

# Brennstoffzellen weitergedacht!

## - Ein Experimentierkonzept aus MINT-Perspektive -



Dr. Rebecca Grandrath, Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde

grandrath@uni-wuppertal.de

### Das Experimentierkonzept

Das übergeordnete Ziel des zehnstündigen Experimentierkonzeptes für Lernende der Sekundarstufe II ist es, zu verdeutlichen, dass eine **naturwissenschaftliche Aufgabenstellung** des Zusammenspiels mehrerer MINT-Disziplinen bedarf. Nach einem allgemeinen fachlichen Auftakt werden nacheinander einzelne **MINT-Perspektiven** eingenommen und typische Fragestellungen am Gegenstand „Brennstoffzelle“ experimentell erschlossen. Eine explizite Zusammenführung der Kerngedanken demonstriert die **Interdisziplinarität** aktueller Forschungsvorhaben und rundet das Konzept ab [1].

Das Setting eignet sich durch die relevanten Themenstellungen, sowie den Erwerb vernetzten Wissens zur Ausgestaltung als **BNE-Lernprozess** durch diskursives Einbringen verschiedener Dimensionen [2].

### Begleitmaterialien

Die Begleitmaterialien sind sowohl als analoge Materialsammlung, als auch als **interaktives E-Book** im epub-Format angelegt worden, in dem ein Arbeiten ohne Medienwechsel möglich ist. Die Begleitmaterialien werden iterativ optimiert und stehen unter dem QR-Code zum Download bereit.



### Erprobungssituation

Das Experimentierkonzept wurde bislang am außerschulischen Lernort „Junior Uni Wuppertal“ angeboten und praktisch erprobt. Weitere Termine sind angemeldet und werden sofern möglich, in die Praxis umgesetzt.

### Chemie-Perspektive

Aus dem Blickwinkel der Chemie werden experimentell drei Fragestellungen erschlossen:

1. Welche Eigenschaften machen einen guten Elektrolyten aus?
2. Wie ist eine geeignete Elektrode aufgebaut?
3. Welche Kriterien sollten mögliche Brennstoffe erfüllen?

### Physik-Perspektive

Die Begriff der Leistung wird eingeführt. In diesem Zusammenhang lautet die Fragestellung:

1. Wie kann die Leistung einer (Hefe-) Brennstoffzelle gesteigert werden?

### Informatik-Perspektive

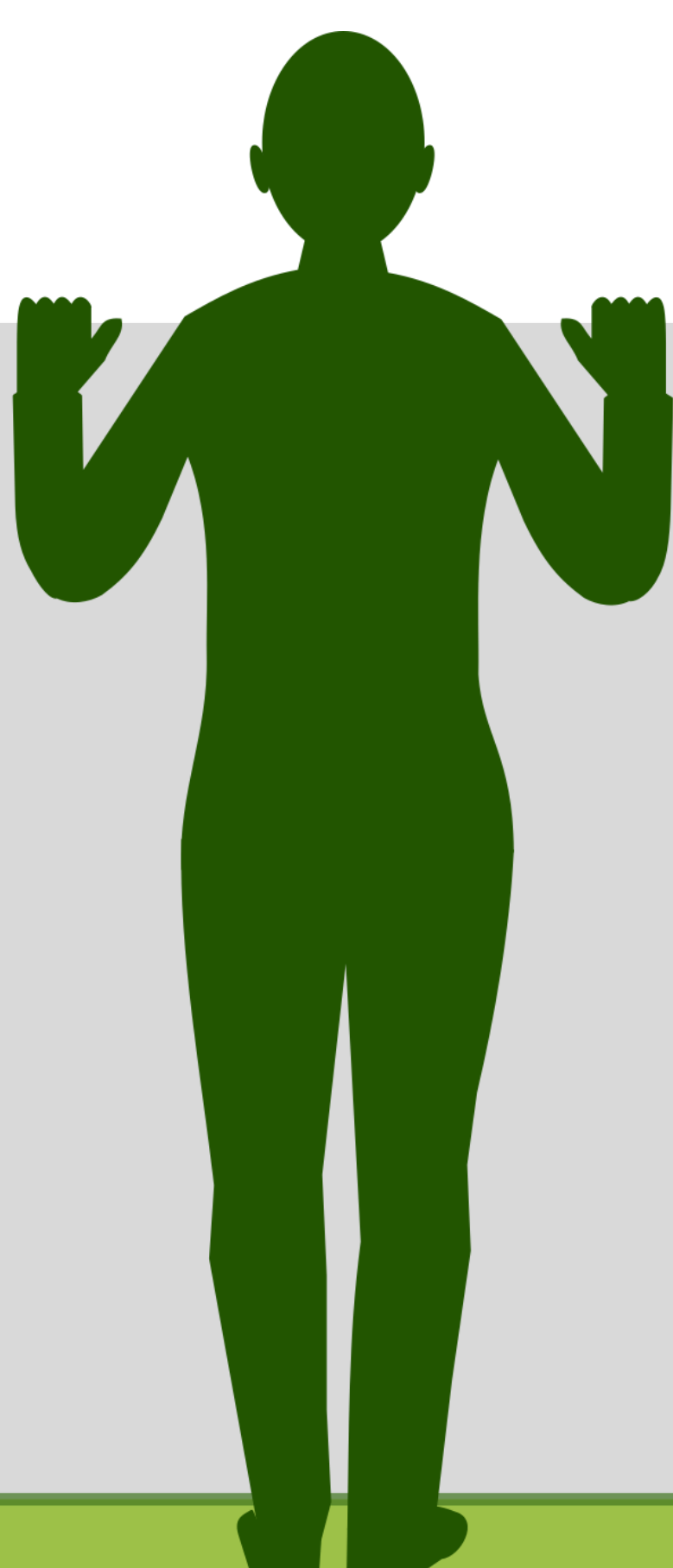
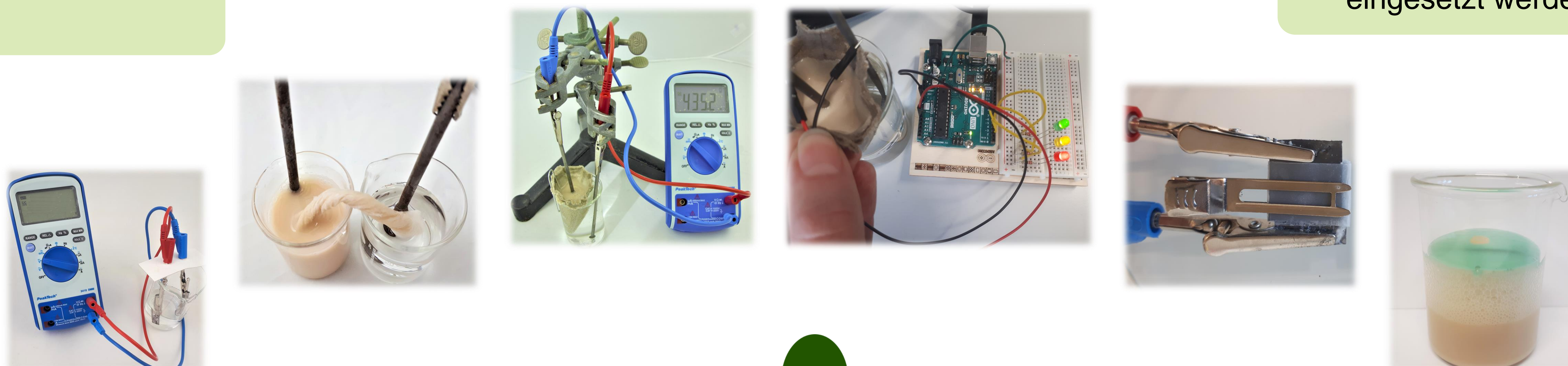
Eine Hefe-Brennstoffzelle wird exemplarisch zur Signalausgabe mit dem Mikrocontroller *Arduino* verbunden, um der Frage zu begegnen:

1. Wie kann die entstehende Spannung in ein anderes Signal umgewandelt werden?

### Biologie-Perspektive

Die Perspektive fokussiert biologische Brennstoffzellen und legt ein Augenmerk auf mögliche (schulgeeignete) Biokatalysatoren. Die Fragestellungen hier umfassen:

1. Ist Bäckerhefe redox-aktiv?
2. Können Mikroorganismen als Biokatalysator in Brennstoffzellen eingesetzt werden?
3. Können Enzyme als Biokatalysatoren in Brennstoffzellen eingesetzt werden?



MINT

### Der Begriff „Brennstoffzelle“

Brennstoffzellen sind galvanische Elemente, in denen die chemische Energie eines zufließenden Brennstoffes kontinuierlich direkt in elektrische Energie und zu geringen Anteilen in Wärmeenergie umgewandelt wird. Jede selbsttätig ablaufende Zellreaktion eignet sich für den Einsatz in einer Brennstoffzelle, sodass sich eine enorme Vielfalt an existenten oder denkbaren Systemen und ein entsprechend breites Anwendungsspektrum ergibt [3].

In den Medien sind meist nur zur Hausenergieversorgung beziehungsweise zur Antriebstechnik genutzte Wasserstoff-Sauerstoff-Systeme sowie ähnlich angewandte Methanol-Brennstoffzellen präsent. Andere Systeme finden meist keine Erwähnung.

### Curriculare Verankerung von Brennstoffzellen

Der Begriff „Brennstoffzellen“ ist bundesweit in den Lehrplänen für den **Chemie**unterricht der Sekundarstufe II verankert, z.B. [4]. Obwohl die Zugangswege zur Thematik Brennstoffzellen vielfältig sind, sind wenige Typen explizit benannt: In einigen Bundesländern ist die Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle in den Lehrplänen genannt. In Bremen ist darüber hinaus vorgesehen, die Methanol-Brennstoffzelle im Zusammenhang mit der Antriebstechnik für Fahrzeuge zu thematisieren. Im Unterricht anderer MINT-Disziplinen spielen Brennstoffzellen eine untergeordnete Rolle. So finden diese etwa im Lehrplan Physik für die gymnasiale Oberstufe in NRW keine Erwähnung [5].

### Literatur:

- [1] Grandrath, Rebecca (2021): Brennstoffzell-Systeme mit Fokus auf biologischen Brennstoffzellen: Entwicklung und Optimierung von schulgeeigneten Experimenten, Konzepten und Medien. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal.
- [2] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2019): Leitlinie für Bildung nachhaltige Entwicklung. Schule in NRW Nr.: 9052. Düsseldorf.
- [3] Kurzweil, Peter; Schmid, Ottmar (2016): Brennstoffzellentechnik. Grundlagen, Materialien, Anwendungen, Gaserzeugung. Unter Mitarbeit von Ottmar Schmid. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [4] Kultusministerkonferenz (2020): Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020. Bonn, Berlin. Online verfügbar unter [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Chemie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf), zuletzt geprüft am 28.07.2021.
- [5] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II an Gymnasien / Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen. Physik. Heft 4721. Düsseldorf. Online verfügbar unter [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SII/ph/KLP\\_GOST\\_Physik.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOST_Physik.pdf), zuletzt geprüft am 28.07.2021.



DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL