

Power to gas – Dezentrale Energieversorgung einer Modellstadt

Ein Projekt des Don-Bosco-Gymnasiums im Rahmen des 3malE-Schulwettbewerbs „Energie mit Köpfchen“ 2017/2018



Bildung mit Energie
ENTDECKEN, ERFORSCHEN, ERLEBEN



Don-Bosco-
Gymnasium

Herausforderungen der Energiewende

- Bis 2050 (Vorgabe EU) vollständige und nachhaltige Umstellung auf **regenerative Energieträger** zum Schutz der Umwelt und der verfügbaren Ressourcen
- Koordination eines zunehmend **dezentralen Energiesystems** (heute speisen tausende Blockheizkraftwerke, Millionen Photovoltaikanlagen, zehntausende Windkraftanlagen und Batterien ins Netz ein, zum Großteil völlig unabhängig von Engpässen oder Überangeboten)
- Schwankungen bei Solar- und Windstrom (was passiert z.B. mit Überkapazitäten? → **Elektrische Energie lässt sich im größeren Maßstab sehr schlecht speichern!**)



Unsere Forderungen

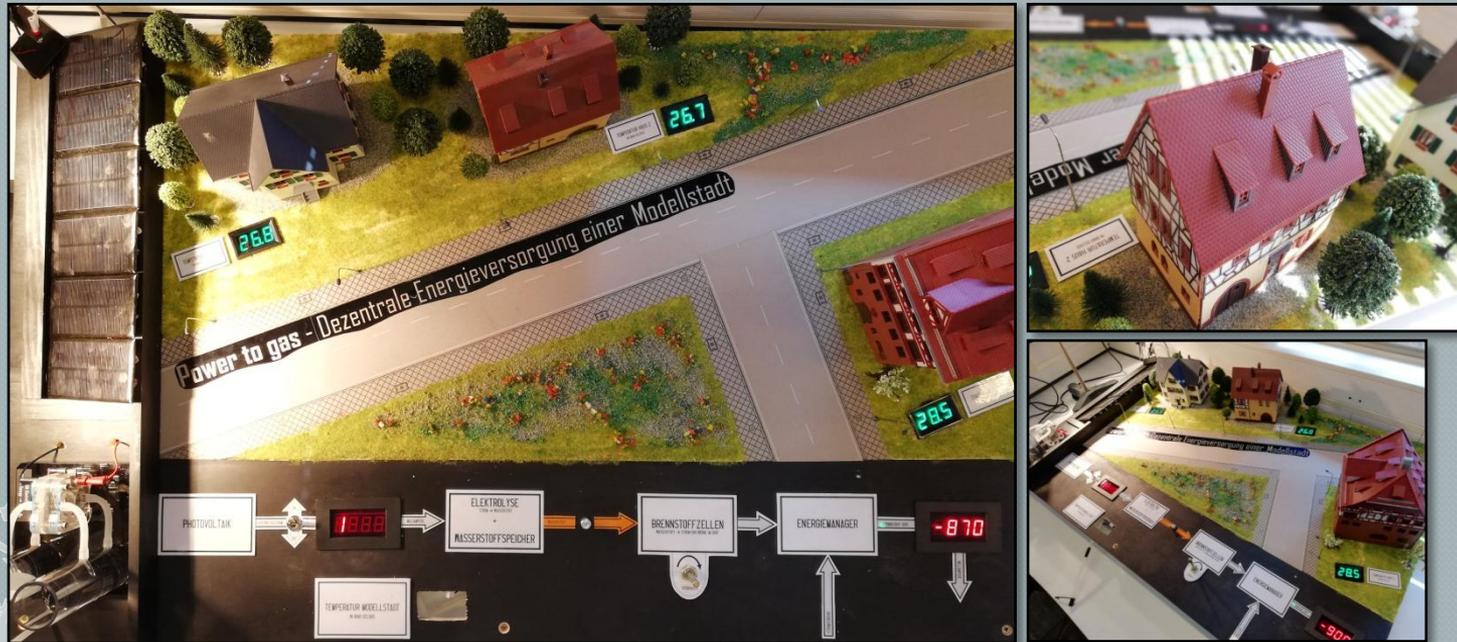
- ◉ Klimaschutz und erfolgreiche Energiewende entscheiden sich **vor Ort** und damit **dezentral** und **regional**
- ◉ Erneuerbar erzeugter Strom muss größtenteils **vor Ort** genutzt werden, um die Netzstabilität nicht unnötig zu gefährden und zunächst den **eigenen Strombedarf** zu decken
- ◉ Ein Überangebot an vorhandener erneuerbarer Energie darf nicht einfach ins Stromnetz eingespeist werden, sondern soll **vor Ort gespeichert** werden können
- ◉ Stadtwerke, Kommunen, Unternehmen und Bürger müssen hierzu Hand in Hand arbeiten



Unser Lösungsansatz am Bsp. einer Modellstadt

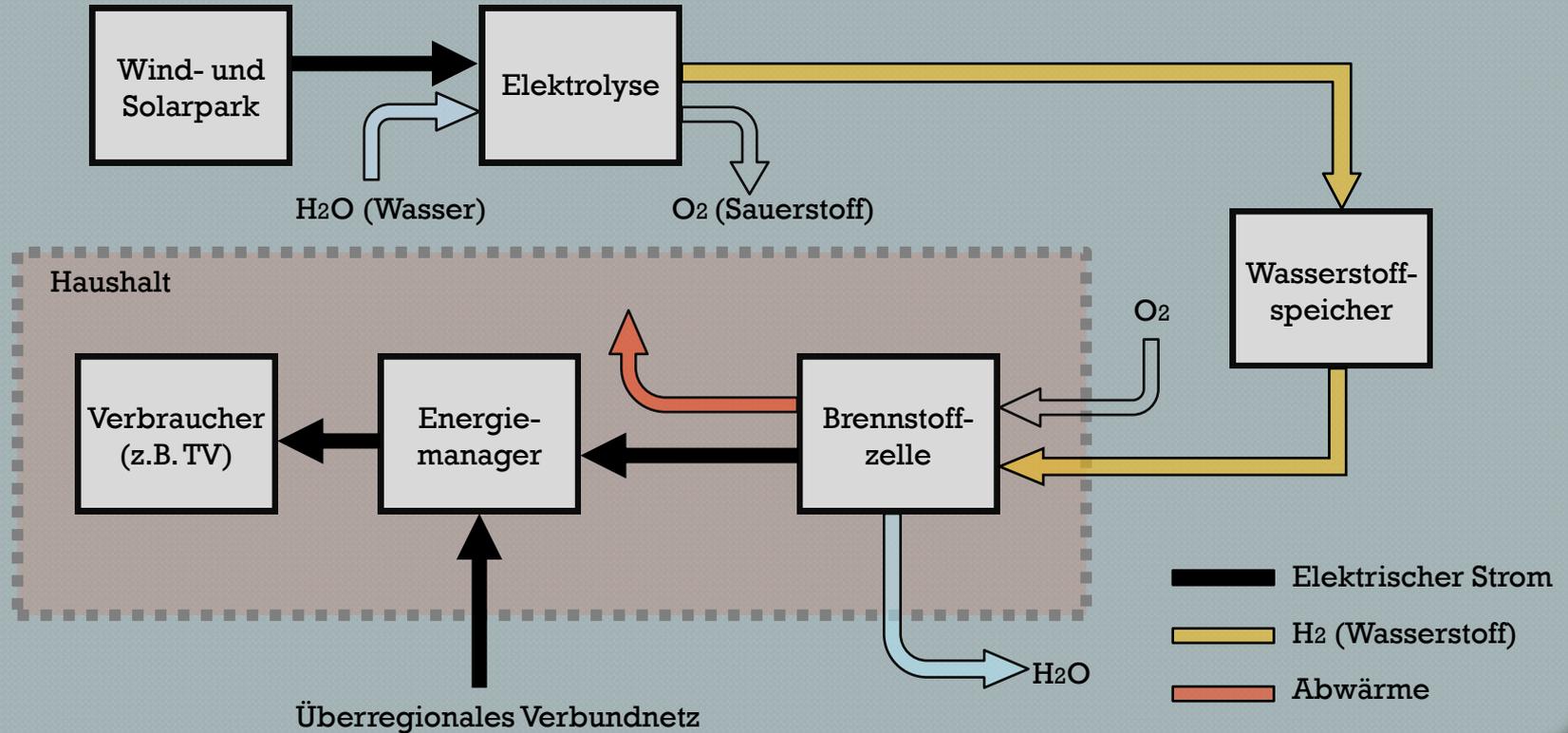
- Die vor Ort gewonnene regenerative Energie (Wind- und Solarpark) wird gespeichert, indem sie durch Elektrolyse in Wasserstoff (H_2) gebunden wird (**Power to gas**)
- Der Wasserstoff kann **im Gegensatz zur elektrischen Energie** besser gespeichert werden
- Den Haushalten wird der Wasserstoff durch die vorhandenen Erdgasleitungen unterirdisch zugeführt
- In den Häusern oder zentralen Einrichtungen der Kommune wird aus dem Wasserstoff mittels **Brennstoffzellen** wieder Strom
- Positiver Nebeneffekt: Die Abwärme der Brennstoffzellen kann für die Beheizung der Haushalte genutzt werden → **Kraft-Wärme-Kopplung**
- Bei Bedarf (z.B. leerer Wasserstoffspeicher) können die Haushalte ihren Strom auch aus dem überregionalen Verbundnetz beziehen, dafür steht ihnen ein intelligenter elektronischer **Energiemanager** zur Verfügung

Die fertige Modellstadt

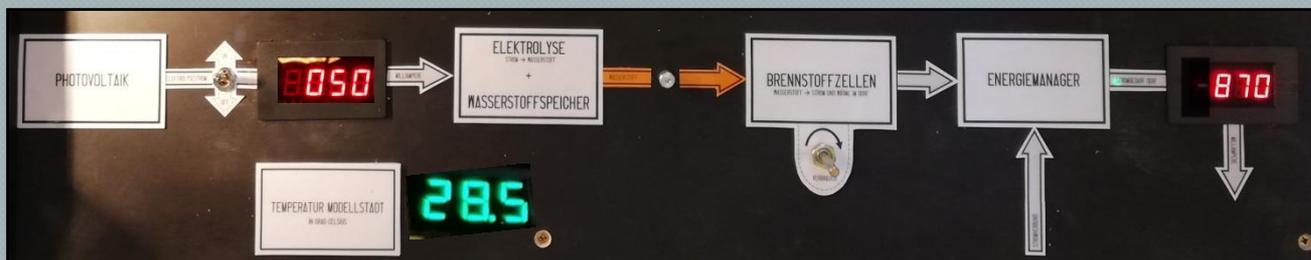


Die gesamte Modellstadt wurde zusammen mit einem Bedienpult (vorne) und einem Solar- und (optionalen) Windpark (links/seitlich) auf einem Holzbrett gefertigt

Die Modellstadt- Funktionsschema



Im Detail – Das Bedienpult



- Funktionsschema des Modells durch Blockbilder und Pfeile direkt nachvollziehbar
- Anzeige der fließenden elektrischen Ströme (in mA) durch LED-Displays
- Anzeige der Umgebungstemperatur in der Modellstadt zum Vergleich mit den Temperaturen innerhalb der Häuser
- Ob Strom aus den Brennstoffzellen oder dem überregionalen Verbundnetz bezogen wird, kann durch Lauflichter unter den Pfeilen nachempfunden werden
- Bedienung interaktiver Elemente, die direkten Einfluss auf die Funktion des Modells haben, wie z.B. Schalter (Stoppen der Elektrolyse), Ventil (Unterbrechung der Wasserstoffversorgung) oder Drehregler zum Verändern der Stromnachfrage der Modellstadt

Im Detail – Die Elektrolyse - Power to Gas

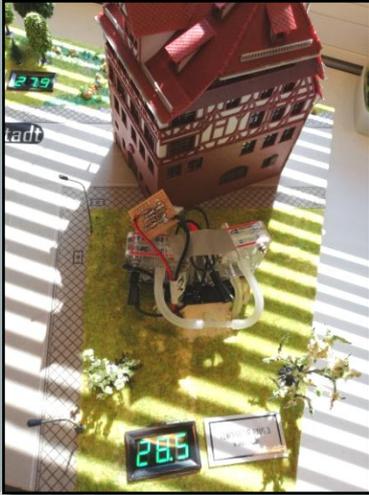


Links & Mitte:
Photovoltaikzellen und
Windkraftanlage

Rechts:
Elektrolyse-
modul und
Wasserstoff-
speicher

- Photovoltaikzellen und optional zuschaltbare Windkraftanlagen sorgen für die notwendige Elektrolysespannung von 5,9 V und einen Elektrolysestrom von bis zu 600 mA
- Durch Abschattung einzelner Photovoltaikzellen oder durch eine Veränderung des Winkels der einfallenden Sonnenstrahlung kann unmittelbar am Modell der Einfluss auf den Elektrolysestrom und die damit verbundene Wasserstoffproduktion beobachtet werden, was einen Einsatz des Modells im Unterricht begünstigt
- Der produzierte Wasserstoff wird in einem durchsichtigen Zylinder gespeichert und später unterhalb der Platte den einzelnen Modellhäusern zugeführt

Im Detail – Die Häuser & Laternen

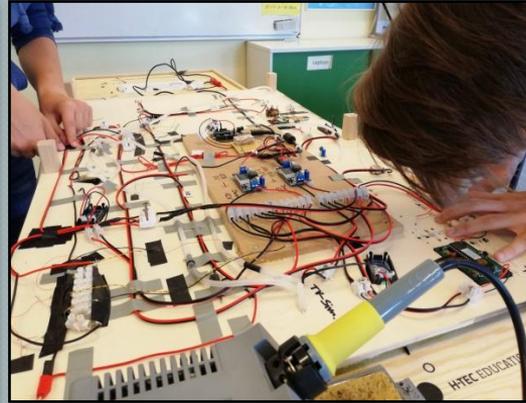
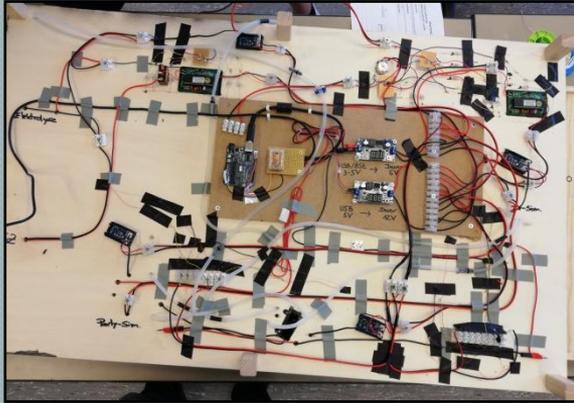


- Die Häuser sind jeweils mit einer Brennstoffzelle ausgestattet, die unterhalb des Brettes zentral mit dem Wasserstoffspeicher verbunden ist
- Direkt neben den Häusern befindet sich eine Temperaturanzeige, auf der die Innentemperatur der Häuser angezeigt wird, die dann mit der Außentemperatur des Dorfes verglichen werden kann
- Um Verbraucher innerhalb der Häuser zu simulieren, sind Lichtmodule mit Mikrochips verbaut worden (z.B. TV Simulator oder Partylicht), die zuvor programmiert und auf Miniplatinen gefertigt wurden
- Die Modellhäuser wurden genau wie der Rest der Szenerie in Handarbeit zusammengefügt und teilweise bemalt
- Die Straßenbeleuchtung ist voll funktionsfähig und wird ebenfalls durch Brennstoffzellen betrieben

Oben: Brennstoffzelle & Lichtmodul (TV Simulator), welche sich sonst innerhalb des Hauses befinden

Unten: eine der Straßenlaternen

Im Detail – Die „versteckte“ Technik



Links: Die Unterseite des Brettes

Rechts: Verkabelungsarbeit

- Die Stromversorgung des Modells für die Anzeigen (9-12 V) wird durch USB-Spannung (5 V) und zwei DC/DC Upstepper sichergestellt
- Der Energiemanager wurde durch ein Arduino-Microcontrollerboard mit dazugehöriger Leistungsplatine realisiert
- Der Wasserstoff wird den einzelnen Häusern unterirdisch zugeführt (milchige Schläuche)

Das Team & Danksagung



v.l.: Stefan Ciba (Q1), Jens Mielnik (Q1), Leon Angermeyer (Q1), Lewis Schmidtke (Q1), & Christian Lübbering (betreuender Lehrer)



Danke, dass wir an diesem Wettbewerb teilnehmen durften und 500 € Finanzierungsgeld zur Verwirklichung unseres Projekts erhalten haben. Wir hoffen, dass wir Sie mit unseren Ideen für eine zukünftige Energieversorgung überzeugen konnten und sind ganz gespannt, welche Platzierung wir mit unserem Projekt erreichen werden.

Videobeitrag zum Projekt



Einen Videobeitrag zum Projekt finden Sie unter :

<https://www.youtube.com/watch?v=CFy3-welfVw>