

Nutzung bioelektrochemischer Systeme für die Überführung von chemischer Energie aus Abwasser in Flüssigkraftstoffe

Projektpartner:

Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Angewandte Biowissenschaften



Gefördert durch:

Stiftung Nagelschneider



Projektbeschreibung:

Dieses Projekt bestand aus zwei Teilen. Zum einen sollte eine Möglichkeit entwickelt werden, um die chemische Energie aus Abwasser speichern zu können und zum anderen sollte diese Energie eingesetzt werden um lagerfähige Chemikalien zu produzieren.

Für das erste Teilprojekt wurde eine Elektrolyse-Zelle entwickelt, die in der Lage war mithilfe einer zusätzlichen Spannung aus Wasser molekularen Wasserstoff zu produzieren. Das Prinzip einer Elektrolyse-Zelle baut auf zwei Elektroden auf, die über eine Spannungsquelle miteinander verbunden sind (Abb. 1 A). An der sogenannten Anode wird Wasser in Sauerstoff, Elektronen und Protonen gespalten. Die Elektronen gelangen über die Spannungsquelle zur zweiten Elektrode (Kathode) und die Protonen diffundieren durch die Flüssigkeit ebenfalls zur Kathode. An dieser Elektrode reagieren dann Elektronen und Protonen zusammen zu Wasserstoff. Sowohl Sauerstoff als auch Wasserstoff können die Elektrolyse-Zelle in Form von Gasen verlassen. Um die chemische Energie aus dem Abwasser zu nutzen, ist die Verwendung von Mikroorganismen in der Elektrolyse-Zelle von Bedeutung (Abb. 1 B). Diese Mikroorganismen sind in der Lage chemische Verbindungen (z. B. organische Säuren) aus dem Abwasser zu metabolisieren und die dabei entstehenden Elektronen auf die Anode zu übertragen. Dafür werden spezielle exoelektrogene Bakterien wie *Shewanella* sp. und *Geobacter* sp. eingesetzt. Bei diesem Prozess werden Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff produziert. An der mikrobiellen Elektrolyse-Zelle wird momentan noch gearbeitet.

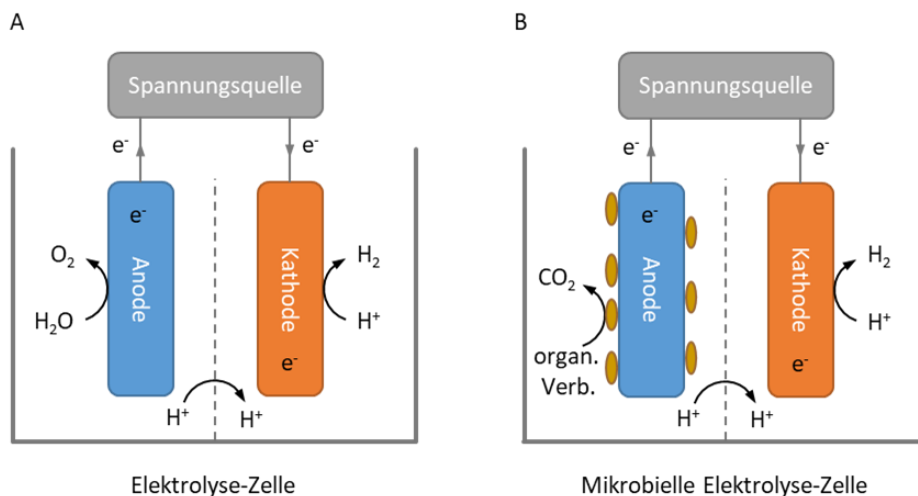


Abb. 1: Prinzip einer klassischen Elektrolyse-Zelle (A) und einer mikrobiellen Elektrolyse-Zelle (B).

Um die Energie aus dem energiereichen Wasserstoff nutzen zu können, wurde das Knallgasbakterium *Cupriavidus necator* H16 ausgewählt, da es in der Lage ist, nur mit Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff zu leben. In dem vorher beschriebenen Prozess (mikrobielle Elektrolyse-Zelle) werden die beiden Gase Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid produziert, daher ist nur noch die Zugabe von Sauerstoff z. B. in Form von Luft (21% Sauerstoff) notwendig. Damit aus diesen drei eingesetzten Gasen nicht nur Biomasse entsteht, sondern auch eine Industrie-relevante Chemikalie produziert wird, wurde *C. necator* H16 genetisch modifiziert, um Acetoin und 2,3-Butandiol herzustellen (Abb. 2). Diese beiden Chemikalien haben ein großes Anwendungsspektrum und einen prognostiziert steigenden Absatzmarkt. Ein weiterer Vorteil dieser beiden Chemikalien ist, dass sie als Plattformchemikalien beschrieben wurden, das bedeutet, dass diese beiden Chemikalien den Wandel von einer petrochemisch-basierten Industrie hin zu einer Biomasse-basierten Industrie unterstützen sollen. Mithilfe dieses genetisch modifizierten Bakterium konnte ich eine Produktion von Acetoin und 2,3-Butandiol aus den oben genannten Gasen zeigen. Dabei wurden hervorragenden Ausbeuten von knapp über 100% erreicht. Für weitere Informationen siehe: Windhorst & Gescher, Efficient biochemical production of acetoin from carbon dioxide using *Cupriavidus necator* H16 publiziert in *Biotechnology for Biofuels* (2019).

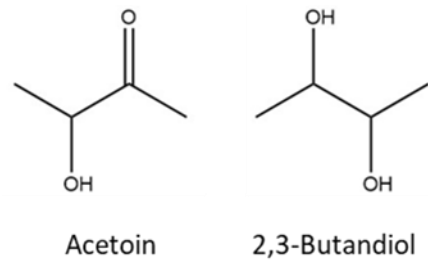


Abb. 2: Strukturformeln.

Projektverantwortlicher:

Prof. Dr. Johannes Gescher

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Angewandte Biowissenschaften

johannes.gescher@kit.edu

Fritz-Haber-Weg 2

76131 Karlsruhe

<https://www.gescher-lab.de/>

Projektbearbeitung:

M. Sc. Carina Windhorst

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Angewandte Biowissenschaften

carina.windhorst@kit.edu

Fritz-Haber-Weg 2

76131 Karlsruhe

<https://www.gescher-lab.de/>