

*Lehrveranstaltung*

# Grenzflächenphänomene

*Folien zur Vorlesung*

NUR ZUM PERSÖNLICHEN GEBRAUCH!

PD Dr.-Ing. habil. Frank Babick, 1. April 2025

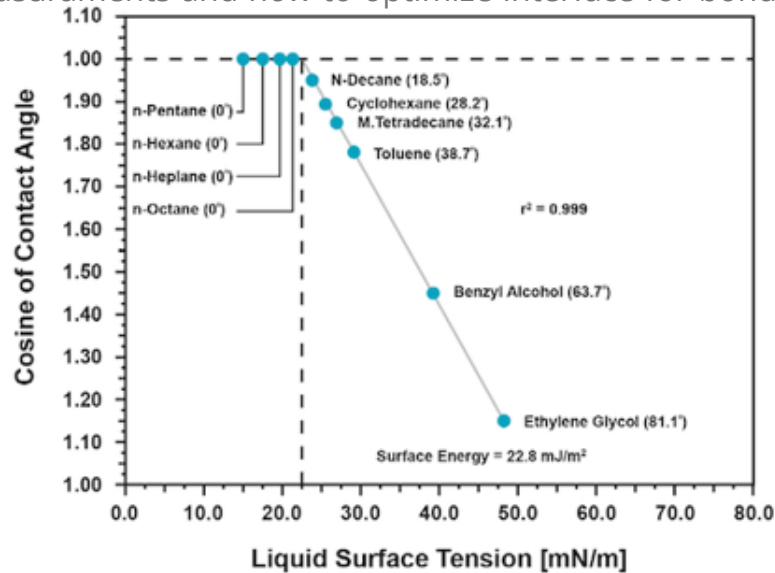
# 4. Benetzbarkeit von Oberflächen

# Zisman-Diagramm

Korrelation zw. Kontaktwinkel und OF-Spannung der Flüssigkeit

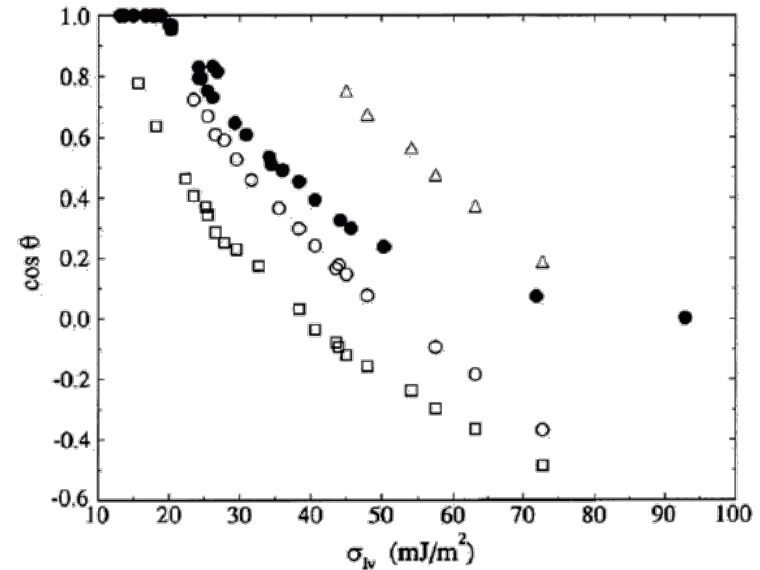
LDPE-Polyethylen

<https://coolmag.net/low-surface-energy-materials-measurements-and-how-to-optimize-interface-for-bonding/>



verschiedene Feststoffe

David & Neumann, *Adv. Colloid Interface Sci.* 206



- Darstellung  $\cos\theta$  vs.  $\gamma_L$  für eine homologe Reihe organischer Lösemittel  
→ GF-Energie des Feststoffs  $\gamma_S$  als Schnittpunkt mit  $\cos\theta = 1$
- Idealfall (links): Geradengleichung  $\cos\theta = 1 - \alpha \times (\gamma_L - \gamma_S)$
- Regelfall (rechts): Geradengleichung nur für ausgewählte Feststoffe oder kleine  $\theta$

# Energie der Fest-Flüssig-Phasengrenze

- bei Abwesenheit polarer Wechselwirkungen gälte:

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 2\sqrt{\gamma_S \cdot \gamma_L}$$

- Ansatz von Neumann & Sell

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 2\sqrt{\gamma_S \cdot \gamma_L} \cdot e^{-\beta(\gamma_S - \gamma_L)^2}$$

mit  $\beta = 124.7 \text{ m}^4/\text{J}^2$  für viele Flüssigkeiten

- OWRK-Ansatz (Owens, Wendt, Rabel & Kaelble)

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 2\left(\sqrt{\gamma_S^{\text{disp}} \cdot \gamma_L^{\text{disp}}} + \sqrt{\gamma_S^{\text{polar}} \cdot \gamma_L^{\text{polar}}}\right)$$

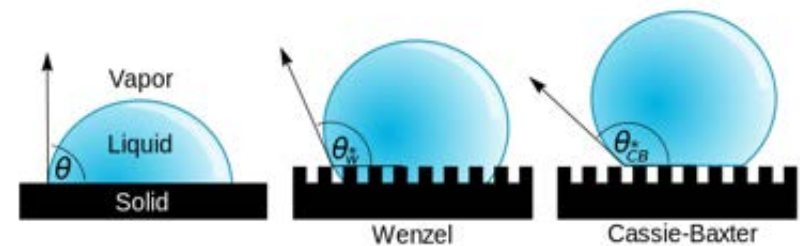
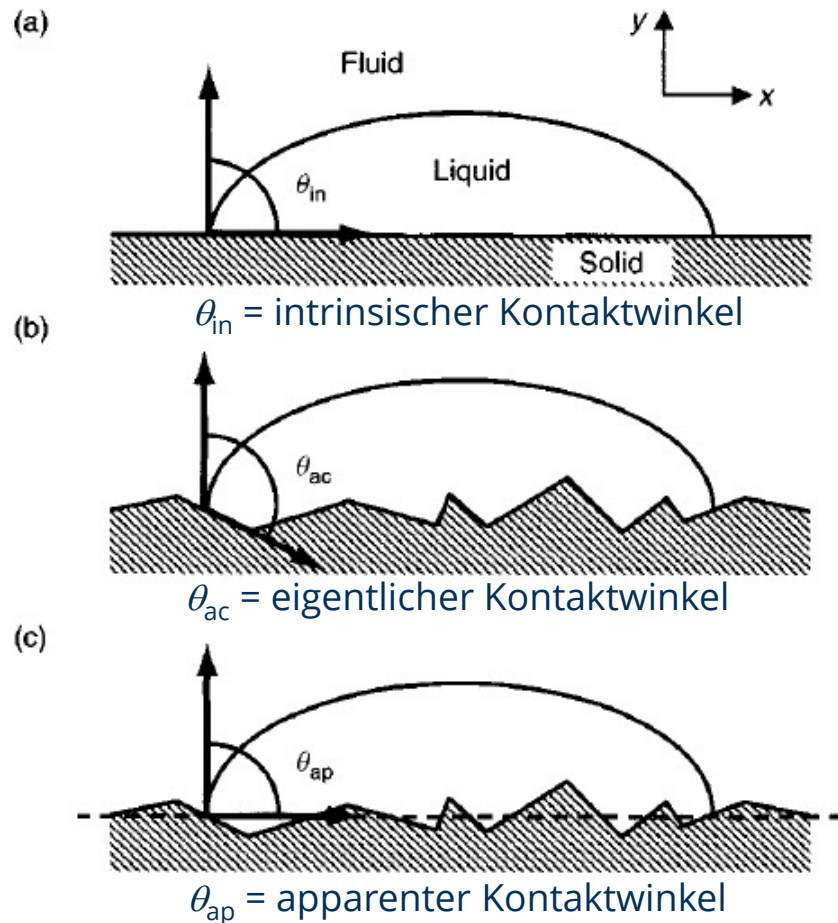
das heißt:

$$\frac{1}{2}\gamma_L(1 + \cos\theta) = \sqrt{\gamma_S^{\text{polar}} \cdot \gamma_L^{\text{polar}}} + \sqrt{\gamma_S^{\text{disp}} \cdot \gamma_L^{\text{disp}}}$$

Tabelle: disperser und polarer Anteil der Grenzflächenspannung ausgewählter Flüssigkeiten bei 20 °C

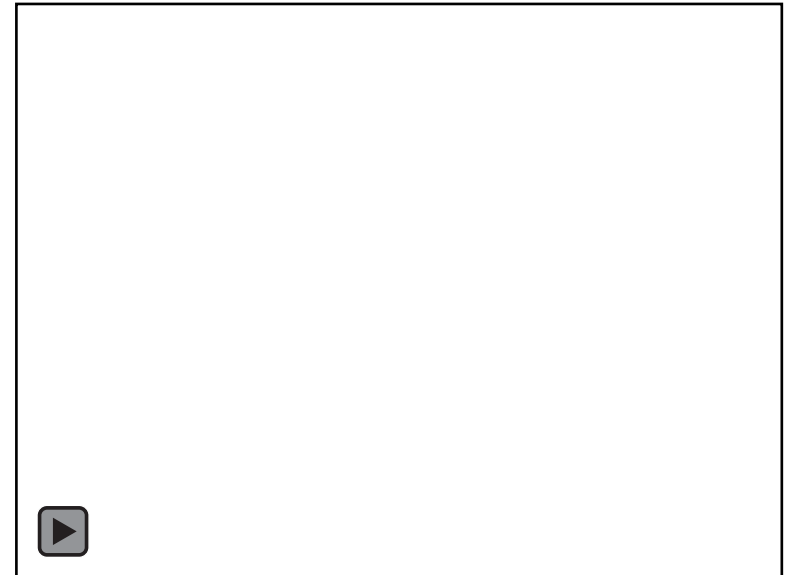
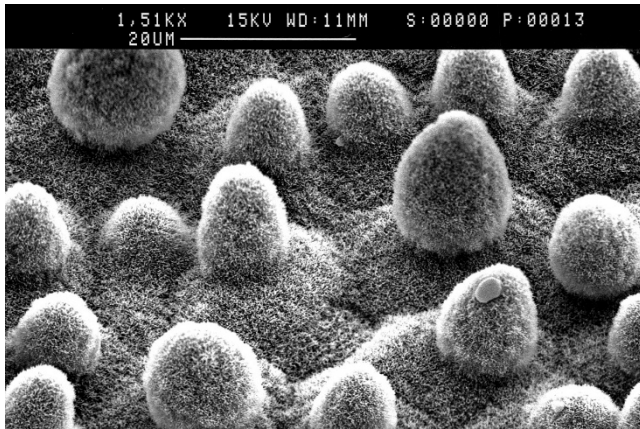
Flüssigkeit	$\gamma_L$ mN/m	$\gamma_L^{\text{disp}}$ mN/m	$\gamma_L^{\text{polar}}$ mN/m
Wasser	72,1	19,9	52,2
Ethylenglykol	48,0	29,0	19,0
DMS	44,0	36,0	8,0
Toluol	28,5	27,5	1,3
Ethanol	22,1	17,5	4,6
N-Oktan	21,6	21,6	0
N-Hexan	18,4	18,4	0

# Kontaktwinkel und Oberflächenrauigkeit



# Lotuseffekt

*Superhydrophobie durch Oberflächennoppen*



CC BY-SA 3.0  
William Thielicke 2006

# Washburn-Methode zur Kontaktwinkelmessung an Pulvern

- kapillare Steighöhe:

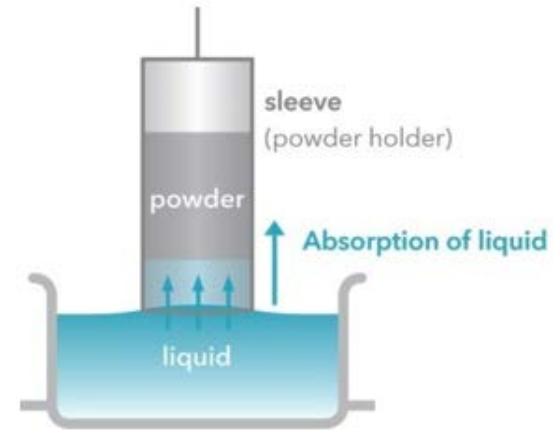
$$\Delta h_L^2 = \frac{\gamma_L r_K \cos \theta}{2\eta} \cdot t$$

- kapillare Flüssigkeitsmasse

$$m_L^2 = C \cdot \frac{\rho_L^2 \gamma_L \cos \theta}{\eta} \cdot t$$

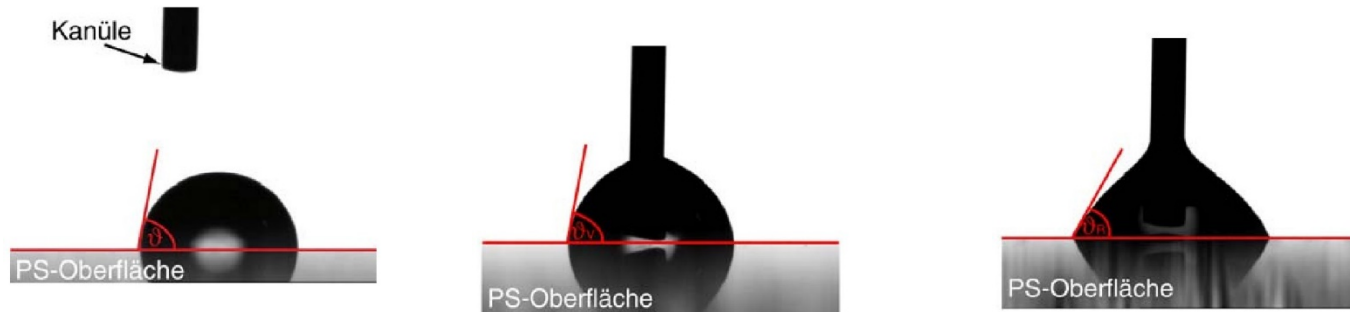
- Messprinzip

- Pulver gleichmäßig in einer Hülse verteilen (gehalten mit Siebgewebe)
- Hülse an eine Waage hängen und in Flüssigkeit leicht eintauchen
- Aufnahme und Auswertung der zeitlichen Massenzunahme



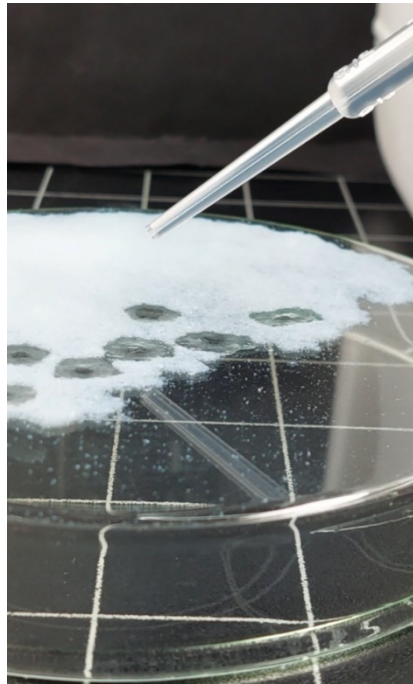
# Optische Kontaktwinkelmessung

- optische Kontaktwinkelmessung an glatten Oberflächen
  - Statischer Winkel, Vorrückwinkel und Rückzugswinkel
  - i.d.R. Vorrückwinkel etwas größer als Young-Winkel
  - Rückzugswinkel ist deutlich kleiner, wird stärker von Rauigkeit beeinflusst



- optische Kontaktwinkelmessung an glatten Oberflächen
  - Bildanalyse an aufgestreutem Pulver
  - Bildanalyse an Presslingen

# Kontaktwinkelmessung an aufgestreuten Pulvern



hydrophiles  $\text{SiO}_2$   
auf Glas



hydrophiles  $\text{SiO}_2$   
auf Glycerol



hydrophiles  $\text{SiO}_2$   
auf Silikonöl