

# Wasserstoff/Hydrogen-Forum für Einsteiger



**AUTOVISION**  
Tradition & Forum

## Energie? Wofür brauchen wir die eigentlich?

Auch wenn es uns kaum bewußt ist, unser aller Leben ist stark mit dem Begriff "Energie" verknüpft. Ohne Energie funktioniert beinahe nichts mehr. Energie ist Wärme und Licht. Energie sorgt für Bewegung. Ob wir mit dem Auto fahren, die Kaffeemaschine einschalten oder unsere Wohnung heizen, immer ist Energie die treibende Kraft.



Damit wir Energie nutzen können, muß sie uns in Form eines Energieträgers bereitgestellt werden. Ein Energieträger dient zur Speicherung und zum Transport von Energie, damit sie an jedem Ort und zu jeder Zeit zur Verfügung steht. Energieträger sind z.B. Strom, Gas, Benzin oder Kohle. Wichtig ist die Unterscheidung in primäre und sekundäre Energieträger. Primäre fossile Energieträger wie Kohle, Erdgas und Erdöl lassen sich nicht erzeugen. Sie müssen aus vorhandenen Ressourcen gewonnen werden. Ihre Verfügbarkeit ist also begrenzt, da sie einem bestehenden Vorrat entnommen werden, der nicht wieder auffüllbar ist.

Ein sekundärer Energieträger ist z.B. der elektrische Strom. Er läßt sich nicht aus der Natur entnehmen sondern muß durch Einsatz primärer Energieträger erzeugt werden. Um den Sekundärenergieträger Strom zu erzeugen, ist es ganz gleichgültig welcher Primärenergieträger eingesetzt wird. Strom läßt sich aus Öl, Kohle, Erdgas, aber auch aus Energieträgern wie Windkraft, Wasserkraft und der Sonnenenergie gewinnen.



### Beispiele für Anwendungen von Energieträgern

Energieträger:

Anwendung:



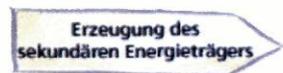
Kohle  
Erdöl  
Erdgas  
Biomasse



Transport/ Verkehr  
Wärme/ Heizung



Erdöl



Benzin/  
Diesel



Transport/ Verkehr



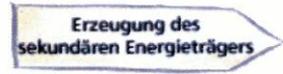
Strom



Haushalt  
Industrie



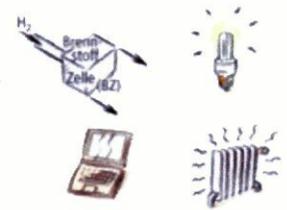
Kohle  
Erdöl  
Erdgas  
Biomasse  
Uran  
Windkraft  
Wasserkraft  
Sonnenenergie



Mobile Anwendungen

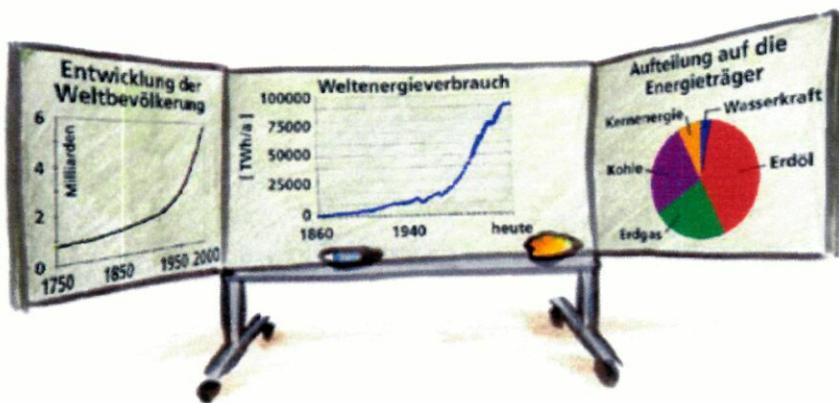


Wasser-  
stoff



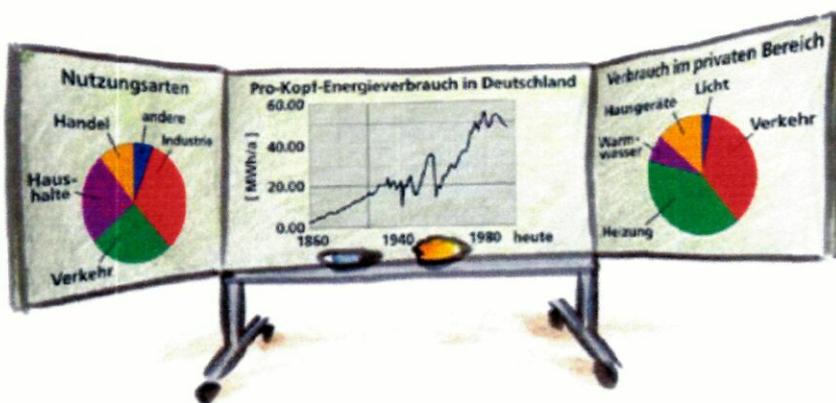
Stationäre Anwendungen

## Wieviel Energie verbrauchen wir eigentlich?



Weltweit wird heute also etwa 4,5 mal soviel Energie verbraucht wie 1950. Aus welchen Primärenergieträgern gewinnen wir diese Energie?

Wofür brauchen wir diese riesige Energiemenge?



Im privaten Bereich wird Energie in der Hauptsache zum Heizen und im Verkehr verbraucht



## Werverbraucht wieviel Energie?

- Etwa 40% der Weltbevölkerung verbrauchen 80% der gesamten Energie
- Würden alle Menschen soviel verbrauchen wie ein Deutscher, würde sich der Welt-Energieverbrauch verdreifachen!
- Würden alle Menschen soviel verbrauchen wie ein Amerikaner, würde sich der Welt-Energieverbrauch verfünffachen!

Die Grafik zeigt den pro Kopf-Energieverbrauch verschiedener Länder im Vergleich (1991):



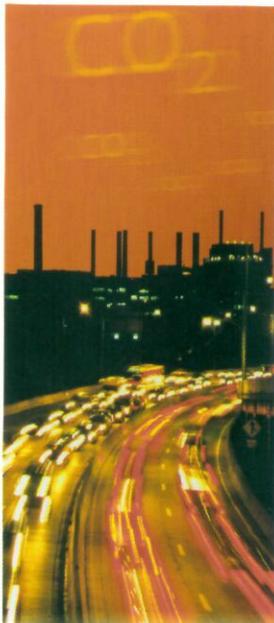
Ein Deutscher verbraucht 17 mal soviel wie ein Nepalese...

## Die Nutzung fossiler Energieträger verursacht erhebliche Emissionen

Schädliche Abgase entstehen vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Die Verbrennung geschieht z.B. im Motor eines Kraftfahrzeugs, in der Heizungsanlage oder im Kraftwerk bei der Stromerzeugung. Strom, der uns zu Hause als eine sehr saubere Energie erscheint, verursacht im Kraftwerk ganz erhebliche Abgase. Vor allem weil bei der Stromerzeugung zwei Drittel der Energie verloren gehen. Jede kWh Strom die wir nutzen, verursacht also so viele Emissionen wie die Verbrennung von 3 kWh eines Primärenergieträgers.

Filteranlagen in den Kraftwerken reduzieren die Emission besonders kritischer Stoffe wie Schwefel und Stickoxide. Aber selbst die besten Filter können das Treibhausgas CO<sub>2</sub> nicht zurückhalten.

Filteranlagen sind sehr teuer und damit nur bei großen Kraftwerken rentabel. Die vielen kleinen Emissionsquellen wie Heizungsanlagen oder auch die Autoabgase können nur begrenzt gefiltert werden. Besonders Autoabgase enthalten eine große Vielfalt sehr gefährlicher Stoffe. Insbesondere die unverbrannten Kohlenwasserstoffe belasten die Atemluft sehr stark. Zusammen mit dem hohen Anteil an Stickoxiden wird zusätzlich das Phänomen des Sommersmog (Stichwort Ozon) verursacht.



▲ Verkehr in den Zentren -je nach Empfinden mal eine Chance und mal Belastung.



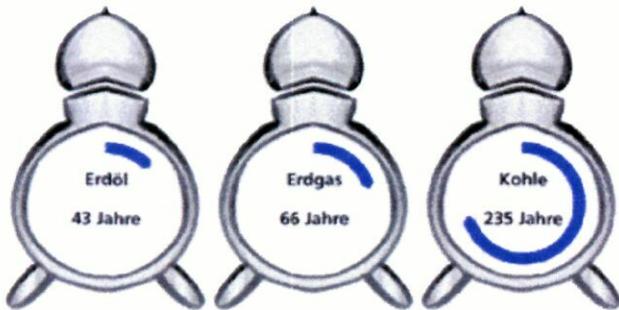


## Wann gehen die Vorräte an fossilen Energieträgern zu Ende?

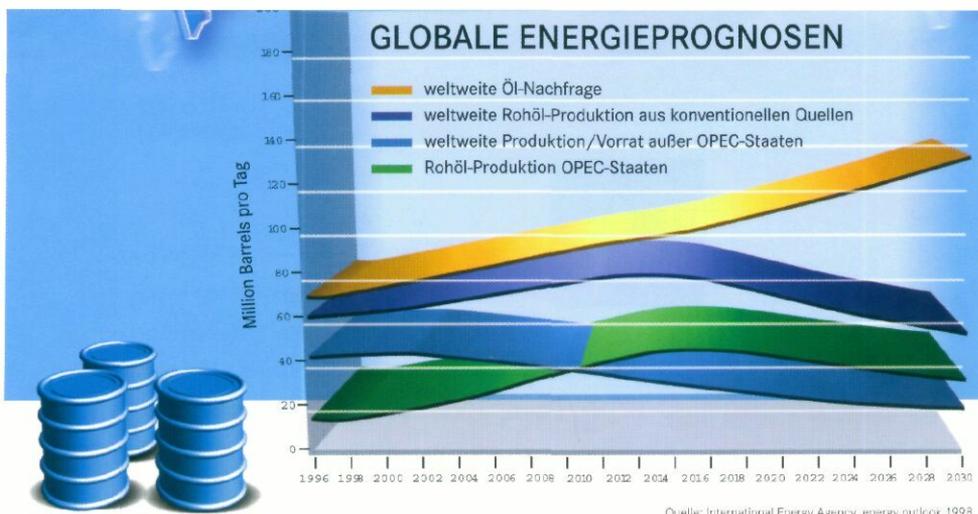
Diese Frage genau zu beantworten ist kaum möglich. Niemand kann genau sagen wie groß die Vorräte fossiler Energieträger wirklich sind und niemand kann voraussagen wie sich der Verbrauch entwickeln wird. Schließlich liegt es an uns selbst, viel oder wenig Energie zu verbrauchen. Es zeichnet sich allerdings ab, daß der Verbrauch weltweit eher steigen als sinken wird. Besonders Asien und Südamerika industrialisieren sich zunehmend.

Die statische Reichweite der bekannten Vorräte läßt sich recht gut abschätzen. Man muß bei gegenwärtigem Verbrauch mit einem Ende von Erdöl und Erdgas in 40-50 Jahren rechnen. Selbst wenn es noch Reserven für 10 weitere Jahre gibt, ändert dies nichts an der dadurch entstehenden Problemstellung. Bei weiterhin schnell steigendem Verbrauch könnten die Vorräte eher noch früher erschöpft sein. Eine Verknappung von Rohöl wird schon weit vor dem tatsächlichen Ende eintreten. Es wird immer schwieriger und immer teurer werden öl zu fördern. Dies wird zu erheblichen Preissteigerungen und unter Umständen sogar zu Verteilungskämpfen führen.

Berücksichtigt man die großen Zeiträume, die es braucht, um die Struktur der Energieversorgung zu ändern, so ist es höchste Zeit sich Alternativen zu überlegen.



Grafik der statischen Reichweiten von Öl, Gas, Kohle (1994)



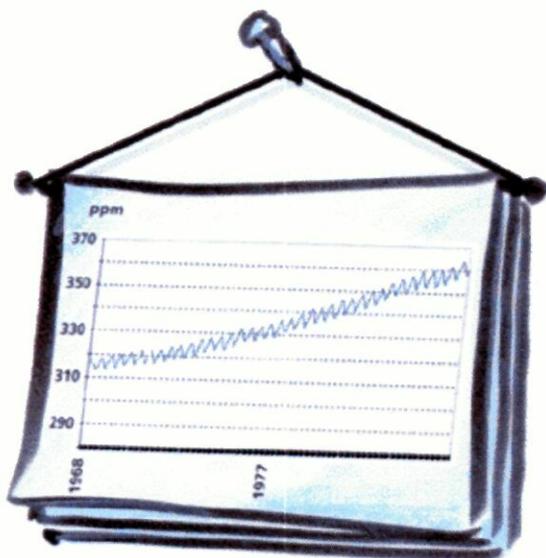


## Der Treibhauseffekt

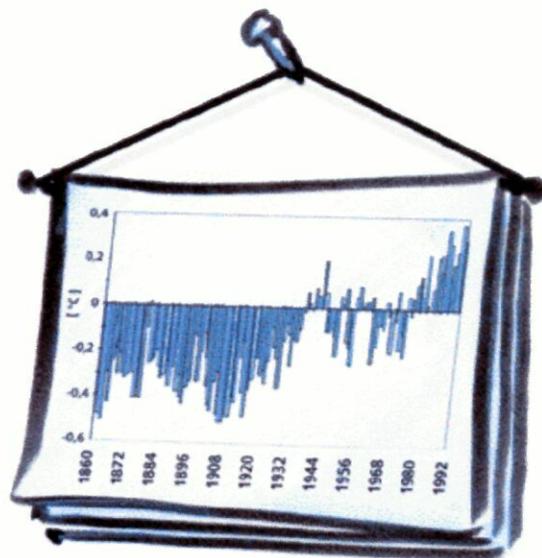
Auch mit den besten Filteranlagen läßt sich das bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Kohlendioxid nicht zurückhalten. Mehr als 20 Milliarden Tonnen dieses Gases werden jedes Jahr allein durch den Energieverbrauch in die Atmosphäre eingebracht.

Zusammen mit anderen Gasen wie z.B. Methan, bildet CO<sub>2</sub> ein sogenanntes Treibhaus-Gas. Diese Gase sammeln sich in der Atmosphäre und behindern die Wärmeabstrahlung der Erde. Die Sonne strahlt ganz erhebliche Energiemengen auf die Erde. Ein Teil dieser Strahlen wird aufgenommen und ist danach als Wärme spürbar, ein Teil der Strahlung wird reflektiert. Damit die Temperatur auf der Erde gleich bleibt, muß genauso viel Energie in Form von Wärmestrahlung von der Erde abgegeben werden wie von der Sonne aufgenommen wird. Diese Rückstrahlung wird durch verschiedene Treibhausgase behindert. Die Folge: Die durchschnittlichen Temperaturen steigen, wie in einem Treibhaus, langsam aber deutlich meßbar an.

Die Folgen des Treibhauseffekts...



CO<sub>2</sub> Gehalt



Durchschnittstemperaturen

## Was ist eine regenerative Energieversorgung?

Eine regenerative Energieversorgung bedient sich einer Energiequelle, die sich selbst erneuert. Gibt es so etwas? Streng genommen eigentlich nicht, es gibt allerdings Energiequellen wie die Sonne, deren Vorräte nach menschlichen Horizonten unerschöpflich sind.

Doch wie läßt sich Sonnenenergie nutzen?

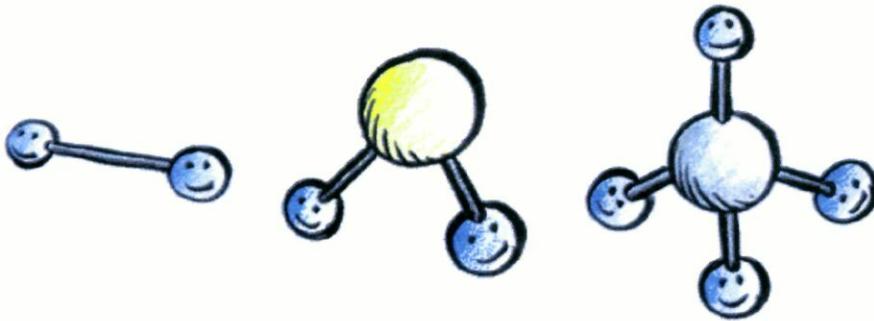
Das Spektrum der Sonnenenergienutzung ist überraschend groß, denn auch die Nutzung von Biomasse oder die Windenergie lassen sich auf die Sonne zurückführen. Dazu kommt die direkte Nutzung der Sonnenstrahlung in Form von Wärme, Solarthermie genannt, oder durch Stromgewinnung mit Solarzellen. Die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom nennt sich Photovoltaik und ist eine der wichtigsten Zukunftstechnologien.

Eines der wesentlichen Kennzeichen der regenerativen Energien ist die Vielfalt der Technologien und Möglichkeiten. Nicht eine Form der Energiegewinnung ist die einzig richtige, sondern alle zusammen ergänzen sich, um unsere Energieversorgung sicherzustellen.



## Was ist Wasserstoff eigentlich?

Wasserstoff hat das chemische Zeichen H und ist das erste Element im Periodensystem. Als Wasserstoffgas verbindet es sich zu  $H_2$  Molekülen. Wasserstoff kommt in der Natur nicht ungebunden vor. Die größten Mengen sind im Wasser  $H_2O$  gebunden. Aber auch in allen organischen Verbindungen ist Wasserstoff in Verbindung mit Kohlenstoff enthalten. Wasserstoff-Gas selbst ist unsichtbar und völlig geruchlos. Es verbrennt ebenfalls geruchlos und als Abgas entsteht mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff nichts anderes als Wasser. Da in unserer Luft auch Stickstoff enthalten ist, entstehen wie bei jeder Verbrennung geringe Mengen von Stickoxiden.



Bilder: Wasserstoffmolekül  $H_2$ , Wasser  $H_2O$ , und Methan  $CH_4$ .



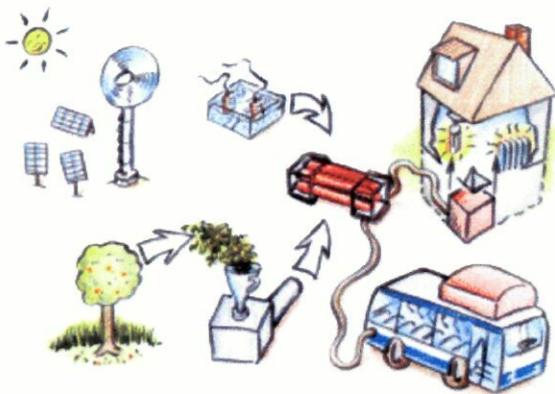
## Wasserstoff als Energie? oder als Energieträger?

Was hat Wasserstoff mit regenerativer Energie zu tun?

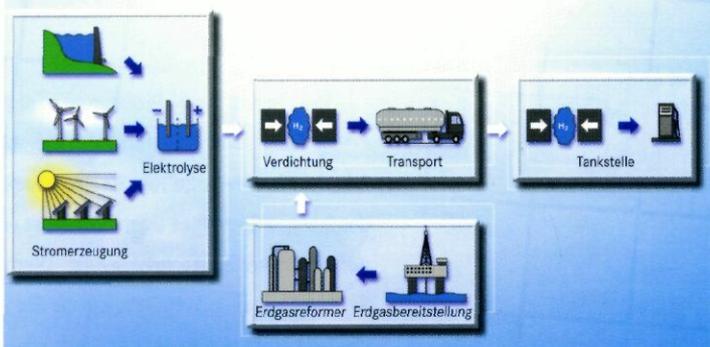
Dies ist eine berechnete Frage, denn Wasserstoff alleine kann unsere zukünftige Energieversorgung nicht sicherstellen. Wasserstoff lässt sich nicht irgendwo abbauen oder aus der Erde fördern.

So ist Wasserstoff eigentlich keine Energie sondern ein Energieträger, ähnlich wie der elektrische Strom. Strom lässt sich auch nicht irgendwo einsammeln. Eigentlich dient Strom sogar nur zum Transport von Energie, denn Speichern lässt sich Strom nur sehr schwierig. Wasserstoff hingegen lässt sich sehr gut speichern. Es lässt sich in Pipelines oder in Tankwagen transportieren, ganz ähnlich wie das heutige Erdgas. Übrigens bestand das früher statt Erdgas verwendete Stadtgas bereits zu rund 50% aus Wasserstoff!

Weil sich Wasserstoff gut speichern lässt, ist er ein Energieträger mit einem sehr großen Anwendungsspektrum. Er eignet sich als Treibstoff für Fahrzeuge genauso wie zum Heizen oder zur Stromerzeugung. Er ist der ideale Energieträger für regenerative Energiequellen!



### Elemente einer Wasserstoff-Infrastruktur



## Die Vision



**Erneuerbare Energien** nutzen:  
Sonne, Wind, Wasser  
Biomasse, Erdwärme, Wellen ...

**Wasserstoff** macht erneuerbare Energien  
speicherbar und transportierbar



LH<sub>2</sub> Tankstelle, München-Flughafen, Deutschland

