

Großflächige Fertigung von nanostrukturierten funktionellen Folien mittels Rolle-zu-Rolle UV-Nanoimprint Lithographie

Dieter Nees, Ursula Palfinger, Stephan Ruttloff, Johannes Götz, Barbara Stadlober
MATERIALS, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH,
Weiz, Steiermark

Gliederung

2

- **NILshim:** Rolle-zu-Rolle-Prägewerkzeuge
- **RzR-UV-NIL:** Präge-Anlage, -Materialien und -Prozesse
- **Nano_Outside:** Effizienzsteigerung von flexiblen Solarzellen
- wetterstabile und kratzfeste Prägelacke für Außenanwendungen
- Zusammenfassung

NILshim

3

Prägewerkzeugtechnik für R2R-Nanostrukturierung

01.04.2013 – 30.06.2015

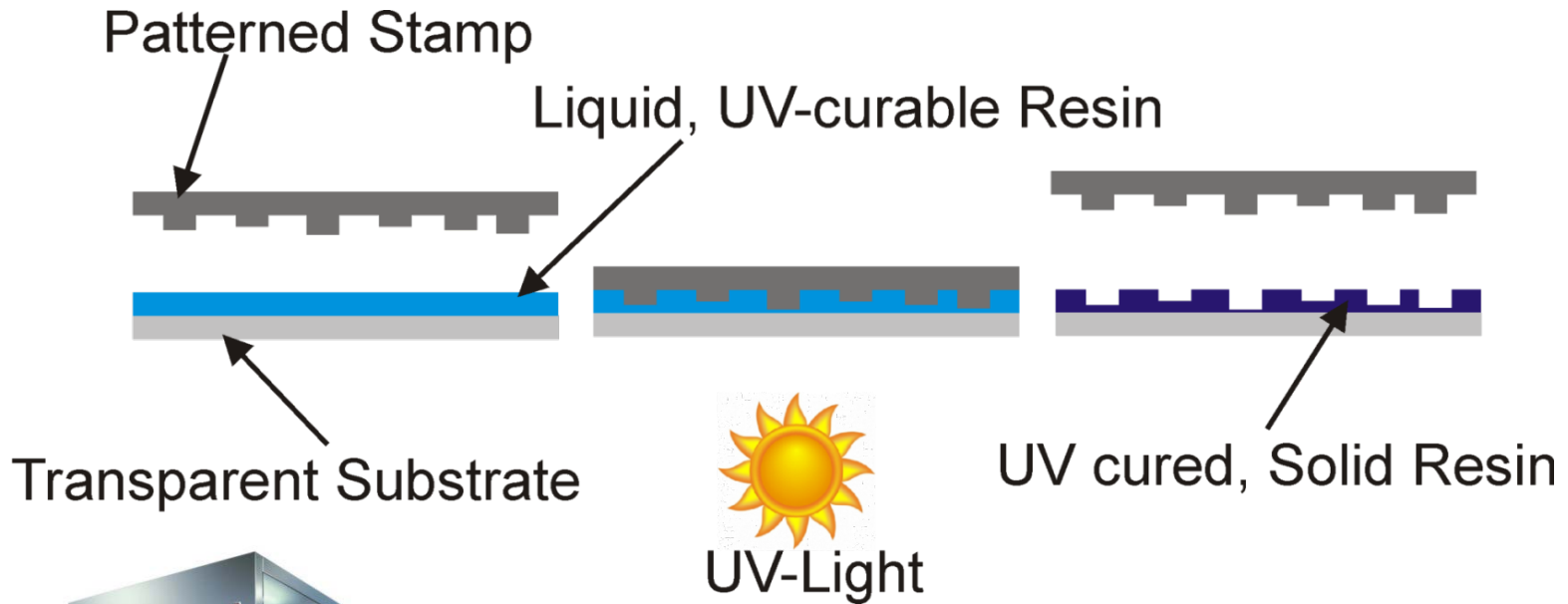
ffg Intelligente Produktion, 2. Ausschreibung

Partner:

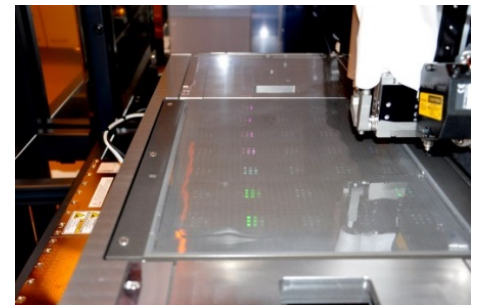
- ❖ JOANNEUM RESEARCH MATERIALS
Hybridelektronik und Strukturierung, Weiz
Laser- und Plasma-Technologien, Niklasdorf
- ❖ Hueck Folien Ges. m.b.H., Baumgartenberg

UV-Nanoimprint Lithographie - UV-NIL

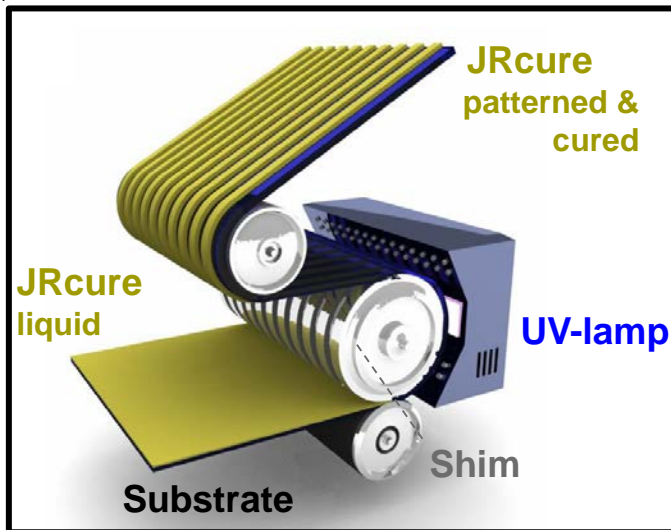
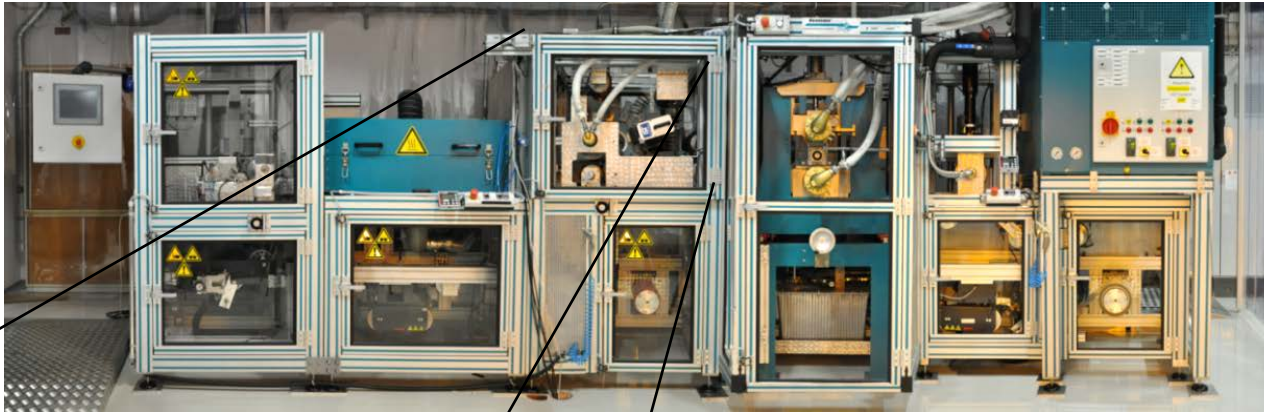
4



step & repeat
Prozess



Rolle-zu-Rolle-UV-NIL

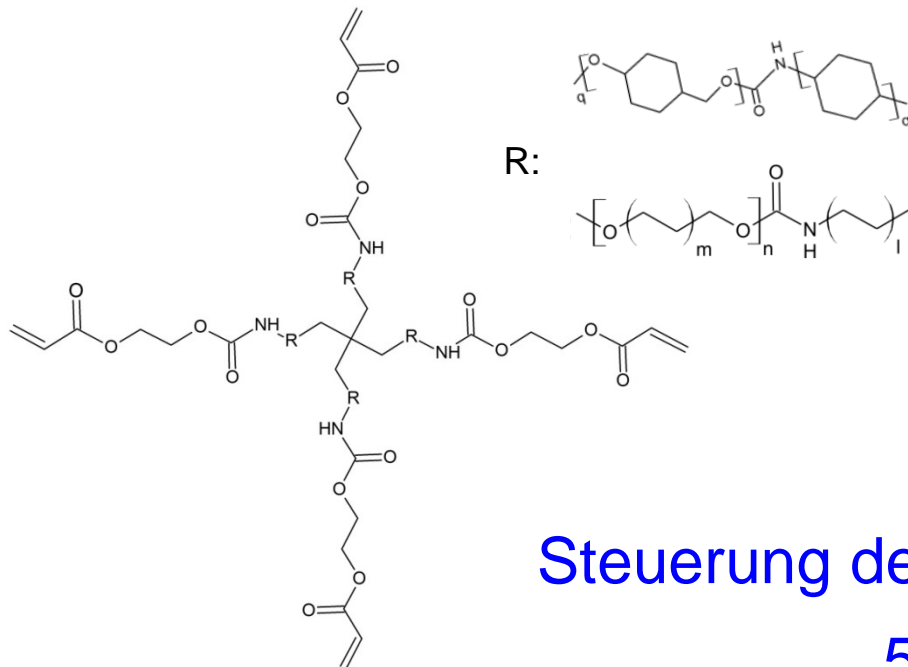


kontinuierlicher
Hoch-Durchsatz-Prozess

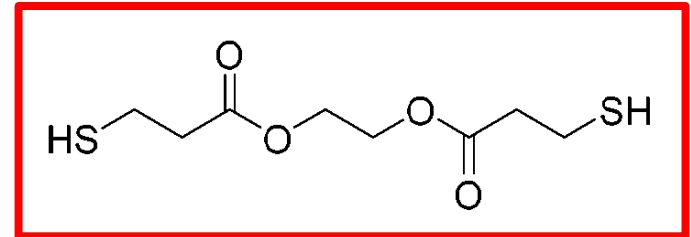
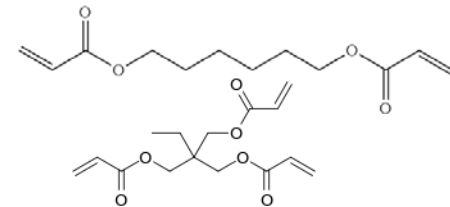
JR eigene UV-härtende Prägelacke: *NILcure*

6

1. Urethan-Acrylat-Oligomere *Binder*



2. Acrylat-Monomere & **Poly-Thiole** *Reaktiv-Verdünner*



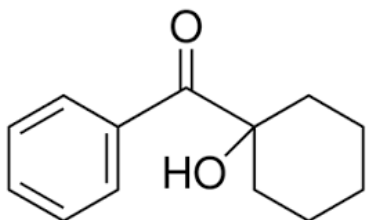
Steuerung der mechanischen Eigenschaften

$$5 \text{ MPa} \leq E \leq 5 \text{ GPa.}$$

UV-härtende Prägelacke: *NILcure*

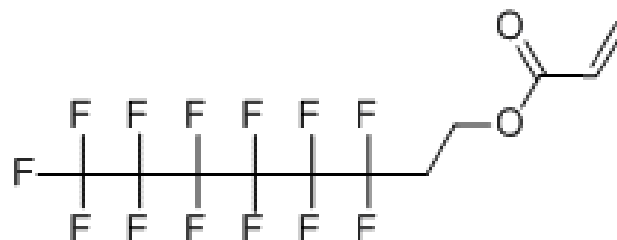
7

3. Photoinitiator

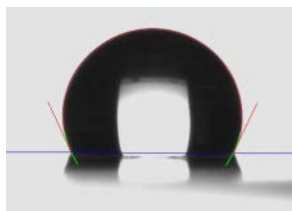


4. Acrylat-funktionalisierte Tenside

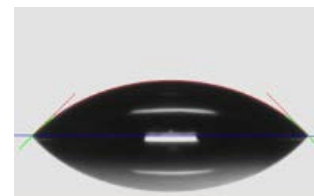
Antihaft-Additiv



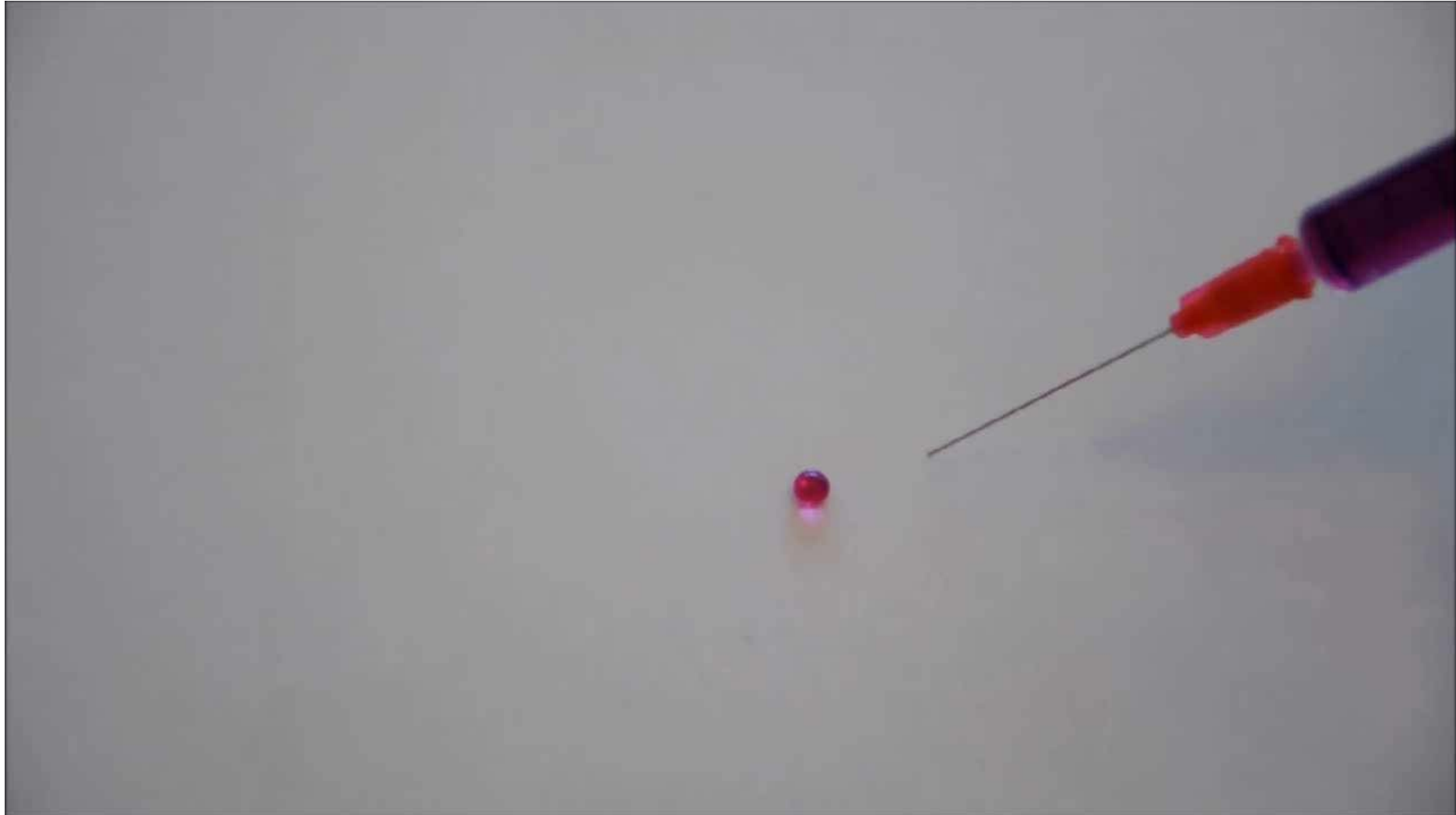
Steuerung der Oberflächenenergie
und damit Adhäsion



$$15 \text{ mN/m} \leq \gamma \leq 60 \text{ mN/m}$$



Lotus Effekt auf RzR-geprägter *NiLcure* Oberfläche



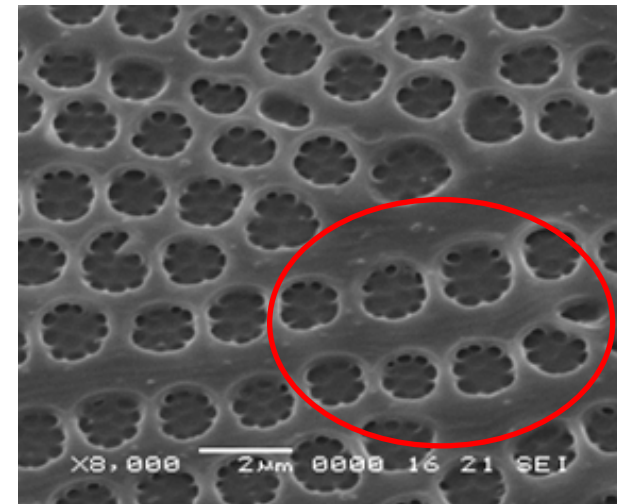
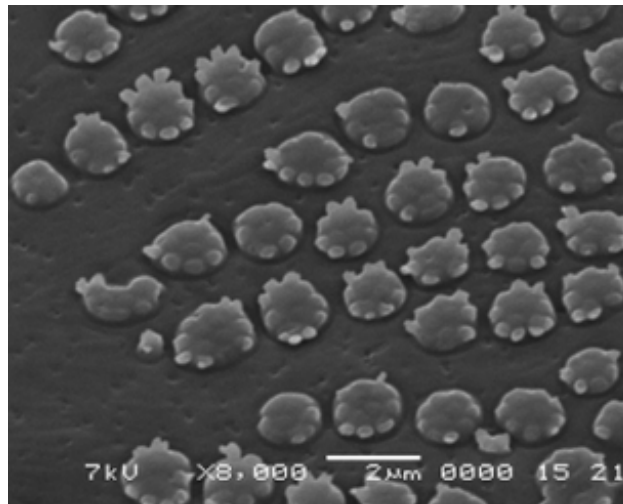
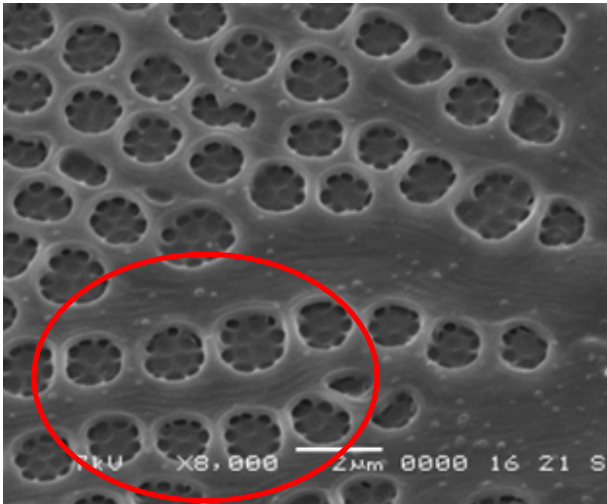
Selbst-Abformbarkeit der *NILcure* Lacke

9

Original

1. Abformung

2. Abformung



Kieselalgen-Master

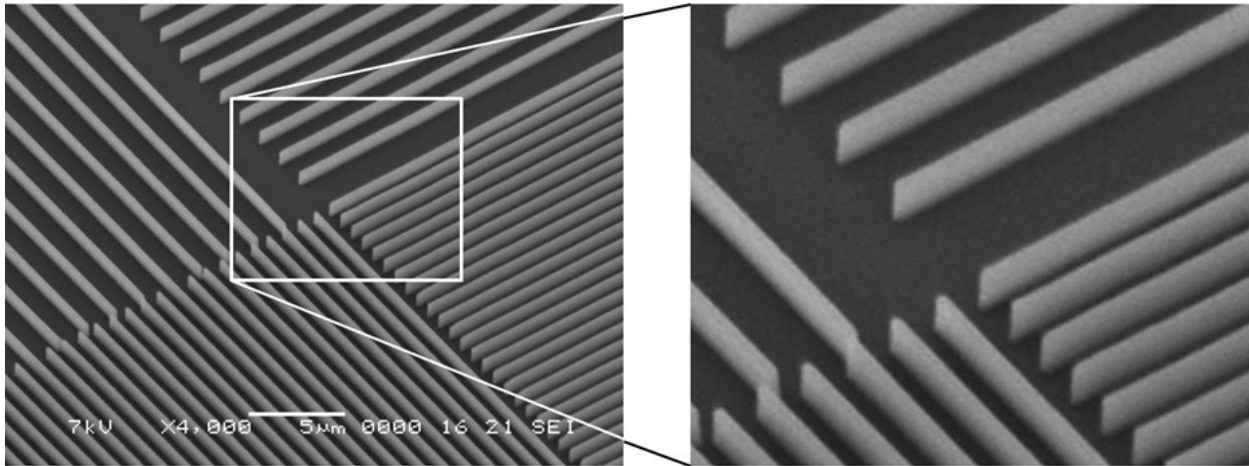
Polymer-Stempel

RzR-UV-Prägung



Selbst-Abformbarkeit der *NILcure* Lacke

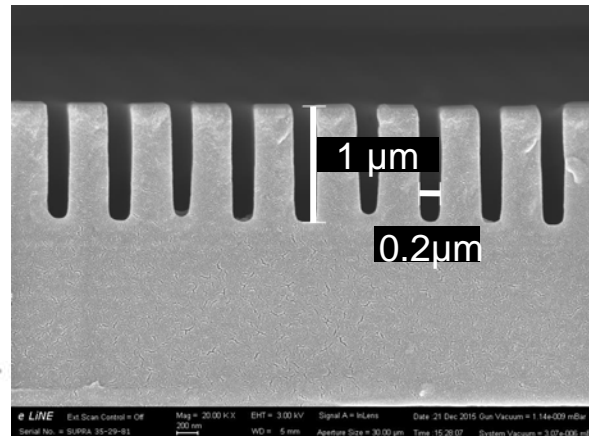
10



Polymer-
Stempel



CD = 200 nm
h = 1 µm



RzR-UV-
Prägung

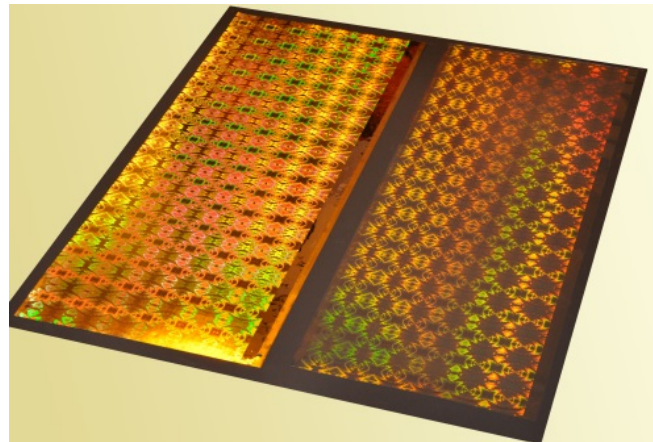
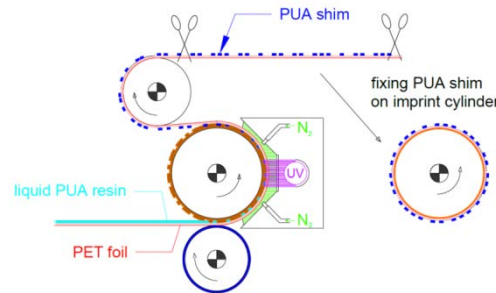


RzR-Replikation von Ni-Shims in Polymer-Shims

11



original
Nickel-Shim
~ 10 k€



Polymer-Shim-
Kopie
~ 10 €

Polymer Arbeits-Shims als Ersatz für die teuren Nickel-Shims

Nano_Outside

12

UV-Nanoimprint Lacke und Prozesse für optische Oberflächen in Außenanwendungen

01.04.2017 – 30.09.2018

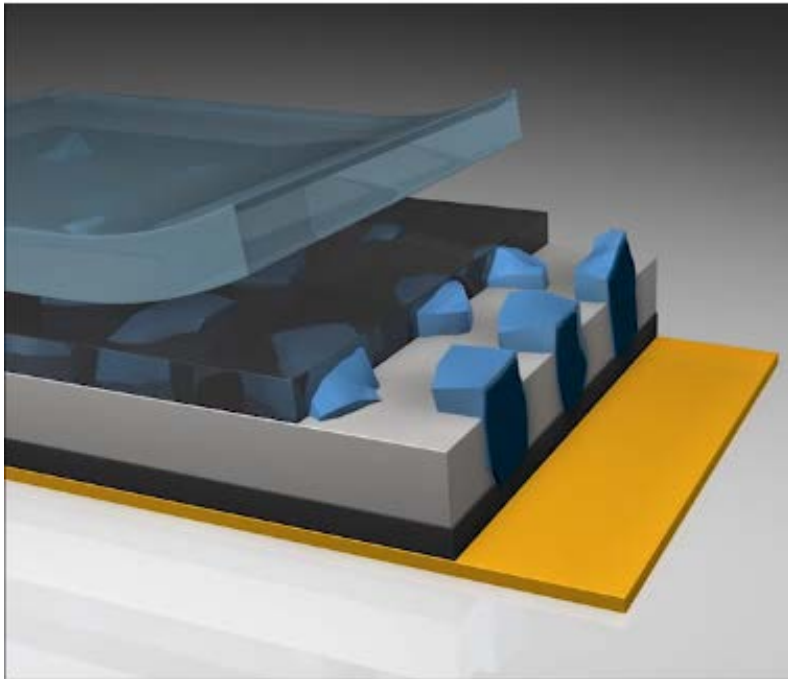
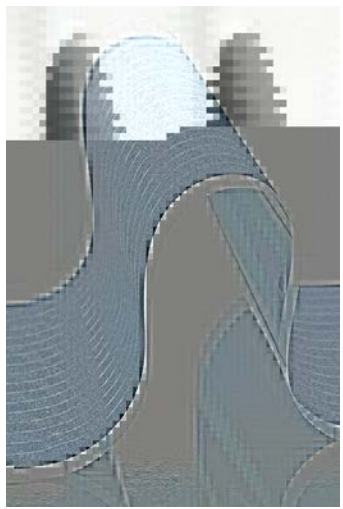
ffg Produktion der Zukunft, 19. Ausschreibung

- Partner:
- JOANNEUM RESEARCH MATERIALS
Hybridelektronik und Strukturierung, Weiz
Licht und Optische Technologien, Weiz
 - Allnex Austria, Graz
 - Allnex Belgium, Drogenbos
 - crystalsol, Wien

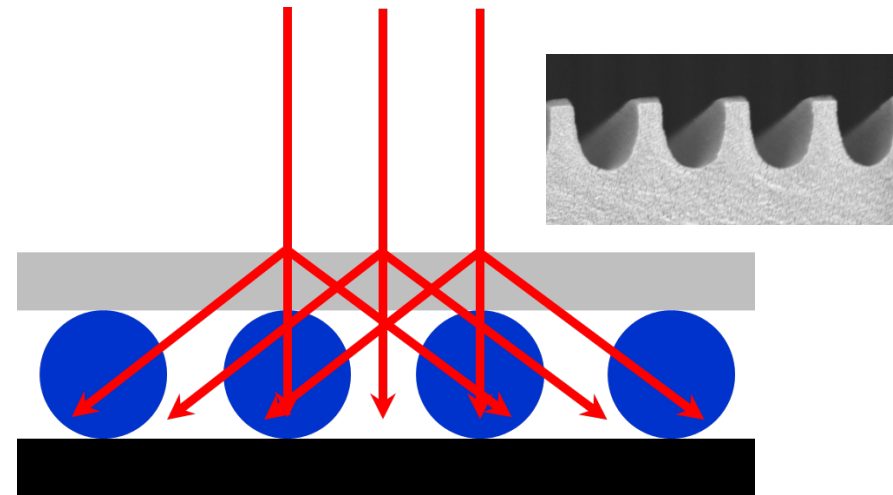
crystalsol

CZTS Monograin Photovoltaik-Folie

CopperZincTinSulfur

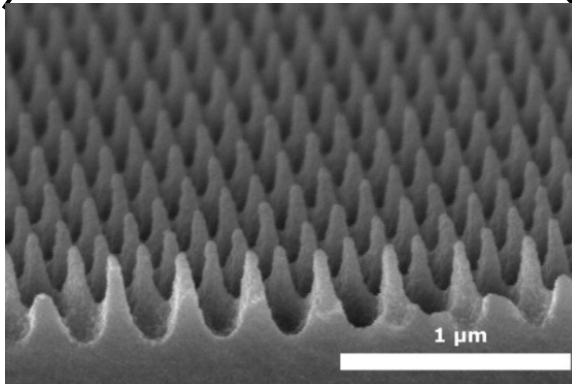
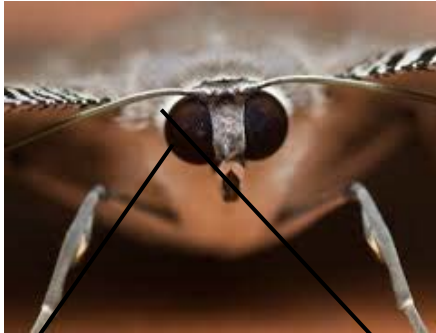


erhöhte Treffer-Rate
von gebeugtem Licht



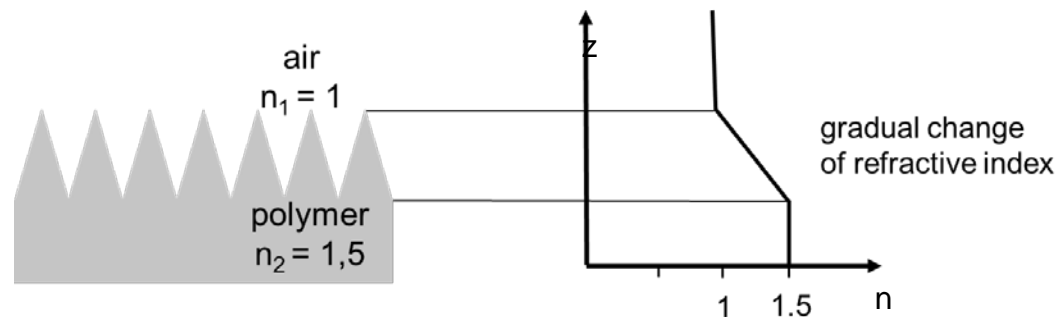
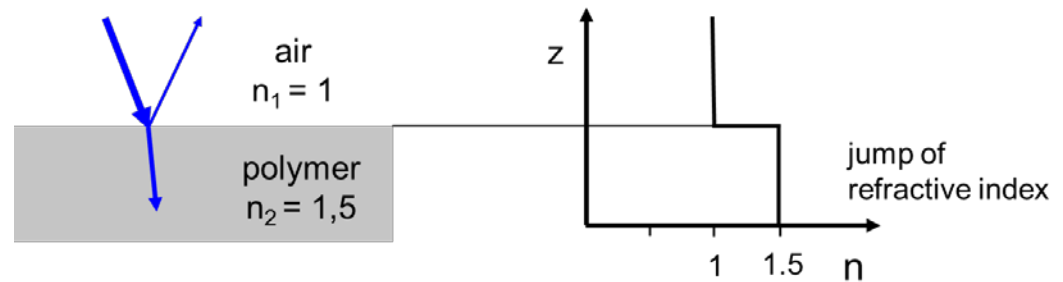
Anti-Reflexion durch Nano-Rauigkeit: Motten-Augen-Effekt

14



Reflexion an glatten Grenzflächen

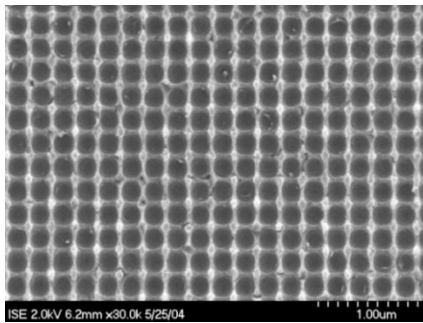
Fresnel:
$$r = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2}$$



Anti-Reflexion durch Nano-Rauigkeit: Motten-Augen-Effekt

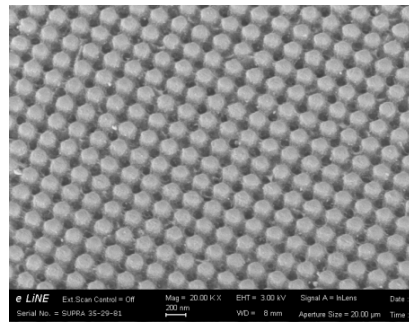
15

Nickel-Master



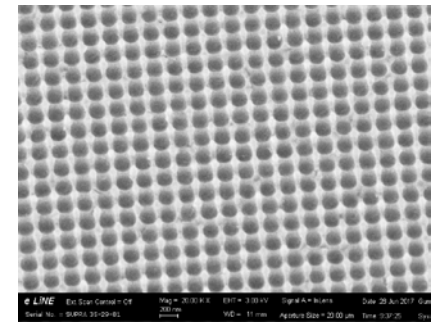
♂

1. UV-NIL in *NILcure*

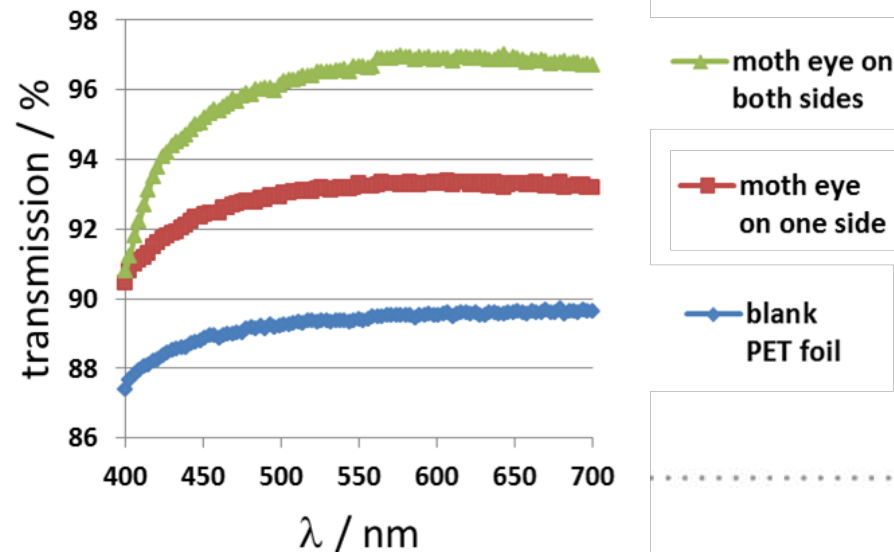


♀

2. UV-NIL in *NILcure*



♂



UV-Härtung von UV-stabilisierten Lacken

16

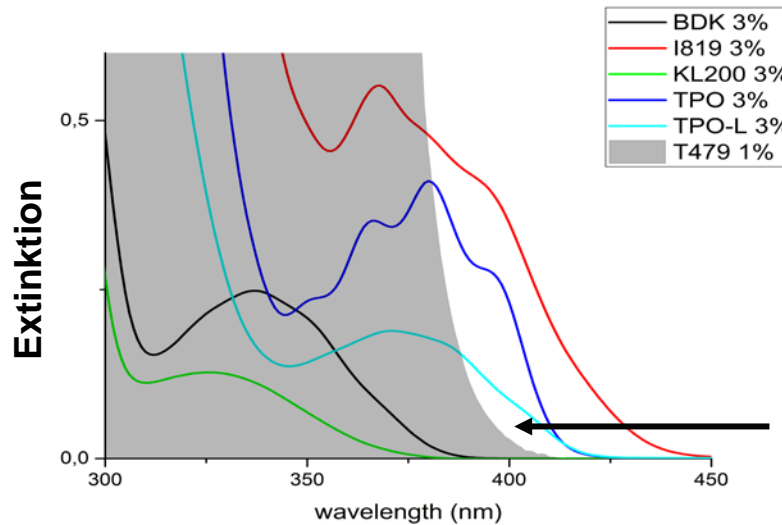
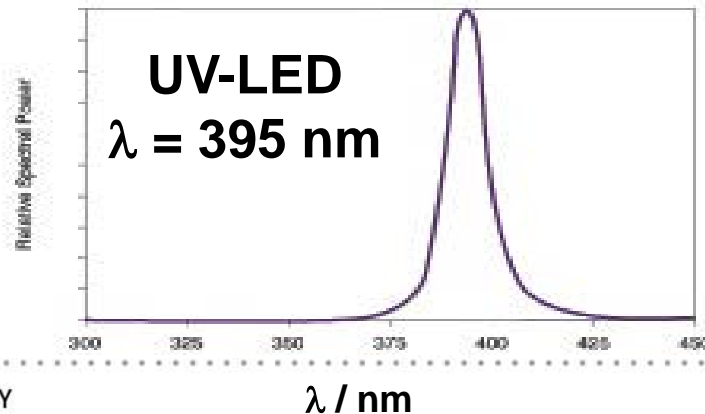


Photo-Initiatoren

UV-Absorber

spektrales
Prozess-Fenster

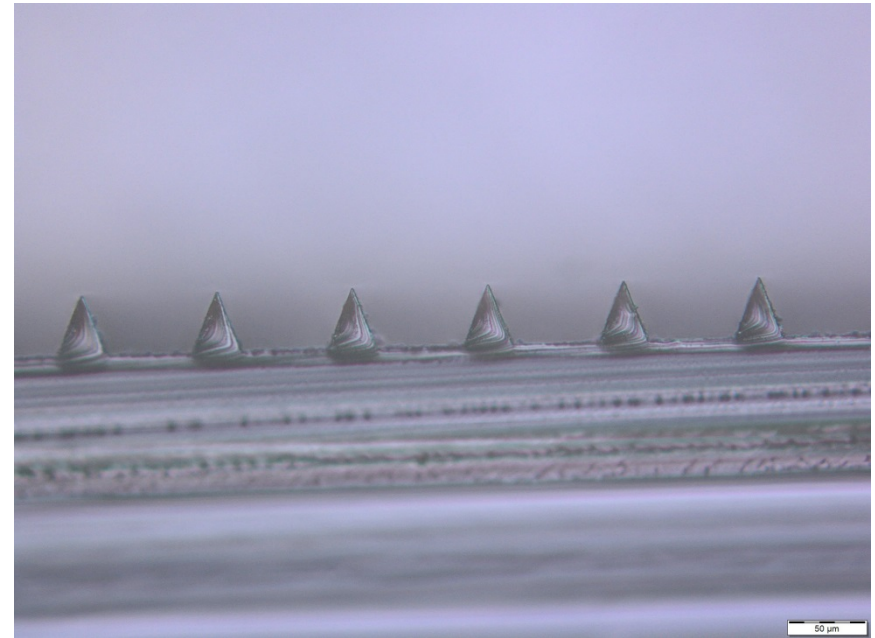


1000 Zyklen Tabor-Abrasions-Test

17

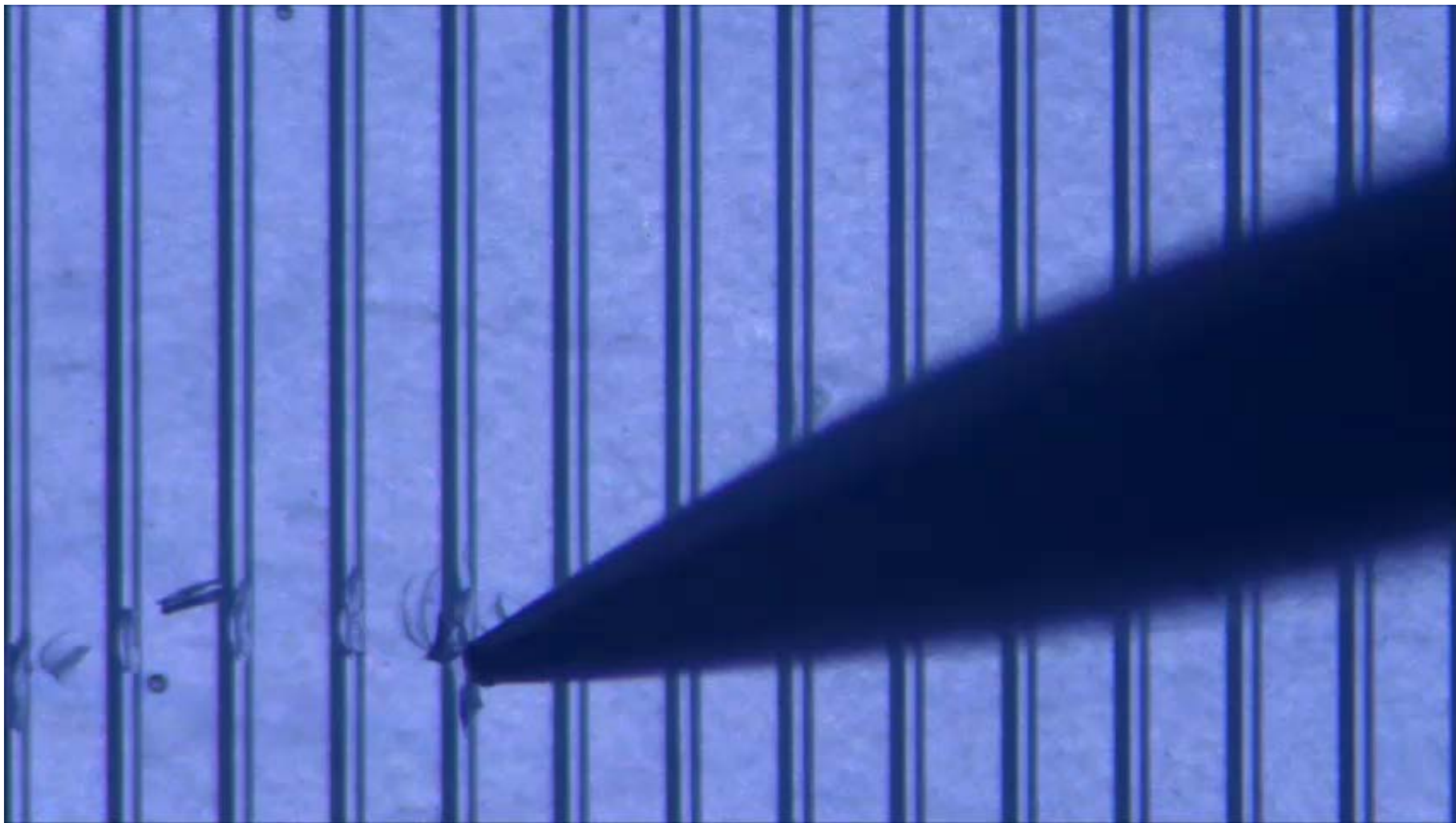


klassischer UA-Präge-Lack



hoch-elastischer
NILcure Präge-Lack





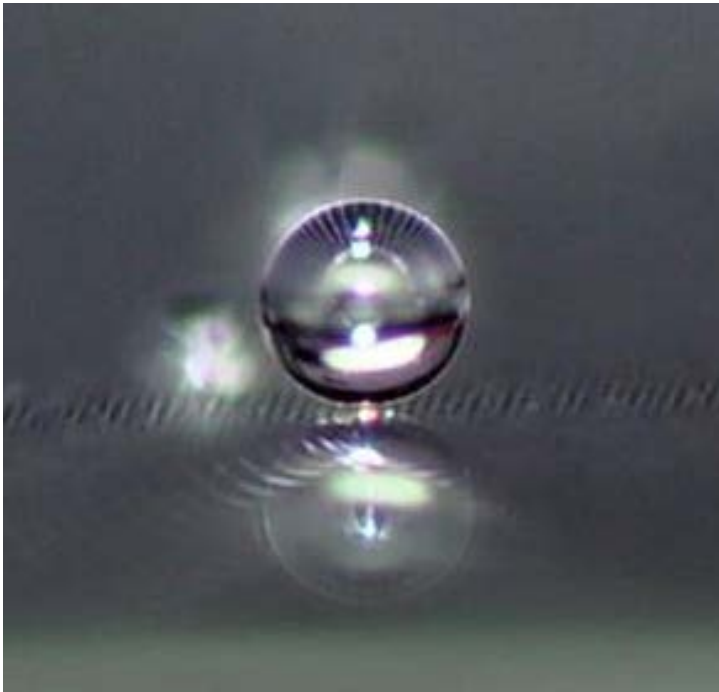
Zusammenfassung

19

- großflächige Nano-Strukturierung Oberflächen
- ***NILcure*** UV-Prägelacke
 - Steuerung der mechanischen Eigenschaften
 - Steuerung der Oberflächenchemie bzw. Adhäsion
 - UV-/Wetter-Stabilität
 - Kratz- und Abrasions-Festigkeit
- für Außen-Anwendungen

In Nano_Outside wurde bereits 7 % Effizienz-Steigerung von flexiblen Fotovoltaik-Folien gezeigt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaft mbH

MATERIALS – Institut für
Oberflächentechnologien und Photonik

Dr. Dieter Nees
Tel: +43 316 876-3103
dieter.nees@joanneum.at