

Wasserstoff

als erneuerbarer Energieträger



AHS Unterstufen-klassenübergreifendes
Forschungsprojekt zum Thema Wasserstoffauto
für umweltfreundliche Mobilität 2018

Zusammenfassung

Eine klassenübergreifende SchülerInnen-Gruppe im Alter von 12-14 Jahren hat sich in diesem Schuljahr seit September am Bundesgymnasium Dornbirn mit dem Problem **Klimawandel und Mobilität** intensiv auseinandergesetzt und nach Lösungen gesucht. Unterstützt wurden wir dabei von Frau Prof. Schuster.

Da Verbrennungsmotoren in diesem Bereich eine große Rolle spielen, haben wir uns überlegt, wie man für Verbrennungsmotoren und die allgemeine Energieproduktion möglichst umweltfreundliche und kostengünstige Alternative finden kann.

Unsere Alternative lautet: Wasserstoffbetrieb in Autos und zusätzlich Energiespeicherung durch Wasserstoff. Die Energie für die Spaltung des Wassers (Elektrolyse) könnte beispielsweise durch Energie von Wind, Wasser oder Sonne erfolgen.

Wir haben sehr viel recherchiert: online im Internet, aber auch in der Bibliothek. Wir haben uns mit ExpertInnen getroffen und Exkursionen wie z.B. in das Wasserstoffzentrum in Ulm unternommen. Im Labor der FHV sahen wir, wie Wasserstoff aus Sonnenenergie erzeugt wird und im Chemielabor unserer Schule stellten wir selbst Wasserstoff her.

Auch wenn Österreicher langsam zu Elektroautos tendieren, um die Umwelt zu schützen: Elektroautos sind auf jeden Fall umweltfreundlicher als Verbrennungsaautos, trotzdem sind sie z. B. in Sachen Energiespeicher nicht 100% umweltschonend.

Deshalb ist unsere Empfehlung das Wasserstoffauto als eine Möglichkeit der umweltschonenden Mobilität in Betracht zu ziehen.

Dieser Bericht wurde von Claudia Thal, Andreas Schneider und Felix Hilfiker verfasst.

Inhalt

➤ Das Problem	Seite 4
➤ Forschungsfrage	Seite 5
➤ Problemanalyse	Seite 5
➤ Prüfung vorhandener Lösungen	Seite 7
➤ Lösungsansatz	Seite 11
➤ Innovation	Seite 12
➤ Eigene Realisierung	Seite 12
➤ Veröffentlichung	Seite 14
➤ Ausblick	Seite 14

Das Problem



Wie bereits erwähnt: Verbrennungsmotoren sind alles andere als umweltfreundlich. Das weiß zwar so ziemlich jeder, trotzdem unternehmen nur wenige Fahrer etwas dagegen! Obwohl es bereits mehrere Ingenieure gibt bzw. gegeben hat, die eine Alternative gefunden haben die angeblich „100% umweltschonend“ sind: 100% umweltschonend sind z. B. Biogas- oder Elektrofahrzeuge **nicht**. Biogasmotoren benötigen nämlich – wie der Name schon verrät – Biogas. Dieses entsteht bei dem Verrottungsvorgang von Pflanzen. Aber 1. sind die Gasanlagen alles andere als billig und 2. wird für diesen Vorgang Maisabfall sehr bevorzugt. Der Maisabfall kommt meistens von Monokulturen, für die Regenwald gerodet wird. Das zerstört den Lebensraum vieler Pflanzen und Tiere. Das Elektroauto hat zwar den Vorteil, dass es egal ist, welche Energie dafür verwendet wird. Klingt doch erst mal nicht schlecht. Doch wenn man den Akku betrachtet, der dazu dient, dass die Energie gespeichert werden kann, wird es kritisch. Die Akkus bestehen nämlich aus **Lithium Ionen**. Diese erzeugen durch einen Austausch Energie. Außer, dass diese Akkus extrem umweltschädlich sind, sind sie auch noch sehr gefährlich. Gibt es einen Kurzschluss, ist der Brand nicht mehr zu stoppen.



Bild: Ein brennender Tesla-Wagen

Die Forschungsfrage



Wir haben lange diskutiert, geforscht, recherchiert und verglichen. Wir haben uns andauernd die Frage gestellt: Wie kann man Wasserstoffautos, -tanks, -tankstellen und die Elektrolyse möglichst umweltschonend aber auch kostengünstig herstellen und verwenden?

Problemanalyse

Wir haben viel recherchiert, Versuche gemacht und auch vorhandene Lösungen geprüft. Zuerst waren wir im Internet auf der Suche nach den neuesten Informationen und führten auch Recherchen in der Stadtbibliothek durch, wo wir in Büchern schmökerten.



Danach haben wir mit Experten gesprochen und im Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff (ZSW) in Ulm mehr über Brennstoffzellen gelernt und auch über die Energieverhältnisse im Auto.

Auch haben wir uns überlegt was es wohl für Probleme geben würde, wenn der Wasserstoffgebrauch zum Alltag würde:

- Der Wasserstoff muss umweltschonend und kostengünstig hergestellt werden. Hierfür könnte man erneuerbare Energiequellen nutzen, wie z. B. Sonnenenergie: Die Sonne produziert in einer halben Stunde so viel Energie, die die komplette Erde ein ganzes Jahr lang mit Strom versorgen könnte. Leider kann nur ein Bruchteil der Sonnenenergie „eingefangen“ werden, denn die Erde ist gegen die Sonne so gut wie ein Nichts....Mit der Sonnenenergie, die über PV zu Strom umgewandelt wird, kann man durch Elektrolyse Wasser spalten in Wasserstoff und Sauerstoff. Den Wasserstoff kann man dann lagern, sodass der Treibstoff jederzeit verfügbar ist.

- Irgendwie muss der erzeugte Wasserstoff auch verteilt und zu den Tankstellen kommen. An jeder Tankstelle einen Wasserstoffgenerator zu bauen, wäre zu teuer. Und den Wasserstoff mit Tanklastern über die Autobahn zu transportieren würde erstens zu gefährlich sein und zweitens würde es viel zu lange dauern, da man mehr Wasserstoff als Benzin oder Diesel benötigt. Man könnte Wasserstoff auch in Tankern verschiffen oder in Gaspipelines transportieren.

- Die Herstellung von Brennstoffzelle und dem Tank ist auch ein Problem. Die Brennstoffzelle ist aufwändig herzustellen und aufgrund der niedrigen Stückzahlen derzeit noch sehr teuer. Wenn das Wasserstoffauto jedoch in Massen produziert wird, sollte dieses Problem aber gelöst sein, zumal der technische Fortschritt immer bessere Technologien hervorbringt. Der Tank im Auto ist jetzt noch ein Problem. Er sollte möglichst leicht sein, muss aber trotzdem zu 100% gasdicht bleiben. Ein Beispiel für einen gasdichten und leichten Tank bzw. Behälter ist eine Chips-Verpackung (Idee: Dr. Friedel, FHV). Allerdings wäre eine Chips-Verpackung als Tank nicht besonders gut geeignet, da eine sehr hohe Beschädigungsgefahr vorliegt. Der Tank ist also noch sehr ausbaufähig.

Prüfung vorhandener Lösungen



Um Wasserstoff als zukunftssträchtigen Energieträger für emissionsfreie Mobilität näher zu untersuchen, haben wir diverse Exkursionen unternommen und uns mit FachexpertInnen unterhalten.

Exkursion zur Fachhochschule Vorarlberg

Frau Dr. Friedl von der FHV hat mit uns im Labor der Fachhochschule mit einem Elektrolyse-Apparat Wasser gespalten. Die Energiequelle war ein PV Modul und da an diesem Tag die Sonne schien, funktionierte der Laborersuch gleich auf Anhieb:

Vorgang:

Wasser besteht aus zwei Teilen Wasserstoff und einem Teil Sauerstoff. Wenn man Wasser spalten will braucht man zwei Behälter und Strom. Bei diesem Vorgang wird Wasser wieder in zwei Teile Wasserstoff und einem Teil Sauerstoff gespalten.



Versuch im Chemielabor

Nachdem wir in der FHV im toll ausgestatteten Labor den Vorgang gesehen hatten, erzeugten wir selbst Wasserstoff zusammen mit Frau Prof. Dönz (Chemie Lehrerin) im Chemielabor unserer Schule. Wir bauten den Elektrolyse-Apparat mit billigeren Gegenständen nach und machten denselben Versuch nur ohne Sonne, weil wir keine PV Module hatten. Mittels Knallgasprobe wiesen wir das unsichtbare Gas hörbar nach.



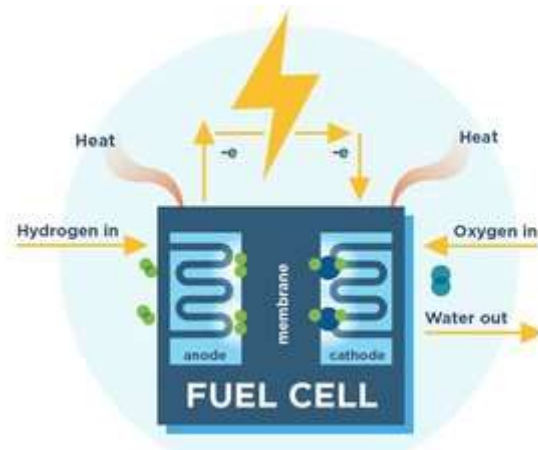
Elektrolyse im Chemiesaal des BG Dornbirn

Exkursion zum ZSW in Ulm

Schließlich haben wir uns auch mit Experten im Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff (ZSW; www.zsw-bw.de) in Ulm getroffen und dort mehr über die Wasserstoffmobilität gelernt, wie z.B. die Brennstoffzelle genau funktioniert und wo wir heute stehen.



Im Rahmen der Exkursion konnten wir selbst ein Wasserstoffauto betanken und uns überzeugen, dass es ungefährlich war. Danach durften wir eine Runde im Auto mitfahren, was ein tolles Gefühl war.

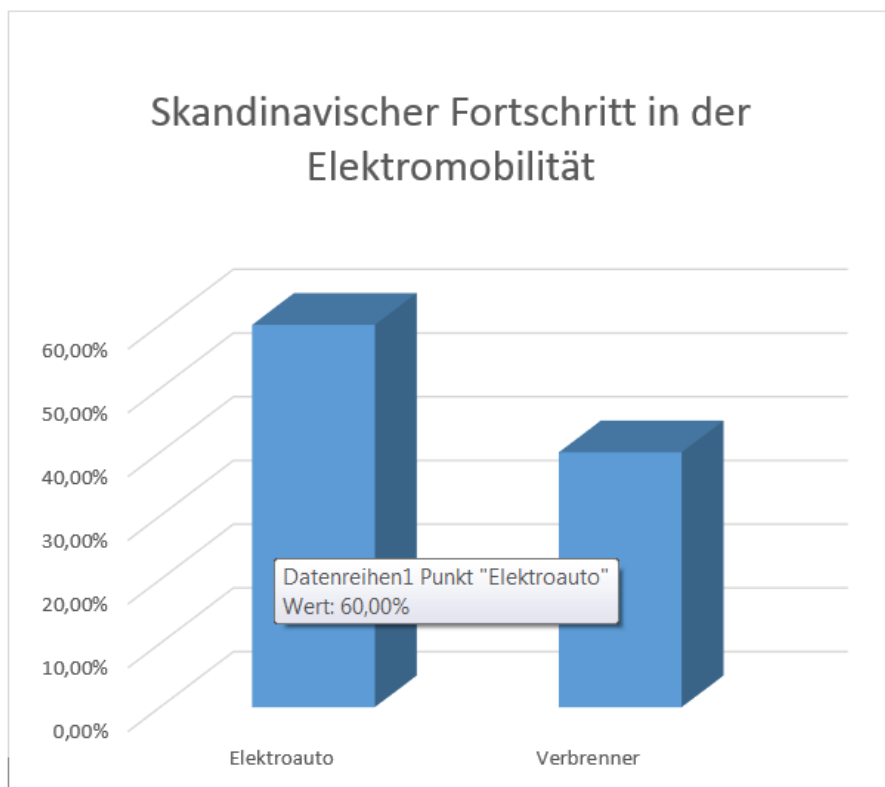


Zusätzlich haben wir noch erklärt bekommen, wie das Ganze im Auto selbst funktioniert (Ablauf).



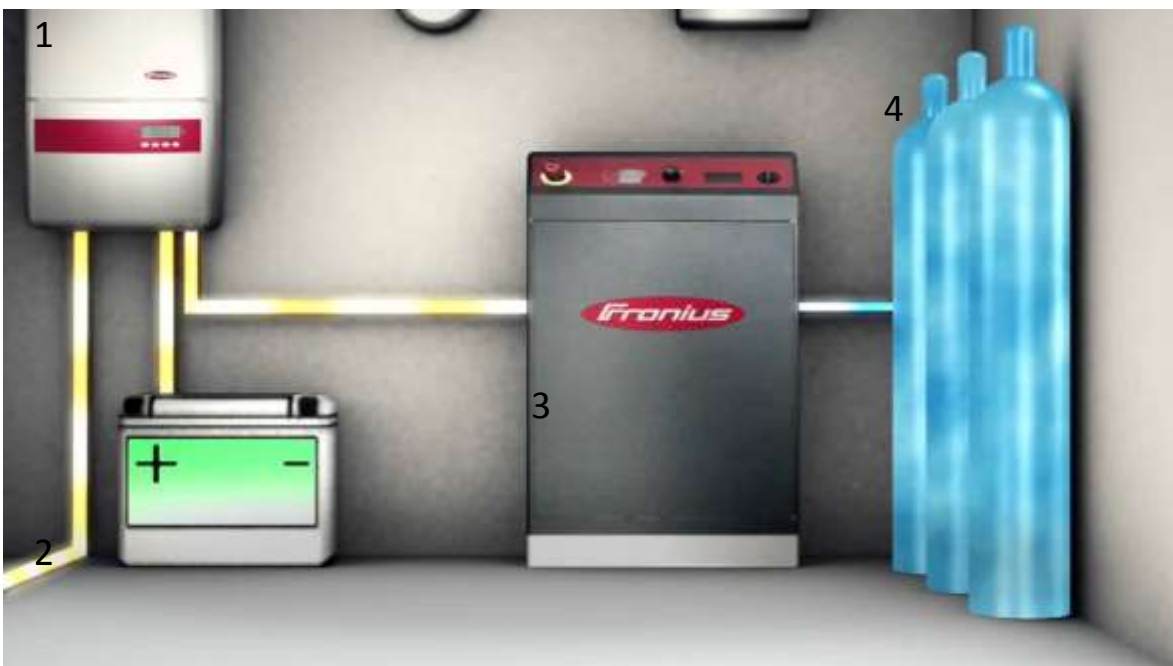
Zwar läuft das nun wirklich sehr umweltfreundlich ab, wenn aber in der Zukunft jeder ein solches Auto fährt, könnte vielleicht der Wasserdampf als Wärmequelle ein Problem werden, da dieser ja heiß ist, und daher die Umgebung von Autobahnen oder Hauptstraßen warm werden könnte. Diesen Aspekt brachte Frau Dr. Friedel von der Fachhochschule auf, mit der wir ebenfalls diskutiert haben. Andere Experten meinen wiederum, dass dies eine unbegründete Angst sei – selbst Experten sind sich da nicht einig und man wird sehen, was die Zukunft bringt.

Bei der Analyse der Alternativen haben wir auch andere Länder recherchiert. Das nachfolgende Diagramm zeigt, dass man sehr wohl auf Elektromobilität umstellen kann: Norwegen ist Spitzenreiter unter den skandinavischen Staaten und will bis zum Jahr 2025 sollen nur mehr Elektroautos bei Neuanmeldungen erlauben. Jedoch gibt es in Oslo schon ein Problem mit der Stromversorgung und dem Netz beim Aufladen der Batterien. Dies wird in Zukunft noch eine größere Herausforderung sein. Auch bei uns sieht man den Ausbau des Netzes zum Aufladen der Autos als eine große Hürde an. Der Betrieb mit Wasserstoff könnte hier eine Lösung darstellen.



Der Lösungsansatz

Wir haben experimentiert und nachgedacht. Dann sind wir auf die Idee gekommen, dass nicht nur die Mobilität in Zukunft mit Wasserstoff funktionieren könnte. Auch im Haus könnten verschiedene Verbraucher mit Wasserstoff funktionieren. Fronius® (Firma) hat schon eine geniale Idee für solche Energieträger.



Der Strom kommt von der Photovoltaikanlage am Dach. Danach wird er in den Verteiler bzw. Wechselstromrichter (1) geleitet. Wenn genügend Solarstrom zur Verfügung steht, wird er direkt an die Verbraucher geleitet. Überschüssiger Solarstrom wird im Kurzzeitspeicher (Batterie, 2) gespeichert und bei Nacht freigegeben. Ist der Kurzzeitspeicher voll und es gibt immer noch überschüssige Energie, wird sie in die Fronius® Energiezelle geleitet, wo die Elektrolyse durchgeführt und somit Wasserstoff erzeugt wird, welcher dann in den Tanks (4) gespeichert wird. Scheint einmal lange keine Sonne und der Kurzzeitspeicher ist leer, wird der Vorgang rückgängig gemacht und somit Energie erzeugt.

Durch die Dezentralisierung der Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff kann eine flächenmäßige Versorgung sichergestellt werden.

Wir haben dieses System noch ein wenig verbessert. Was sehr schade ist, ist, dass dabei mehr als $\frac{1}{3}$ der Energie verloren geht. Zusätzlich ist dieses System auch noch etwas gefährlich. Wenn nämlich das Haus brennt, könnten die Tanks explodieren und Menschen schwer verletzen oder sogar töten.

Innovation

Unsere Idee gegen diese Gefahr ist folgende:

Da Wasserstoff ja leichter als Luft ist, sollte man die Anlage immer am möglichst höchsten Punkt des Gebäudes einrichten. Dann könnte man ein Ventil an die Tanks machen, das mit Rauchsensoren verbunden ist. Wenn das Haus brennt, könnte dann das Ventil geöffnet und der Wasserstoff abgelassen werden. Eine knifflige Angelegenheit ist, wenn das Dach brennt. Denn dann würde das den Brand nur verstärken. Also könnte man ein Rohr vom Ventil in eine Richtung bauen, um den Wasserstoff weiter entfernt vom Haus abzulassen.

Eigene Realisierung

Wir haben das Thema auch für uns realisiert:

- Wir haben aus einem kleinen Kartonhaus einen Prototyp gebastelt, indem wir einen schwarzen Behälter als „Tank“ und einige Glühbirnen als „Verbraucher“ eingebaut haben.



Das Kartonhaus (Prototyp)

- Die Elektrolyse haben wir im Labor mithilfe von Frau Professor Dönz (Bundesgymnasium Dornbirn) nachgestellt, indem wir zwei Spritzen mit Drähten versehen haben und in diese dann eine Spannung von ca. 15V geleitet haben. Dadurch wurde das Wasser gespalten und die Gase (O, H₂) eingefangen.



Veröffentlichung

Wir haben dieses Thema mehrmals vorgesellt, um mehr Interesse für Wasserstoffmobilität und Wasserstoff als Energieträger zu wecken:

- **Elternabend:** Wir haben an einem Abend alle Eltern zu unserer Präsentation eingeladen.
- **Schülergruppen am BG Dornbirn:** Mehrere Klassen durften unsere Präsentation sehen.
- **Professoren am BG Dornbirn:** Auch Professoren haben wir unsere Ideen gezeigt.
- Die wohl wichtigste Veröffentlichung bisher war die First® Lego® League (kurz: FLL). Sie fordert jedes Jahr weltweit Unmengen von Schülern und Schülerinnen von 9-16 Jahren dazu auf, Roboter zu programmieren und Forschungspräsentationen zu machen. Für uns war dieser Wettbewerb ein wichtiges Erlebnis.

Ausblick

Auch wenn im Moment in Europa und Amerika das Wasserstoffauto noch nicht so populär ist und der Trend in Richtung Elektroauto geht, so glauben wir, dass Wasserstoff einen Beitrag zur Lösung der Probleme des Klimawandels leisten kann.

Japan ist ein Vorreiter und setzt auf Wasserstoffautos und stellt somit die Weichen für die Zukunft. Während es bei uns erst Prototypen gibt, laufen

in Japan diese Autos schon serienmäßig vom Fließband, z.B. bei Toyota. Die H2Mobility wird von allen großen japanischen Fahrzeugherstellern unterstützt, um den Wasserstoffantrieb konkurrenzfähig zu machen.

Es gibt viele Vorteile von Wasserstoffautos und wir hoffen, dass sie sich in Zukunft auch in Europa durchsetzen werden.

- Höhere Reichweite über 500 km
- Schnelles Auftanken in wenigen Minuten
- Auch für Busse und LKWs bestens geeignet
- Tankstellen können kostengünstig umgerüstet werden
- Überschüssiger Strom aus Sonne kann als H gespeichert werden
- Es entstehen keine Abgase. Als Verbrennungsprodukt entsteht nur Wasserdampf
- Der Wirkungsgrad von Wasserstoffverbrennungsmotoren liegt bei bis zu 45%, Benzinmotoren erreichen nur 25%.
- Wasserstoff ist bei richtiger Handhabung sicherer als Benzin.
- Wasserstoff ist in unerschöpflichen Mengen vorhanden.