

Nochmals einige Facts zum Dauerthema Energie, rs, 8. 5. 2006



### **Energieverbraucher in der Schweiz**

50% Haushalte, Gewerbe, Dienstleistungen, Landwirtschaft

25% Industrie

25% Transport, Verkehr

### **Energieträger**

75% Erdöl(!)

20% Elektrizität

5% andere (Gas, Kohle, etc.)

### **Verwendungszweck der Energie**

78% zum heizen, Wärme(!)

21% für mechanische Arbeit, Maschinen etc.

1% für Beleuchtung (Licht) - in Worten, weniger als ein Prozent (!)

### **Elektrischer Strom**

Der in der Schweiz produzierte und verbrauchte Strom wird ca. zu 60% aus Wasserkraft und 40% aus Atomkraft gewonnen. Der Anteil von kleinen thermischen Kraftwerken (durch verbrennen von fossilen Stoffen), von Sonnen- oder Windkraftwerken ist vernachlässigbar klein (unter 2%). In Deutschland wird der Strom hauptsächlich aus Oel (40%), Kohle (24%), Erdgas (21%) und Nuklear (12%) gewonnen.

### **Energiestoffe für die Mobilität**

Fossile Brennstoffe haben wenig Zukunft, denn fossile Brennstoffe sind endlich. Die Vorräte an Erdöl sind begrenzt, je nach Informationsquelle haben wir noch für 20-60 Jahre Erdöl. Deshalb wird man aus diesem Rohstoff nicht mehr unbegrenzt lange Benzin und Diesel herstellen können. Ein weiteres Problem ist der enorme Ölbedarf vieler Schwellenländer. China und Indien haben zusammen mehr als 2.4 Milliarden Einwohner, Asien hat fast 4 Milliarden Einwohner, das sind etwas 60% der Gesamtbevölkerung. Da diese Länder eine stark wachsende Industrie haben, brauchen sie Energie, viel Energie. Die USA stellt 4,6% der Weltbevölkerung, braucht momentan aber 25% des weltweit geförderten Erdöl. Wenn nun irgendwo ein Ölventil zugedreht wird, gibt es Probleme. Die US-Regierung - eng verflochten mit der Erdölindustrie - hat in den letzten Jahrzehnten den hemmungslosen Gebrauch von Oel propagiert. Oel und die daraus hergestellten Treibstoffe Benzin und Diesel waren bisher sehr billig zu haben.

Aktuell steigt der Ölpreis bei der kleinsten Unsicherheit im Markt, bei der amerikanische Bevölkerung liegen die Nerven blank. Diese ärgern sich über massiv steigende Treibstoffpreise und verlangt von ihrem Präsidenten nach einer Lösung. Zusätzlich publizieren die grossen Oelkonzerne jedes Quartal steigende Gewinne, das klingt für den Mann auf der Strasse nach Abzockerei auf der Chefetage. Weil Treibstoff in den USA nur minimal besteuert wird, kostet ein Liter Benzin nur etwa die Hälfte des CH-Preises. Dieser Preisvorteil wird jedoch durch den höheren Verbrauch der dortigen Autos mehr als wettgemacht.

Ein weiteres Problem: In den USA wird Öl meist zum Beheizen der Häuser genutzt. Ein kalter Winter wie der letzte von 2005/2006 verlangt nach einer effizienten Heizung. Ein durchschnittliches amerikanisches Haus ist aber sehr schlecht isoliert, das bedeutet ein Grossteil der Heizwärme entweicht durch Dach, Fenster und Wände nach draussen. Man heizt quasi die Umgebung des Hauses. Falls weitere kalte Winter vor der Türe stehen, steigen die Heizkosten der durchschnittlichen Hausbewohner ins Unermessliche. Bis alle bestehenden Häuser saniert und besser isoliert sind, dauert das 20-40 Jahre. Die USA sitzen in der Energiefalle, kein Industrieland der Erde ist so stark vom Öl abhängig. Falls sich die Energiekrise weiter verschärft, heisst das nichts anderes als Krieg.

## Erdöl



Erdöl treibt die Wirtschaft an, auch in der Schweiz. Erdöl gilt weltweit als wichtigste Energiequelle. Erdöl ist ein fantastisches Produkt. Es ist Basis für viele Produkte (Kunststoffe, Arzneien, Faserstoffe für Kleider, Farben, Schmiermittel, etc.) und die meisten modernen Treibstoffe. Zur Zeit fördern Ölländer mit vollem Elan möglichst viel Oel aus der Erde. Die wichtigsten Ölländer (Opec-Kartell), die etwas 2/3 der Welterdölfördermenge anbieten, haben kein Interesse an der Entwicklung von alternativen Energiestoffen. Dies liegt daran, weil praktische alle Erdöl-Länder ausser dem Öl nichts haben. Trotz guten finanziellen Möglichkeiten, haben diese Länder wenig in Bildung und Entwicklung der übrigen Wirtschaft getan. Die Wirtschaftszweige dieser Länder sind meist stark unterentwickelt, der Ölreichtum hat diese Länder zudem träge und behäbig gemacht. Wenn das Erdöl zur Neige geht, stehen diese Länder mit dem Rücken zur Wand und werden nicht einmal die eigene Bevölkerung ernähren können. Auch hier sind Kriege vorprogrammiert.

Länder im Mittleren Osten wie Bsp. die Vereinigten Arabischen Emirate versuchen den Tourismus anzusiedeln. Das wird aber voraussichtlich nicht funktionieren. Momentan weht ein Hauch von gewaltigem Reichtum über diesen Ländern. Der Traum vom Märchen aus 1001-Nacht wird zusätzlich zelebriert, indem momentan Milliarden US-\$ für den Aufbau von Infrastruktur für den Tourismus investiert werden. Sobald die Ölquellen jedoch versiegen, werden auch die Investitionen in den Tourismus versiegen. Spätestes bis dann haben aber auch die letzten Dubai-Touristen realisiert, dass das Preis-Leistungsverhältnis bei diesen Destinationen überhaupt nicht stimmt.

### Woher kommt das Oel

Erdöl lagert meist unterirdisch und wird durch Graben oder Bohren zutage gefördert. Man nennt Erdöl auch fossilen Brennstoff (fossiles [lat.] = ausgegraben) er gehört zu den primären Energieträgern. Erdöl kommt vor allem in Sedimentgesteinen vor und hat sich dort, im Laufe von Jahrmillionen aus Ablagerungen in den Urmeeren gebildet. Erdöl ist aus organischen Stoffen, also tierischen und pflanzlichen Substanzen entstanden. Seit mehr als 500 Millionen Jahren gibt es in Meeren mikroskopisch kleine Lebewesen, die das Plankton bilden. Als diese kleinen Mikroorganismen abstarben, sanken sie in riesigen Mengen auf den Meeresgrund, wo sie im Laufe der Zeit ganze Schichten bildeten.

Die abgesunkenen Substanzen wurden von Schichten überlagert und vom Sauerstoff abgeschlossen. Unter ständig steigendem Druck und zunehmender Temperatur (ca. 50 Grad Celsius) fand ein Fäulnisvorgang statt. Dabei wurden die erhalten gebliebenen organischen Bausteine in Erdöl und Erdgas umgewandelt. Man nimmt an, dass zusätzlich anaerobe Bakterien bei der Entstehung mitgewirkt haben, da sie für ihren Stoffwechsel nicht auf Sauerstoff angewiesen sind. Dieser Vorgang findet auch heute noch statt.

Durch die erwähnten Voraussetzungen, bildet sich Erdöl in verschiedenen Varianten. Ein ruhiges, wenig durchlüftetes Meeresbecken, wie man es heute im Schwarzen Meer antrifft und wie es vor Millionen Jahren im Gebiet des Persischen Golfes gewesen sein muss, ist dafür die beste Voraussetzung. Erdgeschichtlich gab es zwei Hauptperioden der Erdölbildung, eine erste vor 200 bis 350 Millionen Jahren und eine zweite vor 20 bis 150 Millionen Jahren.

Im Ölgeschäft ist der Barrel das Mass der Dinge, ein Barrel entspricht etwa 159 Liter (genau: 158,758 Liter). Das traditionelle Mass stammt aus der Frühzeit der Ölindustrie, als Rohöl - ausschliesslich in Fässern transportiert wurde. Das Barrel ist ein Hohlmass und entspricht 42 US-Gallonen oder eben rund 159 Litern. Es hat auch heute nicht nur im anglo-amerikanischen Sprachraum, sondern für das gesamte internationale Ölgeschäft eine grosse Bedeutung. So werden Förderstatistiken in Barrel-Einheiten veröffentlicht, und die Preisfestlegung für fast alle gängigen Rohölsorten erfolgt in Dollar je Barrel.

Oft wird auch die Abkürzung "bbl" verwendet, die steht für "blue barrel", ein blau gekennzeichnetes Fass mit genormtem Inhalt. Swissroller Eselsleiter: Um sich unter einem Barrel etwas vorstellen zu können, 159 Liter entsprechen dem Inhalt einer normalen Badewanne.

Derzeit beträgt die Welt-Tagesproduktion für Rohöl 80 Millionen Barrel, also 80 Millionen Badewannen voll oder 12 Milliarden Liter. Dies ist massiv mehr, also sich gleichzeitig unterirdisch neues Erdöl bildet. Das sich neu bildende Erdöl ist natürlich erst in ca. 60 Millionen Jahren "erntereif".

Verbrennen von Erdöl ist nicht besonders schlau, denn Erdöl ist die Basis von vielen wertvollen Produkten wie Kunststoffe, Arzneimittel, Faserstoffe für Kleider, Farben, Lösungsmittel, Schmiermittel, etc. Zum heizen und für Treibstoffe sollten möglichst schnell Alternativen genutzt werden. Der Grund des Ölheizungsbooms liegt darin, dass Erdöl einen fantastisch hohen Heizwert hat und einfach bequem und gefahrlos zu verbrennen ist. Und zudem noch (bis jetzt) sehr billig war.

### Weltweit grösste Ölverbraucher



Der grösste Ölverbraucher ist die USA. Die USA stellt 4.6% der Weltbevölkerung und verbraucht allein 20 Millionen Barrel pro Tag, das sind 25% des weltweit geförderten Erdöls. Da der persische Golf als grösstes Erdölgebiet gilt, wurde er von den USA kurzerhand als strategisch wichtige Region definiert. Damit der Zugang zur wichtigsten Energiequelle gewährt ist, musste natürlich entsprechend gehandelt werden. Die beiden Präsidenten Bush (Senior und Junior) haben jeweils in einem Strategiepapier festgehalten, dass der Zugang der USA zu dieser Region notfalls auch mit militärischer Gewalt erzwungen werden kann.

Wachstum braucht Energie. Der asiatische Raum ist in Punkto Energieverbrauch dem XXL-Ölverbraucher USA hart auf den Fersen. China verbraucht bereits heute 6 Mio Barrel pro Tag und hat damit Japan (5,5 Mio Barrel pro Tag) verdrängt. China liegt damit auf Platz 2 der Ölverbrauchs-Statistik. Das ist zwar immer noch 3x weniger als die USA verbraucht, China rechnet aber mit einem grossen Wachstum in den nächsten 20 Jahren. Indien, Südkorea und Mexiko sind ebenfalls stark am wachsen und werden den Erdölverbrauch in den nächsten Jahren massiv nach oben schrauben. Die Islamischen Oelländer (dort kommt 90% des Erdöls her) dürfen sich auf gute Geschäfte freuen.

### Thema Umwelt: Ist das Kyoto Protokoll ein Meilenstein zum Schutz des Weltklimas?



1997 verpflichteten sich die Industriestaaten auf der UN-Klimakonferenz im japanischen Kyoto in einem Protokoll zur Reduzierung von sechs Treibhausgasen. Bis 2012 soll der Kohlendioxid-Ausstoss um 5,2 Prozent im Vergleich zu 1990 gesenkt werden. Damit das Vertragswerk aber in Kraft gesetzt werden konnte, mussten ihm 55 Staaten beigetreten sein, auf die mindestens 55 Prozent des Kohlendioxid-Ausstosses der Industrieländer von 1990 entfallen. Nach dem formellen Beitritt Russlands ist das Abkommen am 16. Februar 2005 aktiv geworden.

Grundlage des Kyoto-Protokolls war die Klimaschutzkonvention des Erdgipfels von Rio de Janeiro. Darin hatte die Staatengemeinschaft 1992 unter anderem vereinbart, den Ausstoss der Treibhausgase so zu begrenzen, dass "sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können" und "die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird".

Die USA und Australien sehen das Kyoto-Protokoll als schädlich für die eigene Wirtschaft und sind nicht beigetreten. Damit schliesslich aber alle Länder unterschrieben haben, waren viele Ausnahmen und Spezialklauseln nötig. Welches Land will schliesslich seine Wirtschaft zu fest einschränken. Das Kyoto-Protokoll ist sicherlich ein grosses Zeichen mit dem politischen Willen, die Abgase zu reduzieren. In der Praxis wird der Kohlendioxidausstoss aber kaum sinken.

### Alles zum Thema Umweltschutz ist relativ...



Für Schwellenländer wie China und Indien gelten viele Ausnahmen im Kyoto-Protokoll um das Wachstum dieser Länder nicht zu gefährden. Der Luftverkehr, schuld an 12% des Treibhauseffekts, ist übrigens im Kyoto Protokoll ausgenommen. Das Flugzeug ist das Verkehrsmittel mit der schlechtesten Klimabilanz. Der Flugverkehr nimmt weltweit weiter schnell zu, man nimmt an, dass sich die Gesamtzahl der Flüge bis 2020 verdoppeln wird. Dies führt zu einem erheblichen Anstieg der Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>). So verursacht beispielsweise ein Hin- und Rückflug mit zwei Personen von Zürich nach Los Angeles Abgase mit einer Klimawirkung von 13'800 kg CO<sub>2</sub>. Ein Mittelklasseauto (Bsp. Mercedes C-Klasse, Audi A4, etc.) verursacht ca. 200 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer. Bei einer Kilometerleistung von 15'000 km pro Jahr macht das insgesamt 3'000 kg /CO<sub>2</sub>. Ein Benzinauto verursacht also in viereinhalb Jahren und fast 70'000 km Fahrbetrieb weniger CO<sub>2</sub>-Abgase als eine Ferienreise zu zweit nach Kalifornien...

Professor Bjorn Lomborg sagt sogar: Das Kyoto-Protokoll ist blanker Unsinn und ein sehr schlechtes Investment. Es verzögert die Klimaerwärmung nur um sechs Jahre, kostet uns aber mindestens 150 Milliarden Dollar pro Jahr...

### **Benzin**

Wird aus Erdöl gewonnen und ist weltweit der am meisten verbreitete Treibstoff für Fahrzeuge. Benzin hat eine hohe Energiedichte und kann einfach transportiert werden. Benzin hat den Vorteil, dass weltweit eine enorm grosse Anzahl von Tankstellen bestehen und praktisch jedermann mit Benzin umgehen kann. Dem gegenüber steht als Nachteil, die bei der Verbrennung entstehenden Abgase.

### **Diesel**

Wird auch aus Erdöl hergestellt und ist ebenfalls weltweit stark verbreitet. Im Gegensatz zu Benzin ist Diesel selbstzündend, das heisst die Verbrennung erfolgt unter hohem Druck und ohne Zündung im Dieselmotor. Wegen dem hohen Arbeitsdruck müssen Dieselmotoren robuster (=teurer) gebaut werden. Dieselmotoren sind geeignet für Fahrzeuge mit geringer Drehzahl. Dieselmotoren haben Tradition als schwere Lastwagenmotoren und auch in der Landwirtschaft. Weil die Landwirtschaft oft noch ältere Traktoren im Einsatz hat, ist das Problem der Luftverschmutzung durch Diesel-Russ nicht zu unterschätzen. Umweltverbände unterstellen der Landwirtschaft gar, zu den grössten Umweltverschmutzern zu gehören.

Die dieseltypische Anfahrtschwäche bei Personenwagen ist behoben, praktisch alle Dieselmotoren sind heute mit einem oder mehreren Turboladern ausgestattet und verfügen darum über ein starkes Drehmoment. Der Diesel-Treibstoffverbrauch ist üblicherweise tiefer als bei einem Benzinmodell. Diesel Motoren stossen auch etwas weniger Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe aus. Dagegen verursachen sie aber massiv mehr Russmissionen und stossen mehr Stickoxide und Schwefeldioxid aus. Die Gefährlichkeit der Russpartikel wurde früher nicht erkannt, heute weiss man, dass diese Partikel stark krebserregend und darum hochgefährlich sind. Das krebserregende Potential von Diesel-Abgasen wird auch bei neuen Dieselmotoren auf das 17- bis 18-fache der Abgase von Benzin-Motoren geschätzt. So rechnet auch das Bundesamt für Raumentwicklung ARE in der Schweiz mit über 3700 frühzeitigen Todesfällen pro Jahr als Folge der Feinstaubbelastung. Darin enthalten sind 300 Tote durch Lungenkrebs und 20 Fälle von Säuglingssterblichkeit. Insgesamt entstehen durch die Luftverschmutzung mit Feinpartikeln ungedeckte Gesundheitskosten von 4,2 Milliarden Franken. Dies zeigt eine vom ARE 2004 veröffentlichte Studie über die externen Gesundheitskosten durch die verkehrsbedingte Luftverschmutzung.

Es gibt heute zwar Abgassysteme, die die giftigen Russpartikel auffangen und von Zeit zu Zeit automatisch durch Zugabe eines Zusatzstoffes verbrennen. Diese Systeme zur Abgasnachbehandlung sind jedoch relativ teuer und werden sich darum nicht so

schnell durchsetzen. Bis im Jahr 2006 sind weltweit weit weniger als ein 0.1 Prozent aller Dieselfahrzeuge mit einem Russfilter ausgerüstet. Bis diese Abgas-Filtertechnologie erste Erfolge zeigt und spürbar weniger Russ ausgestossen wird, werden noch über 10 Jahre vergehen.

Dieselmotoren sind teurer als vergleichbare Benzinmotoren, weil Diesel in Europa aber etwas günstiger als Benzin ist, ging die Rechnung für Vielfahrer trotzdem auf. Neue Partikelfilter für Dieselfahrzeuge haben den Preis für diese Fahrzeuge jetzt aber weiter in die Höhe getrieben und europaweit pendeln sich Diesel- und Benzinpreise auf dem selben Niveau ein. Österreichische Automobilverbände rechnen heute vor, dass sich der Betrieb einer Mittelklasslimousine mit Dieselmotor gegenüber der Benzinvariante erst ab 100'000 Km lohnt. Grosse Autohäuser verzeichneten in den ersten Monaten des Jahres 2006 bis 70% Verkaufsrückgang der Dieselmotoren.

Heizöl ist Diesel, wird aber nicht so hoch besteuert. So kostet ein Liter Dieselheizöl zur Zeit (Mai 2006) etwas 80 Rappen, der gleiche Liter Diesel als Treibstoff für Fahrzeuge 1.80.-. Ja warum tankt man denn nicht einfach Heizöl in sein Dieselfahrzeug, da würde doch die Treibstoffkosten wunderbar senken? Diese Frage haben sich natürlich schon viele schlaue Schweizer gestellt. Die Antwort ist einfach, das darf man nicht.

Weil das Produkt das gleiche ist, wird der Dieseltreibstoff für Personenwagen mit mit einer Farbe behandelt. Und so machen Zollbeamte von Zeit zu Zeit Kontrollen und überprüfen, ob nicht zufällig billiges Heizöl als Treibstoff für Autos verwendet wird. Bauern haben den Vorteil, dass sie Dieseltreibstoff für Traktoren zu subventionierten Konditionen beziehen können. Und weil Bauern beim privaten PW oder Heizölunternehmer auch gerne auf Diesel setzen ;-), werden deren Tankinhalte von Zeit auf "Farblichkeit" überprüft. Der Zoll findet aber meist nichts...

Betreffend Abgasverhalten wird Diesel in Europa bevorzugt. In Deutschland müssen die einzelnen Länder ab diesem Jahr Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung einhalten. Konstante Luftmessungen an verkehrsrelevanten Stellen haben nun ergeben, dass die Jahres-Grenzwerte für Russpartikel jeweils bereits im März überschritten wurden. Dies hat nun zur Folge, dass bei Überschreitung der Grenzwerte geklagt werden kann. Die verantwortlichen Stellen müssen handeln. Dies könnte zum Beispiel heissen, dass bei Überschreitung der Grenzwerte nur noch Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter fahren dürfen. Die Grenzwertüberschreitungen der Partikel- (Russ-) Emissionen sind übrigens nicht neu, früher haben die Behörden die Messstationen einfach an weniger problematischen Orten aufstellen lassen. Als zusätzlicher Nachteil gilt der Komfort-Nachteil von Diesel Motoren. Der rauhe Betrieb von Dieselmotoren, das dieseltypische "nageln" und "brummen" wird durch Dämmmaterialien und Isolierungen zwar stark reduziert, der heutige Dieselmotor erreicht aber niemals die Laufruhe eines Benzin- oder Elektromotors.

Die gesamte europäische Automobilindustrie hat die Entwicklung von verbesserten Automotoren mit weniger Emissionen verschlafen und stattdessen auf Diesel gesetzt. Mit dieser Strategie wollte man beweisen, dass der Treibstoffverbrauch reduziert werden kann und die Pläne der Regierung mindestens teilweise erreicht werden konnte. Noch heute gibt es übrigens Manager von grossen Automobilhersteller - die behaupten immer noch - bis vor 2 Jahren nichts noch den tödlichen Auswirkungen des Feinstaubes gehört zu haben. Erstaulicherweise sind diese Manager immer noch in der Chefetage anzutreffen. Und so wundert es nicht, dass solche Hersteller keine echte Strategie für die Zukunft entwickeln können. Stattdessen hat man das Feld der Hybridfahrzeuge den Japanern überlassen. Toyota mit Panasonic sind in diesem Bereich Pioniere und allen europäischen und amerikanischen Herstellern 6-10 Jahre voraus.

## **Erdgas**

Erdgas gehört ebenso wie Erdöl und Kohle zu den natürlich brennbaren organischen Rohstoffen. Es besteht aus mindestens 85 Prozent Methan sowie zirka zehn Prozent Stickstoff- und Kohlendioxid. Den Rest bilden höhere Kohlenwasserstoffe wie Ethan, Propan und Butan. Erdgas wird von den gleichen Firmen gefördert, die auch Erdöl fördern. Von einer Unabhängigkeit zu den bestehenden Erdölfirmen kann man also nicht sprechen. Als Treibstoff wird Erdgas in zwei Formen angeboten:

- komprimiertes Erdgas (CNG: Compressed Natural Gas), das weitgehend in dem Zustand, in dem es gefördert wurde, belassen wird
- flüssiges Erdgas (LNG: Liquefied Natural Gas), das sich bei einer Temperatur von etwa minus 175 Grad Celsius verflüssigt und dann nur noch 1/600 seines Ausgangsvolumens besitzt.

Erdgas wird vielfach in Kombination mit Benzin als Fahrzeugantrieb verwendet. Weil das Tankstellennetz für Gas noch sehr klein ist, bauen einige Autohersteller Autos für Benzin und Gasbetrieb. Weil die Reichweite mit Gas meist nur ca. 250 bis 300 km gross ist, hat man mit dem zusätzlichen Benzintank die Möglichkeit zur Erhöhung der Reichweite. Benzinfahrzeuge können sogar auf Gasbetrieb umgebaut werden. Gas hat den Vorteil, dass es weniger Kohlenstoffe enthält und darum weniger Abgase als Benzin produziert. Allerdings ist die Leistung auch etwas geringer. Es gibt heute mehrere Fahrzeughersteller, die Gasfahrzeuge anbieten. Eine nachträgliche Umrüstung von Benzin auf Gas ist zwar technisch möglich, lohnt sich aber aus wirtschaftlicher

Sicht nicht. Als Hauptproblem für den Benutzer gilt das sehr kleine Tankstellennetz. Erdgas ist jedoch ebenso wie Erdöl ein fossiler Brennstoff, darum ist eigentlich keine wirkliche Alternative um die fossilen Vorräte der Erde zu schonen.

In Europa ist Erdgas in vielen Ländern von der Treibstoffsteuer befreit und darum günstiger. Zudem bieten Erdgasfirmen ihren Kunden oft einen Einstiegsrabatt oder freies Gas für einige Monate. Es darf aber nicht vergessen werden, wenn der Marktanteil für gasbetriebene Autos steigt, wird die Steuerbefreiung für Erdgas aufgehoben. Sicherheitstechnisch scheint die Gas-Technologie im Fahrzeugbereich zu funktionieren und verursacht keine Probleme. Zum Thema Sicherheit ist jedoch auch zu sagen: Sämtliche Erdgasfirmen dieser Welt schwören, dass Gas völlig problemlos und sicher sei. Sie versichern, dass durch eingebaute Sicherheitsmechanismen Gas-Unfälle verhindern würden. Bei der Energieversorgung der Häuser gilt das gleiche, es vergeht aber kaum ein Jahr, wo nicht irgendwo in der Schweiz oder Europa ein Haus durch eine Gasexplosion zerstört wird.

### **Regenerative Treibstoffe wie Biodiesel, Ethanol, etc.**

Biodiesel und ähnliche Treibstoffe gelten als regenerative Treibstoffe, wachsen als nach. So kann beispielsweise aus Raps oder anderen Ölpflanzen wie die Sonnenblume ein brennbares Öl gewonnen werden. Ebenfalls kann aus Getreide, Zuckerrüben oder Gras, Ethanol gewonnen werden. Diese erneuerbaren Energielieferanten werden auch als Biomasse bezeichnet. Sofern der Biotreibstoff nicht mit normalen Treibstoffen wie Diesel gemischt wird, sieht die ökologische Bilanz nicht schlecht aus. Der Preis ist jedoch höher.

Die Frage stellt sich jedoch bei jeder Treibstofftechnologie: Wie kommt der Stoff in den Tank? Auch wenn die Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls unser Land verpflichtet, klimawirksame Gase zu reduzieren, muss nach technisch machbaren und wirtschaftlich sinnvollen Technologien gesucht werden. Erste Machbarkeitsstudien zum diesem Thema lassen jedoch viele Fragen aufkommen. So haben Test durch die Eidgenössische Alkoholverwaltung eine technische Machbarkeit bescheinigt. Damit das Bio-Produkt überhaupt eine Marktchance hat, müsste es als wichtige Rahmenmassnahme von sämtlichen Steuern befreit sein. Trotzdem hat bei den Berechnungen festgestellt, dass die einheimische Produktion Bsp. von Bioethanol viel zu teuer ist. Man würde also subventioniertes CH-Bioethanol mit billigem ausländischem vermischen. Die dadurch entstehenden zusätzlichen Produktionskosten wären gross. Zusätzlich müssten Ethanol-Produkte als Treibstoff zusätzlich denaturiert, also ungeniessbar gemacht werden. Dies ist nötig, weil der steuerbefreite Treibstoff sonst als Trinkalkohol missbraucht werden könnte.

### **Wasserstoff, die Lösung unserer Energieprobleme?**

Es klingt wie im Märchen. Wenn man Wasserstoff verbrennt, entsteht wertvolle Energie und Wasser. Keine Abgase, kein Russ, keine schädlichen Kohlenwasserstoffe, kein Kohlenmonoxyd oder Kohlendioxyd, einfach nichts giftiges. Das klingt genial. Wasserstoff ist das häufigste Element der Erde und trägt die Chemische Formel H<sub>2</sub>. Wasserstoff besteht aus 2 Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff, in Form von Wasser ist Wasserstoff praktische unbegrenzt verfügbar. In Gasform ist Wasserstoff ca. 14x leichter als Luft. Wasserstoff ist leicht brennbar, hoch explosiv und hat einen guten Heizwert der etwas 2.8 x höher ist als derjenige von Benzin.

Schon Jules Verne schrieb 1874, dass "Wasser die Kohle der Zukunft" sei. Wasserstoff scheint auf den ersten Blick als ideal, denn es erfüllt alle Anforderungen an eine Energieform der Zukunft. Die Wirkung des Knallgases ist selbstverständlich auch für den Antrieb von Autos nutzbar. Ein Wasserstoff-Motor läuft weit sauberer als ein Benzin- oder Diesel-Motor, weil er weder CO<sub>2</sub> noch CO noch unverbrannte Kohlenwasserstoff als Abgase produzieren kann.

### **Wo liegen die Probleme beim Wasserstoff?**

#### **Gewinnung von Wasserstoff**

Im Gegensatz zu Öl ist Wasserstoff keine Primärenergie. Wasserstoff kommt in der Natur nicht rein, sondern nur in gebundener Form vor, also in Wasser, Erdöl, Erdgas, etc. Heute wird Wasserstoff zu über 90% durch Dampfreformierung von fossilen Brennstoffen wie Erdgas und Erdöl gewonnen. Das Versprechen der CO<sub>2</sub>-Freiheit kann so also nicht eingehalten werden. Wasserstoff kann aber durch elektrolytische Zerlegung von Wasser, einem praktisch unbegrenzten Rohstoff, gewonnen werden. CO<sub>2</sub>-Freiheit lässt sich jedoch nur erreichen, wenn die Elektrolyse des Wassers mit regenerativen Energieformen wie Wind- oder Sonnenenergie erfolgt.

Wasserstoff wird erst dann ein sinnvoller Energielieferant sein, wenn er selbst umweltfreundlich hergestellt werden kann. Strom stammt heute weltweit zum grössten Teil aus Kraftwerken die mit fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl und Erdgas arbeiten. Sollten heute alle Autos in Europa mit Wasserstoff fahren, müsste man zur Stromerzeugung mehrere hundert zusätzliche Kraftwerke bauen. Regenerative Energiekraftwerke können das Problem zwar umweltschonend lösen, doch sie liefern momentan nur einen minimalen Anteil unseres Stroms. Mehrere wissenschaftliche Arbeiten haben bewiesen, dass die zusätzlich nötige Energiemenge mit Alternativ-Energien wie Solar-, Wind- oder anderen niemals erbracht werden könnte. Die einzige Alternative wäre der Bau von vielen zusätzlichen Atomkraftwerken. Dies dürfte politisch aber nicht so einfach realisierbar sein.

## Riesige Solarfelder in der Wüste

Viele Ingenieure schwören auf Solarenergie. In Europa haben wir aber ein kleines Problem, die Sonne scheint zu selten, um ausreichend Strom zu erzeugen. Die Lösung könnte sein, Solarzellen in der Wüste aufzubauen, dort scheint die Sonne jeden Tag. Die Solarfelder müssten aber gigantisch gross sein. Weil in der Wüste aber das Wasser für die Produktion von Wasserstoff fehlt, müsste der Strom zuerst nach Norden transportiert werden um dort Wasserstoff zu produzieren.

Jetzt gibt es aber bereits das nächste Problem. Um Wasserstoff sinnvoll zu transportieren, muss man ihn verflüssigen. Das geschieht beispielsweise durch extreme Kühlung auf minus 253 Grad Celsius, diese Kühlung braucht aber viel Energie und ist nicht ganz ungefährlich.

## Immer die gleiche Frage, wie kommt Wasserstoff in den Tank?

Wasserstoff kann auf verschiedene Arten gespeichert werden:

- Gasförmiger Wasserstoff in Druckbehälter (Stahlflaschen). Diese Tanks sind relativ schwer und haben ein beschränkte Reichweite, die Standardtanks haben ein Volumen von 50 Liter und einen Fülldruck von 200 bar. Leichtere Tanks mit grösserem Füllvolumen und höherem Fülldruck bis zu 700 bar sind in Entwicklung.
- Flüssiger Wasserstoff in isoliertem Tank. Dadurch wird eine höhere Speicherdichte erreicht. Die Sache ist jedoch sehr energieaufwendig, ca. 30% des Energieinhaltes wird für die

Verflüssigung verbraucht. Auch wenn der Tank noch so gut isoliert ist, kriecht Umgebungswärme in den Flüssiggastank. Dadurch verdampft ein Teil des flüssigen Wasserstoffes. Ca. 2% des wertvollen Wasserstoffes verdampfen so pro Tag, dadurch steigt der Innendruck des Tanks. Um eine Explosion zu verhindern, muss automatisch durch ein Überdruckventil Dampf (Wasserstoff) abgelassen werden. Dies kann unangenehm sein, wenn der Wasserstoff-Tank des Autos, zum Beispiel nach einem mehrwöchigen Parking, leer ist. Gefährlich wird die Sache, wenn der Wagen in einer Garage abgestellt wird. Durch Austritt von Wasserstoff und die Vermischung mit Luft entsteht Knallgas, was dramatische Auswirkungen haben kann. Wenn die Speicherungstechnik nicht massiv verbessert werden kann, dürfen Wasserstoff-Autos aus Sicherheitsgründen nicht in Garagen abgestellt werden.

## Sicherheit von Wasserstoff



Bild: Wasserstoff Unfall in Jahr 1937 mit der Hindenburg

Die Explosionsfreudigkeit von Wasserstoff - so manchem aus der Chemiestunde vertraut - zeigt zugleich das grosse Potential für diese Energieform. Wasserstoff hat Power, es ist ca. 20 x explosiver als Benzin. Wasserstoff wird darum oft auch als Antriebsstoff für Raketen, Torpedos u.ä. benutzt. Eine weitere Herausforderung ist die Betankung der Wasserstofffahrzeuge. So besteht zum Beispiel die Gefahr, dass sich Menschen durch den Kontakt mit Flüssiggas Erfrierungen zuziehen, diese Gefahr könnte durch Roboter-Tankstellen für Wasserstoff-Betankungen gelöst werden. Eine spezielle Kupplung müsste zudem verhindern, dass Gas entweicht. Würde sich nämlich Wasserstoff mit Luft vermischen, käme es unweigerlich zur Explosion an der Tankstelle. Das Thema Treibstoff-Infrastruktur ist insofern wichtig, weil die europaweit mehreren 10'000 Tankstellen nur auf traditionelle Treibstoffe ausgerichtet sind. Der Aufbau eines Wasserstoff-Tankstellen-Netzwerkes mit den erhöhten Sicherheitsanforderungen für Wasserstoff würde enorme Summen verschlingen.

## Sauberer oder schmutziger Wasserstoff

Wasserstoff wäre eine saubere Energiequelle. Die Frage ist aber wo kommt Wasserstoff her? Weil es in der Natur nicht pur vorkommt, muss Wasserstoff zuerst künstlich hergestellt werden, es wird darum auch sekundäre Energie genannt. In der Praxis wird Wasserstoff heute nicht aus erneuerbaren Energien hergestellt sondern zu über 95% mit Hilfe fossilen Stoffen wie Kohle, Gas oder Oel. Die effizienteste Art zur Produktion von Wasserstoff ist Atomkraft, nur diese Technologie ist in der Lage die enormen Mengen von Energie für die Herstellung von grossen Mengen von Wasserstoff bereitzustellen. Dabei dürfen wir aber nicht

vergessen, dass Uran auch ein fossiler Brennstoff ist und nicht unbeschränkt verfügbar ist. Heutige Studien gehen davon aus, dass wir nur noch Uran für ca. 50 Jahre zur Verfügung haben.

### **Aktueller Stand der Wasserstofftechnik im Fahrzeugbau**

Viele Autohersteller sind bereits im Versuchsstadium und haben schon einige Erfahrung mit Wasserstoff. So hat BMW eine Reihe von Versuchsfahrzeugen gebaut und eingehend getestet. Ein Wagen der 7er-Reihe ist mit einem 2,8-Liter-Benzinmotor ausgestattet, der beliebig von Benzin- auf Wasserstoffbetrieb umgestellt werden kann. Er ist dazu mit einer zweiten Gemischbildungsanlage und einem zweiten Zündkennfeld ausgestattet. Hier wird ein Nachteil des Wasserstoffbetriebs sichtbar. Im Benzinbetrieb leistet der Motor 193 PS, bei Wasserstoffbetrieb nur noch 109. Wasserstoff-Motoren sind also weniger leistungsfähig als Benzin-Motoren. Ansonsten lässt sich der Wasserstoff-Motor ähnlich regeln wie ein Dieselmotor. Der weitere Nachteil: Der Wagen braucht einen riesigen Treibstofftank inkl. Isolierung für den Wasserstoff, das Auto verliert viel Platz oder muss entsprechend grösser und schwerer gebaut werden.

### **Kosten von Wasserstoff**

Grossflächige Produktion und Einsatz von Wasserstoff ist aus heutiger Sicht nicht finanzierbar. Die Kosten für ein Kilo Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen wie Biokraft, Windenergie oder Solartechnik sind ein mehrfaches (bis 10x höher) als aus traditionellen Kraftwerken. Tests mit Wasserstoffbussen in Deutschland haben folgendes ergeben. Die Busse selbst sind ca. 5x teurer als normale Busse. Der benötigte Wasserstoff wird mit Hilfe von Elektrolyse und Elektrizität gewonnen und kostet mehr als 10x (!) so viel wie Dieseltreibstoff.

### **Wirkungsgrad von Wasserstoff**

Wenn man die Lupe von einem einzelnen Punkt wegnimmt und realistisch das gesamte Bild betrachtet, sieht die Bilanz für Wasserstoff nicht sehr gut aus. Die Verluste bei der Wasserstoff-Produktion durch Elektrolyse betragen ca. 15%. Anschliessend muss der Wasserstoff komprimiert werden. Die dann folgende Umwandlung in Strom (z. Bsp mit Hilfe einer Brennstoffzelle), kostet dann wieder etwas 50% an Wirkungsgrad. Am Schluss stehen dem Benutzer nur noch kümmerliche 25% der Energie zur Verfügung. Wenn man das Ganze mit einem Akku vergleicht: Wird Strom in einen Lithium-Polymer Akku (z. Bsp. Swissroller Li-Po Akku) gespeichert, stehen rund 90% der Energie zur Verfügung. Es ist also sinnvoller, elektrische Energie in Akkus anstatt in Wasserstoff zu speichern.

### **Blick in die Brennstoffzelle**

Im Zusammenhang mit Wasserstoff wird heute oft die Brennstoffzelle erwähnt. Die Brennstoffzelle kann nicht nur mit Wasserstoff sondern auch mit anderen brennbaren Stoffen betrieben werden. Die Brennstoffzelle kann zum Beispiel aus Wasserstoff und Sauerstoff direkt Strom produzieren. In einer Brennstoffzelle läuft die aus dem Chemieunterricht bekannte recht heftige Knallgasreaktion zwischen beiden Stoffen kontrolliert ab. Die Brennstoffzelle ist also quasi ein intelligenter Akku mit Anode und Kathode. Das Ding funktioniert ganz einfach, man schütte Wasserstoff oder Bsp. Methanol rein, der Brennstoff wird dann in elektrische Energie umgewandelt. Auf der anderen Seite der Brennstoffzelle kann man Strom entnehmen und zum Beispiel einen Elektromotor antreiben. Es gibt mehrere unterschiedliche Typen von Brennstoffzellen, die am meisten verbreitete Technologie ist PEM (Proton Exchange Membrane)-Brennstoffzelle.

Die Brennstoffzelle ist quasi ein Minikraftwerk, dies hat den Vorteil dass auch kleine Brennstoffzellen an jedem Ort der Welt gebraucht werden können. Einige Autohersteller setzen bereits im Teststadium auf Wasserstoff in Verbindung mit der Brennstoffzelle. In diesem kleinen Kraftwerk wird der Strom an Bord produziert und treibt einen oder mehrere Elektromotoren an. Neben ihrer Umweltverträglichkeit haben diese Konzepte noch weitere Vorteile: Ihr Antrieb steckt platzsparend im Fahrzeug-Boden, das schafft Platz. Das Getriebe benötigt keine Schaltung und der Motor ist äusserst leise. Der Elektromotor leistet zudem aus dem Stand ein sehr hohes Drehmoment und beschleunigt schneller als ein Benziner.

Der Gesamtwirkungsgrad der Brennstoffzelle liegt bei über 60%, zum Vergleich, der Wirkungsgrad eines optimierten Dieselmotors liegt bei ca. 35%.

#### **Vorteile Brennstoffzelle**

- + hoher Wirkungsgrad der Brennstoffzelle selbst
- + sehr geringe Schadstoffemissionen
- + System ist einfach aufgebaut und hat keine beweglichen Teile
- + braucht wenig Wartung

#### **Nachteile Brennstoffzelle**

- hohe Kosten
- Technik ist noch zuwenig ausgereift und braucht noch mindestens 10 Jahre, bis sie massentauglich ist
- Speicherprobleme für den Brennstoff Wasserstoff sind noch nicht gelöst

## Hybride Antriebe als Alternative



Hybride Antriebe gibt es in verschiedenen Ausrichtungen. Die zur Zeit aktuellste Hybridtechnik funktioniert als Kombination von Benzin- und Elektromotor. Der Hersteller Toyota hat bereits grosse Erfahrung mit der Hybridtechnik mit den Auto-Modellen Prius und dem SUV-Modell Lexus-Rx400h welche bereits seit einiger Zeit auf dem Markt sind. Im Gegensatz zu allen andern Fahrzeugherstellern, redet Toyota nicht seit 20 Jahren von zukunftssträchtigen Ökovicisionen und zukünftigen genialen Wasserstoffmodellen, sondern baute einfach ein funktionierendes und bezahlbares Benzin-Elektro-Hybridauto. Die Hybridtechnik ist übrigens nicht neu, das erste von Ferdinand Porsche (Lohner-Porsche) entwickelte Auto im Jahr 1900 war das erste bekannte Hybridauto.

Die Funktion am Beispiel des Toyota Prius ist sehr interessant. Im Stadtbetrieb läuft das Auto so oft wie möglich mit Elektroantrieb, bei Bedarf schaltet sich automatisch der optimierte und sparsame Benzinmotor zu. Verglichen mit einem gleich schweren Auto lässt sich durch die Hybridtechnik 20-40% Treibstoff sparen. Die Hybridtechnik ist äusserst einfach in der Handhabung, Betankungen erfolgen normal an der Tankstelle. Die Akkus werden selbständig, wenn das Auto im Benzinbetrieb läuft, aufgeladen. Das Auto muss also auch nicht an die Steckdose. Diese Hybrid-Systeme sind relativ neu und werden sicherlich in den nächsten 10 Jahren noch weiter verbessert.

Hinter Toyota steht übrigens die Firma Panasonic, welche für die Entwicklung der Hybridtechnik verantwortlich zeichnet.

## Optimierung von bestehenden Technologien

Neben aller Euphorie der Zukunftphilosophen über zukünftige Antriebsarten, sollte man das Sparpotential durch Optimierung von bestehenden Benzin- oder Dieselmotoren nicht vergessen, dieses ist recht gross. Heutige Autos müssen leichter werden, das ist mit modernen Materialien machbar. Gleichzeitig könnten aktuelle Motoren verkleinert und optimiert werden. Dies ist zum Beispiel mit Turbotechnik, Direkteinspritzung, etc. möglich. Dadurch ist eine Einsparung von über 10% Treibstoff möglich.

## Was macht eigentlich der Staat

Als wichtigster Motivator könnte der Staat hier helfen und steuern. Beispielsweise durch steuerliche Anreize beim Kauf von ökologisch sinnvollen Fahrzeugen mit besonders günstigem Verbrauch. Zusätzlich müssten per sofort alle Alternativen zu fossilen Brennstoffen von Mineralsteuern befreit werden, resp. andere Alternativen subventioniert werden. Stattdessen kümmert man sich um unsinnige Detailprojekte. Die lancierte Energie-Etikette ist ein besonders schlechtes Beispiel, wie man es nicht machen sollte. Jedes neue Auto wird einfach einer Effizienzklasse (von A-G) zugeordnet. Es werden fröhlich Äpfel mit Birnen verglichen. Der überforderte Kunde wird mit verschiedenen Zahlen wie CO<sub>2</sub>-Ausstoss (in g/km), Verbrauch und Effizienzklasse gefüttert. Der finanzielle Aufwand für die Energie-Etiketten wird von Bund übrigens als mehrere Millionen beziffert.

Hier hat man überhaupt nicht begriffen um was es geht. Autos werden nicht nach Energie-Etikette sondern nach psychologischen Faktoren und vor allem nach finanziellen Aspekten gekauft werden. Wenn ein ökologisch besonders wertvolles Fahrzeug gefördert werden soll, muss es klar steuerlich begünstigt werden. Unter dem Strich muss der Kunde sehen: Aha, dieses sparsame Auto kostet CHF 2000.- weniger, es lohnt sich also für mich. Warum kauft jemand ein Fahrzeug? Da ist viel Psychologie im Spiel. Das persönliche Fahrzeug ist nicht nur Mobilität, ein Auto ist Symbol für Freiheit und Individualität. Der Kunde kauft die Möglichkeit und Freiheit der persönlichen Mobilität. Zusätzlich ist das Auto natürlich eines der wichtigsten Statussymbole. Das Auto zeigt an, ob es der Besitzer (oder Benutzer) "geschafft" hat und frei und unabhängig ist oder ob er ein Fahrzeug nach finanziellen Aspekten kaufen musste.

Im Ausland haben bereits mehrere Länder begriffen, wie man zum Thema Mobilität und Energiesparen lenkend eingreifen kann.

## Noch etwas zur Geschichte der Mobilität

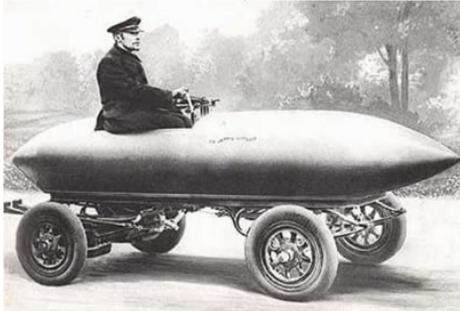
### Elektromobile

Das Auto ist nicht mit einem Verbrennungsmotor auf die Welt gekommen. Die ersten Autos und Zweiräder waren mit Elektromotoren oder Dampfmaschinen ausgerüstet. Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts wurden Autos oft wahlweise mit Dampf-, Benzin- oder Elektromotor angeboten. Der Elektromotor war damals die erste Wahl, weil er problemlos funktionierte und einfach zu bedienen war. Bereits 1882 macht Werner von Siemens erste Tests mit einem Elektrofahrzeug für den Transport von Menschen. Interessantes Detail der Stromabnahme. Die Abnahme von den Fahrdrähten erfolgte mit Hilfe eines kleinen Wägelchens. Dieses Wägelchen heisst auf englisch Trolley und darum hiessen später auch bei uns die elektrischen Busse Trolleybusse.



Bild: frühe Testversuche im Jahr 1882 mit einem elektrischen Trolley-Bus

Der Belgier Camille Jenatton stellte bereits im April 1899 mit seinem Elektroauto "La Jamais Contente" (= die niemals Zufriedene) den Geschwindigkeitsrekord für Automobile auf. Er erreichte damals sagenhafte 105,88 km/h. Das Elektroauto wurde von 2 Elektromotoren angetrieben und wog 1450 kg.



Weltrekord im Jahr 1899 mit einem Elektroauto, 105.88 km/h schnell

Der noch junge Ferdinand Porsche (1875 - 1951) konstruierte im Jahr 1900 sein erstes Auto. Der Lehner-Porsche hatte zwei Elektromotoren (Nabenmotoren). Zuerst wurde der Wagen mit Blei-Akkus betrieben, danach installierte er einen Daimler-Benzinmotor, der einen Generator als Stromlieferant antrieb. Das erste Hybrid-Auto war geboren. Die Höchstgeschwindigkeit war 60 km/h.



Bild: Das erste von Ferdinand Porsche entwickelte Auto im Jahr 1900 war ein Auto mit Hybridantrieb

### Vorteile Elektromobil

Volles Drehmoment unmittelbar nach dem Einschalten des Elektromotors. Praktisch geräuschloser Betrieb. Verursacht keine Abgase (wenn man die Emissionen zur Herstellung von Strom vergisst).

### Nachteile Elektromobil

Ein grosses Problem von Elektromobilen sind die geringe Reichweite, die durch die beschränkte Kapazität der Akkus bedingt ist. 1 Liter Diesel mit einem Gewicht von weniger als 1 kg enthält 11 kWh Energie, eine Bleibatterie mit einem Gewicht von 30 kg kann nur 1 kWh Energie speichern.

### Zukunftspotential

Gross, wenn das Stromspeicherproblem mit neuen Technologien überwunden kann. Schon heute finden Elektromobile in Form von Hybridfahrzeugen grossen Anklang.

### Dampfmaschinen

Wer Wasser in einem Kochtopf erhitzt, stellt fest, dass nach einiger Zeit der Deckel durch die Dampfkraft abgehoben wird. Die Dampfmaschine ist eine Verbrennungsmaschine mit externer Verbrennung. Die Umwandlung von chemischer Energie in Wärmeenergie findet in einer separaten Feuerkammer statt, dann wird die Wärme auf das Medium Dampf übertragen, die Wärmeenergie des Dampfes wird in der eigentlichen Maschine in Bewegungsenergie umgesetzt.



Bild: Dampfmaschinen erleichterten den Bauern die Arbeit, speziell bei grossen Flächen

Ab ca. 1700 wird Dampfkraft zum Antrieb von Maschinen verwendet. James Watt verhalf der Dampfmaschine 1770 zum Durchbruch. Einige Jahre später waren viele Strassenfahrzeuge sowie Schienenfahrzeuge mit dieser einfachen Technologie unterwegs. Früher gab es dampfbetriebene Autos, Lastwagen und spezielle Strassenfahrzeuge. Die Technologie wurde bis zum zweiten Weltkrieg gebaut und verschwand dann allmählich wieder. Grosse Erfolge hatten dampfbetriebene Schiffe, Lokomotiven und Landwirtschaftliche Fahrzeuge.



Bild: Stärkste Dampflokomotive aller Zeiten. Die für die Union Pacific im Jahr 1945 gebaute Dampflokomotive Big Boy wiegt 345 Tonnen und hat 6290 PS unter der Haube...

### Vorteile Dampfmaschine

Die wichtigsten Vorteile der Dampfmaschine: Die Maschine liefert viel Kraft bei tiefen Drehzahlen, ausserdem läuft sie genauso gut vorwärts wie rückwärts. Dampffahrzeuge können unter Last anfahren und brauchen weder Kupplung noch Getriebe. Zudem stellt die externe Verbrennung keine hohen Ansprüche an den Brennstoff, eine Dampfmaschine funktioniert mit allem, was irgendwie brennt, Kohle, Holz, Öl, Torf, Abfälle irgendwelcher Art usw.

### Nachteile Dampfmaschine

Der wohl grösste Nachteil ist der bescheidene Wirkungsgrad von unter 15%! d. h. nur 15% der aufgewendeten Energie des Brennstoffs werden in Bewegungsenergie umgesetzt, alles andere sind Verluste. Diese kommen durch die langen Wege der Energie bei der zweimaligen Umwandlung zustande. Zudem müssen bei Dampffahrzeugen nicht nur die Maschine selbst sondern auch Brennstoffvorrat mitgeführt werden. Zudem braucht man eine grosse und schwere Wassermenge, dadurch wird der Wirkungsgrad weiter reduziert.

Aus diesen Gründen sind heute Kolbendampfmaschinen aus allen Bereichen verschwunden. Geblieben ist die Dampfturbine, die einen Wirkungsgrad von bis zu 85% hat. Sie lässt sich aber sinnvoll nur stationär einsetzen, z.B. in Kraftwerken.

#### Zukunftspotential

Obwohl das Zukunftspotential dieser Technologie gering ist, werden heute im Energiebereich massenhaft Dampfturbinen eingesetzt. Dampfturbinen gelten als Nachfolger der alten Dampfmaschinen. Eine Dampfturbine besteht aus einer schnell rotierenden Welle bestückt mit vielen Turbinenschaufeln, die von Wasserdampf umströmt werden. Grosse Dampfturbinen werden hauptsächlich in Kernkraftwerken und Kohlekraftwerken eingesetzt.



Bild: moderne Dampfturbine

#### **Swissroller erwartet im Fahrzeugbereich folgende Entwicklung in den nächsten 20 Jahren**

(unter der Voraussetzung das der Staat bei diesem Thema wie bisher nicht lenkend eingreift)

#### **Energie / Marktchancen / Marktanteil im Jahr 2026**

##### **Benzin**

Nach wie vor grosse Verbreitung, da riesige Infrastruktur vorhanden. Grosses Potential wenn modernere und umweltneutralere Benzinmotoren auf den Markt kommen.

**45%**

##### **Diesel**

Nach wie vor grosse Verbreitung, da riesige Infrastruktur vorhanden. Wenn die Industrie die extrem gefährlichen Russpartikel nicht in den Griff kriegt, droht Dieselfahrzeugen ein Fahrverbot in Städten. LKW's, Schiffe sowie die Landwirtschaft werden weiter Dieselfahrzeuge benutzen.

**35%**

##### **Erdgas**

Wird sich weiter entwickeln, aber ein Nischenprodukt bleiben. Die selben Firmen die Öl fördern, pumpen auch Erdgas. Ob kartellierte Abhängigkeit von Oel oder Gas ist schlussendlich egal. Hinzu kommt, dass Erdgas ebenfalls ein fossiles Produkt ist und irgendwann mal erschöpft sein wird. Die fehlende Infrastruktur für die Gas-Betankungen wird zwar wachsen, aber immer noch Nische bleiben.

**5%**

##### **Regenerative Treibstoffe**

Eine gute Idee, Treibstoff aus Pflanzen, Getreide, etc. herzustellen. Der Aufwand für die Herstellung dieser Treibstoffe ist jedoch noch zu teuer und bringt viele Probleme bei der Verteilung mit sich.

**2%**

##### **Wasserstoff**

Die Lösung unserer Energieprobleme mit Wasserstoff ist ein grosses Märchen. Wirtschaftlich nicht interessant und ökologisch sogar bedenklich, denn um Wasserstoff zu produzieren braucht es extrem viel Energie. Der Gesamtwirkungsgrad ist zu schlecht. Die Ökobilanz von riesigen Solarkraftwerken ist noch nicht realisierbar.

**1%**

### **Brennstoffzelle zum Antrieb von Elektrofahrzeugen**

Technisch machbare Technologie, die aber wirtschaftlich heute noch keinen Sinn macht. Muss sich in den nächsten Jahren in der Praxis bestätigen. Könnte ab dem Jahr 2040 oder später als Massenprodukt brauchbar sein.

1%

### **Elektrische Akkus zum Antrieb von Elektrofahrzeugen**

Schon heute sind Lithium-Akkus mit 3-4 facher Leistung wie Blei-Akkus vorhanden und funktionieren auch. Dieser Energiespeicher macht bei kleinen Fahrzeugen wie E-Scooter, Trottinette, Elektrowelos, etc. Sinn und wird sich im Nahverkehrsbereich durchsetzen. Ein reiner Akkubetrieb für schwere Autos wird sich aus Kostengründen noch nicht durchsetzen können. E-Fahrzeuge müssen leicht sein, um effizient zu sein, zur Zeit herrscht noch der Trend "mehr, schneller, schwerer"

1%

### **Hybride Antriebe (Bsp. Benzin & Elektro)**

Hybride Antriebe sind sehr interessant und sinnvoll. Speziell im Stadtbetrieb ist diese Lösung sehr effizient. Es werden sowohl milde wie harte Hybridvarianten erfolgreich sein.

10%

### **Optimierung von bestehenden Antrieben**

Das Sparpotential durch Optimierung von bestehenden Benzin- oder Dieselmodellen ist die einfachste und kostengünstigste Lösung, weil die bestehende Infrastruktur weiter genutzt werden kann. Verteilt auf Benzin & Diesel

### **Die letzten Worte zum Thema Energerie**

- Über die Hälfte aller weltweit arbeitenden Atomkraftwerke sind auf Kriegsschiffen oder U-Booten im Einsatz.
- Gemäss aktuellsten Studien reichen die Ölvorräte noch zum Jahr 2050. Dies wird seit 100 Jahren regelmässig berechnet, bis jetzt hat der technische Fortschritt in der Ölförderung das Ende des Autofahrens immer wieder hinausgeschoben.
- Heute, also im Jahr 2006, leben immer noch 1,6 Milliarden Menschen ohne Strom, das sind ca. 30 Prozent der Weltbevölkerung .

### **Heizungen / Heizsysteme**

Die meisten Menschen haben keine Vorstellung davon, wo die eigentlichen Stromfresser im Haushalt sind. Die meiste Energie wird für die Wärmeproduktion gebraucht. Es spielt also überhaupt keine Rolle, ob der Toaster die neuste Energiespartikette des Bundes trägt oder ob im Bad eine Energiesparlampe leuchtet. Heizung und Warmwasser machen 90% des Gesamtverbrauchs aus, da muss man den Hebel ansetzen

Licht, 1 %  
Haushaltsgeräte, 9%  
Warmwasser, 12%  
Heizung, 78%

### **Öl**

Ölheizungen sind in der Schweiz stark verbreitet. Bei dieser Heizmethode wird Leichtöl (=Diesel) mit Hilfe eines Ölbrenners verbrannt. Dank grosser Verbreitung war ein Ölheizsystem in der Vergangenheit relativ günstig zu haben. Die steigenden Preise für Erdöl haben dem jetzt ein Ende gemacht. Vom Ökologiedanken her ist diese Art Heizung heute natürlich Unsinn und auch von der Kostenseite her ein Auslaufmodell. Die Verkäufer von Ölheizungen sind nicht zu beneiden, diese Heizsysteme werden allmählich aus dem Markt gedrängt.

Vorteile: Erprobtes und funktionierendes System, grosser Heizwert von Öl

Nachteile: Umweltverschmutzung durch Abgase, grosser Platzbedarf im Haus für Öltank, Servicekosten für Brenner, Tank & Kaminfeger

Fazit: Früher wusste man es nicht besser. Heute gibt es berechenbarere, effizientere und günstigere Heizsysteme.

## **Gas**

Erdgas wird für Heizsysteme und als Treibstoff für Autos in letzter Zeit mit grossem Marketingaufwand als perfektes Heissystem angepriesen. Ist es aber nicht. Gas hat zwar bei den Abgasen gegenüber Erdöl Vorteile. Eine Gasheizung ist nur möglich, wenn die entsprechende Stadt, das Dorf und die Siedlung bereits mit einer Gasinfrastruktur erschlossen ist. Obwohl die Gasindustrie die Sicherheit als problemlos garantiert, explodiert fast jedes Jahr irgendwo in Europa ein Haus, weil Gas ausgetreten war. Auf der Kostenseite steigen die Gaspreise bei Preiserhöhungen für Öl ebenfalls und es darf nicht vergessen werden, dass Gas auch ein fossiler Brennstoff ist und irgendwann mal fertig ist. Gas ist also nicht die Lösung unserer Energieprobleme.

Vorteile: Erprobtes und funktionierendes System, weniger grosse Umweltverschmutzung durch Abgase als Öl, kein Tank für Energievorrat im Haus nötig

Nachteile: Umweltverschmutzung durch Abgase, Abhängigkeit von externer Gaslieferung, Servicekosten für Brenner & Kaminfeger, Explosionsgefahr

Fazit: Moderner als eine Ölheizung, aber immer noch nicht die Endlösung. Heute gibt es wesentlich bessere, effizientere und sicherere Heizsysteme.

## **Holzpellets**

Holz hat sich in den letzten Jahren, auch dank den steigendem Ölpreis, als alternativer Brennstoff etabliert. Die praktischen Holzpellets (=aus Sägemehl gepresste Holzstückchen) können automatisch verbrannt werden. Die Holzpellets müssen in einem trockenen Raum gelagert werden. Per Förderband werden die Pellets automatisch in die Heizung transportiert und dort verbrannt. Naturfreunde haben Freude an diesem Heizsystem, denn die toten Bäume haben während ihrem damaligen Wachstum Sauerstoff produziert und gelten somit als CO<sub>2</sub> neutral. Ganz problemlos ist diese Art von Holzheizung jedoch nicht, denn sie verursacht bei der Verbrennung eine Menge gefährlichen Feinstaubs, dieser ist für Menschen gefährlich. Abgasfilter gibt es heute (Mai 2006) noch nicht.

Vorteile: Relativ neues aber gut funktionierendes System, CO<sub>2</sub>-neutral, keine CO<sub>2</sub>-Abgabe

Nachteile: Umweltverschmutzung durch Feinstaub in den Abgasen, grosser Platzbedarf für Pelletslager im Haus, Servicekosten für Brenner & Kaminfeger

Fazit: Eine echte CO<sub>2</sub>-neutrale Alternative für Öl oder Gas

## **Wärmepumpe**

Die ersten Besitzer einer Heizung per Wärmepumpe waren noch Pioniere. Wärmepumpen waren schon damals technisch raffiniert und energietechnisch genial aber man hatte damals aber noch keine Langzeiterfahrung. Die ersten Käufer gingen ein Risiko ein und mussten viel Geld in die Hand nehmen. Wärmepumpen-Heizungen sind heute langzeiterprobt, effizient und kostengünstig. Die Funktion ist ähnlich einer Velopumpe, wenn man die Pumpe bedient und den Finger auf den Luftschlauch hält, spürt man Wärme. Man kann das System auch mit einem Kühlschranks vergleichen, dank einem Kompressor wird Luft verdichtet und es entsteht Kälte, bei der Wärmepumpe wird das einfach umgekehrt gemacht, es entsteht Wärme. Die Grundversion der Wärmepumpe funktioniert mit Umgebungsluft, die noch bessere Version arbeitet als Solesystem. Bei dieser effizienteren aber auch teureren Version werden 2 Löcher im Garten gebohrt um zusätzlich die Erdwärme zu nutzen. Die Anfangsinvestitionen sind etwas höher, dafür kauft man sich Unabhängigkeit vom Öl- oder Gaslieferanten. Die Wärmepumpe selbst funktioniert mit Strom, ganz unabhängig ist man also auch bei diesem System nicht.

Vorteile: Sehr effizientes und gut funktionierendes Heizsystem, stabile Energiepreise, CO<sub>2</sub>-neutral, keine CO<sub>2</sub>-Abgabe, minimale Unterhaltskosten, wenig Platzbedarf

Nachteile: Bei Sole-Variante: höhere Investitionskosten, Strom für den Betrieb der Wärmepumpe nötig (60% aus Wasserkraft, 40% aus Atomkraft)

Fazit: Beste Alternative für Öl, Gas oder Pellets

## **Solar**

Die Sonne ist der grösste Energielieferant der Erde. Während den 70er und 80er Jahren war die Solartechnik zur Gewinnung von Warmwasser oder Elektrizität noch ein Steckenpferd von technisch interessierten Menschen die sich meist mit selbstgestrickten grünen Socken und Ledersandalen kleideten. In den 90er Jahren interessierten sich plötzlich auch andere Menschen für diese hochinteressante Solartechnik, die vermutlich ein wichtiger Schlüssel zur Lösung unserer zukünftigen Energieprobleme sein wird. Zwar fuhren auch diese Leute keinen Porsche, sie missionierten in der Welt umher und träumten von der grossen Solarzukunft. Der Traum dieser Leute wird langsam wahr, allerdings mit Verspätung, weil bisher zu wenig in die Entwicklung der Solartechnik investiert wurde. Da in der Zwischenzeit sogar der US-Präsident Bush die Versäumnisse in diesem Bereich erkannt hat, werden künftig Forschungsgelder reichlich fliessen. Seit dem Jahr 2005 interessieren sich auch durchschnittliche Menschen für diese Technik. Solar ist als Zukunftstechnologie anerkannt.

Solarvariante 1: Auf dem Dach angebrachte Sonnenkollektoren in Form von schwarzen Röhren erwärmen das darin fließende oder ruhende Wasser.

Solarvariante 2: Photovoltaische Anlagen wandeln direkt Sonnenlicht in elektrische Energie um. Das funktioniert völlig bewegungs- und geräuschlos, es entstehen auch keine Abgase, einfach nichts. Das genialste Energiegewinnungssystem.

Die Solartechnik hat sich in den letzten Jahren gut weiterentwickelt und hat nur einen einzigen Nachteil, sie ist relativ teuer. Dank grosser Marktnachfrage sinken die Preise für Solaranlagen nun und in Anbetracht des steigenden Heizölpreises wird die Solarbranche einen grossen Zulauf erleben.

Vorteile: Energietechnische Unabhängigkeit, Unabhängigkeit von Energiepreisen, Umweltneutral, keine CO<sub>2</sub>-Abgabe

Nachteile: 100% Energieunabhängigkeit nur bei neueren Häusern mit genügender Isolierung möglich. Altbauten müssen zuerst isolationstechnisch saniert werden, es ist jedoch eine Kombination mit einem anderen Heizsystem möglich (Bsp.

Wärmepumpe+Solar)

Fazit: Mit Abstand beste aber auch teuerste Alternative mit grossem Zukunftspotential