

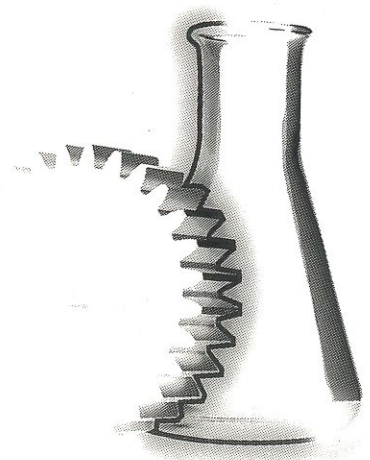
INTERNATIONALES TREFFEN FÜR CHEMISCHE TECHNIK UND BIOTECHNOLOGIE

Kurzfassungen der Vortragsgruppen

Mechanische Verfahrenstechnik

ACHEMA
94

MAYR



Die Anwendung von strukturierten Mischungsmodellen zur Maßstabsvergrößerung von Bioprozessen

Mayr B. 1), Horvat P. 2), Nagy E. 3), Moser A. 3)

- 1) .A.S.A. Abfall Service Holding AG
Straßgangerstraße 293
8053 Graz
- 2) Faculty of Food Technology and Biotechnology
University of Zagreb
Pierottijeva 6, 41000 Zagreb, Croatia
- 3) Institut für Biotechnologie
Petersgasse 12, 8010 Graz, Austria

Ein neuartiges Konzept zur Maßstabsvergrößerung von Bioprozessen, das auf einem Mischungsmodell für einen Fermentor mit Rushton Turbinen basiert, wird vorgestellt [1]. Das physikalische Mischungsmodell weist vier Anpassungsparameter auf, nämlich radiale ($t_{c,rad}$) und axiale ($t_{c,ax}$) Zirkulationszeit, Anzahl der ideal gemischten Volumenelemente in einer Rezirkulationskaskade (N) und die Größe des ideal gemischten Volumens der Rührzone (V_M/V_{tot}) [2]. Die Optimierung dieser Modellparameter erfolgt mit einer modifizierten Monte-Carlo-Methode [3], indem eine bestmögliche Anpassung der Antwortkurven des Mischungsmodells auf eine Tirac-Stoßfunktion an die Ergebnisse des Experiments im Fermentor bestimmt wird.

Zirka 400 Experimente, durchgeführt in drei Volumina (0,12, 2,5 und 65m³ Flüssigvolumen), mit Medien unterschiedlicher Viskosität, verschiedenen Drehzahlen und mit variabler Belüftungsintensität [1], stellen die Basis der Modellparameter Anpassung dar. Dabei konnte keine deutliche Abhängigkeit der Anzahl der Kaskadenelemente (N) von den experimentellen Bedingungen (Rührungs- und Belüftungsintensität, Viskosität und Maßstab) festgestellt werden, deshalb wird dem Parameter N der Wert 4 zugeordnet. Im Falle der radialen Zirkulationszeit ($t_{c,rad}$) bringt die Anwendung der Formel für die Berechnung der Pumpleistung einer Rushton-Turbine zufriedenstellende Ergebnisse. Für die verbleibenden zwei Modellparameter, i.e. $t_{c,ax}$ und V_M/V_{tot} , werden formale Gleichungen mit Abhängigkeiten zweiter Ordnung verwendet, die alle vier zuvor erwähnten experimentellen Variablen beinhalten [1].

Die vorgestellte Methode der hydrodynamischen Maßstabsvergrößerung ermöglicht es, die Anpassungsparameter des Mischungsmodells in einem weiten Betriebsbereich von industriellen Fermentationen mit ausreichender Präzision zu beschreiben. Diese Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit konventionellen Rührkesselfermentoren, die mit drei Rushton Turbinen und vier Strömungsbrechern ausgestattet sind. Als Konsequenz gilt das

vorgestellte Konzept und Gleichungssystem nur für diesen Fermertortyp, jedoch läßt sich die Strategie auch auf andere Bauarten übertragen. Daher könnte es sich als nützliches Hilfsmittel zum Vergleich des Verhaltens eines Bioprozesses in unterschiedlichen Fermentortypen erweisen.

Das verwendete mathematische Konzept stellt eine formale Lösungsmöglichkeit dar, mechanistische Ansätze wurden in dieser Arbeit nicht getestet. Methoden wie Computational Fluid Dynamics (CFD) könnten sicherlich interessante Aussagen erzielen [4].

Vergleichbare Ansätze zur Maßstabsvergrößerung die ebenfalls auf strukturierten physikalischen Mischungsmodellen basieren, können für alle üblichen Bioreaktoren erstellt werden [5, 6, 7]. Falls adaptierte Mischungsmodelle zur Verfügung stehen, kann eine Simulation des Verhaltens von Fermentationen im großen Maßstab in verschiedenen Bioreaktortypen bereits nach den ersten Versuchen im Schüttelkolben erfolgen und folglich der optimale Fermentortyp ausgewählt werden. Allerdings müssen die Wechselwirkungen zwischen den physikalischen und biologischen Parametern bekannt und mathematisch in den Modellen beinhaltet sein.

Diese Methode der Maßstabsvergrößerung stellt einen empirischen Ansatz dar. Es werden keine theoretischen Ansätze, wie z.B. die Turbulenztheorie, benötigt. Eine Extrapolation über die Gültigkeitsgrenzen bzw. Vorhersagen für andere Bioreaktortypen kann daher nicht empfohlen werden. Andererseits kann das umfangreiche experimentelle Datenmaterial zur Verbesserung bzw. Überprüfung bestehender Mischungstheorien herangezogen werden.

LITERATUR

- [1] Mayr B., Nagy E., Horvat P., Moser A. 1994
Scale-up on basis of structured mixing models: A new concept
Biotechnol.Bioeng. **43** (3) 195-206
- [2] Mayr B., Horvat P., Nagy E., Moser A. 1993.
Mixing-models applied to industrial batch bioreactors
Biopr. Eng. **9**: 1-12
- [3] Mayr B., Nagy E., Horvat P., Moser A. 1993
Modeling of mixing and simulation of its effect on glutamic acid fermentation
Chem.Biochem.Eng.Q. **7** (1): 31-42
- [4] Groen D. 1993.
Scale dependence of mixing in bioreactors. p. 79-84
In: Proceedings of International Symposium "Bioreactor Performance"
The Biotechnology Research Foundation, Lund, Sweden
- [5] Jury W. 1989.
Mixing in bioreactors.
Ph.D. Thesis, Institute for Biotechnology, Graz University of Technology, Graz,
Austria
- [6] Moser A., Mayr B., Jury W., Steiner W., Horvat P. 1991.
Mathematical models for mixing in deep jet bioreactor: analysis.
Biopr.Eng. **7**: 171-176
- [7] Moser A., Mayr B., Jury W., Steiner W., Horvat P. 1991.
Mathematical models for mixing in deep jet bioreactor: calculation of parameters.
Biopr.Eng. **7**: 177-182