TWIKE KLUB SCHWEIZ

Figures & Facts

figures and facts...

rund um das TWIKE, Energiespeichermedien, Verkehr, Weltpolitik und Nachhaltigkeit im Generellen

Inhaltsverzeichnis:

1. Die häufigsten Fragen der Passanten an Twiker...
2. Wieso Solarstrom aus dem Netz?
3. Vortrag „das Kyotoprotokoll und das TWIKE - oder - Energie im Alltag“
4. Graue Energie, was braucht wieviel?
5. Amortisationszeit bei Photovoltaik und Sonnenwärme
6. Externe Kosten des Autoverkehrs
7. Der Katalysator des Benzinautos – eine Mogelpackung sondergleichen...
8. Vergleiche rund um Strom und fossile Energieträger
9. Der Mensch als Naturgewalt – bittere Tatsachen
10. Lothar etc. – Messbarkeit des Klimawandels
11. Wieso TWIKE und nicht sonst ein Elektro?
12. Die Brennstoffzelle ist nicht DIE Lösung!
13. 2000 Watt – Gesellschaft – wieso wir weniger Energie brauchen müssen!
14. Lebensquantität oder Lebensqualität?
15. Hinweise auf weiterführende Web-Seiten und Literatur

Herausgegeben von:
Martin Schmid

©2000 TWIKE KLUB SCHWEIZ

Vorwort

Figures and facts ist eine gemischte, unvollständige Sammlung von Informationen und Zahlen, die mir bis jetzt als TWIKE-Fahrer, als Forschungsingenieur in den Bereichen Leichtbau und Unfallmechanik, Gastdozent für Umweltlehre und besorgter Bürger der Erde begegnet sind. Diese Sammlung und vor allem die Hinweise auf die weiterführende Literatur soll Sie aufrufen, die täglichen Gedanken in Worte zu fassen, diese auszusprechen und vielleicht mit Fakten zu stärken: die Mobilität, die nicht andere in derselben einschränkt, nicht Häuser entlang von Hauptstrassen unbewohnbar macht, nicht unsere Lebensräume zerstört, nicht andere durch Zersiedelung zu mehr Unterwegssein zwingt, nicht die Rohstoffe unserer Zukunft verschlingt und zum Selbstzweck wird, ist möglich!
Ich glaube sogar, dass die gesamtheitliche Diskussion von Sinn, Nutzen und Zukunft unserer physischen Mobilität der Schlüssel zur Lösung von allen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Problemen von „Weltformat" birgt: kein Aspekt unseres Lebens ist zentraler, schizophrener, begegnet uns täglich öfter - auf dem Arbeitsweg, beim Einkaufen, in der Sorge um die Sicherheit unserer Kinder – deren Spielmöglichkeiten, der Planung von Freizeit und Ferien, als Geräuschkulisse, als Gestank, als emotionales Thema – wenn Leute nach Ihrem „Individual-Verkehrsmittel" beurteilt und katalogisiert und Fahrzeuge zum pseudo-erotischen Statussymbol werden. Verkehrswege trennen Menschen voneinander, Autos trennen, verhindern Kommunikation, lösen Aggressionen und Ängste aus – und stellen die öffentliche Hand, das Gesundheitswesen und die Umwelt, vor zu hohe Kosten.
Lassen wir sie also nicht unser Leben kosten, sondern gestalten sie mit! Einen „Aufruf zur positiven Subversion" nannte dies Hans A. Pestalozzi vor über 20 Jahren – ich könnte es nicht besser ausdrücken.

Martin Schmid, im Mai 2000

Und los geht's:

1. Die häufigsten Fragen der Passanten und mögliche Antworten

Die folgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und „Todernst":

- **Wo sind die Solarzellen?**
  - Unser Solarstrom wächst im Emmental (im Falle von Energie-Plus)
  - Wieso das Kraftwerk mit herumschleppen? – Sie fahren ja auch mit einem Ölauto und haben weder Bohrturm noch Raffinerie dabei.
  - Wir kaufen in einer Solarstromgenossenschaft unseren Jahresverbrauch – er wird dann ins Netz gespiesen – und wir können ihn dann woanders wieder aus dem Netz holen. (siehe auch „Wieso Solarstrom aus dem Netz?")

- **Können Sie das beweisen? – Vielleicht kommt aber im Moment gerade Atomstrom...!**
  - Ja, indem dieser Stromkreislauf mit dem Geldkreislauf verglichen wird: Verdienen Sie Ihr Geld ehrlich? – Ja sicher! Also – in Ihrem Portemonnaie ist vielleicht gerade Drogengeld oder blutiges Geld! Ausschlaggebend war, dass Sie ihren Lohn mit ehrlicher Arbeit verdienten – und somit an jedem Bankomaten „sauberes" Geld beziehen können - auch wenn vielleicht vorher von einem Berufsmörder in jener Filiale einbezahlt wurde.
  - Ja! – (siehe „das TWIKE kann ein Solarmobil sein")

- **Wie steht es um den Elchtest?**
  - Wir sind grundsätzlich gegen Tierversuche!
  - Das TWIKE ist sehr kippsicher, dank dem tiefen Schwerpunkt. Ohne äusseres Zutun (seitliches Schlittern gegen Bordsteinkante etc.) ist noch keines gekippt.
  - Es ist so kippsicher, dass es für Anti-Schleuderkurse zugelassen ist (ASSR)
  - Marc Mosimann und Martin Bolliger steckten im Frühling 1999 in Bern die Elchteststrecke aus und fuhren darauf mit bis zu 65 km/h. Die offizielle Testgeschwindigkeit beträgt 60 km/h.

- **Unfallsicherheit / Massenverhältnisse auf der Strasse**
  - Das TWIKE ist viel sicherer als ein Velo/Motorrad
  - Das TWIKE fördert Tod/Leiden durch Lungenerkrankungen nicht.
  - Die Geschwindigkeit wird im TWIKE stärker wahrgenommen – also wird bei engen Verhältnissen langsamer gefahren – Sicherheit für alle.
  - Bei einem Auffahrunfall ist die Gefahr, ein Schleudertrauma (Halswirbelsäulenverletzung mit Langzeitwirkung) davonzutragen im TWIKE deutlich geringer als in einem Kleinwagen. Der Sitz ist aus einem Guss und massiv und verhindert ein Wegknicken der Kopfstütze, die bei Autos meistens nicht optimal eingestellt werden kann.
  - Bei einem Zusammenstoss mit einem seitlich eindringenden Fahrzeug hat das TWIKE den Vorteil, dass im Gegensatz zur ungeschützten, langen Flanke einer konventionellen Limousine, das Becken (grösstes Verletzungspotential) der Insassen geschützt wird durch: die Anwesenheit der Hinterachse und des quer verlaufenden Batteriekastens direkt hinter dem Fahrersitz, welche durch Massenkonzentration und Steifigkeit dafür sorgen, dass das Fahrzeug insgesamt weggeschoben wird, anstatt eingedrückt zu werden.
  - Beim Tragen eines Dreipunktgurtes ist der Eigenschutz beim Aufprall auf ein stehendes Objekt ausreichend gewährleistet. Der Deformationsraum in der Fahrzeugspitze beträgt immerhin 65 cm, die Steifigkeit entspricht der geringen Fahrzeugmasse.
  - Beim Zusammenstoss mit einem entgegenkommenden Auto wirken leider die Gesetze der Physik – sprich der Impulssatz. Der schwerere gewinnt – bzw. hat die kleinere Geschwindigkeitsdifferenz zu bewältigen, da der leichtere zurückgeschoben wird. Nicht das TWIKE ist zu leicht – die Autos sind zu schwer! Wir müssen endlich aus dieser Gewaltspirale ausbrechen.
  - „Du darfst nicht töten“ sollte endlich auch auf der Strasse gelten!
  - Es gab schon einige spektakuläre Unfälle, welche bis jetzt ohne ernsthafte Verletzungen oder Langzeitschäden blieben.
  - Ich bin lieber Opfer als Täter

Quelle: Martin Bolliger, Autor, allgemeine TWIKER-Erfahrungen, Arbeitsgruppe für Unfallmechanik UNI/ETHZ

- **Ihr seid zu leise und somit eine Gefahr für Fussgänger!**
  - Ein Fussgänger hat grundsätzlich Vortritt, nicht nur auf dem Fussgängerstreifen – bei begründetem Verdacht für strassenüberquerungswillige Fussgänger muss die Fahrweise entsprechend angepasst werden. Freiwillig 30 oder noch weniger, etc.
  - TWIKER sind defensive Fahrer, die nicht „aus Versehen 20 zu schnell“ fahren. – Die Statistik zeigt’s: Viele Crash’s wo ein ignoranter Autofahrer noch vor einem TWIKE einbiegt oder hinter dem TWIKE nicht mehr bremsen kann - jedoch nur ein einziger, harmlos verlaufener Zusammenstoss mit einem Fussgänger (Wissensstand März `00).
  - Schizophren oder was!? Da werden Millionen für Lärmschutzwände ausgegeben und wenn einmal eine Lösung für die Wurzel des Problems erscheint – ist sie zu leise!?
  - Velos hören die Fussgänger auch nicht.
  - Wenn der dominante Autolärm wegfällt, hört man uns plötzlich wieder!
  - Darum drehe ich innerorts die Stereoanlage etwas lauter! (diese Aussage bitte auf eigene Verantwortung)

- **Die Batterien sind aber noch ein ungelöstes Problem, oder?!**
  - Das Benzin-Auto ist insgesamt ein ungelöstes Problem – eines von Weltformat!
  - Auf den letzten 115'000 km waren sie für mich kein Problem... (Autor, TWIKE 034)
  - Die Reichweite war immer ausreichend (auch auf Reisen – es kommt auf die Philosophie an). Grössere Strecken sind mit dem Zug eh bequemer.
  - Recycling: Nickel-Cadmium Batterien stellen einen hohen Rohstoffwert dar. Darum lohnt es sich für die entsprechenden Firmen direkt wirtschaftlich, das Material zu 100% wiederzuverwerten – der entsprechende Depotbeitrag für die Rückführung zum Produzenten wird beim Kauf geleistet. Es entstehen keine Abfallstoffe. Das Recycling von NiCd –Zellen wird auch in der Schweiz gemacht (Firma bei Yverdon).

- Die neuen NiMH-Batterien von Dreifels AG bringen eine Reichweite von über 150 km.
- Zukünftige Systeme wie Lithium/Manganoxid (LiMnO) sind völlig ungiftig und können etwa 3.2 mal mehr Energie pro Gewicht beherbergen als die NiCd (Nickel/Cadmium) – d.h. Reichweiten von über 200 km sind problemlos erreichbar. Diese Systeme sind im Moment noch zu teuer – da aber die verwendeten Materialen nicht teuer sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Preise rasch sinken werden. Im weiteren gibt's noch die Silizium-Polymer-Zelle: Sie würde mehr als 6 mal mehr Energie pro Gewicht speichern können. Silizium ist ebenfalls völlig ungiftig (Grundmaterial für Computerchips etc.), muss jedoch mit entsprechendem Energieaufwand zur nötigen Reinheit gebracht werden (siehe: Graue Energie)

- Ich habe gehört, dass die Elektromobile insgesamt nicht besser sind als sparsame Autos
  Antwort: siehe unter „wieso TWIKE und nicht sonst ein Elektro?"

- **Da kann man/frau ja fast kein Gepäck mitnehmen!**
  - Der Gepäckraum von Ferrari F40 und anderen Sportwagen ist kleiner, jener vom Roadster MGF und vom Mercedes CLK Coupe sind etwa gleich gross aber weniger gut beladbar. Zudem haben in allen den aufgezählten Autos nicht zwei Skis im Innern Platz.
  - Der Kofferraum beim Modell mit der dritten Batterie hinter dem Beifahrersitz fasst 250 Liter
  - Es gibt 4-köpfige Familien die ihre zwei Kleinkinder im Kindersitz sowie ein wenig Gepäck mitführen.
  - Ein grosser Hund (Bernhardiner, Husky, Wolfshund findet bequem Platz im Fond).
  - Der Platz im Gepäckraum reicht für drei Bananenschachteln oder das Gepäck für zwei Wochen Ferien und zwei Personen (inkl. Camping-Ausrüstung)
  - In einem Porsche hat's auch nicht mehr Platz
  - Neben dem Fahrer kann gleichzeitig ein Katzenkorb, ein Kaninchenstall, sowie ein Ballen Heu transportiert werden.
  - Wenn der Beifahrersitz zur Seite gelegt wird, passt ein Fahrrad hinein (ein Rad muss demontiert werden).
  - Der Länge nach passen Skis jeglicher Grösse hinein.
  - Wieviel mal im Jahr fahren sie denn mit einem vollen Kofferraum herum? – Könnte dann auch ein Auto/Lieferwagen ausgeliehen werden?
  - Mit einem Fahrrad käme es ihnen auch nicht in den Sinn, immer mit Rucksack und Anhänger unterwegs zu sein, weil sie einmal im Jahr etwas Sperriges transportieren müssen.
  - Dies ist ein Sportwagen und kein Lastwagen.
  - Dieses Fahrzeug weist ähnliche Nutzlasten auf, wie ein Lastwagen: Es kann nämlich sein Eigengewicht an Zuladung mittragen (220 kg Zuladung bei 220 kg Leermasse) – im Gegensatz zum Automobil, welches üblicherweise $^1/_3$ oder ¼ der Eigenmasse tragen kann. Das TWIKE ist demnach ein Nutzfahrzeug – dies ist das Gegenteil eines Nutzlosfahrzeuges.

- **Wir sind halt eine vierköpfige Familie...**
  - Falls Sie einen Zweitwagen besitzen: es gibt da eine Familie, welche sich zwei TWIKES angeschafft hat – beide Elternteile sind berufstätig und auf ein Fahrzeug angewiesen; die Töchter 10 und 9 Jahre alt (1999) – beide Elternteile fahren gerne... Dann dürfen beide Töchter „vorne sitzen", eine darf mit dem Papi mit, die andere mit Mami... Eine erst noch wirtschaftliche Lösung!
  - Es ist richtig, dass dies nicht gerade ein Familienwagen ist – die meisten Haushalte sind aber höchstens 2 Personen (2.1 Personen pro Haushalt = Schweizer Durchschnitt!) – und die Autos sind mit durchschnittlich 1.6 Personen besetzt – im Arbeitsverkehr gar 1.1... (Zahlen für die Schweiz, Mikrozensus 1994). Wieso gibt es so viele 5 Sitzer?
  - Es gibt auch 4-sitzige Elektromobile (Fiat Seicento Elettra, Renault Clio, Renault Kangoo, Citroen Saxo, Peugeot 106, Hotzenblitz, Zaz Tavria, Honda EV, Renault Twingo MES), leider ohne Pedalen und ziemlich schwer. Wenn Ihnen das Pedalen jedoch wichtig ist: In Zürich wird das ZEM hergestellt, ein 4-sitziges Velomobil, welches nach Wunsch auch mit elektrischem Hilfsantrieb ausgerüstet wird.

- **Die Reichweite ist halt schon niedrig...**
  - Die neuen NiMH Batterien erlauben 170km mit einer Ladung
  - Die Tagesreichweite beträgt 300 bis 500 km, da die Ladezeit jeweils nur 1 Stunde beträgt.
  - Der durchschnittliche Arbeitsweg in Mittel-Europa beträgt 15 km, jener in den USA 8 km (weil der Wohnort leichter gewechselt werden kann).
  - Es hat uns immer gereicht...
  - Meine Frau und ich fuhren schon nach Südfrankreich, Cinque Terre und Norddeutschland/Tschechei – und es hat Spass gemacht... (Autor)
  - Im Klub gibt es Selbstständigerwerbende, welche als Vertreter bis zu 200km pro Tag zurücklegen – sie können bei ihren Kunden aufladen. Faustregel: 1 km Pro Minute
  - Weite Strecken lege ich ohnehin lieber im Zug zurück.

- **Fahren Sie auch im Winter?**
  - Obwohl diese Frage bei einem Auto berechtigter wäre – würden Sie diese Frage an einen Autofahrer richten?
  - Das TWIKE ist grundsätzlich wintertauglicher als ein Auto, weil es Batterien hat, welche auch bei tiefen Temperaturen nicht versagen (im Gegensatz zu den Bleibatterien im Auto) und es dreht auf rutschiger Fahrbahn weniger schnell durch, weil der frequenzgeregelte Antrieb subtiler reagiert (eine Art Schlupfkontrolle).
  - Die schmalen Reifen sind auf Schnee grundsätzlich besser als breite und: Ist's einmal so glatt, dass die kleinste Berührung der Bremsen schon zu blockierten Rädern führt, so kann mit Hilfe der elektrischen Motorbremse das Fahrzeug fein dosiert und kontrolliert gebremst werden.
  - Walter Breitinger in Northern Indiana hat sein TWIKE letzten Winter bei Temperaturen bis –38 ^{o} Celsius für seinen Arbeitsweg von jeweils 30 km benutzt.
  - Am 18. Februar 2006 fuhr ich mit meinem Vater durch tiefen Schnee zum Restaurant Waldweid (BL) auf 1014 m und war an jenem Tag das einzige Fahrzeug, welches ohne Ketten dort ankam.

- **Aber es hat doch keine Heizung!**
  - Doch! Die Ventilatoren zur Kühlung der Akkus blasen ständig warme Luft ins Fahrzeuginnere
  - 5 Minuten pedalen, und Sie haben warm !
  - Vorhanden ist eine Scheibenheizung
  - Für Modelle ohne Pedalen empfiehlt sich eine Standheizung (Ebersbächer oder ä. mit Ölbetrieb)

- **Ist die Lenkung nicht ein wenig unsicher?**
  - Im Gegenteil: alles ist viel einfacher und intuitiver – wie Velo fahren.
  - Weniger unsicher als eine umständliche Steuerradlenkung, wie in den vielen Antischleuderkursen gezeigt werden konnte: Sobald sie einmal in eine Schleudersituation kommen , sind sie hinter dem Lenkrad vielfach zu langsam – der Lenkhebel hilft Ihnen in Sekundenbruchteil, das gelenkte Rad wieder auf die Spur zu bringen.
  - Ich bin viel zu faul zum kurbeln beim Einparkieren.
  - Studien bei Daimler-Chrysler haben gezeigt, dass der Steuerknüppel in Notsituationen besser, schneller und sicherer ist – bald werden auch Autos so ein Ding haben!

- **Man sitzt so tief... das würde mich stören**
  - In der Tat ist die Sitzposition fast so tief wie bei Sportwagen.
  - Das TWIKE ist 1.20m hoch, der Renault Alpine Sportwagen 1.14m, der Citroen BX 1.35m – die Unterschiede sind winzig.
  - In vielen Sportwagen sitzen Sie tiefer – und dies ist halt auch einer...

[Das Bild rechts wurde von Stephan Meister in London aufgenommen]

- **Wo laden sie denn?**
  - An jeder normalen Haushaltssteckdose.
  - Im Restaurant kann der Strompreis Bestandsteil des Trinkgeldes sein: ca. 60-80 Rappen für eine Volladung bei Hochtarif!
  - Es gibt ein Verzeichnis der „offiziellen" Tankstellen in Europa. Darin sind Privatadressen, Geschäfte, Ausflugsrestaurants, sowie auch öffentliche Parkplätze mit Stromtankstellen. Die Brochure *LemNET* kann beim Elektromobilclub Schweiz bestellt werden: www.ecs-five.ch

2. Wieso Solarstrom aus dem Netz?

Es ist ein Dienst an der Allgemeinheit, den Solarstrom im europäischen Netz zu speichern, anstatt in Batterien – denn die Effizienz des gesamten Stromnetzes wird letztendlich erhöht:

Sämtliche Stromerzeuger Europas müssen zusammen in jeder Minute genau soviel Strom produzieren, wie Europa braucht, weil Strom nicht oder nur in kleinen Mengen speicherbar ist. Dieser Verbrauch ist allerdings grösseren Schwankungen unterworfen. Nachts wird fast kein Strom gebraucht, am Morgen und am Mittag am meisten und auch dazwischen gibt's stündliche aber auch saisonale Schwankungen. Vor allem die grossen thermischen Kraftwerke (Atom-, Kohle-) können nur konstante Leistung abgeben. Die anderen Kraftwerke (v.a. Wasserkraft) müssen sich entsprechend anpassen und laufen oft nicht im optimalen Betriebspunkt. Hinzu kommt, dass diese sogenannte Grundlast höher ist, als das Tagesminimum, sodass Alpenländer wie die Schweiz nicht wenige sog. Speicherkraftwerke betreiben müssen, d.h. der überschüssige Nachtstrom wird benutzt, um Wasser in Stauseen hinaufzupumpen, um es zu Zeiten des Spitzenverbrauchs (z.B. am Mittag) wieder hinunterfliessen zu lassen. Diese Batteriefunktion ist leider auch mit Verlusten behaftet... Wenn nun viele TWIKE-Fahrer nachts Ihr Fahrzeug laden und einen Teil der nächtlichen Überproduktion beanspruchen, jedoch tagsüber Solarstrom einspeisen, so wird unsere heutige Stromwirtschaft effizienter! Bis auf einige Spitzen und den Verbrauch nach Sonnenuntergang repräsentiert der Verlauf der Intensität des Sonnenlichts ungefähr den Stromverbrauch Europas.
Solarenergie entsteht dann, wann sie gebraucht wird! Das heisst – die Effizienz der Energieproduktion wird insgesamt gesteigert. Der Gewinn an Energie ist also insgesamt höher, als die Produktion der Solarzellen beträgt!
Quelle: Autor

Übrigens: Strom aus den oben erwähnten Pumpspeicherkraftwerken ist etwa gleich teuer wie Solarstrom (d.h. >1CHF je kWh) – Solarstrom ist also durchaus eine bezahlbare Alternative...
Quelle: Die Sonne macht mobil, Zeitschrift des Solarmobil Verein Erlangen e.V.

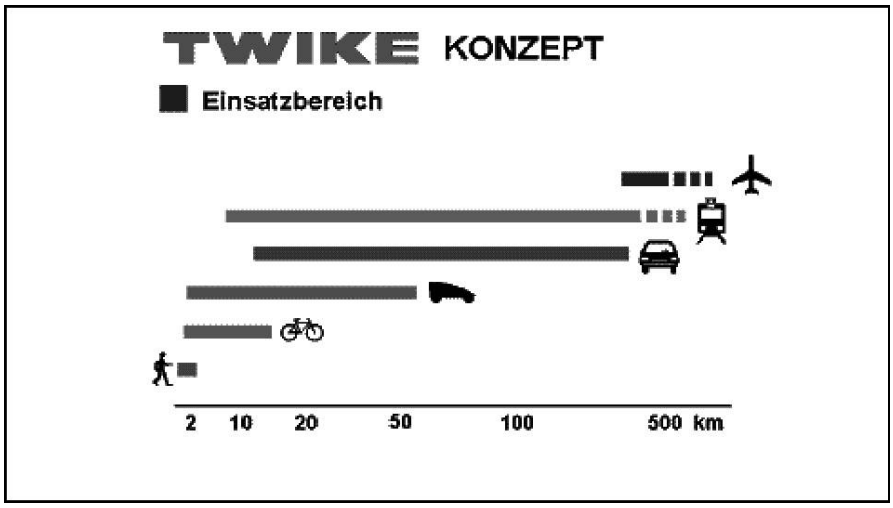
Wann ist ein Elektromobil ein Solarmobil?

Ein „echtes" Solarmobil, bei dem sich das Solare Kraftwerk gleich auf der Karrosserie befindet, ist zwar technisch machbar (siehe World Solar Challenge in Australien etc.), aber wegen der immensen Grösse unpraktisch und unrealistisch. Durch das zusätzliche Gewicht leidet die Effizenz ebenfalls – der Platzbedarf solcher Fahrzeuge wäre ebenfalls vergrössert. Zudem gewinnt ja durch den Betrieb im Netzverbund (wie im Kapitel *Wieso Solarstrom aus dem Netz?* Beschrieben) das Netzwerk an Effizienz!
Es darf auch dann von einem Solarmobil gesprochen werden, wenn der Energiebedarf über Solarstrom von einer Netzverbund-Anlage sichergestellt ist.

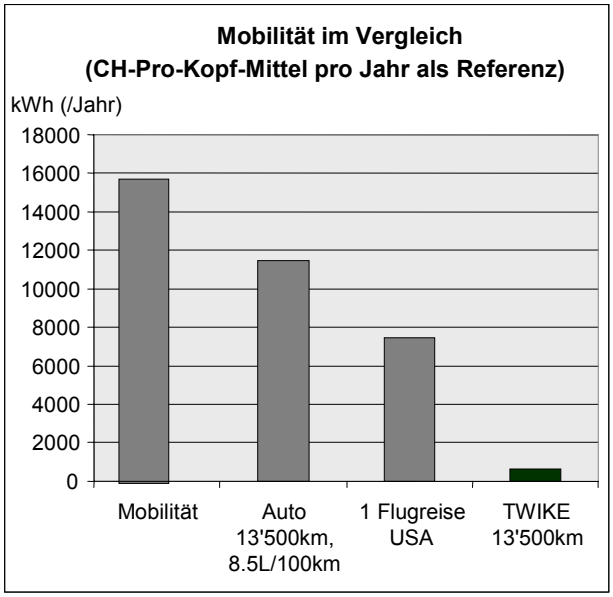
Das SOLARMOBIL ist also eigentlich ein Produktpaket, bestehend aus einem möglichst effizienten Elektrofahrzeug und einer ausreichend gross dimensionierten Photovoltaik-Anlage zur Netzeinspeisung.

Jeder muss selber dafür sorgen, dass sein Solarmobil kein „Tschermobil" ist!
Quelle: Die Sonne macht mobil, Zeitschrift des Solarmobil Verein Erlangen e.V.

3. Auzüge aus dem Vortrag „Das TWIKE und das Kyotoprotokoll – bzw. Energie im Alltag“



Mobilität nach Mass – mit dem Auto wird mit Kanonen auf Spatzen geschossen... (Quelle: TWIKE AG)



(*Quelle: Autor)*

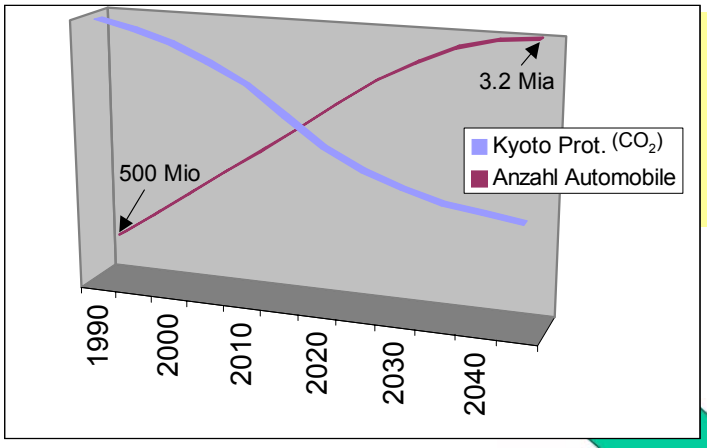
- Ganz links der durchschnittliche Energieverbrauch für die Mobilität pro Kopf im Schweizer Mittel (Quelle: EAWAG). Daneben die durchschnittliche Verschwendung beim Betrieb eines PW’s in der Schweiz (Quelle: TCS-Statistik)
- Auch Flugreisen sind massiv – es ist dort zu beachten, dass die Klimaschädigungsrelevanz des CO2-Austosses (bei Auto und Flugzeug in etwa proportional zum Treibstoffverbrauch) etwa 3 bis 4 mal schlimmer ist als beim Ausstoss am Boden (Auto, Industrie) – denn dort kommt der Treibhauseffekt durch die Wolkenbildung von Kondensstreifen und die Platzierung der Abgase direkt in der Ozon-Schicht hinzu.
- Beim Betrieb eines TWIKES ist zusätzlich zu erwarten, dass durch sinnvollen Einsatz die Kilometerleistung tiefer liegt – obwohl’s natürlich viel Spass macht... Zusätzlich kann beim TWIKE die Umweltfreundlichkeit des Treibstoffes gewählt werden (Solarbörse etc.).

Sinngemässe Kernaussage von **Kyoto**
(1. Klimakonferenz für die Nachhaltigkeit)

"Wir können die Welt über die Runden bringen, wenn der fossile **CO_2** - Ausstoss weltweit auf **40%** des Standes von **1990** stabilisiert werden kann!"

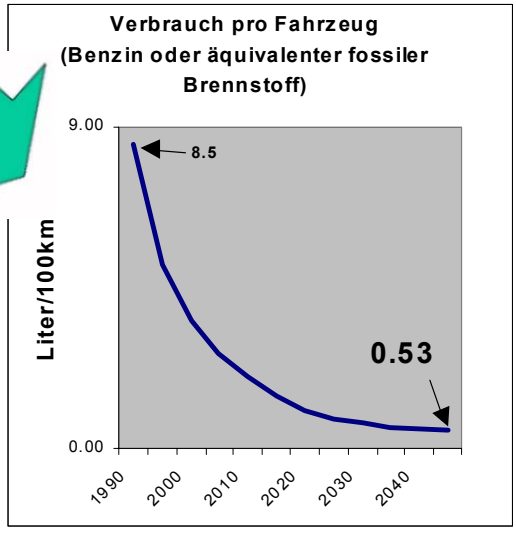
Mit dem Wort „fossile“ werden alle Kohlendioxid-Emissionen aus der Verbrennung nicht nachwachsender Rohstoffe zusammengefasst. Ein Raubbau an den Regenwäldern dieser Erde durch grossflächige Brandrodungen muss in diesem Sinne auch darunter gefasst werden, da die Regenwälder auf Grund der ausgelösten Erosion und der nachfolgenden Dürre nicht nachwachsen können
(Quelle: Al Gore – Ways to Sustainability)

Da ja die meisten Umweltminister dieser Erde dieses Protokoll unterschrieben haben – müsste diese Fakten nun Einfluss auf unser tägliches Leben haben. Im folgenden Exkurs habe ich den Treibstoffverbrauch von Autos isoliert betrachtet, unter der Annahme, jeder Industriezweig habe die obige Forderung separat zu erfüllen:



Diese Reduktion um den Faktor 16 lässt sich nicht durch kleinmütiges "Schräubeln" sondern nur durch radikales Umdenken erreichen - ist aber schon heute möglich!

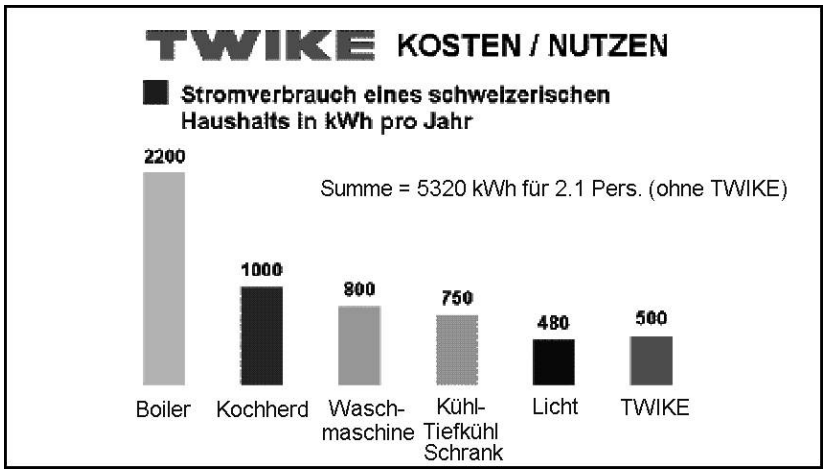
Verschiedene Studien gegen davon aus, dass eine weltweite "Automobil-Sättigung" bei einer sich stabilisierenden Weltbevölkerung von 12.5 Mia Menschen erreicht werden könnte. Heute hat jeder 12. ein Auto - dann wird es jeder 4. sein.



Die Realität in der Schweiz:
Seit 1990 steigt der insgesamte Benzinverbauch mit 0.5 bis 0.7% pro Jahr weiter, weil der Umstieg auf schwerere, leistungsstärkere Fahrzeuge, sowie der Zuwachs an Neuwagen die Verbesserungen der Technik mehr als zunichte machen...

Bei einem von der Autoindustrie für das nächste Jahrtausend prognostiziertem Zuwachs an PW’s auf 3.2 Mia (Stand 1990: 500 Mio) bei der zur hoffentlich auf friedliche Weise erreichten stabilen Weltbevölkerungszahl von 12.5 Mia kann das Kyotoprotokoll nur eingehalten werden, wenn der Treibstoffverbauch von heute **8.5** Liter/100km (CH-Mittel) auf **0.5** Liter/100km gesenkt wird.

Das TWIKE III erfüllt diese Bedingung schon heute → 5kWh/100km = 0.5 Liter/100km!



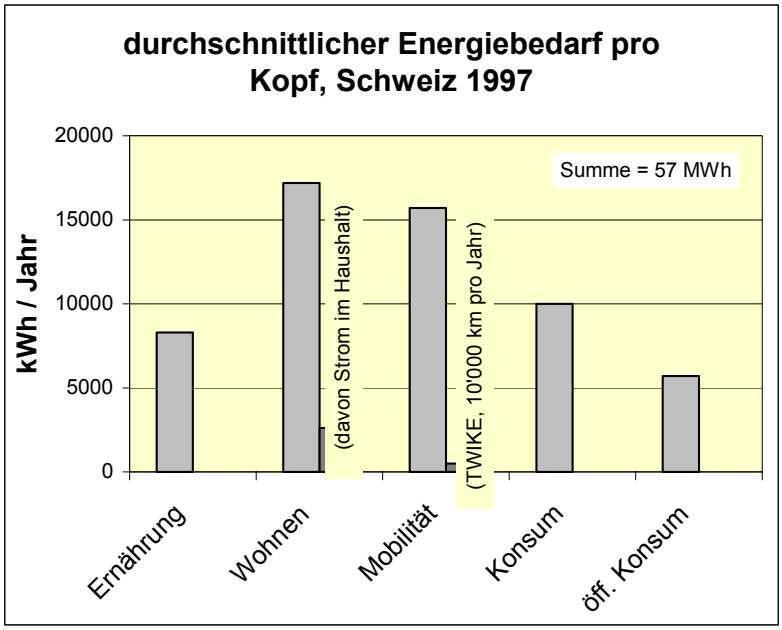
Folie 3: durchschnittlicher Stromverbrauch eines Schweizer Haushalts (2.1 Personen). Die Summe beträgt 5230 kWh ohne TWIKE. Das TWIKE würde also bei 10‘000 km Fahrleistung pro Jahr nur 10% des Haushaltsstrom-Verbrauches ausmachen.

Dies kann ohne Neuinvestitionen durch bewussten Einsatz gespart werden:

- Mit Deckel kochen
- Boiler auf 55°C senken
- Fernseher ausschalten wenn nicht gebraucht (Standby-Schaltung braucht 90 kWh/Jahr = 1800 km twiken!)
- Sparlampen sind nicht das Ei des Kolumbus: Sondermüll, mehr Herstellungsenergie und unrentabel bei Räumen, bei denen das Licht nur kurz brennt (Treppenhäuser, Toilette).
- Computerinstallationen und Peripheriegeräte über eine abschaltbare Stromleiste einstecken.

Weitere Tipps:

- Es gibt heutzutage Gefriertruhen und Kühlschränke, die sich je mit 90 – 100 kWh genügen (Quelle: T. Müller-Skypski)
- Bei Zentralheizung immer eine Boilerheizung über den Heizkessel-Rücklauf vorsehen
- usw.



Auf der letzten Folie wurde der Stromverbrauch im Haushalt aufgeteilt – aber wieviel macht dies im gesamten Verbrauch aus? Der gesamte Strom macht wie wir sehen nur ein winziger Teil aus **(4 %)**!
Anstatt nun eine teure Fotovoltaikanlage aufs Dach zaubern kann andernorts massiv mehr gespart werden: bei der Wahl von Konsumgütern (Verpackung, Transportweg, industrielle Herstellung), der Heiztemperatur, Wohnungsgrösse, Wahl der Baumaterialien bei Neubau etc. etc.
öff. Konsum heisst: sämtliche „Dienstleistungen“ des Staates (vom Strassenbau bis zum Militärflugzeugtreibstoff – pro Kopf berechnet).

4. Graue Energie – was braucht wieviel?

Die „graue Energie“ bezeichnet sämtliche Herstell- und Entsorgungsenergie, welche in einem Produkt enthalten ist – bei Fahrzeugen, Heizungen etc. kommt dann noch die Betriebsenergie hinzu, bei Kraftwerken wird die im Lebenszyklus produzierte Energie gegengerechnet.

Bei einem Auto macht dies im Durchschnitt etwa 70 MJ/kg (ca. 20 kWh) aus, wobei bei zunehmendem Einsatz von Aluminium, Kunststoffen und Magnesium, sowie speziellen Oberflächenbehandlungen, sowie viel Elektronik dieser Wert tendenziell steigt.
Bei einer Lebensdauer von 150'000 km und einem Benzinverbrauch von 8 Litern/100km macht die graue Energie also 37'200 „zusätzliche Kilometer“, oder 25% aus.
Beim Twike wird es etwas mehr sein – weil eben mehr Alu, Plastik und Elektronik sowie Batterien im Spiel sind – dafür keine Beschichtungen und Lacke – schätzungsweise 100 MJ/kg. D.h. bei 277 kg inklusive Batterien etwa = 7'700 kWh. Da das Twike aber enorm sparsam beim Fahren ist, könnten mit dem Gegenwert der grauen Energie 154'000 km gefahren werden – mit einem Durchschnittsauto hingegen nur etwa 10'000 km…

Da ja die meisten Konsumgüter irgendwie aus Glas, Metall oder Kunstoff sind, kann zur Abschätzung der grauen Energie anderer Kosumgüter das Gewicht und der Wert für das Auto (70 MJ/kg) genommen werden. Ausser für Elektronik – dort ist es bis 10 mal mehr.

Wir können also ziemlich viel Energie sparen, wenn wir alle unsere Güter und Fahrzeuge wieder viel länger einsetzen. Eisenbahnwagen fahren 40 und mehr Jahre – ein Auto ist auf Malta im Durchschnitt 22 Jahre alt – und fährt auch... **Allerdings ist dies bei gewissen Produkten zu prüfen – ein 20-jähriger Tiefkühlschrank kann bis zu 5 mal mehr Strom brauchen als ein A-Klasse-Modell Jahrgang 2005 – die Differenz von 400 kWh pro Jahr ist etwa die Hälfte der grauen Energie – d.h. nach zwei Jahren ist ein Neukauf energetisch amortisiert.** Sogar mit den Stromkosten (Differenz = 400 kWh x 0.2 CHF = 80 CHF/Jahr) lässt sich einiges machen…
Quelle: verschiedene, u.a. 2000 Watt Gesellschaft – Projekte von ETHZ/UNIZH

Verschiedene Materialien im Überblick (Herstellenergie und Energiekosten):
Die graue Energie wird in Mega-joule pro Kilogramm [MJ / kg] angegeben. 1 MJ entspricht 1 MWs, bzw. 0.278 kWh (Kilowattstunden) oder 238 kcal (Kilokalorien)
Ist die Zahl bei „Energiekosten“ niedrig – so wird pro umgesetzter Franken Materialherstellkosten wenig Energie gebraucht.

Metalle	Graue Energie [MJ / kg]
Gusseisen	14
Stahlblech	28
Kupfer	48
Aluminium	250
Aluminium, zurückgewonnen	72
Erden	
Kalk	10
Zement	5
Beton	3
Backstein	3
Flachglas	22
Silizium, Halbleiterqualität	600

Naturprodukte	Graue Energie [MJ / kg]
Holz	19
Karton	27
Papier	60
Kork	3

Kunstoffe	
PVC	60
Polystyrol	123
Polyurethan	64
Steinwolle	18

Quelle: Bundesamt für Energie

TWIKE-AKKUS:
Es kann gesagt werden, dass die Herstellung einer TWIKE-Akkus ungefähr die Hälfte der Energie braucht, wie in 1000 Zyklen gespeichert werden kann (1'200 kWh pro Block / 2 = 600 kWh / 28 kg = 21 kWh/kg (75 MJ/kg). Dies scheint viel – liegt aber sogar unter dem durchschnittlichen grauen Energiebedarfs eines Kilos des restlichen Fahrzeuges und etwa gleich wie ein Kilo Benzinauto – und schliesslich **zählt das Gesamtgewicht**!

5. Amortisationszeit bei Photovoltaik und Sonnenwärme

1. Photovoltaik

Bei einer photovoltaischen Anlage ist grundsätzlich mit einer Herstellungs- und Montageenergie von 4180 kWh / kWp Anlagenleistung zu rechnen (inkl. Anteil Wechselrichter etc.). Pro Jahr können ca. 870 kWh/kWp geerntet werden.
Die energetische Amortisationszeit beträgt demnach 4180 / 870 = **4.8 Jahre**
Bei einer Lebensdauer von 30 Jahren entsteht ein Erntefaktor von 30 / 4.8 = **6.2**
d.h. es wird 6.2 mal mehr Energie gewonnen, als Herstellung/Aufbau verbraucht haben

2. Sonnenwärme beim Warmwasserkollektor

Eine 50 m^2 grosse Kollektoranlage für eine Überbauung für 100 Personen mit einem 1500 Liter grossen Speicher bringt einen Netto-Energieertrag* von 29'700 kWh pro Jahr. Herstellung und Bau benötigen einen Energieaufwand von ca. 52'800 kWh.
Die energetische Amortisationszeit beträgt 52'800 / 29‘700 = **1.8 Jahre**
Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren entsteht ein Erntefaktor von 20 / 1.8 = 11.2

Es wird ersichtlich, dass bei einer Warmwasserkollektoranlage effizienter neue Energie geschaffen wird. Bei einem Warmluftkollektor, welcher v.a. bei Industriebauten sehr geeignet ist, ist der Erntefaktor nocheinmal um einiges höher!

Die grösste Energiequelle ist die einsparbare Energie!
In der Literaturquelle (Info-Energy) wird darauf hingewiesen, dass eine Sparmassnahme z.B. durch eine neue Hausisolation den höchsten Erntefaktor aufweist und dringend zu empfehlen ist:
Beispiel Einfamilienhaus: Herstellung einer Mineralwoll-Isolierung (11000 kWh), Montage-Arbeit (4000 kWh), Einsparpotential (10'000 kWh pro Jahr):
Die energetische Amortisationszeit beträgt 15‘000 / 10‘000 = **1.5 Jahre**
Bei einer Lebensdauer von 30 Jahren entsteht ein Erntefaktor von 30 / 1.5 = **20**

*hier ist der Eigenverbauch (Pumpenantrieb, Regeltechnik etc. schon inbegriffen)

6. Externe Kosten des Autoverkehrs

Die Umwelteinflüsse durch den motorisierten Strassenverkehr können in (noch) nicht quantifizierbare Langzeitschäden (Treibhauseffekt, Erwärmung, Grundwasserschäden durch Pneuabrieb und Schwermetalle) und heute schon berechenbare Einflüsse (Anteil Kosten im Gesundheitswesen, Gebäudeschäden durch Smog, Ozon-Allergien und sogar Ernteschäden) einteilen. Die zweite Kategeorie, welche in Geld ausgedrückt werden kann, wird als externe Kosten bezeichnet- d.h. Kosten, die zwar anfallen, aber vom Verursacher nicht direkt bezahlt werden. Hierzu wurden an der LEVcon1 (1999) in Mendrisio Zahlen präsentiert: für ein Katalysator-Benzinauto in der Schweiz können ca. Franken 3040 pro 10'000 km oder Franken 3.57 pro Liter Benzin (!) ermittelt werden. Bei Dieselfahrzeuge bestehen je nach Abgasnorm und Technik enorme Unterschiede (schwankt von Franken 660 bis 8500 pro 10'000 km), der Mittelwert kommt jedoch auf einen ähnlichen Wert.
Dies würde bedeuten, dass bei der Abwälzung dieser Kosten auf den Verursacher die Benzinpreise auf ca. Franken 4.80 klettern würden. Das hiesse aber nicht (wie von bürgerlich-konservativen Kreisen oft behauptet), dass die steuerliche Belastung höher würde – denn die ohnehin anfallenden Kosten müssten dann ja nicht mehr durch Krankenkasse oder Einkommensteuer gedeckt werden, was zu einer Entlastung führen würde. Auf jeden Fall würde die Einführung alternativer Antriebs- und Verkehrssysteme sicher Auftrieb erhalten

Eine Studie der Weltgesundheits-Organisation (WHO) zeigt, dass Autoabgase in der Schweiz jährlich Gesundheitskosten von 500 Franken pro Kopf und rund 200 vorzeitige Todesfälle verursachen. Immissions-Grenzwerte werden oft überschritten (z.B in Zürich rund 80 mal im Jahr – laut Luftreinhalteverordnung ist ein Übertritt pro Jahr das erlaubte Maximum...).
Quelle: Facts vom 2.3.2000

Velo- und Fussgängerverkehr sind die häufigste Verkehrsart (Anzahl Wege, nicht Kilometer, da ja auch kleinräumigere Strukturen berücksichtigt werden), werden jedoch am schlechtesten gefördert, bzw. sogar behindert. Im Gegensatz zu einem Stadtquartier kostet die Erschliessung für ein typischerweise auf das Auto ausgerichtete Agglo-Quartier pro Kopf 5'000 Franken mehr! Mit einer konsequenten Förderung des Velo- und Fussgängerverkehrs würde der Autoverkehr um 20% reduziert und die öffentliche Hand um 10 Milliarden Franken entlastet! Für Fussgänger entstehen in der Schweiz für die Begleitung von Kindern (ca. 200-300 Mio CHF/Jahr) und für die Zeitverluste durch Umwege infolge der Trennwirkung von Strassen sind etwa 100 bis 200 Mio. Franken jährlich zu berechnen.
Quelle: Auszug aus der Studie NFP 41 des Nationalfonds, zusammengefasst von Christian Harb

Die Staukosten, die dem Berufsverkehrs (Anteil nur 17% des gesamten Verkehrsaufkommens!) auf Grund der Behinderung durch teils unnötigen Pendel- und Freizeitverkehr entsteht schlagen etwa 1.2 Milliarden Franken pro Jahr zu Buche und müssen von der betroffenen Wirtschaft allein getragen werden.
Quelle: Auszug aus der Studie NFP 41 des Nationalfonds, zusammengefasst von Christian Harb

Das Auto ist in 97.5 Prozent der Zeit ein „Stehzeug“ – die Kosten für Herstellung, Unterhaltung und Amortisation eines einziges Parkfeldes in einem öffentlichen Parkhaus kostet bis 8000 Franken pro Jahr, ein ungedeckter Platz 2000 bis 3000– und wird üblicherweise von der öffentlichen Hand berappt. Ein Veloabstellplatz kostet 200 bis 500 Franken.
Quelle: Auszug aus der Studie NFP 41 des Nationalfonds, zusammengefasst von Christian Harb, sowie Facts vom 2.3.2000

Die Einführung der sogenannten Kostenwahrheit wird zwar von verschiedenen politischen Gruppierungen angesprochen – die Durchsetzung wird jedoch eine der grössten Herausforderungen unserer Zeit sein und die Wettbewerbsverzerrungen ein endlich aufheben.

Auch auf der folgenden Seite sind noch Fakten aufgeführt, die streng genommen ebenfalls „externe“ Kosten des Verkehrs sind – ganz zu schweigen davon, dass der MIV Arbeitsplätze vernichtet, indem vor allem in ländlichen Gebiete die Dorfläden durch, z.T. weit entfernte, Einkaufszentren konkurriert werden und nicht selten schliessen müssen. Nicht motorisierte Bewohner solcher Dörfer müssen dann plötzlich auch mobil sein – entweder per Taxi oder Kurierdienst – oder werden gar zum Kauf eines motorisierten Fahrzeuges gezwungen. Diese Kosten sind neben dem Zerfall des Soziallebens in einer dörflichen Struktur kaum erhebbar.
Quelle: umverkehR und Autor

Bittere Zahlen...

30 000 Menschen werden jährlich auf Schweizer Strassen verletzt, 6000 davon schwer. Besonders kostspielig sind die bleibenden Schäden: Die Kosten für Renten und
Entschädigungen erreichen Milliarden-Höhe. Die Zahl der Todesopfer ist rückläufig und beträgt 600. Zynische Zeitgenossen bemerken: "Verkehrsunfälle beeinflussen das Bruttosozialprodukt eines Landes positiv."

Täglich wird in der Schweiz eine Hektare Boden für den Verkehr überbaut. Er braucht 30% der Siedlungsfläche (100% = 410 Quardratmeter pro Einwohner). Ich habe bis jetzt erst einen grössere Rückbau gesehen, wo aus der ehemaligen N4 bei Hettlingen wieder Wiese wurde – natürlich parallel zum Bau einer Autobahn... Können wir in zyklischen Flauten die Bauindustrie nicht besser zur Entfernung von Strassen einsetzen – mit einer Vollkostenrechnung dürfte dies auch volkswirtschaftlich durchaus sinnvoller sein, als welche zu bauen.

Benzin ist billig. Ein Liter Benzin müsste fünf Franken kosten, hätte der Treibstoff die gleiche Teuerung erfahren wie ein Kilo Brot. In der Schweiz wurden letztes Jahr (1999) 394 453 neue Motorfahrzeuge in Verkehr gesetzt. «Flaute überwunden», meldet der Autohandel.

Die Zeitung «La Repubblica» errechnete, dass das Stundenmittel in
Rom für Autos 8,5 Kilometer betrage und das Velo mittlerweile das schnellste Gefährt sei.

Dabei...
fänden die Pendler, welche in 6 km zweispurigem Stau auf der Autobahn stehen, in einem einzigen Doppelstock-Zug, wie sie die Zürcher S-Bahn betreibt, Platz (1350 Plätze) und könnten erst noch Zeitung lesen...

der öffentliche Verkehr (OeV) in der Schweiz
verbrauchte 1998 pro Personenkilometer 9mal weniger Energie
als der motorisierte Individualverkehr (MIV). Und dies, obwohl die Auslastung von
Zügen, Bussen und Postautos nicht selten unbefriedigend war. Der Flugverkehr wurde nicht als
OeV mit einbezogen. In der Schweiz wird gegenwärtig 3% der für den Verkehr einge-
setzten Energie vom OeV, 77% vom MIV und die restlichen 20% vom
Flugverkehr verbraucht (Flugtreibstoff, der in der CH
verkauft, nicht verbraucht, wurde).

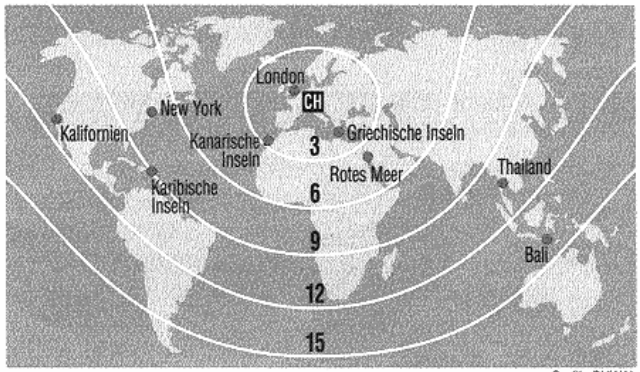
Quellen: Facts vom 2.3.2000 mit Ergänzungen des Autors, sowie SBB-Magazin „VIA“

Obwohl durch die Marktliberalisierung der Kostendruck auf die Luftfahrtsunternehmen gestiegen ist, hat die Auslastung der Flugzeuge seit 1995 wieder um einige Prozentpunkte abgenommen (62 statt 65 Passagiere pro Flug). Also ausgerechnet dort, wo sogar die Energieeffizienz noch steigerungsfähig wäre, haben die Kräfte des freien Markts einmal mehr versagt...
Quelle: Tagesanzeiger, Anfang Mai 2000

Jeder Franken der in den Veloverkehr anstatt in den motorisierten Individualverkehr (MIV) investiert wird, schafft 43% mehr Arbeitsplätze in der Schweiz.
Jeder Franken der in den öffentlichen Verkehr statt in den MIV investiert wird schafft doppelt soviele Arbeitsplätze im Inland.
Quelle: Auszug aus der Studie NFP 41 des Nationalfonds, zusammengefasst von Christian Harb

Der Vorschlag vom WWF: Fliegen – besser nur alle paar Jahre

Reisen ist ein Luxus, den sich die Mehrheit der Menschen heute nicht leisten kann. Gerecht verteilt und für die Natur erträglich wäre es, pro Jahr nicht mehr als 3700 km mit dem Auto ODER 1200 km mit dem Flugzeug zurückzulegen (entspricht 0.5 Tonnen CO2).
Wenn Sie Ihre Mobilität am Boden mit jährlich 2500 km Car-Sharing-Auto, sowie OeV und Velo etc. abwickeln können, dann zeigt die nebenstehende Grafik, alle wieviele Jahre eine Flugreise drinliegt.



Grafik: BUWAL

7. Der Katalysator des Benzinautos – eine Mogelpackung sondergleichen...

Anfangs 80er-Jahre wurde das Benzin-Autofahren plötzlich „sauber“, es hiess – „90% der schädlichen Abgase fallen weg!“. Das ist nur richtig wenn:

- CO_2 nicht als schädliches Abgas betrachtet wird, da es ja nicht unmittelbar giftig ist,
- der Motor warmgelaufen ist,
- und bei mittlerer Belastung läuft und
- der Katalysator alle 60‘000 – bis 100'000 km ausgetauscht würde.

Was verschwiegen wurde:
Ein Katalysator wandelt alle direkt toxischen Abgase wie Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (No_x), in Stickstoff-Dioxid, Wasser und weiteres CO_2 um. Dafür benötigt er:

- Energie – der Benzinverbrauch mit Katalysator ist mindestens 10% höher.
- Für die Oxidation der Schadstoffe wird Sauerstoff gebraucht – die Verbrennung im Motor ist normalerweise unvollständig – der übrigbleibende Sauerstoff wird vom Katalysator verschlungen – mehr Sauerstoffverbrauch – mehr CO_2-Ausstoss!
- Das Ding muss als hochgiftiger Sondermüll entsorgt werden.

Katalysatoren werden so ausgelegt und positioniert, dass sie bei mittlerer Belastung optimal funktionieren, d.h. etwa 600 Grad Arbeitstemperatur haben. Bei grösserer Last (z.B. Autobahnfahrt) würde er jedoch verglühen, sodass gekühlt werden muss. Dies geschieht mit Benzin! Das Gemisch wird im Verhältnis zur Luft mit mehr Benzin angereichert, die Verbrennung wird schlechter und somit kühler - der Benzinverbrauch steigt enorm!
Für die globalen Auswirkungen des Autofahrens kann also gesagt werden, dass der weltweite CO2-Ausstoss und Benzinverbrauch durchs Autofahren mit Katalysator ca. 10% höher ist, als er hätte sein können ohne Katalysator – und das eingebildete „gute Gewissen“ verführt die Betreiber zum Mehrgebrauch!
Quelle: verschiedene, u.a. EMPA Dübendorf, Abteilung Betriebsstoffe

Letztere zusammenfassende Aussage gilt auch für sämtliche fossile Kraftwerke mit Rauchgasfilteranlagen – dort ist der Mehrverbrauch an Energie allerdings „nur“ etwa 6%.
Quelle: Al Gore – die Wege zur Nachhaltigkeit

... und das 3 Liter-Auto ist auch nicht besser, solange es mit Diesel fährt: Die Stickoxid- und lungengängigen Feinstaub-Emissionen sind viel höher pro Liter verbrannten Treibstoff als bei einem Benzinauto!
Beim Benziner sind es vor allem die Benzole (das, was so stark riecht), welche am giftigsten sind (krebserregend) und zu lange nicht beachtet wurden. In Zürich atmet frau im Schnitt 4 mal zuviel davon ein...
Quelle: Tages-Anzeiger vom 8.3.00

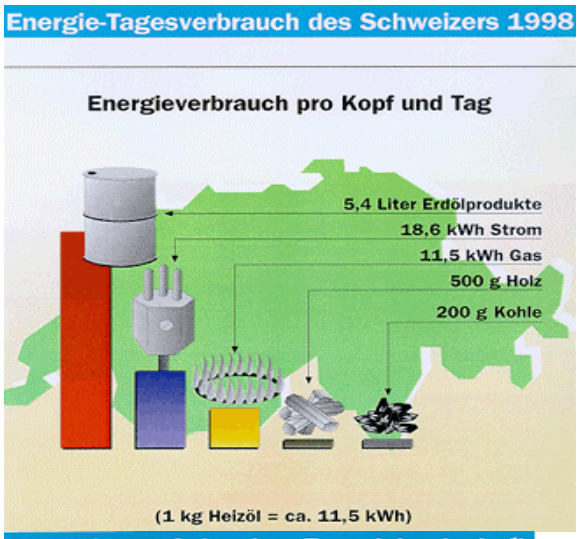
Apropos:
1946 fuhr das erste 3-Liter-**Benzin**auto! Der schnittige Talbot 333 mit 3 Rädern, 3 Sitzen und 3 Litern Verbrauch war seiner Zeit punkto Aerodynamik (c_w 0.282), Abgasführung, Bauweise und Gewicht weit voraus. Allerdings war das Leichtmobil (mit 375 Kilogramm deren 120 leichter als der erfolgreiche Citorën 2CV „Deux Chevaux“ und halb so schwer wie ein „Smart“!) v.a. aus Aluminium gebaut, ein Material das damals in Frankreich per Gesetz für „strategisch wichtige“ Aufgaben einzusetzen war – sodass es im Museum landete.

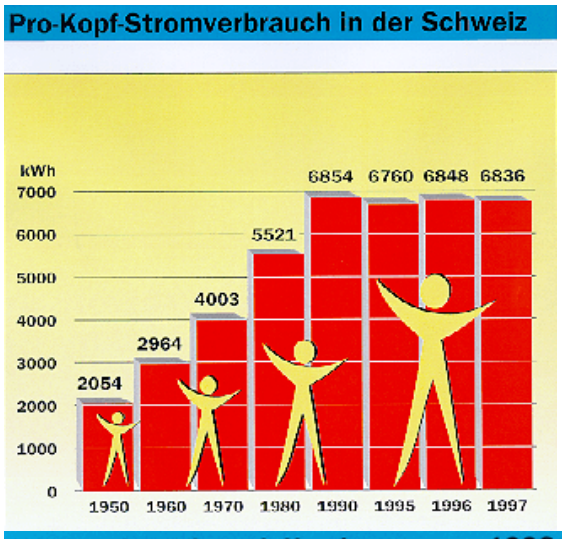
1987 stellte Renault den *Vesta II* vor, ein Viersitzer mit 2 Liter Verbrauch für 100 km. 1994 entführte Greenpeace France die Studie und stellte sie demonstrativ vor die Tore der Automobilschau in Frankfurt: „Denn sie könnten es, wenn sie wollten...!“

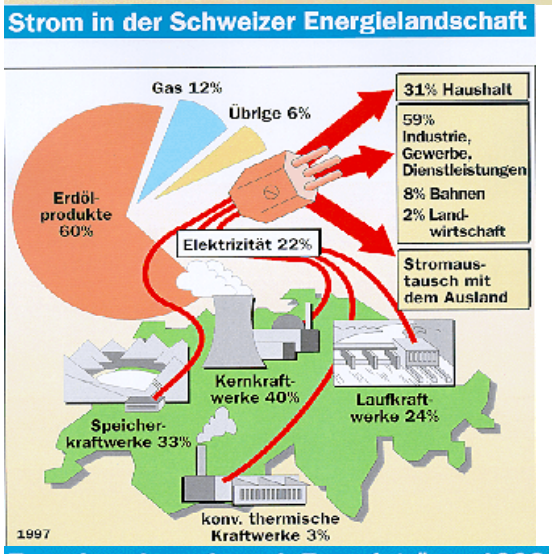
1998 stellte Titus Müller-Skypski ein Diesel-Mini-EL vor: Das dreirädrige Ex-Elektromobil bezieht seinen Motorstrom anstatt aus der Steckdose aus einem eingebauten, schallgedämpften Dieselgenerator, welcher sich bei TWIKE-Fahrleistungen und quasi endloser Reichweite mit 1.2 Liter Rapsöl für 100 Kilometer begnügt. – Nur um es den „Wolfsburgern zu zeigen“ – denn sonst fährt er nur Fahrrad!

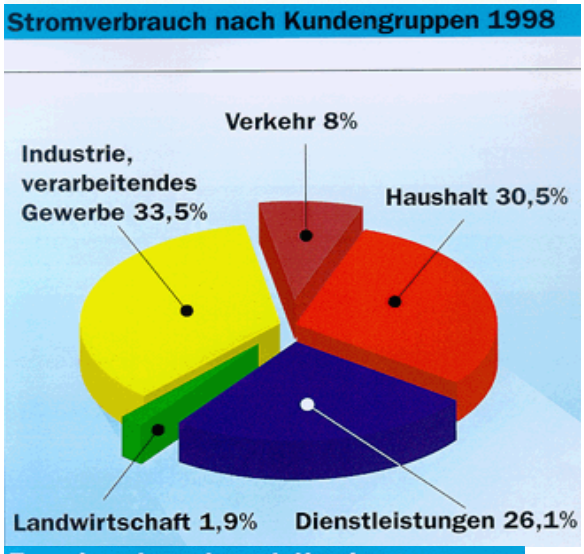
8. Vergleiche rund um Strom und fossile Energieträger

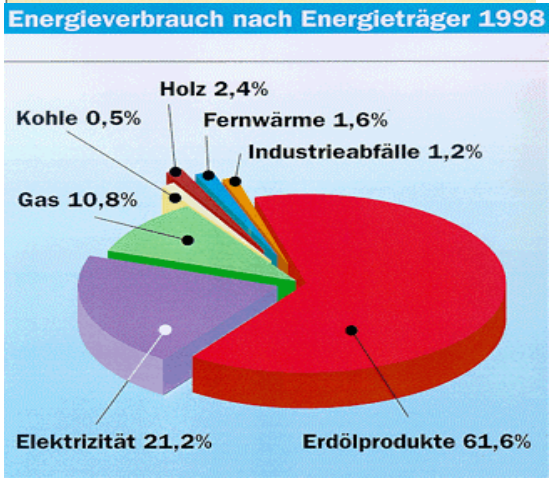
Der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz beträgt 22%, daneben sind 12% Gas, 60% Erdölprodukte und 6% übrige (Holz, Abfallverbrennung). Er machte 1998 pro Kopf 6836 kWh aus oder 48.5 GWh für die ganze Schweiz. Dieser Wert ist seit Anfang der Neunziger Jahre nicht mehr gestiegen. Würden alle in der Schweiz zugelassenen Autos (3.4 Mio) durch TWIKEs ersetzt, so würde der Stromverbrauch bei je 10'000 km/Jahr um **3.3%** zunehmen, der gesamte Energieverbrauch der Scheiz jedoch um ganze **17.7 %** gesenkt (darin ist ebenfalls eingerechnet, dass mit einem Rückgang der Fahrleistung von 13'500 km pro Jahr und Fahrzeug auf 10'000 km oder weniger gerechnet werden kann).

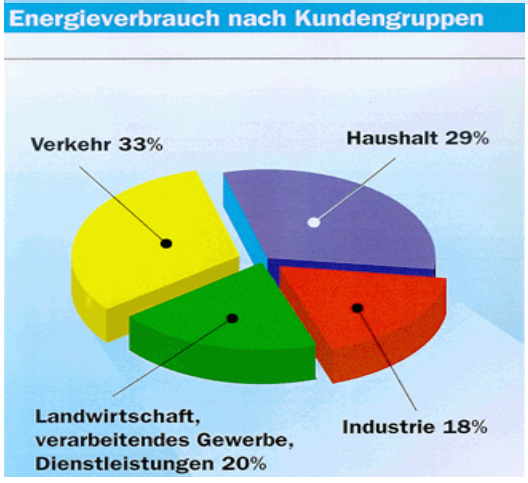












Quelle: Bundesamt für Energiewirtschaft

9. Der Mensch als Naturgewalt – bittere Fakten

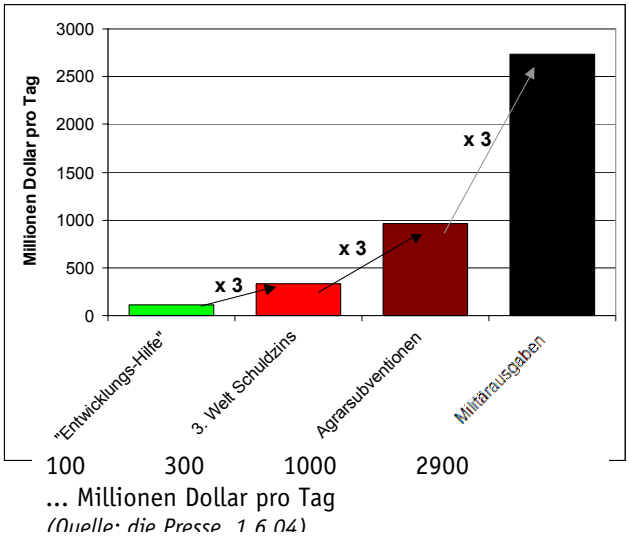
Bis in die späten 60er Jahre vertrat auch die Wissenschaft mehrheitlich die Meinung, dass die Welt mit seinen Naturgewalten so unermesslich gross sei, dass der Mensch keine wesentlichen Aenderungen herbeiführen könne. Leider war dies auch schon damals falsch: jetzt steht fest – der Mensch ist die Naturgewalt Nr. 1, d.h. die Ursache der grössten und v.a. schnellsten Veränderungen auf dieser Welt.

Bevölkerungsexplosion – naturbedingt?

Bisher fasste ich die Bevölkerungswachstumskurve immer als eine exponentielle Wachtumskurve auf, d.h. ähnlich wie bei der Zinseszinsrechnung ist die Vergrösserung prozentual. Dem war nicht immer so! Wird das Wachstum sorgfältig betrachtet, so wird sichtbar, dass bis in die Antike immer wieder Phasen konstanter Erdbevölkerung zu verzeichnen waren, erst in den Zeiten der Kolonialisierungen (Römer, Europäische Kolonien im Mittelalter, Wirtschaftsimperialisierung im letzten und diesem Jahrhundert) ein ungebremstes Wachstum entstanden ist. Vom ersten Homo sapiens bis 1945 ist die Weltbevölkerung auf 2 Mia. Menschen gewachsen – jetzt vervierfacht sie sich innert eines Menschenlebens!
Quelle: Al Gore – die Wege zur Nachhaltigkeit

Als wichtigstes Kriterium zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung der Welt, wird in wissenschaftlichen Kreisen die Eindämmung dieses ungebremsten Wachstums der Weltbevölkerung betrachtet. Dies kann erreicht werden durch Beheben der wirtschaftlichen Ungerechtigkeiten im Handel mit nicht industrialisierten Ländern.
Quelle: 2000 Watt Gesellschaft – Projekte von ETHZ/UNIZH

Trotz sog. „3. Welt –Hilfsbeiträge“ sind die Geldflüsse von Süden nach Norden immer noch um Faktoren grösser als umgekehrt! Dies umfasst die Kredite der Schwellenländer bei Banken von Industrieländern, über Export von Rohstoffen durch auswertige Konzerne (die natürlich zuwenig für Gehälter und Steuern im betreffenden Land ausgeben), bis hin zu Schmiergeldern, die von Weltkonzernen zu korrupten Beamten fliessen und von dort wieder zurück auf Konten in Industrieländern.
Quelle: Al Gore – die Wege zur Nachhaltigkeit



Irrsinn in Zahlen dargestellt - die Zuordnungen haben durchaus einen Zusammenhang – einen makabren…

Artensterben – das gab's doch schon immer...

Eine ökologische Tagesschau müsste folgende Tagesthemen täglich bringen:

- Jeden Tag sterben 72 Tier- oder Pflanzenarten aus
- Jeden Tag entstehen 20'000 Hektaren zusätzliche Wüste (so gross wie 45'000 Fussballfelder).
- Jeden Tag werden 86 Millionen Tonnen fruchtbarer Boden durch Erosion abgeschwemmt, vom Winde verweht oder vom Menschen abgetragen (Effekt siehe oben).
- Jeden Tag werden 100 Millionen Tonnen Treibhausgase produziert (das sind 80 Milliarden Kubikmeter).
- Wir haben heute (an einem Tag) soviel Erdöl gebraucht, wie an 500'000 Tagen entstanden sind!
- Der Regenwald wird jede Sekunde um die Grösse eines Fussballfeldes kleiner (rund 4500 Quadratmeter)

Das Aussterben von Tier- oder Pflanzenarten ist zwar von der Evolution vorgesehen – geschieht aber heute **1000 mal schneller**, als je zuvor in den letzten 65 Millionen Jahre! Es ist die **Geschwindigkeit der Veränderung**, mit der die Natur nicht fertig wird!
Quelle: Franz Alt, Das ökologische Wirtschaftswunder

Was verändert unser Weltklima

Rund um die globale Erwärmung wird oft argumentiert, dass ja Klimaschwankungen heutiger Grössenordnungen schon immer mal vorkamen und deshalb normal seien. - **Ja, aber sie sind noch nie so schnell eingetreten!** Die Erde wird fertig mit grossen Veränderungen, wenn sie zur Reaktion genügend Zeit hat!

Die vier schlimmsten Klimaveränderer der Einflussstärke nach:

- Kohlendioxid CO_2: Die Konzentration hat von 1958 bis 1990 von 315 auf 358 ppm (d. h. um 14 %) zugenommen. Eigentlich ist CO_2 ungiftig, absorbiert jedoch Sonnenlicht, d.h. die Erde kann weniger Wärme, ins Weltall abstrahlen – das Klima erwärmt sich. Pflanzen wandeln tagsüber und im Sommerhalbjahr mit Hilfe von Sonnenlicht CO_2 in Sauerstoff O_2 um (d.h. der Kohlenstoff wieder Teil der Biomasse). Bei Verbrennung von organischen Stoffen kehrt sich dieser Prozess um, wie dies auch bei natürlichem Verfaulen von Biomasse geschieht. Nichts schlimmes, solange nicht mehr verbrannt wird, als nachwächst...
- Die Wasserdampfkonzentration: Lange Zeit wurde gedacht, die globale Erwärmung, welche zu erhöhter Verdunstung, d.h. Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft führe, würde die Erwärmung automatisch wieder bekämpfen. Dem ist nicht so! Feuchte Luft reflektiert die einfallende Sonnenstrahlung UV-Licht nur wenig, tut dies jedoch umso mehr mit der von Erde reflektierten Infrarot-Strahlung. D.h. ein weitere Treibhauseffekt wird aktiv. Direkteste Sünder sind hier die Verkehrsflugzeuge, welche den Wasserdampf der Verbrennung direkt als Wolke hinterlassen.
- Methangas CH_4: Ebenfalls harmloses „Biogas", welches bei jedem Faulprozess entsteht und in der Erde als Erdgas vorkommt. Durch intensive und falsche Landbewirtschaftung, sowie durch die Abholzung von riesigen Waldflächen entsteht es im Übermass. Ebenso können erwärmte Weltmeere und übermässig erhitzte Bodenflächen riesige Mengen von Methan ausstossen. Die Auswirkung auf das Klima ist ähnlich wie Wasserdampf – allerdings bilden sich aufgrund der geringeren Dichte die Wolken auf grösserer Höhe („nachtleuchtende Wolken") und haben dort den stärkeren Einfluss.
- Chlorhaltige Abgase (FCKWs): Die Chlorkonzentration in der Atmosphäre hat sich von 1945 bis 1990 auf das **6-fache erhöht!** Einerseits zerstören diese Gase die UV-Schutzhülle aus Ozon O_3 direkt, andererseits senkt die ihre blosse Anwesenheit die UV-Filterwirkung sämtlicher anderer Verbindungen in unserer Atmosphäre. Mengenmässig macht das Chlor nicht viel aus, die Wirkung einer Tonne ist aber so schlimm wie 24'000 Tonnen CO_2 und die Aufenthaltsdauer in der Stratossphäre beträgt einige tausend Jahre.

Quelle: Al Gore – die Wege zur Nachhaltigkeit

Einige Teufelskreise im Überblick

- Die logische Folgerung, dass erhöhte UV-Strahlung mehr Sonnenenergie und damit auch erhöhtes Pflanzenwachstum und somit CO_2 – Resorbtion bedeutet, ist leider falsch: Erhöhte UV-Bestrahlung mindert die Fähigkeiten der Pflanzen, CO2 in Biomasse und Sauerstoff umzuwandeln!
- Beim Regenwald ist ein täglicher Bildungsprozess von Regenschauern zu beobachten, dabei ist das Waldgebiet, welches zuletzt beregnet wurde verantwortlich für die langsame Abgabe von Wasserdampf und Bildung von Wolken, welche das in Windrichtung nächste Gebiet beregnen wird. Wird grossflächig geholzt, so wird die Rodung beregnet, das Wasser trägt zur Bodenerosion bei und verschwindet auf dem Landweg. Die Regenbildungskette ist unterbrochen und zusätzlich zum abgeholzten Gebiet werden die in Windrichtung folgenden Waldgebiete verdursten und austrocknen. Zusätzlich führt der Faulprozess in der Rodung zu Bildung von Methangas sowie einer Termitenüberpopulation, welche durch ihre Gefrässigkeit zu noch mehr Methangasproduktion führt.
- Eis reflektiert 95% des Sonnenlichts – nur 5 % werden absorbiert – flüssiges, dunkelgrünblaues Meerwasser hingegen absorbiert 85% der Sonnenergie. Die Erwärmung der Polregionen der Erde verschnellert sich deshalb mit jedem schon geschmolzenen Stückchen Eis!
- Die Erwämung der Weltmeere führt zum Tod von Korallenriffen (ausbleichen) und Plankton, was wiederum Unmengen Methangas freisetzt (weitere Erwärmung durch Verstärkung des Treibhauseffekts) – und Lebensräume für Fische zerstört – die dann letztlich auch nicht mehr der Ernährung der Menschheit dienen können.

10. Lothar etc. – Messbarkeit des Klimawandels

Es ist nicht so, dass die Häufigkeit von Naturkatastrophen in einem Ausmass, wie sie in der letzten Dekade beobachtet werden konnte, wirklich schlüssig auf den menschlichen Einfluss zurückgeführt werden kann. Dies werden Zweifler den Umweltschützern immer entgegenhalten können. Jedoch gibt es klar messbare Fakten, die einen Einflus zeigen: das Klima erwärmt sich aus verschiedenen Gründen durch die Einwirkung von Wasserdampf, CO2 und Methan in den Polregionen doppelt so schnell als im weltweiten Durchschnitt. Dies hat messbare Auswirkungen auf den Golfstrom, welcher sich in der Zeit, in welcher seine Geschwindigkeit gemessen wird (seit ungefähr 1970) um 20% verlangsamt hat. Ein Abstellen des Golfstromes, wie es etwa bei der letzten Eiszeit der Fall war, hätte für Europa unangenehme Kälte zur Folge*. Für den Rest der Welt bedeutete dies monotoneres Klima (nur trocken oder nur feucht...).
Den Zweiflern kann auch entgegengehalten werden, dass man auch von etwas, dessen Auswirkungen (noch) nicht abgeschätzt werden können, erst recht die Finger lassen sollte!

* Vergleiche zum Klima auf dem Nordamerikanischen Kontinent:
- Chicago, wo im Winter gut und gerne –35 Grad Celsius herrschen können, liegt etwa auf dem gleichen Breitegrad wie Rom.
- Oslo in Norwegen, wo noch Getreide und Obst wächst und die Häfen ganzjährig eisfrei sind, liegt auf gleicher nördlicher Breite wie der Südzipfel Grönlands, oder die nördlichsten Teile Kanadas, welche ganzjährig Eis und Schnee kennen.

Übrigens...

Im 20. Jahrhundert wuchs die Weltbevölkerung um das **6-fache**, der Energieverbrauch um das **80-fache!**

Quelle: ETH-Bulletin 1-2000

*Buchtipp: **1 Trillion Euro** – von Andreas Eschbach – ein Thriller über die Rettung eines im Eis erstarrten Europas nach dem Stillstand des Golfstromes – durch Aliens, die ein ungewöhnliches Angebot im Europaparlament präsentieren…..*

Mehr dazu in Kapitel 13

11. Wieso TWIKE und nicht sonst ein Elektro?

- Ich habe gehört, dass die Elektromobile insgesamt nicht besser sind als sparsame Autos (siehe unter „wieso TWIK und nicht sonst ein Elektro?“

Dies ist grundsätzlich eine Aussage, die für ein Elektromobil gilt, dass gleich schwer ist wie ein Auto und den europäischen Strommix als Ladestrom bezieht (inklusive Braunkohlestrom etc.). Das TWIKE ist aber in erster Linie ein Energiesparmobil, welches 15 bis 20 mal weniger Energie (ab Netz verglichen mit ab Tankstelle) braucht, als ein Auto! Hinzu kommt, dass ich mit dem TWIKE wählen kann ob ich reinen Solarstrom beziehe oder nicht (siehe „Wieso Solarstrom aus dem Netz“). Tankt man ein „autoschweres E-Mobil mit Solarstrom, kommt das sehr teuer – und einiges teurer als ein vergleichbarer Benzinverbrauch – beim TWIKE ist er bezahlbar, sodass die Hemmschwelle zu dieser zusätzlichen Investition wegfällt.
Bei der grauen Energie (Herstellung und Entsorgung) liegt ein TWIKE ca. 5-6 mal tiefer als ein Auto.

- Ein grosses Elektomobil hat den grossen Nachteil, dass die Ladedauer unhaltbar lang wird: Bei 230V und 10 bis 16 A Steckdosenleistung kann ein TWIKE innert einer Stunde vollgetankt werden – ein autoähnliches Elektromobil braucht dafür 5 bis 8 mal solange oder ist auf eine spezielle und nicht überall vorhandene Infrastruktur angewiesen... (siehe auch „Vergleiche rund um den Strom“)

Einige Vergleiche rund um den Energieverbrauch:

Beim TWIKE...	Energie als Referenz
Eine Volladung entspricht	• 6 min warm duschen • 0.3 Liter Benzin • 2 Maschinen Wäsche waschen (4.5 kg)
Jahresverbrauch bei 10'000 km Fahrleistung	• Jahresverbrauch eines mittleren Kühlschranks • Jahresverbrauch der Standby-Schaltung von 6 Fernsehgeräten • 500 km Autofahrt im Mittelklassewagen • Jahresleistung von rund 6 Quadratmeter Solar-zellen
Leistungsbedarf des Motors bei 60 km/h geradeaus	• ein Haarföhn oder • ein Staubsauger (1400 Watt) • 2 Tisch PCs mit herkömmlichen 17“-Monitoren • ½ Schnellkochplatte (Elektroherd)
Energieverbrauch pro 100km	• 0.5 Liter Benzin • 7 bis 10 km Autofahren in einem Kleinwagen

Folgende Seiten:

- Vergleich Nutzen / Energieverbrauch von zwei zweisitzigen Fahrzeugen (MCC Smart pure / SwissLEM TWIKE.YOU)
- Wieso gibt es keine „verschwenderischen“ Elektromobile? Weil die Stromversorgung ungleich schwacher ist, als die Versorgung mit flüssigen Energieträgern.
- Vergleich von Batteriegewichten und Energieinhalten. Bei Fahrzeugen sind bisher nur NiCd (Nickel/Cadmium) und Pb (Blei-Säure) schon im sereinmässigen und erschwinglichen Einsatz. Bei NiMH (Nickel/Metallhydrid) und LiMnO (Lithium/Manganoxid) und NaNiCl (Natrium/Nickelchlorid) sind höchstens Versuchsflotten im Einsatz – die Silicium-Polymerzellen (Si) gibt’s erst im Labor.

Kapazität	2 Personen + Gepäck	2 Personen + Gepäck	**x 1**
Fahrleistungen	0 - 60 km/h in 7 Sekunden max. Geschwindigkeit 95 km/h	0 - 60 km/h in 7 Sekunden max. Geschwindigkeit 135 km/h	**x 1** **x 1.4**
Gewicht leer	250 kg	740 kg	**x 3**
Luftwiderstand	1.2m x 1.2m x 0.22 = 0.31m^2	1.51m x 1.53m x 0.4 = 0.92m^2	**x 3**
Graue Energie	7700 kWh	15'600 kWh	x 2
Motorleistung	5 kW + Pedalen (0.1 - 0.5 kW)	40 kW	**x 8**
Verbrauch	5 kWh / 100km ab Netz	5 Liter / 100km	**x 10**
Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen	keine	hoch	**?**

Der Gepäckraum der beiden Fahrzeuge fasst je etwa 250 Liter. Zur Kolonne ganz rechts: hier wird angezeigt, welchen Faktor die beiden Fahrzeuge trennen. Aus heutiger Sicht ist noch nicht absehbar, welchen Faktor die Abhängigkeit der Erdöls einmal ausmachen wird – „es ist halt grad mal nicht Oelkrise" – sodass dort ein Fragezeigen eingefügt wurde.

Vergleich Strom - Benzin
- oder -
die Gründe für den Zwang zur Sparsamkeit

Betankungszeit für die Energie von 1 Liter fossilen Brennstoffes

Benzin / Diesel	Norm-Zapfsäule	2 s	**x 1**
elektr. Strom	230V / 10A Steckdose (üblicher Anschluss)	4.3 h	**x 7700**
elektr. Strom	400V / 25A (Hausanschluss)	0.58 h	**x 1000**

Der wichtigste Grund für die Leichtheit und Sparsamkeit der Elektromobile liegt darin, dass die Betankungszeit ab Steckdose 5'000 bis 8'000 mal langsamer ist als das Einfüllen von Benzin an der Zapfsäule!

Speicherung der Energie von 1 Liter fossilen Brennstoff

Benzin	1 Liter	0.7 kg	**x 1**
Batterien	Pb-Gel	400 kg	**x 570**
	Ni-Cd	250 kg	**x 357**
	NaNiCl	108 kg	**x 155**
	Li-Ionen	80 kg	**x 114**
	Si-Polymer	39 kg	**x 56**

Wenn Politiker behaupten, dass man 3 Tonnen schwere E-fahrzeuge (in Kalifornien gehört…) eines Tages in 10 Minuten auftanken könne, dann haben sie die obigen Grössenordnungen nicht im Kopf: Die Leistung des grössten Kernkraftwerkes der Schweiz, entsprechend etwa 1/6 der gesamten Wasserkraftwerke* der Schweiz reichten gerademal dazu, 70 Autos gleichzeitig zu tanken → 15 Megawatt Leistung pro Fahrzeug entspricht einem „Benzinstrom" von 0.5 Liter pro Sekunde.

(ohne Spitzen-Speicherkraftwerke)*

12. Brennstoffzellen - das Ei des Kolumbus für den Indivual-Verkehr? Ein Nachruf auf die deutsche Fahrzeug-Batterieforschung.

Gefördert durch Erdölkonzerne setzt die Brennstoffzellenforschung zur Zeit alles daran, dass Benzin, andere Erdölprodukte und Erdgas auch als Energierohstoffe für die Stromquelle „Brennstoffzelle" eingesetzt werden können. In Kalifornien, dem vermeintlichen Schrittmacher für ökologischen Individualverkehr gilt ein Auto (und sei es noch so schwer), welches „nur" Kohlendioxid (CO_2) und Wärme emittiert als „Zero-Emission-Vehicle" und Erdgas heisst „natural gas"... Vorsichtig geworden beobachte ich die Entwicklung und stelle Fragen:

Am Freitag (November 1998) sagte mir ein Leiter eines deutschen Forschungsinstitutes, es werde in Zukunft in Deutschland keine Batterieforschung für Elektromobile mehr geben! Siemens und Daimler-Chrysler hätten sich über Jahre hinweg mit der Entwicklung alternativer Energiesysteme für den Fahrzeugbau beschäftigt, ersterer Konzern mit der Batterie, letzterer mit der Brennstoffzelle. Nun würde sich abzeichnen, dass die Brennstoffzelle das Rennen gewinnen würde - heutige Komfort- und Reichweitenansprüche liessen sich nur mit der Brennstoffzelle verwirklichen! Kurzum - es könnte weiterhin in wenigen Minuten Energie für hunderte von Kilometern bequem getankt werden. Schade eigentlich...
Ein Umdenken wird also nicht stattfinden können - ein Umdenken welches gesunde Prozesse in Gang setzt, wie viele Elektomobilfahrer wissen: Sinnlose Fahrten und Umwege werden vermieden - das Wissen um die Kostbarkeit der Energie fördert defensives Fahren und verhindert sinnlose Raserei - die eingeschränkte Reichweite gibt den öffentlichen Verkehrsmitteln v.a. für grössere Distanzen einen Platz in der täglichen Mobilitätsplanung.
Diese Aspekte sind für mich das grösste Energie-Sparpotential für Elektromobile. Aber natürlich - die Bequemlichkeit des Kunden ist unantastbar und heilig...
In Vorträgen rund um die Brennstoffzelle werden immer wieder Energiebilanzen präsentiert, die für ein reines Elektromobil die höheren Emissionsraten aufweisen, wie für diese neue Technologie - es wird konsequent ausser acht gelassen, dass Elektrombile direkt mit Solarenergie betrieben werden können und dies in vielen Fällen schon heute schon getan wird (vor allem von LEM-Betreibern). Daneben wird die Energie- und Emissionsbilanz für die Beschaffung von Wasserstoff für die Brennstoffzelle sträflich gefälscht.
In den folgenden Ausführungen wird die Herstellenergie der technischen Hilfsmittel vernachlässigt, da auf beiden Seiten grosse technische Aufwendungen (siehe Brenstof.doc, auf Anfrage beim Autor) nötig sind, die sich mindestens im Gewicht in nichts nachstehen. Hinzu kommt, dass mit den Polymerbatterien und der Blattgrün-Photovoltaik in naher Zukunft eine massive Verbesserung der Herstellenergiebilanz zugunsten des direkten Solarstromes zu erwarten ist.

Die Brennstoffzelle - der Prozess

Die Brennstoffzelle ist auf den ersten Blick ein batterieähnliches Ding, welches aus Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) Wasser (H_2O) produziert und dabei eine Ladung und ein wenig Wärme freisetzt. Mit der freigesetzten, elektrischen Energie kann der Motor angetrieben werden. Der Prozess wird auch die kalte Verbrennung genannt und hat den Vorteil, dass aus der chemischen Energie direkt elektrische entsteht - im Gegensatz zur thermischen Kraftwerken, bei welchen der Umweg über Wärme (Verbrennung) und mechanische Energie (drehender Motor, Gasturbine) gemacht werden muss. Diese Abkürzung wirkt sich in einem Wirkungsgrad von heute bis zu 65% aus.
Nun - bis jetzt ist auch die Brennstoffzelle so emissionsfrei, wie ein mit Solarenergie betriebenes Fahrzeug. Der Haken liegt in der

Bereitstellung und Speicherung von Wasserstoff

Die für Automobile geeignete Art der Brennstoffzelle ist die Niedrigtemperatur-Polymer-Version, welche zum Glück empfindlich auf Schwefel und Kohlenstoff ist - ein insofern erfreulicher Umstand, da sonst fossile Brennstoffe weiterhin der bequemste Energieträger sein würden. Übrig bleiben immer noch mehrere Möglichkeiten:

1. Mitführen von Wasserstoff in einem Druckbehälter oder in einem Metall-Hydrid-Speicher. Die erste Variante kann in gewissen Situationen gefährlich sein, wobei die Stärke der Ablehnung eher psychisch begründet ist. Gebunden in feinen Metallstrukturen (z.B. entlang von Magnesium-Korngrenzen) kann Wasserstoff bei Raumtemperatur auch ohne Druck gespeichert werden. Mit modernen, feingemahlenen Legierungen kann heute schon 1.6 mal mehr Wasserstoff im gleichen Volumen gespreichert werden, wie in einer Druckflasche bei 300 bar Druck. Das Herauslösen ist ein weiteres Problem – benötigt Wärme, was eine minutenlange Startphase bedeuten könnte.
2. Doch wie wird Wasserstoff hergestellt? Die sauberste Variante ist die Elektrolyse von Wasser (der umgekehrte Prozess der Brennstoffzelle). Hier könnten dezentrale Photovoltaik-Anlagen Solarstrom

liefern, um mit einem Gesamtwirkungsgrad von heute *maximal 10%* (Photovoltaik 15% und Elektrolyse 65%) zu Verwirklichen. Diese emissionsfreie und effiziente Lösung birgt die oben beschriebenen Speicherprobleme. Solarzellen könnten schon heute anstatt aus Silizium aus Blattgrün (Chlorophyl) künstlich oder natürlich hergestellt werden und wären dann sowohl preisgünstiger, als auch nachhaltig hergestellt, und dabei sogar noch ästhetischer!

3. Die im Moment am meisten untersuchte Methode wäre das Mitführen von Methanol (CH_4OH), einem relativ sauberen Alkohol. Das Fahrzeug muss jedoch einen katalythischen Wäscher mitführen, eine ganze Chemiefabrik, welcher den Kohlenstoff (C) und den Sauerstoff (O) in Kohlendioxid umwandelt, ausscheidet und natürlich Energie braucht. Ausser aus Erdölprodukten kann Methanol im saubersten Fall aus vergährten Kompostabfällen oder direkt aus nachwachsenden Rohstoffen wie Zuckerrohr, Kartoffeln o.ä. gewonnen werden und wäre dann ebenfalls emissionsneutral. Da die Anwendung von Kompostabfällen für die heutige Flut von Automobilen nie ausreichen würde, müssten riesige Monokulturen mit zucker- oder stärkereichen Kulturpflanzen nur für den Betrieb der Autos eingesetzt werden. Durch einen Gesamtwirkungsgrad von der Solarenergie über die Biomasse bis zum Wasserstoff von schätzungsweise weniger als 0.01 % (siehe Brenstof.doc) wäre diese Variante rund 200 mal weniger effizient als die technische Nutzung der Solarenergie (Variante 1). Das immense Ausmass der so abgezweigten Nahrungsmitteln würde zu verstärkter sozialer Ungerechtigkeit und Hunger v.a. in der dritten Welt führen. Das wichtigste weltmachtpolitische Druckmittel bliebe der Treibstoff...

4. Die Brennstoffzelle wird mit Methangas (CH_4) betrieben. Diese Variante unterscheidet sich nur unwesentlich von der obigen, ausser dass Methangas technisch einfacher und effizienter gewonnen werden kann. Es gibt ja heute schon Kompogas-Autos. Allerdings muss auch hier wieder gesagt werden, dass Erdgas ebenfalls Methan ist (in den USA schönfärberisch „Natural Gas“ genannt) – sodass die Erdölkonzerne weiterhin ihr Unwesen treiben könnten. Der Treibhauseffekt würde nur insofern um einige Prozente gebremst, als dass pro kWh produzierte Energie bei Methangas 25% weniger CO2 entsteht, allerdings durch das „gute Gewissen“ auch ein gewisser Mehrverbrauch entstünde.

Gegenüberstellung eines zukünftigen Solarmobiles auf der Basis des TWIKE.YOU:

Mit einer Silizium-Polymer-Batterie mit einer Energiedichte von 250 Wh/kg (heute im Labor-Massstab möglich) ausgerüstet, hätte ein TWIKE mit nur 37 kg Batterien (10% des Gesamtgewichtes) eine Reichweite von knapp 300 km. Die Herstellenergie würde also 6.5 mal effizienter genutzt und weitere Einsparungen enständen durch das leichtere Fahrzeuggewicht. Neu würde nicht mehr die geringe Speicherfähigkeit nach einem Maximum an Batterien verlangen, sondern die maximale spezifische Leistungsbelastung nach einem bestimmten Minimum...

Mit dern Chlorophyl (Blattgrün) –Solarzelle bzw. verschiedenen Entwicklungen bei Dünnschicht-zellen, reduziert sich der Produktionaufwand (energetisch) für Solarzellen laufend. Zudem sind schon Zellen mit bis zu 19% Wirkungsgrad auf dem Markt. D.h. bei einer Lebensdauer von mindestens 20 bis 40 Jahren müssen die Zellen nur noch 1 bis 3 Jahre im Einsatz sein, um ihre eigene Produktion zu amortisieren.
Der gesamte Wirkungsgrad (von der Solarenergie bis zur Speicherung in der Batterie) beträgt also zirka 10% betragen (ohne Netzeinspeisung, vergleiche Brenstof.doc – beim Autor einsehbar) und ist schätzungsweise mehrhundertfach effizienter als der Wasser- und flächenverschlingende Anbau von Biomasse zur Erzeugung von „sauberen“ Treibstoffen.

Fazit: aus der heutigen technischen Sicht kann der nachhaltige Individualverkehr am effizientesten, saubersten und sichersten mit Elektromobilen erreicht werden, welche von dezentralen Photovoltaik-Systemen mit Energie versorgt werden. Auch aus ethischen und sozialen Gründen ist dieses System vorzuziehen.

***P.S. aus dem Jahre 2006:* Die Batterieforschung an der NaNiCl2 Batterie wurde ja zum Glück nicht aufgegeben, sondern ins Tessin verkauft. Seit dem Jahr 2005 sind dort Elektro-Autos (Twingo, Panda und Smart) mit guten Fahrleistungen und fast unzerstörbarer Batterie kaufbar…**
P.S. aus dem Jahre 2007*: namhafte Experten bestätigen, dass die hier diskutierte, sog. „Well to Wheel-Effizienz“ flächenbezogen tatsächlich 200 bis 500 mal besser ist mit Solarstrom: D.h. ein Bio-Treibstoff-Auto (Biodiesel oder Bioethanol) braucht 0.3 bis 1 ha Land bei 12'000 km pro Jahr plus Wasser und in Konkurrenz zur Nahrungsmittel oder Rohstoffproduktion. Das gleich grosse Auto braucht 15 Quadratmeter (0.0015 ha) Solarzellen auf dem Dach eines Gebäudes, wo sie niemandem etwas wegfressen. Pro Mensch auf diesem Planeten stehen 0.2 ha fruchtbare Land zur Verfügung – für Nahrung, Rohstoffe und Energie, sowie als Biossphäre für das Leben.

13. 2000 Watt – Gesellschaft – wieso wir weniger Energie brauchen müssen!

Nachhaltiges Wirtschaften ist nicht nur der Einsatz von nachwachsenden und umweltschonenden Energieträgern, sondern auch die Reduktion des Energieverbrauchs insgesamt, denn unser hoher Energie- und Wasserverbrauch schafft nicht nur Wärme- und Schadstoffemissionen sondern schädliche Auswirkungen sozialer Art auf weltpolitischer Ebene. Die einen stellen die Energie und Rohstoffe bereit, andere verschwenden sie...

1/6 der Weltbevölkerung beansprucht
3/4 des weltweiten Enerigebedarfs.

Der heutige weltweite primäre Energieverbrauch pro Kopf beträgt 2000 W (17'500 kWh pro Jahr). In Europa sind dies 5000 Watt, in USA und Kanada über 10'000 Watt, während der grosse Rest immer noch weniger als 1000 Watt pro Kopf beansprucht.

Energiebereitstellung und Abhängigkeit hat viele negative soziale Aspekte - ein höherer Energieverbrauch führt gleichzeitig zu grösseren sozialen Spannungen und Konflikten zwischen Staaten; die Schuldenberge von Entwicklungsländern wachsen weiter.
Dennoch kann weltweit festgestellt werden, dass bei einem Pro-Kopf-Energie-Verbrauch von zirka 1500 Watt und darüber die „Reproduktionsrate" einer Bevölkerung auf 1 oder darunter sinkt. Das heisst, dass diese Energiemenge heute ausreicht, um einen Lebensstandard zu ermöglichen, der eine hohe Sicherheit vor Kindersterblichkeit bietet und deshalb kinderarme Familien fördert. Böse gesagt: Der Fernseher ist ein gutes Verhütungsmittel...

Mit solchen Zahlen (Studien von www.iiasa.ac.at), können Modelle für die Frage entwickelt werden, welchen Energieverbrauch einerseits

- **nötig ist**, um bei gleichmässiger Verteilung für eine Gewährleistung eines „modernen Lebenswandels" (denn die Konsumgeister sind beinahe schon überall herbeigerufen worden...) und Konflikte und Kriege besser vermeiden und ein wichtiges Ziel, nämlich die baldmöglichste Stabilisierung der Weltbevölkerungszahl* herbeiführen zu können – und andererseits
- auf der zur Verfügung stehenden Erdoberfläche regional und unter Berücksichtigung landschaftsschonender und ethischen, sowie wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvollerweise **bereitgestellt werden kann**.

Das Resultat dieser Suffizienzsuche liegt zwischen 1000 und 2000 Watt. Bemerkenswert ist, dass der Schweizerische Lebensstandard von 1970 mit den heute effizientesten (von den auf dem Markt erhältlichen) Geräten und Hilfsmitteln mit 1100 Watt gewährleistet werden könnte!

Die 2000-Watt-Gesellschaft ist ein Projekt der Schweizer Hochschulen und Behörden, welche die Szenarien einer solchen, nachhaltigen Gesellschaft für die Schweiz umdeutet, um daraus Ideen und Werkzeuge zu entwickeln, wie eine solche Welt gesellschaftspolitisch geschaffen werden kann.

Die regelmässigen Veranstaltungen dieser Gremien (meistens an der ETH Zürich) sind öffentlich und wärmstens zu empfehlen.

(*) Iiasa schätzt, dass mit grössten Bemühungen im Bereich der echten Entwicklungshilfe und eine totale Besinnung auf die Suffizienzgesellschaft eine nicht mehr anwachsende Weltbevölkerung von 12.5 Milliarden Menschen um das Ende des 21. Jahrhundert herbeigeführt werden könnte. Bei einem Business-as-usual-Szenario würde die Weltbevölkerung auf Grund Hungernöte noch nie dagewesenen Umfangs, Umweltkatastrophen und dauernden Wirtschaftskriegen ebenfalls nicht viel weiterwachsen (13 bis 14 Mia Menschen) – die Lebenssituation wäre aber für den grössten Teil der Weltbevölkerung nicht lebenswert.

Quelle: Prof. em. Dieter Imboden und andere

Zitat von, Daniel Goeudevert, ehemaliges Vorstandsmitglied des Volkswagen-Konzerns:
„Generell glaube ich, dass wir uns in eine Welt bewegen, in der das Wenigerbrauchen einen grösseren Stellenwert haben wird, als das Mehrhaben."

Aus einem Gespräch mit Professor Imboden, ehemaliger Leiter der 2000-Watt-Gesellschaft um die Frage: Reicht es, „nachhaltige Energie“ zu brauchen – oder müssen wir wirklich Energie sparen?

... Die Argumentation, welche ich im beiliegenden Manuskript vor der OECD vertrete, kann wie folgt kurz zusammengefasst werden:

Die Prognosen von OECD und Energieagentur sagen, dass der globale Energieverbrauch im Jahre 2050 mehr als dreimal so hoch sein wird, wie heute. Um diesen Bedarf zu befriedigen, gibt es im Prinzip drei Optionen (oder die entsprechende Mischung davon):

1) Die fossile Option: Ressourcen hat es noch für einige hundert Jahre (leider; inkl. Oelschiefer und Kohle) – wenn wir nicht das CO_2-Problem hätten. Letzteres würde bis in 50 Jahren pro Person noch etwa 300 bis 600 Watt an Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen erlauben. Ich denke, im Augenblick sieht es – Kyoto hin oder her – ziemlich so aus, als ob die Menschheit diesem Pfad folgen wird, nicht weil wir ihn wählen, sondern weil jeder Nichtentscheid automatisch darauf weiterführt.

2) Der nukleare Pfad: Man kann zeigen, dass auch die optimistischen Kernenergie-Strategen bis in 50 Jahren kaum mehr als 10 bis 20% (also 200 bis 400 W pro Kopf) des weltweiten Energiebedarf via Kernenergie anbieten könnten – und das wäre schon eine grosstechnische Übung gigantischen Ausmasses. Anm. des Autors: - und die in weiten Teilen der Welt sicher nicht gutiert werden – denn Kernenergie hat im Gegensatz zu fossiler schon beinahe überall ein schlechtes Image.

3) Erneuerbare Energien: Die Wasserkraft kann weltweit kaum über 10% (200 Watt pro Person) hinauskommen (in der Schweiz kann sie allerdings leicht 700 bis 1000 Watt pro Person beitragen). Also bleiben die verschiedenen Spielarten der direkten Sonnenenergie. Ein paar hundert Watt pro Person im weltweiten Durchschnitt sind realistisch – nicht aber ein paar tausend! **Mit anderen Worten: Die Sonne hat nur eine Chance, einen signifikanten Anteil der zukünftigen Energie zu liefern, wenn der totale Verbrauch nicht in dem prognostizierten Tempo wächst.**

4) Bleibt nur noch die rationelle Verwendung von Energie: billigste Variante und Voraussetzung für den Siegeszug der solaren Energie. **Aber man „gesparte Energie“ nicht einweihen , sondern nur neue Solarpanels – daher hat Energiesparen bei den Politikern nicht so viel Sexappeal wie „etwas neues bauen“...**

Soviel in Kürze – mehr im erwähnten Manuskript (beim Autor einsehbar).
Mit freundlichen Grüssen, Dieter Imboden

Wie wär’s?
Zusammen der Sonne entgegen:

- Es stehen dazu pro Person 150 m^2 Strassenfläche und 80 m^2 Gebäudedachfläche zur Verfügung genug – um den ganzen Energiebedarf der ganzen Schweiz mehrfach zu decken. - Auch öde Asphaltflächen können mit ein paar unterirdischen Wasserschläuchen zu solaren Kraftwerken für Strom und Wärme werden!
- Moderne Häuser können heute auf eine Heizung verzichten (siehe www.gassser.ch)
- Es ist eigentlich alles bereit für diese sicher auch friedlichere und leisere Welt, aber es hört sie niemand...

Wo chiemte mer hi
Wenn alli seite
Wo chiemte mer hi
Und niemer giengti
Für einisch z’luege
Wohi dass me chiem
We me gieng (von Pfarrer Kurt Marti)

Gehen wir doch schauen! Kommen Sie mit?

14. Lebensqualität oder Lebensquantität?

Die Konsumgesellschaft, welche durch das Börsendiktat darauf besteht, ständiges „Wachstum“ zu haben, obwohl weder die Europäische Bevölkerung noch die Erdkugel wächst, verlangt von uns, ständig mehr und schneller materielle Güter zu konsumieren... Denn: 2% Wirtschaftswachstum (ohne Inflation) bedeutet eine Verdoppelung der Konsummenge pro Kopf in 35 Jahren bei gleichbleibender Bevölkerung (seit einiger Zeit der Fall in Mitteleuropa). 2 Autos - 2 Koteletts – 2 Flugreisen – ... ? Dafür sollen wir Fluglärm, Strassenverkehrs-Lärm und –Gestank, vereinsamte und abgestumpfte Kinder, Monokulturen, Gleichschaltung und vieles anderes in Kauf nehmen müssen, um nicht arbeitslos zu werden... Gewinne, werden aber nie in arbeitsbeschaffende Massnahmen gesteckt, sondern in rationalisierende, also arbeitsplatzvernichtende... Die Natur kennt aber nur Vollbeschäftigung! Das heisst, kein Wesen ausser dem Mensch arbeitet mehr, als es zum Leben braucht. Welchen Denkfehler machen wir und wieso?
Die Suffizienz-Gesellschaft als Ausweg tönt zwar vernünftig aber nicht gerade verlockend – wie wäre es aber mit der Maximierung wirklich erstrebenswerter Ziele? Dies startet mit der Redefinition von missbrauchten Wörtern wie Lebensqualität, Komfort, Wohlstand etc.. Im Gespräch mit Martin Bolliger (eidg. dipl. Geograph) habe ich mir, überlegt, was mir an meiner Mobilität Komfort und Lebensqualität bedeutet:

mit den OeV:

- täglich Bekannte und Freunde treffen (Arbeitsweg)
- interessante Leute kennenlernen
- die Tages-Zeitung lesen können
- Spanisch-Aufgaben erledigen können
- (beidhändig) ein Frühstück einnehmen können
- Entspannung finden
- Landschaft betrachten können
- die Agenda durchschauen können, Meditation vor Vorträgen
- kein schlechtes Gewissen zu haben.
- Sich nicht auf das Fahren konzentrieren müssen
- Die Beine strecken können (geht meistens)
- Über den Autobahnstau grinsen können.

mit einem RAVE (regional autarke verkehrs einheit) der Marke TWIKE

- Bei offenem Dach die Vögel singen hören
- sich sportlich und flitzig fühlen und dabei trotzdem nicht zu rasen.
- das Vorwärtskommen spüren, die Reise wahrnehmen
- von Kindern begeistert angelacht werden
- bei Passanten positive Beachtung finden
- neben dem anderen Verkehr wenig Platz zu brauchen und deshalb Fahradfahrer und Fussgänger nicht zu bedrängen.
- Keinen Stress durch Parkplatzsuche, parkieren direkt vor dem Ziel möglich.
- Bedürfnis zu langsamer ungestörter Fahrweise bringt mich von Autobahnen weg auf malerische Fahrwege und kleine, interessante Strassen.
- Durch das Mittreten fühle ich mich am Arbeitsort erfrischt und wach.
- durch die sportliche Betätigung erwärmt, kann ich auch an kühleren Tagen das Cabrio-Verdeck offenlassen.
- durch die Heizung durch körperliche Ertüchtigung kriege ich im Winter am Arbeitsort warme Füsse, welche den ganzen Tag hindurch warm bleiben.
- Auf weiten Strecken lerne ich wegen den Ladepausen ungewöhnliche Ecken, Orte und Menschen kennen. Selbst eine Wochenendfahrt in den Jura wird dadurch spannend und abenteuerlich.
- Entspanntes Fahren durch ergonomisch korrekte, intuitive und einfache Bedienung.
- Dank dem Tempomat sich nicht auf Geschwindigkeitslimiten konzentrieren müssen.

Wer Mobilität mit Freiheit verwechselt -
und Komfort mit Lebensfreude -
hat einen Blechschaden...

Gardi Hutter, Phantomime und Komikerin

15. Weiterführende Literatur oder Internet-Seiten:

- www.twikeklub.ch Die Homepage rund ums TWIKE, mit Reiseberichten, Klubnachrichten, Kontakten und vielem mehr.

- „Divorce your Car – ending the love affair with the automobile", Katie Alvord, ein geniales Werk, welches die verkehrspolitische Geschichte der USA erzählt – und zeigt eindrücklich, dass das Auto nicht ohne massive staatliche und private Förderung sowie Zerstörung des ÖV's überhaupt seinen extremen Siegeszug antreten konnte. Am Schluss des Buches noch Lichtblicke, was heute wieder in die andere Richtung läuft – Dazu passend: der Film „Taken for a ride" über die Demontage des ÖV in den USA. Beides nur in Englisch und beziehbar beim Autor oder Walt Breitinger (Twike Klub USA). *Auf deutsch in jeder guten Bibliothek:* „Der Fahrradkurier" von Trevor Davis – viel Politik in einem spannenden, biographischen Roman.

- Die Zeit des billigen Oels geht eben doch bald zu Ende, Jörg Schindler und Werner Zittel machen sich Gedanken: http://www.oekomedia.de/treibstoffmangel/nachdenken.htm

- *Das ökologische Wirtschaftswunder*, Franz Alt, Aufbau Taschenbuch Verlag

- www.zem.ch, ZERO EMISSION MACHINES aus Zürich - das Velo für die ganze Familie! ZEM, Postfach, 8034 Zürich

- www.novatlantis.ch – die Homepage für Nachhaltigkeit im ETH-Bereich – hier ist auch der ECO2-Rechner zu finden – der Rechner für die persönliche Ökobilanz – CO2 und Energie.

- www.umverkehr.ch, die Internet Seite der Initiative für doppelt soviel Vernunft und Freude in der Verkehrspolitik mit vielen Links zu Artikeln, Dossiers und Fachquellen. Die 4x jährlich erscheinende Zeitschrift *umverkehRen* enthält ebenfalls viele interessante Hintergrund-informationen und zusätzlich die Infos zu aktuellen Aktionen.

- http://www.solarpolis.de/solarmo2.htm#Kap4Unterkap1 Leichtmobile als Solarmobile

- *Die Grenzen des Wachstums*, Dennis Meadows, Member of the Club of Rome

- *Oekoprofile von Treibstoffen:* Bewertung von Raps-Methylester, Kompostgas im Vergleich zu fossilen Treibstoffen: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Umwelt-Materialien Nr. 104, leihbar beim Autor.

- *Reduktionspotentiale beim Strassenverkehr, Infras-Studie zur „Initiative für halbsoviel motorisierten Strassenverkehr",* Auftrag Nr. 301 der Gruppe für Gesamtverkehrsfragen GVF, EDMZ-Bestell-Nr. 801.564d, leihbar beim Autor

- Studien zur weltweiten Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft und Entwicklung politischer Lenkungsmassnahmen: www.iiasa.ac.at

- www.oekozentrum.ch: angewandte Forschung und Entwicklung und Verbreitung von ökologischer, dezentraler Energieversorgung seit 1980 – weltweit.

- Hans A. Pestalozzi: „Nach uns die Zukunft – von der positiven Subversion", Zytglogge 1978 und „Auf die Bäume, Ihr Affen", Zytglogge 1989 – meiner Meinung nach „Pflichtlektüre" für Lehrkräfte, Politiker und Manager...

- „Argumente: Verkehr" von Dieter Seilfried, Beck'sche Reihe, München 1993; ISBN 3 406 34003 2

- „Das Ende des Turbokapitalismus", Hanspeter Studer, was nützt schon Ökologie in einer Wirtschaft, die zum Wachsen verdammt ist …?, 2000 – „Pflichtlektüre ab 8. Schulklasse"

- „Die Wiederentdeckung der Langsamkeit", Noam Chomsky

- „Ökologische Biomasse-Energie-Potentiale der NW-CH, Diplomarbeit Michael Sattler, Ökozentrum Langenbruck, 2006

Stand: 12. Mai. 2007, ms

****

Gedruckt für den TWIKE KLUB SCHWEIZ im Juni 2000
Zweite Auflage im März 2006
Dritte Auflage im Mai 2007

Jede Vervielfältigung, auch für öffentliche Publikationen ist mit der Angabe der Quelle ausdrücklich **erlaubt** bzw. **erwünscht!**

Für Vorträge und Seminarien im Bereich Verkehr und Energie liegen beim Herausgeber zudem Foliensammlungen und weitere Unterlagen zur Ausleihe bereit.

****