

Dynamisch und energieeffizient: Innovatives Architekturglas

Dr. Andreas Schüler

Labor für Solarenergie und Bauphysik

LESO-PB

Forschungsgruppe

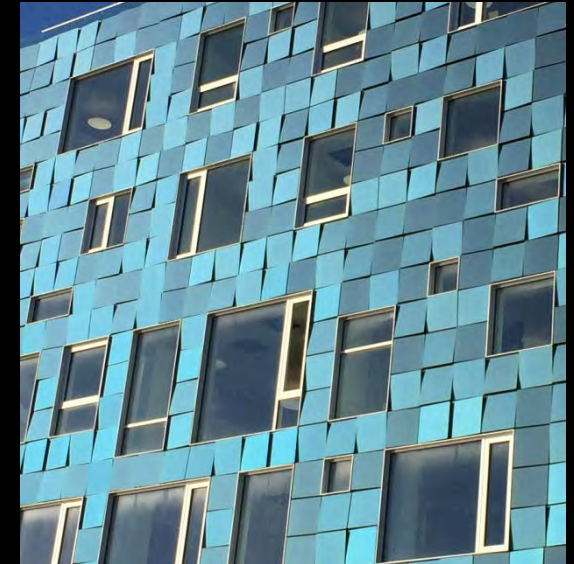
Nanotechnologien für Solarenergie

École Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL

COPENHAGEN INTERNATIONAL SCHOOL:

Die grösste PV Fassade der Welt

Fotos: Pilippe Vollichard



**6'600 m², 13'000 Module,
Leistung 720 kWp**

*„5-Solar powered buildings
that will forever change architecture“*

*M. D'Estries, Mother Nature Network,
www.mnn.com, September 14, 2016*

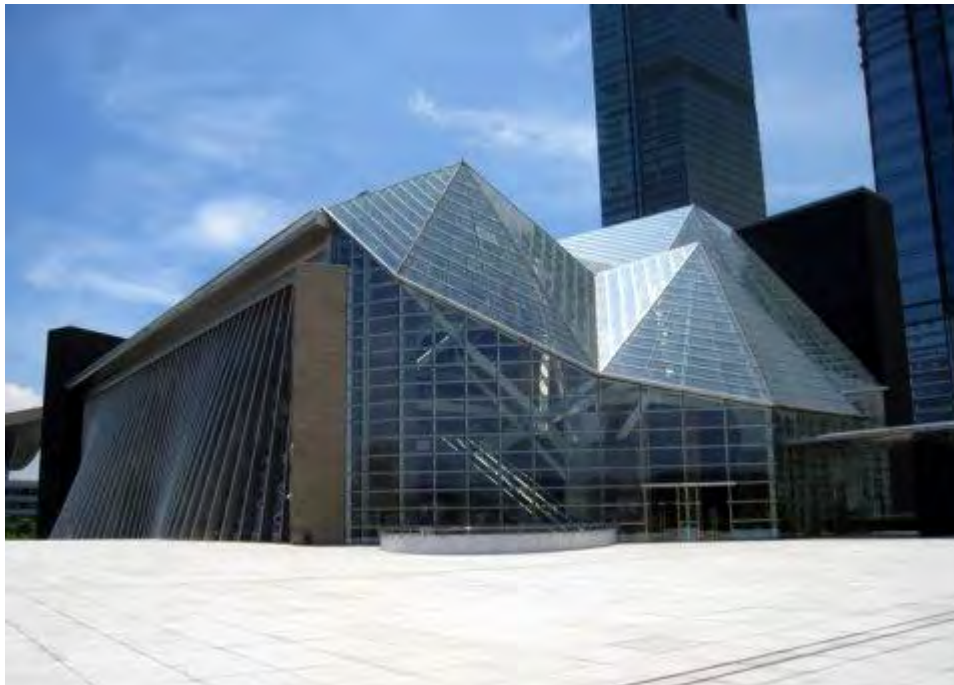
Entwicklung: LESO-PB, EPFL

Industriepartner: SwissINSO, Emirates Insolaire, SolarLab, C.F Møller Architects

Architekturglas

Solarenergieeintrag, Tageslichtnutzung und Sonnenschutz

Eine Bibliothek in Shenzhen (22° 32' 0" N / 114° 8' 0" E), China



Von aussen



Von innen

Elektrochrome Fenster



Kimmel Center for the Performing Arts, Philadelphia
BLT Architects, SAGE

Elektrochrome Fenster



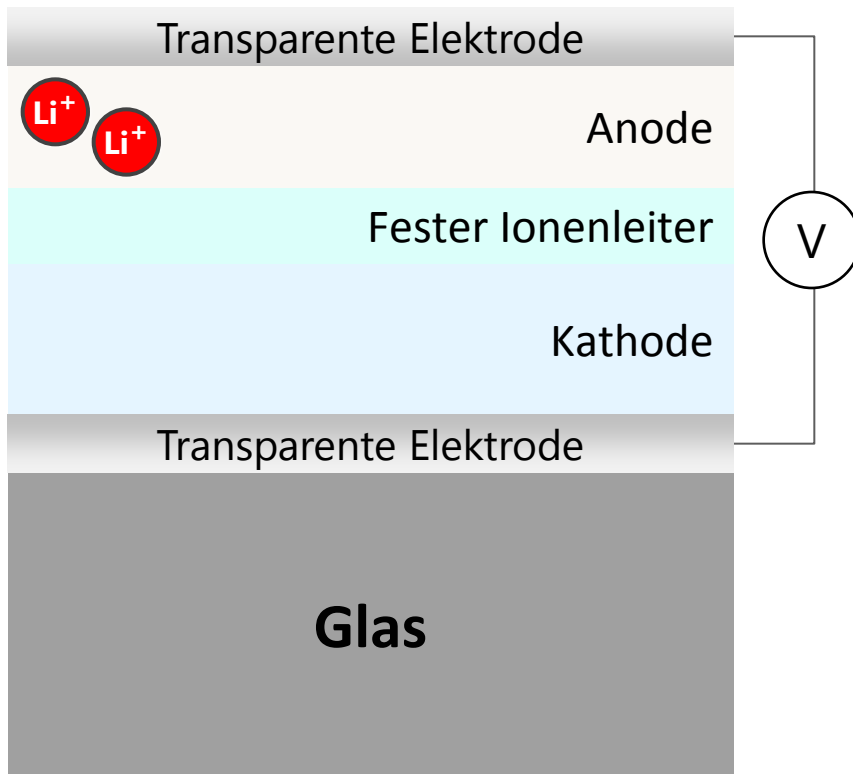
Erste Prototypen



Ausgasen des flüssigen Elektrolyten

Funktionsprinzip

Technologie "All-solid-state"



- Transport von Lithiumionen
- Hohe Lebensdauer dank festem Ionenleiter

Beschichtungstechnik Materialentwicklung

Labor am LESO-PB (EPFL)



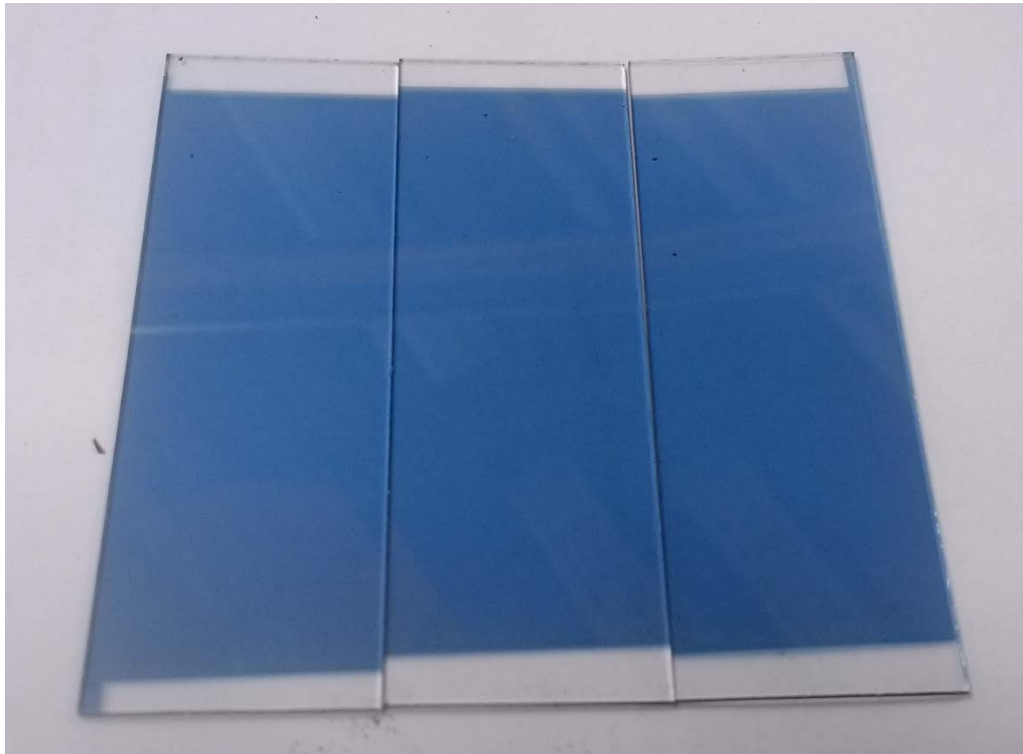
Forschungsgruppe A. Schüler

**Plasma während des
Beschichtungsprozesses**

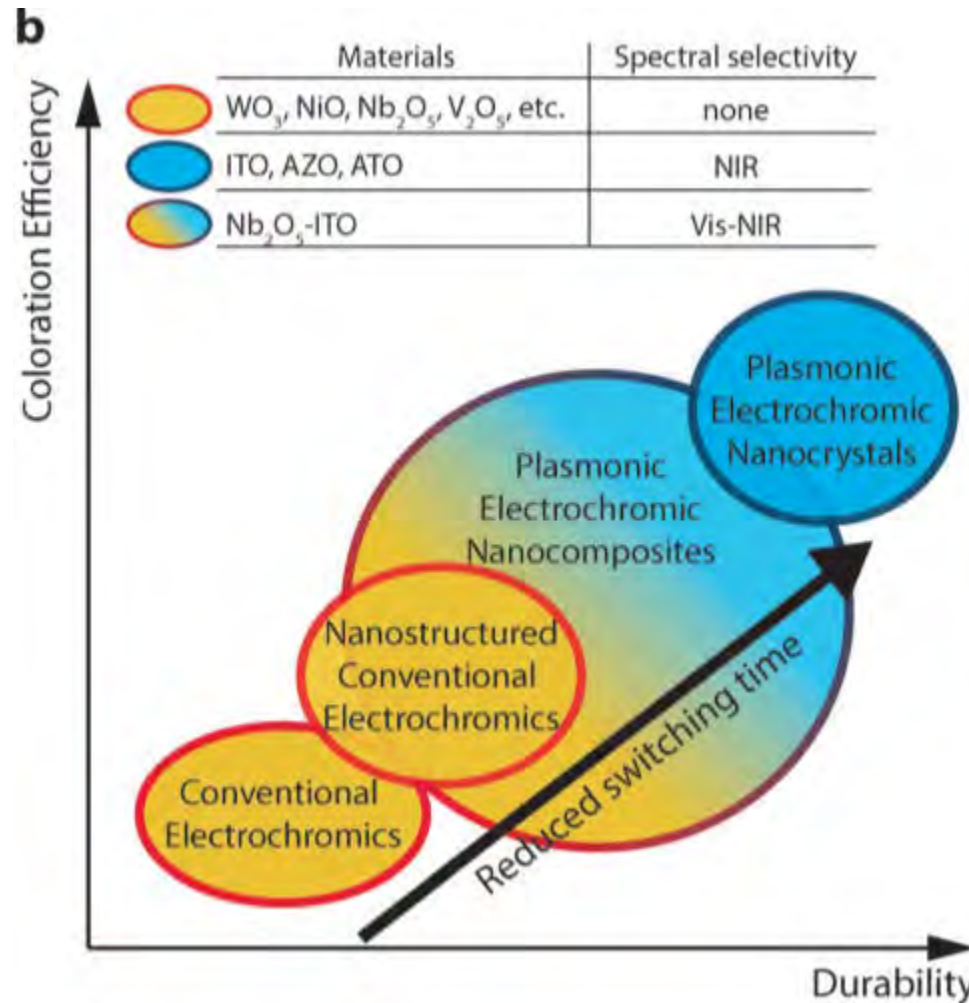


Einbringen von Lithiumionen

- Einfärbung von WO_3 im Vakuumprozess
- Homogen auf 75mm x 75 mm
- Keine flüssiger Elektrolyt nötig



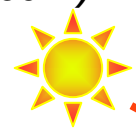
Elektrochrome Materialien für die Zukunft





Lichtumlenkung im Winter

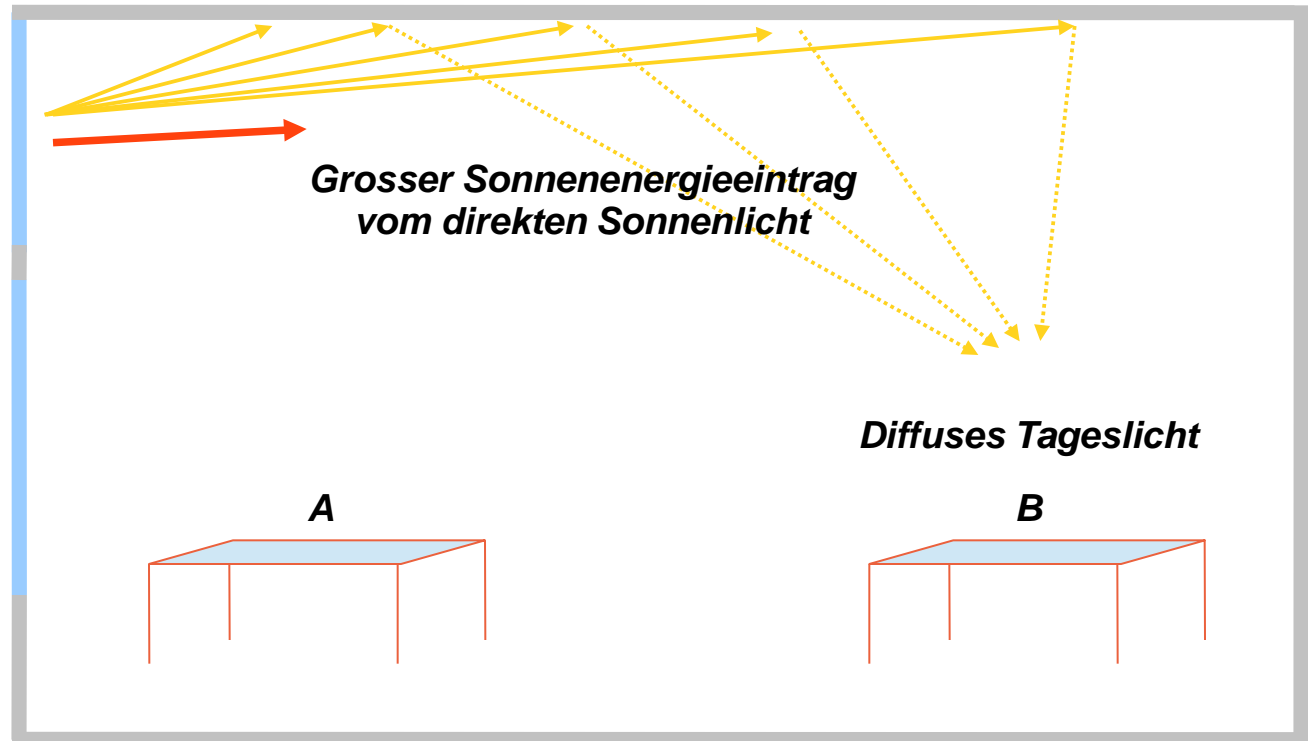
Wintersonne
($20-50^\circ$)



Diffuses Licht



Geringe Reflexion



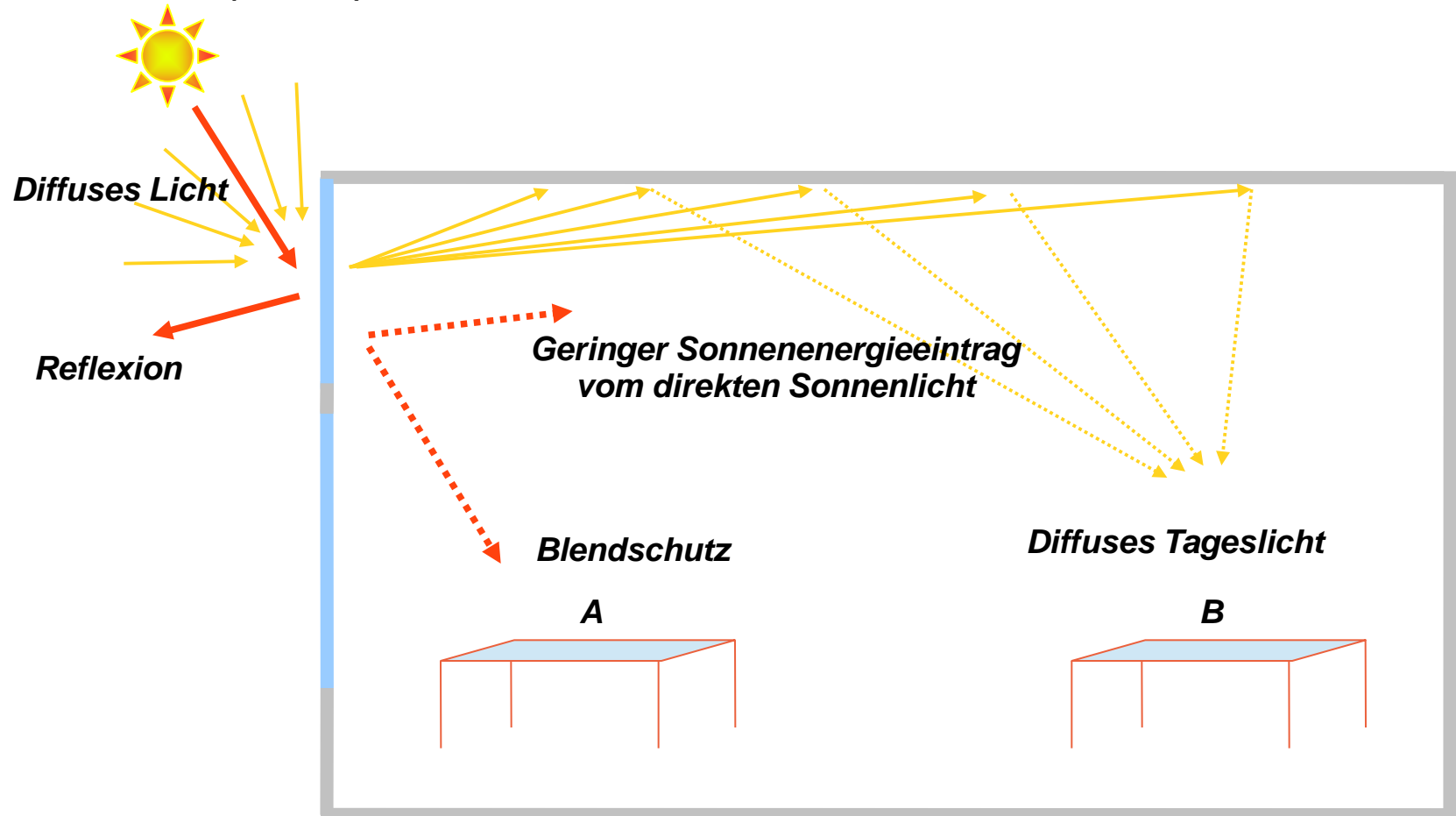
A

B



Lichtumlenkung im Sommer

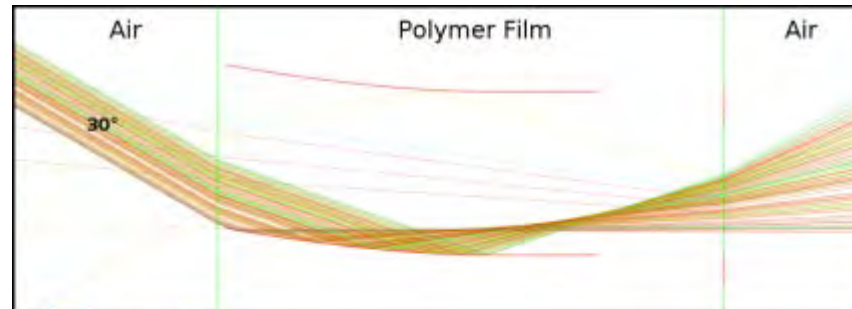
Sommersonne (50-60°)



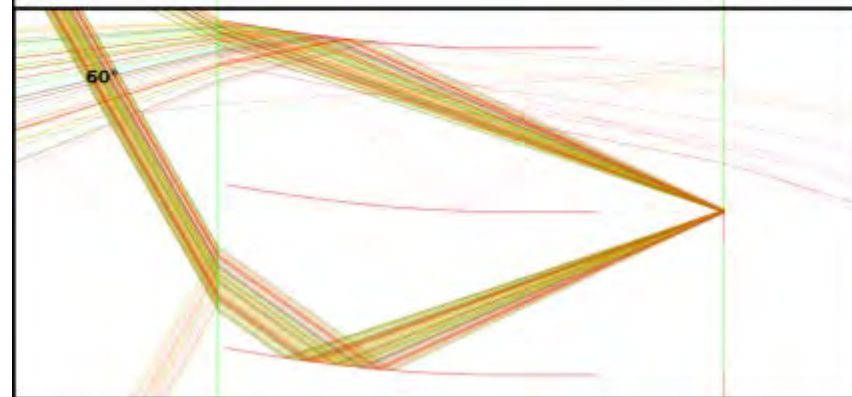
Saisonabhängiger g-Wert

Neue optische Mikrostrukturen

Winter



Sommer



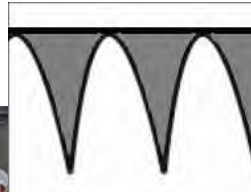
A. Kostro, A. Schüler, EPFL/LESO-PB
 Patentanmeldung
 Partner: BASF Schweiz

Prozessschritte im Labor

Lasergravur

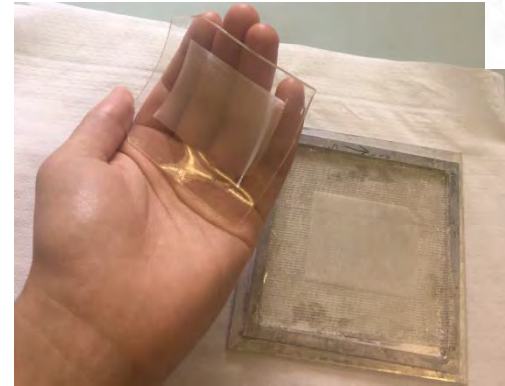
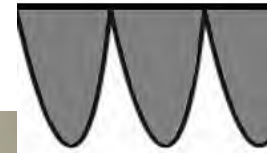


mit Gruppe Prof. P. Hoffmann, EMPA Thun

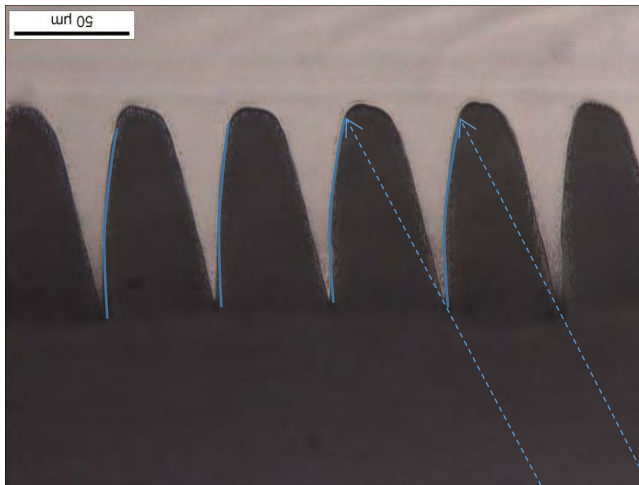


+

Nachbildung in PDMS

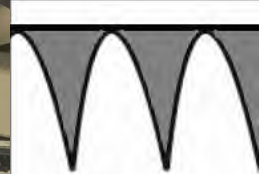
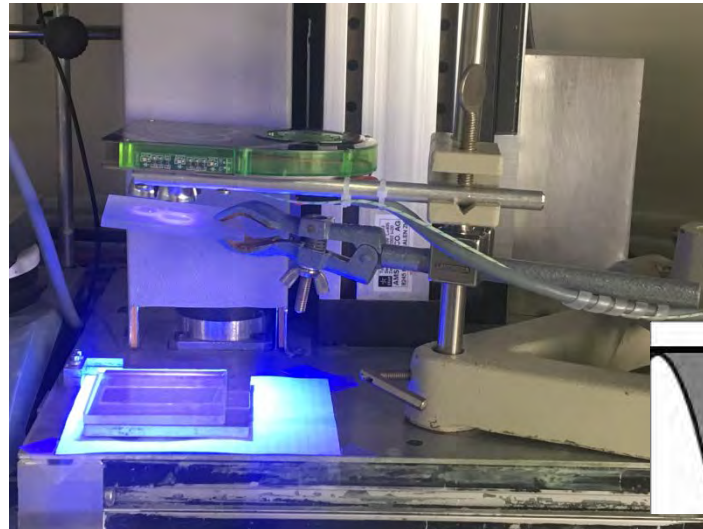


Verspiegelung der Flanken



Aufdampfen

Aushärtung von HBP mit UV Licht



+

Jing Gong, André Kostro, Andreas Schüler, LESO-PB

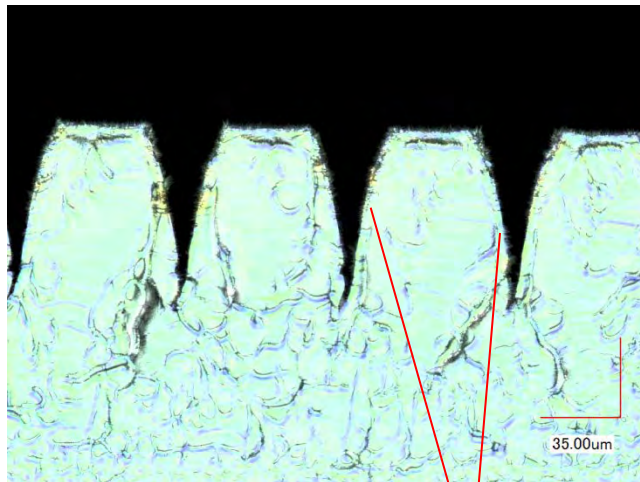
Lasergravur

Master – Form 10 x 10 cm²

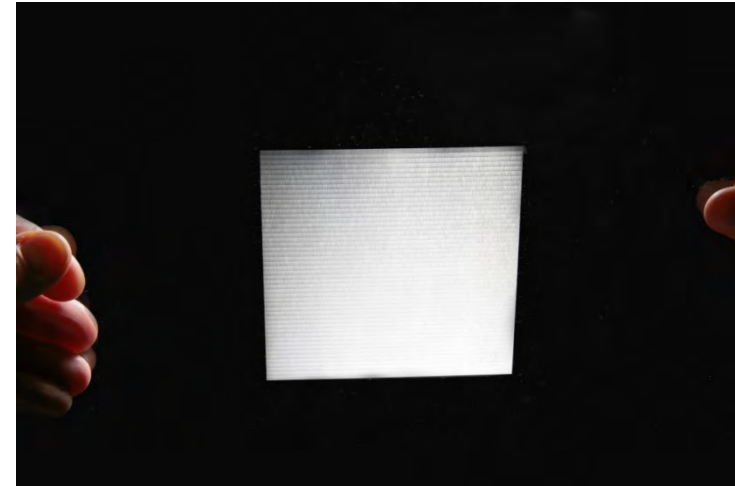
Profil der optischen Maske



Profil der Mikrostrukturen



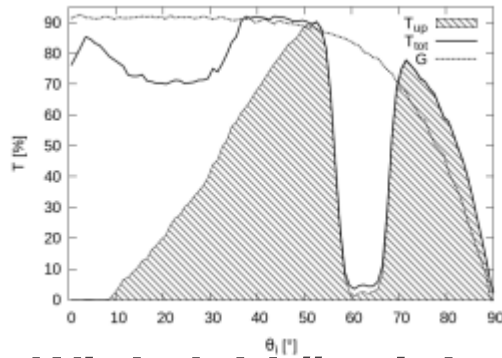
Die Flanken werden
verspiegelt



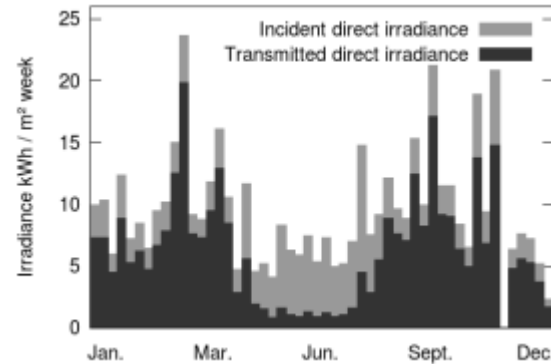
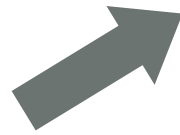
Jing Gong*, Georgios Violakis, Daniel Infante, Patrik Hoffmann, André Kostro, Andreas Schüler. SPIE Proceedings Volume 10520, Laser-based Micro- and Nanoprocessing XII; 105200Z (2018)

Mikrostrukturen für Tageslichtnutzung

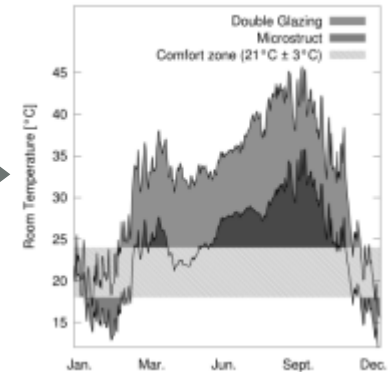
Computersimulationen



Winkelabhängigkeit



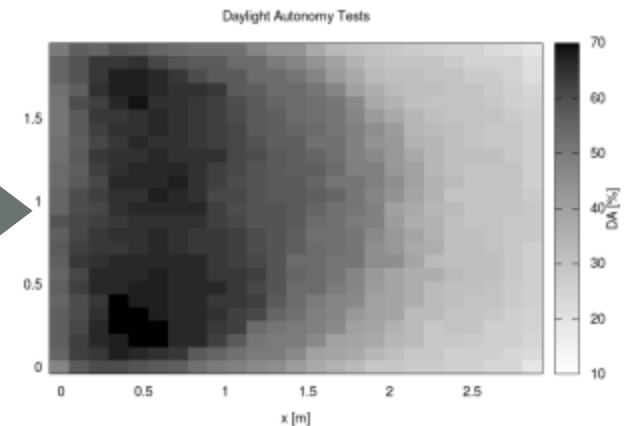
Thermischer Energieeintrag



Temperaturverlauf



Ray-Tracing Simulationen



Tageslicht-Metrik

Ausblick:

Neue Wärmeschutzfenster mit hoher Durchlässigkeit für die Wellen der Mobilkommunikation

**Entwickelt für den Zug,
in der Zukunft auch im Gebäude?**



RABe 525 NINA, BLS

Tests:

- » Swisscom
- » SUPSI

*O. Bouvard, M. Lanini, L. Burnier, R Witte, B. Cuttat, A. Salvadè, A. Schüler,
Appl. Phys. A (2017) 123:66*

*L. Burnier, M. Lanini, O. Bouvard, D. Scanferla, A. Varathan, C. Genoud,
A. Marguerit, B. Cuttat, N. Dury, R. Witte, A. Salvadè, A. Schüler,
IET Microw. Antennas Propag., 2017, Vol. 11 Iss. 10, pp. 1449-1455*

<http://actu.epfl.ch/news/train-windows-that-combine-mobile-reception-and-th/>

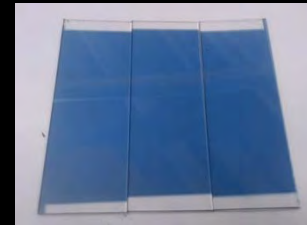
Zusammenfassung



- **Farbiges Solarglas**
für die architektonische
Integration von Photovoltaik und
thermischen Sonnenkollektoren



- **Beschichtung mit variabler Tönung**
für elektrochrome Fenster



- **Mikrospiegel**
für die Optimierung des Tageslichts, den
visuellen Komfort und die Solarenergieeinträge
je nach Jahreszeit



- **Neue Wärmeschutzfenster mit
Durchlässigkeit für Mikrowellen**
für die Mobilkommunikation



Danksagung



Solar Energy Laboratory LESO @ EPFL

Anna Krammer, Luc Burnier, Jeremy Charmillot, Jing Gong, Antoine Delaunay, Martin Joly, Antonio Paone, André Kostro, Mathieu Perrenoud, Samson Taylor, Virginie Le Caër, Nicolas Jolissaint, Mario Geiger, Alexandre Dievart, Marina Gonzalez, Djamel Mansour, Pierre Loesch, Laurent Deschamps, Paul Becquelin, Maria-Cristina Munari-Probst, Christian Roecker, Prof. Jean-Louis Scartezzini

Collaborations on campus EPFL

Yves Leterrier, Rémy Teuscher (LTC), Philippe Flückiger, Cyrille Hibert (CMI), Prof. Thomas Keller

SUPSI TTHF

Matteo Lanini, Prof. Andrea Salvadè

University of Basel

Andreas Tonin, Prof. Peter Oelhafen

HSLU Horw

Franz Sidler, Nadège Vetterli, Lars Oliver Grobe, Marek Krehel, Prof. Gerhard Zweifel, Prof. Sabine Sulzer Worlitschek, Prof. Stephen Wittkopf, Prof. Urs-Peter Menti

EMPA Thun

Georgios Violakis, Daniel Infante, Prof. Patrik Hoffmann

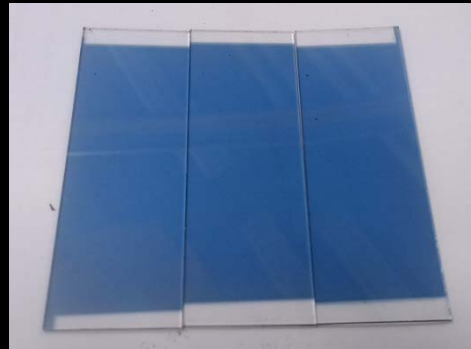
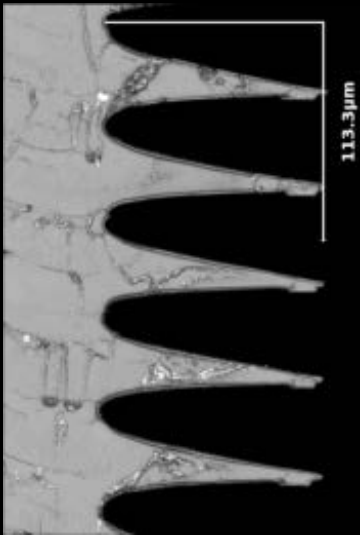
Financial support

*Swiss Federal Energy Office SFOE
Commission for Technology and Innovation CTI Switzerland
SCCER FEED&D
Swiss National Science Foundation SNF*

Industrial partners:

Emirates Insole, SwissInso, Schweizer, BASF Switzerland, Solar Control SA, Glas Trösch, e-control, Plansee, AGC-Verres Industriels Moutier, Class4Laser, Swisscom, Bern-Lötschberg-Simplon Bahn BLS, ...





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

