



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung

Schlussbericht 03.08.2017

Studie zu Solaren Bioelektrischen Systemen

Ausführlicher Bericht:

F. Fischer, Photoelectrode, photovoltaic and photosynthetic microbial fuel cells, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 90, July 2018, Pages 16-27 (<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.053>)



Datum: 24. Juli 2017

Ort: Sitten

Auftraggeberin:
Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:
HES-SO Valais-Wallis
Route du Rawyl 64, CH-1950 Sion 2
www.hevs.ch

Autor:
Prof. Dr. Fabian Fischer, HES-SO Valais-Wallis, fabian.fischer@hevs.ch

BFE-Bereichsleitung: Herr Stefan Oberholzer, Stefan.Oberholzer@bfe.admin.ch
BFE-Programmleitung: Herr Stefan Oberholzer, Stefan.Oberholzer@bfe.admin.ch
BFE-Vertragsnummer: SI/501488-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch



Schlussbericht (zur Veröffentlichung):

Sonnenlicht gestützte Mikrobielle Brennstoffzellen

Photovoltaische, Photoelectroden und Photobiologische Mikrobielle Brennstoffzellen

Mikrobielle Brennstoffzellen (MBZ) produzieren Elektrizität mit Hilfe von Mikroben als Biokatalysatoren. Lichtgestützte Mikrobielle Brennstoffzellen produzieren im Idealfall mehr Elektrizität und verbessern damit die Performance bioelektrischer Systeme. Die Frage, ob mit Licht mehr Energie produziert werden kann, wurde in dieser Studie analysiert. Die Aussagen basieren auf der verfügbaren Literatur. Es zeigte sich, dass lichtgestützte Mikrobielle Brennstoffzellen mehr Energie produzieren können aber noch viel Forschung notwendig ist, um dieses Ziel zu erreichen. Viele verschiedene Ansätze liefern heute vor allem wissenschaftlich wertvolle Aussagen. Die verschiedenen möglichen Systeme sind noch nicht sehr weit entwickelt. Es zeigte sich, dass vor allem auch Task Spezifische Mikrobielle Brennstoffzellen eine Zukunft haben.

Photokatalytische mikrobielle Brennstoffzellen wurden in drei Gruppen unterteilt:

Photoelektroden basierte Systeme:

- Mikrobielle Brennstoffzellen mit Photobioanoden zur gleichzeitigen Strom und Wasserstoffproduktion.
- Photokathoden in Mikrobiellen Brennstoffzellen zur reinen Elektrizitätsproduktion.
- Photokathoden in Mikrobiellen Elektrolysezellen zur Wasserstoffproduktion und Stromproduktion.

Photobiologische Systeme:

- Mikrobielle Brennstoffzellen mit Mikroalgen.
- Elektrogene Mikroalgen in Mikrobiellen Brennstoffzellen.
- Mikrobielle Brennstoffzellen mit photosynthetischen Bakterien.

Photovoltaische Systeme:

- Dye-Sensitized-Solar-Cell verstärkte Mikrobielle Brennstoffzellen.
- Mikroben als Elektrolyt im Dye-Sensitized-Solar-Cell Dispositiv als Mikrobielle Brennstoffzellen.
- Photosynthetische Mikrobielle Brennstoffzellen zur Produktion von Chemikalien und konventionellen Brennstoffen.

Eine erste Literatursuche ergab einen relativ kleinen Pool an relevanter Literatur (50-60 wirklich einschlägige Artikel). Es zeigte sich trotzdem auch, dass es im Prinzip eine grosse Wissensbasis gibt, die für die Entwicklung dieser solaren biologischen Systeme hilfreich sein wird. Diese Literatur wurde ebenfalls konsultiert und als Grundlage und Wegweiser gesucht und liess sich teilweise in die Studie einbinden. Der Grund für die noch wenig behandelte Licht unterstützte MBZ liegt darin begründet, dass die MBZ-Forschung insgesamt noch nicht lange existiert. Zudem ist die Verwendung von Licht



mit neuartigen Anforderungen an den Experimentator verbunden. Die höhere Komplexität dieser Experimente bildet einen Gegensatz zur Erforschung der reinen Dunkelreaktionen in MBZs, wie sie heute betrieben wird. Diese Spezialisierung wird deshalb vermutlich nicht von allen MBZ-Labors gewählt werden, aber es könnten sich andere Labore mit dieser Technologie beschäftigen, die bereits heut Lichtreaktionen im chemischen Umfeld bearbeiten.

Einige Anwendungsmöglichkeiten zeigen Potential zur späteren angewandten Entwicklung, weil sie technisch neuartige Lösungen bieten. Hier dürfte vor allem die Wasserstoffproduktion als die unmittelbar attraktivste und am direktesten anwenbare Technologie sein. Sie hilft die oft unergiebige Wasserstoffproduktion der Mikrobiellen Elektrolysezelle zu verbessern. Diese Verbesserung wird durch die Hilfe von Photoelektroden erzielt. Photoelektroden sind eine bewährte und gute bekannte Technologie mit vielen aktiven Forschern. Eine andere vielversprechende Entwicklungsachse ist die mikroalgen basierte MBZ. Sie ist noch etwas weniger einfach vorstellbar in der Anwendung als die Verwendung von Photoelektroden. Bei der Algen-MBZ ist es möglich die Kathode als autonome Einheit zu verwenden. Der Vorteil liegt in einer alternativen Einbringung von Sauerstoff in die Kathode welche die mechanische Mischung der Kathode von heute ersetzt. Die Algen-MBZ bietet auch einen weiteren konzeptionellen Vorteil. Es ist möglich, dass die Algen-MBZ völlig autoregenerativ verwendet werden kann und keine Nährstoffe wie Dünger zugeführt werden müssen, so dass man sie auf unbegrenzte Zeit nährstofffrei betreiben kann.