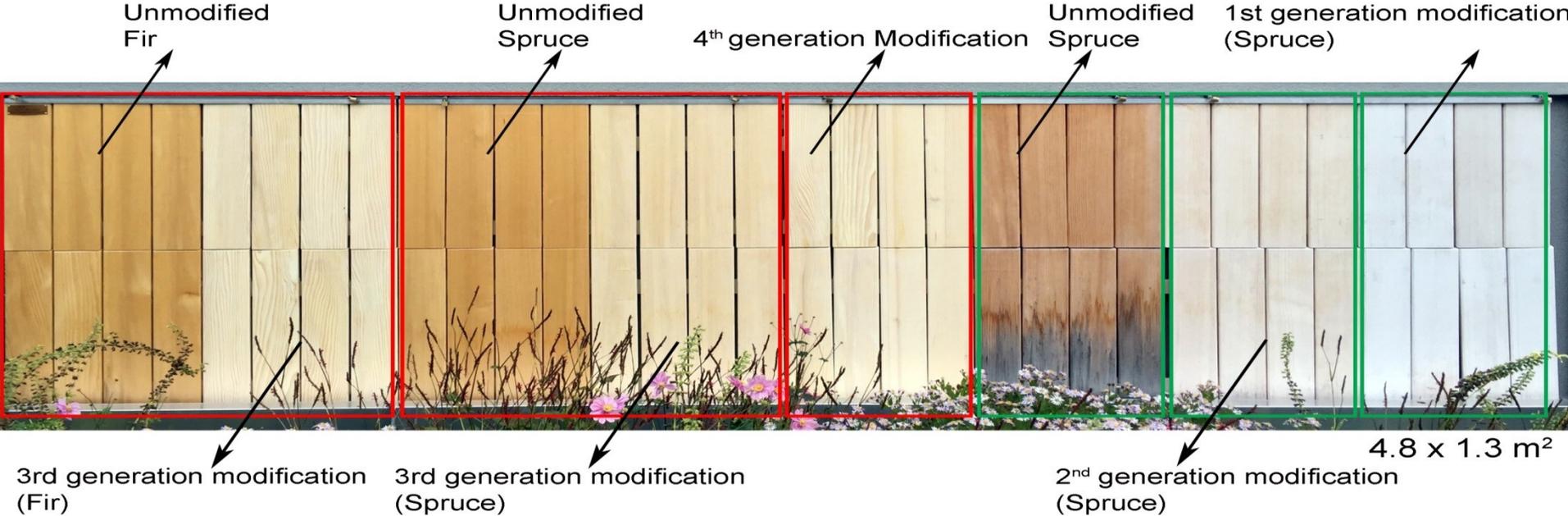


# Appearance under UV exposure



$L^*$ (Lightness)	84.68	68.92	80.82
$a^*$ (red/green)	3.00	8.98	3.60
$b^*$ (yellow/blue)	20.14	30.33	18.05

# ETH House of Natural Resources



European patent, Application No. EP15183867.9.  
Huizhang Guo et. al., **Informes de la Construcción**, 2017.

# Empa NEST Vision Wood als "Living Lab"



Holzbau Renggli AG als Partner



wasserabweisendes  
Waschbecken aus  
Buchenholz mit  
metalloxidischer  
Oberfläche

# Ausblick

- Es gibt gute Lösungen mit pigmentierten Lasuren oder Anstrichen für Holz
- Der Erhalt des natürlichen Charakters des Holzes mit einer transparenten Oberflächenbehandlung oder –beschichtung bleibt eine grosse Herausforderung
- Vielversprechende Ansätze aus der aktuellen Forschung sind die Verwendung von MFC als funktionales Additiv in transparenten Beschichtungen oder die direkte Oberflächenmodifizierung mit Metalloxiden (in der Hochskalierung mit Industriepartner)
- Neben verbessertem UV- Schutz können zusätzliche Funktionen über die «Nanozellulose» eingebracht werden (Farbeffekte, antimikrobiell, flammhemmend,...)

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!

**KTI/CTI**  
DIE FÖRDERAGENTUR FÜR INNOVATION  
L'AGENCE POUR LA PROMOTION DE L'INNOVATION  
L'AGENZIA PER LA PROMOZIONE DELL'INNOVAZIONE  
THE INNOVATION PROMOTION AGENCY



**Resource Wood**  
National Research Programme NRP 66

