

Einsatz von Computational Fluid Dynamics



Dipl.-Ing.
Sören Werner,
wissenschaftlicher
Assistent,
soeren.werner@zhaw.ch



Dipl.-Ing. Christian
Löffelholz,
wissenschaftlicher
Assistent,
christian.loeffelholz@
zhaw.ch



Prof. Dr.-Ing.
Dieter Eibl,
Dozent Bioverfahrens-
technik,
dieter.eibl@zhaw.ch

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitäten und Hochschulen sowie Industriepartnern aus der Schweiz und Deutschland werden am Institut für Biotechnologie in Wädenswil Untersuchungen zur Strömungsmechanik in Bioreaktoren unter Verwendung von Computational Fluid Dynamics (CFD) durchgeführt. Die Ergebnisse dienen der Charakterisierung, Optimierung und Entwicklung von Bioreaktoren und im Hinblick auf eine optimale Prozessführung. Massstabsübertragungen und der Transfer von Prozessen auf Systeme unterschiedlicher Bauart sind weitere Felder der aktuellen Forschung.

Für eine effiziente Produktion biopharmazeutischer Wirkstoffe sind optimale Bedingungen für den jeweiligen Biokatalysator (tierische/pflanzliche Zellen, Pilze/Hefen, Mikroorganismen) unerlässlich. Auf die zu kultivierenden Zellen wirken eine Vielzahl von physikalischen und chemischen Einflüssen, wobei diese hauptsächlich auf den aktuellen Strömungszustand zurückzuführen sind. Die computergestützten Methoden der Strömungsmechanik (CFD) sind ein hervorragendes Werkzeug, um diese Strömungsbedingungen in einem Bioreaktor beliebiger Bauart zu charakterisieren.

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Die numerischen Methoden der Strömungsmechanik dienen der Lösung von Bilanzgleichungen (Impuls, Masse, Energie), um den Strömungszustand in einem mehrdimensionalen Raum orts- und zeitaufgelöst zu beschreiben. Der Raum wird in eine grosse Anzahl von Kontrollvolumen unterteilt, um die korrespondierenden Differentialgleichungen numerisch lösen zu können. Durch eine Verknüpfung der Kontrollvolumen untereinander erhält man ein Ergebnis für den gesamten Raum.

Unser Ansatz

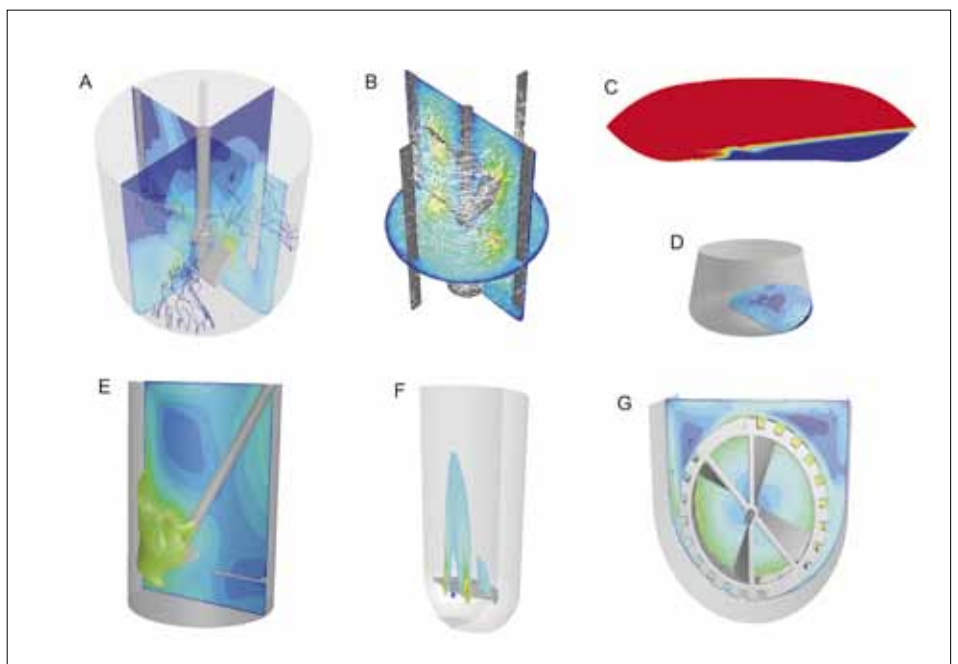
Unsere Arbeitsgruppe beschäftigt sich seit zwei Jahren vor allem mit der Berechnung von Einwegbioreaktoren. Die Modellentwicklung und die Verifizierung sind dabei die Hauptaufgaben. Die Simulationen beziehen sich in allen Fällen auf den Standardrührreaktor (A und B).

Vergleichende Simulationen wurden bisher zu den nachfolgend aufgeführten Systemen durchgeführt: Sartorius-Stedim CultibagRM (C), Schüttelkolben (D), Thermo Scientific Hyclone S.U.B. (E), zeta bio-t bag (F) und PBS Biotech (G).

Aktueller Stand und Ausblick

Aktuell wird nun eine Anlage bestehend aus Particle Image Velocimetry (PIV) und Shadowgraphy installiert, mit der sowohl Strömungsgeschwindigkeiten gemessen als auch mechanische Beanspruchung über die Partikelgrössenverteilung eines Öl/Wasser-Gemisches bestimmt werden können. Damit wird eine Modellverifizierung ermöglicht.

Gegenwärtig beziehen sich unsere numerischen Aktivitäten auf zweiphasige Modelle, bei denen sowohl die Strömung der Flüssigphase wie auch die Gasblasen und deren Verteilung in der flüssigen Phase berechnet werden sollen. Wichtige Aussagen bezüglich des Massentransfers von Sauerstoff und Kohlendioxid sowie ihrer Gradientenbildung im Reaktorraum sind damit möglich. Ferner sollen biologische Untersuchungen zum Status der Biokatalysatoren hinsichtlich einer Beeinflussung durch äussere Faktoren der Verknüpfung zwischen CFD und realen Zuständen dienen.



CFD-Simulationen: Verschiedene Ansichten ermöglichen eine Auswertung an jedem Ort hinsichtlich einer Vielzahl von Parametern (Geschwindigkeit, Phasenverteilung, Druck, Temperatur etc.).

Forschungsprojekt

Charakterisierung, Optimierung und Entwicklung von Bioreaktoren für Zellkulturen unter Einsatz von Computational Fluid Dynamics (CFD)

| | |
|------------|--|
| Leitung: | Prof. Dr.-Ing. Dieter Eibl |
| Partner: | TU Berlin, BTU Cottbus, TU Dresden, Hochschule Anhalt/Köthen, zeta AG, Sartorius-Stedim AG |
| Förderung: | Industrie |