iGEM – Synthetische Biologie

Franz-Josef Schmitt[1], Stefan Frielingsdorf[2], Jonathan Lefebre[2], Franziska Graeger[2], Hannah Aring[2], Saba Nojoumi[2], Nediljko Budisa[2]

[1]Institut für Physik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg [2]Institut für Chemie, Technische Universität Berlin

iGEM – Synthetische Biologie – ein Wahlmodul

- Aufbau eines interdisziplinären Teams mit Tutorenbetreuung
- Organisation eines wöchentlichen Seminars
- Problemfindung und Entwicklung einer Projektidee
- Entwicklung von experimentellen Ansätzen

→ Planung und Durchführung experimenteller Ansätze
→ Dokumentation der Ergebnisse offline und online
→ Präsentation des Projekts (Website und Vorträge)
→ Kommunikation mit Unterstützern

→ Präsentation der Ergebnisse auf internationalem Wettbewerb (iGEM/BIOMOD)

2017 haben die Studierenden eine multifunktionelle biologische Membran zur Zersetzung von Mikroplastik und Antibiotika im Abwasser hergestellt. Mit dieser Idee belegten sie den 3. Platz für das Projektvideo und die -website, sowie den 3. Platz für das Projekt insgesamt weltweit .
2019 arbeiteten die Studierenden an dem Projekt smart B.O.B. – eine biologisch optimierte Batterie, in der Cyanobakterien unter Belichtung Strom erzeugen
Die Gesellschaft von Freunden der TU Berlin e.V. hat das *tu project* 2018 mit dem Preis für Vorbildliche Lehre ausgezeichnet

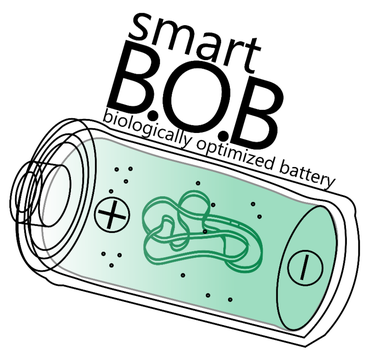
Veröffentlichungen

[1] F.-J. Schmitt, C. Schröder, Z.Yenice Campbell, S. Wilkening, M. Moldenhauer, T. Friedrich, Self-dependent students in transdisciplinary projects tend to higher interest in sustainability research, *Education Excellence for Sustainable Development*, SEFI Annual Conference 2017, 25-32
[2] F. Schmidt, F.-J. Schmitt, L. Böger, A. Wilhelm-Weidner, N. Torjus, Digital Teaching and Learning Projects in Engineering Education at Technische Universität Berlin, ASEE 2019 Conference Proceedings (2019)
[3] F.-J. Schmitt, Z. Yenice Campbell, J. Lefebre, F. Graeger, S. Frielingsdorf, N. Budisa Studierendenzentrierte Projekte nach dem Prinzip des forschenden Lernens stiften hohe Motivation, Proceedings des MINT Symposiums Nürnberg, 26./27.9.2019

Smart B.O.B. – Das Projekt 2019

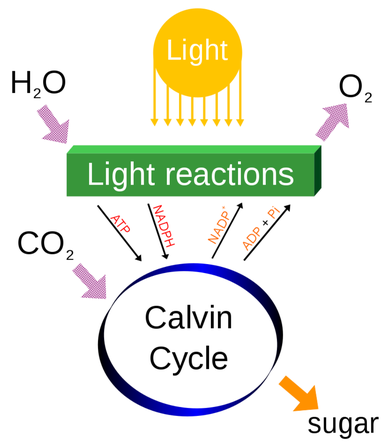
Ziel von smart B.O.B

Entwicklung einer Biobatterie auf Basis von genetisch modifizierten Cyanobakterien, die in der Photosynthese freigesetzte Elektronen effizient auf eine Elektrode übertragen kann.



Warum Cyanobakterien?

Als phototrophe Bakterien benötigen Cyanobakterien nur Licht, CO_2 und H_2O, um komplexe Moleküle aufzubauen. Folglich wird Lichtenergie in chemische Energie umgewandelt.

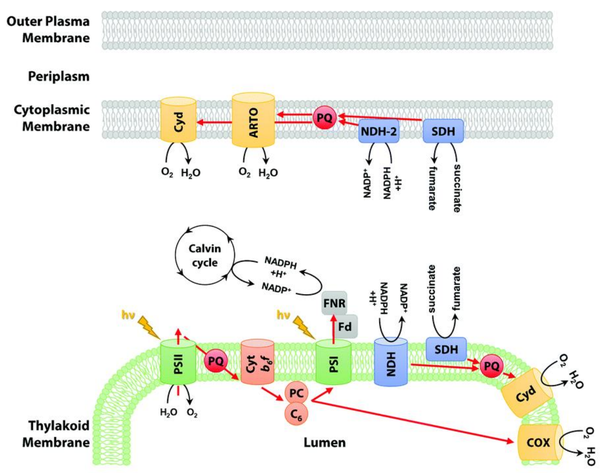


Exoelektrogene Cyanobakterien?

Smart B.O.B (smart biologically optimized battery) soll die photosynthetischen Eigenschaften von Cyanobakterien mit denen der exoelektrogenen Bakterien vereinen. Hierfür soll der Elektronentransferkomplex mtrCAB aus *Shewanella oneidensis* gentechnisch in den Cyanobakterienstamm *Synechocystis* PCC 6803 eingebracht werden. In einer „Biobatterie“ könnten die Cyanobakterien die Elektronen an eine Elektrode abgeben und somit einen Strom fließen lassen. Die Batterie könnte unter Zugabe von Sonnenlicht, CO_2 und H_2O aufgeladen werden. Smart B.O.B. könnte also Strom produzieren, ohne unsere Umwelt mit weiterem CO_2 zu belasten.

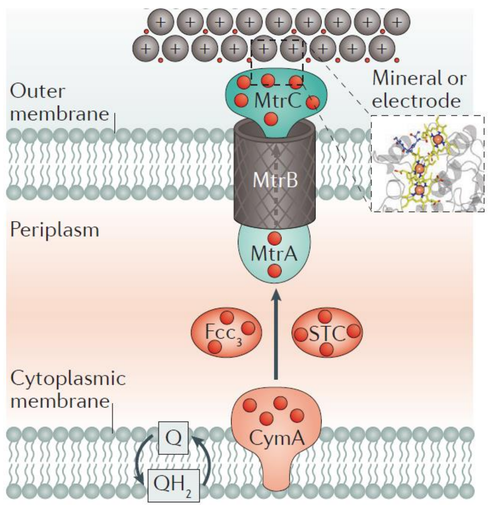
Das Problem des Elektronentransfers

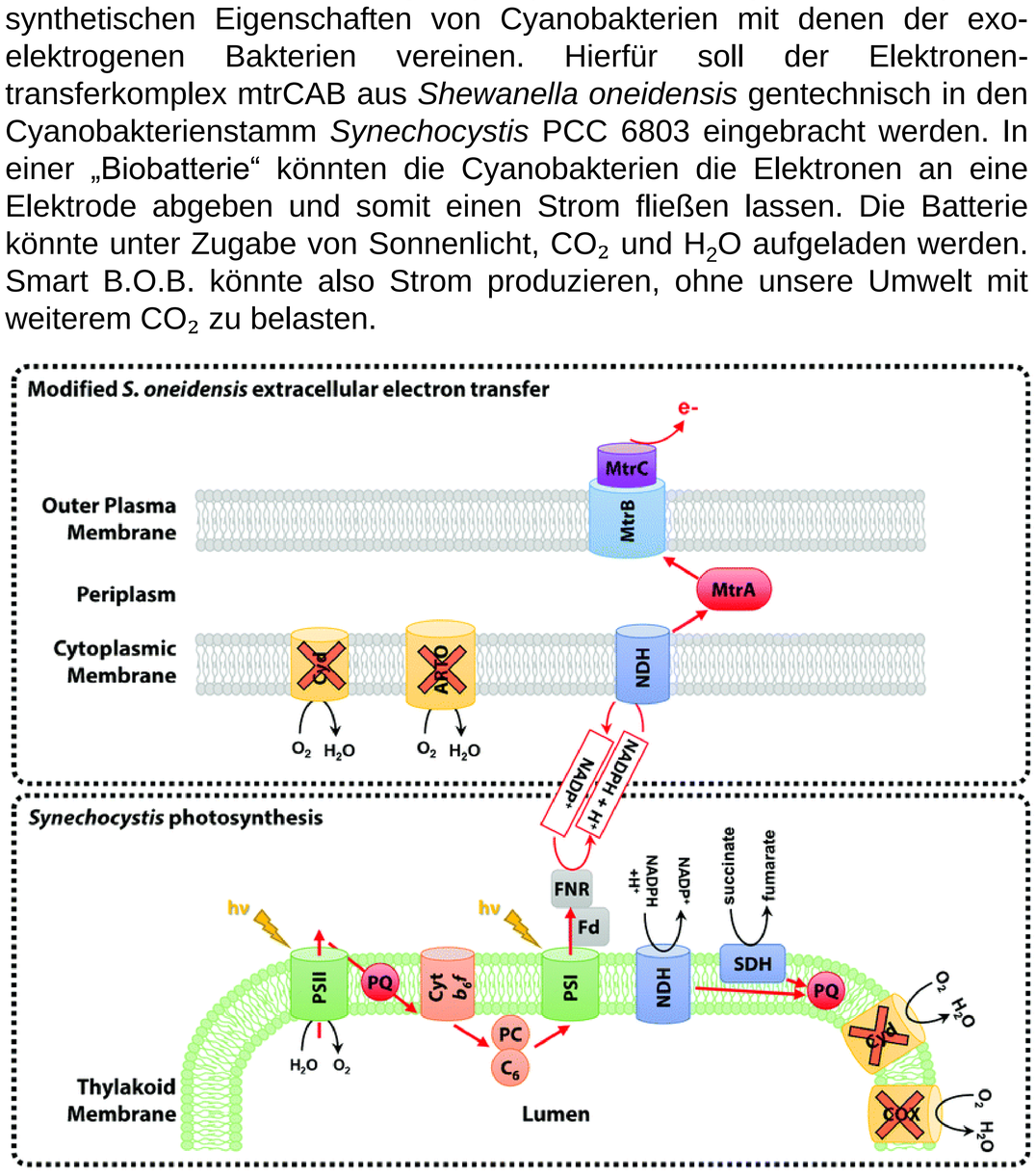
Elektronen werden in der Photosynthese primär übertragen, um Stoffwechsel zu betreiben. Ein Mechanismus der Elektronen aus der Zelle transportiert ist bisher nicht bekannt.



Vorbild exoelektrogene Bakterien

Exoelektrogene Bakterien wie zum Beispiel *Shewanella oneidensis* übertragen beim Stoffwechsel freigesetzte Elektronen mithilfe von Protein-komplexen (z.B. mtrCAB) auf Metallionen in ihrer Umgebung.



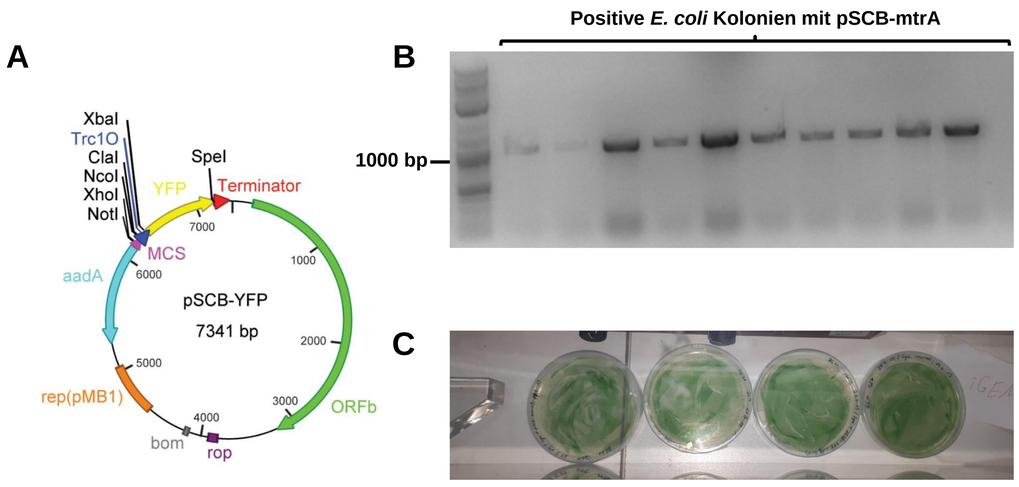


N. Schuergers et al., A Synthetic Biology Approach to Engineering Living Photovoltaics, Energy Environ Sci., 10, 5 (2017)

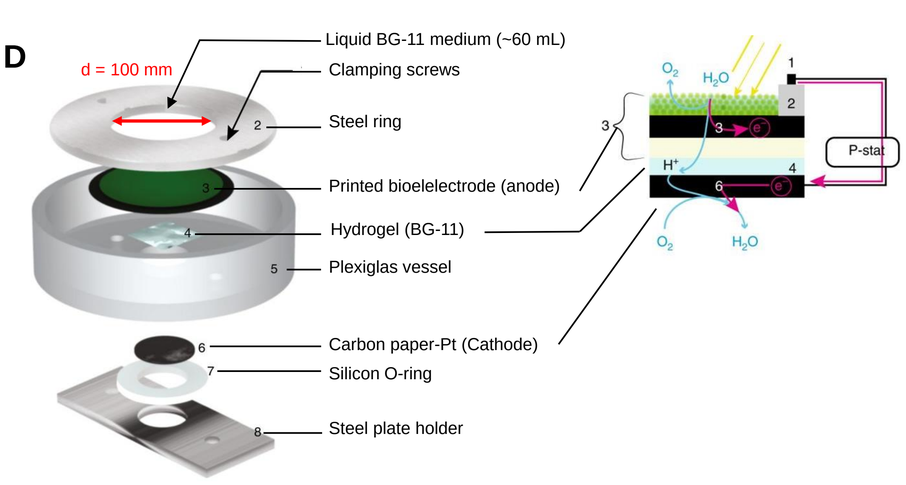
L. Shi et al., Extracellular electron transfer mechanisms between microorganisms and minerals, Nat. Rev. Microbio., 14, pages 651–662 (2016)

Ergebnisse und Ausblick

Klonierung der mtrA Untereinheit in pSCB Expressionsplasmid



Konstruktion einer *Synechocystis* PCC 6803-angetriebenen Photovoltaikzelle



Adapted from M. Sawa et al., Electricity generation from digitally printed cyanobacteria *Nature Communications*, 8, 1327 (2017)

Die Gensequenz der mtrCAB-Untereinheit mtrA (~1000 bp) aus genomischer *Shewanelle oneidensis* DNA wurde mittels der AQUA (advanced quick assembly) Klonierungs-Methode in das Expressionsplasmid pSCB (**A**) eingefügt und mittels Kolonie-PCR überprüft (**B**)**.** Das Konstrukt wurde im Folgenden in *Synechocystis* PCC 6803 transformiert (**C**).
Transformierte Cyanobakterien können mit einem Tintenstrahldrucker auf papierbasierte Elektroden aufgetragen werden. In einem solchen Aufbau wird zwischen Anode und Kathode ein Hydrogel aufgebracht, das Wachstumsmedium enthält und als Salzbrücke dient (**D**).