



Doctoral Thesis

## Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit aerober Suspensionskulturen in gerührten Bioreaktoren

**Author(s):**

Hess, Philipp Nicolas

**Publication Date:**

1988

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000495865> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 8572

# Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit aerober Suspensionskulturen in gerührten Bioreaktoren

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
Philipp Nicolas Hess  
Dipl. Chemiker  
geboren am 10. Dezember 1957  
von Wuppertal

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. A. Fiechter, Referent  
Prof. Dr. F. Widmer, Korreferent

1988  
Eidg. Techn. Hochschule  
Institut für Biotechnologie  
ETH-Hänggerberg  
CH-8093 Zürich  
Switzerland

Prof. Dr. A. Fiechter

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1988

## 6. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, die Strategie, durch Erhöhung der Biomassekonzentration die volumenbezogene Produktivität sowie die ökonomische Leistungsfähigkeit zu steigern, für aerobe Bioprozesse zu beurteilen.

Als geeigneter Modellprozeß erwies sich die Biomasseproduktion mit der respiratorischen Hefe *Trichosporon cutaneum* auf Glucoseminimalmedium. Der entsprechende Sauerstoffeintrag wurde in einem kompakten Propellerschlaufenreaktor (Volumen 0,06 m<sup>3</sup>) durch hohen Leistungseintrag (bis zu 70 kW m<sup>-3</sup>), Anreicherung des Gaszustromes mit Sauerstoff sowie Verzicht auf Entschäumer gewährleistet. Um Mediumeinflüsse auszuschalten kamen neben Zulaufverfahren, Verfahrenweisen mit Zellrückführung mittels Querstromfiltration zum Einsatz. Zum Vergleich wurde ein Rührkesselreaktor mit externer Schaumrückführung untersucht (Volumen 0,045 m<sup>3</sup>). Zur ökonomischen Beurteilung wurden einfache faktorielle Methoden zur Kostenschätzung eingesetzt.

Es wurde eine maximale volumenbezogene Biomasseproduktivität von 22 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> (Sauerstoffeintragsrate: 14 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>) bei Biotrockenmassekonzentrationen von ca. 120 kg m<sup>-3</sup> im Zellrückführungssystem erzielt. Weitere Steigerung der Biomassekonzentration auf bis zu 200 kg m<sup>-3</sup> führte zu keiner Produktivitätsverbesserung. Aufgrund von Mediumeinflüssen waren die maximalen Produktivitäten im Zulaufverfahren geringer. Es konnte gezeigt werden, daß die Leistungsfähigkeit des Systems durch den starken Viskositätsanstieg und der damit verbundenen Diffusionslimitation des Sauerstofftransportes in die Zellumgebung begrenzt wird.

Bei Luftbegasung liegt die Begrenzung dagegen in der durch den Bioreaktor eingetragenen Sauerstoffmenge. Dabei konnten Sauerstoffeintragsraten bis zu 10 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> im kompakten Propellerschlaufenreaktor und 5,8 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> im Rührkesselreaktor erzielt werden.

Anhand von Kostenschätzungen wurde gezeigt, daß die ökonomische Leistungsfähigkeit aerober Bioprozesse durch Erhöhung der Biomassekonzentration gesteigert werden kann.

## 6. Summary

The objective of the work was to assess the strategy of increasing volumetric productivity, and economical performance in aerobic bioprocesses, by increasing biomass concentration.

Biomass production with the obligate respiratoric yeast *Trichosporon cutaneum* on glucose media was found to be a suitable model process. Appropriate oxygen transfer was guaranteed by using a Compact Loop Bioreactor (volume 0.06 m<sup>3</sup>) at high power input (up to 70 kW m<sup>-3</sup>), by enriching gas with oxygen, and by not using antifoam agent. Fed-batch cultivation was used, and for eliminating some effects of the medium a cultivation method was developed, employing crossflow microfiltration for cell recycling. In order to make a comparison, a Stirred Tank Reactor with external foam recycling was investigated (volume 0.045 m<sup>3</sup>). For an economical assessment, standard factorial methods of cost evaluation were used.

Maximum volumetric productivity of biomass was found to reach 22 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> (Oxygen Transfer Rate: 14 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>) at a biomass concentration of about 120 kg m<sup>-3</sup> (dry weight) in the cell recycling system. Further increase of biomass concentration up to 200 kg m<sup>-3</sup> did not increase productivity. Because of effects of the medium, maximum productivity was lower in fed-batch culture. As demonstrated, the performance of the system is limited by the viscosity increase with high cell densities. At high cell densities, oxygen diffusion between bulk liquid and cell environment became the rate determining step.

By gassing with air, the maximum gas-liquid oxygen transport was the rate determining step. Maximum oxygen transfer rates were as high as 10 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> in the Compact Loop Bioreactor, 5.8 kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> in the Stirred Tank Reactor.

As was shown by cost predictions, economical performance can be increased with biomass concentration.