

## Bio-elektrochemische Brennstoffzelle als Baustein einer energieerzeugenden Abwasserbehandlungsanlage

Bolong Jiang\*, Thorben Muddemann\*, Ulrich Kunz\*, Hinnerk Bormann\*\*,  
Michael Niedermeiser\*\*, Dennis Haupt\*\*, Ottmar Schläfer\*\*, Michael Sievers\*\*

\* Technische Universität Clausthal, Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik,  
Leibnizstr.17, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

\*\* CUTEC-Institut GmbH, Leibnizstr. 21-23, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

### Motivation

Aufgrund der Möglichkeit der Eigenstromerzeugung und bei konsequenter Senkung des Stromverbrauchs insbesondere durch Reduzierung des Energieaufwandes können kommunale Abwasserbehandlungsanlagen prinzipiell zu Nettolieferanten regenerativer Energien umgewandelt werden. Hierzu sind allerdings noch erhebliche Entwicklungsschritte erforderlich, aber auch grundsätzliche Fragen zu klären im Zusammenhang mit der Reinigungsleistung und den Möglichkeiten einer technischen Integration auf Abwasserbehandlungsanlagen. Mit dem Verbundvorhaben wird ein neuartiger Systemansatz verfolgt, der einen substantiellen Beitrag für die Energiewende in der Abwasserbehandlung leisten könnte. Der Ansatz beinhaltet eine biologische Brennstoffzelle (BioBZ), deren Elektroden mit Mikroorganismen beschichtet werden.

### Theoretische Grundlage

Der konventionelle Aufbau des MFCs ist in Abb.1 gezeigt. In einer BioBZ werden organische Substanzen an der Anode zu  $\text{CO}_2$  und Protonen reagiert, während die an der Anode erzeugten Protonen durch den Membran fließt und mit Sauerstoff an der Kathode reagiert. Bei der Abwasserreinigung durch BioBZ kann der Katalysator auf der Anode entweder biologisch oder antibiologisch sein. Pt ist ein typisches Beispiele für unbiologische Katalysatoren. Weil Pt zu teuer ist, bevorzugt man einen günstigen Katalysator. Aus diesen Gründen denkt man an einem günstigen Katalysator. In unserer Forschung wird eine Mischung der Graphit und  $\text{MnO}_2$  als katalytische Beschichtung auf Kathode verwendet.

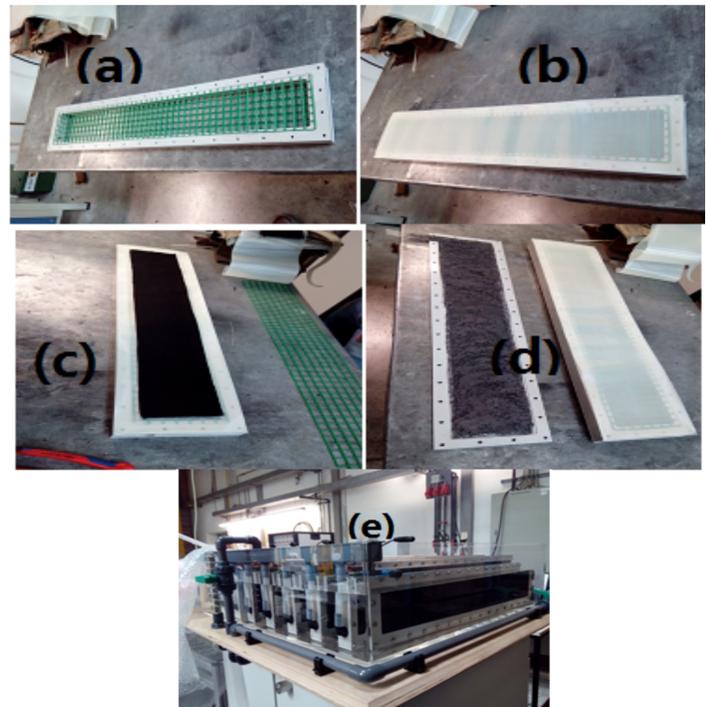


Abb. 2 Bauteile und Aufbau der zu Industrie nähernden BioBZ (a) PVC Rahmen für Anodeplatte, (b) Membran der Zelle, (c) ACN-211 als kathodischer Katalysator, (d) Kathodegitter mit katalytischer Beschichtung von Graphit und  $\text{MnO}_2$ , (e) gesamte Aufbau des Zellsystems

### Ergebnisse und Diskussionen

Abb.3 zeigt die Ergebnisse der Leistungsentwicklung mit der Zeit. Es ist zu beobachten, dass die Leistungsdichte der Zelle 3 von ersten bis 37ten stark aufgestiegen ist (Abb.3 links). Allerdings sind die Leistungsdichten der beiden Zellen nach 37tem Tag stark gesunken, deren Hauptgrund mangelnde Substrate ist. Trotz eines Abstiegs bei der Leistungsdichte der Zelle 3 ist sie höher als die der Zelle 2 am 50ten Tag. Das gleiche Phänomen ist auch betrachtet bei Zelle 4 mit FKS 130 Membranen mit größerer Leitfähigkeit. Deswegen spielen ACN-211 und Leitfähigkeit der Membranen eine wichtige Rolle in Erhöhung der Leistungsdichte.

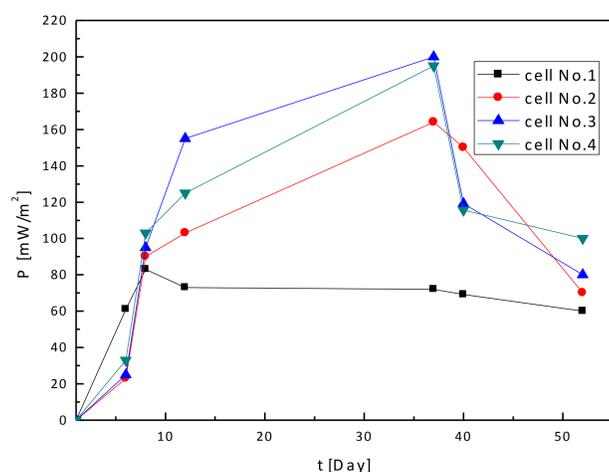


Abb. 3 Leistungsentwicklung der größeren Zellen

### Weiteres Vorgehen

- Es wird in der nächsten Phase andere Beschichtungsweisen auf Kathode ab Ende Juni versucht. Typische Beispiele dafür sind nämlich Sprühmaschine und Kugelmühl aus ICEVT.
- Es wird weiter versucht, für eine einzelne Zelle mit drei Anodeplatten mit der Dimension von  $700 \times 150 \text{ mm}$  nebeneinander einzubauen. Das endgültige Design der Zellen für Industrie werden auch mit zwei Membranen und Kathodegitter auf beiden Seiten der Anodeplatte konstruiert. Die Pilotanlage in Golsar sollte eine Dimension von  $5 \times 2 \times 1 \text{ m}$  besitzen. Die Leistung der Pilotanlage sollte einen Wert von 20 bis 25W erreichen.

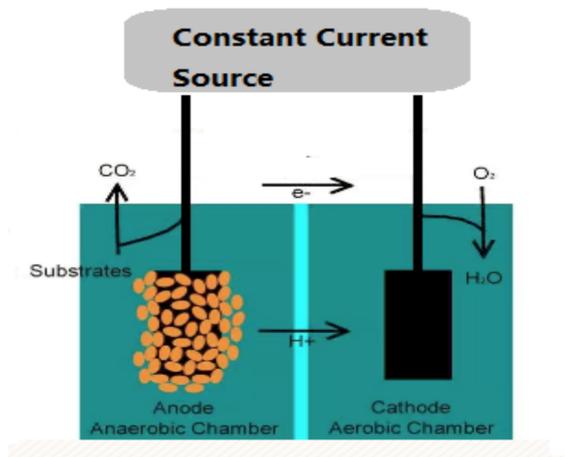


Abb. 1 Aufbau einer typischen biologischen Brennstoffzelle

### Versuchsaufbau

Es wurde 8 Zellen mit größeren Anoden ( $700 \times 140 \times 10 \text{ mm}$ ) aufgebaut, was relativ näher zu Industrie ist. Die Anoden sind von unserem Projektpartner Eisenhuth GmbH (Osterode, Deutschland) hergestellt und haben Flusskanäle auf beiden Seiten. Die Materialien der Kathoden ist nämlich Edelstahl mit einer katalytischen Beschichtung (Graphit und  $\text{MnO}_2$  mit der Proportion von 10:1). Zur Verbesserung der Leistungsdichte sind 4 Zellen davon außer katalytisch beschichteter Edeltstahlgewebe auch mit ACN-211 aufgebaut und deren Skizze ist in Abb.2 gezeigt. Bei den Versuchen werden auch verschiedene Membrane verwendet, nämlich FKE-50 und FKS-130 reinforced aus der Firma Fumatech, deren Unterschiede sind, dass die Dicke (0,11 bis 0,13mm) und Leitfähigkeit (mehr als  $5 \text{ mS/cm}$ ) der FKS-130 größer als die von FKE-50 (mit Dicke von 0,05 bis 0,07mm und Leitfähigkeit von mehr als  $3 \text{ mS/cm}$ ) sind.