



Bio Methanol

Status September 2015

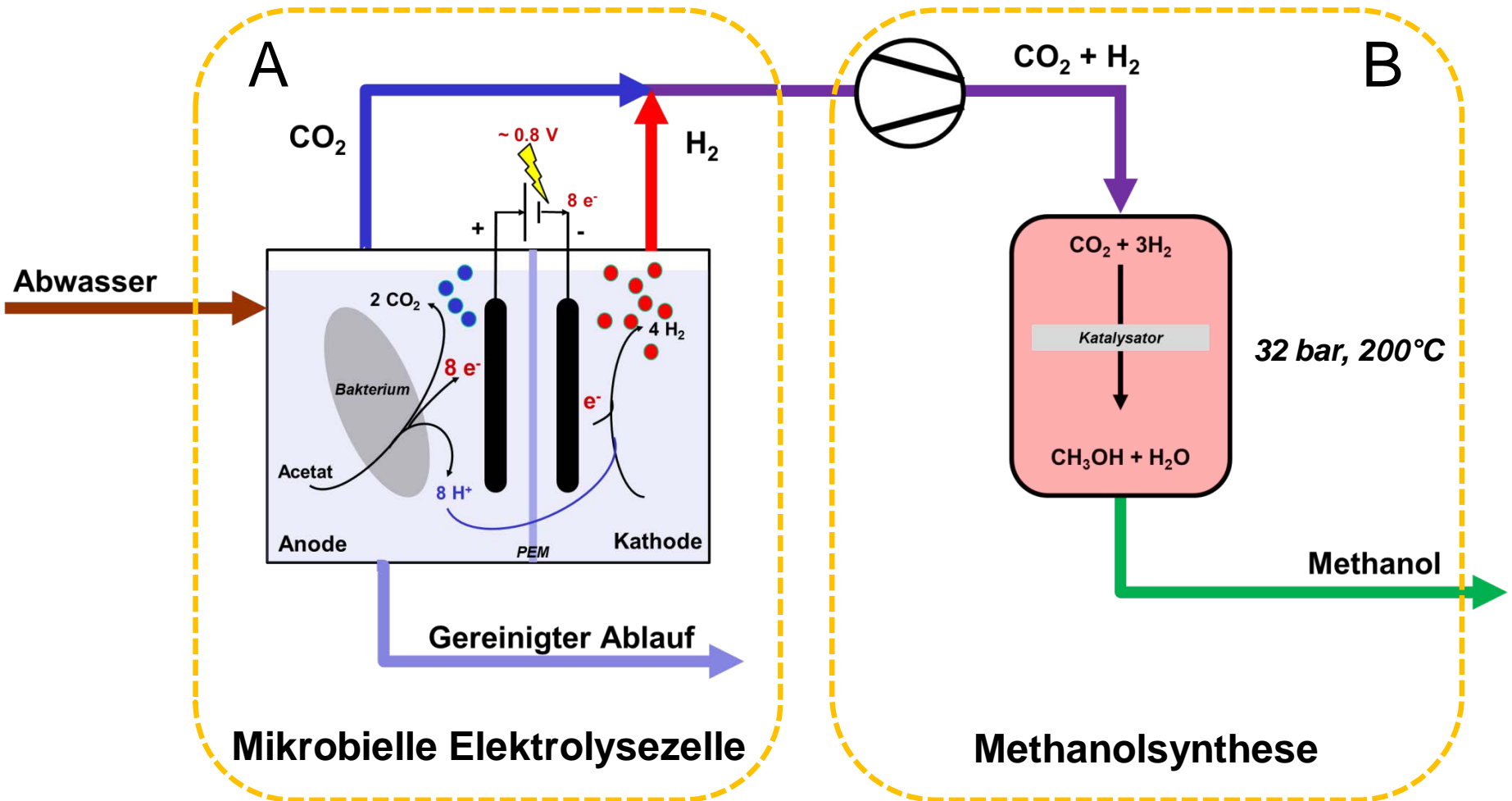
Dr. Sven Kerzenmacher

Universität Freiburg

Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK

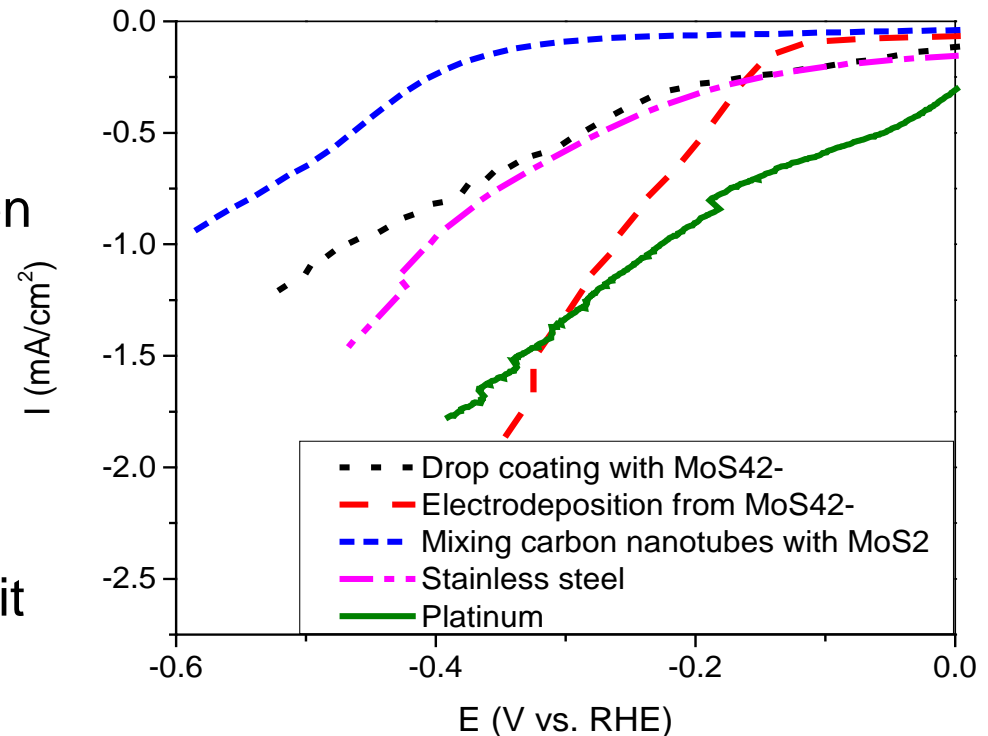


Projektidee: Methanol aus Abwasser



Status mikrobielle Elektrolysezelle (Uni-FR/AG Kerzenmacher)

- Qualifizierung verschiedener **H₂-Katalysatoren im echten Industrieabwasser (pH 2,4)***
- Molybdän-Sulfid-Katalysatoren
 - Stromdichten **vergleichbar** zu Platin
 - Bessere Langzeitstabilität
 - Aktuell: Analyse der Gas-Qualität & Produktionsraten
- **Erste Scale-Up-Versuche** mit 36 cm²-Zellen

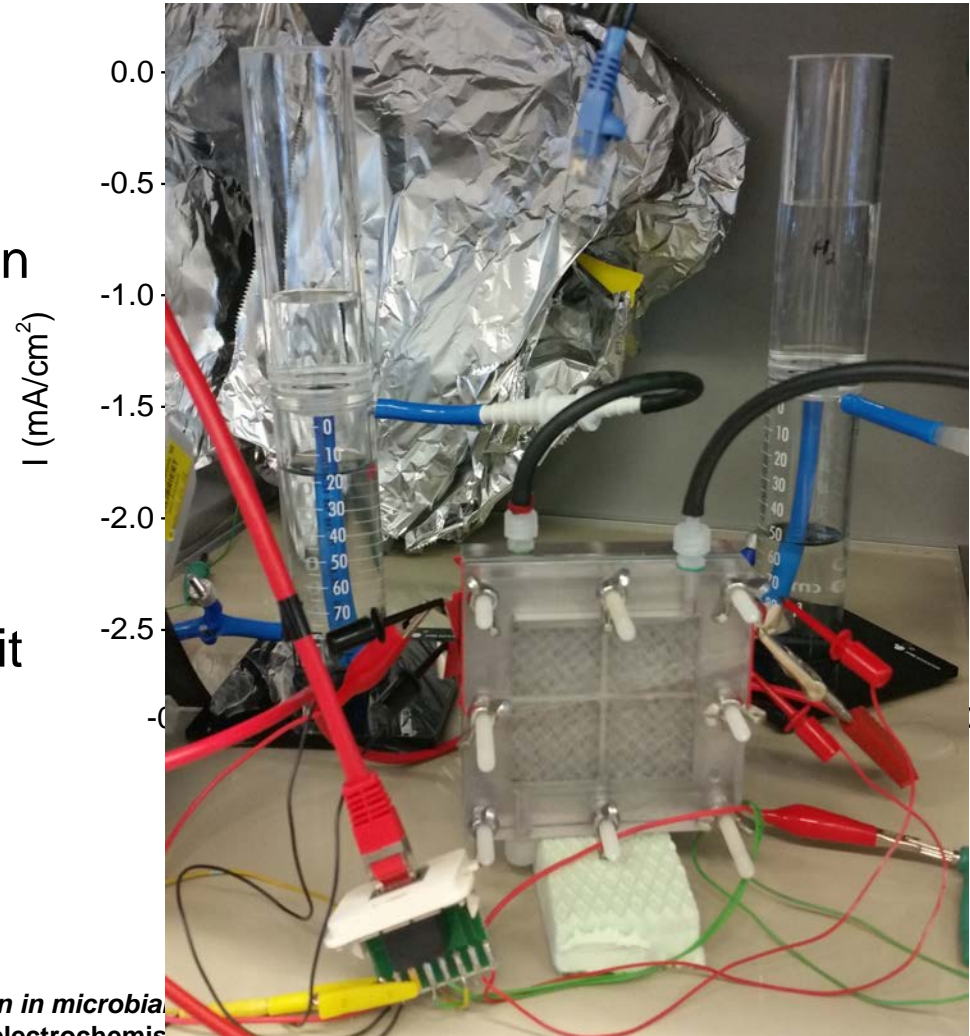


* M. Kokko et al.: *Molybdenum sulfide as catalyst for H₂ evolution in microbial electrolysis cells*. Angenommen bei der Konferenz „ISMET 2015 - 5th international meeting on microbial electrochemistry and technologies”, Tempe, Arizona.

GEFÖRDERT VOM

Status mikrobielle Elektrolysezelle (Uni-FR/AG Kerzenmacher)

- Qualifizierung verschiedener **H₂-Katalysatoren im echten Industrieabwasser** (pH 2,4)*
- Molybdän-Sulfid-Katalysatoren
 - Stromdichten **vergleichbar** zu Platin
 - Bessere Langzeitstabilität
 - Aktuell: Analyse der Gas-Qualität & Produktionsraten
- **Erste Scale-Up-Versuche** mit 36 cm²-Zellen

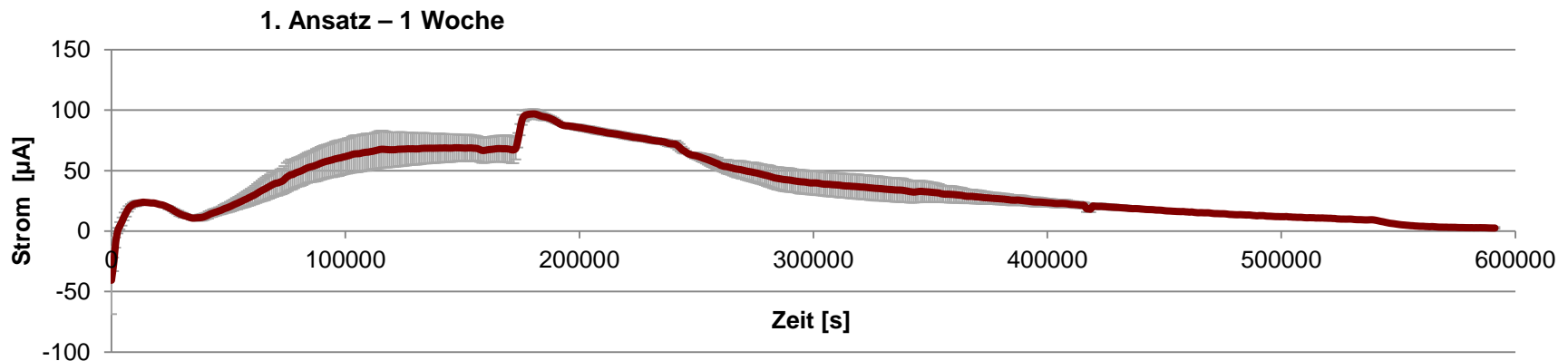


* M. Kokko et al.: *Molybdenum sulfide as catalyst for H₂ evolution in microbial electrolysis cells*
Konferenz „ISMET 2015 - 5th international meeting on microbial electrochemistry and technologies“, Tempe, Arizona

GEFÖNDERT VOM

Status mikrobielle Anode (KIT/ AG Gescher)

- **Isolierung von Organismen** aus zwei verschiedenen Standorten des Klärwerks (Grobdosierung und hinter Absetzzyklon)
- Testen der **Leistung** der Organismen in der Brennstoffzelle:
 - 1. Ansatz: neue Isolate (Abb. unten)
 - 2. Ansatz: Geobacter (Laborstamm)
 - 3. Ansatz: neue Isolate + Geobacter (Laborstamm)
- Regelmäßige Untersuchung des Abwassers (hinter Absetzzyklon und Grobdosierung) auf TOC-Gehalt und Acetat-Konzentration

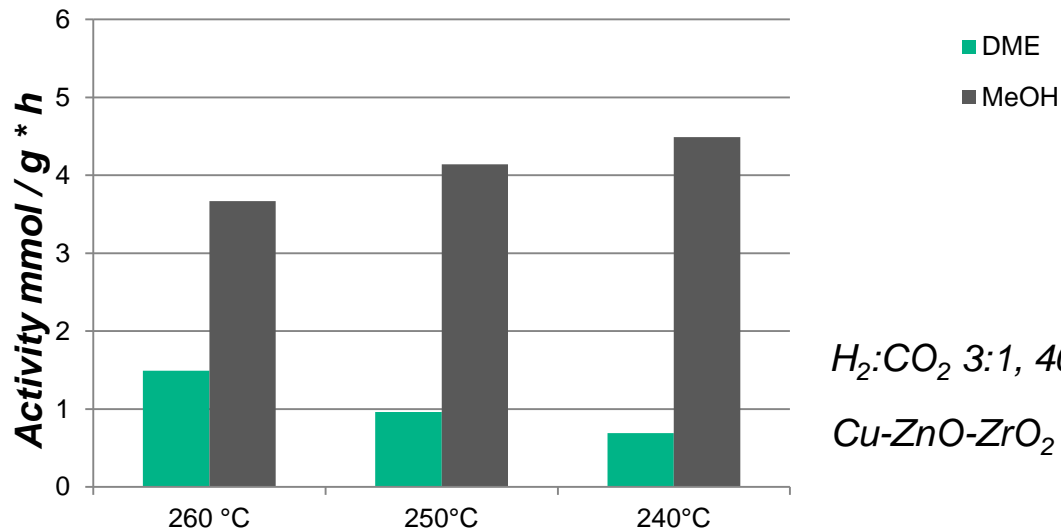


Brennstoffzellen-Setup: Batch-Verfahren mit 270 ml Abwasser (hinter Absetzzyklon) im Anodenkompartiment, -244 mV vs. SCE, Anode: Graphitvlies, Kathode: Platin-Netz, Begasung: N₂, 37°C

Status Methanolsynthese (Uni Freiburg/AG Krossing)



- Steigerung der Katalysatoraktivität durch **Gasphasenfluoridierungen**
- Einstufige **Direktsynthese von Dimethylether (DME)** aus CO_2 und H_2
 - Steigerung der Gesamtausbeute an Methanol durch weitere Reaktion zu Dimethylether
 - Ca. 20% erhöhte CO_2 -Umsatzrate im Vergleich zum Benchmark
 - Keine Nebenprodukte



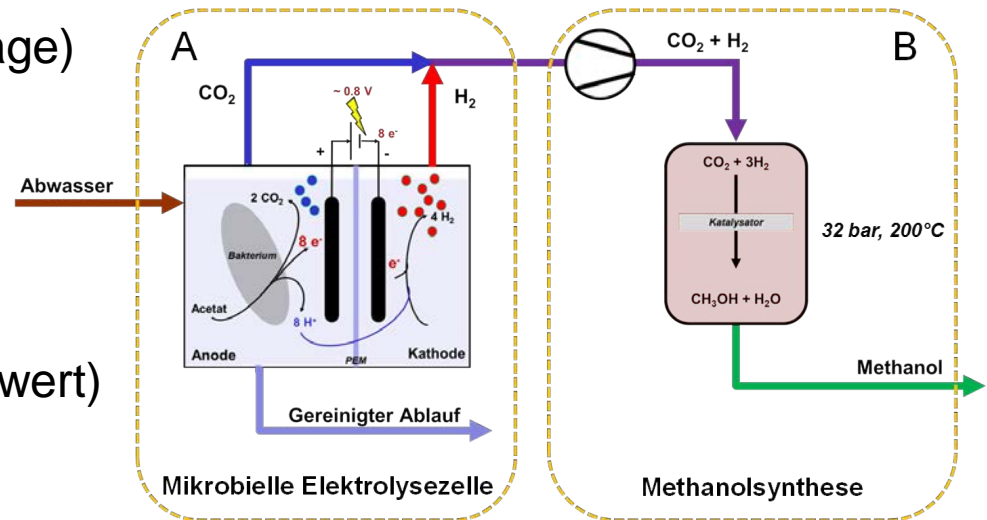
$\text{H}_2:\text{CO}_2$ 3:1, 40 bar, GHSV: $\sim 5000 \text{ h}^{-1}$

$\text{Cu-ZnO-ZrO}_2 : \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 1:1

GEFÖRDERT VOM

Status Techno-ökonomische und ökologische Bewertung (Fraunhofer ISE)

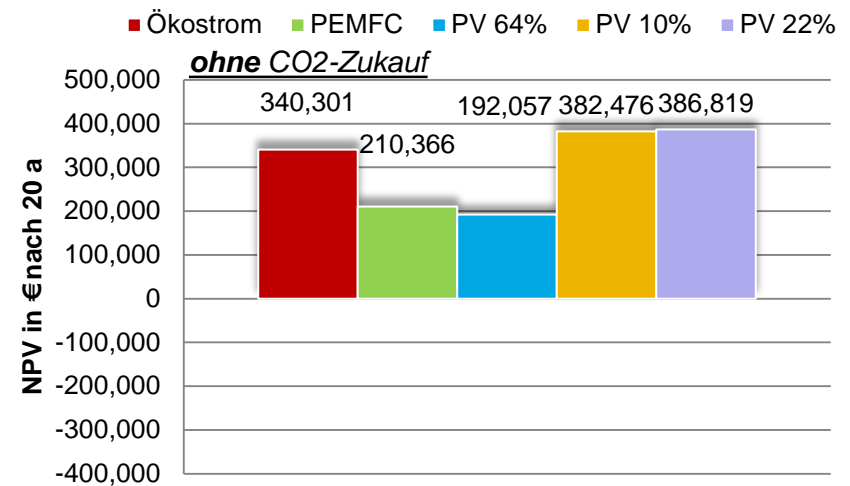
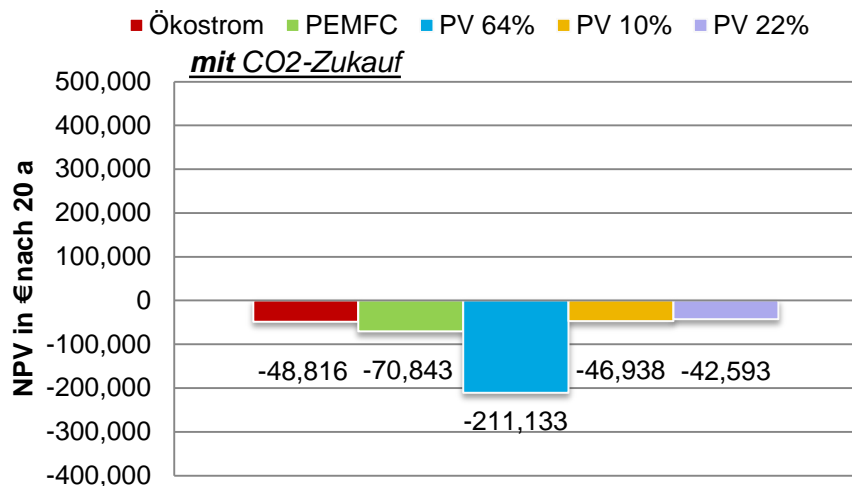
- Betrachtete Komponenten
 - **Elektrolyse-System & MeOH-Synthese**
(incl. Rektifikation, Kompressoren, elektrischer und thermischer Energiebedarf)
 - **Vorreinigung** des Abwassers
(CO₂-Einsparung in der Kläranlage)



- Bewertung auf der Basis von
 - **NPV** (Net present value, Kapitalwert)
 - **CO₂-Emission**
- 5 Systemvarianten
 - Variation in der Quelle des Elektrolysestroms
 - Betrachtung von 4 Energiemarktszenarien (Preisentwicklung)

■ CO₂-Zukauf

- Hoher Abwasser pH-Wert bedingt wenig CO₂ in der Gasphase



Szenario 2: mittlere Stromsteuerungsrate (4,73%/a), mittlerer Methanolverkaufspreis (560 €/t);

■ Kosten für die Membran-Elektroden-Einheit (MEA)

- Anoden-Stromdichte muss verbessert werden

Hauptfaktoren der CO₂-Emission

- CO₂-Zukauf
- Quelle des Elektrolysestroms
 - Höchste CO₂-Emission: deutscher Strom-Mix
 - Besser: Ökostrom, PV, Verwendung von H₂ aus der Elektrolysezelle in einer PEM-FC

Direkte CO ₂ -Emissionen	Konventionelle Methanolsynthese	Deutscher Mix	Öko- Strom	PEMFC	PV 64%	PV 22%	PV 10%
mit CO ₂ -Zukauf	1,21	2,08	0,97	0,98	1,02	0,99	0,98
ohne CO ₂ -Zukauf		1,33	0,22	0,23	0,28	0,24	0,23

[tCO₂/t_{Methanol}]