

# **Wasserstoff als Ersatz zu fossilen Brennstoffen**

**Präsentationsprüfung  
für den  
Realschulabschluss**

**Schüler:** Oshgnacknak

**Datum:** 01.03.2017

**Fach:** Chemie

**Betreuender Lehrer:** *Privat*

**Lerngruppe:** *Privat*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung:</b>		<b>S.1/9</b>
1.1 „Warum fossile Brennstoffe zu ersetzen sind?“		S.1/9
1.2 Motivation		S.1/9
<b>2. Das Chemische Element Wasserstoff</b>		<b>S.2/9</b>
<b>3. Wasserstoff als Energieträger</b>		<b>S.3/9</b>
3.1 Herstellung		S.3/9
3.2 Lagerung		S.4/9
3.3 Verbrauch		S.4/9
<b>4. Risiken und Chancen</b>		<b>S.5/9</b>
<b>5. Finanzierung &amp; Zeitplan der Umsetzung</b>		<b>S.7/9</b>
<b>6. Fazit &amp; Eigene Meinung</b>		<b>S.8/9</b>
<b>6. Quellenangabe</b>		<b>S.9/9</b>

# Einleitung

## Warum fossile Brennstoffe zu ersetzen sind?

Die Nachfrage an Energie steigt. Diese Nachfrage wird heutzutage mit fossilen Brennstoffen befriedigt. Es gibt diese Primärenergieträger aber nur in begrenztem Maße. Das Angebot sinkt, die Nachfrage steigt, das heißt, dass Fossile Brennstoffe bald entweder nicht finanzierbar sind oder es sie einfach nicht mehr gibt. Ein großes Konfliktpotential geht von diesem Problem aus. Kriege um Öl sind schon vielen Menschen eine negative Zukunftsfantasie.

Ein weiteres Problem der Fossilen Brennstoffe ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoss, der zu nachgewiesenen globalen Erwärmung führt und damit auch einem steigenden Eintritt von Naturkatastrophen. Klimaforscher bewiesen auch, dass die Erderwärmung ein selbst verstärkender Prozess ist. Auch ist es nicht zuzuraten, den Sauerstoff aus der Luft zu binden. Ein gutes Beispiel hier für sind Probleme mit Abgasen, z.B: der *Smog* in China.

Auch der Gewinn von diesen Treibstoffen ist nicht sehr einfach. Damit gemeint ist, dass es sie nicht in allen Ländern gibt. Sie oft tief unter der Erdoberfläche, oftmals auch mitten unter den Weltmeeren zu finden sind. Sie müssen dann unter enormen technischem Aufwand gefördert werden. Diese Transportwege und Fördermethoden gehen mit einem hohen Energieverlust einher, zum Beispiel der Schiffsdiesel, welcher vom Transportschiff nur für den Weg zum Festland verbraucht wird, oder die LKWs, die die Kohle zum Verkaufsort fahren. Die neuste Fördermethode, namentlich Fracking, gefährdet unser Trinkwasser und kann sogar zu Erdbeben führen.

In 10 bis 15 Jahren soll die Hälfte des Weltweiten Öl-Vorkommens aufgebraucht sein. Kohle wird noch 250 bis 500 Jahre verbleiben. Der heutige Verbrauch ist aber steigend.

An diesen und anderen Gründen merkt man, dass man irgendwann eine Alternative zu fossilen Brennstoffen brauchen wird. Am besten man findet diesen alternativen Energieträger jetzt, weil man jetzt noch Zeit, Energie und Frieden hat um zu Forschen Eine der Alternativen, die ich für am viel versprechendsten halte, ist Wasserstoff.

## Wie bin ich zu diesen Thema gekommen?

Um ehrlich zu sein, weiß ich gar nicht mehr, wie sich in meinen Kopf gesetzt hat, dass man mit Wasserstoff, die fossilen Brennstoffe ersetzen kann. Ich wusste auch schon seitdem ich wusste, dass ich eine Projektprüfung machen muss, dass ich Wasserstoff zu meinem Thema machen werde.

Hierzu noch gesagt, dass ich nur die chemischen Wege der Energiegewinnung bei Wasserstoff betrachten werde, da ich nur die fossilen Brennstoffe ersetzen will.

# Das chemische Element Wasserstoff

Am Anfang, direkt nach dem Urknall, vor 13 Milliarden Jahren, war Wasserstoff, das leichteste, erste und einzige Element. Gravitation formte im Laufe der Zeit große (Galaxiengröße) und sehr dichte Ansammlungen von Wasserstoff. Diese erbrachten durch den Druck genug Hitze um erst zu Plasma, dem 4ten Aggregatzustand zu werden, um dann mit Kernfusion zu noch mehr Hitze und Helium zu werden. Die ersten Sterne waren geboren. Sie waren ungefähr 100 mal so groß wie unsere Sonne heute und *lebten* nur 1/100 so lange . Dabei erzeugten diese Sonnen im noch jungen Universum alle Elemente bis Eisen und *starben* dann in einer Super-Nova. Dies erzeugte auch die anderen (nicht durch Menschen im CERN, bei Genf erzeugten) Elemente.

Entgegen der gerade erwähnten Kernfusion um Energie zu erzeugen bzw. Wasserstoff in Nutzenergie umzuwandeln, ist es es auch möglich auf chemischen Wege aus Wasserstoff Nutzenergie zu gewinnen.

Um am einfachsten aus Wasserstoff Nutzenergie zu erzeugen, kann man ihn anzünden. Er verbrennt dann zu Wasser und erzeugt Wärme.

Energie speichern kann man mit Wasserstoff auch. Dies geschieht in einer reversiblen Brennstoffzelle. Dieser chemische Prozess wird Elektrolyse genannt. Hierbei werden 2 Kammern bereitgestellt, die von einer Polmembran getrennt sind. Die eine Kammer, der Kathodenraum, wird mit Sauerstoff angereichert, in die andere, dem Anodenraum, kommt unser Wasserstoff. Dieser Wasserstoff wird durch die Membran gelassen und dabei werden die Elektronen blockiert. Beim Sauerstoff entsteht Wasser , auch genannt  $H_2O$ . Die Elektronen „wollen“ zurück zu ihren Atomen bzw. es herrscht ein Ladungsungleichgewicht . Um dieses auszugleichen werden die Elektronen durch Hindernisse fließen, ein Strom der durch eine Leitung zu seinem Wasser fließt. Wie jeder chemische Prozess ist auch dieser bidirektional. Man kann mit Strom in einer reversiblen Brennstoffzelle Wasser in Sauerstoff und in Wasserstoff aufteilen. Das heißt: Ich kann, wenn die Sonne gut scheint, und der Wind schnell weht, aber mein Nachbar mit seinem „512er-GB-Server“ gerade nicht nach Primzahlen sucht (hoher Stromverbrauch), diese Energie speichern. Sprich, wenn der Strom- Gewinn groß ist aber der Verbrauch gering, kann ich diesen Strom in einen Brennstoff

umwandeln und für die Zeiten niedrigen Stromgewinns speichern, ohne einen fossilen Primärenergieträger zu verbrauchen.

Mit nur einem Proton hat Wasserstoff die geringste Dichte. Mit Siedepunkt bei 21,15 K ( $-252^{\circ}\text{C}$ ) kommt es, außer im Labor, auf der Erde gasförmig vor. Mit dem Buchstaben „H“ steht das Element auf dem Periodensystem auf Platz 1. Es wird als hochentzündlich eingestuft, in Kombination mit Sauerstoff wird es auch Knallgas genannt.

Da Wasserstoff aus Wasser hergestellt werden kann und bei dessen Verbrauch wieder Wasser entsteht, ist Wasserstoff für uns Menschen in quasi unerschöpflichen Mengen vorhanden.

Wasserstoff „H<sub>2</sub>“ ist in seiner Reinform, bis auf kleinste Ausnahmen, nicht auf der Erde vorhanden.

# Wasserstoff als Energieträger

Ein Problem im Energiekreislauf ist die Speicherung. Viel Energie auf lange Zeit zu speichern kommt meist mit Verlusten einher und braucht viel Platz. Ein weiterer Störfaktor ist die lange Zeit, die so ein Speichermodul zum Aufladen braucht. Elektroautos liefern hier ein gutes Beispiel. Sie haben eine Reichweite von ungefähr 200km und brauchen manchmal bis zu zwei Stunden um voll aufgeladen zu werden. Ein Brennstoff zeigt hier 2 Vorteile auf. Zum Beispiel ein Benzinauto kann 1000 KM-Tankfüllungen in 10 Minuten oder weniger tanken. Da Benzin und auch die anderen fossilen Brennstoffe CO<sub>2</sub> ausstoßen, sollten diese Energieträger mit Wasserstoff ersetzt werden. Dieses Beispiel lässt sich nicht nur auf Autos, sondern auch auf alle anderen Energiekreisläufe übertragen. Dies geht, weil ich mit Wasserstoff die zwei wichtigsten Nutzenergien herstellen kann. Hitze, um beispielsweise mein Haus zu heizen oder mein Essen zu kochen und Strom, um mein Auto anzutreiben oder meinen Laptop zu betreiben (auch Wasserstoff-Akkus sind im Test). Um Energie mit Hilfe eines Brennstoffes zu lagern sind drei Schritte erforderlich: Herstellung, Lagerung und Verbrauch. Nach diesen genannten Schritten wird auch dieses Kapitel unterteilt.

## Herstellung

Grundsätzlich gibt es zwei chemische Arten der Herstellung:

1. Hier werden Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff gemischt und die Bildung von Wasser verhindert, sodass CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> übrig bleiben. Hierbei entsteht CO<sub>2</sub>-Austoss.

1.1. Anstelle von Kohlenwasserstoffen kann man auch Biomasse oder z.B. Chlor-Wasserstoff verwenden. Genauer gesagt, kann man jedes wasserstoffhaltige Molekül nehmen, unabhängig der

anderen Bestandteile. Manche sind die Energie für den Spaltungsprozess nicht wert. Mein Problem hierbei ist, dass ich mit Wasserstoff einen Energieträger ohne Endprodukte oder erschöpfliche Quellen haben will. In den beiden genannten Methoden gibt es gerade dieses Problem. Deswegen werden diese Methoden von mir verworfen.

2. Hier wird wie im Vorkapitel erklärt, in einem Elektrolyseur ( Teil der reversiblen Brennstoffzelle, der Wasser spaltet ) aus Wasser Wasserstoff und Sauerstoff hergestellt. Hierbei gibt es null CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Daher wird diese Methode auch von mir bevorzugt.

Die 2te Methode ist auch nur sinnvoll, wenn der Strom, der benötigt wird, um das Wasser zu spalten, aus CO<sub>2</sub>-Ausstoss-freien Verfahren hergestellt wird. Dies hat auch zur Folge, dass es für eine sauberen Herstellung von Wasserstoff auf ein sauberes Verfahren des Stromgewinns ankommt. Hier ist beispielsweise eine Photovoltaik-Anlage oder ein Windrad zu empfehlen. Wenn wir aber immer noch Kohle und Öl zu Strom verbrennen ( nicht direkt ) könnten wir uns auch die neuen Autos sparen. Diese Problematik wird im Kapitel Umstellung genauer erläutert.

## **Lagerung**

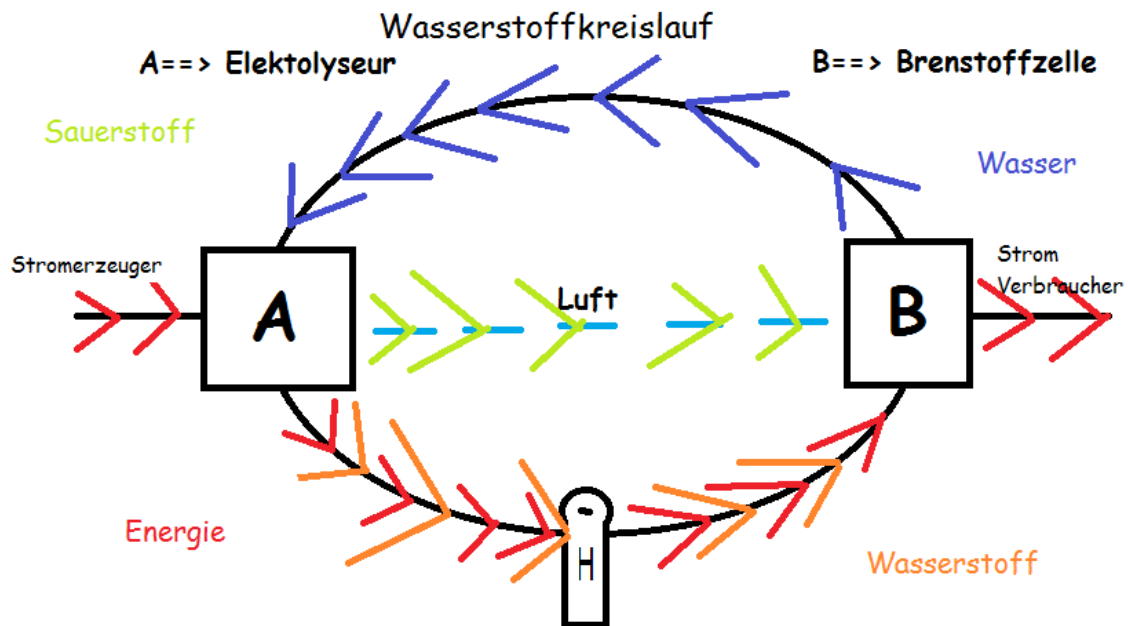
Nach kleinem Energieverlust ist (weil der Wasserstoff erst komprimiert werden muss) ist Wasserstoff immer noch das leichteste Element. Somit hat man keine Probleme mit der Lagerung. Einmal im 10'000l Gastank unter dem Rasen im Garten untergebracht, bleibt Wasserstoff und die Energie, die er speichert, dort. Auf Grund der Wasserstoff-Versprödung muss man bestimmte Metalle für den Tank verwenden, ansonsten ist die Lagerung unproblematisch, zum Beispiel im Vergleich zu einem Akku mit genannter Energie-Fassung. Zumal sich dieser auch schnell entladen würde. Hier werden auch die Vorteile des Wasserstoffs beim Energielagern deutlich. Bei der Lagerung ist Wasserstoff mit den Fossilen Brennstoffen gleichzusetzen. Da ein 40-Tonner gerade mal 350kg Wasserstoff transportieren kann, wird das Gas am besten in den Pipelines und Röhren gelagert, in den es transportiert wird.

## **Verbrauch**

Dieser Strom kann dann entweder die Häuser direkt versorgen oder im Falle eins Autos, beispielsweise zur Wasserstoff-Herstellung dienen. Ich könnte auch Wasserstoff nutzen um einen Gasherd zu betreiben ( Gasherde sind von der Hitzewirkung die effizientesten, neben Induktionsherden ), ein „Solar-Herd mit Umwegen“. Gasheizungen könnte man auch mit diesem „Solar-Wasserstoff“ betreiben.

Wenn man sich nur auf den Verkehr bezieht, der alleine bis zu 75% des CO<sub>2</sub>-Ausstosses ausmacht, könnte man auch nur Solar-Paneele auf Tankstellendächern bauen und damit wieder Wasserstoff herstellen. Mit diesem werden dann möglichst alle Autos betankt. Gasautos und -tankstellen gibt es schon, der Auftank-Prozess und die Zapfsäulen wären der Selbe wie bei Erdgas, nur ohne CO<sub>2</sub>-Ausstoss und mit Solar-Betrieb. Selbst einen Gasgrill kann ich mit Wasserstoff betreiben.

Um alle drei Schritte noch ein Mal zusammen zu fassen, folgt ein Diagramm:



Hier ist erst einmal gut zu sehen, wie sich der Brennstoff in einem geschlossenen Kreislauf befindet und kein Stoff aus diesem System entweicht, der als Abfall die Umwelt schädigen kann. oder ein Ausgangsstoff, der uns ausgehen kann (uns==>“Menschheit“). Der Stab mit dem „H“ soll einen Tank oder auch ein Rohr symbolisieren. Die Energie fließt mit dem Kreis von A nach B, diese Punkte sind zwar nicht weit von einander entfernt, aber in der Realität könnten sie nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich weit von einander entfernt sein.

## Risiken und Chancen

Dass Weihnachten 2016 Weihnachtmarktuden in die Luft gegangen sind, haben sie bestimmt auch in den Nachrichten mitbekommen. Die Erdgasleitungen waren undicht geworden, das gesamte Gas hatte sich in der Grill-Bude gesammelt und dann hat sich alles entzündet.

Mit Wasserstoff und richtig gebauten Buden wäre das nicht passiert. Das Erdgas ist schwerer als Luft und ist deswegen in der Bude geblieben. Wasserstoff ist leichter als Luft und wäre aus einem

Loch in der Decke entwichen. Um noch mal deutlich zu machen wie unterschiedlich Fossile Brennstoffe und Wasserstoff im Bezug auf die Brandgefahr sind folgt ein Bild:



Quelle: YouTube → <https://youtu.be/lspiRxx1B9o> last visit 07.06.17

Eine Minute nach Zündung beider Autos: links lässt die Stichflamme des Wasserstoffs gerade wieder nach, rechts breitet sich der Benzinbrand gerade erst aus. Nachdem der Wasserstoff schon mit dem Brennen aufgehört hat und außer beim Tank keine Schäden hinterlassen hat, fängt der Benzinbrand gerade an den Innenraum des Autos auszubrennen. Die möglichen Insassen im linken Auto müssten nicht einmal ins Krankenhaus, vielleicht haben sie ein leichtes Trauma, während die im rechten Auto hingegen nur mit viel Glück mit schweren Verbrennungen und dem Leben davon kommen.

Auch das Luftschiff Hindenburg wird gerne mit Wasserstoff assoziiert um auf die Brandgefahr hinzuweisen. Hierzu nur zu sagen, dass beim Unglück Hindenburg nicht primär der Wasserstoff in der Zelle, sondern das Aluminiumpulver in der Hülle den Brandherd darstellte. Nachzuweisen ist dies, da Wasserstoffflammen nachweislich blau sind, laut Zeitzeugen aber waren bei dem Unglück alle Flammen gelb, die Farbe in der Aluminiumpulver brennt. Viele meinen, dass ohne Aluminiumpulver in der Hülle deutlich mehr Menschen überlebt hätten.

Forscher meinen, dass Wasserstoff im Bezug auf die Brandgefahr sogar sicherer ist als fossile Brennstoffe. Dies würde auch ich bestätigen. Wasserstoff ist auch sicherer, weil er ungiftig und nicht krebserregend ist.

Ein Risiko bei der Benutzung von Wasserstoff ist, das die Ölländer im Nahen Osten und Afrika ihre Haupteinnahmequelle verlieren. Die Folge könnten mehr Konflikte sein. Auch besteht die Chance, in Verbindung mit „Dessert Tech 2.0“ ( die gesamte Sahara mit Solar-Parks füllen) um Wasserstoff für ganz Europa durch Mittelmeer in der Sahara zu produzieren. So könnte man auch in die ärmsten Länder Afrikas Infrastruktur und Arbeitsplätze bringen, damit hätte man dort eine Wirtschaftsgrundlage zum Aufbau einen Sozialstaates.



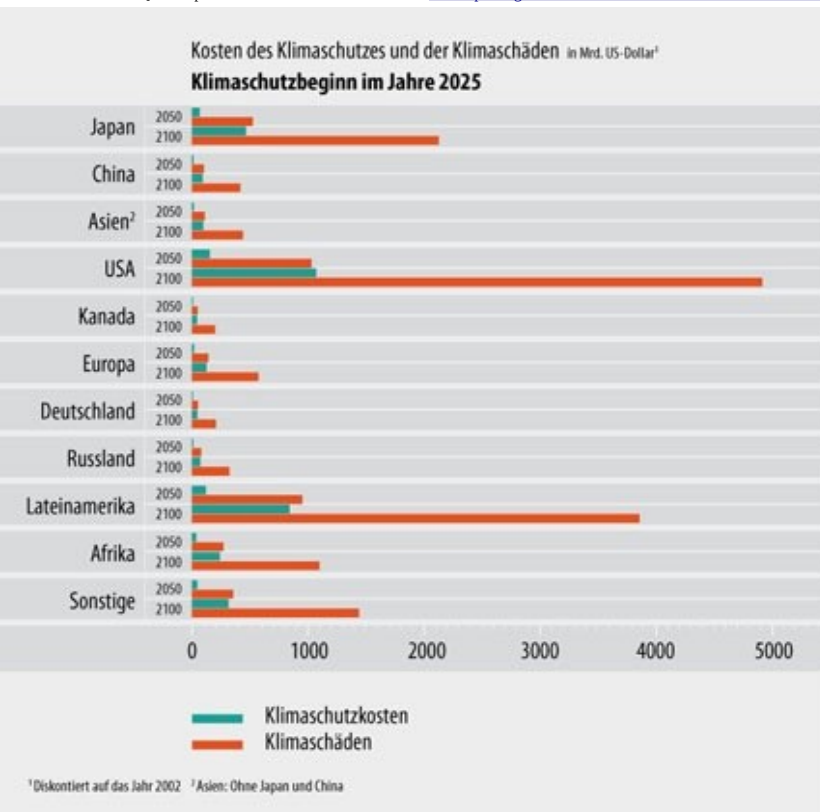
Mit Wasserstoff hat die EU Chance von Russland, den USA, den Ölländer im Nahen Osten und allen anderen Ölländer so politisch unabhängiger machen. Da sie kein Öl mehr importieren muss.

Große Problematik der globalen Umstellung ist, dass alle Staaten mit dem selben Ziel arbeiten müssen. Dies heißt auch, dass man alle Staaten überzeugen muss und Länder die viel Geld mit Öl oder Kohle verdienen, werden dort wahrscheinlich Widerstand erbringen. Auch besteht hier die Chance, alle Länder mehr zu vereinen. Hier wird sehr gute Politik benötigt. Wenn dies aber gelingt, haben wir die Chance auf eine CO2 freie Zukunft und damit auch auf die Lösung der globalen Erwärmung. Dieses Risiko der Umstellung müssen wir aber sowieso irgendwann eingehen, weil die fossilen Brennstoff irgendwann ausgehen.

## Finanzierung & Zeitplan der Umsetzung

Bevor wir die Kosten irgendwelcher Pipelines anschauen, möchte ich darauf hinweisen, dass Nichts-Tun im Bezug auf die Erderwärmung auf Grund von Beispielsweise Trockenheiten, Hurrikans oder Überschwemmungen alleine in Deutschland bis 2050 bei rund 800 Milliarden Euro liegen und dies ist eine Mindestgrenze. Es folgt eine Grafik mit den Kosten aller Länder:

Quelle: bpb.de Kosten des Klimawandels → [www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38487/kosten-des-klimawandels](http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38487/kosten-des-klimawandels) last visit: 07.06.17



Deutschland ist noch weit hinten was die Kosten ohne Umstellung auf CO2 freie Wirtschaft angeht.

Die Umstellung einer Infrastruktur dauert meist so lange, bis die zu ersetzenden Teile nicht mehr funktionieren, weil meist nur dann neuen Teile gekauft werden. Zum Beispiel: „Unsere Heizung ist kaputt. Wollen wir eine mit Wasserstoff- Brenner zulegen? Dann könnten wir mit Solarenergie heizen.“

Ein Auto hat eine Lebensdauer von 15 bis 20 Jahren. So würde eine Umstellung aller Autos ungefähr 30 Jahre in Anspruch nehmen. Ein Auto auf Wasserstoff umzurüsten kostet rund 2000 Euro, bei einem Neubau rund 1000 Euro mehr. Dies ist aber nur der jetzige Preis, wenn sich die Infrastruktur erst mal auf den

Bau dieser Autos spezialisiert hat, wird dieser Preis auch noch mal sinken. Die Infrastruktur in einem Haus, namentlich die Heizungen, Wasserleitungen oder der Stromkreislauf, leben ungefähr 25 bis 30 Jahre.

Hier ist mit der Umstellung von 50 Jahren zu rechnen. Die Kosten einer Umstellung eines Hauses würden rund 30-tausend Euro betragen. Auch hier würde der Preis stark abfallen, wenn sich die Infrastruktur darauf einstellt. Hinzu kommt dann noch der Bau von beispielsweise Pipelines oder Solar-Parks. Deren Kosten konnte ich aber nicht abschätzen.

Es ist zu erwarten, dass diese Umstellung sogar weniger kostet, als die am Anfang des Kapitels gezeigten „Kosten des Nichts Tuns“.

„Und wer soll das alles bezahlen?“ werden sie sich jetzt bestimmt fragen, und sie hätten allen Grund dazu, denn solche Gelder aufzutreiben ist nicht einfach, nicht mal für die EU. Es ist auch wahrscheinlich, dass alle Kosten an den Steuerzahlern, also ihnen und mir, hängen bleiben. Trotzdem, wenn mich jemand fragen sollte, wo denn die Gelder herkommen sollen, so werde ich contra fragen, wo denn die Gelder, für die Umweltschäden, die wie wir gerade gesehen haben recht hoch sind, herkommen sollen.

Auch wenn eine Umrüstung sehr teuer wird, ist es finanziell effizienter.

## Fazit & Eigene Meinung

Hier nochmal die 3 wichtigsten Vor- und Nachteile:

Vorteile:

1. Die Wasserstoffwirtschaft ist 100% CO<sub>2</sub>-Ausstoss-frei und verschmutzt auch auf keine andere Weise die Umwelt.
2. Die Wasserstoffreserven sind quasi unerschöpflich, wohingegen die Fossilen Brennstoffe irgendwann ausgehen.
3. Die Umstellung kostet weniger, als die weitere Benutzung von fossilen Brennstoffen

Nachteile:

1. Es ist für die Umstellung ein großer Politischer Aufwand notwendig, nicht nur in einem, sondern in allen Ländern.
2. Die Ölindustrie, wenn nicht sogar die Ölländer, könnten sehr negativ auf diese Umstellung reagieren. Dies könnte Krieg und Terrorismus zur Folge haben.
3. Die Kostenfrage ist noch ungeklärt. Hier herrscht auch ein großes Konfliktpotential. Diese Kostenfrage haben wir aber auch bei fossilen Brennstoffen, wegen den Kosten, die die Erderwärmung verursacht.

Meiner Meinung nach überwiegen die Vorteile den Nachteilen. Dies heißt auch, dass ich für die Umstellung auf Wasserstoff bin. Wie es mit ihrer Meinung aussieht, da habe ich keine Ahnung. Dennoch hoffe ich, dass die genannten Fakten, sie zum Nachdenken angeregt haben.

Ich würde aus der Frage: „Wasserstoff als Ersatz zu fossilen Brennstoffen?“ die Aussage: „Wasserstoff ersetzt fossile Brennstoffen!“ machen.

# Quellenangabe

## Bücher:

1. Sven Geitmann, "Erneuerbare Energien & Alternative Kraftstoffe Mit Neuer Energie in die Zukunft"
2. Duden „Basiswissen Schule Abitur Chemie“

## Internet:

1. <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff> Zuletzt besucht: Um 19:14:45 am 28.02.17
2. <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffwirtschaft> Zuletzt besucht: Um 19:16:49 am 28.02.17
3. <https://www.youtube.com/watch?v=JzPkhfnOwRI> Zuletzt besucht: Um 19:18:24 am 28.02.17
4. <https://www.youtube.com/watch?v=lspiRxx1B9o> Zuletzt besucht: Um 19:19:55 am 28.02.17
5. <https://www.youtube.com/watch?v=CgWHbpMVQ1U> Zuletzt besucht: Um 19:22:30 am 28.02.17

## Bilder Internet:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=lspiRxx1B9o> Zuletzt besucht: Um 19:18:24 am 28.02.17
2. <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38487/kosten-des-klimawandels> Zuletzt besucht: Um 19:21:12 am 28.02.17