

Mit Wasserstoff in die Zukunft!

Projekt-Team: Severin Siegmann, Sergio Guggisberg, Marija Stojanovic

Beruf: Elektroplaner/in

Lehrjahr: 2. Lehrjahr

Name der Schule: Technische Berufsschule Zürich (TBZ)

Name der Lehrperson: Alice Grünfelder

Zusammenfassung:

Strom + Verluste Sparen

Unsere heutigen Pumpspeicherkraftwerke weisen hohe Verluste im Hochpumpen des Wassers auf.

Wir versuchen, diese Verluste mit Hilfe von Elektrolyse und Brennstoffzellen nahezu verlustfrei zu halten.

Das Wasser wird mit billigem Nachtstrom aufgespaltet in Wasserstoff.

Dieser Wasserstoff wird auf Grund seiner Dichte automatisch durch eine Röhre auf den Berg hochgeleitet.

Oben wird mit Hilfe einer Brennstoffzelle wieder Elektrizität gewonnen und als Abfallprodukt entsteht Wasser, das erneut dem Kreislauf zugeführt wird.

Wir versuchen mit unserem Projekt die Effizienz unserer meist überholten Speicherkraftwerke zu realisieren.

Unser Projekt beinhaltet die Berechnung eines solchen Wasserstoffsystems, wie auch, wenn möglich ein Modell zu erstellen.

Energiespar-Potential in kWh pro Jahr (Innovationsprojekt): 657MWh

Wettbewerbs-Kategorie: Innovationsprojekt

Inhalt

1. Einleitung	2
1.1. Ausgangslage	2
1.2. Motivation.....	2
2. Ideensuche / Projektdefinition	3
2.1. Projektdefinition und -Zielsetzung:.....	3
2.2. Umsetzbarkeit	3
3. Projektplanung	4
3.1. Die wichtigsten Meilensteine	4
3.2. Detaillierter Aufgabenplan	4
4. Konkrete Umsetzung	5
5. Berechnung	6
6. Auswertung der Projektarbeit	7
6.1. Rückblick.....	7
6.2. Erkenntnisse	7
6.3. Perspektiven	7
7. Literatur	8
Anhang	9

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Der globale Temperaturanstieg als Folge des Treibhauseffekts¹ bringt Wetterextreme mit unterschiedlichen Auswirkungen je nach Region der Welt. Auch das Alpenland Schweiz ist stark betroffen.

Im Kampf gegen den Klimawandel muss das wichtigste Treibhausgas, nämlich der CO₂-Ausstoss, reduziert werden. Die Welt muss wegkommen von der Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern und den damit verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt. Klimaschutz heisst, die Energie für Strom, Wärme und Mobilität künftig aus erneuerbaren Quellen wie zum Beispiel aus Wasser zu generieren und so effizient wie möglich zu nutzen.

Um das zu erreichen, muss die Stromeffizienz steigen. Das heisst z.B. dass man das Licht nicht brennen lässt, wenn man sich nicht im Raum befindet, oder den Boiler abstellt, wenn man in den Ferien verreist. In der Schweiz wird ein Drittel des Stromverbrauchs von Lampen und elektrischen Geräten verbraucht, die gar niemand braucht. Es ist aber nicht nur der Stromverbrauch der unseren ökologischen Fussabdruck runter zieht, sondern auch das Verhalten mit Lebensmitteln. Viele Lebensmittel haben sonst schon eine schlechte Ökobilanz, weil sie von weit weg kommen. Dazu kommt noch dazu, dass wir meistens viel zu viel Lebensmittel kaufen und dann einen grossen Teil wegwerfen. Wenn wir bewusster einkaufen würden, würde jeder von uns etwas Gutes der Ökologie tun.

1.2. Motivation

Uns als Lehrlinge wurde eine tolle Chance geboten, ein Gedanken, eine Idee oder ein Einfall als Projekt zu verwirklichen. Anschließend werden wir von einer kompetenten Jury mit Fachkundewissen beurteilt und vor allem ernst genommen. Dabei liegt die Motivation, unser Projekt so zu gestalten, dass die Zukunft der Umwelt davon profitieren kann.

Unsere Idee ist es, die Erzeugung vom elektrischen Strom durch die Pumpenkraftwerke zu optimieren. Das geschieht, indem man die Pumpe und den Motor weg nimmt und Wasser in Wasserstoff umwandelt, damit das Gas durch seine geringere Dichte als Luft durch ein Rohr nach oben schweben kann und oben mit einer Brennstoffzelle zu Wasser wird. Zusätzlich kann man die gewonnene Energie ins Netz einspeisen.

¹Treibhauseffekt = der Vorgang, dass Umweltverschmutzung dazu führt, dass die Erdatmosphäre immer wärmer wird

2. Ideensuche / Projektdefinition

Schon als Kinder interessierten wir uns mit Begeisterung für die Naturwissenschaften.

Oftmals stellte wie uns die Frage ob wir jemals ein Perpetuum mobile generieren können. Severin verbrachte nicht selten mehrere Stunden mit seinem Vater, um genau mit solche Gedanken zu spielen.

Zunächst präsentierte er uns seine Gedanken in der Gruppe und konnte uns mit grosser Begeisterung für seine Idee gewinnen.

Als uns Severin seine Idee vorstellte, waren wir ein bisschen skeptisch. Jedoch wurde uns nach der Erklärung im Anhang der ersten Skizze schnell bewusst, dass der Gedanke gut umsetzbar ist. Wir sahen dadurch auch eine Chance, unser Wissen über das Wasser zu erweitern und das Gas Wasserstoff kennen zu lernen.

2.1. Projektdefinition und -Zielsetzung:

Das entschiedene Projekt gehört in die Kategorie Innovationsprojekt. Das bedeutet, dass man mit dem Projekt den CO₂-Ausstoss effektiv verkleinert, indem man bei der erneuerbare Energie Wasser, den Pumpkraftwerken Kosten und Verluste spart. Unserer Meinung nach würden alle Pumpenkraftwerke davon profitieren und die Umwelt auch.

2.2. Umsetzbarkeit

Ob sich das Projekt wirklich umsetzen lässt, können wir erst beantworten, wenn unsere zwei folgenden Fragekategorien geklärt wurden;

- Wie hoch ist der Effizienzgrad der Hydrolyse "Wasser->Wasserstoff"? Wie sieht es mit den Verlusten aus? Werden sie wirklich kleiner?
- Wie viel Wasser entsteht auf dem Berg in den Brennzellen aus dem unten produzierten Wasserstoff?

Wenn wir eine Antwort auf die Fragen haben, bildet sich schon das nächste Problem. Da Wasserstoff explosionsgefährdet ist, werden wir uns informieren müssen, ob es überhaupt möglich ist, ein Prototyp oder Model zu bauen.

3. Projektplanung

•**Was ist das Ziel unseres Projektes?**

Mit Wasseroxid Verluste und Kosten zu sparen

•**Wie viel Zeit haben wir für die Umsetzung zur Verfügung?**

vom 5.12.2014 bis 16.01.2015, das heisst etwa 6 Wochen; davon viermal in der Schule je eine Lektion und sonst die Freizeit

•**Welche Aufgaben müssen übernommen werden?**

Gespräch mit Lehrer, Abklärung mit EW, Berechnung, Plakat, Privatversuch, Dokumentation und die Fertigstellung

•**Wer kann uns unterstützen?**

Klassenlehrperson, Herr Gantenbein, das EW und der Vater von Severin

•**Welche Probleme/Stolpersteine sind aufgetreten? Wer könnte uns helfen?**

Prototyp/Model bauen (Herr Spörri, Klassenlehrer)

•**Brauchen wir zusätzlich Material? Wer übernimmt die Kosten?**

Falls der Bau eines Prototyps, Model möglich ist ja. Die Kosten für das Material würden wir selbst trage falls sie zu hoch werden fragen wir myclimate an.
Material: drei Rohre, vier Becken, „Generator“, Kathoden und Brennstäbe

3.1. Die wichtigsten Meilensteine

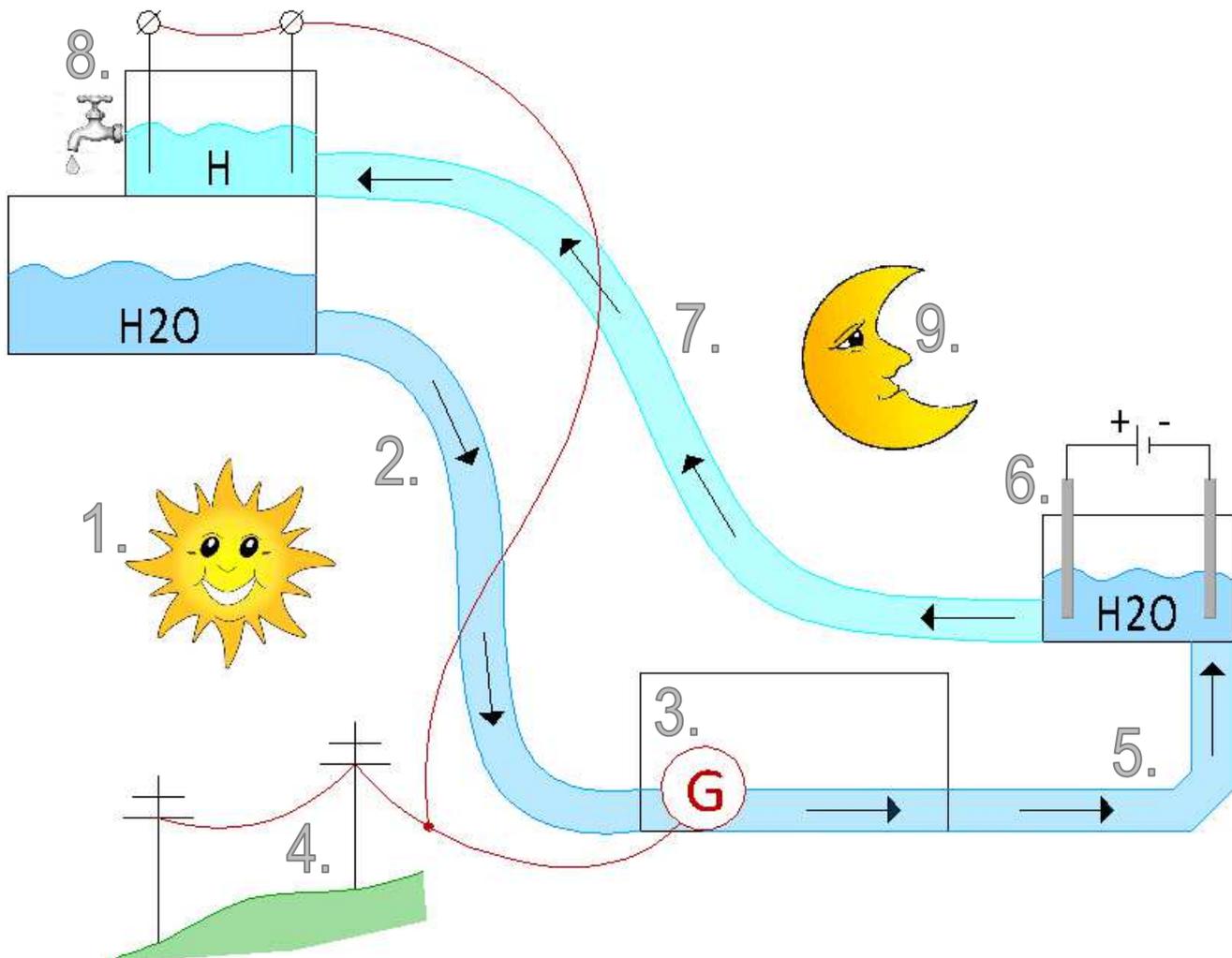
<i>Was</i>	<i>Termin</i>
<i>Berechnung und Plakat fertig haben</i>	<i>26.12.2014</i>
<i>Präsentation der Klasse</i>	<i>16.01.2015</i>
<i>Prototyp oder Model bauen (falls möglich)</i>	<i>20.02.2015</i>
<i>Projekt einreichen</i>	<i>Bis 22.03.2015</i>

3.2. Detaillierter Aufgabenplan

<i>Was</i>	<i>Wer</i>	<i>Bis wann</i>
<i>Projekt definieren</i>	<i>Ganze Gruppe</i>	<i>05.12.2014</i>
<i>Gespräch mit Herrn Spörri, Klassenlehrer</i>	<i>Severin</i>	<i>12.12.2014</i>
<i>Abklärungen mit dem EW</i>	<i>Severin</i>	<i>19.12.2014</i>
<i>Berechnung / Plakat</i>	<i>Severin, Sergio/Marija</i>	<i>26.12.2014</i>
<i>Privatversuch / Dokumentation</i>	<i>Severin, Sergio/Marija</i>	<i>02.01.2015</i>
<i>Dokumentation Fertigstellung</i>	<i>Marija</i>	<i>09.01.2015</i>
<i>Projektpräsentation in der Klasse</i>	<i>Ganze Gruppe</i>	<i>16.01.2015</i>

4. Konkrete Umsetzung

Die Idee unseres Projekts ist es, die Pumpe und den Motor, die das Wasser ständig nach oben transportieren, zu entfernen und sie durch ein unteres/oberes Becken zu ersetzen, die untereinander mit einem dichten Rohr verbunden sind. Tagsüber(1) fließt das Wasser durch ein Rohr(2) nach unten zum Generator(3), wo die Stromerzeugung stattfindet(4). Von da aus fließt das Wasser(5) zum unteren Sammelbecken. Im unteren Sammelbecken(6) befinden sich Anode und Katode die das Wasser spalten und das Gas (Wasserstoff) durch das Rohr(7) zum oberen Becken führt. Oben angekommen wird der Wasserstoff durch die im Becken enthaltene Brennstoffzelle(8) wieder zu Wasserstoff umgewandelt. Die zusätzlich gewonnene Energie kann wieder ins Netz eingespeist werden. Das ganze Verfahren würde nachts(9) geschehen, wo die Stromkosten niedriger sind.



5. Berechnung

Wasserpumpe (Pumpspeicherkraftwerk Grimsel 2)

Wirkungsgrad = 75%
 Leistung = 90MW
 Wassermenge = 20000l/s

Elektrolyse

Wirkungsgrad = 85%
 Leistung = 90MW
 Wasserstoffmenge = 20000Nm³

Oxidkeramische Brennstoffzelle (SOFC)

Wirkungsgrad = 75%
 Temperatur 800 – 1000K

Pumpe: $90\text{MW} * 0.75 = 67.5\text{MW}$

$$67.5\text{MW} / 5\text{h} * 365\text{d} = 4927.5\text{MWh}$$

Elektrolyse: $90\text{MW} * 0.85 = 76.5\text{MW}$

$$76.5\text{MW} / 5\text{h} * 365 = 5584.5\text{MWh}$$

$$5584.5\text{MWh} - 4927.5\text{MWh} = \underline{\underline{657\text{MWh}}}$$

Wir haben mit unserer Anlage eine Ersparnis von 657MWh im Jahr erreicht.

Dies entspricht einer Ersparnis von 10%.

Die folgenden Rechnungen wurden ohne den rückspeisenden Effekt der Brennstoffzellen berechnet, denn eine solch komplexe Anlage mit Druckpumpen und Steuerungen wäre unmöglich zu kalkulieren.

Der Wirkungsgrad der ganzen Wasserstoffanlage würde sich aber noch um 5-8% steigern lassen. Wir würden also eine um 20% höhere Effizienz als mit der Pumpe erreichen.

Bei der ganzen Anlage wurden auch die Reibungskräfte und Wirbelströmung in den Wasserrohren der Pumpe vernachlässigt. Dies bedeutet dass der ganze Wirkungsgrad der Pumpanlage noch verschlechtert würde.

6. Auswertung der Projektarbeit

6.1. Rückblick

Grundsätzlich konnten wir beweisen, dass der Wirkungsgrad beim Herstellen von Wasserstoff höher ist als der Motor einer kommerziellen Pumpe.

Somit kann man beim Transport, der sich bei der Pumpe wie folgt $m \cdot g \cdot h$ zusammensetzt Wasserstoff sparen.

Somit ist die Effizienz der Anlage bewiesen. Zusätzlich kommt die zugeführte Energie der Brennstoffzelle dem gesummt Wirkungsgrad zugute.

Wir hatten einige Probleme beim Beschaffen der Informationen, denn wir bewegten uns auf absolutem Neuland.

Zugleich hatten wir Schwierigkeiten alle Wirkungsgrade respektive Verluste so zueinander zu stellen das es Mathematisch korrekt war.

Wir bezogen Hilfe von Unserem Klassenlehrer der uns freundlicherweise Material (Trafo) zu Verfügung gestellt hatte.

Zudem erhielten wir Hilfe von St. Siegmann Severins Vater der uns bei dem Physikalischen Problem(Formelaufstellungen) half.

Wir finden wir haben diese Arbeit gut gemeistert trotzdem würden wir beim nächsten Mal ein bisschen mehr Zeit investieren.

6.2. Erkenntnisse

In den letzten sechs Wochen haben wir mehr über das Wasser beziehungsweise den Wasserstoff gelernt. Das Projekt hat uns gezeigt, was Wasser in Kombination mit Strom erzeugen und der Umwelt helfen kann. Durch den Versuch haben wir gesehen, wie man Wasserstoff erstellt und wie leicht das Gas ist.

Aus der Projektarbeit nehmen wir die Vorgangweise, wie die Zeitplanung ist oder das Projektjournal mit. Der ganze Prozess während den sechs Wochen hat uns bestätigt, dass man innerhalb von kurzer Zeit viel auf die Beine stellen kann.

6.3. Perspektiven

Nach dem Wettbewerb schicken wir unsere Projektdokumentation allen Pumpenkraftwerken in der Schweiz und warten ab, ob wir eine Rückmeldung bekommen oder nicht.

7. Literatur

Einleitungsinformationen von:

www.greenpeace.org

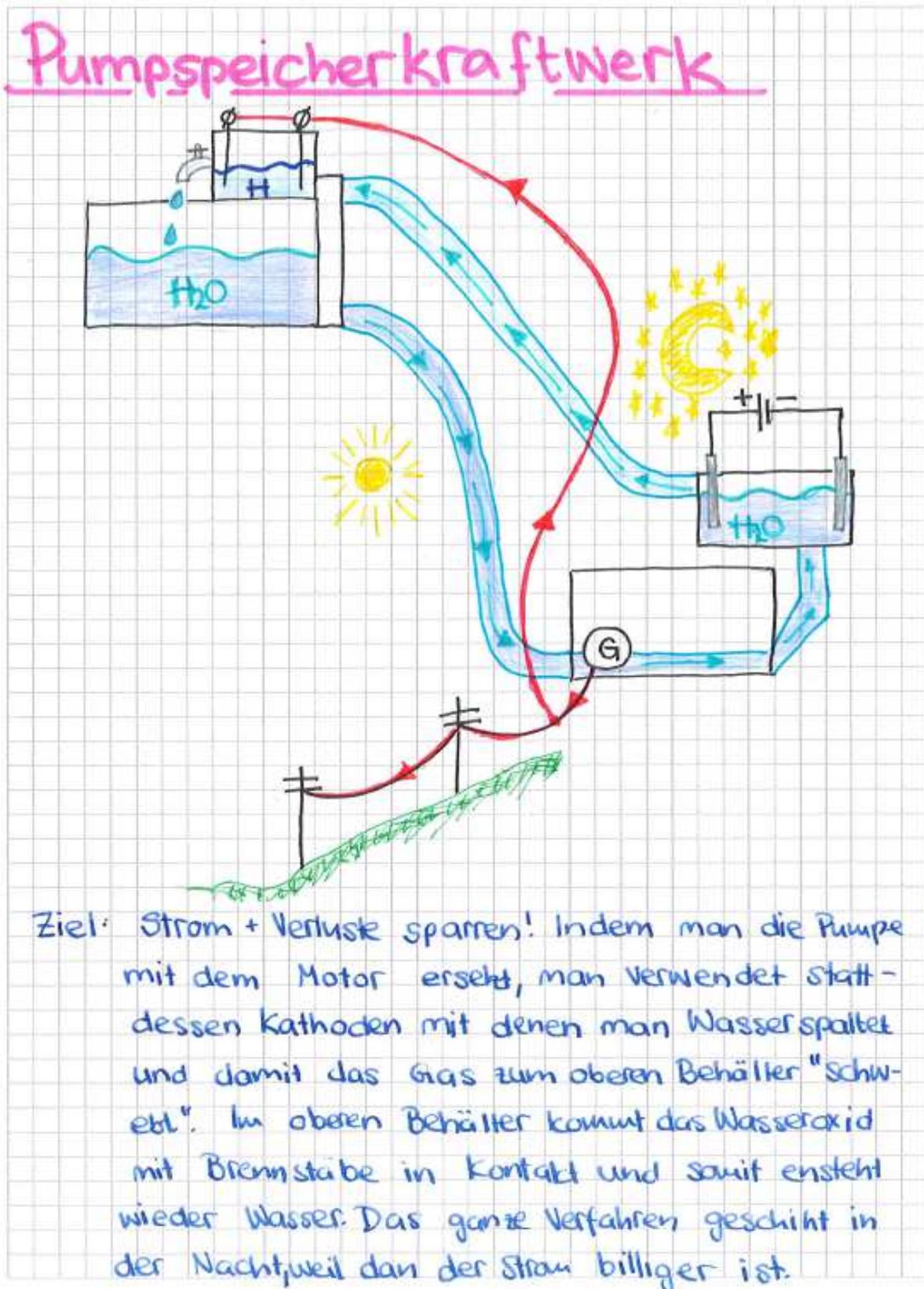
Berechnungsinformationen von:

http://www.fh-stralsund.de/dokumentenverwaltung/dokumanagement/psfile/file/4/tb_regwa_2491_d57f6cdcb6.pdf

<http://schmidt-walter.eit.h-da.de/WBZ/sofc2.pdf>

<http://www.grimselstrom.ch/>

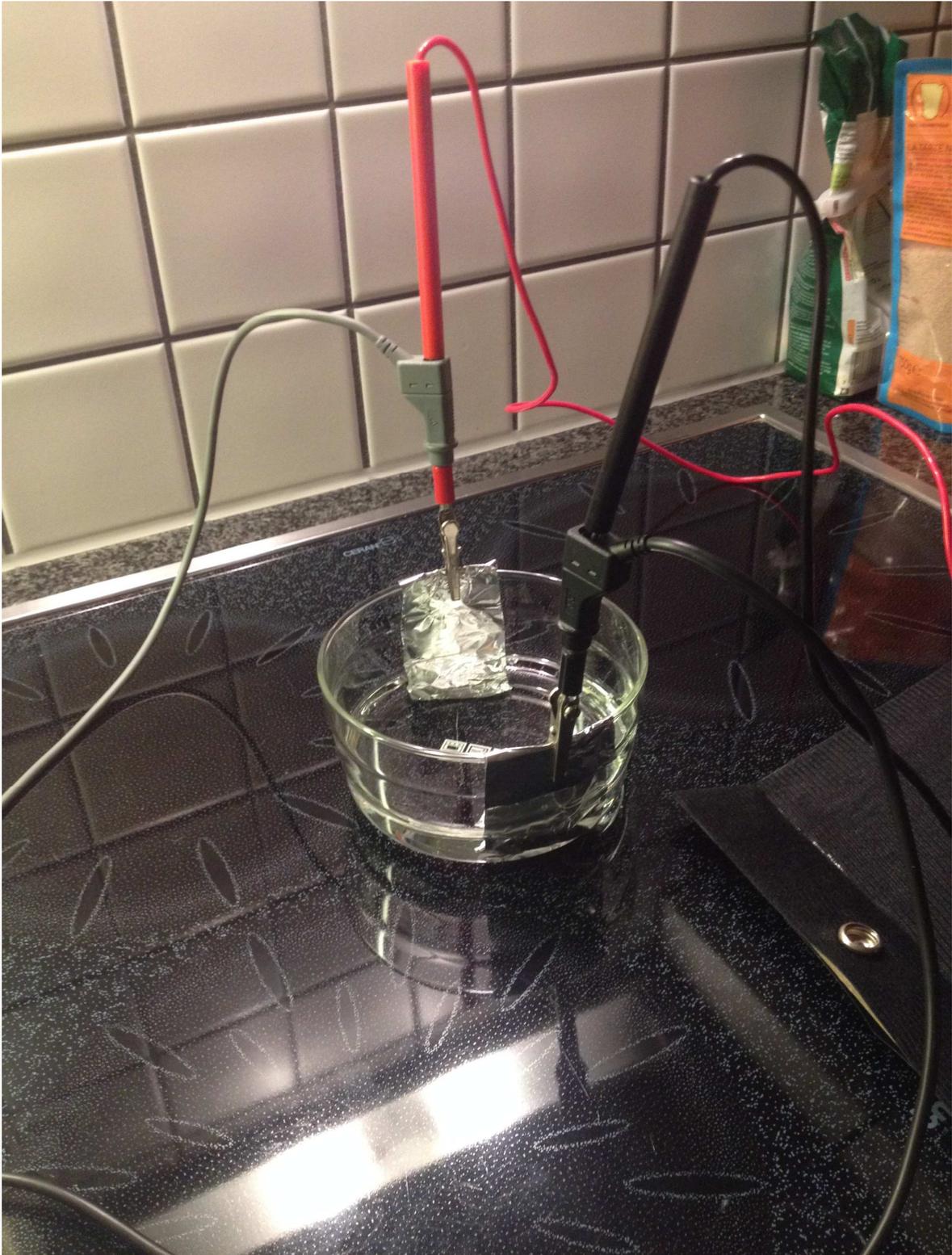
Anhang



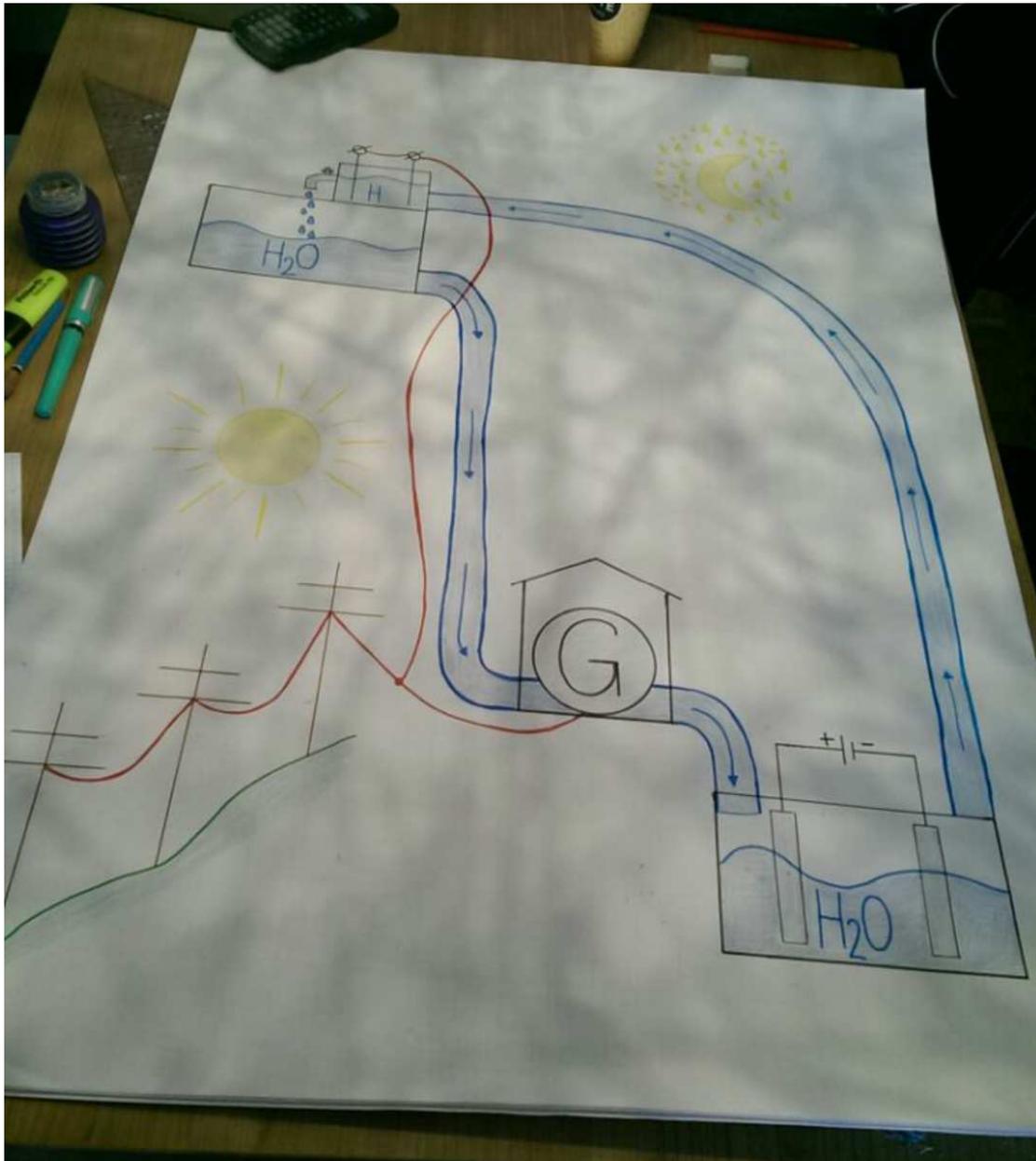
Skizze und Beschreibung nach dem wir uns für das Projekt entschieden haben:

Versuchsaufbau Elektrolyse





Bei diesem Experiment versuchten wir mit einem Trafo, Ausgangsspannung 50V DC Wasserstoff zu erzeugen. Die Elektrolyse fand bei einer Spannung von 13V statt.



Plakat für die Klassenpräsentation



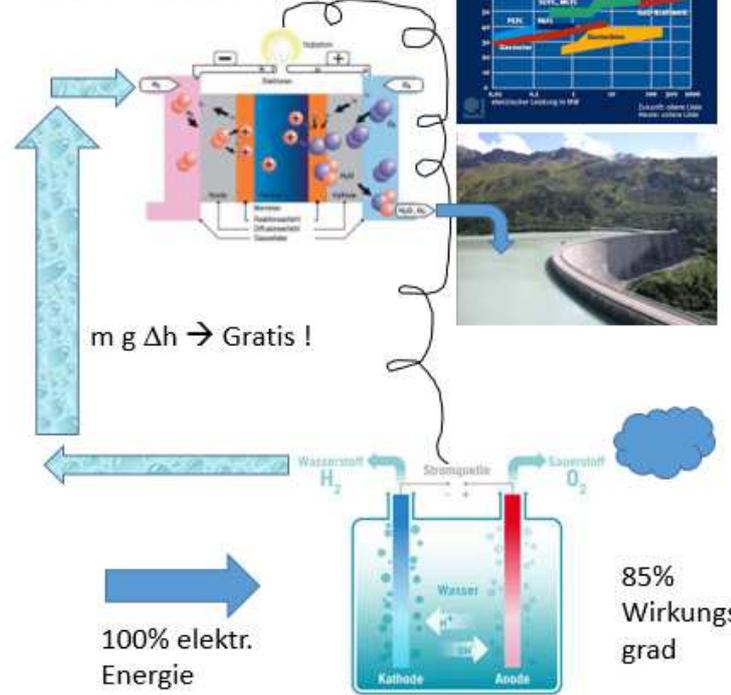
< 75% pot.
Energie = m g Δh

75%
Wirkungs-
grad



100% elektr.
Energie

85% H₂ + 70% elektr. Energie



PowerPoint Folie für die Klassenpräsentation