

# InnovationsNetz Unterfranken



Arbeitsgemeinschaft  
Chancenregion Mainfranken



**TEMASYS  
Intelligente  
Systeme**

**Klima/Energie/  
Umwelt**

**Informations-  
technologie**



**INNOB**

**Oberflächentechnik  
Unterfranken**

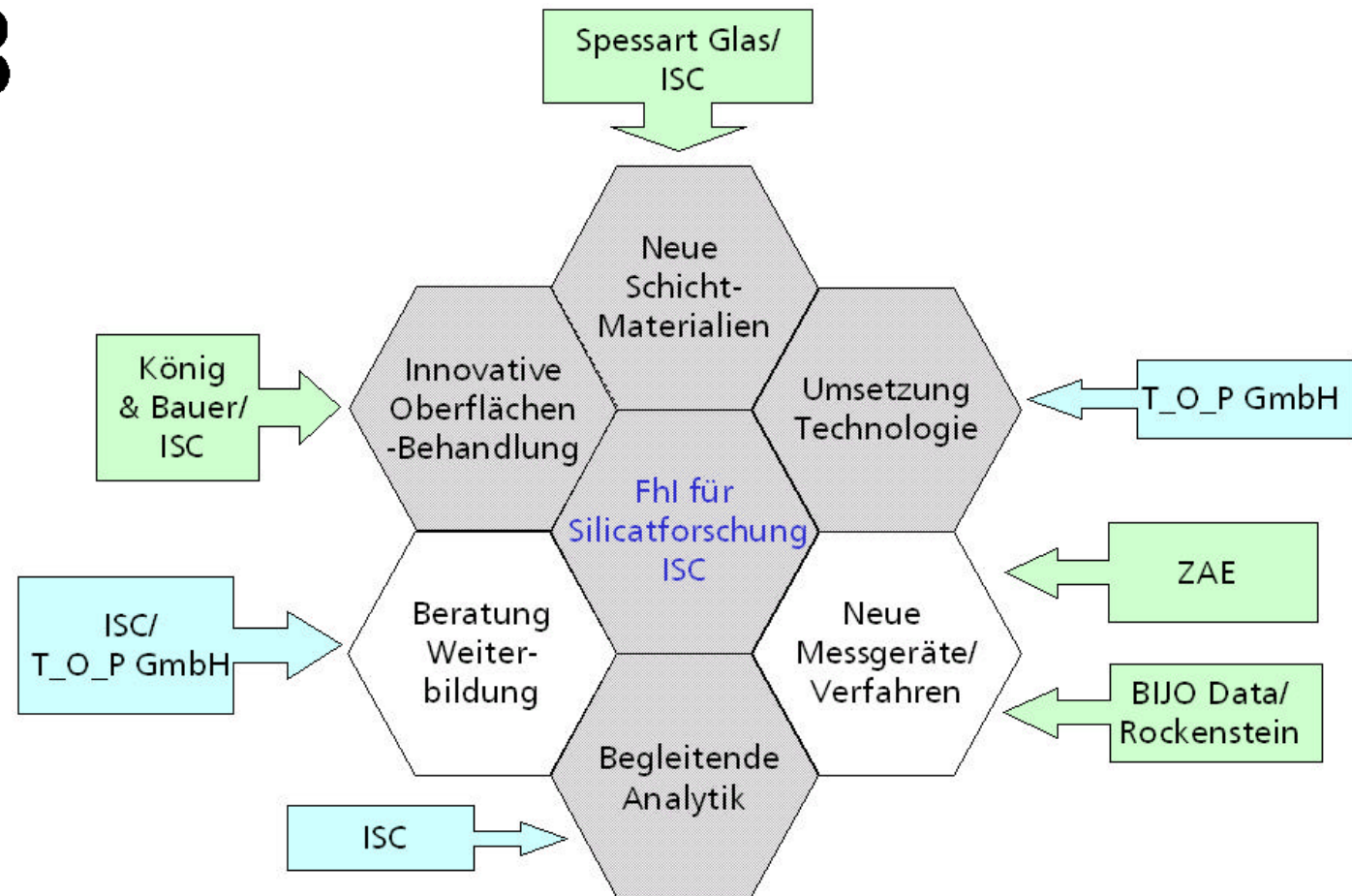
**Kunststoff-  
technologie**

**Biomed**



# INNOB

[www.innob.de](http://www.innob.de)



---

# Nanostrukturmaterialien für die Oberflächentechnik

---



**Gerhard Schottner**

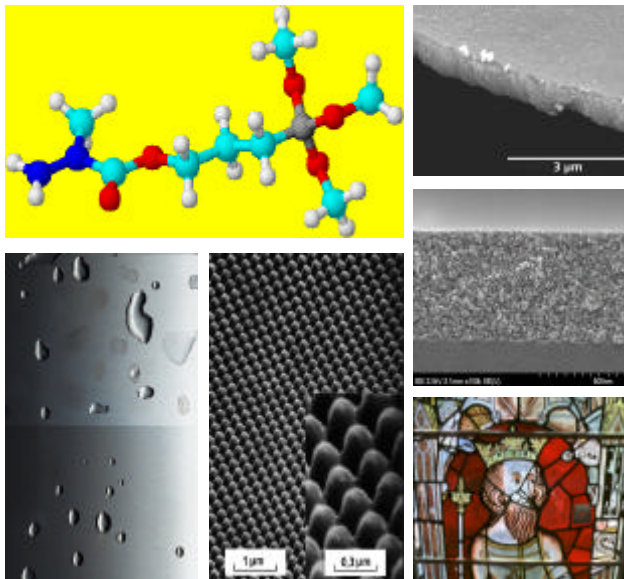
**Fraunhofer-Institut Silicatforschung (ISC)**

**Neunerplatz 2**

**D-97082 Würzburg (Wü)**

***e-mail: [gerhard.schottner@isc.fhg.de](mailto:gerhard.schottner@isc.fhg.de)***

# Inhalt



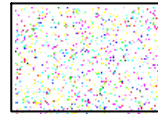
1. Sol-Gel, Hybride Polymere, Nanocomposite
2. Mechanische Eigenschaften/Kratzfeste Schichten
3. Transporteigenschaften/Barrierschichten
4. Benetzungsverhalten/Antihaftschichten
5. Optische Eigenschaften/Antireflexschichten
7. Zusammenfassung/Ausblick

# Verfahrensübersicht

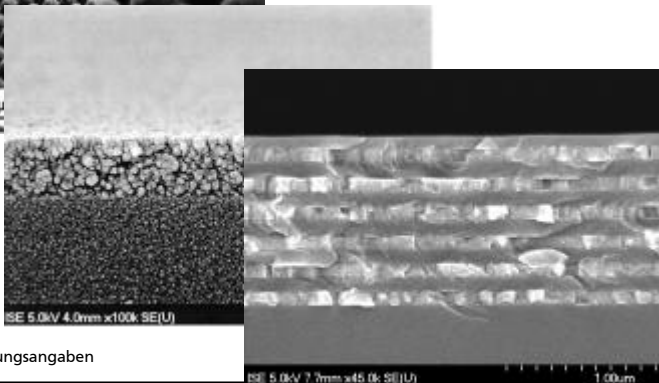
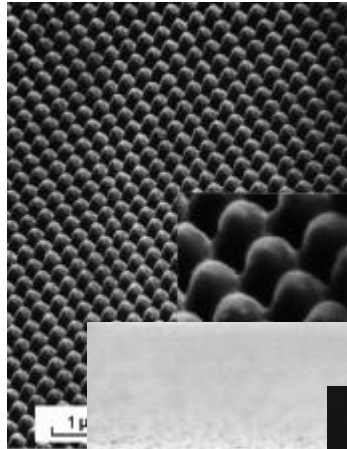
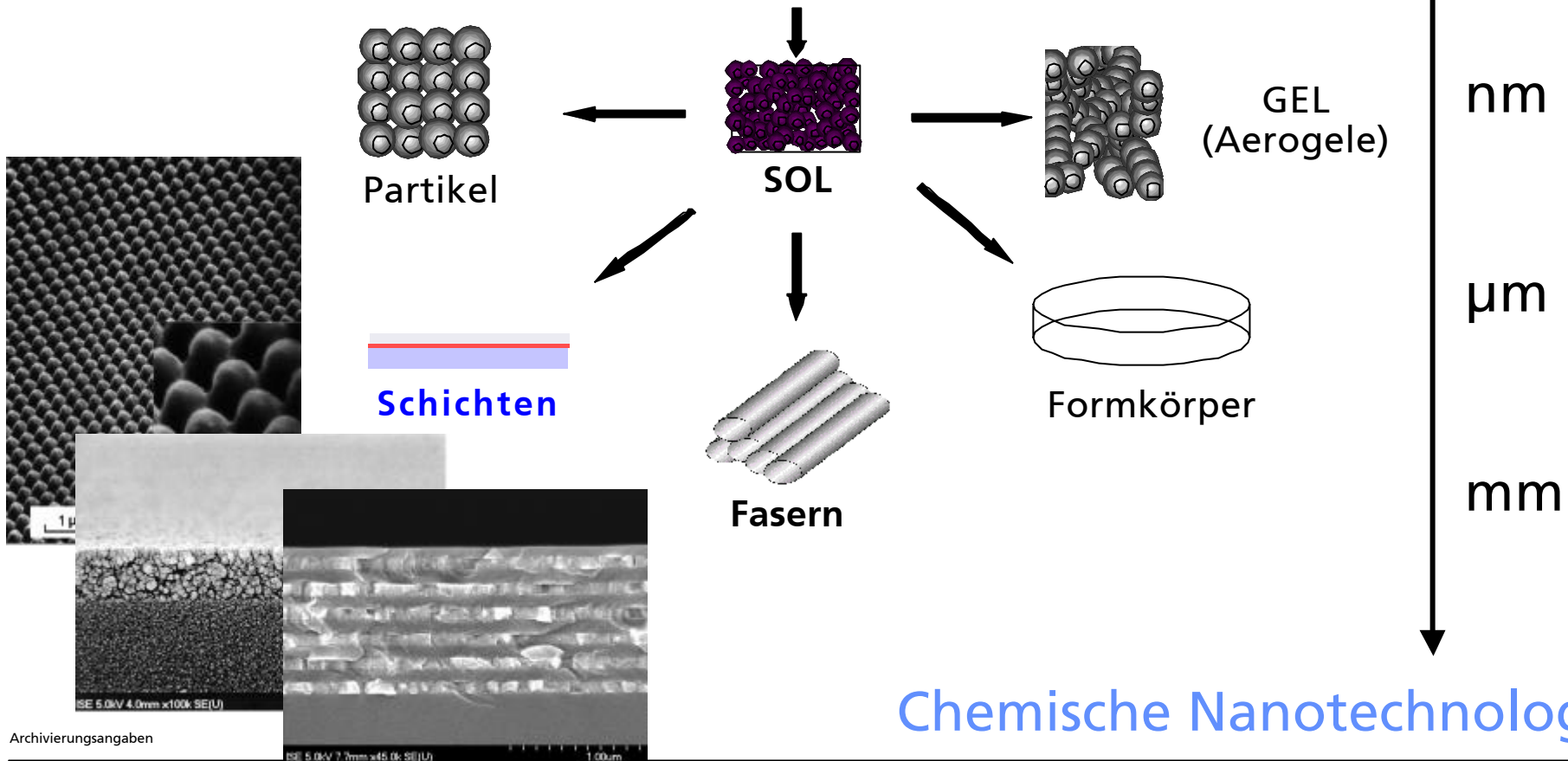
---

	Gasphasen- abscheidung	Flüssigphasen- abscheidung
Chemische Verfahren	CVD (Chemical Vapor Deposition)	CSD (Chemical Solution Deposition)
	MOCVD PECVD	Sol-Gel Verfahren Galvanik
Physikalische Verfahren	PVD (Physical Vapor Deposition)	LPD (Liquid Phase Deposition)
	Sputtern Ionenstrahltechniken	Flüssigphasenepitaxie Schmelzen

# Sol-Gel Verfahren



Molekular-disperse Vorstufen



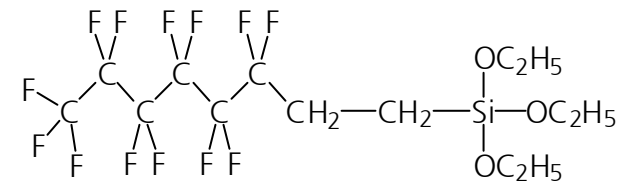
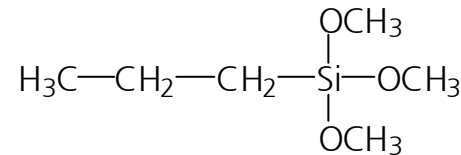
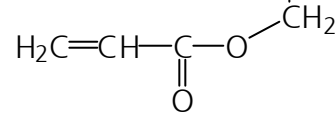
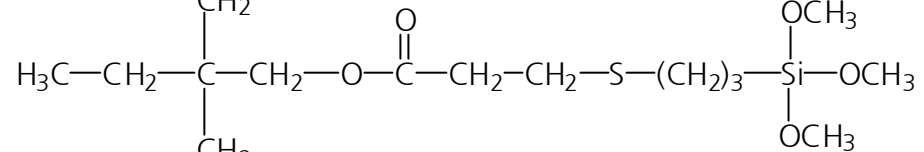
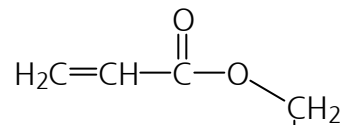
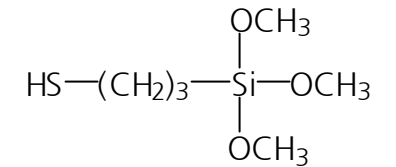
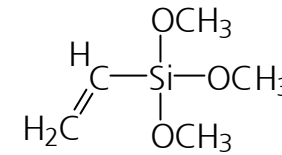
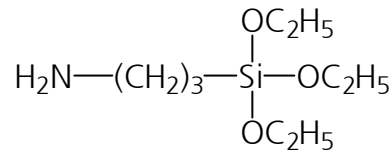
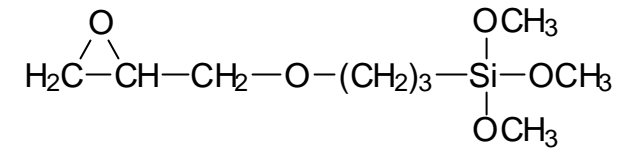
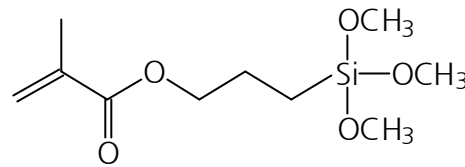
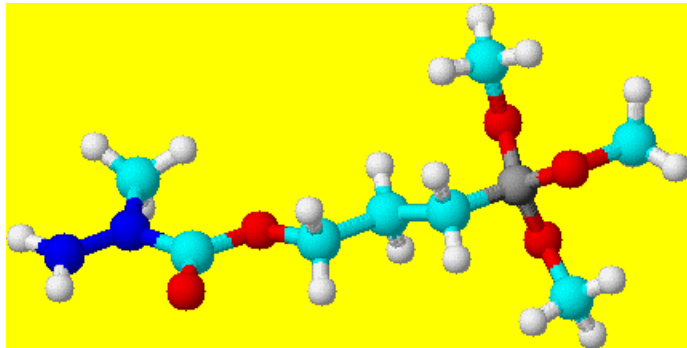
Archivierungsangaben

Chemische Nanotechnologie

Seite 7

# Sol-Gel Verfahren

## Edukte - Organo(alkoxy)silane

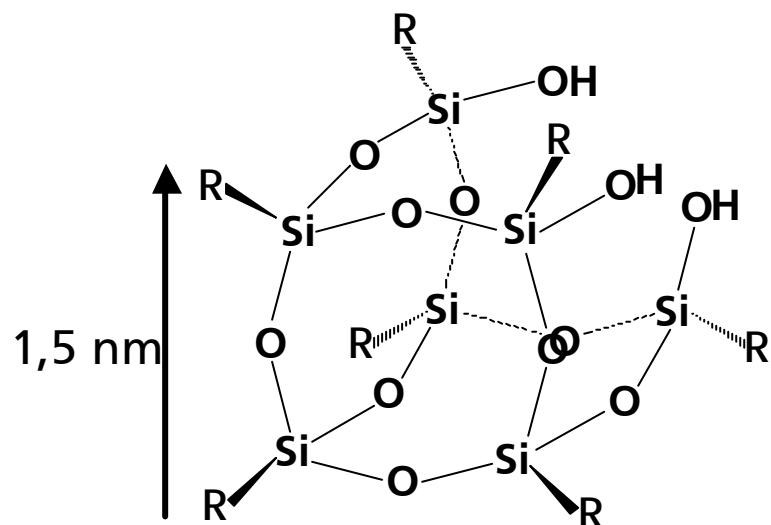
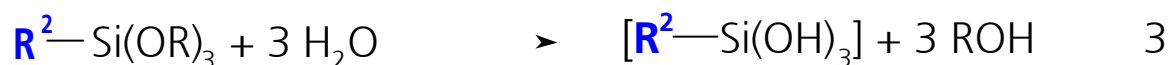


# Hydrolyse (1, 3) und Polykondensation (2, 4) von Alkoxiden

E = B, Al, Si, Sn, Ti, Zr

R<sup>1</sup> = Alkyl (CH<sub>3</sub>-, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-, ...)

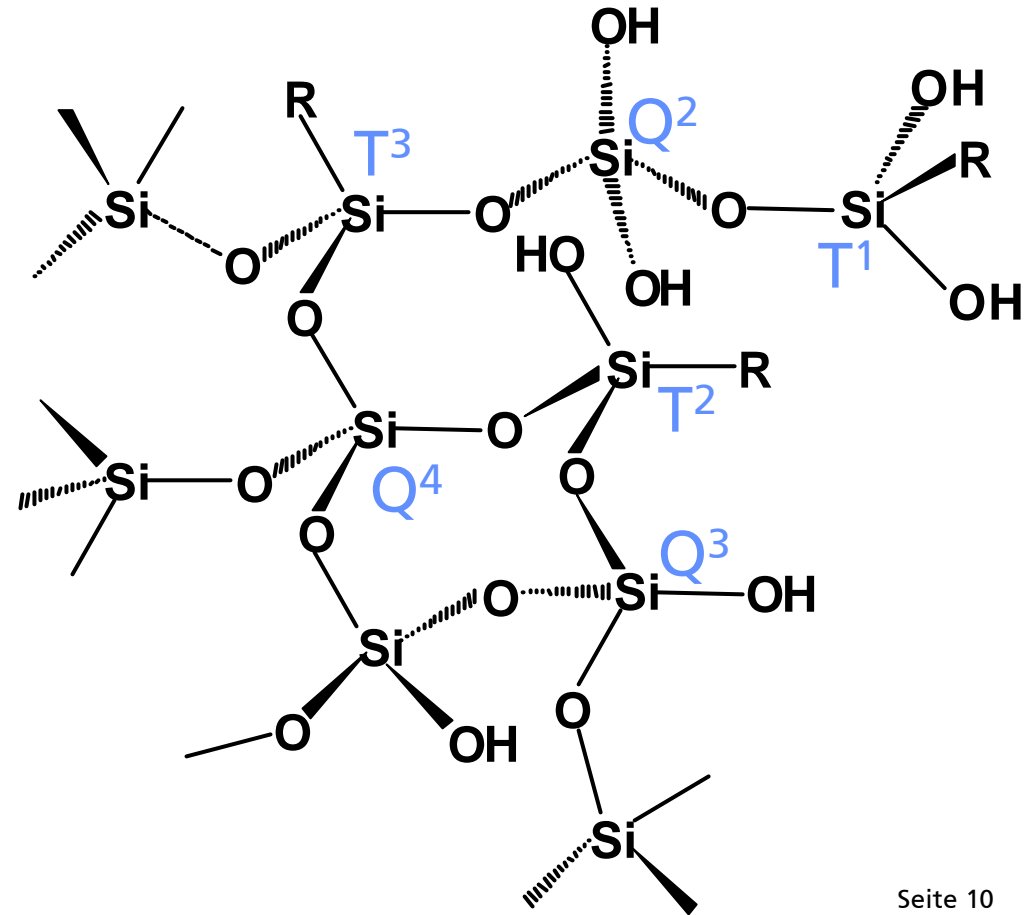
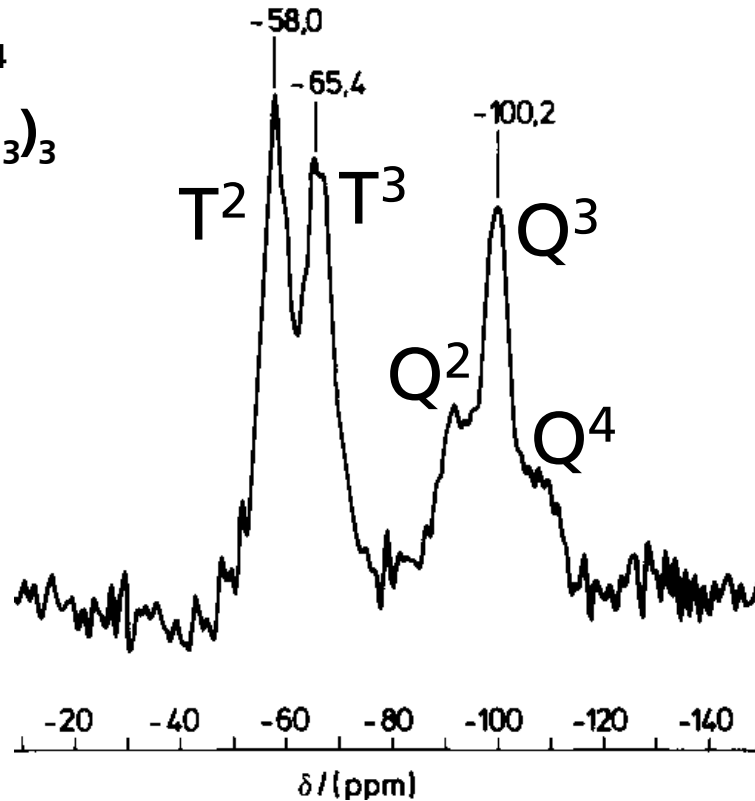
R<sup>2</sup> = organischer Rest



Calzaferri G., *Nachr. Chem. Tech. Lab.* 1992, 40, 1106

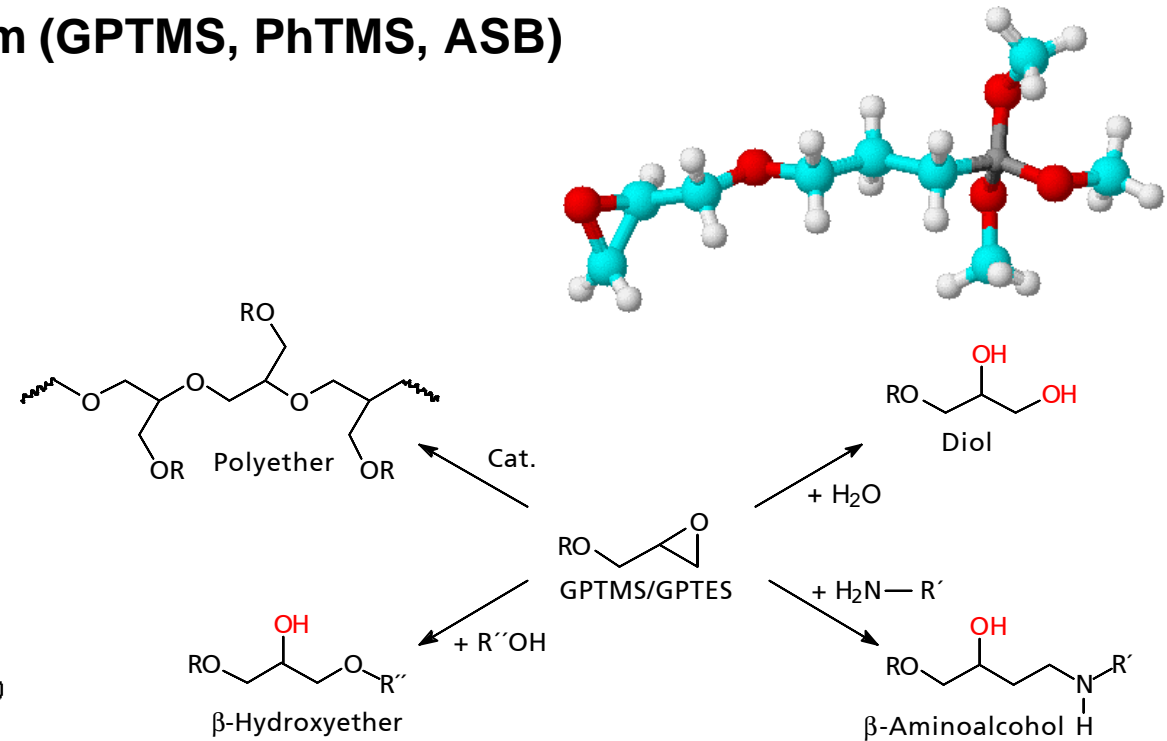
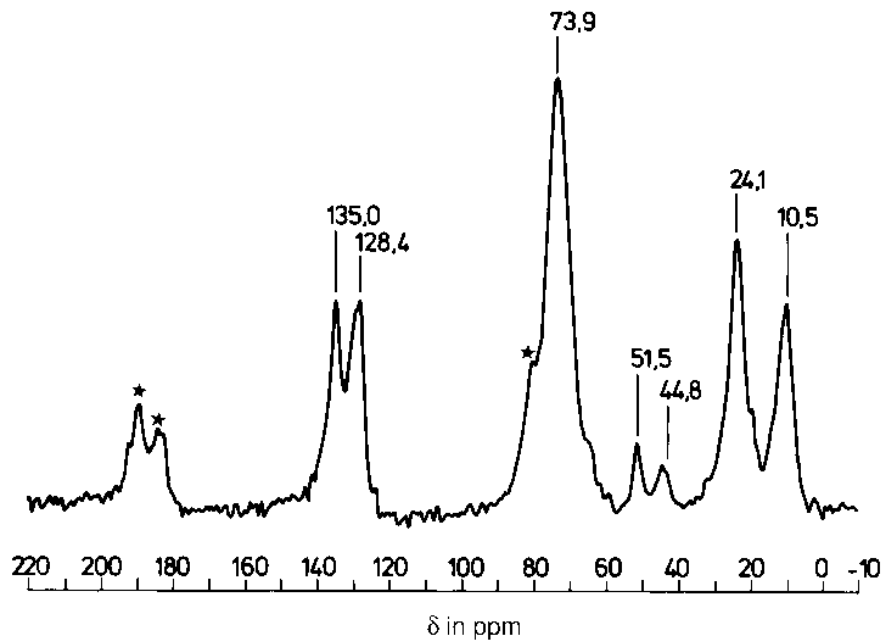
# Strukturelemente in Nanocompositen

## 29-Si-CP-MAS-NMR



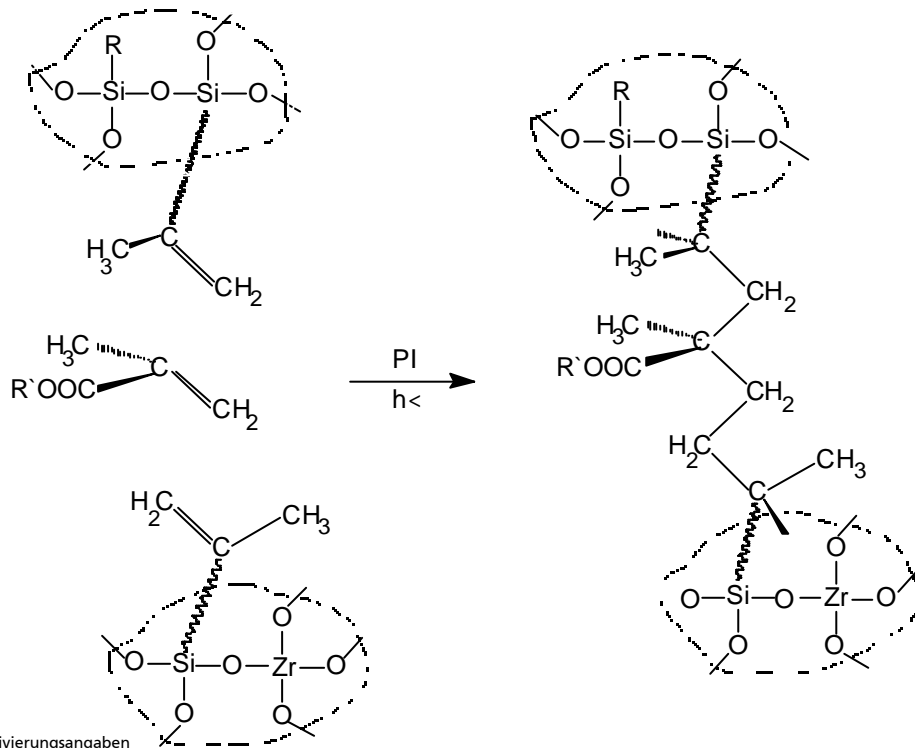
# Studium hybrider Netzwerke durch NMR-Spektroskopie

## $^{13}\text{C}$ -CP/MAS-Festkörper-NMR-Spektrum (GPTMS, PhTMS, ASB)

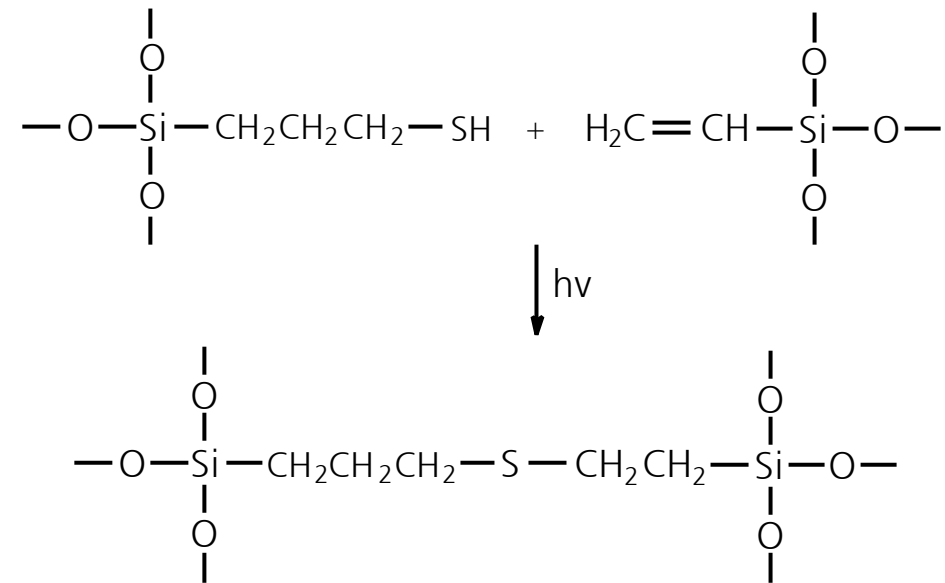


# Vernetzungsreaktionen bei der Strahlenhärtung (UV, ES)

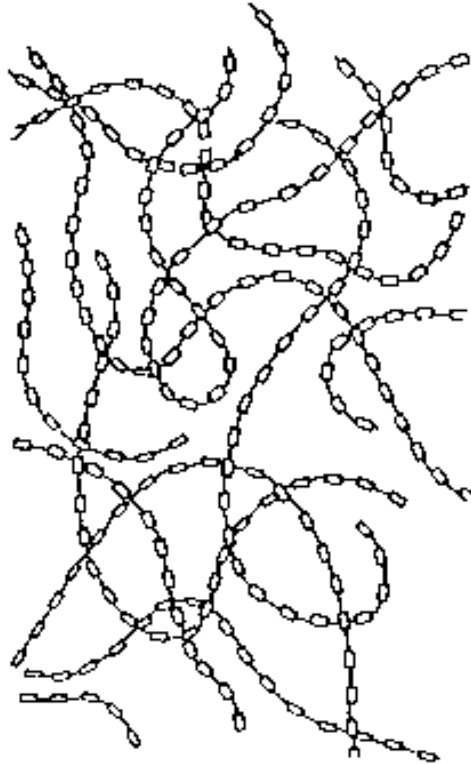
## Radikalische Polymerisation



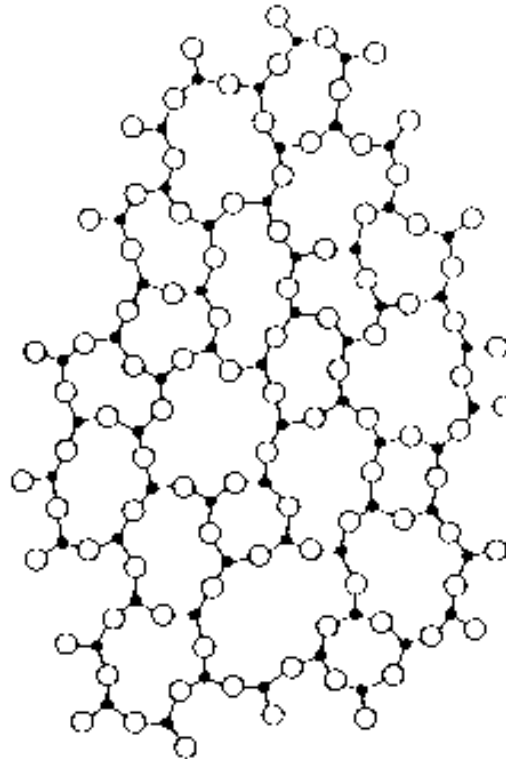
## Thiol-En-Addition



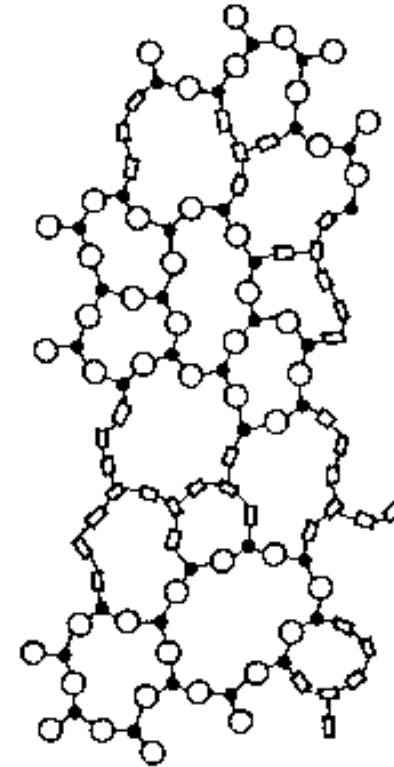
## Polymer (organisch)



## Glas (anorganisch)



## Hybrides Polymer



# Mechanische Eigenschaften hybrider Materialien

## Mikrohärte von Schichten

(Fischerscope H 100)

$HU_{\text{corr}} (0.001/10.0) = 352 \pm 11.7 \text{ MPa}$

$(27 \pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C})$

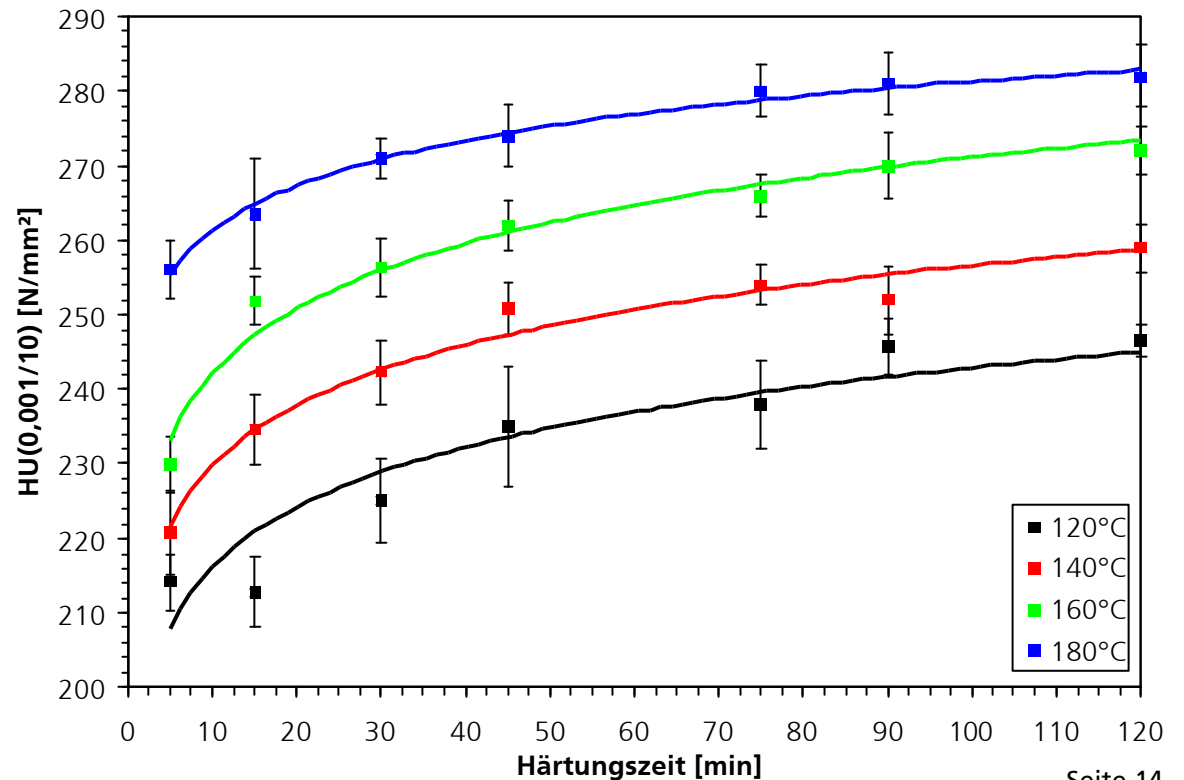
$W_t = 0.08 \text{ nJ}$

$W_e = 0.05 \text{ nJ (58.1 \%)}$

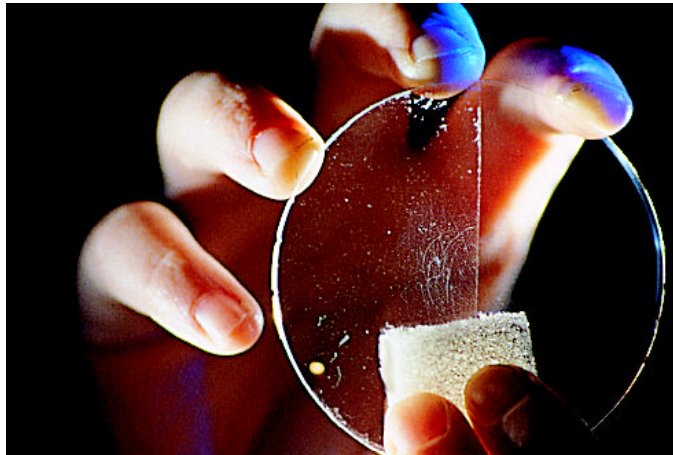
$W_r = 0.04 \text{ nJ (41.9 \%)}$

$E/(1-\nu^2) = 7.3 \pm 0.2 \text{ GPa}$

$HU_{\text{plast}} = 757 \pm 16 \text{ MPa}$



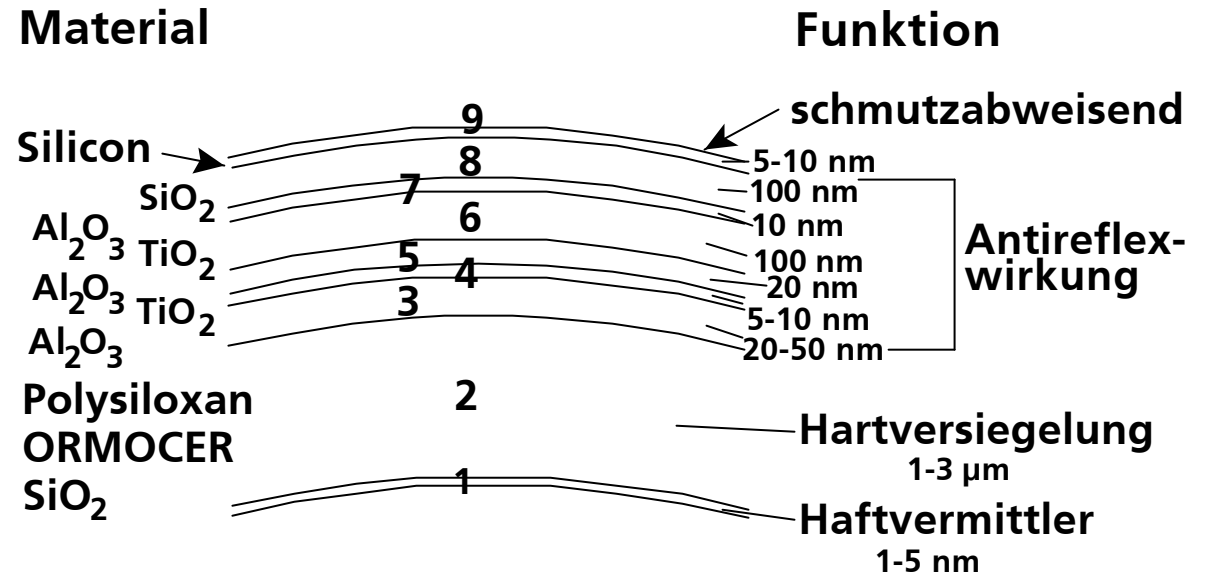
# Stand der Technik bei Kunststoffbrillengläsern (R + H, Bamberg)



## Damals

Material: CR 39® + ORMOCER®  
 2 Funktionen: leicht + kratzfest

## Heute

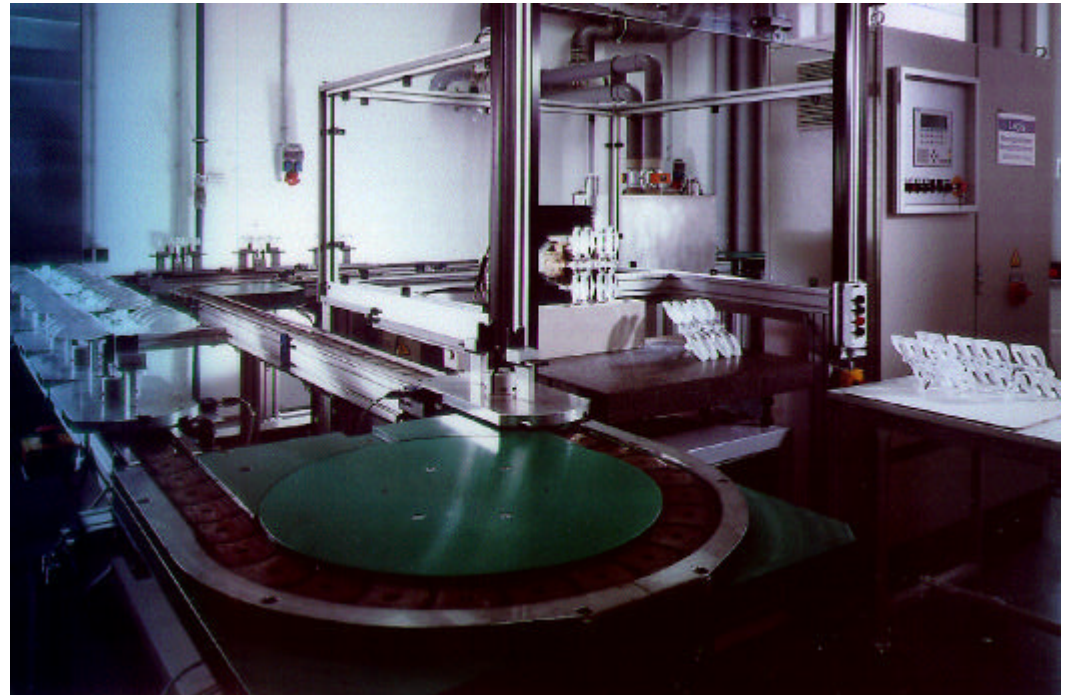


Kunststoffbrillenglas,  $n_D = 1.50 - 1.67$

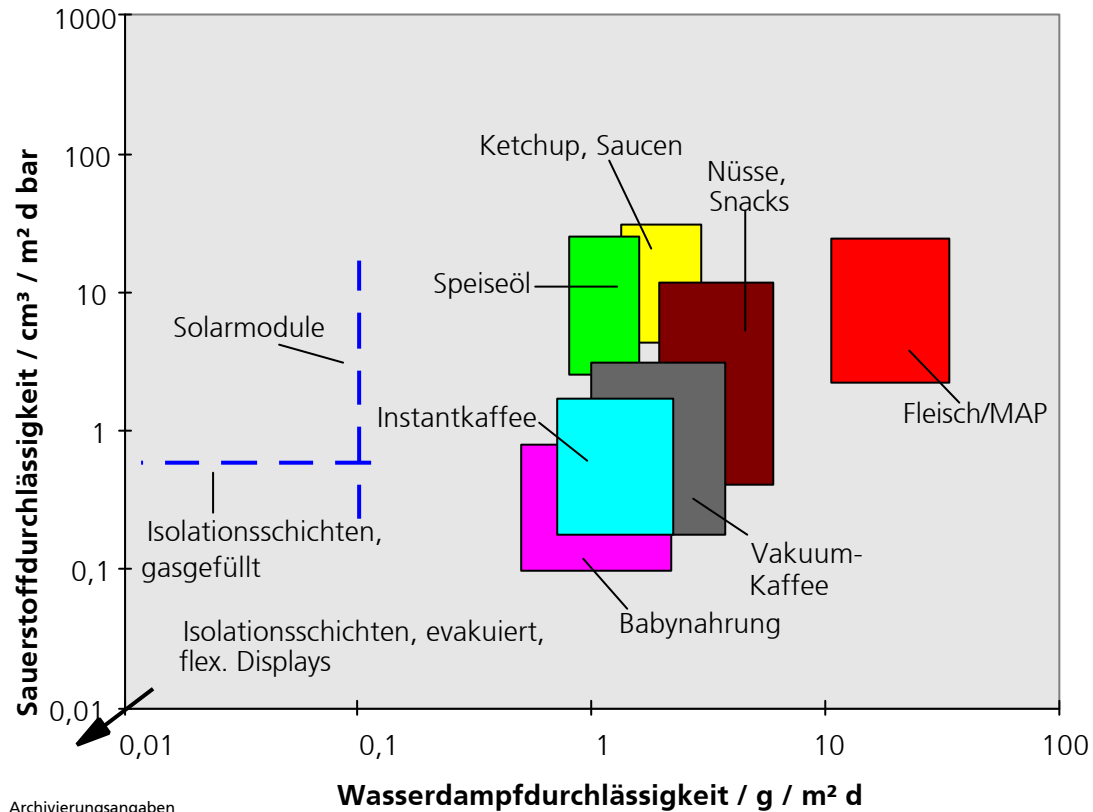
# UV-härtbare Hartschichten für Lesehilfen (PMMA)



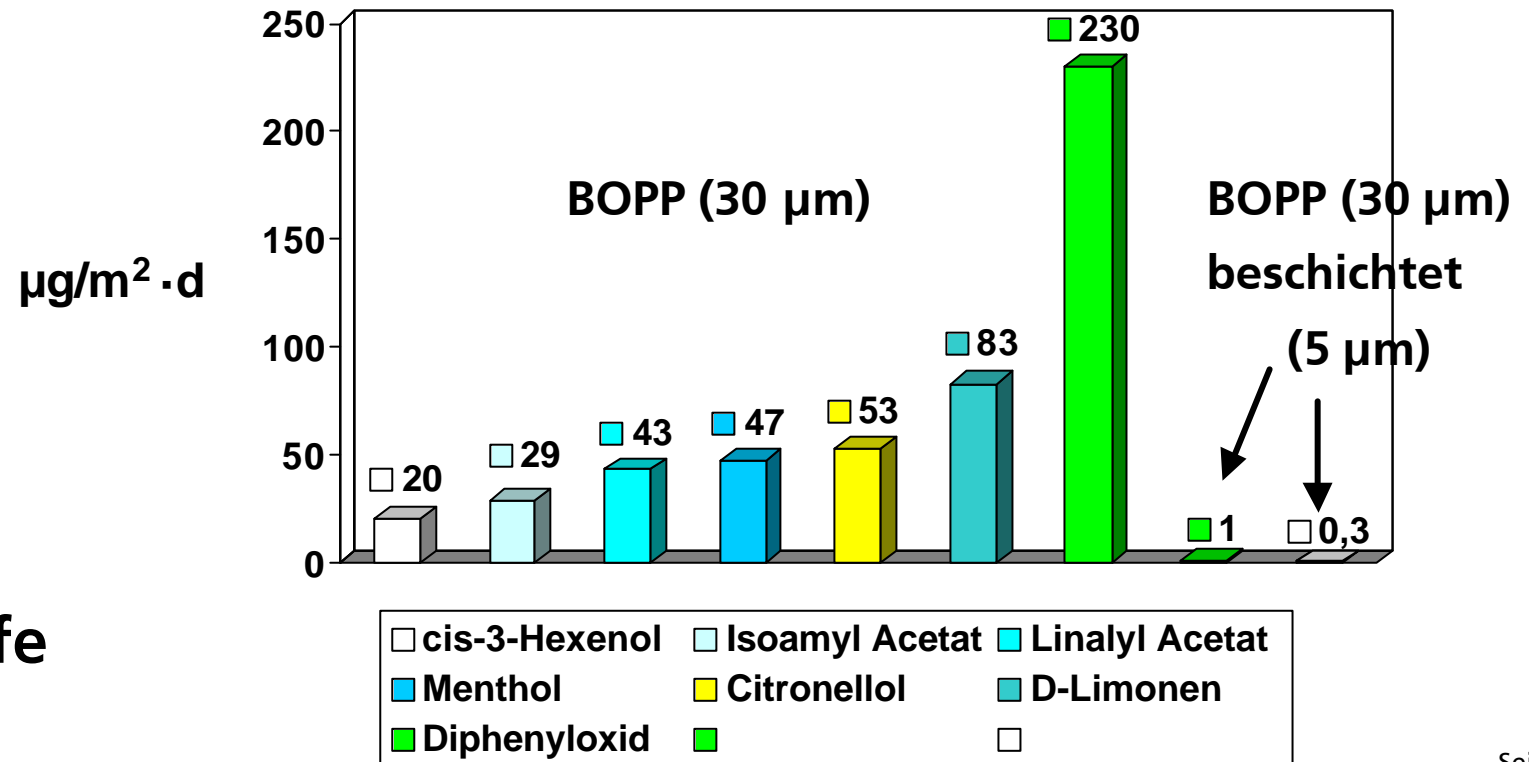
**Fa. Eschenbach GmbH,  
Nürnberg**



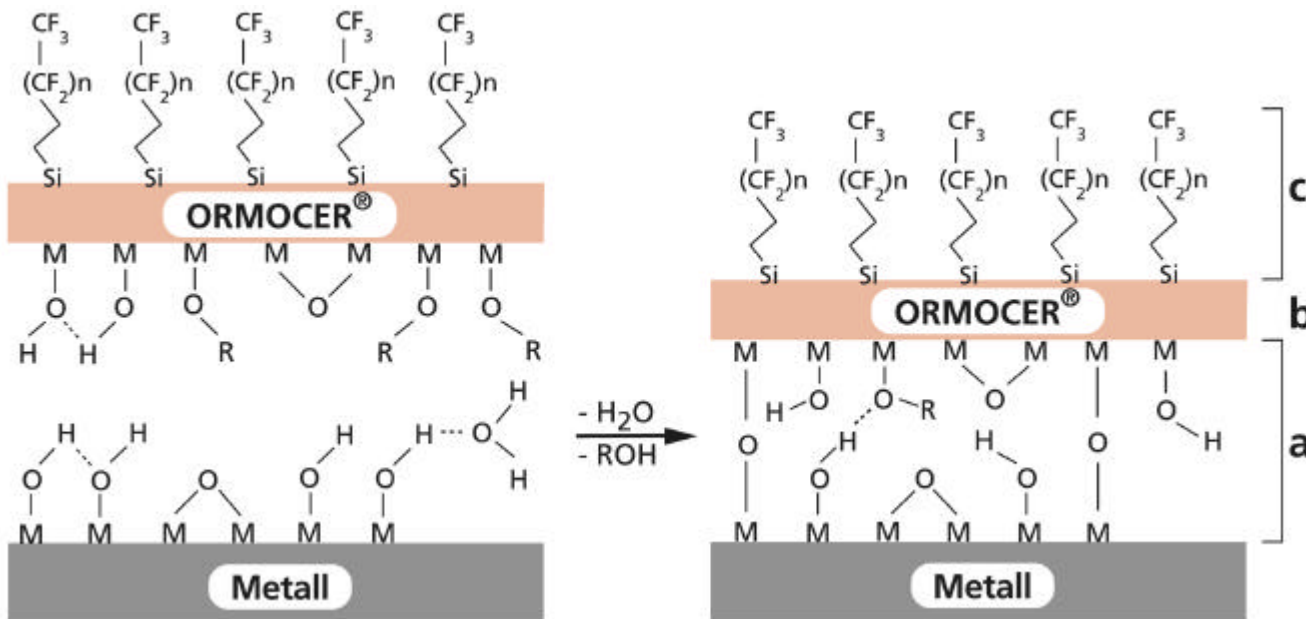
# Geforderte Barrierewerte für Verpackungsgüter



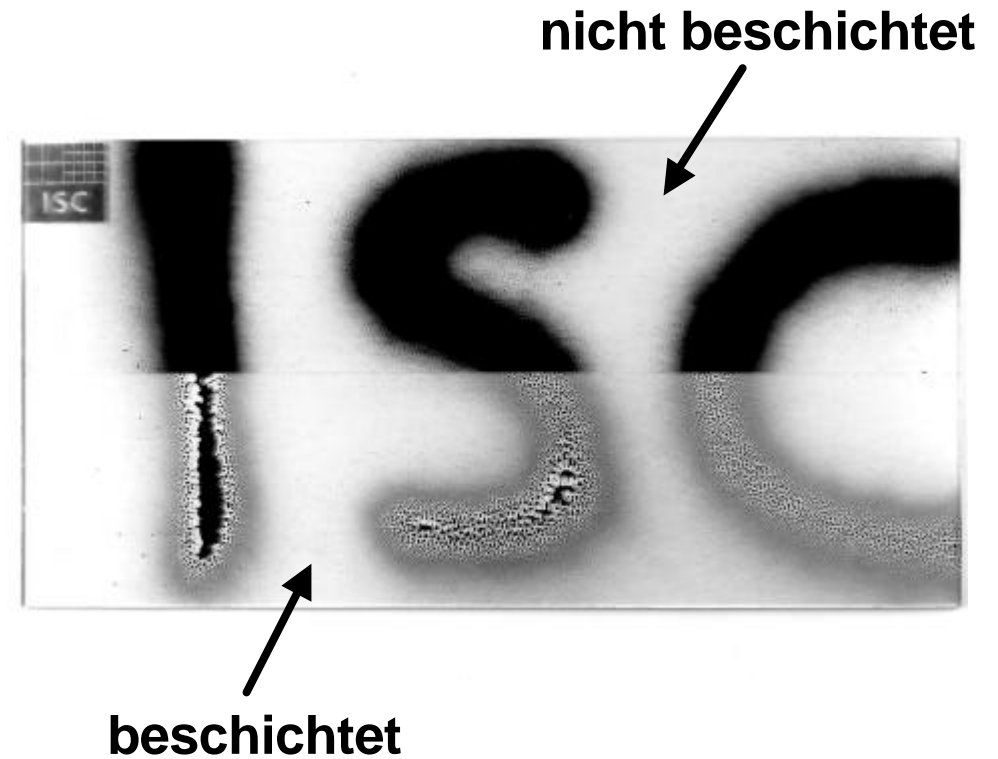
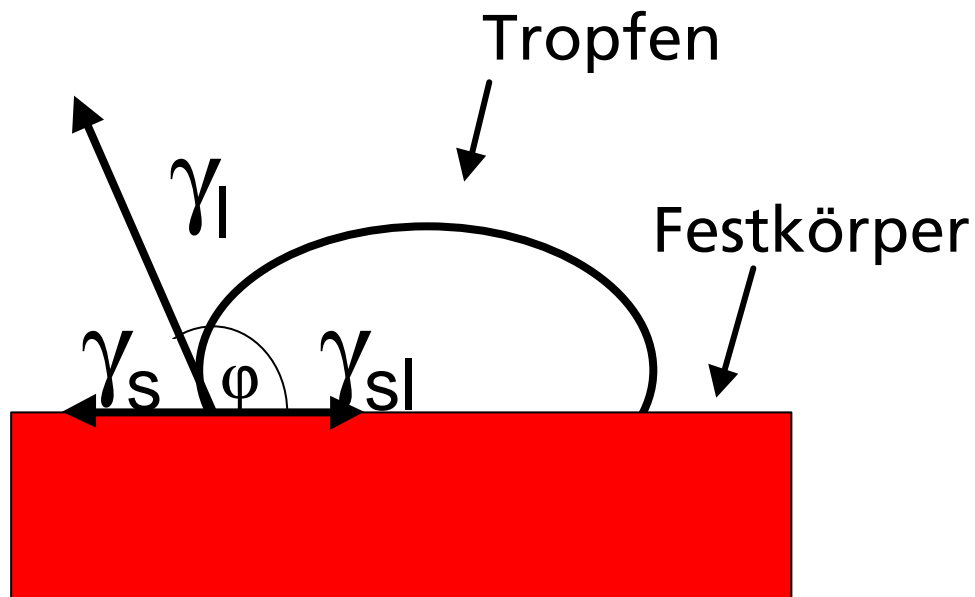
# Barriereigenschaften: PP-Folien (biaxial orientiert)



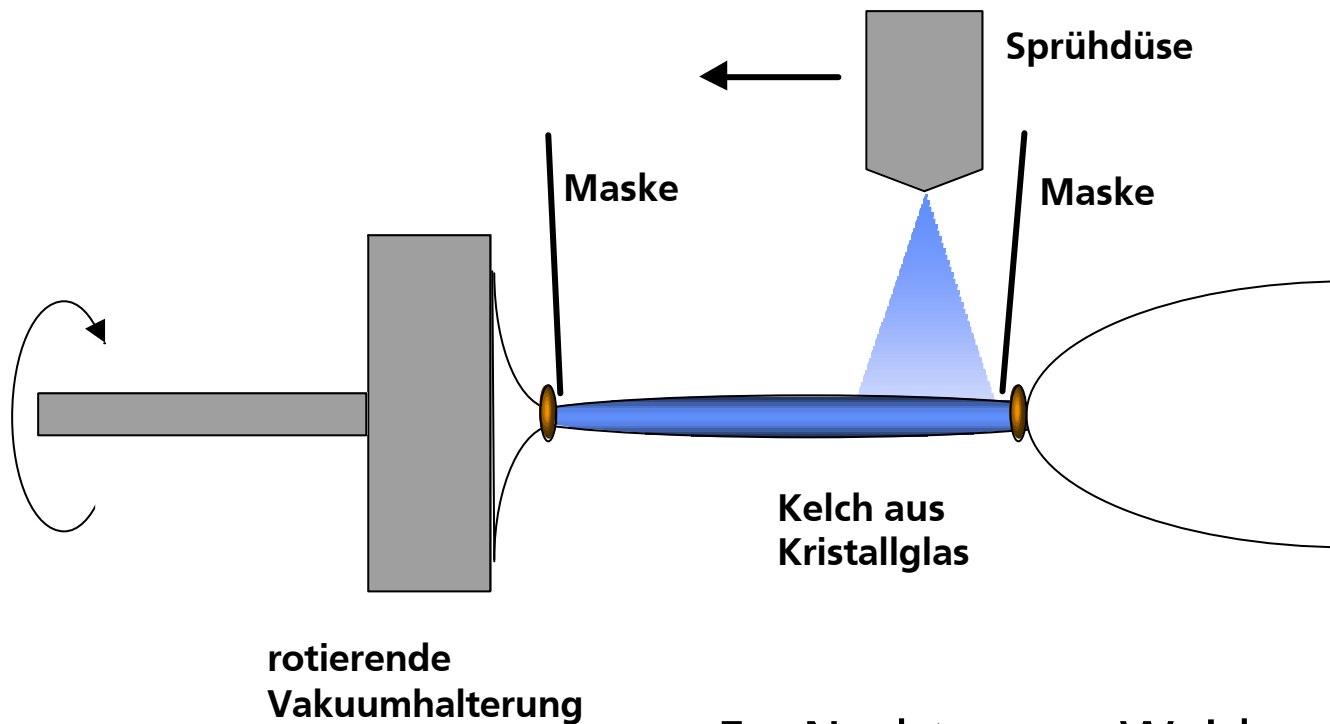
# Korrosionsschutz und Antihafte Wirkung auf Metallen



# Antihafteffekt einer oleophoben, hybriden Schicht



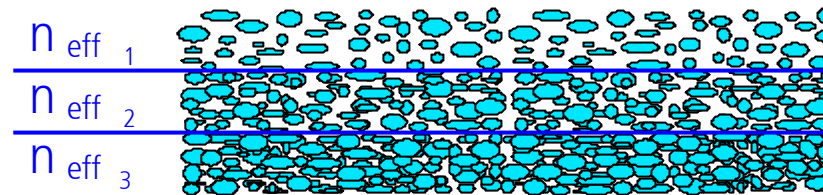
# Verfahrenstechnik bei der Kelchglaslackierung



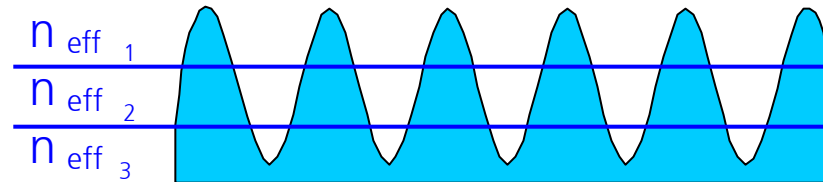
Fa. Nachtmann, Weiden

# Optische Eigenschaften: Möglichkeiten der Entspiegelung mit Submikronstrukturen

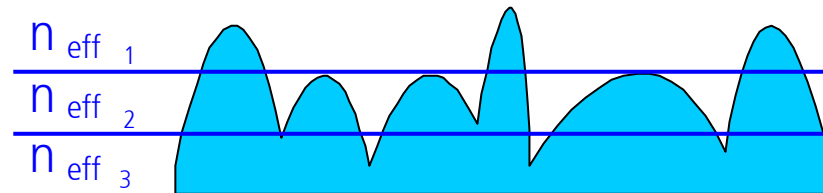
**Poröse  
Sol-Gel Schichten**



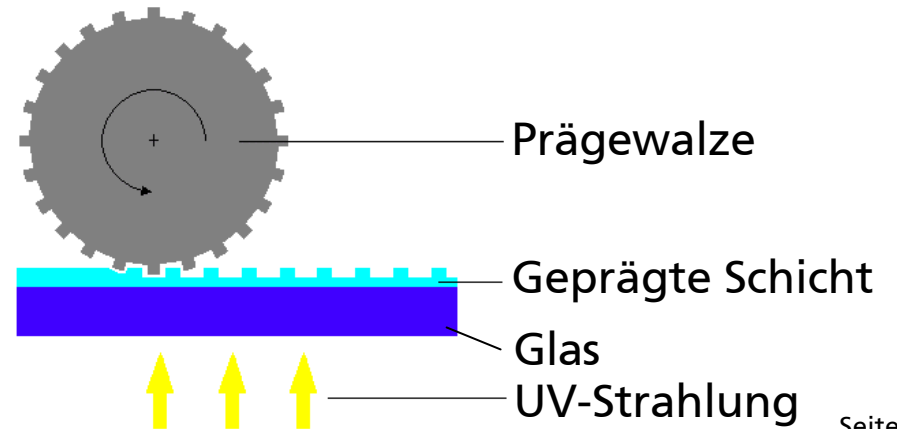
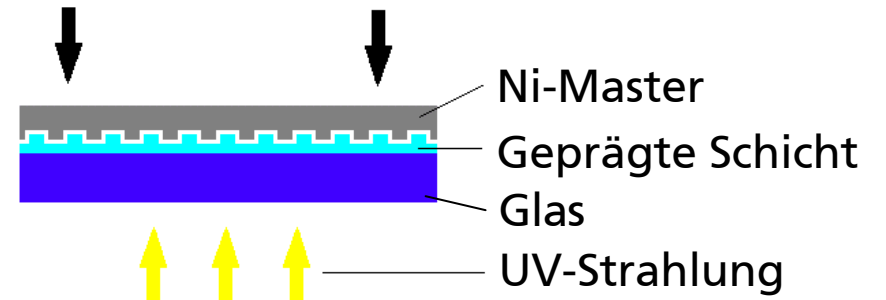
**Geprägte  
periodische Strukturen**



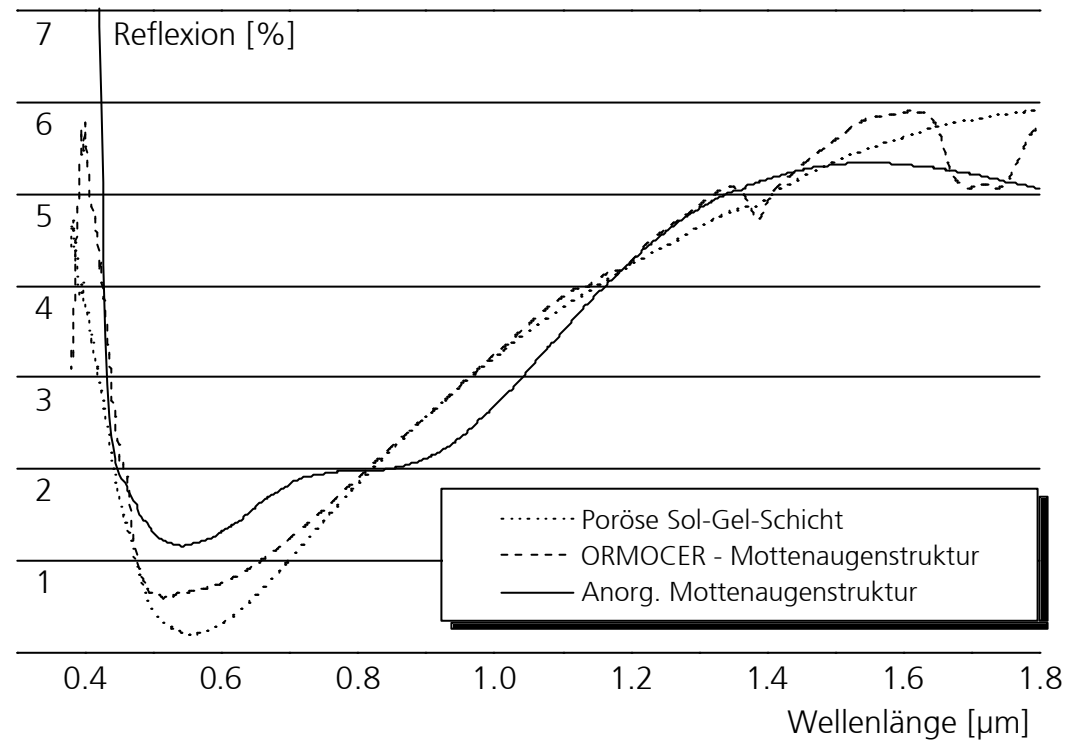
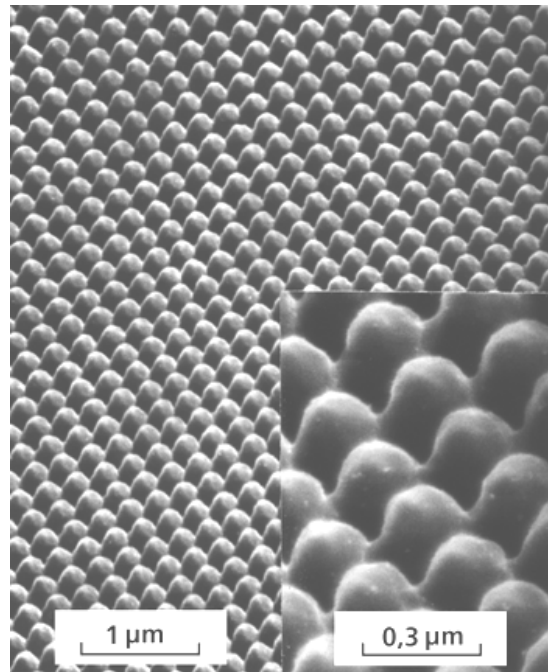
**Geprägte  
stochastische Strukturen**



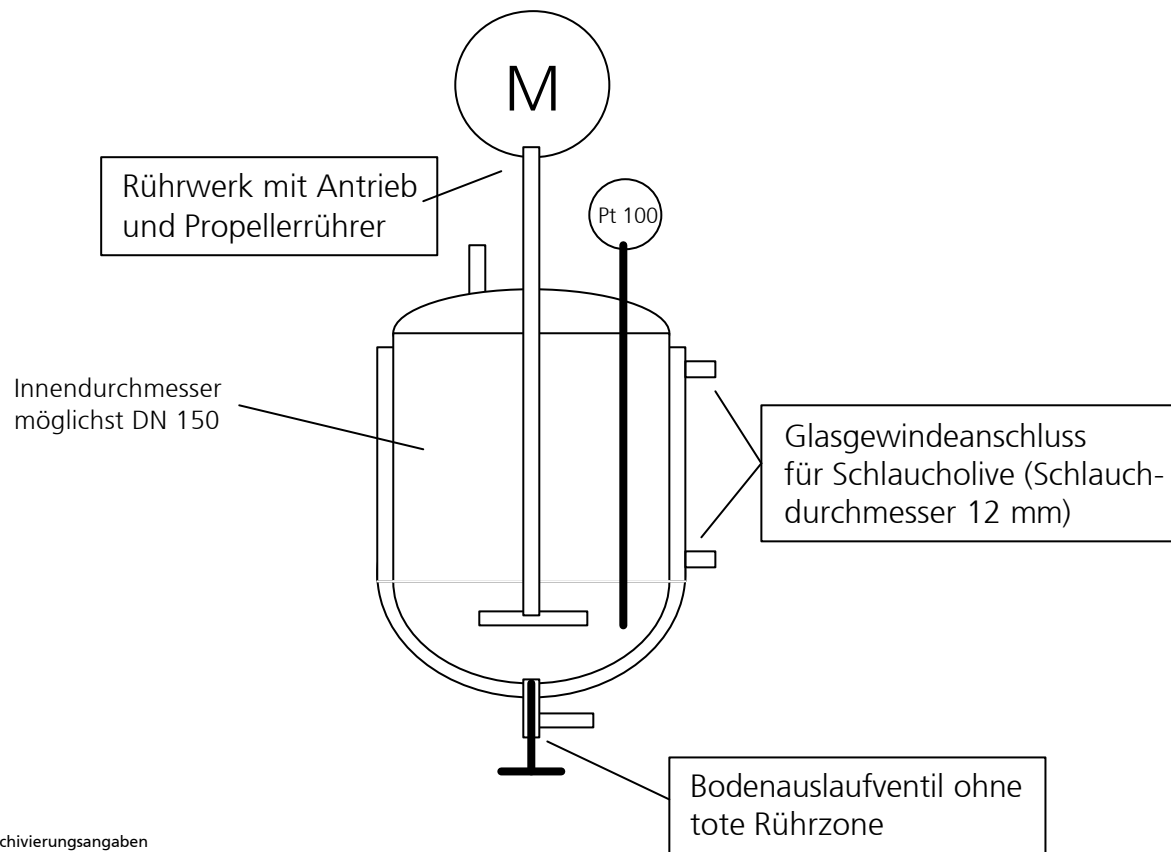
# Oberflächeneigenschaften Prägeverfahren für Mikro- und Submikrostrukturen



# Reflexionsverhalten geprägter hybrider Schichten



# Synthesereaktoren mit 50 und 100 l Fassungsvermögen



Archivierungsangaben



Seite 25

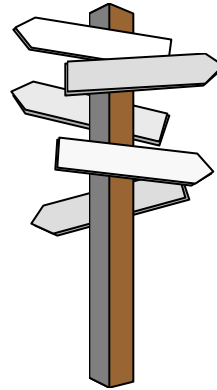
---

# Multifunktionale Oberflächen

Mehrkomponenten-Systeme

Hybride Polymere  
(ORMOCER®e)

Anorganische Schichtsysteme



Multifunktionelle Schichtsysteme  
für High-Tech Anwendungen

durch **chemische Nanotechnologie**

Vision:



„Intelligente“ Schichtsysteme  
mit „**aktiven**“ Funktionen