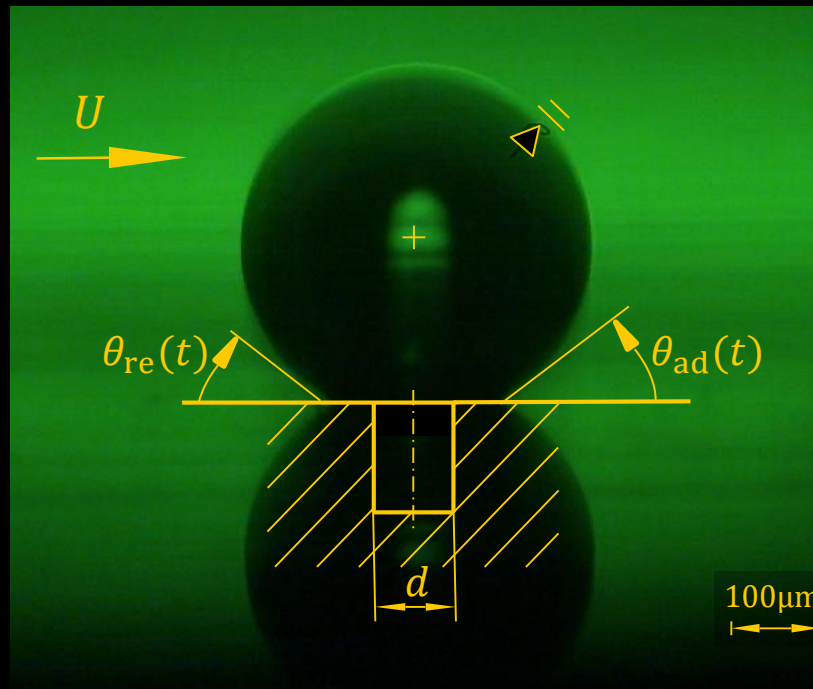


# Optische Vermessung der instationären Kontaktlinienbewegung bei der diffusionsgetriebenen Keimbildung

B. C. Depp, Dr.-Ing. G.J. Ludwig, Prof. Dr.-Ing. P.F. Pelz  
Drübeck, 2021



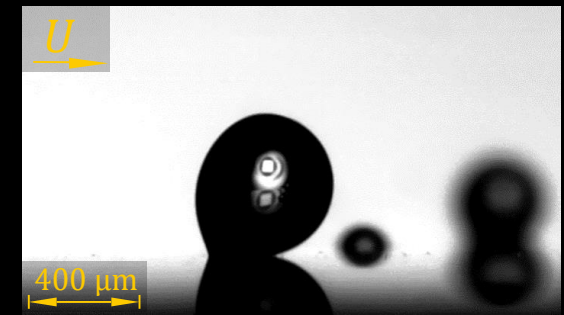
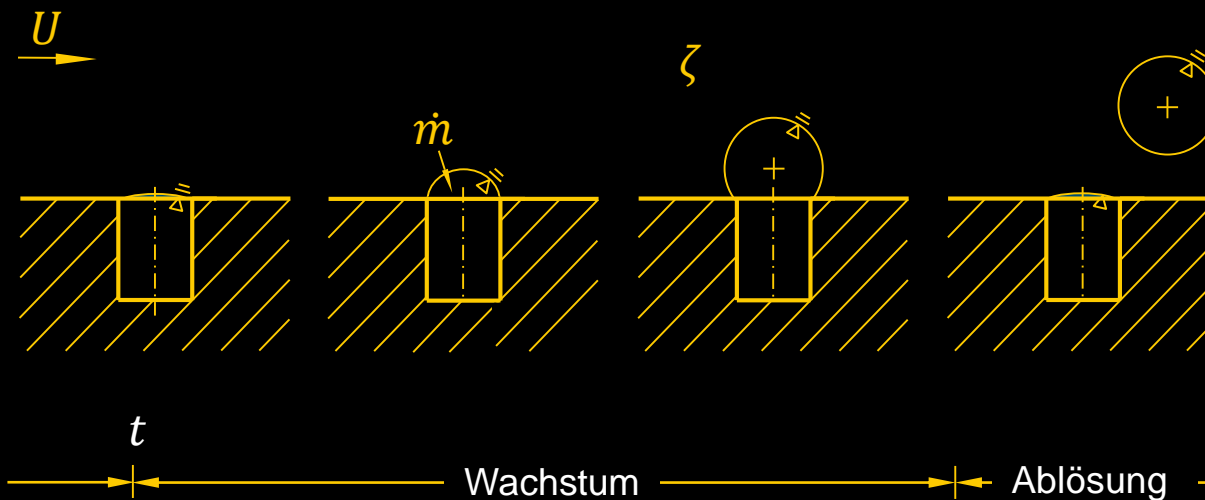
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Diffusionsgetriebene Keimbildung

$\rho, \zeta_\infty, p_\infty$

Aufnahme: 29 500 FPS  
Video: 30 FPS



[1]

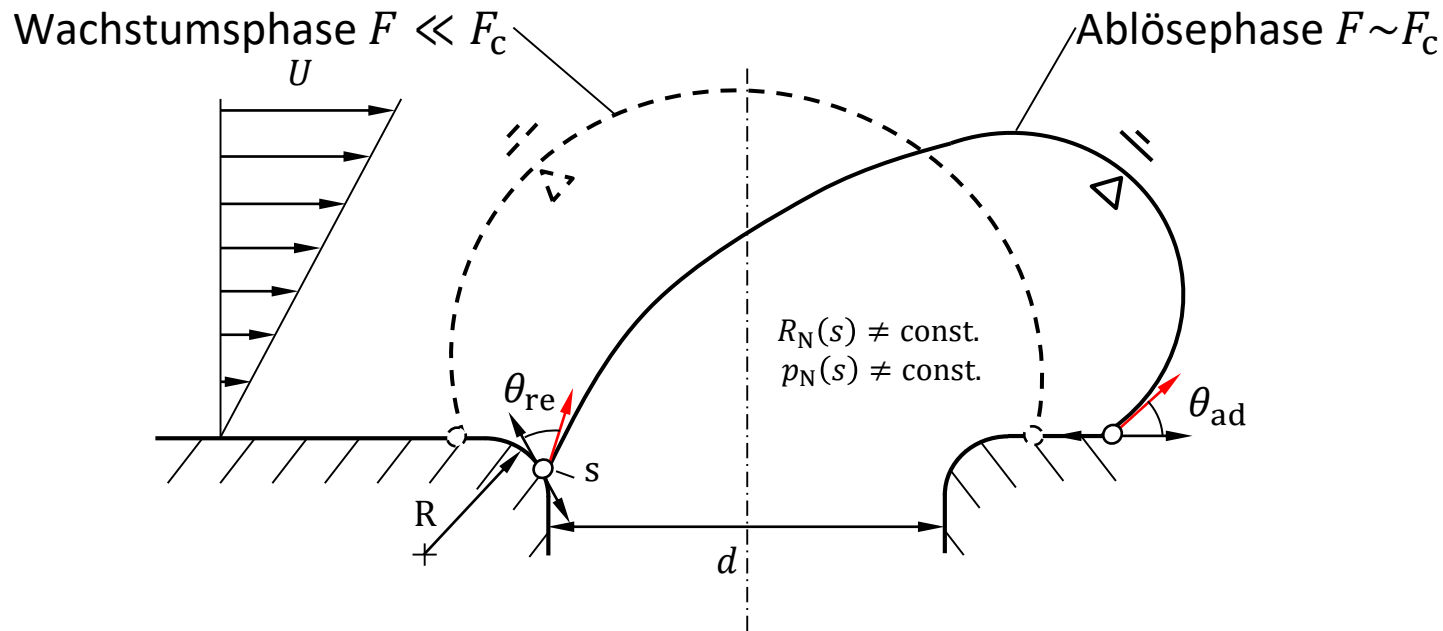
$$\zeta_\infty := \frac{c_\infty}{c_{\infty, \text{sat}}} - 1$$

# Ablösephase

## Dynamische Be- und Entnetzung

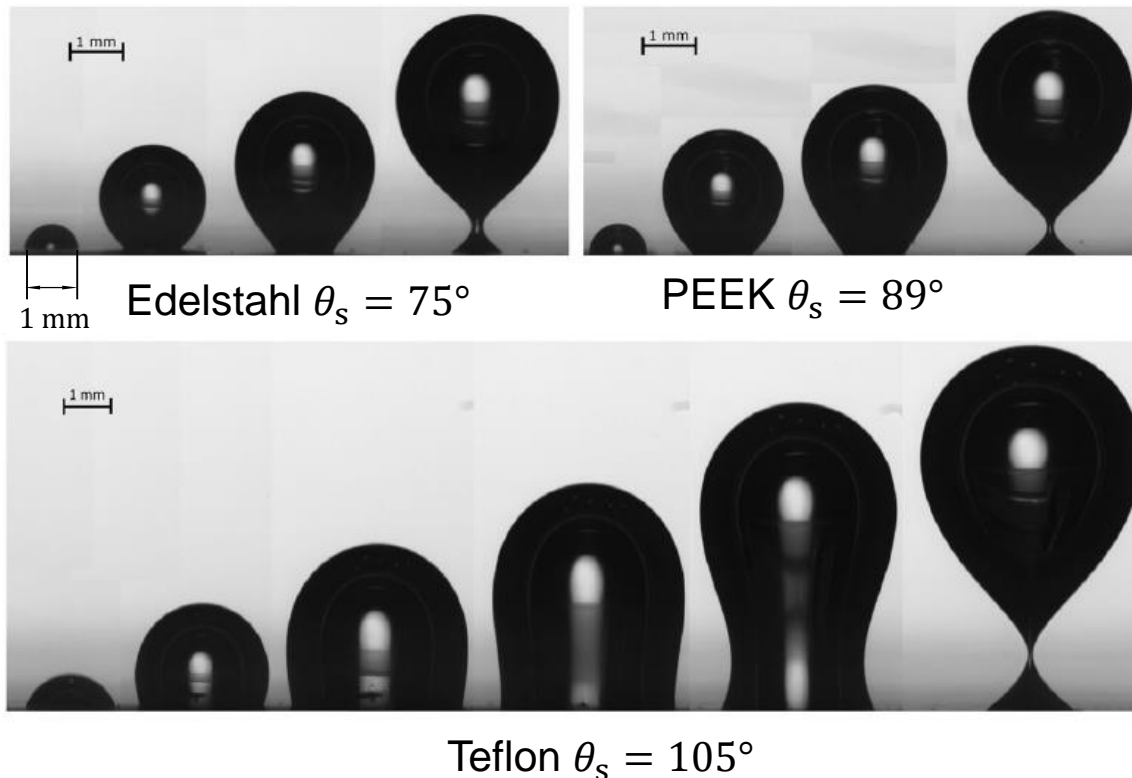
SFB 1194

Wechselseitige Beeinflussung von Transport- und Benetzungsvorgängen



*Wie beeinflussen Benetzungsverhalten und Kontaktliniendynamik die Ablösephase der wandgebundenen Keime?*

# Benetzbarkeit beeinflusst die Hydrodynamik



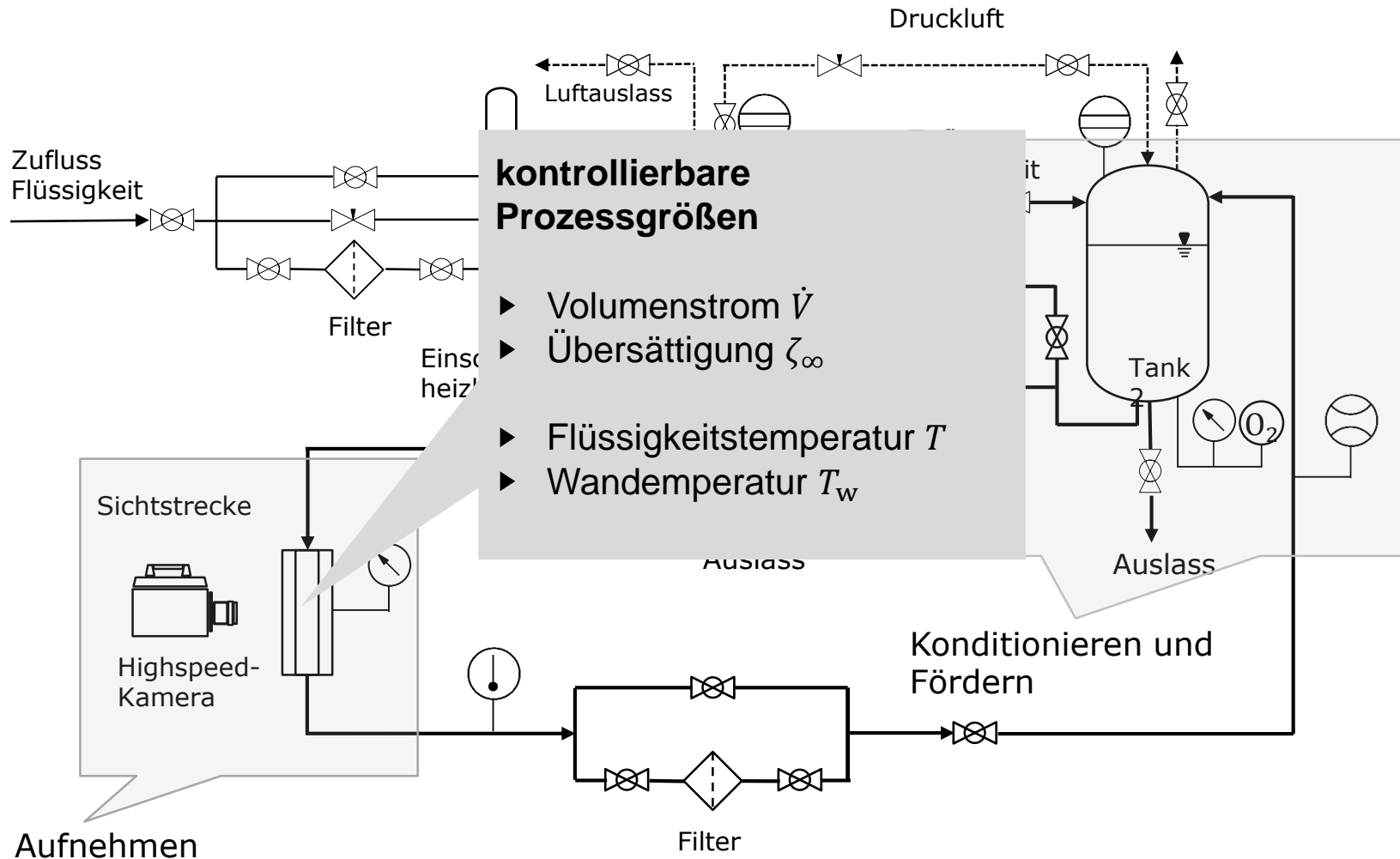
Mirsandi et al. (2019). Influence of wetting conditions on bubble formation from a submerged orifice. *Experiments in Fluids*. <https://doi.org/10.1007/s00348-020-2919-7>



# *EXPERIMENT*

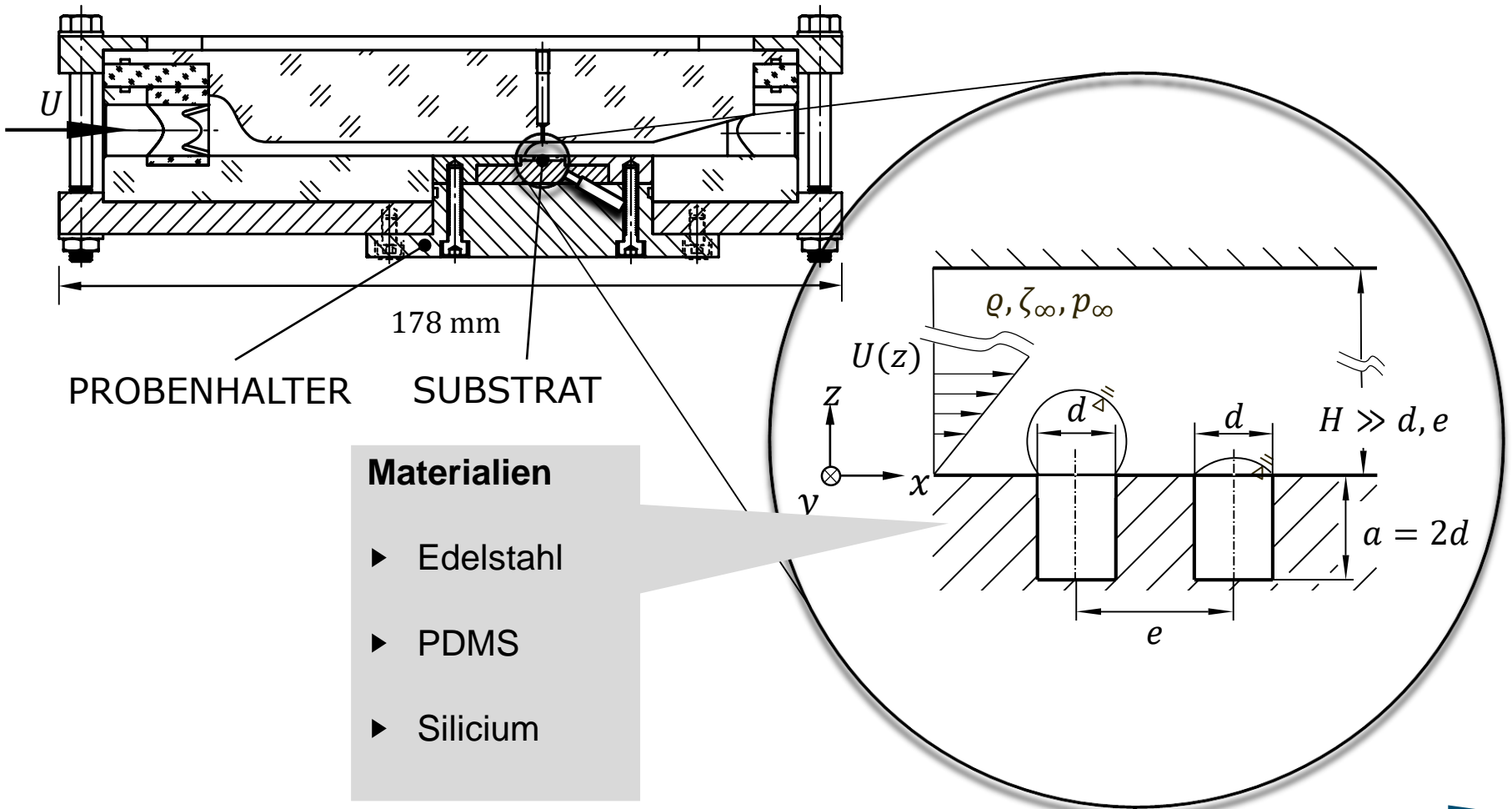
# Keimbildungsprüfstand

## Fließschema



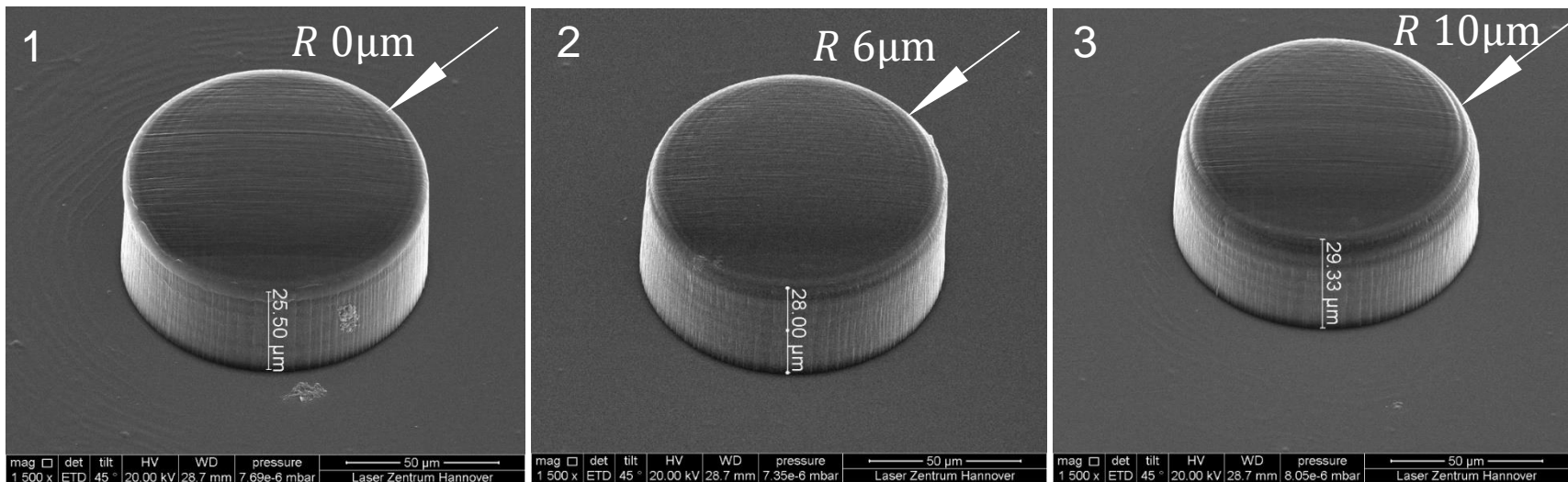
# Visualisierung

optisch zugängliche Messstrecke



# Herstellen mikrostrukturierter Substrate

- ▶ 2-Photonen-Laserlithographie
- ▶ gezielte Einstellung des Kantenradius  $R$
- ▶ kollaborative Entwicklung **transparenter** Substrate
- ▶ **Nanoprägelithografie**, um definierte Löcher zu erhalten.





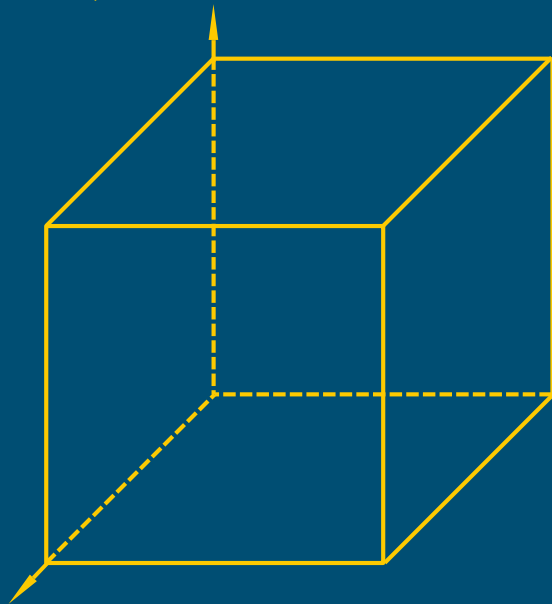
# Versuchsraum

## Untersuchung der Kontaktlinienbewegung



FLUID/FESTKÖRPER-  
SYSTEM

*Oh, Benetzbarkeit*



GESTALT

*d, r, Porenanordnung*

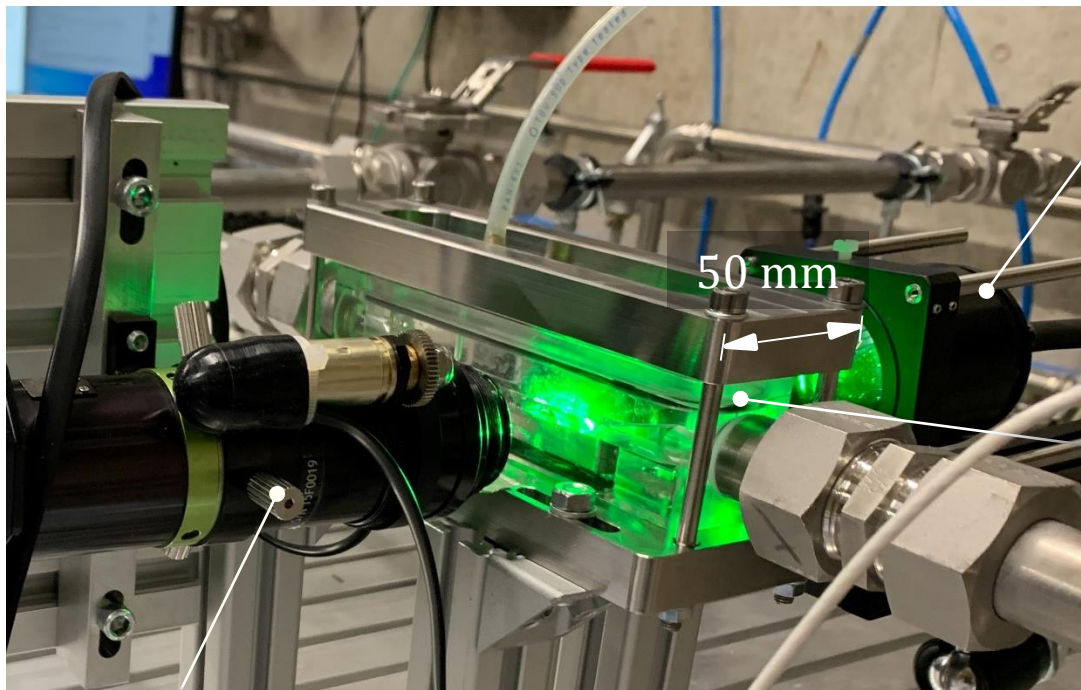
$$Re := \frac{\text{Trägheitskräfte}}{\text{viskose Kräfte}} = \frac{U d_h}{\nu}$$

$$Oh := \frac{\text{viskose Kräfte}}{\sqrt{\text{Trägheitskräfte} \cdot \text{Kapillarkräfte}}} = \frac{\eta}{\sqrt{\rho SL}}$$

PROZESS  
*Re*

# Visualisierung des Keimbildungsvorgangs

## optische Messtechnik



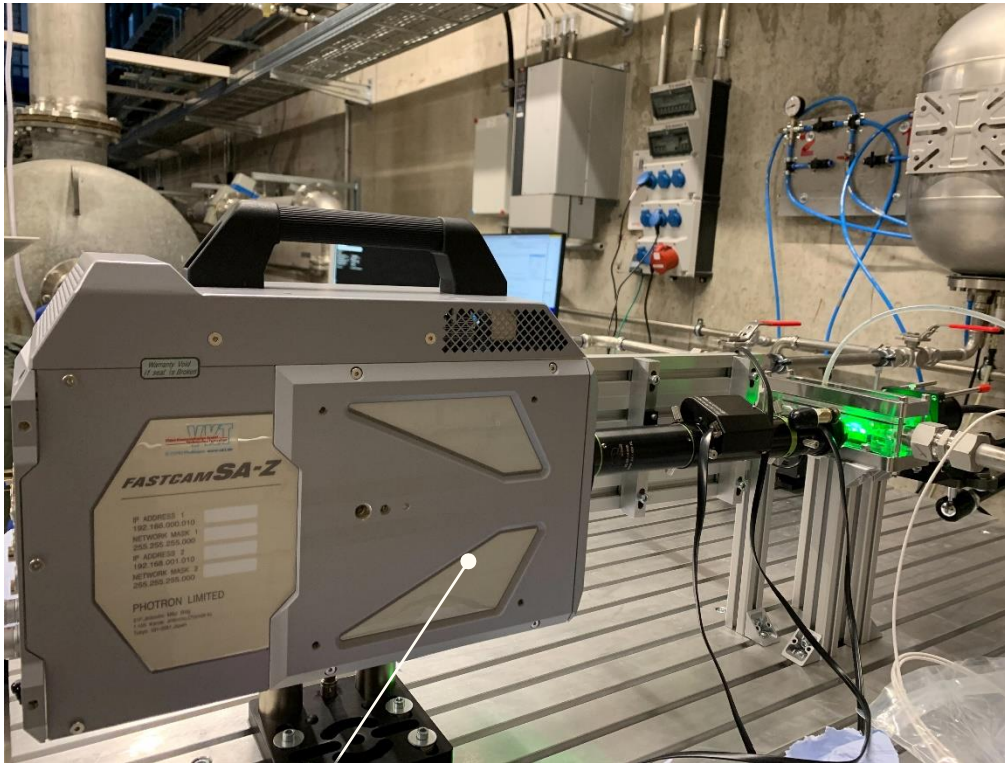
ILA LED PULSING  
SYSTEM PIV V3

MESSSTRECKE

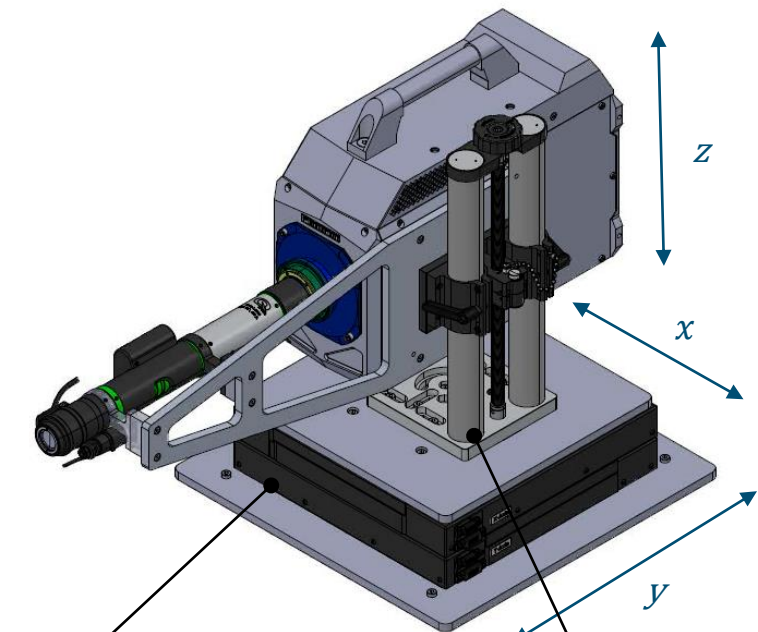
OPTEM FUSION MIKROSKOP-  
SYSTEM

# Visualisierung des Keimbildungsvorgangs

## optische Messtechnik



PHOTRON FASTCAM SA-Z



XY-SCHWERLASTKREUZTISCH

MANUELLE  
Z-HEBEBÜHNE



# *IMAGE PROCESSING*

# Bildverarbeitung

Bild in Graustufen



Hintergrund subtrahieren

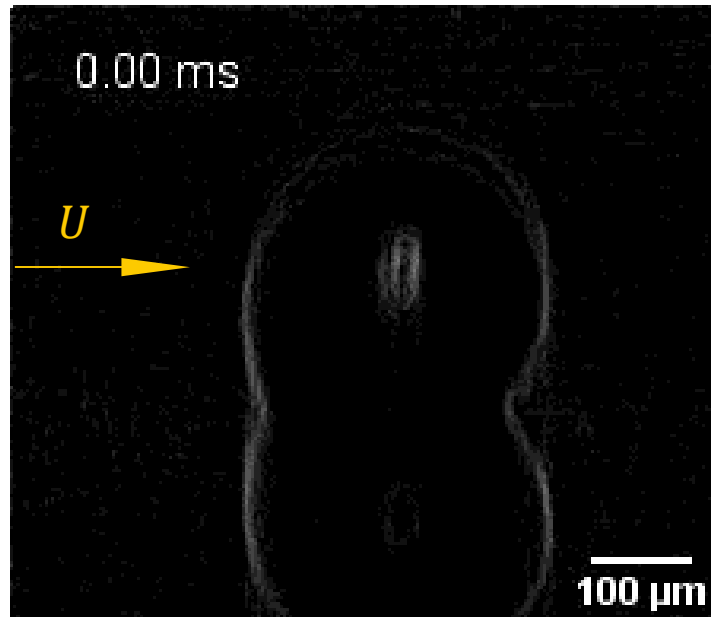


Kanten erkennen  
(Sobel-Operator)



scheinbaren Kontaktwinkel messen (dropsnake [1])

Aufnahme: 100 000 fps  
Video: 30 fps



$Re = 10\,000$

$\zeta = 2$

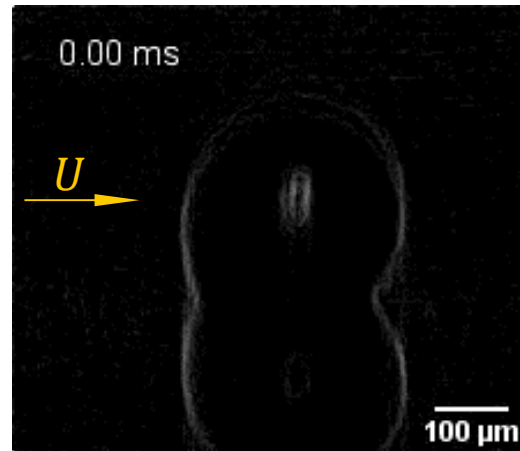
$\sigma = 64.8$

$d = 100\ \mu\text{m}$   
Silicium

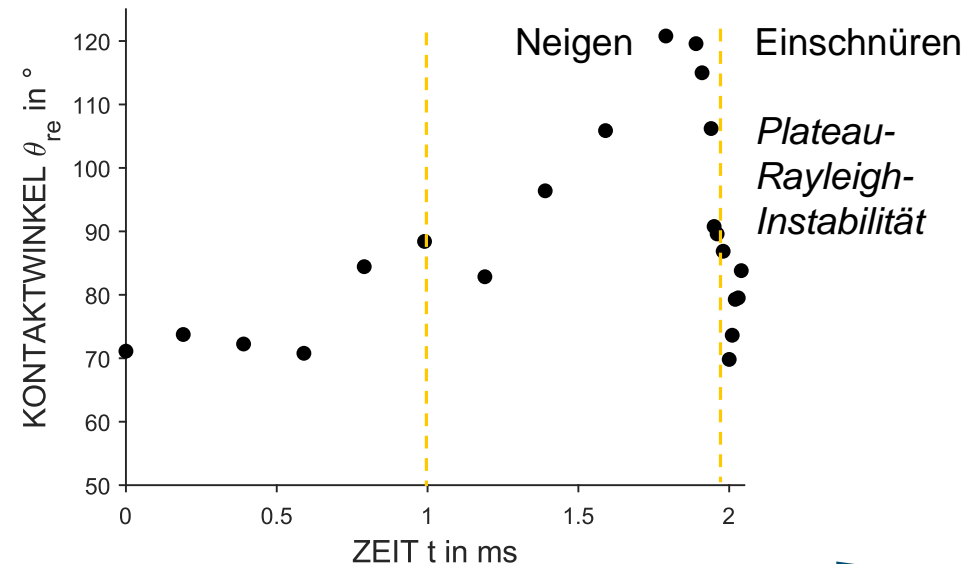
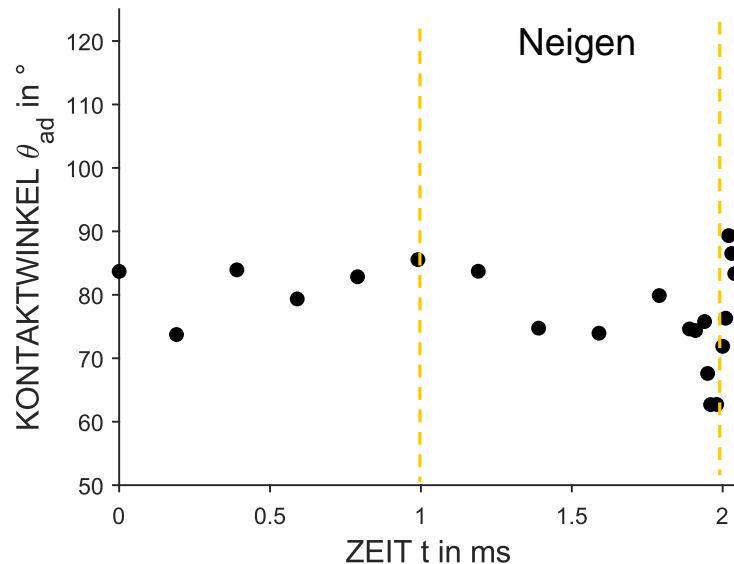
[1] Stalder et al. (2006). A snake-based approach to accurate determination of both contact points and contact angles. *Colloids and Surfaces*.  
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2006.03.008>

# Instationäre Kontaktlinienbewegung

## dynamische Hysterese



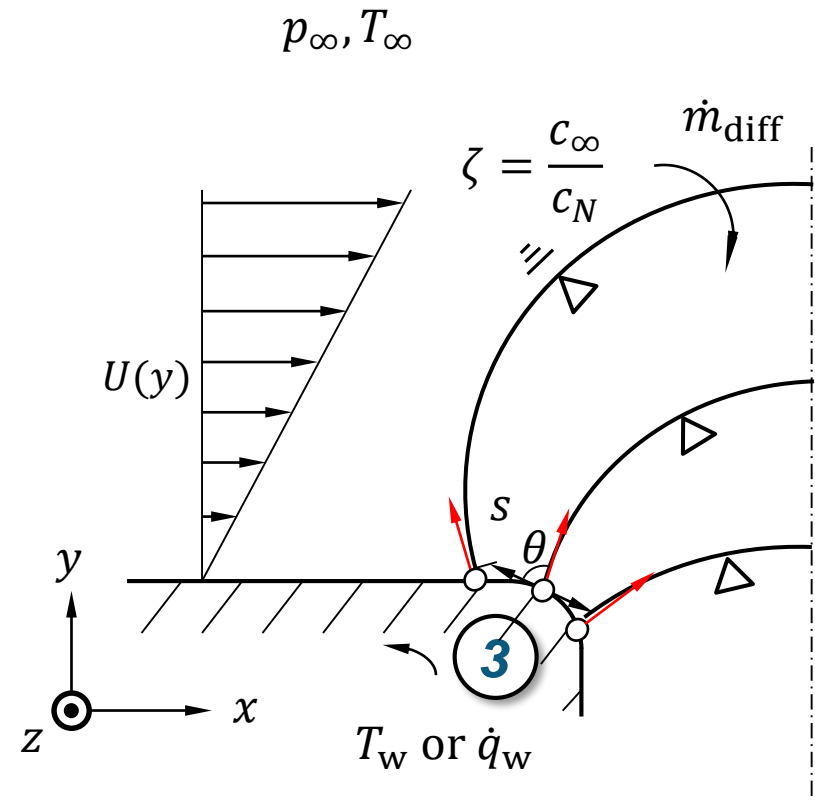
Aufnahme: 100 000 fps  
Video: 30 fps



# Untersuchungen zur Kontaktliniendynamik

Teilprojekt C06 im SFB 1194

- 1 Vollständige Charakterisierung der Kontaktlinienbewegung durch Winkel und Geschwindigkeit
- 2 Mischungen von Wasser/Ethanol und Wasser/Ethylenglykol untersuchen
- 3 Substratstruktur und -art verändern
- 4 Prozess- und Wandtemperatur variieren



# Fazit & Ausblick

1. Prüfstand zur Untersuchung der Blasendynamik erstellt
2. optische Messtechnik fähig zur Auflösung der Kontaktlinie
3. dynamische Hysterese der Kontaktwinkel in Scherströmung beobachtet
4. optimieren der Bildqualität in weiteren Vorversuchen
5. Versuchsplan abfahren
6. Stabilitätsanalysen für die Blasenablösung



# Optische Vermessung der instationären Kontaktlinienbewegung bei der diffusionsgetriebenen Keimbildung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

B. C. Depp, Dr.-Ing. G. J. Ludwig, Prof. Dr.-Ing. P. F. Pelz  
Drübeck, 2021

