

# Vorlesung Bioelektrochemische Systeme

## Was ist ein bioelektrisches System?

ein elektrochemisches System, in dem elektrochemisch aktive Mikroorganismen die Reaktionen an der Anode oder/und an der Kathode katalysieren

## Wie funktioniert die mikrobielle Elektrizitätsproduktion?

Die mikrobielle Elektrizitätsproduktion funktioniert über so genannte bioelektrochemische Zellen, bei denen elektrochemisch aktive Mikroorganismen die Reaktionen in den Halbzellen an den Elektroden katalysieren. Bei der Substratumsetzung übertragen die Mikroorganismen die Elektronen auf die Anode. Die durch den Schaltkreis wandernden Elektronen können so den elektrischen Strom erzeugen.

## Wo sind die Unterschiede zwischen BES, MFC und MEC?

BES: bioelectrochemical system → ein elektrochemisches System in dem elektrochemisch aktive Mikroorganismen die Anoden-/Kathodenreaktion katalysieren

MFC: microbial fuel cell → bioelektrochemisches System, in dem chemische Energie aus organischem Material in elektrische Energie umgewandelt wird

MEC: microbial electrolysis cell → bioelektrochemisches System, in dem unter Bereitstellung von elektrischer Energie ein Produkt (z. B. H<sub>2</sub>) aus organischem Material produziert wird

## Vergleichen Sie HFC und MFC

### HFC:

- = Hydrogen fuel cell
- Chemisches System (chemical fuel cell)
- Ionenaustauschreaktion für Trennung Anode/Kathode, ohne Lösungsmittel
- Hohe Energiedichten möglich

### MFC:

- Microbial fuel cell
- Bioelektrochemisches System
- braucht nicht unbedingt eine Membran, aber eine Trennung bei Reaktionen ist meistens sinnvoll und oft notwendig
- Lebensbedingungen (pH, Temperatur, Substratkonzentrationen, Elektrolytkonzentrationen etc.) der Mikroorganismen müssen berücksichtigt werden
- Nur kleine Energiedichten möglich
- Simultane Entfernung von Kontaminanten (organischer C, N-Spezies) möglich

## Wieso braucht ein bioelektrochemisches System eine Membran?

- Trennung der Redoxreaktionen (z. B.  $O_2$ -Produktion an der Anode von der  $NO_3^-$ -Reduktion an der Kathode, weil  $O_2$  als Elektronenakzeptor bevorzugt wird und dementsprechend kaum  $NO_3^-$ -Reduktion stattfindet)
- Ausschluss von Sauerstoff (Anodenraum) von  $O_2$ -sensitiven Mikroorganismen (unter anoxischen Bedingungen im Kathodenraum)
- Verhinderung der Durchmischung unterschiedlicher Medien in den jeweiligen Kammern (z. B. organisches Substrate im Medium an der Anode und anorganische Substrate im Medium an der Kathode)

## Wie hängt Stromproduktion eines bioelektrochemischen Systems von Biofilmen ab?

Die Mikroorganismen erzeugen durch Redoxaktivität eine Potentialdifferenz, die elektrischen Strom erzeugt.

Aufgrund mikrobielle Interaktionen (Syntrophie) entwickelt sich eine erfolgreiche mikrobielle Gemeinschaft im elektrochemisch kompetenten Biofilm. Diese Gemeinschaft erreicht höhere Energiedichten (oder Ausbeuten) als eine Reinkultur.

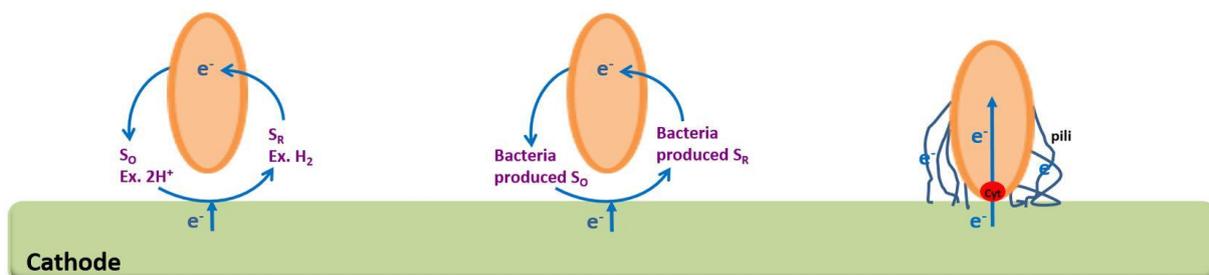
## Welche Methoden des Elektronentransfers auf die Elektrodenoberfläche gibt es?

1. Direkter Elektronentransfer
  - a. Über membrangebundene Cytochrome
  - b. Über leitfähige Pilistrukturen
2. Indirekter Elektronentransfer
  - a. Mit Hilfe selbstproduzierter Elektronen-Shuttles (Mediatoren)
  - b. Mit Hilfe exogener/künstlicher Elektronen-Shuttles

(i) Exogenous electron shuttle

(ii) Shuttle excreted/released by bacteria

(iii) Direct electron transfer



(Tremblay & Zhang 2015 *Front. Microbiol.*)