

3.12.2010

VA
SR. 4B

ALTERNATIVE MOBILITÄT
WAS BEWEGT UNS IN DER ZUKUNFT?



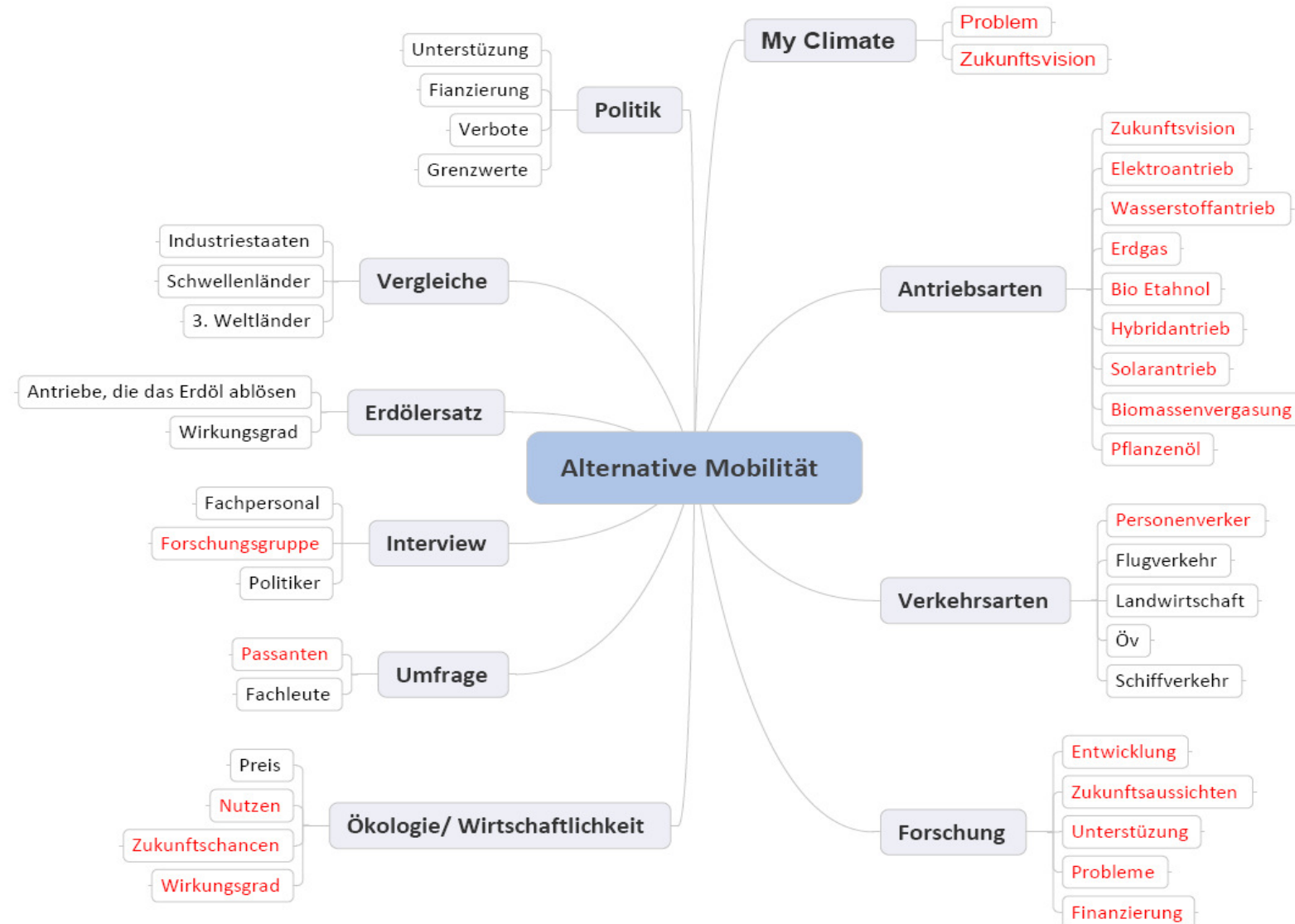
Verfasser: Mario Schmidli, Benjamin Spörri, Ramon Kaufmann
Lehrperson: Tony Rösli
Schule: Berufsbildungszentrum Willisau

Inhaltsverzeichnis

1	Mind-map	4
2	Vorwort	5
3	Zielformulierung	6
4	Alternative Antriebsarten	7
4.1	Bioethanol	7
4.2	Biomassenvergasung	8
4.3	Brennstoffzellenantrieb	9
4.4	Elektroantrieb	10
4.5	Erdgas	11
4.6	Hybridantrieb	12
4.7	Pflanzenöl	14
4.8	Solarantrieb	15
5	Zukunftsvisionen	16
5.1	Zukunftsvision von Mario Schmidli	16
5.2	Zukunftsvision von Ramon Kaufmann	18
5.3	Zukunftsvision vom Benjamin Spörri	19
6	Besuch beim Paul Scherrer Institut	20
6.1	Geschichte von Brennstoffzellen	20
6.1.1	Entwicklung der Brennstoffzelle in Personenverkehr	20
6.2	Konzept von Belenos Clean Power Holding	22
6.3	Die Polymerelektrolytbrennstoffzelle vom PSI	23
6.3.1	Funktion Brennstoffzelle	23
6.3.2	Aufbau Brennstoffzelle	24
6.3.3	Funktion im Auto	25
6.3.4	Vergleich Batterie und Verbrennungsmotor mit Brennstoffzelle	26
6.4	Zukunftsaussichten von Brennstoffzellen/ Wasserstoff	27
6.4.1	Michelin / PSI Konzept	28
6.4.2	Tankstellennetz	29
7	Umfrage	30
8	Fazite	35
8.1	Fazit Mario Schmidli	35

8.2	Fazit Ramon Kaufmann	36
8.3	Fazit Benjamin Spörri	37
9	Schlusswort	38
9.1	Ablauf unserer Arbeit	38
9.2	Positive Merkmale	38
9.3	Negative Merkmale	38
9.4	Was haben wir gelernt	39
9.5	Was würden wir nächstes Mal anders machen	39
9.6	Unsere Beurteilung	39
9.7	Unser Dank	39
10	Begriffserklärung	40
11	Beilagen	41
11.1	Umfragebogen	41
12	Quellen	43
12.1	Titelblatt	43
12.2	Antriebsarten	43
12.3	Paul Scherrer Institut	45
13	Wer hat was gemacht?	46
14	Arbeitsplanung- Rapporte	47
14.1	Arbeitsplanung	47
14.2	Arbeitsrapport Mario Schmidli	48
14.3	Arbeitsrapport Ramon Kaufmann	50
14.4	Arbeitsrapport Benjamin Spörri	52

1 Mind-map



2 Vorwort

Die Vorbereitungsphase wurde von der Erkrankung eines Gruppenmitgliedes an einer seltenen Blutkrankheit geprägt. Die Diagnose Aplastische Anämie traf Ramon sehr plötzlich, so dass er vom weiteren Schulunterricht fern blieb.

Obwohl Ramon den Schulunterricht nicht mehr besucht, hatte er sich bereiterklärt, dass er uns bei der Realisierung unserer Vertiefungsarbeit tatkräftig unterstützt.

Aus diesem Grund war unsere erste Idee, das Thema Mobilität mit der Krankheit Aplastische Anämie zu verbinden. Nach einigen Recherchen im Internet und Gesprächen von Ramon mit seinen Ärzten, stellten wir jedoch fest, dass die Weiterführung dieser Thematik sehr zeitaufwändig und schwierig ist, da uns das nötige medizinische Fachwissen fehlt und Informationen zu der seltenen Krankheit nur beschränkt vorhanden sind.

Als wir in der Gruppe beschlossen, das Thema zu wechseln, ging es nicht lange, bis wir einig waren, uns dem Thema „Mobilität in der Zukunft“ zuzuwenden. Der Problematik, dass sich der Treibhauseffekt durch die immer höher werdenden Treibhausgasemissionen verstärkt und der ständig steigenden Zahlen der Fahrzeuge auf den Strassen, wollen wir ins Auge schauen. Diese Aspekte machen das Thema für uns äusserst Interessant. Da wir alle noch sehr jung sind und wir noch lange Zeit ein angenehmes Leben auf diesem Planeten verbringen möchten, fühlen wir uns direkt dazu verpflichtet, auf dieses Thema aufmerksam zu machen. Mit unserer Arbeit wollen wir aufzeigen, wie man den Privatverkehr in der Zukunft ökologisch gestalten kann, ohne dass dabei die Wirtschaftlichkeit leidet.

Bei dieser Arbeit wird der Aspekt Technik in den Antriebsarten erwähnt. Die Wirtschaftlichkeit zieht sich durch die ganze Arbeit, da immer wieder Antriebsarten auf Wirkungsgrad, Kosten und Zukunftsaussichten verglichen werden.

Zu Beginn stellen wir die verschiedenen alternativen Antriebsarten vor und ermitteln die Vor- und Nachteile der jeweiligen Antriebsart. Aus den erarbeiteten Informationen stellt jedes Gruppenmitglied seine Vision zur Entwicklung und Durchsetzung der meist verbreiteten Antriebsarten.

Mit einem Besuch beim Paul Scherer Institut möchten wir erfahren, wie an der Entwicklung einer neuen Antriebsart geforscht wird. Die Entwicklung wird dabei schematisch aufgezeigt und wir beurteilen die Zukunftschancen und Zukunftsaussichten.

Eine Umfrage wird uns zeigen, zu was die Bevölkerung bereit ist für einen umweltfreundlicheren Verkehr. Sie wird uns auch den Wissensstand der Bevölkerung über alternative Antriebsarten aufzeigen.

3 Zielformulierung

1. Wir wollen aktuelle und zukünftig alternativen Antriebsarten in Strassen- und Privatverkehr darstellen und vergleichen, wie sie sich im Zusammenhang mit der Ökologischen sowie mit der Wirtschaftlichen Frage verhalten. Dies stellen wir mit Fliesstexten, Grafiken und Bilder dar. Die nötigen Informationen beschaffen wir aus dem Internet, Büchern und Fachpersonen.
2. Zudem wollen wir analysieren, welche Antriebsarten sich in den nächsten Jahren durchsetzen werden. Jedes Gruppenmitglied nimmt mit den gesammelten Informationen Stellung dazu, begründet seine Meinung und wählt die Antriebsarten, die sich in naher Zukunft durchsetzen werden. Interpretieren werden wir dies mit einem Fliesstext.
3. Wir wollen Kontakt mit einem Forscherteam aufnehmen und Einblick in eine aktuelle Forschungsarbeit bekommen. Dabei werden wir die gesammelten Erfahrungen in Teilgebiete aufteilen und stellen diese in Fliesstexten, Grafiken und Bildern dar. Dies erarbeiten wir, indem wir ein Forscherteam oder Herstellungswerk kontaktieren und einen Besichtigungstermin vereinbaren. Mit Fachgesprächen sammeln wir die nötigen Informationen, welche auch für den Rest der Arbeit nützlich sind.
4. Wir entwerfen eine Umfrage, in der wir prüfen, wie gross das Interesse an neuen sauberen Antriebsarten ist, und ob die Bevölkerung bereit ist mehr Geld auszugeben um die Umwelt zu schützen. In welchen Branchen wäre eine Weiterentwicklung am Notwendigsten? Ob in der Flugindustrie oder der Schifffahrt, diesen Fragen wollen wir auf den Grund gehen. Wir analysieren die Antworten und stellen diese mit Diagrammen und Fliesstexten dar.

4 Alternative Antriebsarten

4.1 Bioethanol

Definition / Funktion

Bioethanol wird genau, wie Biogas, aus natürlich nachwachsenden Rohstoffen produziert. Es wird im Gegensatz zur gasförmigen Variante nicht gegährt, sondern klimaneutral verbrannt. Klimaneutral bedeutet, dass nur so viel CO₂ ausgestossen wird, wie die Pflanze in ihrer Lebenszeit aufgenommen hat. Dies hat zur Folge, dass im Vergleich viel weniger CO₂ ausgestossen wird. Bioethanol könnte einen enormen Anteil zum Klimaschutz beitragen.

Vorteile

- Kostengünstig in der Herstellung
- Ethanol produziert höhere Motorenleistung als Benzin
- 1 Liter Ethanol ersetzt ca. 1.66 Liter Benzin
- Klimaneutrale Produktion (ausgenommen Maschinen, die für Ackerbau verwendet werden)

- Nachteile

- Tankstellennetz muss weiter ausgebaut werden
- *Energiewert* ist um 30% kleiner als bei Benzin
- Kaltstartprobleme → muss mit Benzin gemischt werden
- Es entstehen etliche *Monokulturen*

Wirtschaftlichkeit / Nutzen

Der Nutzen dieses Kraftstoffes ist unbestritten und wird als umweltfreundlichster Kraftstoff der Zukunft gehandelt. In der Schweiz ist es bereits möglich, Bioethanol zu tanken. Es ist als bEnzin5 oder als E85 erhältlich und wird in beiden Varianten mit Benzin gemischt. bEnzin5 beinhaltet 95% herkömmlichen Treibstoff, welchem 5% Bioethanol beigefügt wird. E85 besteht aus 85% Bioethanol und 15% Bleifrei 95, welches für den Kaltstart benötigt wird. Personen, die ihr Auto mit E85 fahren möchten, müssen ihr Fahrzeug extra umrüsten oder ein *Flex-Fuel-Vehicle* kaufen.



Persönliches Statement

Für mich ist diese Variante vielversprechend. Ich könnte mir vorstellen, dass viele Leute auf E85 wechseln würden, wenn man z.B. für diese Leute den Steuersatz senken würde. Irgendeinmal muss man einfach umstellen, da das Erdölvorkommen stetig kleiner wird. Dies scheint mir eine gute Alternative zu sein.

4.2 Biomassenvergasung

Definition / Funktion

Das sogenannte Biogas wird durch die Vergärung von Biomasse hergestellt. Dies geschieht in speziell dafür gebauten Anlagen. Als Biomasse sind vor allem Speisereste, Bioabfall und nachwachsende Rohstoffe, wie z.B. Holz, geeignet. Nach der ganzen Prozedur entsteht ein wassergesättigtes Gemisch aus Methan und Kohlenstoffdioxid. Das Methangas ist dafür verantwortlich, dass die Fahrzeuge angetrieben werden. Die Verbrennung von Methangas erzeugt Energie.

Biogas hat im Gesamtüberblick mehr Vorteile als Nachteile

Vorteile

- Nutzung von erneuerbaren und nachwachsenden Rohstoffen
- CO₂ Ausstoss ist fast neutral
- Nur wenige Rückstände durch Gährverfahren

Nachteile

- Gefahr der Entstehung von *Monokulturen* → Gefahr für Ökosysteme
- Gewichtsbezogen hat Methangas einen 21-mal so hohen Treibhauseffekt wie Kohlendioxid.
- Nur gasdichte Biogasanlagen sind Klimafreundlich
- Konkurrenz mit Nahrungsmittelindustrie



Wirtschaftlichkeit / Nutzen

Das Biogas gehört zur 1. Generation der Biogenen Treibstoffe. Dies bedeutet, dass es die technologische Marktreife erreicht hat und im Verkehr eingesetzt wird. Div. Städte haben einen Umbruch im öffentlichen Verkehr gestartet und herkömmliche Busse durch Biogas-Busse ersetzt.

Biogas, welches aus Abfallbiomasse hergestellt wurde, trägt enorm viel zum Klimaschutz bei, da ein grosser Teil des CO₂ Ausstosses durch die Pflanzen gebunden wurde. Es trägt auch zur Minderung der Russ- und Kohlenwasserstoff-Belastung bei.

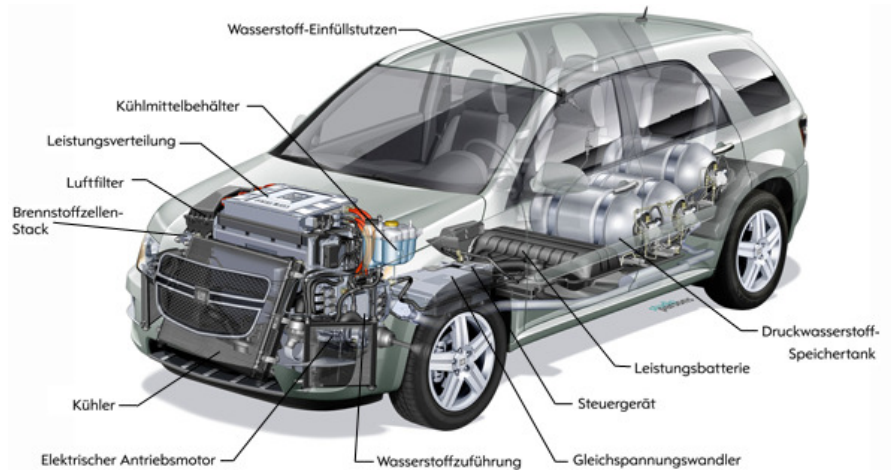
Persönliches Statement

Für mich ist klar, dass sich diese Antriebsart noch stärker im Schweizer Verkehrsnetz etablieren wird. Die enorm vielen Vorteile sprechen für sich und werden viele Leute zu einem Wechsel auf Biogas bewegen. Einziger Knackpunkt sind die vielen Vergasungsanlagen, welche unbedingt benötigt werden.

4.3 Brennstoffzellenantrieb

Definition / Funktion

Eine Brennstoffzelle erzeugt elektrischen Strom aus der Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff aus der Umgebungsluft. Dabei entsteht Strom, Wärme und Wasser als Endprodukt. Mit dem gewonnenen Strom wird ein Elektromotor betrieben, der das Fahrzeug in Bewegung setzt. Die Wärme kann zum Heizen verwendet werden und das Wasser wird aus dem Auspuff ausgestossen. Der Wasserstoff wird gasförmig oder in flüssiger Form in Tanks gelagert.



Vorteile

- Die Brennstoffzelle besitzt einen nahezu optimalen *Wirkungsgrad*.
- Es werden keine Abgase erzeugt (es entsteht nur Wasserdampf).
- Man fährt fast geräuschlos.
- Es besteht ein sehr hohes Entwicklungspotenzial.

Nachteile

- Die Brennstoffzellen-Einheit besitzt ein sehr hohes Gewicht.
- Hohe Kosten in der Produktion.
- Es werden große Mengen von raren Edelmetallen benötigt.
- Es müsste eine völlig neue Tankstelleninfrastruktur aufgebaut werden, da es viel zu wenig Wasserstofftankstellen gibt.

Wirtschaftlichkeit / Nutzen

Die Infrastruktur für Lagerung und Transport von Wasserstoff stellt eine hohe technische, organisatorische und ökonomische Herausforderung dar. Die Wasserstofftanks haben entweder mehrere hundert Bar Druck oder sehr tiefe Temperaturen für den flüssigen Zustand. Brennstoffzellen sind etwas leichter als Akkus und zuverlässiger und leiser als Generatoren.

Persönliches Statement

Die Brennstoffzelle wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Wenn der Wasserstoff ausschliesslich aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, bewegt man sich absolut emissionsfrei fort. Heute ist das System noch nicht ausgereift, die Brennstoffzellen benötigen viel Platz und erzeugen im Verhältnis zu fossilen Energieträgern wenig Leistung.

Fazit: Benötigt noch einige Jahre Forschung, dann könnte die Brennstoffzelle den Akku ersetzen.

4.4 Elektroantrieb

Definition / Funktion

Als elektrisch betrieben bezeichnet man ein Fahrzeug, welches durch einen oder mehrere Elektromotoren betrieben wird. Anders als bei Hybrid-Fahrzeugen wird die Energie zur Stromerzeugung nicht durch einen Primärtrieb (z.B. Benzin) gewonnen, sondern in einer Batterie mitgeführt.

Vorteile

- Der *Wirkungsgrad* eines Elektromotors beträgt rund 90%, bei einem herkömmlichen Benzin-PKW-Motor liegt er selten über 35%! Rechnet man jedoch den *Wirkungsgrad* unseres Stroms aus der Steckdose dazu, je nach Kraftwerkstyp zwischen 30-60%, ist der Unterschied zwischen Verbrennungs- und Elektromotor minim.
- Kein CO₂-Ausstoss am Fahrzeug
- Möglichkeit, die Bremsenergie im Akku wieder zu speichern



Nachteile

- Elektrofahrzeuge sind noch deutlich teurer als Fahrzeuge mit herkömmlichem Antrieb.
- Reichweite bei angekündigten Serienwagen nur bis 150 Kilometer.

Wirtschaftlichkeit/Nutzen

Momentan spielt der Elektroantrieb im Bereich der Personenwagen noch keine kommerzielle Rolle. Grund dafür ist vor allem die beschränkte Reichweite, sowie der verhältnismässig hohe Preis.

Bei Fahrzeugen, die jedoch nur lokal genutzt werden, (Betrieb im Innenraum oder auf Höfen) stellen batteriebetriebene Fahrzeuge eine gute Alternative dar.

Daneben sind vielerorts Busse und Züge im Einsatz, die durch Oberleitungen mit Energie versorgt werden.

Persönliches Statement

Ich sehe für Fahrzeuge mit Elektroantrieb eine grosse Zukunft. Zum einen sind die Lithium-Ionen Akkus von Generation zu Generation leichter und leistungsfähiger, und der Preis dieser Batterien wird in den nächsten Jahren bestimmt tiefer werden.

Zum andern kann der Elektroantrieb mit beliebigen anderen alternativen Antrieben kombiniert werden, darin liegt grosses Potenzial.

4.5 Erdgas

Definition/Funktion

Ein Erdgasfahrzeug wird mit einem normalen Verbrennungsmotor angetrieben. Damit das Erdgas eine genug hohe Energiedichte hat, muss es zuerst verdichtet oder verflüssigt werden. Das erste Erdgasfahrzeug wurde 1862 von Étienne Lenoir gebaut, noch bevor es Benzin- oder Dieselfahrzeuge gab. Wegen den Umweltvorteilen, die Erdgas mit sich bringt, hat das Parlament 2003 die „Gasmotion“ angenommen. Dies führte zu einer erheblichen Steuerreduktion auf Erdgas.

Vorteile

- Mit 100 Franken fährt man mit einem Erdgasfahrzeug zirka 1270 Kilometer weit, mit einem Dieselfahrzeug etwa 1020 Kilometer und mit einem Benzinfahrzeug ungefähr 800 Kilometer.
- Weniger Abgase, keine Russpartikelemissionen.
- Weniger Lärm.
- Kauf eines Neuwagens wird gefördert.

Nachteile

- Nur etwa 120 Tankstellen in der Schweiz.
- Erdgas ist ein fossiler Brennstoff.
- Volumen muss komprimiert werden.

Wirtschaftlichkeit/Nutzen

Bei der Anschaffung eines Erdgasfahrzeuges bezahlt man etwa den gleichen Aufpreis wie bei einem Dieselfahrzeug. Jedoch kann man mit Steuerermässigungen rechnen. Man rechnet momentan mit 30`000 angemeldeten Erdgasfahrzeugen in der Schweiz. Viele öffentliche Verkehrsdienste sowie Taxi-Unternehmen sind auf Erdgasantrieb umgestiegen.

Persönliches Statement

Ich habe meine Fahrprüfung mit einem erdgasbetriebenen Auto absolviert. Ich bemerkte während der ganzen Zeit meiner Fahrschule nie einen Nachteil gegenüber einem benzinbetriebenen Fahrzeug.

Da ein Erdgasfahrzeug nur wenig teurer, dafür steuerbegünstigt und umweltfreundlicher ist, würde ich mich momentan bei einem Autokauf für ein Erdgasfahrzeug entscheiden.

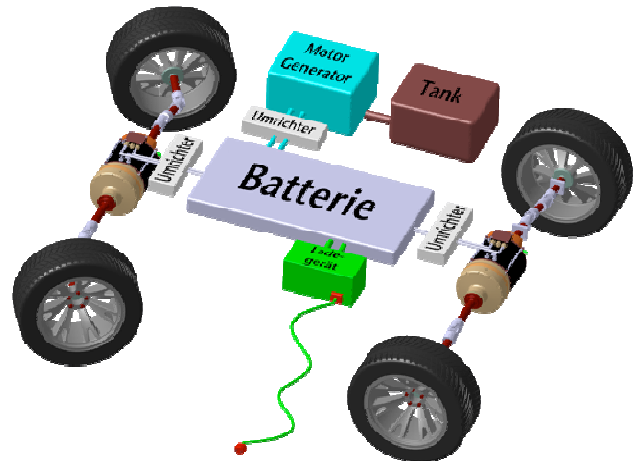


4.6 Hybridantrieb

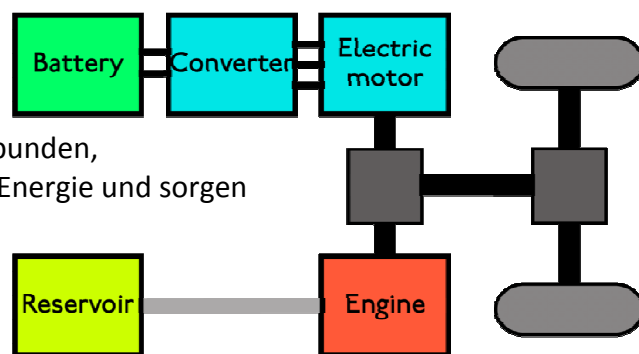
Definition/ Funktion

Der Hybridantrieb ist die Bezeichnung für die Kombination verschiedener Techniken für den Antrieb. Häufig wird die Kombination von Verbrennungsmotor und Elektromotor angewendet wobei es aber drei unterschiedliche Antriebsarten gibt:

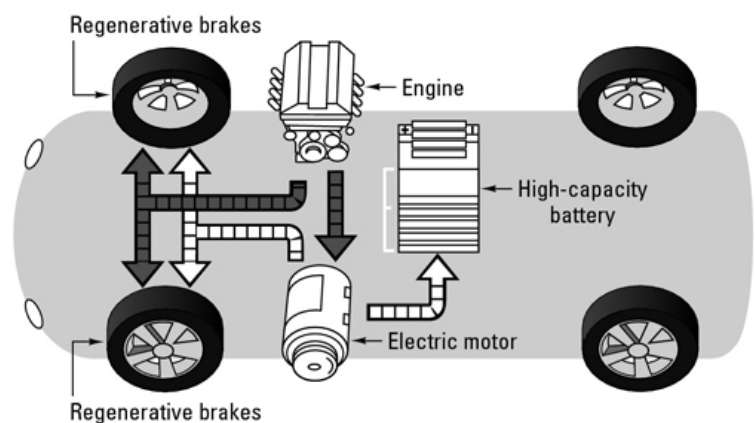
Beim **Seriellen Hybridantrieb** treibt der Verbrennungsmotor einen Generator an und dieser speichert die elektrische Energie in der Batterie oder gibt sie direkt weiter zum Elektromotor. Der Verbrennungsmotor erzeugt nur elektrische Energie und der Elektromotor wandelt die elektrische Energie in mechanische um und sorgt alleine für die Fortbewegung.



Beim **Parallel-Hybrid** sind Elektro- und Verbrennungsmotor über eine Achse verbunden, beide Antriebsarten liefern mechanische Energie und sorgen gemeinsam für die Fortbewegung.



Beim **leistungsverzweigten Hybridantrieb** erzeugt der Verbrennungsmotor elektrische- wie auch mechanische Energie. Zusammen mit dem Elektromotor werden die Räder angetrieben, nebenbei treibt der Verbrennungsmotor noch einen Generator an. Dieser wandelt die mechanische Energie in elektrische Energie um und lädt die Batterie im Kofferraum auf.



Neuere Fahrzeuge haben Mischformen von den verschiedenen Antriebsarten. Sie sind so optimiert, dass sie selbstständig die effizienteste Antriebsart wählen. Zudem wird die Bremsenergie noch genutzt. Beim Bremsen wird der Generator angetrieben und erzeugt elektrische Energie.

Vorteile

- Bei geringem Leistungsbedarf abreitet nur der Elektromotor.
- Energierückgewinnung beim Bremsen .
- Verbrennungsmotor abreitet in tiefen Drehzahlen.
- Schonung des Benzinmotors und der Bremsen.
- Gute Beschleunigung.
- Leise.

Nachteile

- Hohe Kosten für Batterie.
- Hoher Energieaufwand und Umweltbelastung bei der Herstellung.
- Hohes Gewicht.
- Bei hohen Geschwindigkeiten fast gleicher Brennstoffverbrauch wie ein Verbrennungsmotor.

Wirtschaftlichkeit/ Nutzen

Mit einem *Wirkungsgrad* von bis zu 37%, dem geringeren Ausstoss von CO₂ und beinahe geräuschlosem Fahren, machen den Hybridantrieb zu einem ernsthaften Konkurrenten des konventionellen Diesel- oder Verbrennungsmotors. Die Entwicklung von Hybridmodellen hat in der letzten Jahren grosse Vorschnitte gemacht. Durch die Gewichtseinsparung und teilweise auch durch die finanzielle Unterstützung beim Kauf eines Hybridmodells, wird die Wirtschaftlichkeit dieses Antriebes immer grösser.

Persönliches Statement

Es gibt schon einige Automodelle, die mit einem Hybridantrieb ausgestattet sind. Die Entwicklung hat sich in den Jahren so entwickelt, dass der Wirkungsgrad höher ist als bei einem Verbrennungsmotor. Der Hybridantrieb hat einige Vorteile, aber trotzdem glaube ich nicht, dass er sich in den nächsten 100 Jahren durchsetzen wird. Unter der Motorhaube arbeitet immer noch ein Verbrennungsmotor, bei knapp werdendem Erdöl braucht es eine andere Alternative.

Fazit: Schadstoffarmer und leiser als ein üblicher Verbrennungsmotor, aber wird sich auf die Dauer nicht durchsetzen.

4.7 Pflanzenöl

Definition/Funktion

Die Idee, Pflanzenöl als Treibstoff zu benutzen, begann mit der Erfindung des Dieselmotors. Jedoch war Erdöl anfangs so billig, dass Pflanzenöl keine Verwendung fand. Auch die heutigen Dieselmotoren können mit verschiedensten Pflanzenölen angetrieben werden. Dafür sind kleine Umrüstungen notwendig, da ein Kaltstart dem Motor erheblich schadet. Im Internet sind Umrüstsätze ab 600 Euro erhältlich.

Vorteile

- Der Liter kostet nur rund einen Franken.
- Es kann mit verschiedensten Pflanzenölen gefahren werden, sogar mit Frittier-Altöl.
- Bei Bedarf kann der Motor auch mit Diesel angetrieben werden.
- Pflanzenöl ist ungiftig.

Nachteile

- Ist zähflüssig, muss deshalb erwärmt werden.
- Muss kühl und dunkel gelagert werden.
- Bei der Lagerung können Probleme wie Bakterienbefall und Oxidation vorkommen.
- Kein Tankstellennetz vorhanden.



Wirtschaftlichkeit/Nutzen

Bisher nur vereinzelt im Verkehr vorhanden, da Serienfahrzeuge umgebaut werden müssten. Zudem müsste ein Lagerungstank installiert werden, weil sich der Ölkauf im Supermarkt aufgrund des Abfalls nicht lohnt. Dazu gibt es weder eine staatliche Unterstützung noch eine Steuerreduktion.

Persönliches Statement

Der Antrieb eines Fahrzeugs mit Pflanzenöl ist zwar umweltschonend und wäre somit eine Alternative, jedoch ist eine Umrüstung sowie der Unterhalt zu aufwändig. Da ein Vorratstank installiert werden müsste und das Öl aufwändig beschafft werden muss, finde ich das Pflanzenöl nur für Bauern die das Öl selber herstellen, oder für Leute im Gastronomiebereich die Altöl beziehen können, eine wirtschaftliche Alternative darstellt.

4.8 Solarantrieb

Definition / Funktion

Solarbetriebene Fahrzeuge werden mit reiner Sonnenenergie gefüttert und wandeln diese in elektrische Energie um. Dieses Verfahren wird auch schon für anderweitige Stromerzeugung gebraucht und gehört zu den effizientesten Vertreter der alternativen Antriebsarten.

Vorteile

- Sonnenenergie ist eine unerschöpfliche Quelle
- Keine Schadstoffemissionen
- Tankstellen werden nicht benötigt

Nachteile

- Abhängig von Sonnenstrahlung
- Solarenergie muss in Akkus gepuffert werden
- Masse abhängig von Fläche für Solarzellen
- Sehr hohe Herstellungskosten durch leichte Materialien
- Massenanfertigung noch nicht in Sichtweite



Wirtschaftlichkeit / Nutzen

Ein mit Solar betriebenes Auto, wäre klar ein „Schönwetterfahrzeug“. Ausgenommen man würde es mit Akkus ausstatten, welche die überschüssige Energie speichern und bei Gebrauch freisetzen. Da es keine Schadstoffe ausstösst, wäre es sehr umweltschonend aber extrem schwierig umzusetzen. Die Forschungen laufen momentan auf Hochtouren, um ein serientaugliches Fahrzeug auf den Markt zu bringen.

Persönliches Statement

Solarenergie ist sicherlich ein sehr wertvolles Gut. Den enormen Aufwand um ein einziges Fahrzeug zu bestücken und funktionstüchtig bzw. lohnenswert zu machen, ist für mich nicht rentabel. Stattdessen sollte man auf herkömmliche Elektroautos setzen und die vorhandenen Möglichkeiten vollkommen ausreizen.

Fazit: Ökologisch top, Wirtschaftlich extrem schwierig umzusetzen.

5 Zukunftsvisionen

5.1 Zukunftsvision von Mario Schmidli

Meine Zukunftsvision für die Entwicklung der Antriebsarten habe ich in drei Teile gegliedert:

Der Hybridantrieb ist gut ausgereift und bereits eine echte Alternative zum herkömmlichen Verbrennungsmotor. Dank dem etwas höheren *Wirkungsgrad* als bei einem konventionellen Antrieb, der Energierückgewinnung, das beinahe geräuschlose Fahren und die bereits teilweise finanzielle Unterstützung vom Kanton, wird sich der



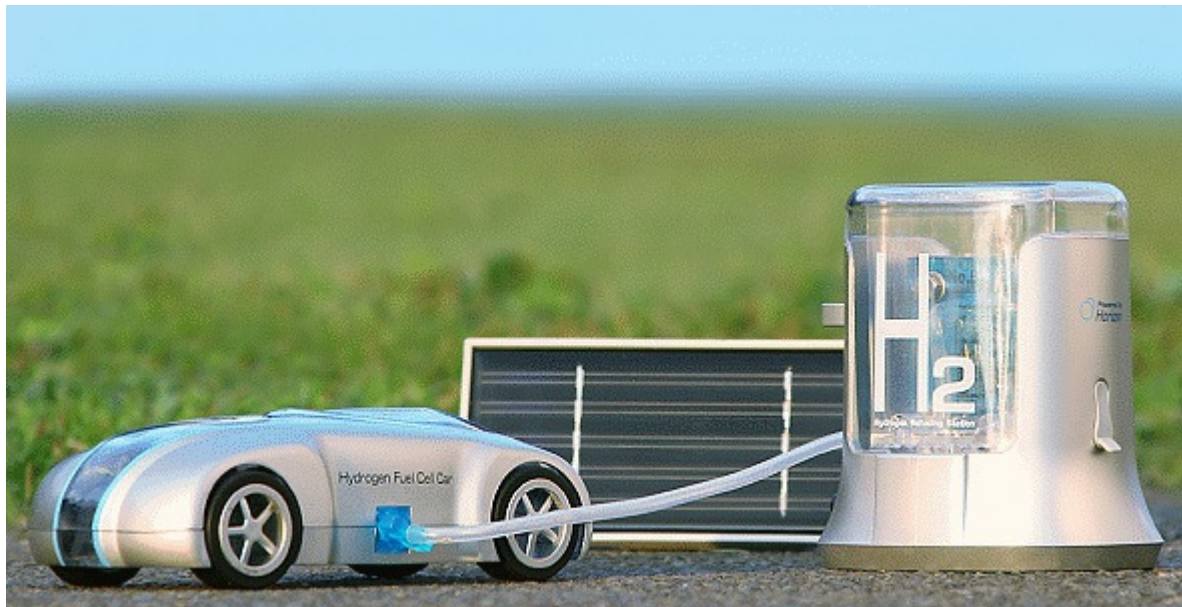
Hybridantrieb in den nächsten Jahren durchsetzen. Die Kombination von Verbrennungsmotor und Elektromotor ergänzt sich super. Die Menschen getrauen sich nicht von heute auf morgen auf eine komplett neue Antriebsart umzusteigen. Der Verbrennungsmotor ist ihnen bekannt und vertraut. Dennoch wird sich der Hybridantrieb nicht grossflächig durchsetzen, die grösste Energiezufuhr wird vorwiegend durch *fossile Energieträger* gewährleistet, der Hybridantrieb ist nur ein Übergangsmodell zu dem Elektroantrieb. Der Hybridantrieb hemmt die Zweifel am Elektromotor und macht die Bevölkerung damit vertraut.

In Zukunft braucht es eine Antriebsart die völlig emissionslos fährt und einen hohen *Wirkungsgrad* besitzt. Genau das sind die Vorteile vom **Elektromotor**. Es braucht noch einige Jahre Forschung und Entwicklung, bis sich der Elektroantrieb grossflächig durchsetzen wird. Dadurch werden die *Akkumulatoren* immer leistungsfähiger und günstiger in der Produktion. Die heutigen Elektroautos haben zu überraschende Preise und sind im Vergleich zu herkömmlichen



Benzin- oder Dieselfahrzeugen eher leistungsschwach. Jedoch durch die neue Generation der Lithium-Ionen-*Akkumulator* könnte dieser Nachteil bald einmal beseitigt werden. Der Trend in der Zukunft sind kleine und leichte Autos. Dies sind gute Voraussetzungen für den Elektroantrieb. Einen entscheidenden und wichtigen Nachteil besitzen die Elektroautos auch in der Zukunft. Die Reichweite der Autos ist und bleibt beschränkt. Durch die Forschung kann sie verlängert werden, aber wenn der Akku leer ist muss das Auto einige Stunden stillstehen und aufgeladen werden. Das Auswechseln der *Akkumulatoren* sehe ich nicht für sinnvoll. Der Akku ist die teuerste Komponente beim Elektroauto und wiegt sehr viel. Es bräuchte eine extra Vorrichtung um den Energieträger zu entfernen und wieder einsetzen. So etwas wie ein Einheitsakku, d.h. alle Elektroautos besitzen denselben Akkutyp und man könnte ihn bei einer Tankstelle auswechseln. Jedoch gibt es verschiedene Hersteller und unterschiedlich starke Akkus, deshalb sehe ich diesen Vorschlag für nicht durchsetzbar.

In ferner Zukunft braucht es eine Antriebsart die elektronisch fährt und in kurzer Zeit wieder verfügbar ist. **Der Wasserstoffantrieb** besitzt diese Vorteile. Der Tank wird mit flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff gefüllt. Durch die Brennstoffzelle wird der Wasserstoff in elektrische Energie und Wasser umgewandelt. Die elektrische Energie wird benötigt um den Elektromotor anzutreiben, Wasser ist der „Abfallstoff“ und kommt aus dem Auspuff. Momentan gibt es Wasserstoff-Prototypen, bei denen aber die Brennstoffzellen noch viel Platz brauchen und durch das hohe Gewicht die Fahrleistung beeinträchtigen. Mit einigen Jahren Entwicklungszeit und Forschung können die jetzigen Nachteile aber beseitigt werden. Ich sehe deshalb für den Wasserstoffantrieb eine grosse Zukunft. Die Energiezufuhr ist schnell vorhanden durch das Tanken von Wasserstoff und die Antriebsart ist völlig emissionslos. Die Voraussetzung für das emissionslose Fahren ist, dass der Wasserstoff durch erneuerbare Energien wie z. B Solar, Windkraft oder Wasserkraft erzeugt wird. Das gleiche gilt auch für das Aufladen der *Akkumulatoren* beim Elektroauto.



5.2 Zukunftsvision von Ramon Kaufmann

Für mich ist völlig klar, dass in nächster Zeit ein Umdenken der Bevölkerung stattfinden muss, was die Antriebsart ihres Fahrzeuges betrifft. Meiner Meinung nach sollte aber der Staat den ersten Schritt machen und auf die Verkehrsteilnehmer zugehen, indem man den ÖV umrüstet und das Tankstellennetz auf die folgenden Varianten erweitert. Deswegen habe ich meine Vision folgendermassen gegliedert:



Da die Bevölkerung eher unsicher ist, was der Umstieg auf eine saubere Antriebsart angeht, kann ich mir vorstellen, dass man eher in kleinen Schritten vorankommt. Zuerst kommt für mich der Umstieg auf **Bioethanol** in Frage. Jedoch wird sich der Anteil des Bioethanols stetig in höhere Sphären steigern. In naher Zukunft werden die Leute bEnzin5 tanken, da für diese Variante keine Umrüstung nötig ist. Zum herkömmlichen Treibstoff werden zwar nur 5% Bioethanol beigemischt, ist aber schon mal ein Anfang. Für die weitere Zukunft kann es aber nicht in Frage kommen, da man immer noch Benzin benötigt. Es wird also eine Zwischenlösung sein.



Zur gleichen Zeit wird sich auch das **Biogas** im Strassenverkehr eingliedern und ausweiten. Diese Variante hat sich schon etabliert und wird sich vor allem im öffentlichen Verkehr durchsetzen. Für die momentane Situation ist das eine geeignete Lösung, da das Tankstellennetz noch nicht genügend ausgebaut ist. Nun kann man die Buslinien so einplanen, dass man an bestimmten Stationen tanken kann. Später werden sich auch vermehrt Privatfahrzeuge dazu gliedern.

Es braucht aber noch einige Jahre Forschung bis diese Autos die herkömmliche Leistung erreichen. Die Autoindustrie ist nun gefordert, Autos auf den Markt zu bringen, welche im Preis – Leistungsverhältnis ins Budget eines Normalbürgers passen. Es ist aber auch zu erwähnen, dass es auch eine Schattenseite gibt. Da Bioethanol und Biogas speziell hergestellt werden müssen, entstehen Anlagen, welche negative Einflüsse auf die Umwelt haben können. Es entstehen Monokulturen und es gibt eine starke Konkurrenz mit der Nahrungsmittelindustrie. Emissionen an Biogasanlagen müssen vermieden werden, da die Stoffe einen 21-mal grösseren Treibhauseffekt haben als Kohlendioxid.



Als letzte und durchsetzungsfähigste Variante kommt der **Brennstoffzellenantrieb** in Frage. Der Besuch im Paul Scherrer Institut hat mich überzeugt, dass dies der Treibstoff der Zukunft wird. Die Forschung braucht noch etwa 5 Jahre Zeit bis ein Brennstoffzellenantrieb auf den Markt kommt. Danach folgen ca. 2 Jahre *Marktpenetration* um das Ganze in Schwung zu bringen. Sobald der Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen

produziert werden kann und das Preis– Leistungsverhältnis stimmt, ist diese Methode nicht mehr zu stoppen. Diese Variante funktioniert völlig emissionsfrei und wäre unabhängig von jeglichen fossilen Energieträgern.

5.3 Zukunftsvision vom Benjamin Spörri

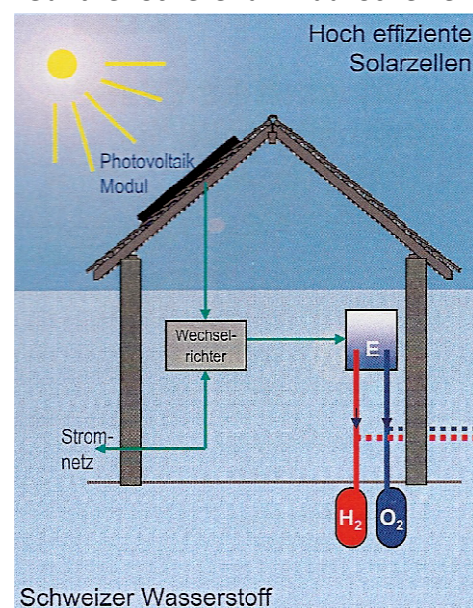
Ich bin überzeugt davon, dass es bis in zehn Jahren eine deutliche Verbesserung im Bereich der Abgase aus dem Strassenverkehr geben kann. Dazu muss aber mit Sicherheit die Bereitschaft, auf eine saubere Antriebsart umzusteigen, noch grösser werden. Man sollte sich auch bereit zeigen, sich dafür ein wenig einzuschränken. Damit der Umbruch aber möglichst bald geschehen kann, ist auch eine Anpassung von der Seite des Gesetzgebers her nötig. Denn nur, wenn das fahren von herkömmlichen Autos mit Ottomotor unattraktiver gemacht wird, sind die Automobilhersteller gezwungen, konsequent in die Forschung zu investieren und auch hundertprozentig auf erneuerbare Energien zu setzen.

Für den Weg der Entwicklung habe ich folgende Vision:

Ich kann mir vorstellen, dass in den nächsten Jahren die Anzahl von Fahrzeugen mit **Hybridantrieb** und solchen mit **Erdgasantrieb** deutlich steigt. Diese zwei Antriebsarten sind bis zum heutigen Tag am meisten ausgereift für den kommerziellen Markt. Jedoch sehe ich beide Antriebe nicht als die endgültige Lösung, sondern eher als Übergangsmodelle. Momentan spricht für den Hybridantrieb, dass komplett alltagsfähige Modelle auf dem Markt sind. Je nach Kanton wird ein Kauf sogar unterstützt. Da ein Hybridantrieb jedoch immer auf einer Kombination eines Verbrennungsmotors mit einem Elektromotor basiert, und ein Verbrennungsmotor einen fossilen Energieträger benötigt, kann dies nur eine befristete Lösung sein.

Das Gleiche ist beim Erdgasantrieb der Fall. Zwar verursacht er weniger Abgase und kein Russ, dazu ist der Treibstoffkauf günstiger, jedoch ist Erdgas ebenfalls ein fossiler Energieträger, der nicht unerschöpflich ist. Deshalb kann auch das nur eine Lösung auf Zeit sein.

Die endgültige Lösung sähe ich am ehesten mit dem **Wasserstoffantrieb**. Zwar wird es noch etwa sieben Jahre dauern bis die Ersten, von einer Brennstoffzelle angetriebenen, Fahrzeuge auf den Markt kommen werden. Beim Gespräch mit Dr. Günther Scherer am Paul Scherrer Institut konnte er mich von den Vorteilen der Brennstoffzelle überzeugen. Dazu gehört zum einen, dass dadurch nicht zuerst Wärme erzeugt wird und danach in elektrische Energie umgewandelt wird, sondern direkt elektrische Energie gewonnen werden kann und deren Wirkungsgrad deutlich höher ist. Ein anderer Vorteil ist das nebst Wasser oder Wasserdampf keine anderen Abgase oder Abfälle produziert werden. Zudem waren die letzten Brennstoffzellenfahrzeug-Prototypen alle erfolgreich. Wenn der Wasserstoff dazu noch wie beim Projekt „Belenos“ von Nick Hayek direkt Zuhause mit Hilfe einer unerschöpflichen Quelle, wie der Solarenergie, gewonnen werden könnte, wäre das eine nahezu perfekte Lösung.



6 Besuch beim Paul Scherrer Institut

6.1 Geschichte von Brennstoffzellen

Die Geschichte der Brennstoffzelle begann im Jahr 1838 als Christian Friedrich Schönbein an der Universität Basel zwei Platindrähte in Salzsäure mit Wasserstoff umspülte. Dabei bemerkte er eine elektrische Spannung zwischen den beiden Drähten. Später erfuhr der walisische Richter und Freund Schönbeins, Sir William Grove, von dieser Entdeckung. Er forschte weiter und fand heraus, dass durch dieses Verfahren die Elektrolyse umgekehrt werden kann, um damit Strom zu erzeugen. Die Erfindung, die zunächst „Galvanische Gasbatterie“ genannt wurde, geriet danach jedoch aufgrund des Aufkommens des elektrischen Generators in Vergessenheit. Dies, weil in jener Zeit die Benützung des elektrischen Generators in Kombination mit der Dampfmaschine schlicht einfacher und unkomplizierter war, denn Klimaerwärmung und Wirkungsgrad waren damals noch kein Thema. Auch der hohe Preis war ein Grund, weshalb die Brennstoffzelle lange nicht produktiv genutzt wurde. Bei Militär und Raumfahrtbehörde spielt Geld bekanntlich keine Rolle. Dies gab in den 1960er Jahren einen Forschungsschub, als die US-amerikanische Raumfahrtbehörde nach einem zuverlässigen Energielieferanten suchte. Die Brennstoffzellen waren auch meist sehr zuverlässig, jedoch spielte eine explodierende Brennstoffzelle eine entscheidende Rolle beim Apollo 13-Unglück, was zum legendären Funkspruch: „Houston, we've had a problem here“ führte.



Christian Friedrich Schönbein



Sir William Grove

6.1.1 Entwicklung der Brennstoffzelle in Personenverkehr

Erst vor etwa zwanzig Jahren begannen die Forschungen in die Richtung Personenwagenantrieb. Dies geschah aufgrund der Thematisierung des Treibhauseffekts und die damit verbundenen Ansprüche auf saubere Antriebsarten. Das Paul Scherrer Institut forscht seit diesem Zeitpunkt für unterschiedlichste Auftraggeber, nicht nur aus der Automobilindustrie, an einem für Personenwagen geeigneten Brennstoffzellenantrieb. Viele Automobilhersteller wie Daimler(Mercedes), Honda und Toyota forschen intensiv die Verbesserung dieser Antriebsart. Andere, wie zum Beispiel BMW und Ford, gaben die Entwicklungen auf mit der Begründung, dass sie auf Batterien und Elektromotor setzen. Unsere Ansprechperson am Paul Scherrer Institut, Dr. Günther Scherer, versicherte uns jedoch, die Brennstoffzellentechnik habe eine grosse Zukunft vor sich.

Dies lässt sich durch das Beispiel des Versuchsfahrzeug NECAR von Mercedes-Benz(Daimler) bestätigen.

NECAR 1, 1994 der erste Prototyp eines Brennstoffzellenfahrzeugs von Mercedes, glich noch eher einem Labor auf Rädern, als einem Personenwagen. Die Brennstoffzellentechnik und der Wasserstofftank nahmen den ganzen Laderaum ein. Jedoch kam man dem Ziel, ein abgasfreies Automobil zu bauen, einen Schritt näher.



Antrieb:	Brennstoffzellentanks mit 50kW Leistung, Elektromotor	
Tanksystem:	150l komprimiertes Wasserstoffgas	
Leistungsdaten:	Motorleistung:	30kW
	Höchstgeschwindigkeit:	90Km/h
	Reichweite:	130 km

Darauf folgte der 1996 NECAR 2, bei dem das Gewicht reduziert und die Leistung erhöht werden konnte. Zudem wurde die Technik verkleinert, so dass neu Platz für sechs Sitzplätze vorhanden war. Beim NECAR 3 1997 wurde die Technik nochmals optimiert, so dass sie Platz in einem A-Klasse Mercedes fand. Zudem wurde der Wasserstoff erstmals direkt an Bord aus Methanol gewonnen. Die Brennstoffzellen sind in einem doppelten Boden verstaut.



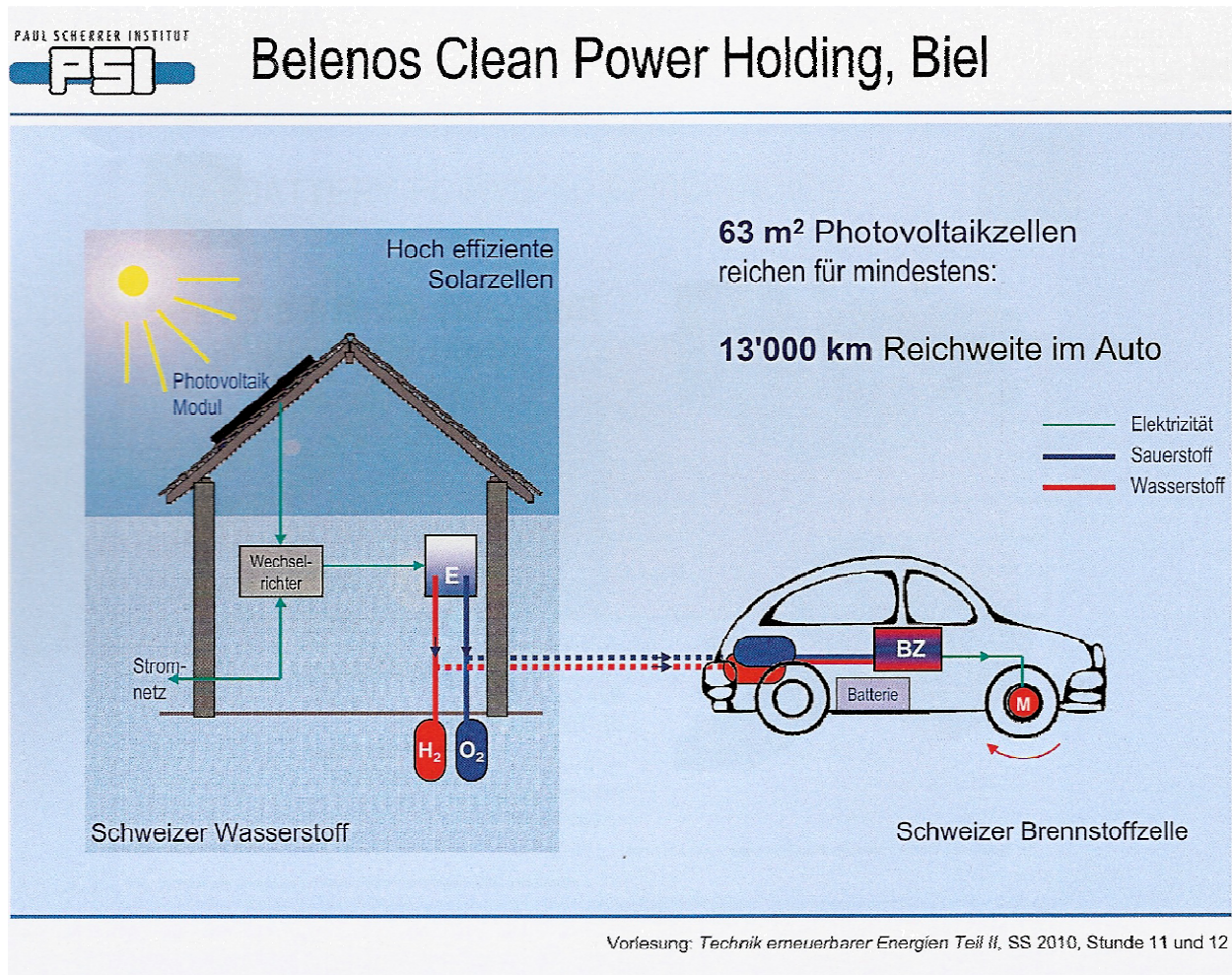
Antrieb:	2 Brennstoffzellen mit je 25 kW Leistung Asynchron-Elektromotor	
Tanksystem:	Tank für 38 l Methanol, Methanolreformer an Bord	
Leistungsdaten:	Motorleistung:	33 kW permanent, 45 kW Höchstleistung
	Höchstgeschwindigkeit:	120 km/h
	Reichweite:	400 km

Das Paul Scherrer Institut, welches wir besucht haben, begann 2002 eine PKW-Studie in Zusammenarbeit mit dem zweitgrössten Reifenhersteller der Welt, Michelin. Ziele des Projekts Hy-Light waren das abgasfreie Fahren sowie die Alltagstauglichkeit. 2004 wurde das Fahrzeug vorgestellt, es erreichte eine Höchstgeschwindigkeit von 135km/h und eine Reichweite bis zu 400km bei einem Gewicht von 850kg. Die Ergebnisse stimmten positiv.



6.2 Konzept von Belenos Clean Power Holding

Die Belenos Clean Power Holding AG wurde 2007 gegründet. Der Gründer war der im Frühjahr verstorbene Nicolas G. Hayek. Zusammen mit dem Paul Scherrer Institut lancierten sie ein völlig neues und umweltfreundliches Automobilkonzept.



Ziel dieses Projektes ist, dass der Automobilbesitzer den Wasserstoff Zuhause mit erneuerbaren Energien erzeugt und das Auto damit betankt. Im Modell sind für die Energieerzeugung Solarzellen auf dem Dach des Hauses vorgesehen. Die Energiegewinnung kann auch auf anderem Weg geschehen. Das Konzept macht aber nur Sinn, wenn sie aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Mit der elektrisch erzeugten Energie wird Wasser durch die Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten und im gasförmigen Zustand in Tanks gespeichert. Zuhause in der Garage wird das Auto direkt mit diesen zwei Gasen getankt. Die Brennstoffzelle im Auto wandelt diese zwei Gase wieder in elektrische Energie und Wasser um. Der Strom wird genutzt um den Elektromotor anzutreiben und das Auto fort zu bewegen. Das Wasser ist das Nebenprodukt und wird durch den Auspuff ausgestossen. Der Vorteil dieses Konzeptes ist, dass die Fortbewegung in der Zukunft völlig emissionsfrei und sauber ist und der „Treibstoff“ ohne ständige Ausgaben (Tanken) erzeugt werden kann.

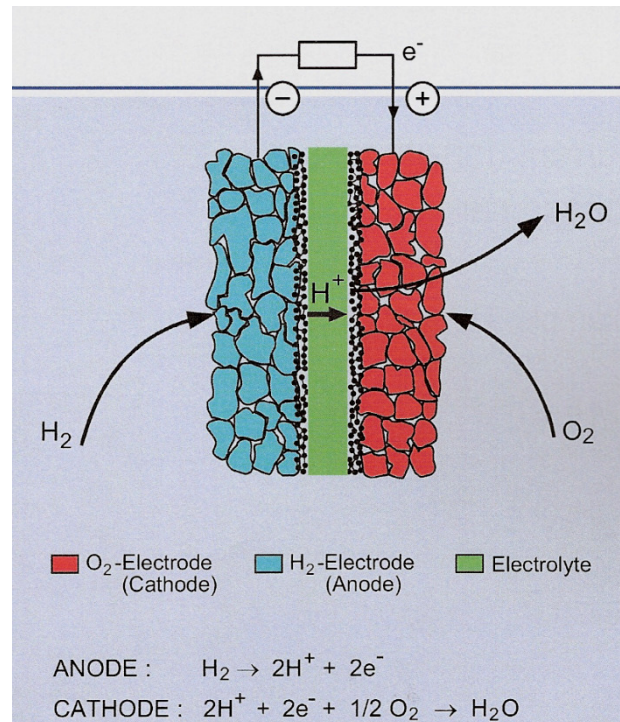
6.3 Die Polymerelektrolytbrennstoffzelle vom PSI

6.3.1 Funktion Brennstoffzelle

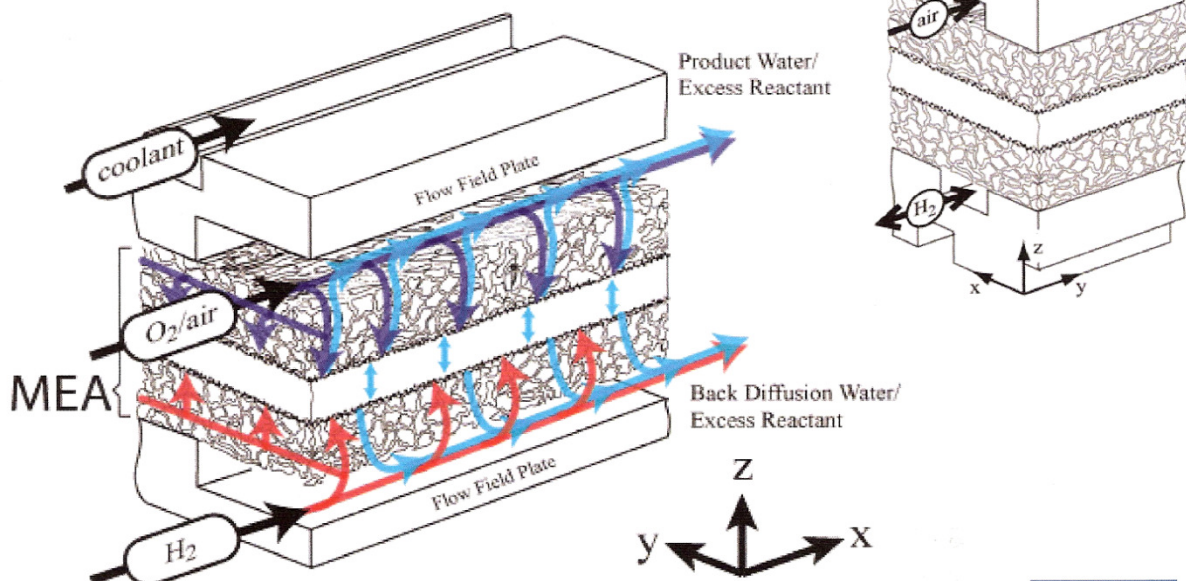
Eine Brennstoffzelle führt einen elektrochemischen Vorgang aus. Das Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff wird zur Reaktion gebracht. Dabei wird aber die frei werdende Energie in elektrischen Strom umgewandelt.

In einer Brennstoffzelle wird der Wasserstoff und Sauerstoff durch eine dünne Folie (Polymerelektrolyt, im Bild grün ersichtlich) getrennt. Diese Folie lässt aber nur die Protonen (positiv geladene Atome) passieren und die Elektronen (negativ geladene Atome) müssen den Umweg über die Leitung nehmen und wirken dort als elektrischer Strom. Damit die Brennstoffzelle überhaupt funktioniert, braucht es Katalysatormaterial (im Bild blau und rot ersichtlich). Das ist grobkörniges Material, welches die Gase in der Zelle optimal verteilt und das daraus entstehende Wasser ans Kohlefasergehäuse ableitet.

Einer Brennstoffzelle wird Wasserstoff und Sauerstoff in gasförmiger Form zugeführt und nach der Reaktion dieser Stoffe entsteht Wasser und elektrischer Strom.

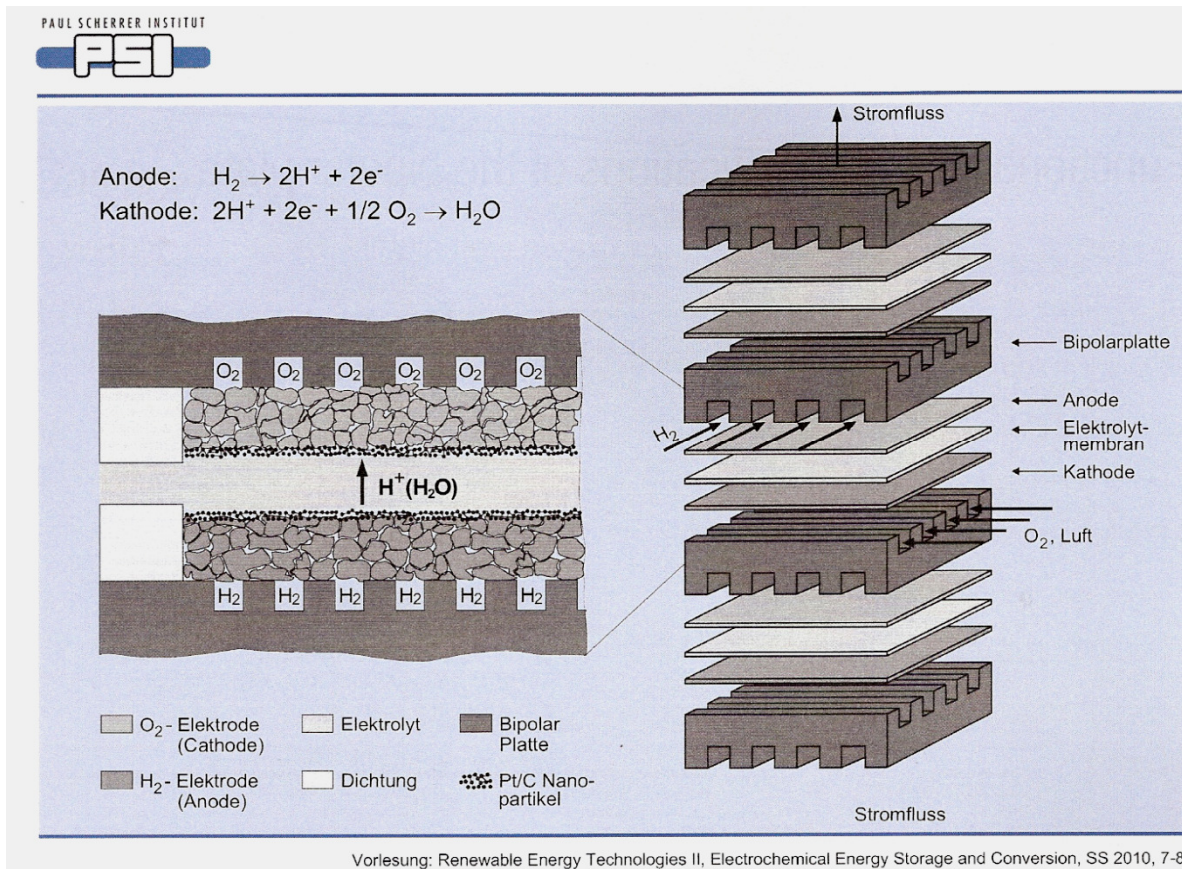


Flow of media through a stack co-flow



Vorlesung: Renewable Energy Technologies II, Electrochemical Energy Storage and Conversion, SS 2010, 7-8

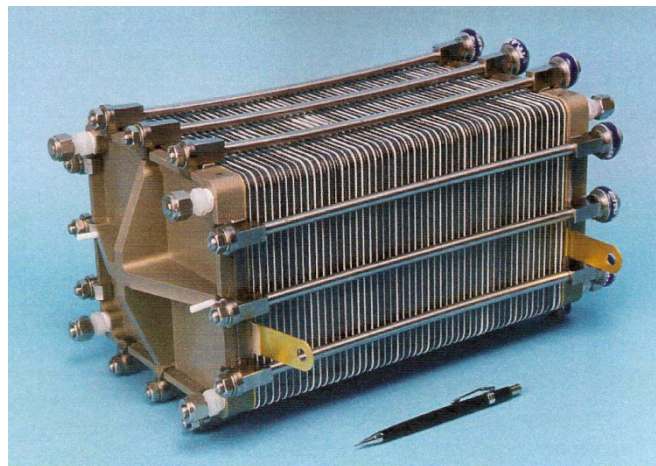
6.3.2 Aufbau Brennstoffzelle



Damit eine Brennstoffzelle effizient genutzt werden kann, sind mehrere Zellen aneinander geordnet. Die einzelne Brennstoffzelle besteht aus einem Elektromembran, der meistens aus Platin gefertigt wird. Darauf folgen auf beiden Seiten die Katalysatoren. Die eine Seite der Katalysatoren ist positiv geladen (Anode) und die andere Seite ist negativ geladen (Kathode). Die Bipolare Platte besteht aus Kohlefasern und ist für die Gasleitung zuständig. Damit die Brennstoffzelle dicht ist, wird Dichtung zwischen die Bipolaren Platten gelegt.

Theoretisch kann eine einzelne Zelle eine Stromspannung von 1.23 Volt erreichen, jedoch liegt die Spannung in der Praxis tiefer, bei ca. 1 Volt. Weil aber die Elektromotoren eine viel höhere Spannung benötigen, werden die Brennstoffzellen in Serie geschaltet. Dies erreicht man, indem die Zellen hintereinander zu einem Stapel geordnet werden, bis man die gewünschte Spannung erhält.

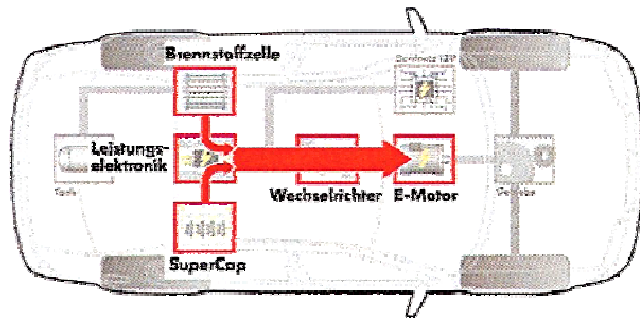
Um Gewicht einzusparen sind die Bipolaren Platten so konstruiert, dass sie beidseitig arbeiten können. Die ersten Brennstoffzellen waren einzelne Zellen, die mit Leitungen für die Strom- und Gaszufuhr verbunden waren. Die Bipolaren Platten ermöglichen das Durchlaufen der Gase und des Stromes durch den ganzen Block. Dadurch sind sie noch effizienter und leichter geworden.



6.3.3 Funktion im Auto

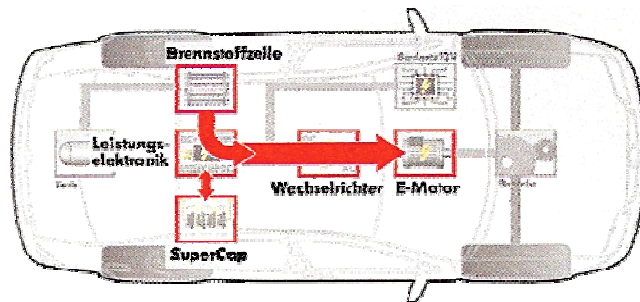
Anfahren

Für das Anfahren wird viel Energie benötigt, dafür reicht der Strom der Brennstoffzelle nicht aus. Die zusätzliche Energie wird von Super Cap gespiesen. Das Super Cap ist eine Art Batterie, die grosse Mengen Energie schnell abgeben kann und sie auch wieder schnell aufnehmen kann.



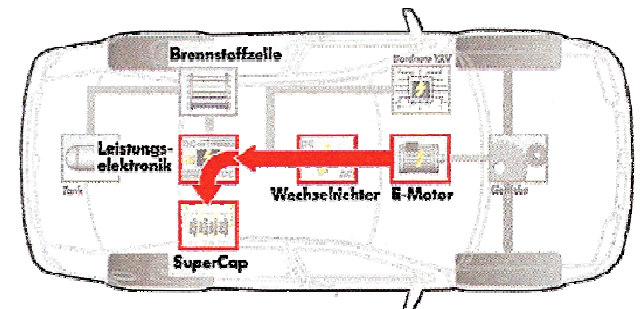
Konstantfahren

Beim Konstantfahren liefert ausschliesslich die Brennstoffzelle den Strom. Die restliche Energie wird vom Super Cap gespeichert. Für das Konstantfahren wird nicht so viel Energie benötigt.

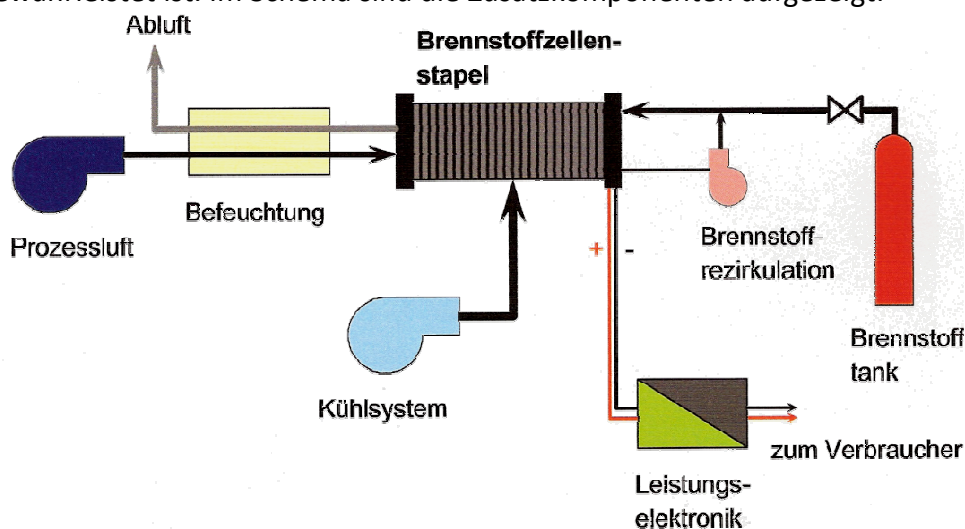


Bremsen

Beim Bremsen wirkt der Motor als Generator und kann dadurch schnell viel Strom im Super Cap speichern. Diese Energie wird wieder fürs Beschleunigen gebraucht.



Damit eine Brennstoffzelle einwandfrei und effizient funktioniert, braucht es noch einige Komponenten, die dafür sorgen, dass die Betriebstemperatur sowie die Gasaufbereitung gewährleistet ist. Im Schema sind die Zusatzkomponenten aufgezeigt:



Vorlesung: Renewable Energy Technologies II, Electrochemical Energy Storage and Conversion, SS 2010, 7-8

6.3.4 Vergleich Batterie und Verbrennungsmotor mit Brennstoffzelle

Batterie und Brennstoffzelle



Electrochemical energy conversion and storage



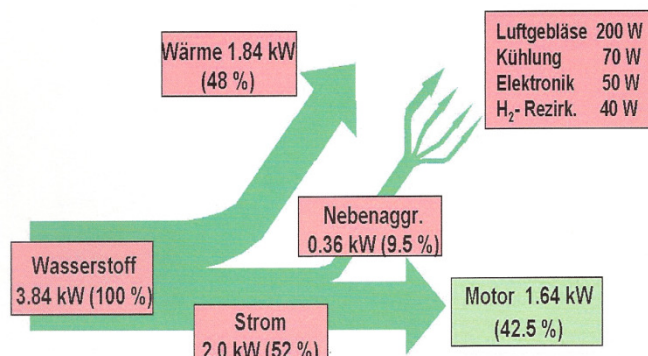
Der entscheidende Unterschied von einem wiederaufladbaren Akku und einer Brennstoffzelle ist, dass der Akku ein geschlossenes System ist. Beim Aufladen der Batterie wird die elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt. Beim Entladen wird die chemische Energie zurück in elektrische Energie umgewandelt. Die Batterie funktioniert auf dem Prinzip des Galvanisierens. Es befinden sich zwei flüssige Stoffe (Elektroden) und ein Metall (Elektrolyt) in der Batterie. Die beiden Stoffe reagieren über das Metall miteinander und elektrischer Strom entsteht. Der Vorteil der Brennstoffzelle ist, dass sie in einem offenen System arbeitet. Wenn sie „leer“ ist muss man nur Wasserstoff H₂ nachfüllen und sie kann wieder weiterarbeiten. Wenn eine Batterie „leer“ ist muss man sie einige Stunden am Stromnetz anschliessen, damit man wieder genügend Energie hat, um zum Beispiel ein Auto anzutreiben.

Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle

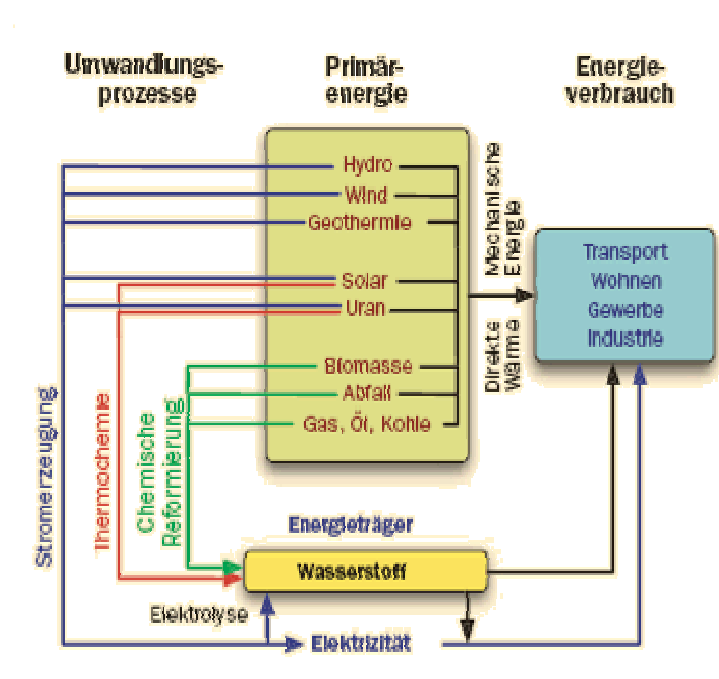


Um von einem Verbrennungsmotor, wie er in einem Hybrid-Auto funktioniert, muss man einige Umwege in Kauf nehmen um dadurch elektrische Energie zu erzeugen. Bei dem Motor wird der Treibstoff (chemische Energie) verbrannt und dadurch entsteht mechanische Energie. Diese mechanische Energie (Drehbewegung) wird von einem Generator in elektrischen Strom umgewandelt. In der Brennstoffzelle läuft ein elektrochemischer Vorgang ab. Dieser ermöglicht, die chemische Energie direkt in elektrische Energie umzuwandeln.

Durch diesen Vorteil erreicht die Brennstoffzelle einen hohen Wirkungsgrad. Natürlich geht auch, wie bei jeder Energieumwandlung, Energie durch Abwärme verloren.

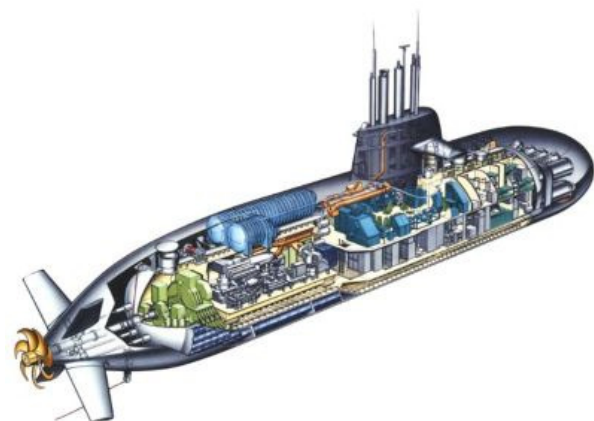


6.4 Zukunftsaussichten von Brennstoffzellen/ Wasserstoff



Wasserstoff als Energieträger kann für die Zukunft sehr wertvoll sein, muss aber nicht. Oft geht vergessen, dass die Herstellung und der Transport extreme CO₂ Emissionen verursachen kann. Vorausgesetzt, er wird von *fossilen Energieträgern* produziert. Es muss also in Zukunft eine „saubere“ Herstellung gewährleistet werden. Dies ist möglich, wenn man die erneuerbaren Energiequellen, wie Wind und Sonne, zu nutzen vermag. Für diese Methode braucht es jedoch neue Kernkraftwerke, in welchen der Wasserstoff durch eine Elektrolyse von Wasser gewonnen wird.

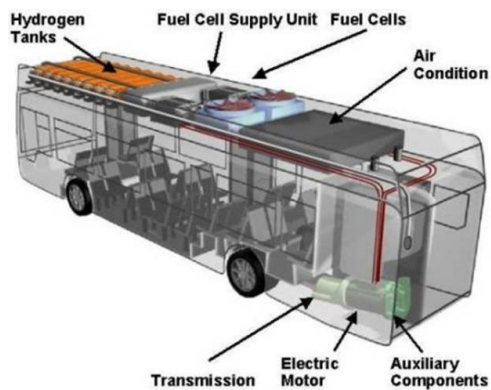
Die Brennstoffzelle ist die perfekte Methode, um die im Wasserstoff gespeicherte Energie wieder brauchbar zu machen. Aus diesem Grund wird nicht nur an einem mit Brennstoffzellen angetriebenen Auto, sondern auch an anderen Fortbewegungsmitteln geforscht.



Es wurden schon etliche Versuche gemacht und Prototypen erstellt. Ein Beispiel ist das U-Boot 212A der Deutschen Marine. Es wird zwar nicht zu 100% mit Wasserstoff angetrieben, es ist aber durchaus Lohnenswert. Es ist zurzeit der modernste U-Boot Typ der Deutschen Marine.



Auch die Erfindung eines Gabelstaplers, welcher ausschliesslich mit Wasserstoff fährt, hat Eigenschaften, welche ein Benziner nicht erfüllen kann. Man kann ihn in geschlossenen Räumen oder Lagerhallen, ohne jegliche Bedenken vor schädlichen Abgasen, verwenden. Der Fahrer und die in der Nähe stehenden Leute sind also keinen Schadstoffen ausgesetzt.



Wie der Gabelstapler und das U-Boot, so ist auch der MAN Low Floor City Bus mit Brennstoffzellen der SIEMENS Group ausgestattet. Dieser Typ braucht bis zu 25% weniger Treibstoff als herkömmliche Busse. Zurzeit sind rund 1000 solche Busse im Weltweiten Verkehr unterwegs, unter anderem auch in Nürnberg.

Auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat in Zusammenarbeit mit der Firma Lange Aviation ein Forschungsflugzeug erstellt, welches als Erstes überhaupt, mit der Energie der Brennstoffzellen abheben kann. Verständlicherweise handelt es sich um ein Leichtbauflugzeug, da die Brennstoffzelle als primäre Antriebsart für Passagier- oder andere schwere Flugzeuge momentan nicht in Frage kommt. Die Brennstoffzellen haben bei diesen Typen das Ziel, die vollständige Bordstromversorgung von Grossraum-Verkehrsflugzeugen zu gewähren.



6.4.1 Michelin / PSI Konzept

Wie im Skript schon erwähnt wurde, hat das Paul Scherrer Institut in Zusammenarbeit mit dem Reifenhersteller Michelin ein Auto konzipiert, welches mit Wasserstoff-Brennstoffzellen angetrieben wird und sich völlig emissionslos fortbewegt. Der Vierplätzer wiegt ca. 850 Kg und seine max. Geschwindigkeit beträgt 130 Stundenkilometer. Die Brennstoffzellen arbeiten mit einem Wirkungsgrad von etwa 60%. Diese und weitere Komponenten werden vom geringen Gewicht des Wagens unterstützt. Das Fahrzeug namens Hy-Light hat durchaus das Potenzial, das Auto der Zukunft darstellen zu können. Es zeichnet sich vor allem durch seine hohe Sicherheit und den vorbildlichen Komfort aus. Das grösste Plus ist ganz klar der Leichtbau, welcher in Zukunft ein Muss ist. Meiner Meinung nach ist die Lichtdurchflutung optimal und spricht das junge Zielpublikum an.



Bis zur Serienproduktion gibt es aber noch ein grosses Stück Arbeit zu erledigen. Die Finanzierung des gesamten Projektes stellt das grösste Problem dar. Das Ziel ist jedoch, dass man im Jahre 2015 Marktreife erreichen wird. Es muss aber noch einiges getan werden, damit sich dieses Vorhaben verwirklichen kann. Sprich, die Finanzierung und das optimal geplante Tankstellennetz, müssen gewährleistet sein.

6.4.2 Tankstellennetz



Primär sollte man darauf achten, dass man den Wasserstoff nach dem Belenos Prinzip produzieren kann. Dies geschieht zu Hause und funktioniert mit Solarenergie. Durch eine Elektrolyse wird der Wasserstoff vom Wasser abgespalten. Somit besteht die Möglichkeit, dass man den Wasserstoff zu Hause lagern und sogleich zum Auftanken des Autos benutzen kann. Dies ist jedoch eine Kostenfrage und kann nicht in jedem Haushalt

funktionieren. Deshalb sollte der Staat zwingend das Tankstellennetz ausbauen und die Versorgung mit Wasserstoff muss gewährleistet sein. Optimal wäre, wenn man den Wasserstoff lokal produzieren könnte, ohne dass unnötige CO₂ Emissionen durch den Transport entstehen. Dies ist aber durch die unterschiedlichen klimatischen und geologischen Bedingungen schier unmöglich, wenn man das ganze Konzept weltweit betrachtet.



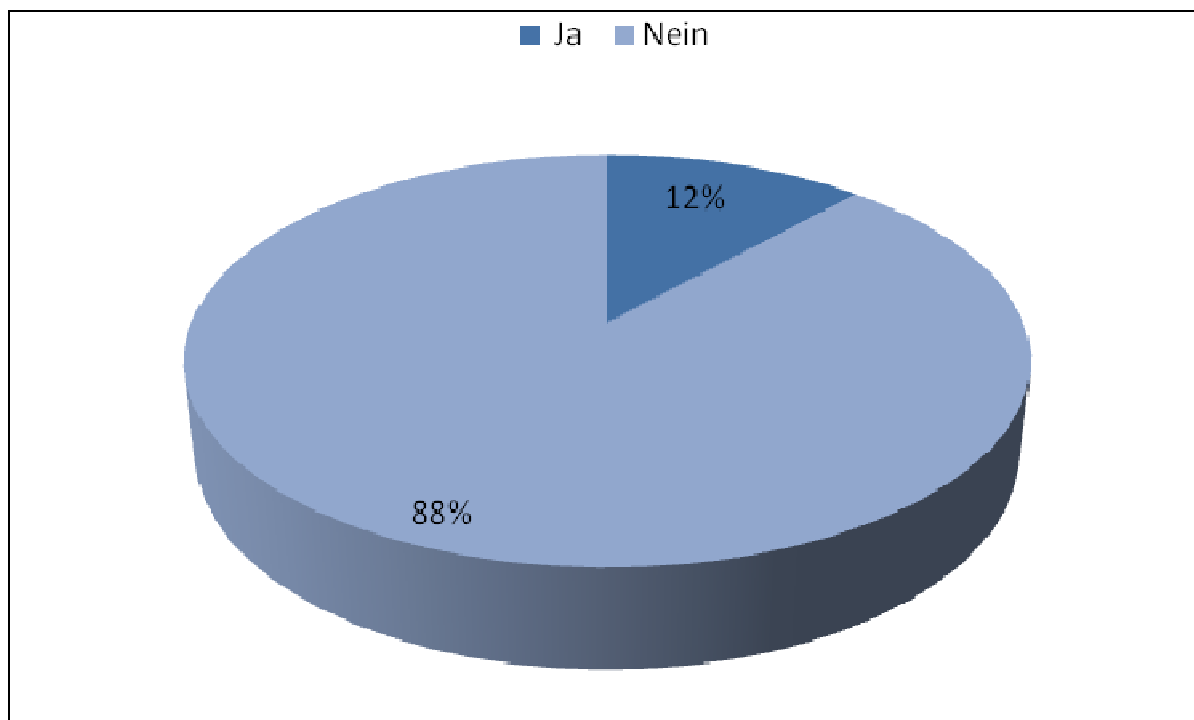
Ich könnte mir deswegen vorstellen, dass man in bestimmten Wüstengegenden riesige Solaranlagen errichtet. Mit dem gewonnenen Strom könnten diverse Kraftwerke versorgt werden, in welchen das ganze Prozedere durchgeführt wird, um die Tankstellen mit Wasserstoff zu versorgen. Dies ist jedoch noch Zukunftsmusik und ist auch stark von der Kostenfrage und den politischen Beziehungen mit den betroffenen Ländern verbunden.

7 Umfrage

Für die Umfrage war es wichtig, möglichst viele Leute zu mobilisieren. Das war nicht immer einfach, da die Zeitvorgabe für die VA knapp berechnet war. Unser Ziel war, 100 repräsentative Umfragebögen zu erhalten. Mit 93 ausgefüllten Fragebögen haben wir unser Ziel beinahe erreicht. Das Zielpublikum musste volljährig und in Besitz eines Führerausweises sein. Von Lehrlingen bis zu Pensionierten hatten wir eine grosse und aussagekräftige Bevölkerungsgruppe. Wir haben bewusst darauf geachtet, dass wir möglichst unterschiedliche Berufsgruppen einbeziehen konnten. Das Durchschnittsalter der befragten Personen liegt bei 35 Jahren.

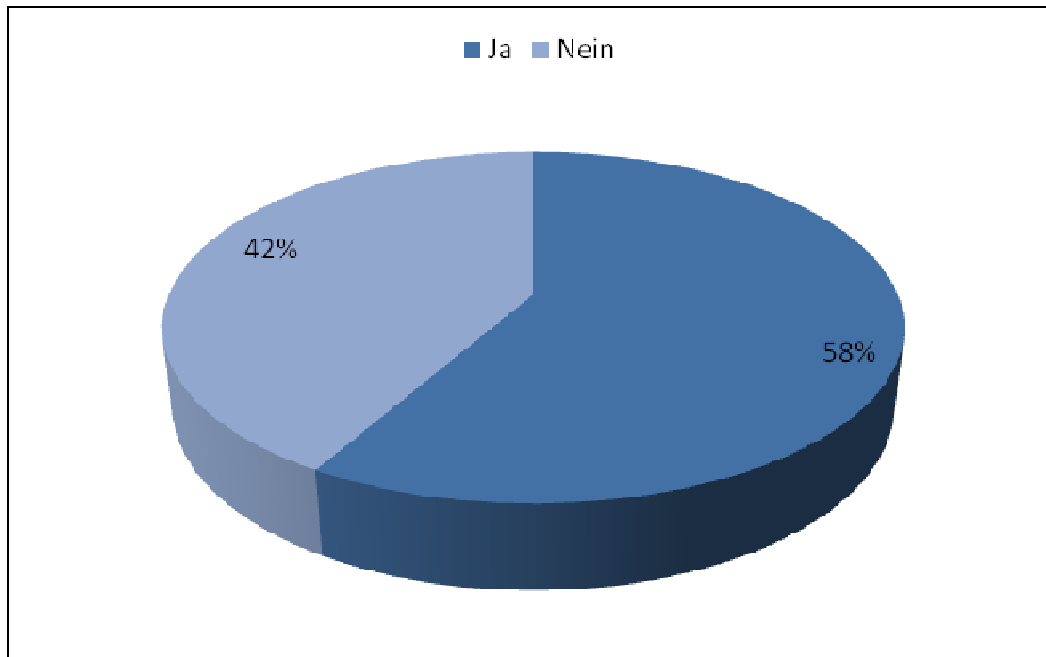
Folgende Fragen haben wir selber zusammen gestellt und ausgewertet. Mit dem Diagramm werden die Ergebnisse übersichtlicher dargestellt.

Können Sie sich vorstellen ganz auf das Auto zu verzichten?



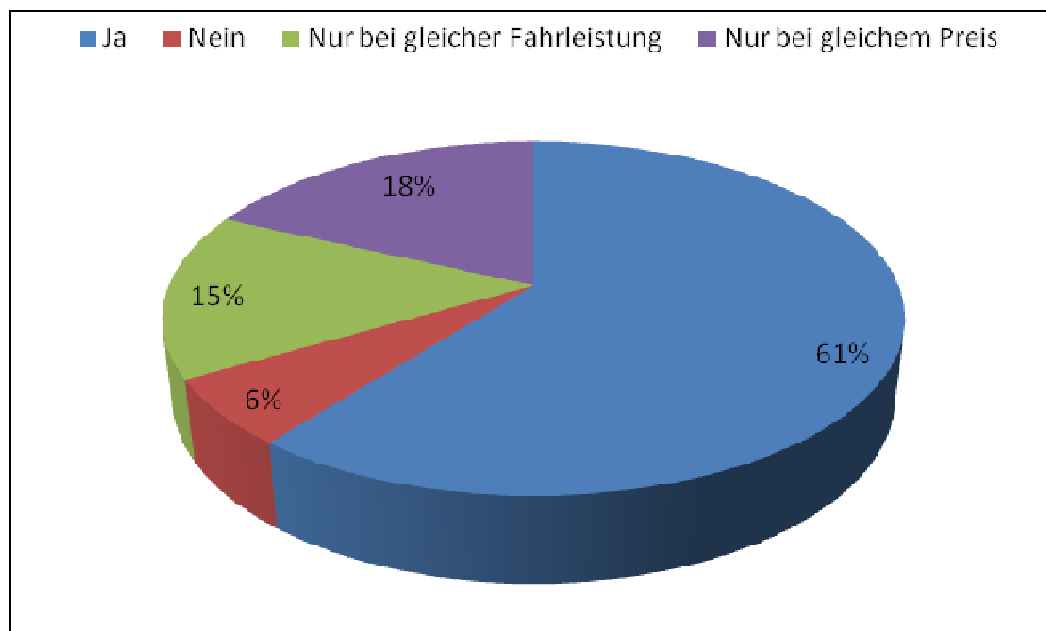
Da der Lebensstandard in der Schweiz sehr hoch ist, ist es verständlich, dass viele Leute nicht auf das Auto verzichten wollen und können. Für viele ist es beruflich ein Muss, mit dem Auto in jede Ecke der Schweiz zu gelangen. Ein Ausbau des Öffentlichen Verkehrsnetzes würde mit grösster Wahrscheinlichkeit nicht viel verändern.

Könnten Sie sich vorstellen, vermehrt auf das Auto zu verzichten, wenn sich der Benzinpreis verdoppeln würde?



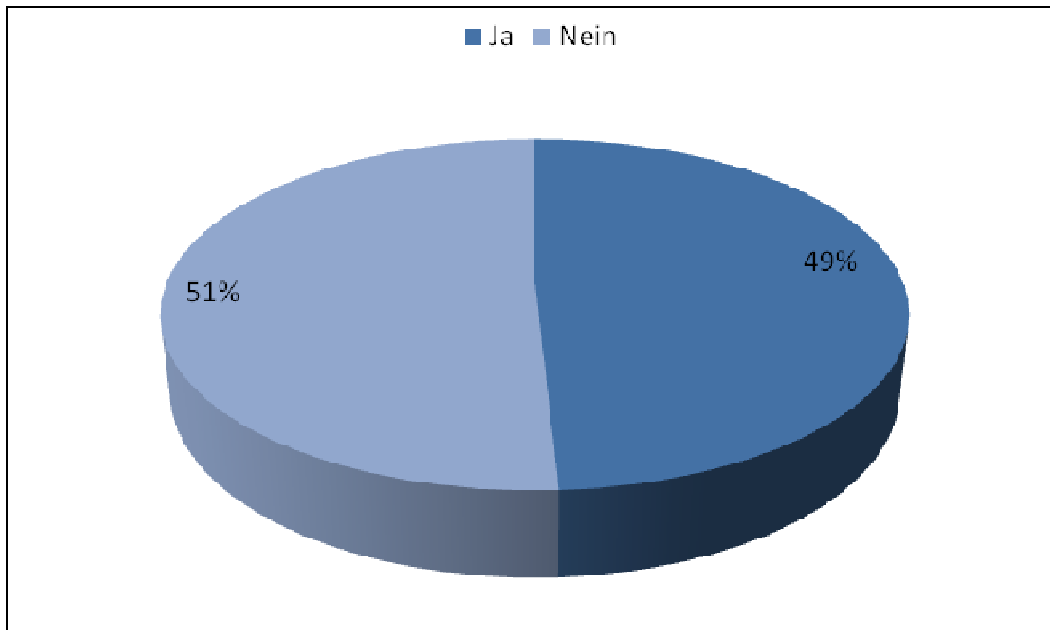
Für die Mehrheit der Befragten ist der steigende Benzinpreis ein Grund vermehrt auf das Automobil zu verzichten. Dadurch wird der Umstieg auf eine alternative Antriebsart erleichtert. Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch auf 100 Km lag bei 7,37 Liter.

Wären Sie Grundsätzlich bereit, auf eine andere, bzw. „saubere“ Antriebsart umzusteigen?



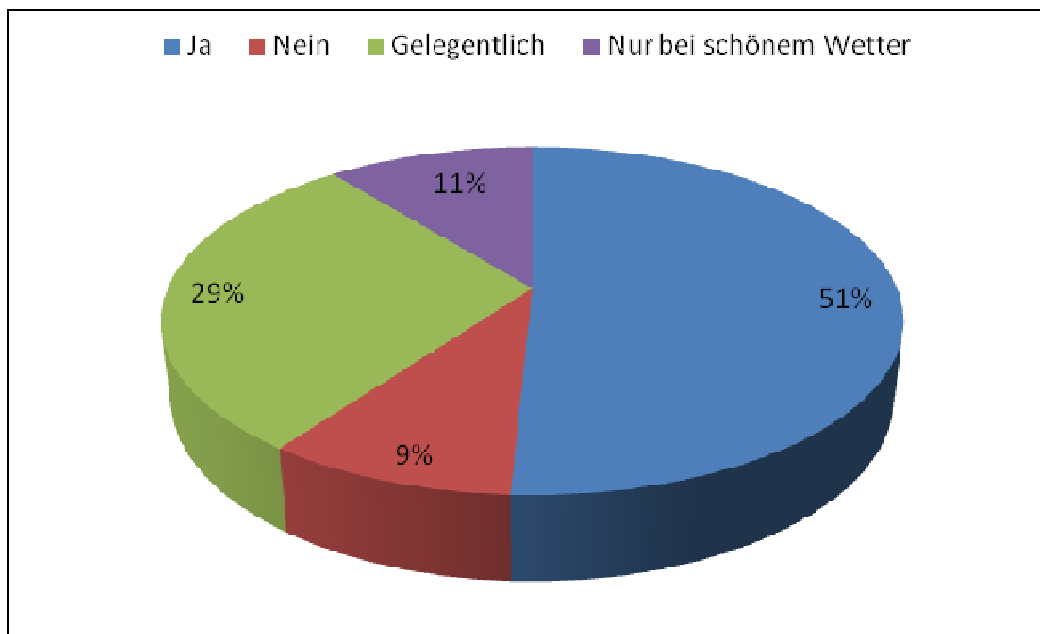
Der Grossteil ist bereit umzusteigen, jedoch müssen gewisse Voraussetzungen gewährleistet sein. Man möchte etwas Positives für die Umwelt bewirken, ohne dabei auf den gewohnten Komfort zu verzichten. In der Automobilindustrie ist man gefordert, um ein entsprechendes Preis- Leistungsverhältnis zu bieten.

Würden Sie auch Mehrkosten durch eine Umrüstung auf eine alternative Antriebsart in Kauf nehmen?



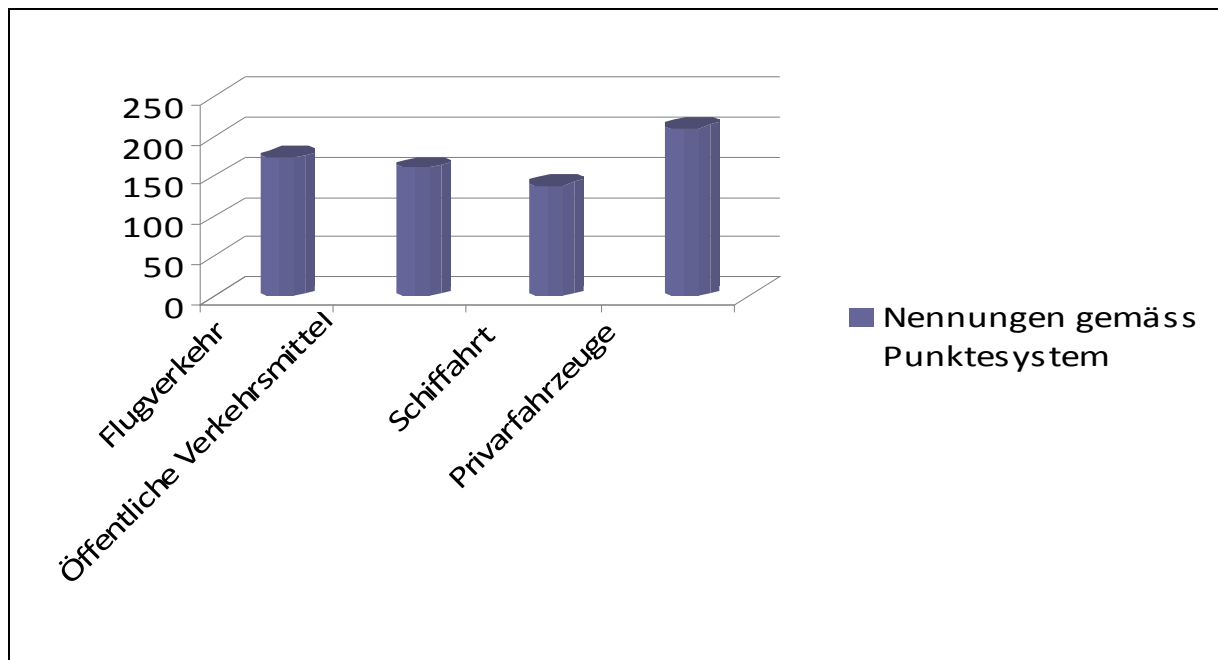
Die Meinung der befragten Leute ist sehr gespalten, da der finanzielle Faktor oft an erster Stelle steht. Die ältere Generation ist eher bereit den Schritt der Umrüstung zu wagen, während den Jungen das nötige Geld und der Wille fehlen.

Verzichten Sie für kurze Strecken auf das Auto und gehen mit dem Velo oder zu Fuss?



Viele Leute denken nachhaltig und verzichten auf die „bequeme“ Art sich fortzubewegen. Auch hier sind gewisse Voraussetzungen Pflicht. Sprich das Wetter, die Lust und der Innere „Schweinehund“ hat oft einen Einfluss.

Wo sehen Sie den grössten Bedarf für eine Umstellung auf alternative Antriebe?



Dieses Ergebnis entspricht vollkommen unseren Erwartungen. Da die Privatfahrzeuge im Vergleich zu den Anderen klein und leicht sind, ist das Potential in diesem Bereich am grössten. In den anderen Segmenten, ist es zurzeit extrem schwierig, ein Umweltfreundliches Konzept mit gleicher Wirkung vorzuweisen.

Wäre eine Entschädigung durch den Staat für „Umsteiger“ angebracht?
Folgend lesen Sie einige interessante Meinungen:

„Preisdifferenz zwischen konventionellem und sauberem Antrieb müsste Staat übernehmen.“

„Ich fände es toll für Junglenker, da meist noch nicht viel Geld da ist. Ich finde es wichtig, dass junge Menschen umdenken und ÖV benutzen.“

„Ja! Erneuerbare Energie subventioniert der Staat auch, sowie Sanierung von Gebäudehüllen, Heizungen und Solartechnik.“

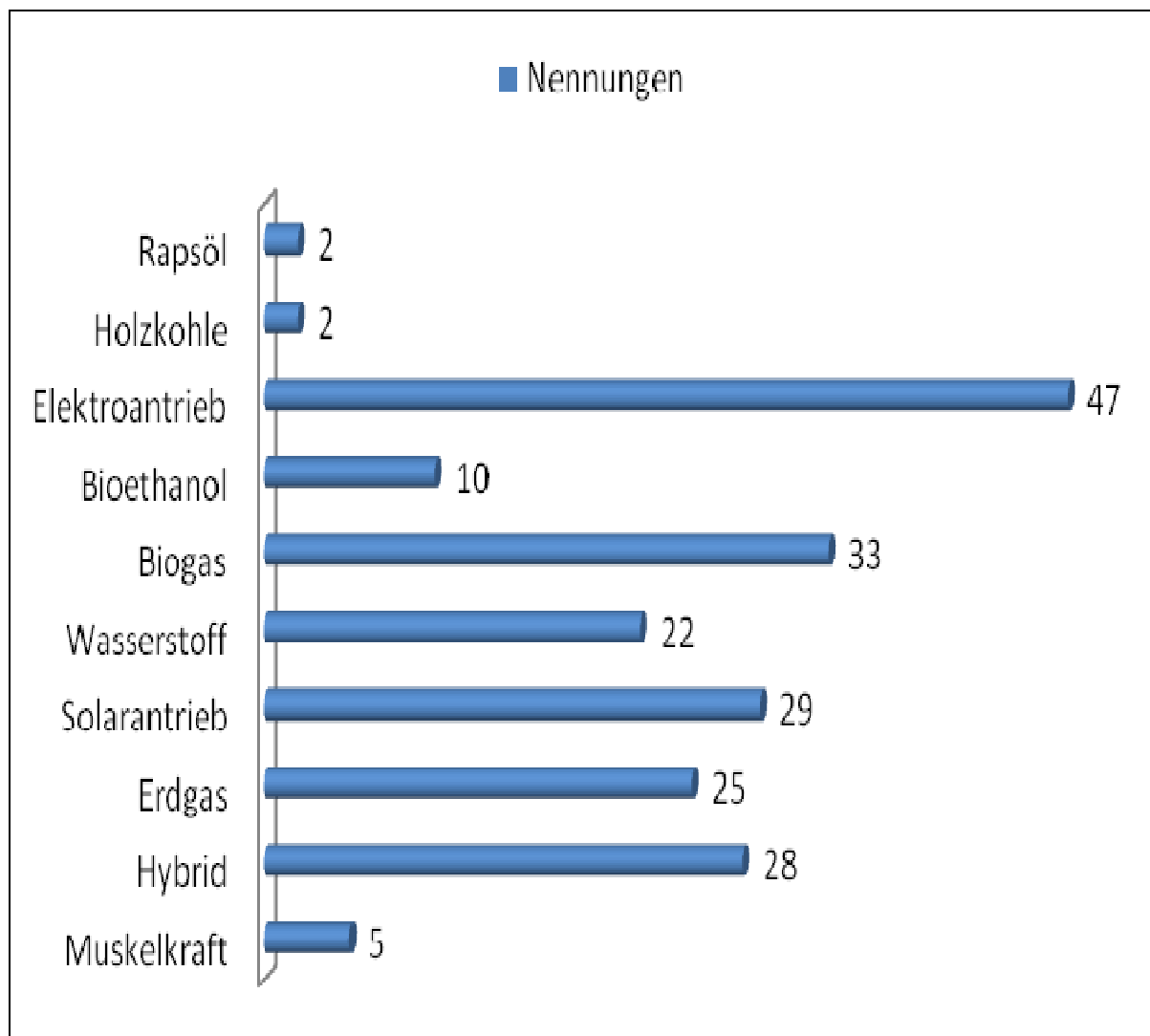
„Nein! Das ist nicht die Aufgabe des Staates.“

„Nein! Bevor der Staat wieder in die Privatwirtschaft eingreifen soll, müssten sich schon zuerst die ÖV-Betriebe Gedanken machen, wie sie konstante Preise gewähren können und wie sie die Leute zum Umsteigen mobilisieren können. Der Staat soll sich da raushalten. Nun sind die Manager gefragt.“

„Ja, wieso sollte man sonst umsteigen? Den meisten Menschen ist das Geld wichtiger als die Umwelt. So könnten Sie zu Umsteiger werden.“

„Nein! Wenn die Möglichkeit da ist, sollte man den Benzinpreis erhöhen, damit das Interesse da ist, umzusteigen.“

Welche alternativen Antriebsarten kennen Sie?



Dass über die Hälfte der Befragten, den Elektroantrieb erwähnten, ist daraus zu schliessen, da er bereits in einigen Automodellen vorhanden ist. Es hat uns trotzdem überrascht, dass so viele verschiedene alternative Antriebsarten genannt wurden.

Schlussatz

Durch die Umfrage wurde uns bewusst, dass viele Menschen sich mit der Problematik der Umweltverschmutzung befassen und durchaus etwas zum Schutze der Umwelt beitragen wollen. Trotzdem fährt nur eine befragte Person ein Hybridauto, lustigerweise sogar noch die Älteste. Sehr Interessant war der Unterschied von sehr umweltbewussten bis zu gleichgültigen Personen. Es besteht nach wie vor eine gewisse Zurückhaltung gegenüber umweltschonenden Fortbewegungsarten, obwohl das Angebot vorhanden wäre. Im Bereich Preis und Leistung muss noch Einiges getan werden, damit man Anklang bei der Bevölkerung findet.

8 Fazite

8.1 Fazit Mario Schmidli

Mit der Frage, was uns in der Zukunft bewegt, müssen wir uns stark auseinandersetzen. In den nächsten Jahrzehnten wird uns auf der Erde das Erdöl ausgehen und wir brauchen einen neuen Energiespender. In der Zeitung und in den Medien wird in letzter Zeit viel über neue umweltfreundliche Autoantriebe berichtet. Es hat auch vielversprechende Techniken dabei. Zukünftig braucht es Treibstoffe oder Antriebsarten die völlig emissionsfrei, effizient und zuverlässig arbeiten.

Damit der Umstieg vom Verbrennungsmotor auf saubere alternative Antriebe funktioniert, braucht es ein Konzept. Dies darf in den Punkten Bequemlichkeit, Leistung und Preis nicht gross von den konventionellen Autos abweichen. Die Forscher haben schon sehr interessante Konzepte entwickelt, die auch bereits schon marktreif sind. Das grösste Problem liegt nicht in der Forschung, sondern beim Verkauf. Jeder Mensch kann selber entscheiden, was er für ein Auto kaufen möchte. Da die alternativen Antriebe im Moment noch etwas teurer sind als Verbrennungsmotoren, werden die altbekannten Ottomotoren noch häufiger gekauft. Es braucht eine finanzielle Unterstützung oder einen Steuererlass vom Staat, dadurch werden die umweltfreundlichen Produkte attraktiver. Die Hürde ist dann überwunden, wenn der Verkauf allmählich ins Rollen kommt. Dadurch steigt der Konkurrenzkampf der einzelnen Autohersteller und die Preise werden durch die Massenanfertigung und den Wettbewerb sinken. Entscheidend ist, dass der Umstieg möglichst schnell geschieht. Wenn es einmal zu Engpässen von Erdöl kommt, entsteht eine gefährliche Situation auf der Erde. Es kann zum Wirtschaftszusammenbruch oder zu Kriegen führen. Um diesem Problem entgegenzuhalten sind wir alle gefordert, möglichst bald auf andere Energieträger umzusteigen. Momentan sind wir abhängig vom Erdöl, und ein Leben ohne das schwarze Gold ist kaum vorzustellen. Dieser Problematik müssen wir ins Auge sehen und etwas dagegen tun!

Grosses Potenzial sehe ich im Wasserstoff. Zusammen mit Sauerstoff ist er in Form von Wasser in unbeschränkter Menge auf der Erde vorhanden. Wasserstoff wird nicht wie Benzin verbrannt und Energie daraus gewonnen, sondern in einer Brennzelle wird elektrischer Strom erzeugt. Genau dies ist das Grossartige. Mit dem Wasserstoff kann man auch die Probleme des steigenden Energiebedarfes entgegenhalten und das Ganze völlig umweltfreundlich, vorausgesetzt er wird aus erneuerbaren Energien hergestellt. Mit dem grossen Vorkommen und dem hohen Wirkungsgrad ist der Wasserstoff nicht nur für die Automobilindustrie interessant, sondern auch für ganze Wohnkonzepte ist er vielversprechend. Es gibt Konzepte, mit denen Wasserstoff über Solarzellen im eigenen Haus erzeugt wird. Diese werden zum Tanken des Autos oder als Energieträger für das Heizsystem verwendet. Die Vielfältigkeit und die anderen positiven Aspekte haben mich stark vom Wasserstoff überzeugt.

Was sich genau in der Zukunft als umweltschonende Fortbewegungsart durchsetzen wird kann ich nicht genau bestimmen, aber ich kann sagen, dass der Wasserstoff mit grosser Sicherheit ein starker Vertreter als Ersatz vom Erdöl sein wird.

8.2 Fazit Ramon Kaufmann

Bevor ich mich unserem Thema widme, möchte ich mich herzlichst bei meinen Kollegen Mario Schmidli und Benjamin Spörri, sowie meiner Lehrperson Tony Rösli, für die tolle Unterstützung bedanken. Es ist schliesslich nicht selbstverständlich, dass man eine VA abschliessen kann, ohne eine Schulstunde zu besuchen. Ich bin froh, dass alles reibungslos geklappt hat. Ohne die Unterstützung wäre dieses Ergebnis nicht möglich gewesen.

Ob man je einmal eine Welt sehen wird, in welcher alle Transportmittel völlig emissionslos funktionieren? Diese Frage habe ich mir in den vergangenen Wochen oft gestellt. Meiner Meinung nach ein utopischer Gedanke, obwohl dies das Ziel unserer Gesellschaft sein sollte. Ich muss ehrlich zugestehen, dass ich mich vor dieser Arbeit kaum mit dem Thema von alternativen Antriebsarten befasst habe. Dass es vielen Mitmenschen gleich ergeht, stimmt mich nachdenklich. Dabei handelt es sich eigentlich um ein wichtigeres Thema als manch Anderes.

Was uns in der Zukunft fortbewegen wird, steht eigentlich noch in den Sternen. Man kann aber sagen, dass in der Forschung Einiges getan wird und sich immer wieder neue Türen öffnen. Die Forschung hat ein ungemeines Potenzial, welches zum Glück noch lange nicht ausgeschöpft ist. Es ist wichtig, dies zu unterstützen, damit man optimistisch in die Zukunft schauen kann.

Für mich ist es jedoch fast unmöglich, dass man einmal vollkommen auf das Erdöl verzichten kann. Es sei denn, es gäbe wirklich keines mehr. Heutzutage sind viele Menschen nimmer satt nach Geld und solange das so ist, wird auch überall nach Erdöl gebohrt. Dies hat zur Folge, dass wunderschöne Landschaften, sei es an Land oder in den Tiefen der Weltmeere, zerstört werden. Wöchentlich hört man von Umweltkatastrophen, die uns alle erschüttern. Nicht selten handelt es sich um sogenannte „Unfälle“ auf Bohrinseln und Öl-Frachtern, welche die Gewässer verschmutzen. Auch nach dem Zwischenfall im Golf von Mexiko hat sich meiner Meinung nach nicht viel getan.

Die Zukunft gehört für mich ganz klar dem Wasserstoff und somit auch der Umwelt. Die positiven Eigenschaften überwiegen einfach. Sobald die Nachfrage nach solchen Fahrzeugen steigt, wird auch das Angebot grösser. Gleichzeitig wird es für die Erdölindustrie schwieriger, Interessenten und Abnehmer zu finden. Zum Glück wird es in nächster Zeit möglich sein, wasserstoffbetriebene Autos zu fahren. Der Wasserstoff hat das Potential, das Benzin weitgehend zu ersetzen. Es braucht einfach viel Geduld und den Einsatz jedes Einzelnen. Nicht umsonst sagt ein Sprichwort:

„Der Mensch ist nicht das Produkt seiner Umwelt,
die Umwelt ist das Produkt des Menschen.“

8.3 Fazit Benjamin Spörri

Die Erarbeitung dieses Dossiers hat mir grossen Spass bereitet. Zwar hatte ich manchmal Motivationsprobleme, meine Freizeit für dieses Projekt zu investieren, doch sobald ich an der Arbeit war, habe ich gemerkt, wie mich die Thematik interessiert. Somit erledigten sich auch die Motivationsprobleme. Ich denke einfach, dass unsere Arbeit Sinn macht da wir, Jedem der sie liest, aufzeigen, was möglich wäre, und dass es nur eine Frage des Willens ist, keine der Technik, diese ist genug fortgeschritten.

Wenn ich aber die Frage „Was bewegt uns in der Zukunft?“ beantworten muss, kann ich nur Vermutungen formulieren. Dabei müssen einfach erneuerbare Energien eine Rolle spielen. Ob diese zur Gewinnung von Strom oder Wasserstoff oder direkt für den Antrieb verwendet werden, spielt keine Rolle. Dazu muss eine Bewegung in der Gesellschaft stattfinden, und Gesetzgebung, Forschungsinstitute und Autohersteller müssen kompromisslos beginnen zusammenzuarbeiten, um dem Fortschritt zu beschleunigen.

Zum andern hatte ich Freude, dass ich durch die Arbeit den Kontakt zu Ramon nicht ganz verlor. Dabei war ich überrascht wie gut die Kommunikation unter uns dreien funktionierte, obwohl Ramon den Unterricht nicht besuchen konnte. Und die Nachricht, jetzt zum Schluss, dass Ramon geheilt werden kann, hat die Arbeit für mich noch positiv abgerundet.

9 Schlusswort

9.1 Ablauf unserer Arbeit

Nachdem wir die Zielsetzung geschrieben haben, erstellten wir einen Arbeitsplan für die ganze Arbeit. So konnten wir die verschiedenen Arbeiten gliedern und sahen, was auf uns zukommt. Weil wir uns soweit wie möglich an den Arbeitsplan hielten, kamen wir nie in Zeitnot. So konnten wir uns genügend Zeit nehmen um alle Bereiche zu überarbeiten.

9.2 Positive Merkmale

Nach dem Themenwechsel konnten wir uns sofort für den neuen Themenbereich begeistern. Dadurch wurde das Schreiben um Einiges leichter. Unser Interesse, verschiedene alternative Antriebsarten besser kennenzulernen, war von Anfang an gross. Wir mussten uns bei den Recherchen immer wieder einschränken, damit unsere Arbeit nicht zu umfangreich und zu sehr vertieft wurde.

Ein weiterer positiver Punkt waren die vielen Eindrücke und Erklärungen, welche wir bei unserem Besuch im Paul Scherrer Institut, von Dr. Günther Scherer, auf den Weg bekamen. Es war sehr spannend im Gespräch mit ihm herauszufinden, auf welchem fachlichen Niveau wir uns unterhalten konnten, damit es für uns verständlich blieb. Am Anfang seiner Erklärungen beschrieb er die elektrochemische Funktion einer Brennstoffzelle, was er mit etlichen Fachbegriffen schmückte. Wir sassen nur da, hörten konzentriert zu, aber verstanden haben wir sehr wenig davon. Nach einem kurzen Elektrochemie Crash-Kurs fanden wir dann eine, für uns verständliche, Gesprächsstufe. Es war auch sehr faszinierend, einen Einblick, ins Forschungslabor mit den diversen Brennstoffzellen-Tests, den unterschiedlichen Versuchsapparaturen und in die Brennstoffzelle, welche beim Michelin „Hy-Light“ Prototyp verwendet wurde, zu bekommen.

Die Zusammenarbeit in unserer Gruppe hat auch sehr gut funktioniert. Obwohl Ramon nicht am Unterricht teilnehmen konnte, klappte die Kommunikation untereinander. Jeder wusste immer, wie die nächsten Schritte aussahen, wer welchen Bereich bearbeitete, und was darin zu erwähnen war.

9.3 Negative Merkmale

In den ersten zwei Allgemeinbildungslektionen wollten wir eine Arbeit über die Thematik aplastische Anämie verfassen. Dieser Entscheid war zu voreilig, denn wir hatten uns zu wenig über dieses Thema informiert. Erst nach einigen Recherchen und Gespräche in der Gruppe wurde uns klar, dass das nicht das richtige Thema ist. Das Negative ist, dass wir zwei wertvolle Schulstunden dadurch verloren haben.

Schade war natürlich auch, dass Ramon während des Unterrichts nicht mit uns zusammenarbeiten konnte. Die Qualität der Arbeit hat jedoch nicht darunter gelitten. Im Gegenteil, Ramon stellte sich gerne für zeitaufwändige Arbeiten und Recherchen zur Verfügung.

Zudem war es keine leichte Aufgabe ein Forschungsteam zu finden, das mit uns kooperiert und uns Einblicke in ihre Arbeiten gewährt. Von drei Anfragen für einen Besuch wurde nur eine positiv beantwortet. Dadurch mussten wir auch unsere Zielsetzung ein wenig anpassen. Da wir unsere Arbeit sehr umfangreich gestaltet haben, mussten wir viel Freizeit investieren.

9.4 Was haben wir gelernt

Wir konnten sehr viele Informationen darüber gewinnen, wie unsere Autos in Zukunft funktionieren könnten. So lernten wir die Vor- und Nachteile der verschiedenen Antriebsarten kennen. Dies wird uns bei einem späteren Autokauf sicher helfen. Ausserdem konnten wir aus unserer Umfrage entnehmen, wie die Bevölkerung über „saubere“ Antriebsarten denkt, was sie bereit ist dafür einzugehen und was es noch braucht, damit diese die fossilen Brennstoffe endgültig ersetzen können.

Dazu haben wir erfahren, was nötig ist, um eine umfassende Arbeit über ein Thema zu schreiben. Hinter den verfassten Texten und erstellten Grafiken steckt sehr viel Zeit, die wir neben dem Verfassen von Texten mit Recherchieren, Befragen von Personen und der Suche von Ansprechpartnern verbrachten. Es war auch sehr lehrreich zu sehen, wie eine konkrete Arbeitsplanung die Arbeit erleichtern kann.

9.5 Was würden wir nächstes Mal anders machen

Ausser, dass wir von Anfang an eine genaue Auflistung der Arbeitsschritte schriftlich erstellen, gibt es nicht viel Punkte, die wir verändern würden.

Bei der Themensuche könnten wir bei einem nächsten Mal, uns nicht gleich auf die ersten Gedanken stürzen, sondern die Machbarkeit von Anfang an besser berücksichtigen.

9.6 Unsere Beurteilung

Wenn wir unsere Arbeit selber beurteilen müssen, sind wir sehr zufrieden mit dem Endergebnis. Wir konnten unsere zu Beginn erstellten Zielsetzungen, bis auf eine kleine Anpassung, auch so in die Tat umsetzen.

Die Arbeit ist so gestaltet, dass sie dem Leser die verschiedenen Antriebsarten auf einem verständlichen Niveau näherbringt, und so Alternativen zu einem fossil angetriebenen Fahrzeug aufzeigt.

Die in der Schule zur Verfügung gestellte Zeit für die Planung und das Schreiben haben wir effizient ausgenutzt.

Wir sehen positiv auf die intensive Vertiefungsarbeit zurück.

9.7 Unser Dank

Wir danken dem Paul Scherrer Institut, insbesondere Dr. Günther Scherer, dass er sich Zeit nahm, uns interessante Einblicke in seine Arbeit zu gewähren, sowie den zur Verfügung gestellten Dossiers und dem von ihm spendierten Kaffee.

Auch einen besonderen Dank gebührt unserem Lehrer und ersten Ansprechpartner, Herr Tony Rösli, der uns in die Thematik eingeführt hat und uns bei Fragen immer Red und Antwort stand.

Zusätzlich möchten wir allen danken, die für uns in einem Umfragebogen ihre Meinung kundtaten.

Zum Schluss danken wir Jenen, die diese Arbeit durchgelesen haben, die Inhalte ernst nahmen und bereit sind, einen kleinen Beitrag zur Verbesserung unserer Umwelt zu leisten.

10 Begriffserklärung

A

Akkumulatoren

Mehrfach nutzbarer Speicher für elektrische Energie. (auch Akku genannt)

E

Energiewert

Ist dem Brennwert ähnlich und ist ein Maß für die spezifisch in einem Stoff enthaltene thermische Energie.

F

Flex-Fuel-Vehicle

Ist ein „an den Kraftstoff anpassungsfähiges Fahrzeug“.

Fossiler Energieträger

Nicht erneuerbare Energieträger z.B Erdöl, Erdgas, Kohle.

M

Marktpenetration

Erhöhung des Marktanteil oder des Marktvolumens.

Monokultur

Die Konzentration auf die Herstellung von einem Produkt.

W

Wirkungsgrad

Verhältnis von abgegebener Leistung zur zugeführter Leistung.

11 Beilagen

11.1 Umfragebogen

Im Fach Allgemeinbildung bearbeiten wir zurzeit eine Vertiefungsarbeit zum Thema alternative Antriebsarten. Mit diesem Fragebogen wollen wir herausfinden, wie die Interessen und Meinungen der Bevölkerung sind.

Für Fragen, die nicht nur zum Ankreuzen sind, wären wir dankbar für eine kurze Begründung.

- Geschlecht:

- Beruf:

- Alter:

- Wie viele Motorfahrzeuge besitzen Sie? (Inkl. Geschäftsauto)

- Treibstoff des Autos oder des Motorrades?

- Treibstoffverbrauch auf 100 Km? Ca.

- Wenn sich der Benzinpreis verdoppeln würde, könnten Sie sich vorstellen, vermehrt auf das Auto zu verzichten?

- Ja
 Nein

- Wären Sie grundsätzlich bereit, auf eine andere, bzw. „saubere“, Antriebsart umzusteigen?

- Ja
 Nein
 Nur bei gleich starker Fahrleistung wie bei einem konventionellem Antrieb.
 Nur bei gleichem Preis wie ein Auto mit konventionellem Antrieb.

- Wäre eine Entschädigung durch den Staat für „Umsteiger“ angebracht? Begründung oder konkrete Idee

- Würden Sie auch Mehrkosten durch eine Umrüstung auf eine alternative Antriebsart in Kauf nehmen?

- Ja
- Nein

- Könnten Sie sich vorstellen, ganz auf das Auto zu verzichten?

- Ja
- Nein

- Verzichten Sie für kurze Strecken auf das Auto und gehen mit dem Velo oder zu Fuss?

- Ja
- Nein
- Gelegentlich
- Nur bei schönem Wetter

- Finden Sie es wichtig, dass an neuen Antriebsarten geforscht wird?

- Ja
- Nein
- Egal

- Wo sehen Sie den grössten Bedarf für eine Umstellung auf alternative Antriebe? Gewichtung von 1-4 und eventuell noch Begründung dazu. (1= sehr Nötig, 4= nicht so Nötig).

- Flugverkehr
- ÖV
- Schifffahrt
- Privatfahrzeuge

-
-
- Welche alternativen Antriebsarten kennen Sie?
-
-

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens.

12 Quellen

12.1 Titelblatt

Bild:

<http://www.modern-mobil.de>

12.2 Antriebsarten

Bioethanol

Text:

<http://www.biomasseenergie.ch/wienutzen/Biotreibstoffe/Bioethanol/tabid/155/language/de-CH/Default.aspx>

<http://www.efd.admin.ch/dokumentation/zahlen/00579/00612/00664/index.html?lang=de>

<http://www.blick.ch/auto/artikel45330>

<http://www.guidobauersachs.de/referate/bioetoh.htm>

Bild:

http://www.bildergeschichten.eu/bioethanol_karikatur.htm

Biomassenvergasung

Text:

http://www.biogas.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=12

<http://www.welt.de/wirtschaft/Biomasse-das-sind-die-Nachteile-und-Vorteile.html>

<http://www.biomasseenergie.ch/wienutzen/Biotreibstoffe/Biogas/tabid/154/language/de-CH/Default.aspx>

Bild:

<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/123428>

Brennstoffzellenantrieb

Text:

<http://paris-pinneberg.lernnetz.de/pages/projektthemen/brennstoffzellen/brennstoffzelle-im-verkehr/funktion-der-brennstoffzelle-im-auto.php>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzellenfahrzeug>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzellenfahrzeug>

Bild:

<http://www.opel.de/meetopel/umwelt/antriebskonzepte/wasserstoff/index.act#>

Elektroantrieb

Text:

<http://www.linkstop.ch/kw/elektroauto.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektroantrieb>

Bild:

<http://techventures.wikidot.com/technology-ventures-overview>

Erdgas

Text:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgasfahrzeug>

Bild:

<https://www.stadtwerke-schramberg.de/ceasy/modules/cms/main.php5?cPagelId=676>

Hybridantrieb

Text:

<http://www.motorlexikon.de/?l=9486>

<http://www.autoplenum.de/Antworten/D/222/Hybridantrieb-Vorteile-und-Nachteile.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hybridelektrofahrzeug>

Bild:

<http://www.bild.de/BTO/sport/motorsport//oeko-autos/hg-hybrid-antrieb.htm>

<http://thegreenstep.com/wp-content/parallel-hybrid-electric-vehicle.png&imgrefur>

<http://www.google.ch/imgres?imgurl=http://media.wiley.com/Lux/21/131121.image0.jpg>

[http://www.dummies.com/how-to/content/what-are-hybrid-](http://www.dummies.com/how-to/content/what-are-hybrid-vehicles.html&usg=__Bj9GwRIDTjjS-)

[vehicles.html&usg=__Bj9GwRIDTjjS-](http://www.dummies.com/how-to/content/what-are-hybrid-vehicles.html&usg=__Bj9GwRIDTjjS-)

Pflanzenöl

Text:

<http://www.diesel-therm.de>

www.wikipedia.ch

Bild:

www.wikipedia.ch

Solarantrieb

Text:

http://www.autoglasklar.de/alternative_solarantrieb.shtml

<http://www.motorblatt.de/alternative-antriebe/solarantrieb.php>

<http://www.frustgefahr.de/solarantrieb.html>

Bild:

<http://www.autoevolution.com/news/geely-shows-solar-hybrid-micro-car-19939.html>

Zukunftsvision von Mario Schmidli

Bild:

<http://www.kfzticker.de/neue-modelle/auto-der-zukunft-der-bmw-hybrid-vision-efficient-dynamics/>

<http://www.greencar.at/page/5>

<http://www.kfztech.de/gast/zeuschner/wasserstoff.htm>

Zukunftsvision von Ramon Kaufmann

Bild:

<http://www.bioethanol.or.at/>

http://www.zawiw-html-kurse.de/ssc08/pages/Florian_Bartl/index.html

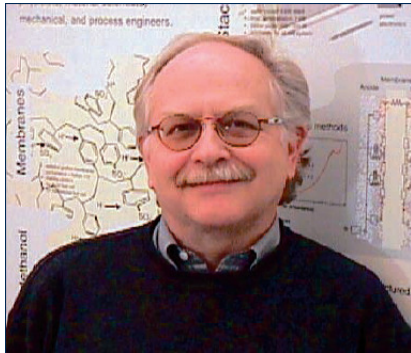
http://www.greencarcongress.com/2004/10/michelinpsi_con.html

Zukunftsvision von Benjamin Spörri

Bild:

Vorleseskript 11-12

12.3 Paul Scherrer Institut



Ansprechpartner:

Herr Dr. Günther G. Scherer
Elektrochemischer Wissenschaftler
Paul Scherrer Institut
5232 Villigen

Vorlesungsskript Lektion
1- 12 Paul Scherrer Institut

Entwicklung Brennstoffzelle

Text:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzellenfahrzeug>

Bild:

<http://www.chorum.de/>

<http://www.hycar.de/>

www.greencarcongress.com

Belenos Clean Power Konzept

Text:

Vorlesungsskript 11-12

Bild:

Vorlesungsskript 11-12

Brennstoffzelle vom PSI

Text:

Vorlesungsskript 1-12 Paul Scherrer Institut

<http://www.psi.ch/media/brennstoffzellen>

<http://www.psi.ch/media/schweizer-brennstoffzelle-german>

Diagramme:

Vorlesungsskript 1-12 Paul Scherrer Institut

Zukunftsansichten

Text:

Vorlesungsskript 7-8 Paul Scherrer Institut

http://gabe.web.psi.ch/pdfs/Energiespiegel_Nr.12_November_2004.pdf

<http://www.autosieger.de/article5203.html>

http://www.dlr.de/desktopdefault.aspx/tabid-1/86_read-12190/

Bild:

<http://www.psi.ch/geschichte-des-psi>

<http://www.danmil.eu/10211.html>

<http://techni.tachemie.uni-leipzig.de/schueler/bz/grundl.htm>

<http://www.big-screen.de>

http://www.michelin.ch/ch/home/hom_select_lang.jsp

<http://www.wrangler4you.com/wasserstoff.htm>

<http://www.ksta.de/html/artikel/1244612075921.shtml>

<http://www.zemships.eu/de/technologie/wasserstofftankstelle/index.php>

13 Wer hat was gemacht?

Tätigkeit	Bearbeitet durch:
Mind-map	Mario Schmidli
Vorwort	Mario Schmidli Benjamin Spörri
Zielformulierung	Alle
Alternative Antriebsarten	Alle
Bioethanol	Ramon Kaufmann
Biomassenvergasung	Ramon Kaufmann
Brennstoffzellenantrieb	Mario Schmidli
Elektroantrieb	Benjamin Spörri
Erdgas	Benjamin Spörri
Hybridantrieb	Mario Schmidli
Pflanzenöl	Benjamin Spörri
Solarantrieb	Ramon Kaufmann
Zukunftsvisionen	Alle
Zukunftsvision von Mario Schmidli	Mario Schmidli
Zukunftsvision von Ramon Kaufmann	Ramon Kaufmann
Zukunftsvision vom Benjamin Spörri	Benjamin Spörri
Besuch beim Paul Scherrer Institut	Alle
Geschichte von Brennstoffzellen	Benjamin Spörri
Entwicklung von Brennstoffzellen	Benjamin Spörri
Konzept von Belenos Clean Power Holding	Mario Schmidli Benjamin Spörri
Die Polymerelektrolytbrennstoffzelle vom PSI	Mario Schmidli
Funktion Brennstoffzelle	Mario Schmidli
Aufbau Brennstoffzelle	Mario Schmidli
Funktion im Auto	Mario Schmidli
Vergleich Batterie und Verbrennungsmotor mit Brennstoffzelle	Mario Schmidli
Zukunftsaussichten von Brennstoffzellen/ Wasserstoff	Ramon Kaufmann
Michelin / PSI Konzept	Ramon Kaufmann
Tankstellennetz	Ramon Kaufmann
Umfrage	Ramon Kaufmann Mario Schmidli
Fazite	Alle
Fazit Mario Schmidli	Mario Schmidli
Fazit Ramon Kaufmann	Ramon Kaufmann
Fazit Benjamin Spörri	Benjamin Spörri
Schlusswort	Mario Schmidli Benjamin Spörri
Begriffserklärung	Ramon Kaufmann

14 Arbeitsplanung- Rapporte

14.1 Arbeitsplanung

Datum	Tätigkeit Schule	Tätigkeit Zuhause
Woche 1 24.-30.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Thema wählen: Aplastische Anämie - Informationen suchen - Mind-map 	<ul style="list-style-type: none"> - Informationen suchen - Fachpersonen ausfindig machen
Woche 2 1.-7.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> - neues Thema gewählt: Alternative Mobilität - Mind-map - Zielsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Informationen suchen - Mind-map - Fachpersonen ausfindig machen
Woche 3 8.-14.10.2010	Ferien	<ul style="list-style-type: none"> - Personen und Fachpersonal anfragen - Antriebsarten bestimmen - Antriebsarten verfassen
Woche 4 15.-21.10.2010	Ferien	<ul style="list-style-type: none"> - Personen und Fachpersonal anfragen - Antriebsarten verfassen
Woche 5 22.-28.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Fragen für Besuch beim Paul Scherer Institut vorbereitet - Über „My Climate“ informiert 	<ul style="list-style-type: none"> - Umfragebogen erstellen - Umfrage starten
Woche 6 29.10.- 4.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Umfragebögen überarbeiten - Vorwort verfassen 	<ul style="list-style-type: none"> - Umfragebögen verteilen - Dokument einrichten
Woche 7 5.-11.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Vorwort verfassen 	<ul style="list-style-type: none"> - Besuch beim Paul Scherrer Institut - Auswertung des Besuches - Verfassen Zukunftsvision
Woche 8 12.-18.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung des Besuches - Verfassen Zukunftsvision 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung des Besuches
Woche 9 19.-25.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung des Fragebogens - Verfassen des Fazits 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung des Fragebogens - Verfassen des Fazits
Woche 10 26.11-3.12.2010	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit abgeben 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit überarbeiten, korrigieren, anpassen - ausdrucken, binden

14.2 Arbeitsrapport Mario Schmidli

Datum	Tätigkeit:	Reflektion:
24.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Gruppen bilden • Thema bestimmen • Thema strukturiert • weiterer Verlauf diskutiert 	<ul style="list-style-type: none"> • gute Gruppenarbeit • Thema schnell gefunden, jedoch etwas kompliziert und wenig Informationen vorhanden
27.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • neues Thema • Mind-map, Brainstorming • Thema strukturiert 	<ul style="list-style-type: none"> • wegen zu wenig Infos und enorm grossem Arbeitsaufwand neues Thema ausgewählt • Gedanken über neues Thema machen
1.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Zielsetzung formuliert • Adressen für Besichtigung suchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Adressen im Internet herausgesucht • Verschiedene Antriebsarten ausfindig machen bis am 6.10.2010.
3.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Anfrage bei BMW für Hybrid Prototyp 	<ul style="list-style-type: none"> • Bieten nur allgemeine Werkführungen an, keine genaueren Angaben
6.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Bestimmen der Antriebsarten 	<ul style="list-style-type: none"> • Jedes Gruppenmitglied beschreibt 3 Antriebsarten
16.- 17.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen des Brennstoffzellenantriebs • Recherche im Internet 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Informationen im Internet gefunden
20.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Einrichten des Dokumentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwändig, aber dank Erfahrung von der Probe VA ging es problemlos
22.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Fragen für Paul Scherer Institut vorbereitet • Anfrage von Herrn Rössli für my climate Projektarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Mit der Gruppe besprechen ob eine Teilnahme bei my climate in Frage kommt
23.- 24.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen des Hybridantriebes • Recherche im Internet • Einfügen Dokumente der Schulkollegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Informationen im Internet gefunden • Dank Formatvorlage schnell angepasst
26.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Erstellen der Umfrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragebogen an möglichst unterschiedliche Leute verteilen
29.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Besprechung mit Lehrperson • Überarbeitung von Umfrage • Verfassen des Vorworts 	<ul style="list-style-type: none"> • Positive Rückmeldung von Lehrperson • Sind gut im Zeitplan • Umfrage starten
29.10.- 12.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Umfrage verteilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfrage an möglichst unterschiedliche Leute verteilen

5.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Verfassen des Vorworts • Teilnahme bei my climate 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches Vorwort • Teilnahme von my climate in der Gruppe besprochen
7.- 9.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen der Zukunftsvision 	<ul style="list-style-type: none"> • Aus den gesammelten Informationen der Antriebsarten
10.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Zusammenfügen der Dokumente von den Schulkollegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Es gab Formatveränderungen, da meine Gruppenmitglieder eine neuere Version vom Word haben
11.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • In Villigen: • Besuch beim Paul Scherrer Institut in Villigen 	<ul style="list-style-type: none"> • War sehr eindrücklich und interessant • Ausführliche Führung von Dr. Günther Scherer • Wichtige Unterlagen erhalten für die Weiterarbeit
12.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Arbeit vom Besuch aufteilen und besprechen, was, wo, und wie erwähnt wird • Verfassen des Belenos Konzept 	<ul style="list-style-type: none"> • In der Gruppe besprochen und aufgeteilt • Hohes Interesse, deshalb gut vorangekommen
14.- 18.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen der Funktion der Brennstoffzellen • Nachtragen der Dokumente von den Schulkollegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Anspruchsvoll, da die Unterlagen vom PSI in Englisch geschrieben sind • Text nicht zu kompliziert schreiben, sondern verständlich
19.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Die weitere Arbeit besprochen, Arbeiten aufgeteilt • Bereinigungen im Dokument durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtig, dass jedes Gruppenmitglied weiss, wer was macht und wie man es ausführen muss
21.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen Funktion Brennstoffzelle • Bereinigungen, Ergänzungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwändig, ging aber gut
22.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Einfügen der Diagramme von der Umfrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Ging gut und schnell, da Ramon die Diagramme schon vorbereitet hat
23.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Auswertung der Diagramme mit Fliesstext 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammen mit Ramon Auswertung durchgeführt
24.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Verfassen des Fazit 	<ul style="list-style-type: none"> • Ging speditiv, dank klarer Haltung zu diesem Thema
26.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule: • Verfassen des Schlusswort 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführlich, da alles wichtige drinsteht
28.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause: • Alle Dokumente eingefügt und formatiert • Arbeit beendet 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr aufwendig • Zur Rechtschreibüberprüfung alles an Ramon schicken

14.3 Arbeitsrapport Ramon Kaufmann

Datum	Tätigkeit:	Reflektion:
30.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zielformulierung erarbeiten • Informationen im Internet suchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Scheint ein Interessantes Thema zu sein.
03.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Informationen über Treibstoffe und Antriebsarten gesammelt • Interviewanfrage an PSI abgeschickt 	<ul style="list-style-type: none"> • Reichlich Informationen im Web gefunden, jedoch nicht immer vertrauenswürdige.
08.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Weiteres Vorgehen mit Mario besprochen • Bestimmung der Antriebsarten 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielvorgaben sind klar
12.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Antriebsarten bearbeitet • Quellenverzeichnis aktualisiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwändig, da man manche noch nicht kannte
25.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zusammenstellen der Umfrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Man muss aussagekräftige Fragen finden!
30.10. – 10.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Verteilen der Umfragebögen • Konkrete Terminplanung mit PSI Institut 	<ul style="list-style-type: none"> • Interessante Antworten erhalten • Termin mit PSI ist fix
09.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Quellenverzeichnis aktualisiert • Begriffserklärung aktualisiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurze, aber wichtige Arbeit
12.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • In Villigen • Besuch im Paul Scherrer Institut 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr interessant und hilfreich für die folgenden Arbeitsschritte • Herr Scherer hat sich enorm viel Zeit genommen • Der perfekte Partner für unsere Arbeit gefunden.
14.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Treffen mit Mario um weiteres Vorgehen zu besprechen 	<ul style="list-style-type: none"> • Titelblatt, usw. gestalten
15.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Titelblatt erstellt • Zukunftsvision geschrieben • Kleine Korrekturen vorgenommen 	<ul style="list-style-type: none"> • Super Bild gefunden und stylisches Ergebnis erzeugt
17.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zukunftsvision beendet • Beginn mit Fazit 	<ul style="list-style-type: none"> • Positive Eindrücke über unser Thema • Super im Zeitplan
18.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Beginn mit Auswertung der Umfrage im Excel • Alles neue Material an Mario gesendet 	<ul style="list-style-type: none"> • Super Methode von Bruder bekommen • Nahm trotzdem viel Zeit in Anspruch

20.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Alle Diagramme der ausgewerteten Umfrage erstellt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionierte prächtig, da ich alles sauber vorbereitet hatte. • Interessante Ergebnisse wurden ersichtlich.
23.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Auswertung der Umfrage bei Mario gemacht. • Kleine Verbesserungen vorgenommen • Weitere Schritte besprochen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hat super geklappt • Sind sehr zufrieden mit der bisherigen Arbeit •
24.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Auswertung der Umfrage beendet • Fazit beendet • Zukunftsvision beendet 	<ul style="list-style-type: none"> • Bin zufrieden mit der geleisteten Arbeit
25.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Erste Rechtschreibprüfung absolviert • Erste Verbesserungen vorgenommen • Arbeit an Mario geschickt für die Weiterarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt Einiges zu verbessern
30.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zweite Rechtschreibprüfung vorgenommen • Kleine Verbesserungen und Ergänzungen an der Arbeit vorgenommen 	<ul style="list-style-type: none"> • Nahm enorm viel Zeit und Nerven in Anspruch, hat sich jedoch gelohnt
01.12.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Ausdrucken und binden der Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Ein sehr zufriedenstellendes Ergebnis

14.4 Arbeitsrapport Benjamin Spörri

Datum	Tätigkeit:	Reflektion:
24.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • VA Einleitung der Lehrperson • Gruppen bilden • Thema bestimmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppe schnell bestimmt • Thema gefunden • Keine Probleme
27.09.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Information von Mario, Thema wechseln • Brainstorming, • Themensuche 	<ul style="list-style-type: none"> • Zu wenige Informationen zur Thematik verfügbar
01.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Definitive Einigung auf neues Thema, • Zielsetzungen formuliert, • Interview/Kontaktperson im Internet gesucht 	<ul style="list-style-type: none"> • Person gefunden, bis nächste Woche kontaktieren und Gedanken über verschiedene Antriebsarten machen
02.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Louis Palmer von Solartaxi per Mail kontaktiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Leider noch immer keine Antwort.
07.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Telefonkontakt mit Mario Jedes Gruppenmitglied stellt 3 alternative Antriebsarten vor 	<ul style="list-style-type: none"> • Meine 3 Antriebsarten sind: Elektro-, Erdgas- und Pflanzenölantrieb
11.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Portrait Elektroantrieb erstellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Probleme, reichlich Infos im Internet
20.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Verfassen Portrait Erdgasantrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationssuche etwas aufwändiger
22.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Gemeinsam mit Mario Fragen für PSI erstellt und über my climate Projekt Gedanken gemacht 	<ul style="list-style-type: none"> • Noch nicht schlüssig ob Teilnahme sinnvoll ist Fragen PSI ohne Probleme
27.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Portrait Pflanzenöl erstellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen schwierig zu finden
29.10.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Besprechung mit Tony Rösli • Umfrage bearbeitet • Vorwort verfasst 	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Rückmeldung von Tony Rösli • Liegen im Fahrplan • Umfrage sofort beginnen zu verteilen.
29.11.- 10.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Umfrage verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> • Musste manchmal erklärt werden • An möglichst viele Leute bringen
05.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Vorwort fertig verfasst • Nochmals über my climate gesprochen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorwort ist gut • Noch immer un schlüssig über my climate

11.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Besuch Paul Scherrer Institut in Villigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Interessant, viele Eindrücke bekommen, spannendes Gespräch mit Dr. Scherer, Unterlagen erhalten
12.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Anfallende Arbeiten vom Besuch strukturieren • Beginn Arbeit „Geschichte der Brennstoffzelle“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten verteilt, • Begonnen an meinem Teil zu arbeiten
18.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Weiterarbeit „Geschichte der Brennstoffzelle“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus Unterlagen PSI und Internet
19.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Letzte Arbeiten verteilen • Überarbeitung bisheriger Arbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Persönliche Zukunftsvision muss noch verfasst werden!
21.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • „Geschichte der Brennstoffzelle“ beenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Text verständlich schreiben
25.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zukunftsvision schreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • Noch nicht beendet
26.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Schule • Schlusswort gemeinsam mit Mario verfasst 	<ul style="list-style-type: none"> • Ist auch gemacht, zufriedenstellend
27.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Zukunftsvision beendet 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchmal schwierig abzuschätzen, welches Szenario wahrscheinlicher ist
28.11.2010	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Hause • Persönliches Fazit geschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr schwierig, ist alles schon in Zukunftsvision und Schlusswort vorhanden