

Interaktion der mechanischen Beanspruchung und der Produktivität von biologischen Agglomeraten in einem begasten Rührkessel

Matthias Kraume, Lutz Böhm

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Verfahrenstechnik, Sekr. FH 6-1, Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin

SPP 1934 Dispersitäts-, Struktur- und Phasenänderungen von Proteinen und biologischen Agglomeraten in biotechnologischen Prozessen - DiSPBiotech

DFG

Wissenschaftliche Fragestellungen und Lösungsansätze dieses Projekts

Wie wirken sich mechanische Belastungen auf Bioagglomerate im Rührfermenter aus (Modellsystem hier: *A. niger*)?

→ exp. und num. Charakterisierung lokaler Beanspruchung

Charakterisierung und Gestaltung scherarme Rührer

→ Versuche mit üblichen und neuartigen bionischen Rührertypen

Welchen (lokalen) Einfluss hat die Rheologie auf die Beanspruchung?

→ Variation der Rheologie (Newtonsch/nicht-Newtonsch)

Welchen Einfluss hat die Verweilzeit in Bereichen verschiedener Energiedissipationsraten auf das Bruchverhalten?

→ Mechanistische Beschreibung mittels Ermittlung der Beanspruchungshistorie

Wie können diese Erkenntnisse speziell in das Scale-up einbezogen werden?

→ Einbindung - speziell des Bruchverhaltens - in Populationsbilanzen

Material und Methoden

Experimentelle Anlagen für die zwei Versuchsebenen:

- 5L-Batch-Fermenter → Rheologie, Agglomeratbildung, Produktivität von/in Brühen
- 5L-Rührkessel (f/f/[g]) → lokale Scherraten und TGV in Ersatzsystem

Stoffsysteme:

- biologisches Modellsystem: Produktion von Invertase mit *A. niger*
- Flüssig/flüssig-System: Modellsystem zur Abbildung von Rheologie und TGV

Messmethoden:

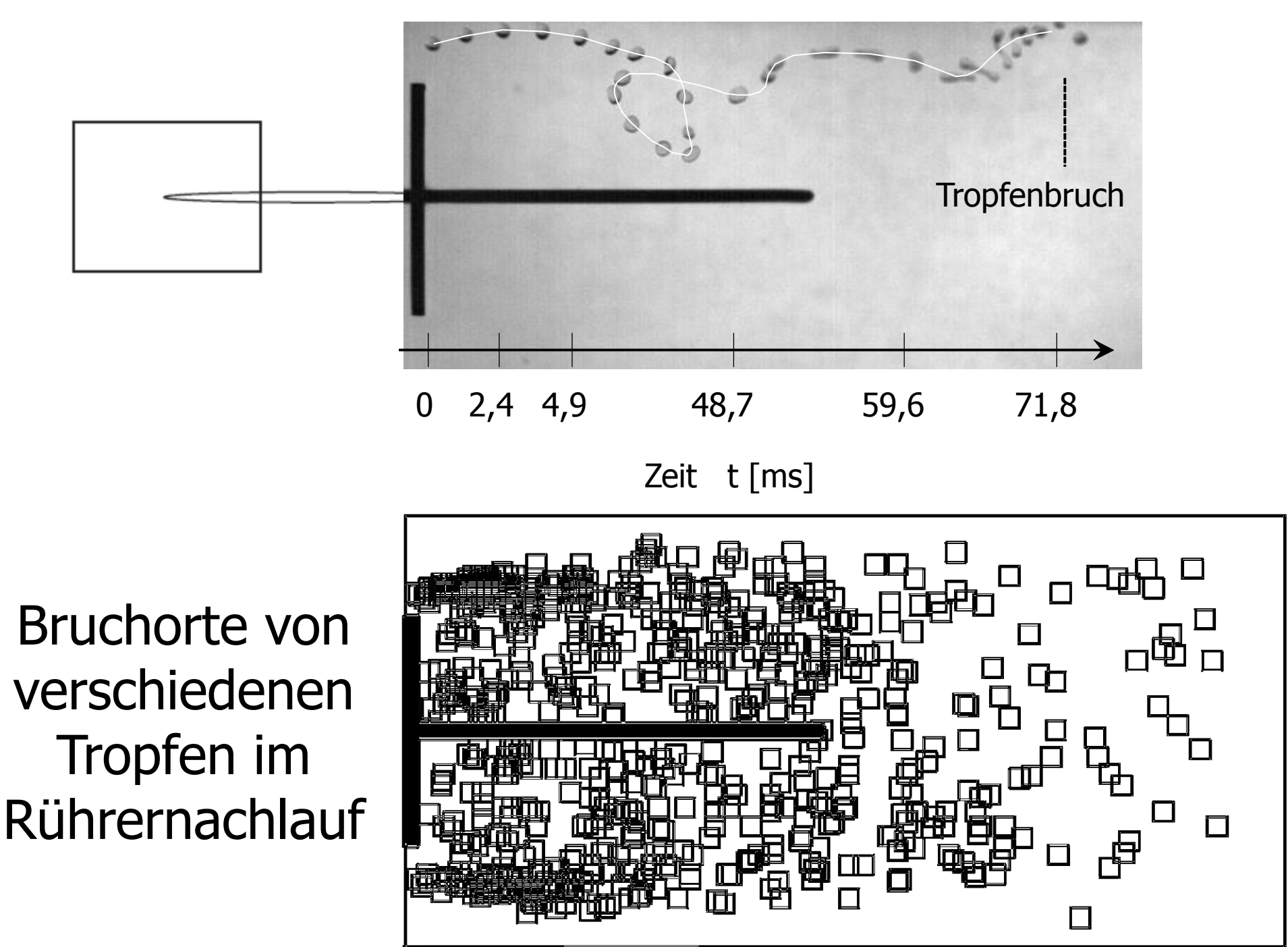
- Particle Image Velocimetry (PIV) → lokale Scherraten im Bulk
- Elektrodiffrusionsmethode (EDM) → lokale Scherraten an (Rührer-)Oberflächen
- Hochgeschwindigkeitskamera (HGK) → Auflösung des Tropfenbruchs
- Endoskopie → Agglomerat-/Tropfengrößenverteilung

Numerische Simulation:

- Computational Fluid Dynamics (CFD) → Abbildung der lokalen Scherraten
- Populationsbilanzen (PBE) → Abbildung der Agglomerat-/Tropfengrößenverteilung

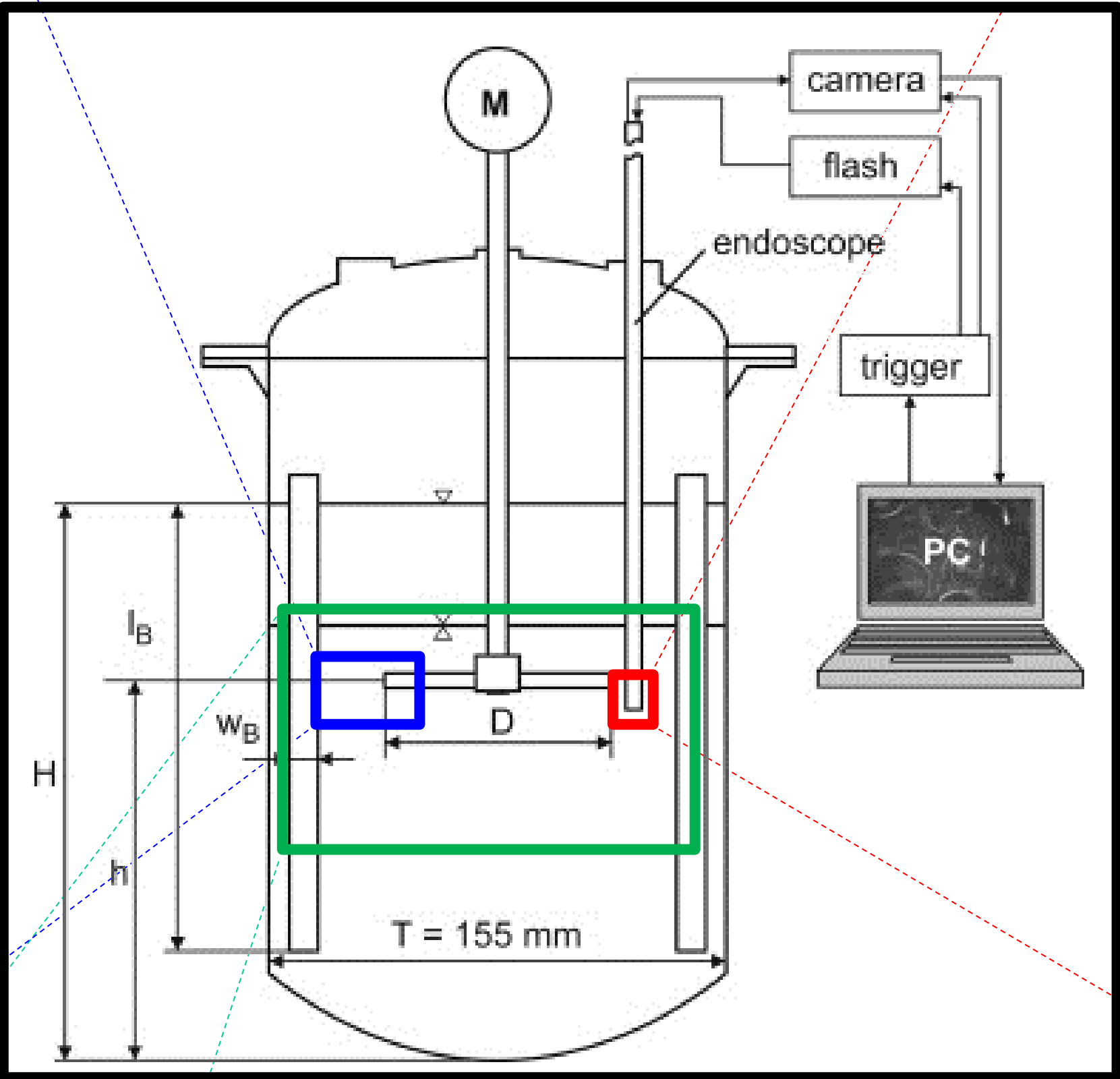
Beanspruchungshistorie (HGK)

- Auswirkung bestimmter lokaler Energiedissipationsraten und der Beanspruchungshistorie auf den Bruch von Agglomeraten bzw. Tropfen
- Charakterisierung von Bruchbedingungen



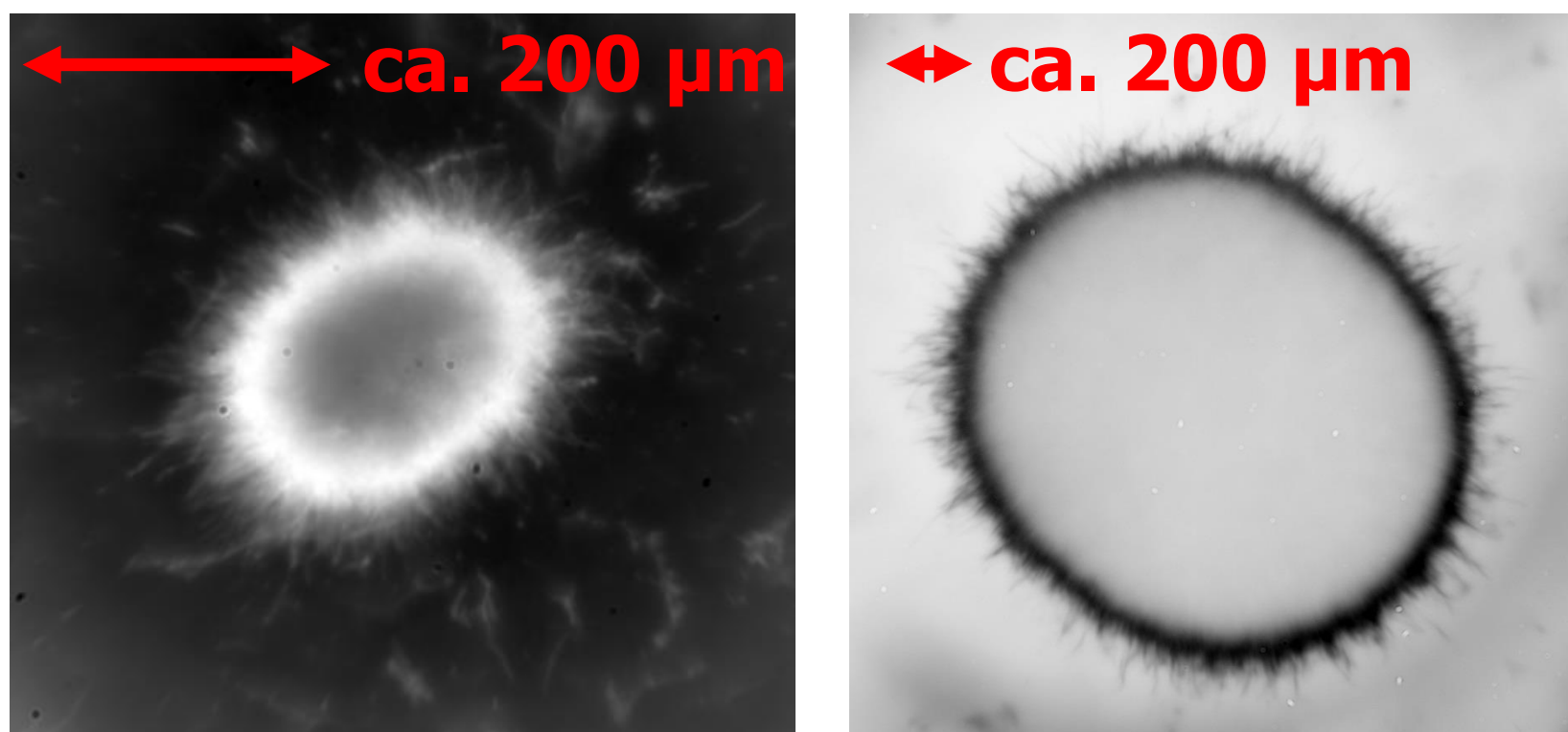
Varierte Parameter im Rührfermenter:

- Rührertyp (Scheiben-, Blatt- und Propeller-rührer, ein neuartiger bionischer Rührer)
- Rührerdrehfrequenz, -durchmesser
- Begasungsrate
- Stoffsystem



Agglomerat-/Tropfengrößenverteilung (Endoskopmesstechnik)

- Ermittlung typische Agglomeratgrößen von *A. niger*
- Tropfengrößenverteilung im Modellsystem
- Populationsbilanzen



Beispiel für

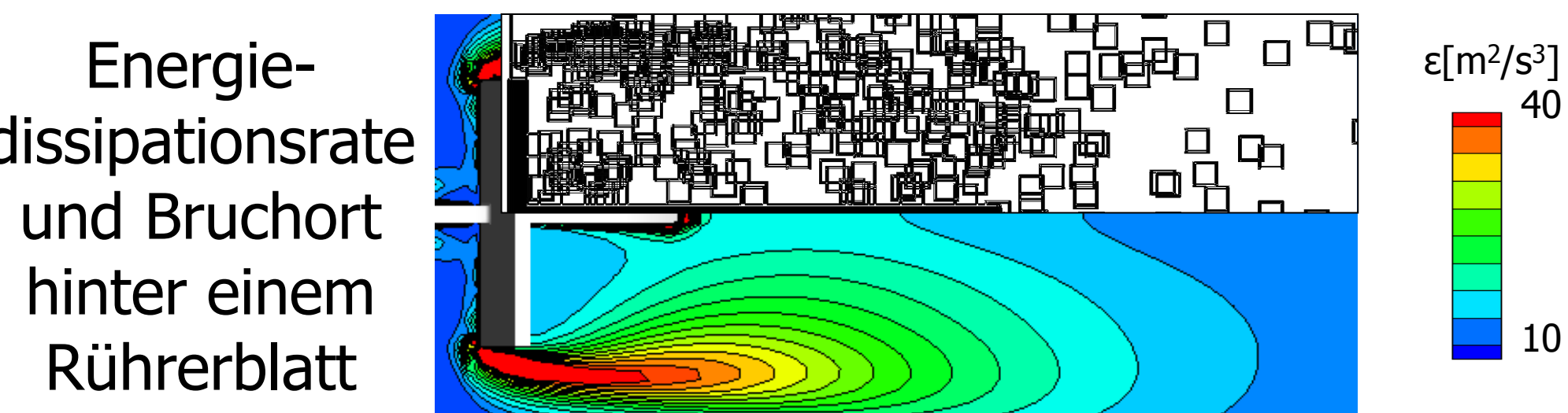
- filamentöse Pilze
- mycelbildend / pelletartig

aufgenommen mit der Endoskopmesstechnik (SOPAT)

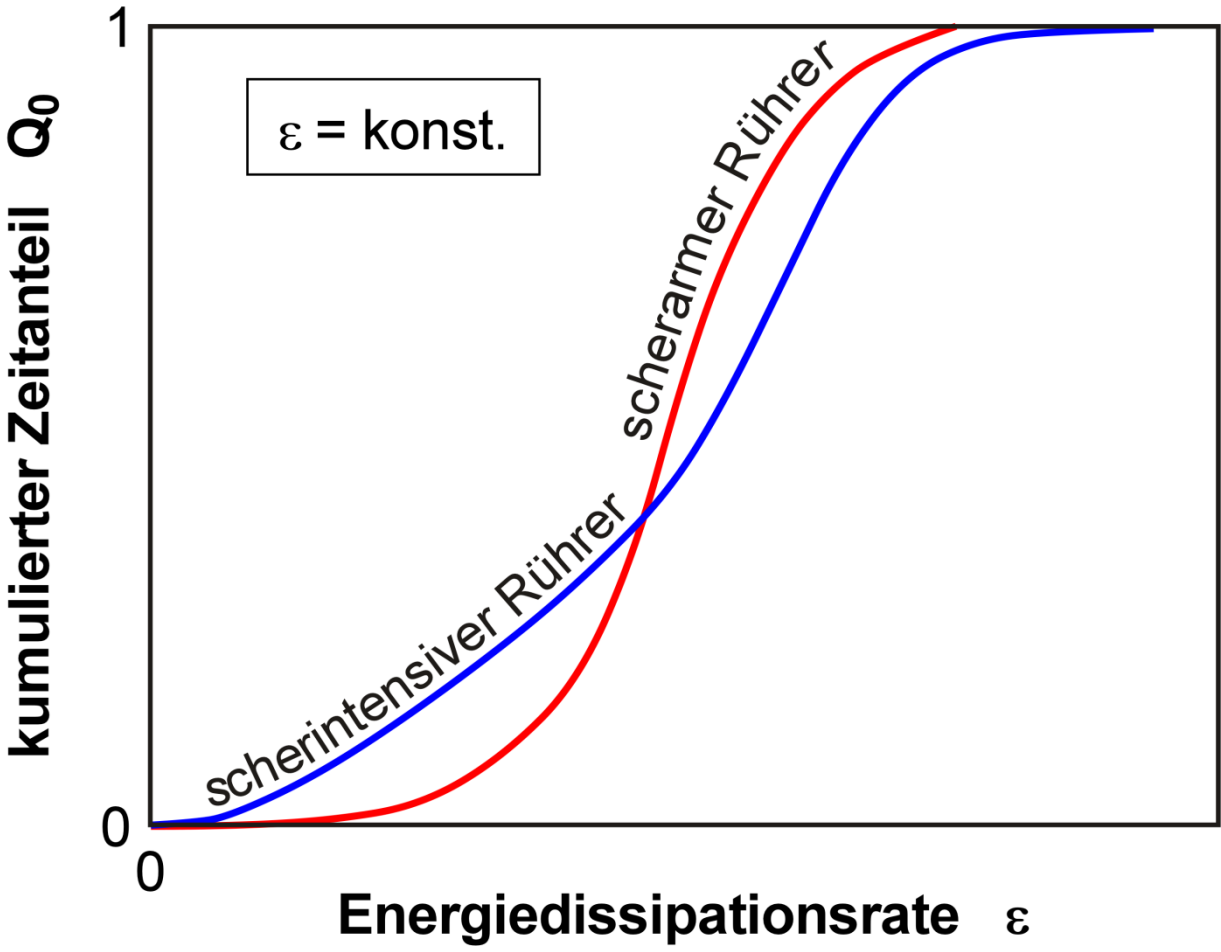
lokale Energiedissipationsrate (PIV/EDM/CFD)

Bestimmung der mechanischen Scherung

- im Bulk (PIV) und
- an der (Rührer-)Oberflächen (EDM)
- im Detail im gesamten Behälter (CFD)

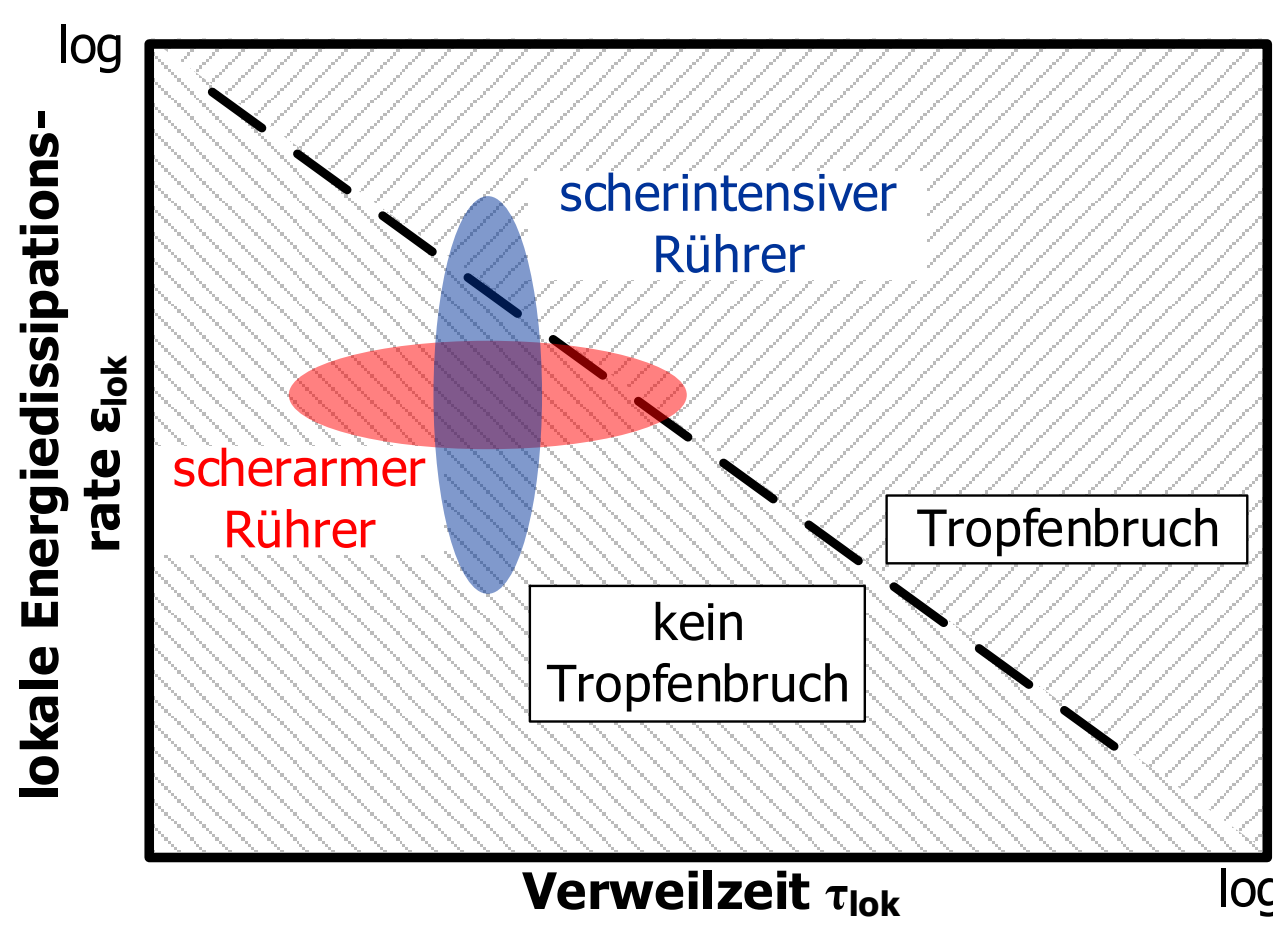


Mechanistische Beschreibung des Bruchverhaltens



- Kombination τ und ϵ in einem Volumenelement, durch das ein Tropfen/Agglomerat durchtritt, und der dazugehörigen Bruchwahrscheinlichkeit

- neuartige Einteilung der Scherintensität von Rührertypen auf Basis statistischer Ansätze



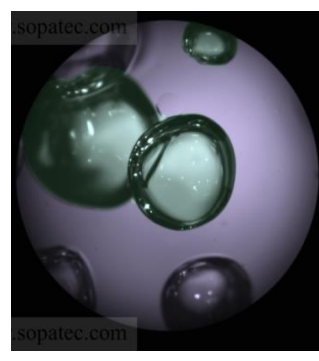
Arbeitspakete

- AP1:** Fermentation von *A. niger*
- AP2:** Entwicklung von Modellsystemen
- AP3:** Methodenentwicklung und Detailuntersuchung
- AP4:** CFD Simulationen
- AP5:** Bewertung der exp. und num. Daten

Zusammenarbeit innerhalb des SPP

- AG Thévenin:** numerisch: Kopplung von CFD und Populationsbilanzen; experimentell: PIV/EDM/HFA
- AG Fritsching:** Einfluss von Beanspruchungshistorien von Agglomeraten auf deren Zerkleinerung

Zusammenarbeit mit Firmen



- Fachgebietsausgründung SOPAT
 - spezialisiert auf Partikelmesstechnik
- TU Berlin-Ausgründung Evologics
 - Konstruktion bionischer Rührer

