

Teach₂ Tomorrow: Wasserstoff – Energieträger der Zukunft?

113. MNU-Bundeskongress



Herzlich Willkommen in Koblenz!



Prof. Dr. Amitabh Banerji
Didaktik der Chemie, Universität Potsdam
28.04.2023

Forschungsbereiche der AG-Banerji

Curriculare Innovation

- Transfer moderner Forschungsthemen in den Chemieunterricht (Tausch, 2004)
- Schwerpunkt auf
 - Zukunftstechnologien
 - Halbleiter- & Photo-Anwendungen
 - Energiethemen
 - Umweltthemen

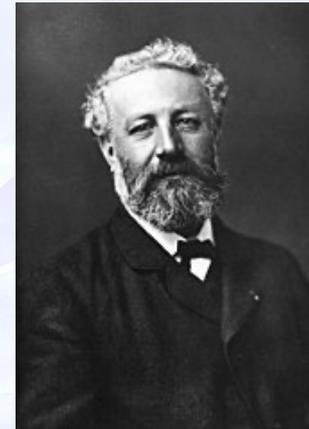
Digitalisierung

- Untersuchung innovativer Technologien für das Lernen von Chemie
- Beispielsweise
 - Computeranimationen
 - Augmented Reality (AR)
 - Virtual Reality (VR)

Motivation

*„Für den Klimaschutz und eine sichere Energieversorgung muss sich Deutschland unabhängig von fossilen Brennstoffen machen. Wasserstoff als Ersatz für Erdgas, Öl und Kohle spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die Bundesregierung fördert die Zukunftstechnologie im Rahmen der **Nationalen Wasserstoffstrategie**.“ (Bundesregierung, 2022)*

„Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“



Jules Verne,
Die geheimnisvolle Insel, 1875

Quelle: Wikipedia

Motivation: Wasserstoff-Leitprojekte in DE

Themenbereiche:

- **Wasserstoff Herstellung:**
 - leistungsfähige Elektrolyseure
 - Offshore Wasserstoffproduktion
- **Transport & Speicherung:**
 - Entwicklung einer Transport-Infrastruktur für Wasserstoff
 - Speichertechnologien für Wasserstoff (z.B. Metallhydride)
- **Verwertung von Wasserstoff:**
 - Brennstoffzelle
 - Wasserstoff-Folgeprodukte



Quelle: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/>
(Zugriff: 04/2023)

Motivation: Regionaler Bezug zu Wasserstoff



HyStarter in der Region Bendorf

Zukunft gestalten mit Wasserstoff



Auszug aus dem Programm:

- Klimaneutrale Energiebereitstellung
- Bendorfer Rheinhafen als Wasserstoff Hub (H₂-Umschlagplatz)
- Aufbau eines Ökosystems für grünen Wasserstoff mit Tankstellensystem.
- Qualifikation lokaler und regionaler Akteure
- Ansiedlung innovativer Unternehmen
- Erlebnisort für die interessierte Öffentlichkeit schaffen

Quelle: <https://www.hy.land/hystarter-ii-region-bendorf/>
(Zugriff: 04/2023)

Gliederung

- 1) Herkömmliche bzw. fossile Energieträger**
- 2) Vor- und Nachteile von Wasserstoff als Energieträger**
- 3) Elektrolyse: Wasserstoffgewinnung aus Wasser**
- 4) Brennstoffzelle: Stromerzeugung mit Wasserstoff**

1) Was sind herkömmliche/ fossile Energieträger?



E

CH₄ + O₂
(Methan)



Quelle: <https://www.thepioneer.de>



Quelle: www.zdf.de

CO₂ + H₂O

1) Was sind herkömmliche/ fossile Energieträger?



Exkurs: CO₂-Nachweis mit Barytwasser



Quelle: www.zdf.de



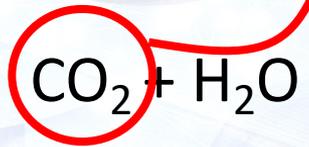
Quelle: <https://www.thepioneer.de>

1) Was sind herkömmliche/ fossile Energieträger?

E
↑



Quelle: www.zdf.de



Quelle: <https://www.thepioneer.de>

Gliederung

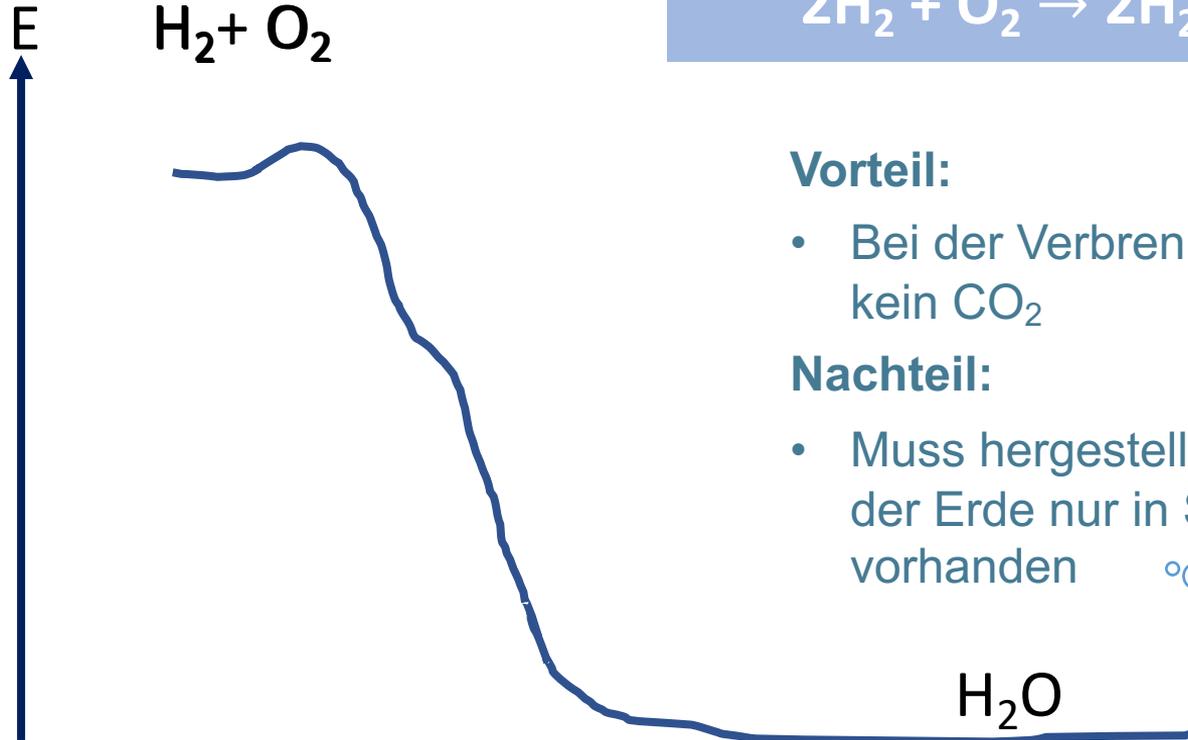
1) **Herkömmliche bzw. fossile Energieträger**

2) **Vor- und Nachteile von Wasserstoff als Energieträger**

3) **Elektrolyse: Wasserstoffgewinnung aus Wasser**

4) **Brennstoffzelle: Stromerzeugung mit Wasserstoff**

2) Welche Vor- und Nachteile hat Wasserstoff?



Vorteil:

- Bei der Verbrennung entsteht kein CO_2

Nachteil:

- Muss hergestellt werden, da auf der Erde nur in Spuren vorhanden

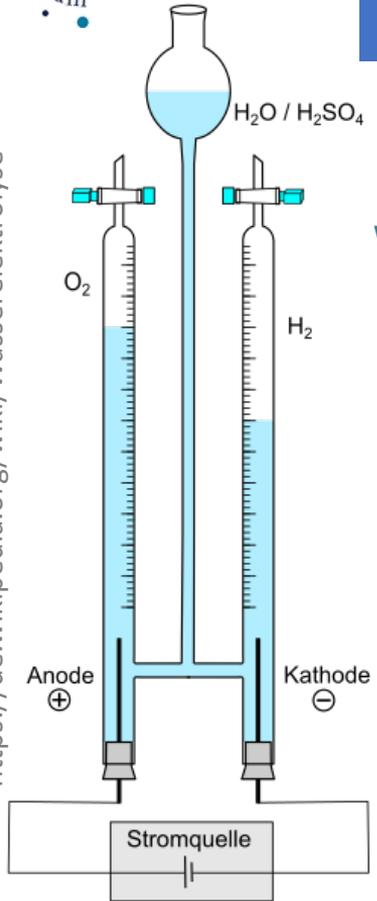
Lösung:
Wasserstoff
aus Wasser!

Gliederung

- 1) **Herkömmliche bzw. fossile Energieträger**
- 2) **Vor- und Nachteile von Wasserstoff als Energieträger**
- 3) **Elektrolyse: Wasserstoffgewinnung aus Wasser**
- 4) **Brennstoffzelle: Stromerzeugung mit Wasserstoff**

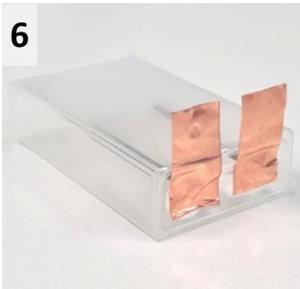
3) Wie gewinnen wir (grünen) Wasserstoff?

https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserelektrolyse



Elektrolyse: Der Hofmannsche Wasser-Zersetzungs- Apparat

- kostengünstig
- einfach
- schülergerecht



Wasserstoff – Farbenlehre*



Grün



Grau



Blau



Türkis

H₂ aus Wasserelektrolyse mit Strom aus erneu. Energiequellen

H₂ aus fossilem Erdgas (Dampfreforming). Es wird CO₂ ausgestossen.

H₂ aus Dampfreforming mit Speicherung des anfallenden CO₂.

H₂ aus thermischer Spaltung von Methan. Es fällt Kohlenstoff an.

*Quelle: https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/594/live/lw_datei/wasserstoff-flyer-din-lang_final.pdf

3) Wie gewinnen wir grünen Wasserstoff?



Grünen Wasserstoff erhalten wir durch...

- **Elektrolyse mit einer Photovoltaikzelle**
- **Elektrolyse mit einer Windturbine**

Können wir die Elektrolyse auch umkehren?



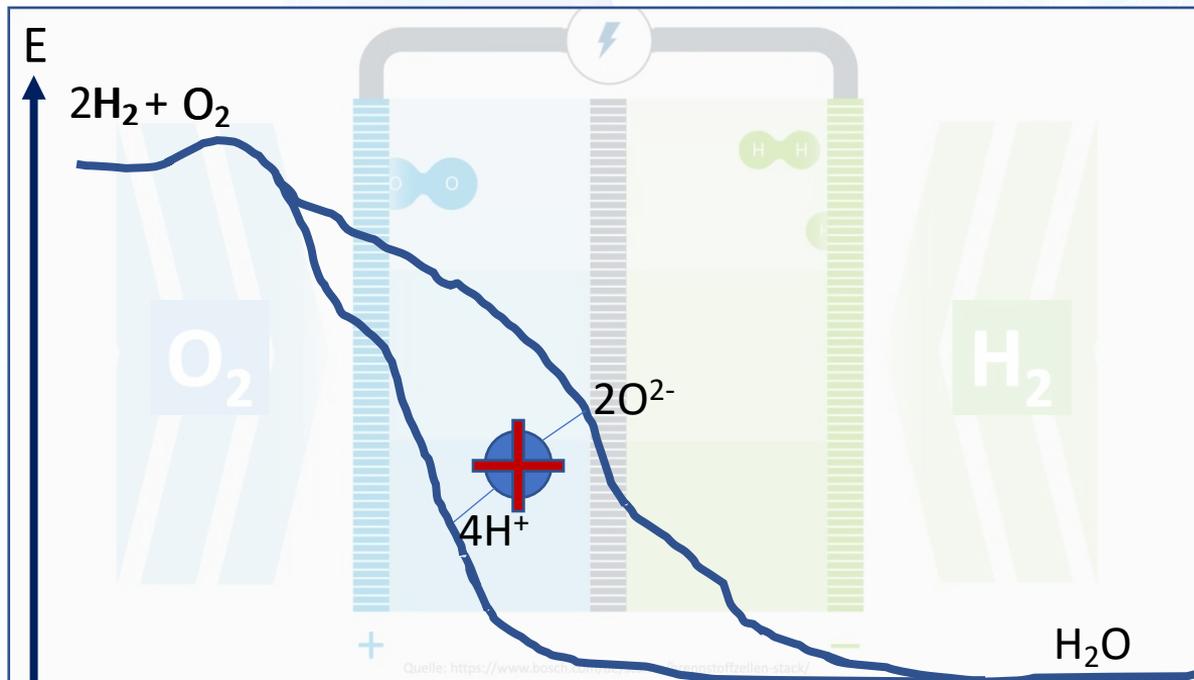
Können wir also auch aus der Knallgasreaktion (also die Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff) auch elektrische Energie (statt Wärme) gewinnen?

Gliederung

- 1) **Herkömmliche bzw. fossile Energieträger**
- 2) **Vor- und Nachteile von Wasserstoff als Energieträger**
- 3) **Elektrolyse: Wasserstoffgewinnung aus Wasser**
- 4) **Brennstoffzelle: Stromerzeugung mit Wasserstoff**

4) Wie gewinnen wir Strom aus Wasserstoff?

Brennstoffzelle: Elektrische Energie aus der Wasserstoffverbrennung



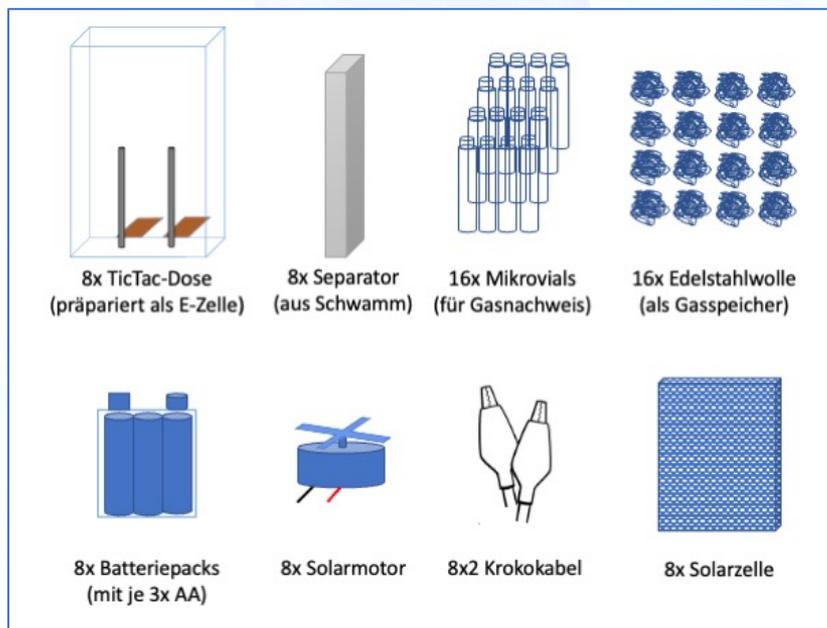
Low-cost Brennstoffzelle

Impressionen aus dem Unterricht

(Mit freundlicher Genehmigung der 10a, Waldgymnasium Berlin)



AUSBLICK



Wasserstoff – Energieträger mit Zukunft!

- **Wasserstoff** unterstützt bereits heute an bestimmten Stellen die **Dekarbonisierung** (z.B. **Reduktionsmittel** für die Metallindustrie, **Rohstoff** für Chemie- und Raffinerieprodukte, **Kraftstoff** für ausgewählte Fahrzeugtechnologien)
- Noch bietet **Wasserstoff** keine optimale Lösung, da **Herstellung**, **Speicherung** sowie **Transport** größtenteils mit Hilfe fossiler Brennstoffe einhergehen (mit über 95%).
- Global sind die **Finanzmärkte** jedoch auf große **Investitionen** ausgelegt, da aktuell ein **rasanter Ausbau** und **Forschung** an **Solaranlagen** und **Windparks** sowie einer **Wasserstoffinfrastruktur** stattfindet.



Vivien
Meggyes



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



Quellen:

- Bundesregierung, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/wasserstoff-technologie-1732248>; letzter Zugriff: 03/2022
- M. Hasselmann, M. Oetken (2014), Versuche zu Lithium-Ionen-Akkus, ChiuZ 48(2), 102-113
- Pöhls, C., Rubner, I., Oetken, M., Jansen, W. (2015), Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle, PdN-ChiS 64 (8), 19-21
- S. Korn, F. Posalla, D. Nietz, M. Heffen, R. Kremer, Y. Yurdanur und M. W. Tausch: Photo Cat photo-cat.pdf (uni-wuppertal.de)); abgerufen am 30.08.22 um 14.31Uhr
- M. Tausch, C. Bohrmann-Linde, M. Seesing. (2002) Eine no-cost Brennstoffzelle, PdN-ChiS 51 (6), 43-44
- M. W. Tausch (2004). Curriculare Innovation. PdN-ChiS 2004, 53, 18–21.