

## **Bausatz für einen modularen Miniatur-Bioreaktor und seine Anwendung als elektrochemische Testzelle für Bio-Brennstoffzellen**

Arne Kloke<sup>1</sup>, Stefanie Rubenwolf<sup>1</sup>, Clemens Bücking<sup>2</sup>, Johannes Gescher<sup>2</sup>,  
Sven Kerzenmacher<sup>1</sup>, Roland Zengerle<sup>1</sup> und Felix von Stetten<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung, Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK),  
Universität Freiburg, Georges-Koehler-Allee 106, 79110 Freiburg

<sup>2</sup> Institut für Biologie II, Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, 79104 Freiburg

Parallelisierbare Verfahrensentwicklung und kostengünstige Erprobung von Bioprozessen haben Miniatur-Bioreaktoren in der Biotechnologie unerlässlich gemacht [1]. Wir haben einen Bausatz entwickelt mit dem sich miniaturisierte Blasensäulen-Reaktoren in Volumen und Funktionalität anpassen lassen. Im Speziellen eignet sich dieses Bioreaktorsystem für die elektrochemische Charakterisierung von Bio-Brennstoffzellen.

Die Reaktorkammern (siehe Abb. 1) werden aus abwechselnd aufeinandergestapelten Polycarbonatelementen und Silikondichtungen gebildet. Bohrungen in den aufeinanderliegenden Elementen bilden die Kanäle für Begasung und Mediumszugang. Funktionen wie Düsen oder Mediumszugang sind als Strukturen in die Dichtungselemente eingearbeitet. Das notwendige Durchmischen wird durch die Begasung angetrieben. Der Sauerstoffeintrag dieses Blasensäulen-Reaktors liegt mit  $k_L a = 10^{-2} \text{ s}^{-1}$  im üblichen Bereich. Optoden auf der Unterseite ermöglichen die kontinuierliche Aufzeichnung von Sauerstoffkonzentration und pH-Wert.

Untereinander sind die einzelnen Reaktorkammern durch eine ionenleitende Membran getrennt, so dass in den Reaktorkammern mit unterschiedlichen Medien, bei gleichzeitiger ionischer Verbindung zwischen den Kompartimenten, gearbeitet werden kann. Den seitlichen Abschluss bilden die Halterungen für die Referenzelektroden (siehe Fig. 2), mittels derer sich elektrochemische Potentiale in den Reaktorkammern ohne Beeinflussung durch den elektrischen Membranwiderstand bestimmen lassen.

Mit getrennten Anoden- und Kathodenkompartimenten führen wir aktuell Untersuchungen an enzymatischen und mikrobiellen Brennstoffzellen durch. Das Enzym Laccase setzt selektiv Sauerstoff um und besitzt das Vermögen Elektronen ohne einen Mediator mit der Elektrode auszutauschen. Zur Charakterisierung dieses Elektronentransfers wurden unterschiedliche Elektrodenmaterialien getestet [2]. Darüber hinaus wurden Mikroorganismen des Typs *shewanella oneidensis* in Reaktionskammern kultiviert. Hier soll mittels elektrochemischer Untersuchung festgestellt werden welche Gene für den Elektronenaustausch verantwortlich sind.

Referenzen:

1. J. I. Betts, F. Baganz: "Miniature Bioreactors: Current Practices and Future Opportunities", Microbial Cell Factories, 2006, 5:21
2. S. Rubenwolf, A. Kloke, S. Kerzenmacher, R. Zengerle and F. von Stetten: „Direct Electron Transfer from Different Adsorption-Bound Laccase to Different Carbon Based Electrodes“, erscheint im Tagungsband des World Congress on Biosensors 2008

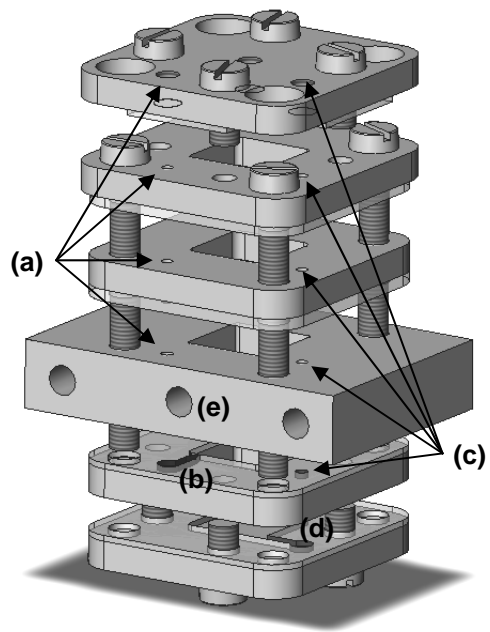


Fig. 1

Konstruktionsansicht des Aufbaus einer einzelnen Reaktionskammer mit  
 (a) Begasungskanal, (b) Düse,  
 (c) Medienzugang, (d) Medien-Port,  
 (e) Verbindung für ionischen Kontakt.



Fig. 2

Photographie eines Miniatur-Bioreaktor-Systems mit 2 Reaktionskammern und 2 Seitenteilen mit Halterungen für Referenzelektroden, wie es für elektrochemische Experimente mit Bio-Brennstoffzellen verwendet wird.