

## Gedanken (kritische) zur heutigen Klima- und Energiepolitik

J.P. Blaser, 30. Nov. 2009, Emeritenstamm ETH

### Klimageschichte unserer Erde

Die Erde ist im Sonnensystem einzigartig: Atmosphäre, sehr viel Wasser und Sonnenabstand so dass Temperatur etwa Gefrierpunkt (Erde als 'schwarzer Körper', ohne Atmosphäre: ca. 0°C)

Das Klima wird durch die Strahlungsbilanz bestimmt und hat mehrere Gründe **instabil** zu sein:

Strahlungsbilanz: Absorption der Sonnenstrahlung durch den Erdboden (Reflektivität: Wolken, Schnee !)  
Emission von der höheren Atmosphäre aus (im Infrarot) durch Wasserdampf und CO<sub>2</sub> (bewirkt Treibhauseffekt)

Schneeball-Erde: Wäre stabil, da Schnee wenig Absorption aber viel Emission, kaum Treibhauseffekt da sehr wenig Wasserdampf und CO<sub>2</sub> → **global sehr tiefe Temperaturen**. Hat es offenbar gegeben. Wie dieser Zustand zu beenden war, erscheint aber rätselhaft

Erde heute mit Biologie: zwei **positive Rückkopplungen**:

mehr Wasserdampf → stärkerer Treibhauseffekt →  
höhere Temperatur → stärkere Verdampfung → usw

mehr CO<sub>2</sub> → stärkeres biologisches Wachstum →  
mehr CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>-Produktion → stärkerer Treibhauseffekt →  
höhere Temperatur → stärkeres biologisches Wachstum → usw

ferner vermutet man dass das Umkippen von Meereströmungen  
(z.B. Golfstrom) zu globalen Temperaturinstabilitäten führen kann

Messungen:

Heute viele Methoden, geologisch und Isotopen-technisch. Weit zurück natürlich ungenau, **letzte Million Jahre (Ma) jetzt sehr detailliert** möglich dank Eis-Bohrungen, vor allem in der Antarktis. Beispielsweise Messung der Konzentration von CO<sub>2</sub> in Luftbläschen im Eis, aber vor allem die Messung der Temperatur bei der Kondensation von Wasser mittels dem O<sup>18</sup> / O<sup>16</sup> Isotopenverhältnis.

Fig. 1 zeigt wie **extrem stark sich das Klima in Laufe der Erdgeschichte verändert** hat:

- viel früher offenbar einmal (oder sogar mehrmals?) global vergletscherte Erde
- letzte 200 Millionen Jahre mit sehr hohen Temperaturen, sehr starke biologische Aktivität (Pflanzen, Saurier). Hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Vielfaches von heute)
- dann vor etwa 25 Ma Kälteeinbruch und anschliessend graduell immer kälter werdendes Klima
- Auftritt von markanten Strukturen mit sehr raschen Erwärmungsphasen (möglicherweise gab es solche auch schon früher, aber in den Messungen nicht auflösbar?)
- **erst jetzt bildet sich Eis an den Polen**, Meeresniveau sinkt, Mittelmeer trocknet vor ca. 6 Ma aus. (Riesen - 'Death Valley' !)

Fig. 1

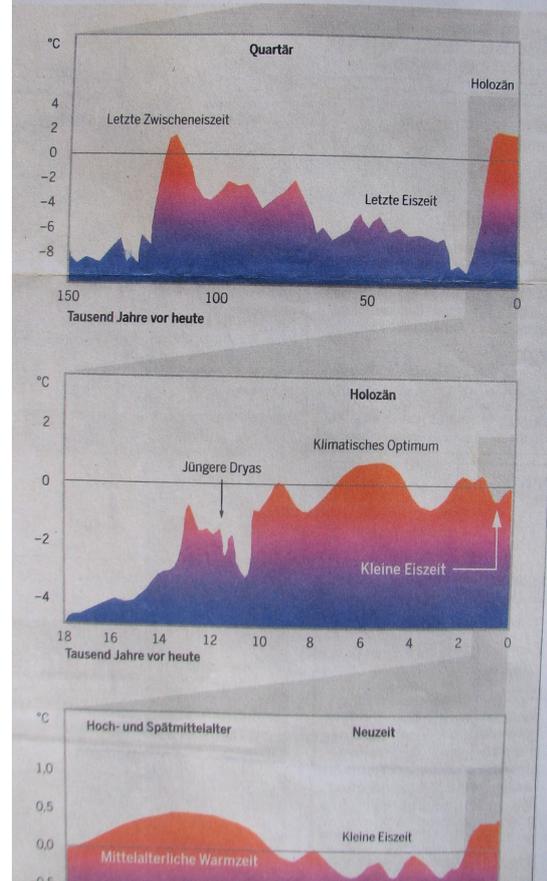
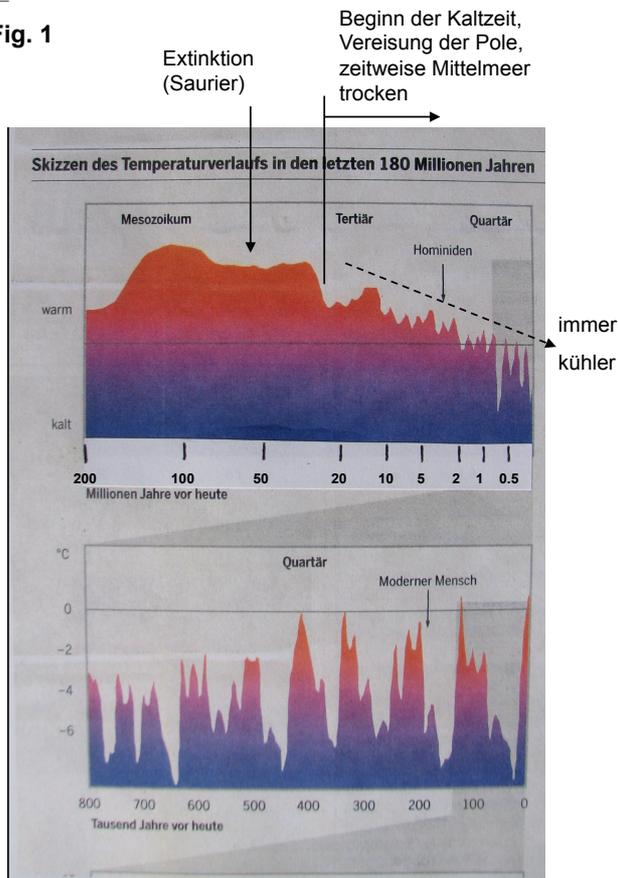


Fig. 2 - in der letzten Million Jahre bilden sich zuerst unregelmässige Strukturen mit starken, oft äusserst schnellen Temperaturänderungen. Variable Perioden von einigen 10 ka. Generell eine Dauer-Eiszeit mit milderer Phasen, geringere Unterschiede kalt-warm als heute

Fig. 2 und 3

- vor etwa 0.45 Ma plötzlicher Übergang zu einer erstaunlich regelmässigen Folge von bisher vier Eiszeiten mit kurzen warmen Zwischen-Eiszeiten (Interglaziale) alle etwa 100 000 a.

Fig. 4 zeigt die zwei letzten Eiszeiten, bemerkenswert ist:

- die letzte war die kälteste
- das letzte Interglazial war deutlich wärmer als das 'unsere' heute (so 4°)
- bei den früheren Interglazialen schneller direkter Anstieg auf maximale Temperatur, dann sofort Beginn einer Abkühlung. Bei 'unserem' schon seit etwa 10 ka eher konstante, aber relativ tiefe Temperatur
- die früheren Interglaziale waren oft zeitlich wesentlich kürzer: das vorletzte nur wenige Tausend Jahre
- immer wieder ganz kurze (wenige hundert Jahre), sehr starke Kälteeinbrüche (in unseren Breiten)
- im allgemeinen korreliert das CO<sub>2</sub> mit der Temperatur aber was ist Ursache und was Wirkung ?! z.B. bleibt bei letzter Zwischeneiszeit CO<sub>2</sub> während 20 ka hoch obwohl schon wieder Eiszeit ist!

Fig. 2

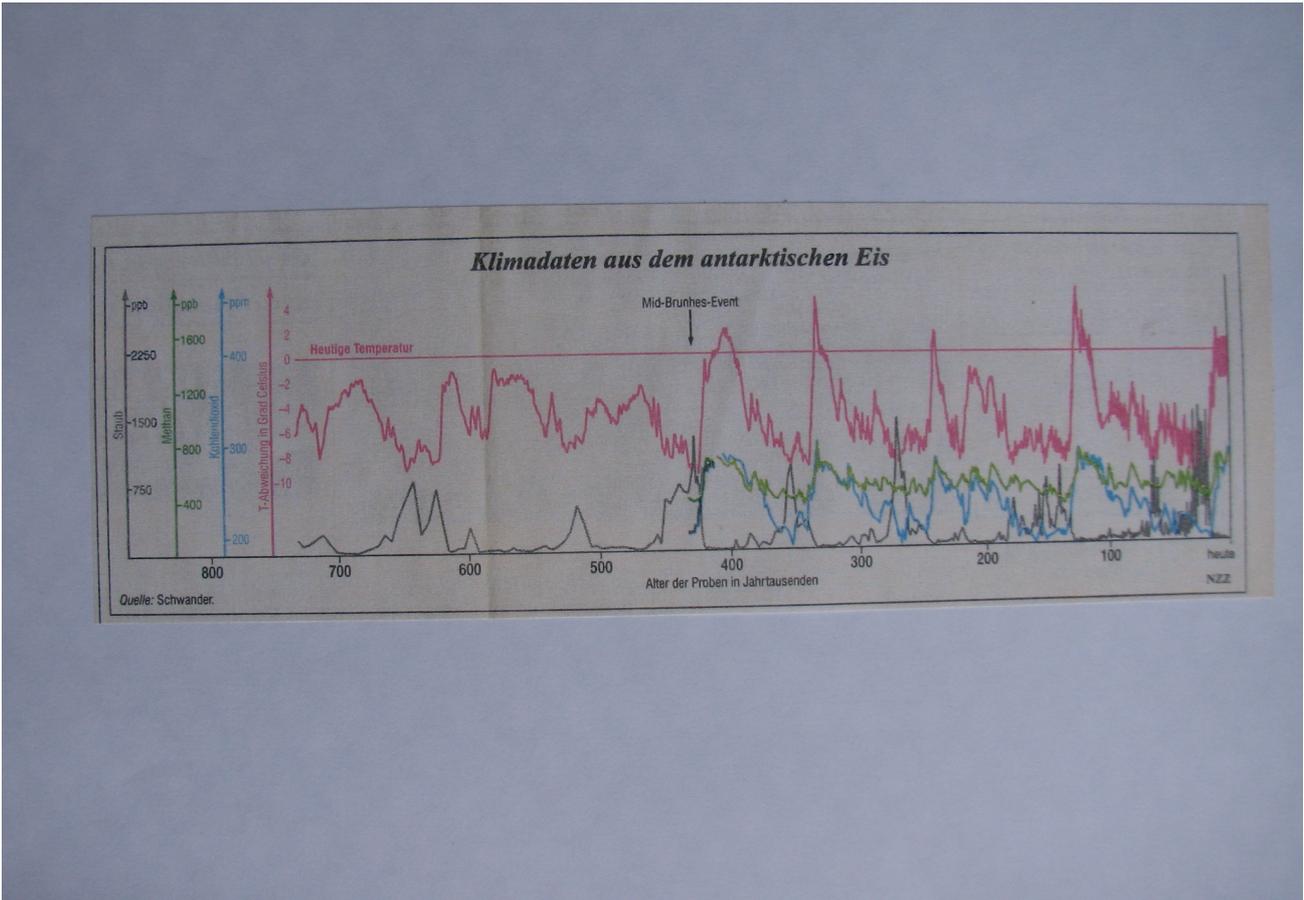


Fig. 3

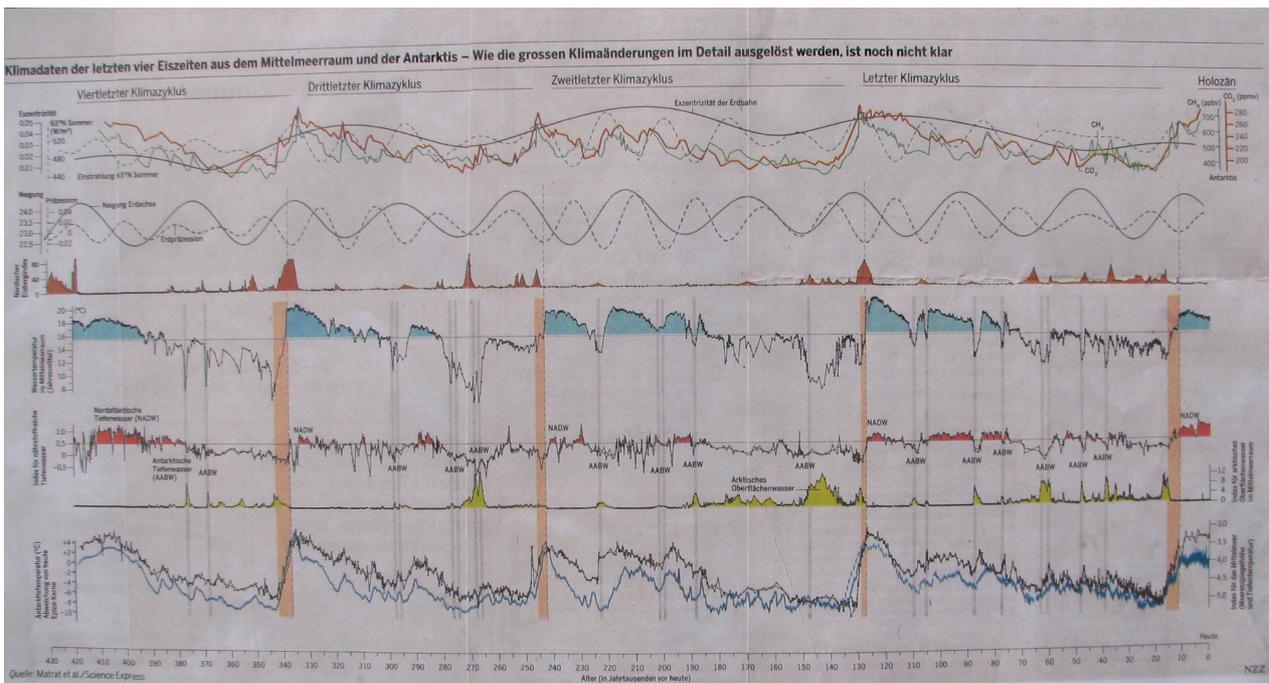


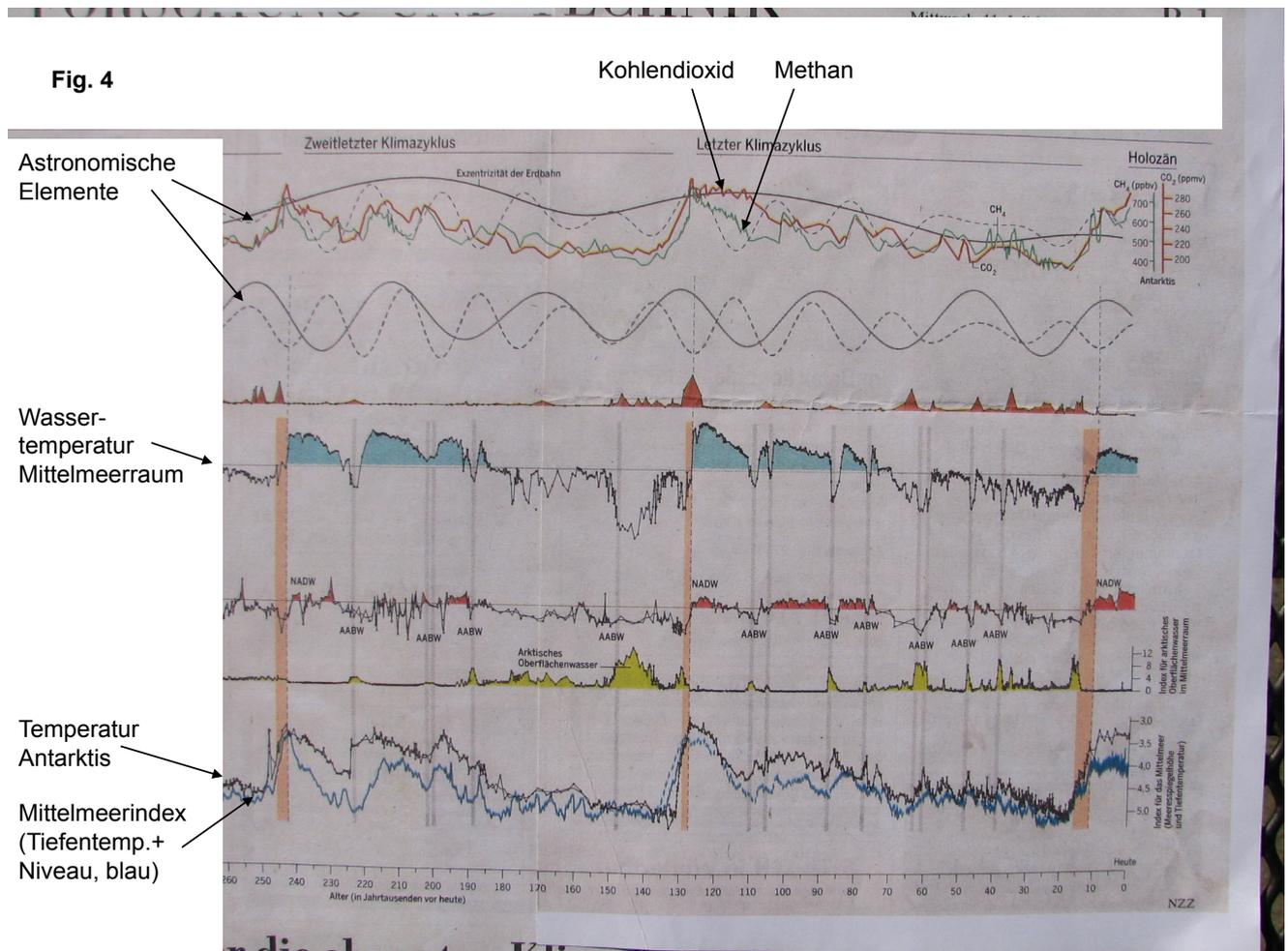
Fig. 2 - in der letzten Million Jahre bilden sich zuerst unregelmässige Strukturen mit starken, oft äusserst schnellen Temperaturänderungen. Variable Perioden von einigen 10 ka. Generell eine Dauer-Eiszeit mit milderer Phasen, geringere Unterschiede kalt-warm als heute

Fig. 2 und 3

- vor etwa 0.45 Ma plötzlicher Übergang zu einer erstaunlich regelmässigen Folge von bisher vier Eiszeiten mit kurzen warmen Zwischen-Eiszeiten (Interglaziale) alle etwa 100 000 a.

Fig. 4 zeigt die zwei letzten Eiszeiten, bemerkenswert ist:

- die letzte war stetig recht kalt
- das letzte Interglazial war deutlich wärmer als das 'unsere' heute (so 4°)
- bei den früheren Interglazialen schneller direkter Anstieg auf maximale Temperatur, dann sofort Beginn einer Abkühlung. Bei 'unserem' schon seit etwa 10 ka eher konstante, aber relativ tiefe Temperatur
- die früheren Interglaziale waren oft zeitlich wesentlich kürzer: das vorletzte nur wenige tausend Jahre
- während den Eiszeiten immer wieder ganz kurze (wenige hundert Jahre), sehr starke Kälteeinbrüche (in unseren Breiten)
- im allgemeinen korreliert das CO<sub>2</sub> mit der Temperatur ist aber nicht Ursache sondern Wirkung der Temperaturerhöhung! z.B. bleibt bei letzter Zwischeneiszeit CO<sub>2</sub> während 20 ka hoch obwohl schon wieder Eiszeit ist!



#### Schlussfolgerungen aus der wissenschaftlichen Situation:

- das **normale Klima** der Erde ist 'gegenwärtig' die **Eiszeit**, nur so 10% der Zeit gibt es wärmere Interglaziale (Breiten-abhängig)
- wir leben **heute** in einer **lang dauernden** aber **kühlen Zwischeneiszeit**
- generell **kühlt sich das Klima** seit einigen Millionen Jahren **graduell ab**
- nach den bisherigen Verläufen wäre **im Laufe der paar nächsten 1000 Jahre** mit dem **Beginn der nächsten Eiszeit** zu rechnen
- der heutige Ausstoss von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen ist die erste quantitativ relevante Einwirkung des Menschen auf die Klimaprozesse
- verglichen mit den natürlichen Faktoren welche die unerwartet komplexen Vorgänge der Klimazyklen steuern sind es zwar eher kleine, aber schnelle Störungen. Wegen den grundsätzlichen Instabilitäten ist ihre Wirkung aber kaum voraussehbar
  - **früherer Eintritt der nächsten Eiszeit?**
  - **Verlängerung 'unseres' Interglazials?**
  - **Anstossen einer Änderung des Klimatyps (jetziges Interglazial schon sehr 'mickrig' !): Dauereiszeit? wärmere Phase?**
  - **keine wesentliche Beeinflussung des Eiszeitzyklus**
- eine **Klimaerwärmung** (erdgeschichtlich sowieso kurzzeitig weil Fossile bald weg) **von einigen Graden** durch die Verstärkung des Treibhauseffekts durch fossile Brennstoffe ist gering im Rahmen der früheren Verläufe und in dem Sinne **gar keine 'Katastrophe' für die Erde**. Für die Menschheit wird es lokal schon **stärkere Auswirkungen** haben (Gewinner und Verlierer), **aber viel geringere als die** der früheren und zukünftigen **natürlichen Klimaschwankungen**

#### Schlussfolgerungen aus der anthropozentrischen Sicht der heutigen Politik:

- **lächerlich überheblich**: das momentane **Klima** sei **das genau richtige**, es gilt es unbedingt so zu erhalten
- CO<sub>2</sub> ist ein Gift, die es produzieren (immer die Anderen!) müssen bestraft werden, dabei:
  - das **CO<sub>2</sub>** in der Luft ist die **Basis allen** pflanzlichen und damit auch tierischen **Lebens**
  - **Wasserdampf** ist der **Hauptfaktor** des Treibhauseffekts (aber keine Schuldigen zu finden!)
- eine völlig illusorische, und in vielen Punkten falsche Energiepolitik
- **Ignorieren des wirklichen Problems** → **die Übervölkerung**

Nachhaltige Politik für die Menschheit wäre nämlich sich zu überlegen, wie man dannzumal vielleicht über 10 Milliarden Menschen ernähren will, wenn man schon in wenigen Tausend Jahren die Kartoffeln unter einem Gletscher pflanzen müsste!

## Energiepolitik

Verfügbarkeit von Energie wird für die Menschheit eine Schicksalsfrage werden .... und zwar relativ bald!

### Folge der Primärenergien:

- lange Holz
- Kohle → Basis der Industrialisierung
- Erdöl, -gas → Basis der Mobilität
- Hydroelektrizität und Fissions-Kernenergie → Strom, zentral für die entwickelte Technik (Telekommunikation, Computer)
- Sonnenenergie, direkt und indirekt (Wind, Bio, Gezeiten), Geothermie → ??? wann, wieviel?
- Brüter-Kernenergie, Fusion → wann, überhaupt ???
- dann ist physikalisch fertig !

Die Zyklen mit denen eine Hauptenergieform von der nächsten ersetzt wurde sind immer relativ lange gewesen, etwa 50-100 Jahre. Das wird so bleiben. So würde die globale Entwicklung einer 'erneuerbaren !' Kernenergie auf Brüter-Basis für den Aufbau des Brennstoffzyklus Jahrzehnte benötigen. Die werden wir nicht haben, wenn wir weiter an den wirklichen Problemen vorbeischaun!

Verfügbarkeiten der Primärenergien: (natürlich **stark abhängig** vom weiterem **Wachstum**, den effektiven **Anteilen** und den **Förderkosten**)

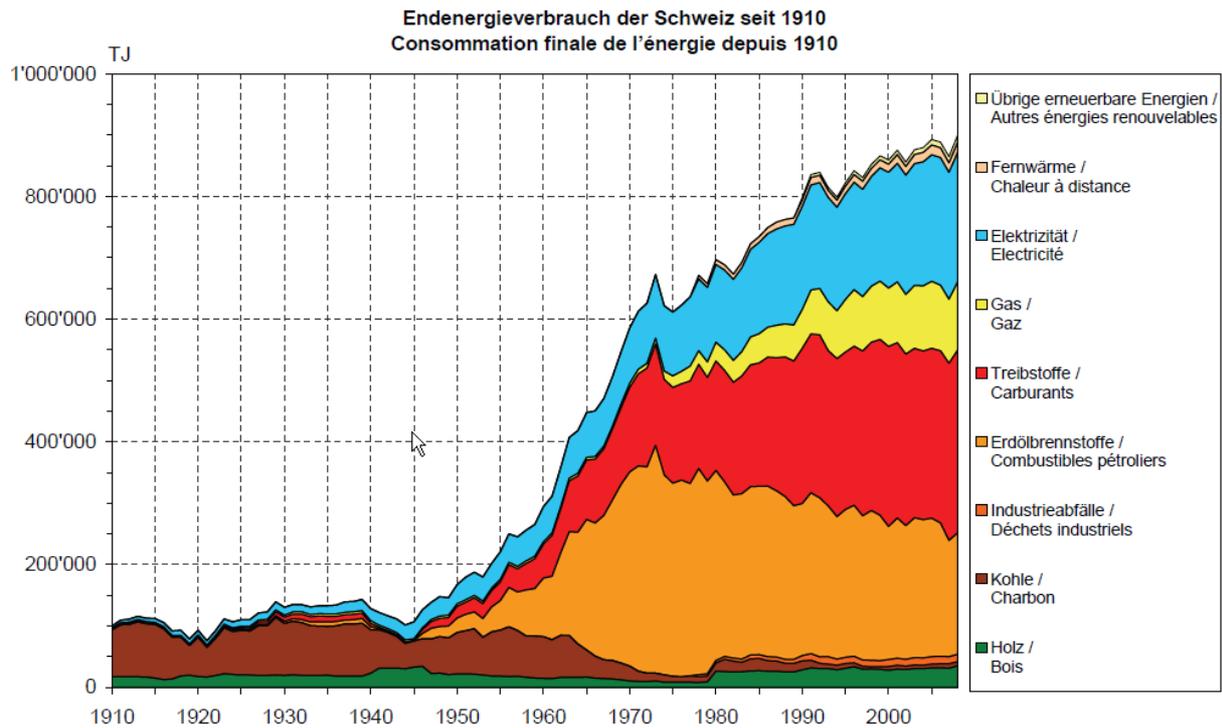
- Kohle viele Jahrhunderte
- 'peak oil' bald, ernsthafte Verknappung schon Mitte Jahrhundert ?
- 'peak gas' wohl schon jetzt, Verknappung schon früher ?
- Fissions- Kernenergie (Leichtwasser-Reaktoren) nur etwa so lang wie Öl !
- Brüter- Kernenergie (auch Thorium) Jahrtausende
- Fusions- Kernenergie (Deuterium) praktisch unbegrenzt (aber ev. nie realisierbar)

### Schlussfolgerungen:

Wie **dramatisch der Anstieg des Energieverbrauchs** in den letzten 50 Jahren war ist uns zu wenig bewusst ! (→ +1)

In den nächsten Jahrzehnten wird die Weltbevölkerung und deren Wohlstand weiter wachsen und der **Energiebedarf wird** unabhängig von allen Sparappellen **noch stark zunehmen** (Faktor 2 oder mehr). Der Anteil der Elektrizität wird weiter steigen.

**Ab Mitte Jahrhundert** ist bei Erdgas und Erdöl mit **einschneidenden Verknappungen** zu rechnen. Zuerst dürfte die Mobilität (Auto, Flugzeug) zusammenbrechen. Dass wir bis dann eine auf **Erneuerbaren** basierende globale **Energiewirtschaft** haben können ist reines **Wunschdenken** !



Was sagen nun die **Energieminister** ihren Völkern ?

- allgemein wird wissenschaftlich und technisch praktisch nicht, politisch voreingenommen und oft irreführend oder sogar völlig falsch informiert
- es werden **Kampagnen** gestartet die 'politisch gut aussehen', **keinem weh tun** aber **wirkungslos** sind
- **das entscheidende Problem ist tabu**: Wie soll in einer Demokratie die richtige langfristige Energiepolitik bestimmt werden?
  - die Mehrheit der Bevölkerung die darüber abstimmen soll ist nicht in der Lage die relevanten Zusammenhänge zu verstehen
  - die Medien treiben üble Desinformation
  - die Leute denken sowieso nur kurzfristig und egoistisch .....
  - und Politiker welche die wahren Probleme vermitteln und die notwendigen schmerzhaften Einschränkungen empfehlen würden, werden einfach nicht gewählt ....

**In einer direkten Demokratie kann man die richtigen Entscheidungen zur Energiepolitik wohl gar nicht treffen !**

(und trotzdem hat *Churchill* natürlich immer noch recht: 'Demokratie ist ein miserables Regierungsprinzip ... kenne aber kein besseres')

dazu ein paar Beispiele:

## Mobilität

Das **Benzin** ist punkto leichter Gewinnung, hoher Energiedichte, Transport- und Lagerfähigkeit **unschlagbar**. Es war das 'Geschenk', das Entwicklung und Wohlstand ermöglichte.

Wenn es zur Neige geht wird es zum Fluch werden, denn langfristig gibt es wohl nur die Möglichkeit einen **Ersatz-Treibstoff** wie Methanol zu synthetisieren, und das wird **nur auf zwei Wegen** gehen:

- mit **Sonnenenergie** (wohl thermochemisch) in Wüstengebieten was zu heute kaum vorstellbaren grosstechnischen Anlagen und enormen Lager- und Transportproblemen führt. Dazu ist auch Kohle nötig und viel Wasser (Wüste!). Auch die **geopolitischen Probleme** sollte man besser nicht vergessen !
- mit **Kohle-'Verflüssigung'**. Vorteil stärker lokal möglich bedingt aber auch riesige Anlagen. Nachteil: die Primärenergie bleibt Kohle und die Gesamtbilanz, auch bezüglich CO<sub>2</sub> - Produktion ist gar nicht gut
- mit Wind kaum sinnvoll, da man hochwertige elektrische Energie in niederwertige thermische verwandelt, was auch für Wasserstoff durch Elektrolyse gilt (schlechter Gesamt-Wirkungsgrad)

Einwand: Aber alle sagen doch, dass 'schadstofflose' **Elektro- und Wasserstoffautos** die Zukunft sind !

Da wird vergessen (oder eben politisch absichtlich unterschlagen) dass **Elektrizität und Wasserstoff keine Primärenergien** sind und daher hergestellt werden müssen - **aus was, wie und mit welchem Gesamtwirkungsgrad ist das Problem** !! Dazu sind beide sehr schlecht bezüglich Speicherung und Transport über grosse Distanzen.

[Sicher werden technologische Entwicklungen wie Brennstoffzellen Möglichkeiten eröffnen. (Es gibt sie schon 30 Jahre: Bordnetz der Space Shuttles). Aber **welche Primärenergie und in welcher Form bleibt die Schlüssel - Frage** !]

## Sparen beim Autofahren

Neue Kampagnen sollen **Autos mit begrenztem CO<sub>2</sub> -Ausstoss und Elektroautos** fördern.

**Elektroautos** werden aber weltweit **für lange Zeit mit fossil erzeugter Elektrizität betrieben** werden müssen. Also **gar kein Gewinn!** Ferner wird nach dem ersten Versuch mit der ganzen Familie und Gepäck im Auto über Grimsel und Simplon nach Italien zu fahren klar werden, dass Elektroautos eher sinnvoll sind für Einkäufe in der Stadt und dann eben **als Zweit- oder Drittwagen keine Ersparnis** bringen.

Von den Enthusiasten wäre auch interessant zu erfahren was für eine Zuladung über welche Strecken und Höhenunterschiede ein Elektro-40-Tonner befördern könnte ! Oder was ein Elektro-Traktor beim Pflügen leistet.

**Um zu sparen** sollte man daher nicht (nur) sparsamere Autos benützen, sondern **eben weniger fahren** !

Hier ist das viel zu billige Erdöl ein Fluch gewesen, der zu vielen völlig **sinnwidrigen Transporten** geführt hat (Joghurts, Krevetten, Mineralwasser, Billigflüge ...).

**Der einzige wirksame Spar-Mechanismus beim Menschen ist eben das Geld.** So müsste man, damit weniger gefahren wird, **alle Kosten auf den Treibstoff schlagen:**

- sämtliche Kosten für Strassenbau und Unterhalt
- alle Versicherungen wie Haftpflicht und Unfall
- Verkehrssteuern z.B. für die Kosten die der Autoverkehr in den Städten verursacht (Verkehrsregelung, Parkplätze ...)

Das **wäre verursachergerecht** und würde das Benzin genügend teuer machen, dass automatisch sparsamere Autos gebraucht würden (viel wirksamer als CO<sub>2</sub> -Vorschriften).

Natürlich ist es unrealistisch, solange 'Freude am Fahren' und 'in x sec von 0 auf 100' wirksame Werbethemata sind und illusorisch dass alle Länder es gleichzeitig und ähnlich tun würden.

## Sparen mit Wärmepumpen

Sie werden offiziell empfohlen und gefördert, z.B. durch das Bundesamt für Energie oder im Rahmen des Umweltprogramms des EKZ etwa mit der Aussage:

" Heizen Sie zu zwei Dritteln mit umweltfreundlicher und gratis vorhandener Umgebungswärme ! "

Das EKZ ist noch präziser:

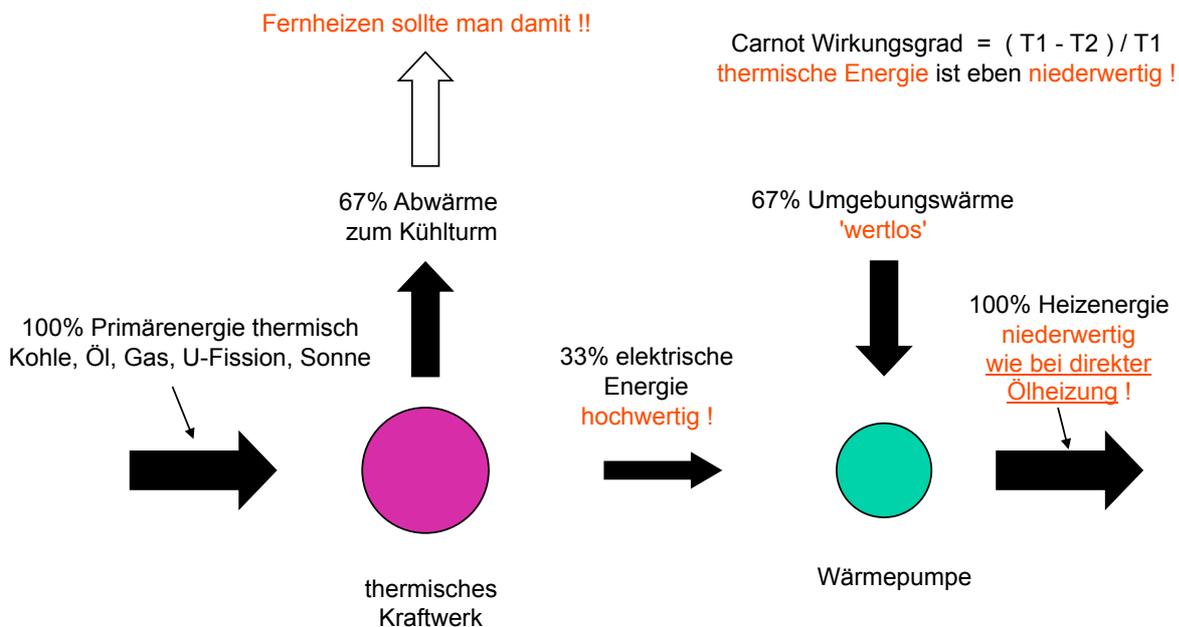
" pro Meter Ihrer Erdsonde sparen Sie 10 Liter Heizöl pro Jahr und emittieren 26 kg Treibhaus-CO<sub>2</sub> weniger! "

Da Zürich gleichzeitig den Ausstieg aus den Beteiligungen an Kernkraftwerken beschliesst, kann der Strom nur von zusätzlichen thermischen Kraftwerken (Kohle, Öl, Gas) kommen, da die hochwertige Hydroelektrizität in der Schweiz voll gebraucht wird (z.B. SBB) und kaum vermehrt werden kann. (Die gleichen Leute sind ja gegen die Erhöhung des Grimsel-Stausees!)

Physikalisch ist **mit Wärmepumpen keine Primär-Energie zu sparen** (siehe Schema → +1)

Die gutgläubigen, fachlich ignoranten Verbraucher zahlen viel und sind dann stolz 'Energie zu sparen und etwas für die Natur zu tun'. In Wirklichkeit ist alles nichts!

Warum lügen denn offizielle Stellen so schamlos ??



## Die Illusion des Energiesparens durch Wärmepumpen

## Wärmepumpen zum zweiten:

Überall dort wo man heute Elektrizität zur Erzeugung von Niedertemperatur-Wärme braucht (und damit Energie-Qualität verschwendet) sind Wärmepumpen aber sehr sinnvoll

- Ersatz von direkten elektrischen Heizungen (**die hätte man eigentlich schon lange verbieten müssen !**)

- Wärmepumpen-Boiler statt Elektroboiler

- dann gäbe es auch ein sinnvolles **Gesamtkonzept Stromerzeugung - Heizung:**

Man setzt z.B. auf Kernkraftwerke, verwendet die Niedertemperatur-Wärme (sonst Kühlturm) zur **Fernheizung** nahe liegender Städte und braucht für weiter liegende Siedlungen elektrisch betriebene Wärmepumpen (aber nicht zu Spitzenzeiten, müssten Speicher haben!)

**Fernheizungsnetze** sind natürlich teuer (beim heutigen Ölpreis), wären **energiepolitisch** aber **richtig** und daher **gut investierte Mittel**

( Bem.: Frankreich erzeugt den Hauptteil der Elektrizität nuklear und ursprünglich visierte man auch verbreitet elektrische Heizung an. Dass man mit direkter elektrischer Heizung den grössten Teil der hochwertigen elektrischen Energie vergeudet hat man auch in Frankreich jetzt gemerkt und propagiert nun richtigerweise Wärmepumpen ! )

## Sparen beim Licht

Grosses Theater wird heute durch **Verbot** der herkömmlichen **Glühlampen** gespielt !

Dabei werden überall dort **wo man wirklich Licht braucht** - Küchen, Badezimmer, Büros, Strassenlampen - schon **seit Jahrzehnten** auf Gasentladung basierende Lichtquellen verwendet. Die Lichtausbeute von diesen **Fluoreszenzröhren** ist viel höher als bei Glühlampen (so Faktor 3-4).

Die heute propagierten **Energiesparlampen** sind nicht neu, sondern genau solche Fluoreszenzröhren, nur dass sie zusammengefaltet und zusätzlich in einem Glaskolben eingebaut sind. Das macht sie teurer und weniger hell, aber psychologisch müssen sie offenbar einfach so aussehen wie die alten Glühlampen.

Was nun nicht verboten wurde sind **Halogenlampen**, obwohl diese auch Glühlampen sind. Durch Zufügen von Iod zum Schutzgas kann die Temperatur des Glühfadens erhöht werden und damit die Lichtausbeute verbessert werden. Ursprünglich wurden sie bei 12 Volt betrieben, denn nur bei dickem Glühfaden lässt sich die Ausbeute bedeutend steigern. Da aber Transformatoren als lästig empfunden wurden, werden nun meistens 230 V Halogenlampen verkauft, die aber kaum besser sind als die alten Glühlampen !

Schlimm mit den Halogenlampen ist dass sie leicht mit grossen Leistungen von mehreren 100 Watt in Leuchten eingebaut werden können. Sie werden als 'schönes Licht' gepriesen und mit Dimmer versehen. Diesen brauchen dann die Leute 'um Strom zu sparen'. In Wirklichkeit reduziert der **Dimmer** nur die Temperatur des Glühfadens, und macht damit die Lichtausbeute pro elektr. Energie noch viel schlechter als bei den verbotenen herkömmlichen Glühlampen! Technisch müsste man Dimmer, nicht Glühlampen verbieten ! **Also wieder alles gelogen und Strom sparen durch Verbot der alten Glühlampen wird man keinen.** Im Gegenteil könnte es sehr wohl sein, dass einfach alte Glühlampen durch stärkere Halogenlampen ersetzt werden und dass der Energieverbrauch für Beleuchtung sogar etwas zunimmt!

Aber der **politische Wirbel befriedigt** offenbar !

## Sparen bei Apparaten

Die Behörden machen neuerdings Kampagnen, um mit 'umweltfreundlicheren?!' Haushaltapparaten Strom zu sparen. Apparate sollen 'effizienter' sein, d.h. bessere Wirkungsgrade haben und der Verbrauch soll klar bezeichnet sein.

Wie es in Wirklichkeit geht mit einer kleinen Geschichte:

Eine umweltbewusste, Bio-kaufende und grün wählende Hausfrau fährt mit dem Auto in die Stadt um 2 vergessene Joghurts zu kaufen. Sie weiss natürlich genau was die auf dem Becher angegebenen 'Nährwerte' 280 kJoule resp. 66000 cal/100g bedeuten. Sie macht dann Wäsche mit ihrer neu als 'umweltfreundlich' gekauften Waschmaschine und versteht auch genau was die angeblich günstige Heizleistung von nur 2.3 kW und die vom 'umweltschonenden' Programm benötigten 3 kWh bedeuten. Der 'Hygiene' wegen läuft die Maschine sowieso viel zu oft, ebenso wie der Energie-fressende Tumbler. Dann wird Geschirr abgewaschen, mit möglichst wenig 'Chemie' (Waschpulver) dafür viel heissem Wasser, das direkt in den Ablauf läuft. Auch beim abendlichen Vollbad kommt keine Verbindung zum grossen Energieverbrauch auf, ebensowenig wie beim viel zu langen Lüften der hoch geheizten Wohnung. Beim lustvollen Kauf der ersten importierten Erdbeeren des Jahres kommt kein Gedanke zum Energiebedarf für die Luftfracht auf.

Nicht die Apparateschilder, sondern das Verhalten der Menschen ist entscheidend. Dieses ist stark irrational - Gefühl statt Zahlen - und das Verständnis der technischen Zusammenhänge äusserst gering.

## Die realen Grenzen des Sparens

Der Mensch ist eben von Natur aus nicht sparsam und der billige Wohlstand führt automatisch zu immer grösserem Energieverbrauch:

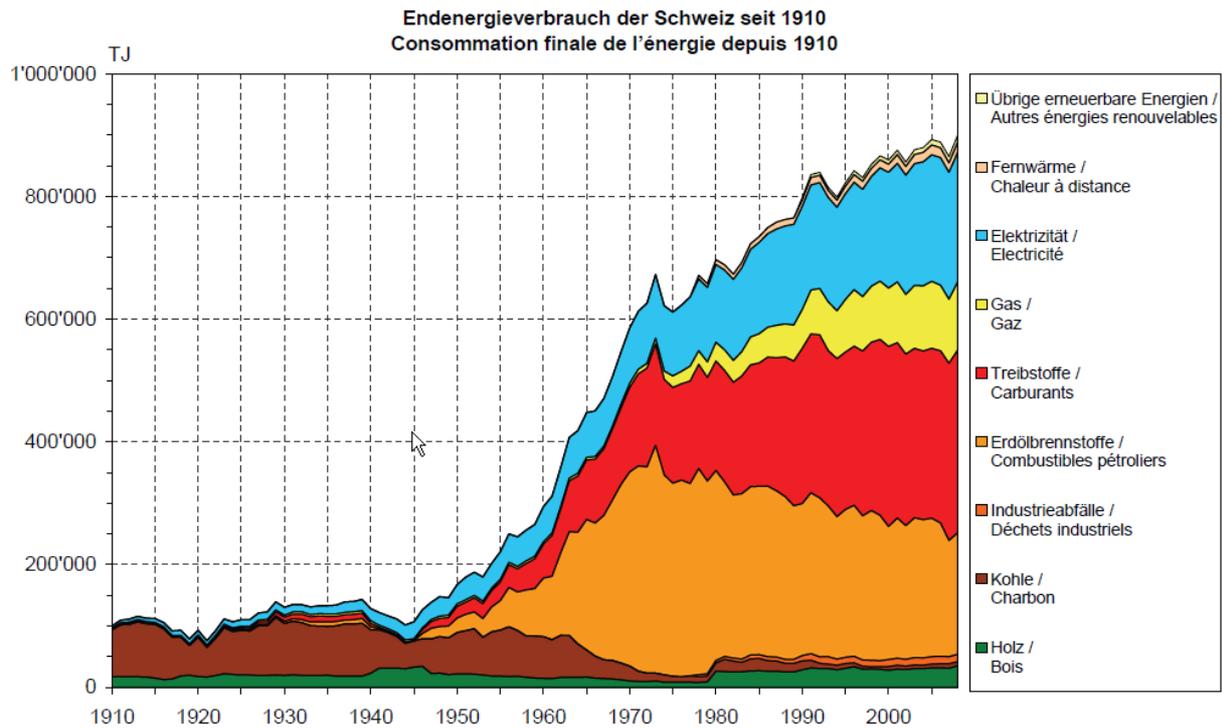
- immer mehr Wohnfläche und Heizenergie pro Person ...
- mehr Kühlschränke (immer mehr Tiefkühlkost), mehr Waschmaschinen ...
- immer mehr Elektrizität für Computing, Internet und Unterhaltungselektronik (hörten hier kürzlich über Verbrauch Google!)
- mehr Autos, mehr Flugreisen ...

und der Verbrauch an Energie steigt stetig (in CH 2008 + 4.1%)

Die Zusammenhänge werden nicht erkannt, zwei Beispiele

- Heizung (→ +1) : in 30 Jahren fast Faktor 10 ! Nur wegen Komfortansprüchen, alle Zimmer so geheizt dass auch im Winter hemdärmlich genügt. Ausser (richtigen) Empfehlungen zu besserer Isolation nur teure Reglemente und Kontrollen zur Erhöhung des Wirkungsgrades der Ölbrenner von z.B. 86 auf 90%
- Konsum: essen immer mehr Fleisch (nur die besten Stücke, Rest verbrannt). Viel Luftfracht. Intensive Landwirtschaft → viel Energie und Treibhausgase, Wälder roden in Südamerika ...

Und was wir in den letzten Jahrzehnten falsch gemacht haben, soll - im Sinne der good-doers - auch für die Milliarden von Menschen in den unterentwickelten Ländern ermöglicht werden !



## Bedarf an Energie

Für Mobilität sind nur flüssige Treibstoffe leicht lagerfähig. Sie werden - fossil oder synthetisch - Hauptanteil bleiben müssen

**Elektrizität ist nicht speicherbar**, es muss in jedem Moment das produziert werden was gebraucht wird. Für den Basisbedarf braucht man Bandenergie, für die Schwankungen Spitzenenergie

Beispiel CH heute (→ +1) :

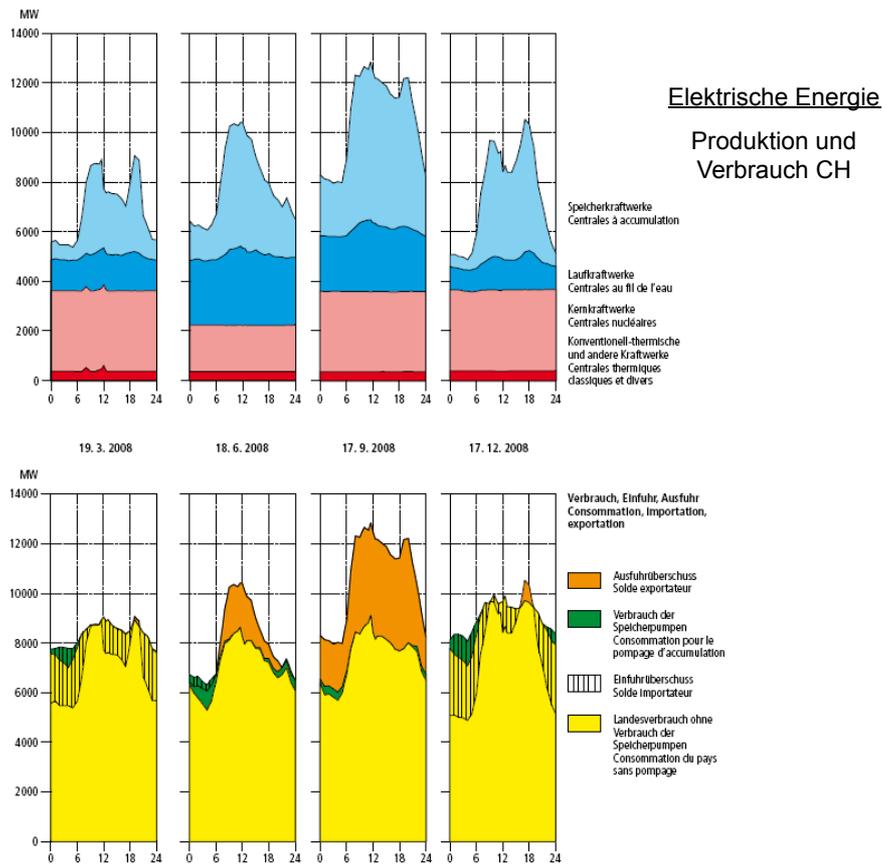
**Bandenergie** : Kernkraftwerke, Fluss-Laufwerke, Stauseekraftwerke → ca. 6 - 8 GW (Sommer - Winter)

**Spitzenenergie**: Stauseekraftwerke, z.T. als Pumpspeicherwerke → ca. 2 GW (tagsüber)

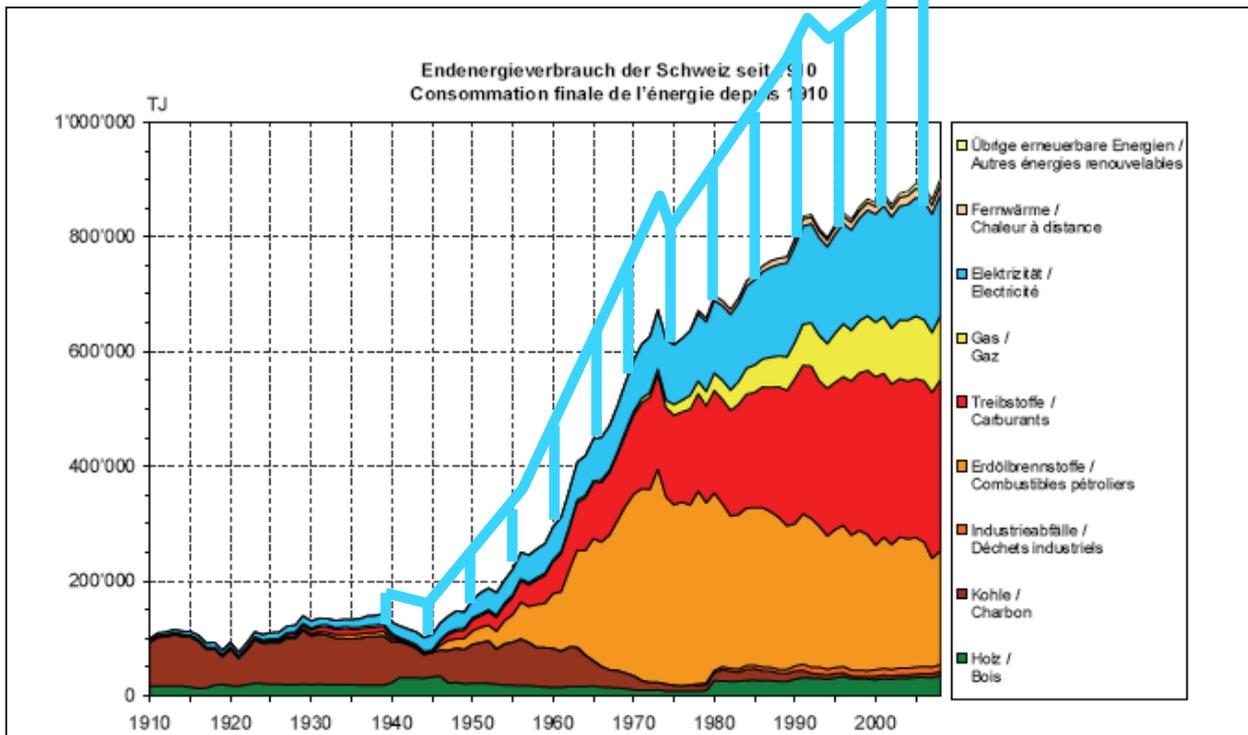
Situation für **Elektrizität in der Schweiz bisher ideal**: Berge mit viel Niederschlag, frühzeitiger Bau von Speicherseen und Pumpspeicherwerken, früher Entscheidung für die Kernenergie (ein Bundesrat der SP !!)

→ praktisch kein CO<sub>2</sub>

Bemerkung zur 'falschen' Energiestatistik: hätte man in CH weder Hydro noch Nuklear, brauchte man **doppelt soviele Fossil** um die Elektrizität zu produzieren ! (→ +2)



### Statistik 'thermische Energie', d.h. mit Elektrizität x 3



Nun etwas genauer die Gründe, **warum die 'neuen' Alternativenenergien im grossen Massstab am Problem der Speicherung scheitern:**

## **(neue) Erneuerbare Alternativenenergien**

Sonne: hat folgende Wege zur Nutzung

- 'Solararchitektur' soll man tun, aber bei existierender Bausubstanz beschränkt
  - Beitrag an Niedertemperaturwärme (Warmwasser, Heizung): CH gering, Israel längst!
- für die Stromerzeugung:
- Photovoltaik, niedrige Wirkungsgrade, nutzt aber auch diffuse Strahlung
  - Solarthermische Kraftwerke, hohe Wirkungsgrade, brauchen aber klaren Himmel

Wind: In CH beschränktes Potential. Sehr stark schwankende Leistung

Geothermie: Punktuell für Heizung sinnvoll, für Elektrizitätserzeugung kaum brauchbar (Temperaturen zu niedrig)

Biomasse: nur punktuell, widerspricht Naturschutzgedanken

## **Hydro-Energie ('Wasserkraft')**

→ erneuerbar aber nicht alternativ, denn älteste Primärenergie (Wasserräder)

Sondersituation: durch Aufnahme des Regens im Erdreich, durch Gewässersysteme mit Seen, durch Schnee/Eis **automatische Speicherung über längere Perioden**

- keine tägliche Energiespeicherung nötig
- Pufferung über längere Zeiten, verstärkt mit zusätzlichen Stauseen
- Deckung Bedarfsspitzen mit Pumpspeicherwerken

produziert mechanische Energie (**100% Wertigkeit**) die direkt in Elektrizität verwandelt werden kann

Hydroelektrizität wird **langfristig die beste Primärenergie** bleiben, die Verfügbarkeit ist leider beim heutigen, überbordenden Energiekonsum nur ein kleinerer Teil des Bedarfs, zusätzlich mit enormen Unterschieden je nach Topographie und Klimaregion

## Das grosse Problem der Sonne : **Speicherung erforderlich**

Das **zentrale** - aber politisch systematisch verschwiegene - **Problem**

Es wird z.B. gesagt 'Kernkraftwerke abstellen, leicht durch die unermessliche, sanfte, kostenlose Energie der Sonne zu ersetzen'

Beispiel zur Ernüchterung:

- ein grosses **KKW erzeugt 1 GW elektr.** als Band-Energie

- wir installieren dafür als **Ersatz ein Photovoltaik-Kraftwerk**

- wir brauchen **Solarzellen für etwa 10 GW Spitzenleistung**, denn bei der Mittlung über die Zeit und mit realem Wetter ist die produzierte Energie nur etwa 10 - 15 % der Spitzenleistung, Im Sommer mehr, im Winter, wo es wichtig ist, darunter

- die Spitzenleistung haben wir wenn volle Sonne (ca.  $1 \text{ kW/m}^2$ ) senkrecht auf  $1 \text{ m}^2$  Solarzellen fällt. Mit dem Wirkungsgrad von 15% ist das 150 W. Für 10 GW Spitzenleistung brauchen wir also Solarzellen mit einer Fläche von  $70 \text{ km}^2$  mit effektivem **Landbedarf von gegen  $200 \text{ km}^2$**  ( z.B. am günstigen Sonnenhang des Wallis ganz billig zu kaufen ! )

- nun brauchen wir **tägliche Speicherung**. An einem schönen Tag hatten wir z.B. über 6 Std. 8 GW. 1 GW geht direkt in den Verbrauch als Bandenergie, die restlichen 7 GW müssen wir über diese Zeit speichern, um sie über Nacht oder in den nächsten trüben Tagen als Bandenergie zu haben

- das geht nur mit einem Pumpspeicherwerk und die **Starkstromleitung** die es mit dem Solarkraftwerk verbindet muss etwa **zehn mal grösser** sein als die heutige des KKW

- das grösste Stausee-Kraftwerk ist die Grande Dixence. Es könnte leicht Tag und Nacht die Leistung von 1 GW des KKW leisten. Die Leistung der Pumpen für die Speicherung müsste aber auch etwa zehn mal grösser sein und alle Stollen und Druckrohre auch!

- die Gesamtleistung des KKW im Jahr entspricht etwa fünf Füllungen des Stausees der Grande Dixence (je  $400 \text{ Mio m}^3$ ). Mehr als 2/3 der Leistung des Solarkraftwerks fallen im Sommer an. Für die Deckung der Bandenergie im Winter wären also **mehrere neue Anlagen** der Grösse der **Grande Dixence** als **saisonale Speicherung** zu bauen

→ ernüchternd, denn alles völlig unrealistisch !!

→ die Sonne kann nicht die Basis der Bandenergie sein

**Hingegen könnte sie sehr wohl zur Spitzenenergie beitragen**. Der zusätzliche Spitzenbedarf tagsüber ist 2 GW. Da der zeitliche Verlauf einigermaßen zur Leistung eines Sonnenkraftwerks passt, umgeht man - an sonnigen Tagen - das Problem der täglichen Speicherung. Im Winter hat man allerdings nur einen viel kleineren Beitrag, sodass das **grosse Problem der saisonalen Speicherung bleibt**. Energiepolitisch wäre für CH aber ein grösseres Sonnenkraftwerk (GW-Bereich, solarthermisch?) durchaus sinnvoll, ob ökonomisch und politisch machbar sowie wo und wann ist die **Frage - die aber niemand stellt !**

Die grundsätzlichen Fehlüberlegungen bei der Sonnenenergie:

- 'jede mit der Sonne erzeugte kWh ist eine gute, gesparte kWh' wird gesagt

dabei ist es wie bei den Tomaten:

1 kg Tomaten im Juli (wo im Wallis die überschüssigen in die Rhone geschmissen werden) ist eben nicht gleich viel wert wie 1 kg Tomaten die per Luftfracht im Januar in die Migros kommen

So ist eine solare kWh mittags im Juli eben 'wenig wert', eine kWh in einer Winternacht 'unbezahlbar'

Die Fehlüberlegungen rühren daher, dass der Beitrag der Sonnenenergie noch verschwindend klein ist und **das Netz als selbstverständlich vorhanden angesehen** wird

**Sonnenenergie kann man praktisch nur mit dem Netz als Speicher nutzen**, und die Bandenergie des Netzes kann die Sonnenenergie eben nicht liefern

Viele propagandistische Sprüche sind daher sträflich irreführend :

- 'die neue, ökologisch pionierhafte Anlage mit Solarzellen auf dem Schulhausdach **deckt den Strombedarf von 100 Haushaltungen**'. Deckt gar nichts, denn keine einzige Haushaltung wäre bereit nachts nie und im Winter nur selten Strom zu haben !

- man fördert kleine Solarzellenanlagen auf privaten Hausdächern mit einer **'kostengerechten Einspeisevergütung'**. Die produzierte Energie ist verschwindend klein und wie bei den Tomaten zur falschen Zeit. **Ökonomisch** ist es auch **schrecklich dumm**: man verkauft dem 'umweltbewussten' Hausbesitzer Strom in einer Winternacht und kauft diesen vielfach teurer zurück wenn kein Bedarf ist !! Am schlimmsten ist, dass man den Leuten glauben macht, dass sie damit für die Natur etwas gutes tun.

- **'Null-Energie-Häuser'** wurden kürzlich als ökologisch pionierhaft prämiert und in den Medien ausführlich besprochen. Im Kleingedruckten wird der notwendige saisonale Stromaustausch zwar erwähnt, niemand macht aber die Erstklässler-Rechnung: Wenn idealerweise alle Häuser im Land 'Null-Energie-Häuser' wären, hätten die Häuser bei 'Null-Energie' einfach nachts keinen und im Winter selten Strom!

Störend ist, dass die offiziellen Stellen solche Sprüche nicht richtig stellen und dass sogar Wissenschaftler und Techniker - die dadurch für sich die Aufmerksamkeit der Medien suchen - sogar selbst ähnlich dumme Sprüche machen:

So *Bertrand Piccard*, der über sein **'Solar Impulse'** sagt, dieses Pionier-Solarzellen-Flugzeug zeige doch, was man alles in Zukunft mit Solarzellen werde machen können ! Dabei denkt jeder an solche Passagierflugzeuge, die es eben nie geben kann !

Es wäre viel gescheiter, er würde einen **Solarzellen-Traktor** für die Landwirtschaft im hungernden Afrika entwickeln, müsste dann aber zugeben dass es nicht möglich ist !

Bemerkung: Lustig aber ernüchternd ist, dass Kernenergiegegner früher das Netz und die Stauseen verteufelten und sogar Strommasten sprengten, wobei heute gerade dieses Netz die einzige Möglichkeit bietet überhaupt Solarstrom zu nutzen !

## Windenergie

Die Situation ist besser als bei der Sonne, weil der Wind auch nachts und im Winter bläst, resp. blasen kann. Grosser **Vorteil** gegenüber Sonne ist, dass (wie bei der Wasserkraft) **direkt hochwertige Energie** (mechan./elektr. mit hohem Wirkungsgrad) produziert wird.

Man hat aber das gleiche Problem mit der **Spitzenleistung, die für eine bestimmte Windgeschwindigkeit ausgelegt** werden muss. Bei **halber Geschwindigkeit** hat man dann **nur noch 10%** davon und bei zu starkem Wind nicht mehr oder muss sogar abstellen.

Die Speicherung für die Zeiten mit schwachem Wind wäre mit grossen Pumpspeicherwerken theoretisch möglich, was aber nur in Ländern mit Bergen ginge und quantitativ marginal bleiben wird. Daher müssen z.B. in Deutschland zusätzliche **Gas-Kraftwerke zur Überbrückung** gebaut werden (schnell einschalt- und regelbar).

Andere Energiequellen wie Gezeiten- und Wellen-Kraftwerke werden als Lösung angepriesen. Sie sind aber ebenfalls zeitlich stark schwankend und können daher **nicht als Basis für die Bandenergie** dienen. Als kleinerer Beitrag an einen 'Energimix' sind sie regional sicher sinnvoll.

## Konsequenzen für dieses Jahrhundert

Irgendwann wird die Erzeugung von synthetischen flüssigen Treibstoffen unvermeidlich. Vermutlich würden diese auch die Basis für die Gebäude-Heizung sein. Quantitativ ein Riesenproblem! (→ +3)

Zentrale Frage: **was können nun Sonne und Wind am Basisbedarf an Elektrizität (Bandenergie) beitragen?**

- oben wurde gezeigt, dass die Sonne kaum an der Bandenergie beitragen kann, sehr wohl aber am Spitzenbedarf. Das aber wetterbedingt nur unregelmässig und saisonal im Winter nur wenig
- genügend viele Windgeneratoren könnten nominell die gesamte Bandenergie liefern aber eben auch nur unregelmässig. Kontinentweit (Europa) würde öfters tagelang praktisch nichts anfallen (→ +4)

Da Strom quantitativ nicht gespeichert werden kann hat man als **dramatische Folge**:

**für die gesamte installierte Leistung von Sonnen- und Windkraftwerken braucht es Pufferkraftwerke für die gleiche volle Leistung** (an der Gesamtenergie spart man natürlich trotzdem)

→ **gewaltige Doppelinvestitionen und riesige Netze** für den regionalen Austausch

→ in der Nach-Öl-Aera wird es als Puffer **nur noch Kohle und Kernenergie** geben. Bei beiden sind Kraftwerke nicht schnell einschalt- und regelbar, was grosse Probleme bringt

Welchen **Beitrag** die **Kernenergie** liefern kann ist zudem **recht unsicher**:

- würde global die gesamte Bandenergie mit jetzigen Reaktoren erzeugt, wären die Uranvorräte viel schneller weg als das Öl.
- die Entwicklung der Brütertechnologie wurde politisch gestoppt und würde neu Jahrzehnte brauchen. Und selbst Befürworter zweifeln daran **wie gut es in der realen Welt wäre**, wenn bei einem globalen Energiehaushalt auf Brüterbasis überall Plutonium (waffenfähig) herumliegen würde.
- von der Physik her ist leider auch nicht auszuschliessen, dass nie wirklich kraftwerkstaugliche (nachhaltige) Fusionsreaktoren realisiert werden können

## Schlussfolgerungen

### Ausgangslage:

- die Weltbevölkerung wird weiter zunehmen und der Energieverbrauch wird noch stärker steigen. Unabhängig davon ob man eine 1, 2 oder 5 kW - Gesellschaft anstrebt (sowieso illusorisch), werden durch die Übervölkerung der Erde zunehmend grosse Probleme entstehen
- global wird die Mobilität noch stark zunehmen. Der grösste Teil davon wird auf flüssige Treibstoffe angewiesen bleiben
- der Anteil der Elektrizität am Energieverbrauch wird weiter zunehmen
- als Primärenergien werden die fossilen (Kohle, Öl, Gas) für einige Jahrzehnte weiterhin dominieren
- Mitte Jahrhundert werden Öl und Gas wohl verknappen
- spätestens Ende Jahrhundert werden Öl und Gas quantitativ nicht mehr die Hauptquelle von Primärenergie sein können

### Was wird passieren?

- es wird weiter viel geredet werden und dabei immer die 'Anderen' beschuldigt werden
- die Sichtweise wird kurzfristig, unwissenschaftlich und egoistisch bleiben
- es werden technisch wenig bringende, aber 'überzeugende' Massnahmen wie Elektroautos, Solarzellen auf dem Dach, Biogas-Anlagen, Verbot von 'ineffizienten' Geräten usw. verfügt werden. Der Energieverbrauch wird aber trotzdem weiter zunehmen
- man wird sich heilig verpflichten bald nur noch soviel CO<sub>2</sub> wie 1990 zu produzieren, was wenig nützen und auch nicht funktionieren wird (vgl. Kernenergie in Schweden !)
- es wird weiter die bequeme Fiktion propagiert werden, dass man wenn nötig leicht alles mit der Sonne machen kann
- die Vorteile der jetzigen Kernenergie werden weiter genutzt und wohl noch etwas ausgebaut (ist aber nicht nachhaltig)
- wenn die Notsituation des Mangels an Basis - Primärenergie kommt, wird nur noch Kohle da sein und ungeachtet der Klimafolgen wird die globale Energiewirtschaft darauf aufbauen (das wird gar nicht so neu sein, denn heute machen z.B. die USA und China ihren Strom schon überwiegend so !)
- dass dabei komplizierte Techniken wie Kohlenstoff-Sequestration sich global etablieren ist zweifelhaft und die Abfall- und Schadstoffprobleme bleiben riesig
- es ist eher unwahrscheinlich, dass eine voll auf Kernenergie basierende globale Energiewirtschaft entstehen kann

→ alles nicht so rosig !

weitere Literatur:

Schriftenreihe der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft

**ENERGIE UND UMWELT** (mehrere Autoren, August 1990)

(existiert nicht in digitaler Form)

Festschrift 250 Jahre Naturforschende Gesellschaft Zürich

**MENSCH UND NATUR** (viele Autoren, 1996)

darunter:

*J.P. Blaser:* **ENERGIE, SCHICKSALSFAKTOR FÜR DIE MENSCHHEIT**

(kann in digitaler Form angefordert werden unter <jp.blaser@bluewin.ch)