FH JOANNEUM

Quelle: Lexus

Die Zukunft des Elektroantriebes im Automobil

Vortrag am 11.04.2008 im OVE/Wien anlässlich des 80.Geburtstages von O.Univ.Prof. Dr. techn. Hans Kleinrath

H. Berger

FH JOANNEUM

Studiengang Elektronik & Technologiemanagement

Quelle: Lexus

Warum brauchen wir dringend einen Paradigmenwechsel ?

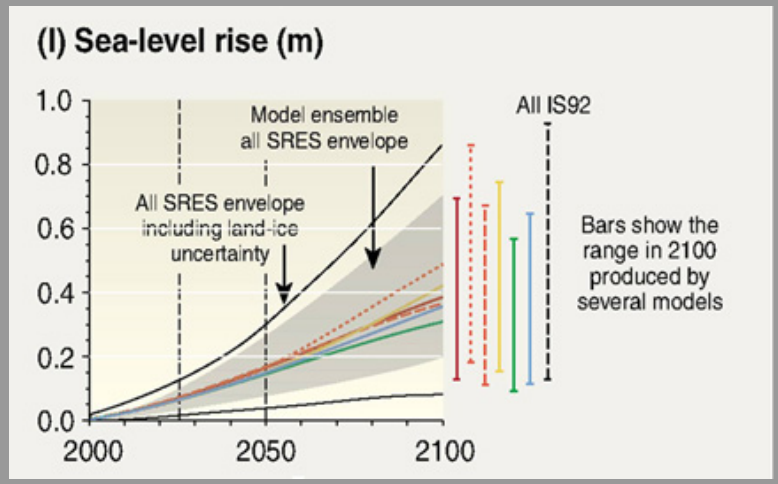
- Klimawandel
- Begrenzte Rohstoffe

⟺

- Dramatische Zunahme an Bedarf nach individueller Mobilität

KLIMAWANDEL mit dramatischen Folgen

- Hurricans (+60% in 15Jahren)
- Dürre
- Steigender Meeresspiegel
- Winter ohne Schnee
- Arktis ohne Eis



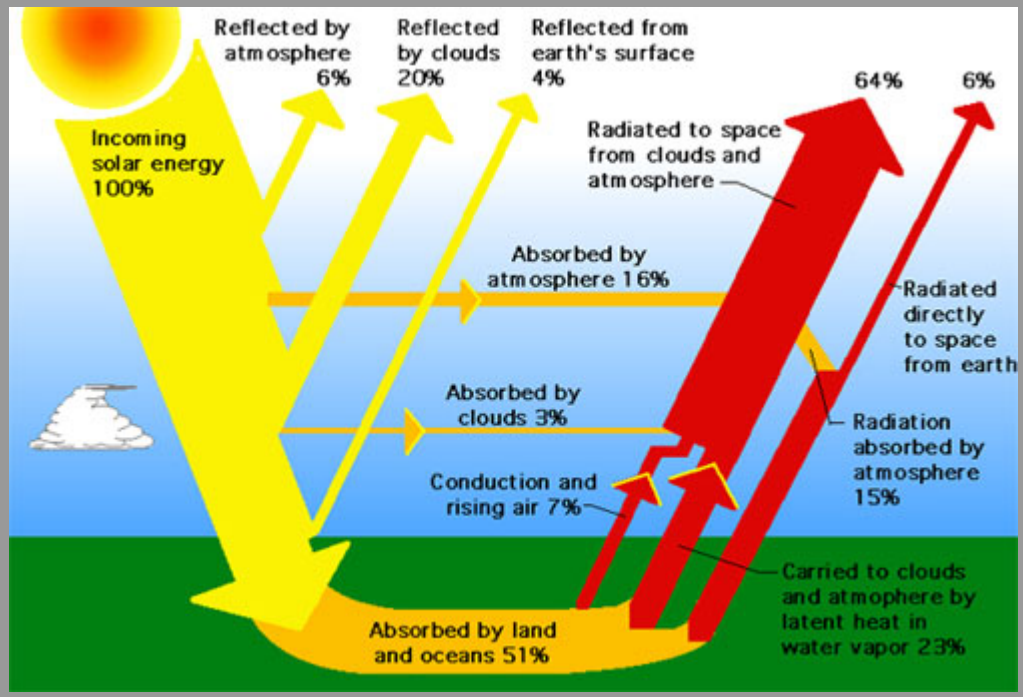
1900

2000

KLIMAWANDEL Ursachen

Störung der Energiebilanz durch
Behinderung der Abstrahlung
(Infrarot)

dzt. ~ 2W/m² →
100-facher Weltenergieverbrauch

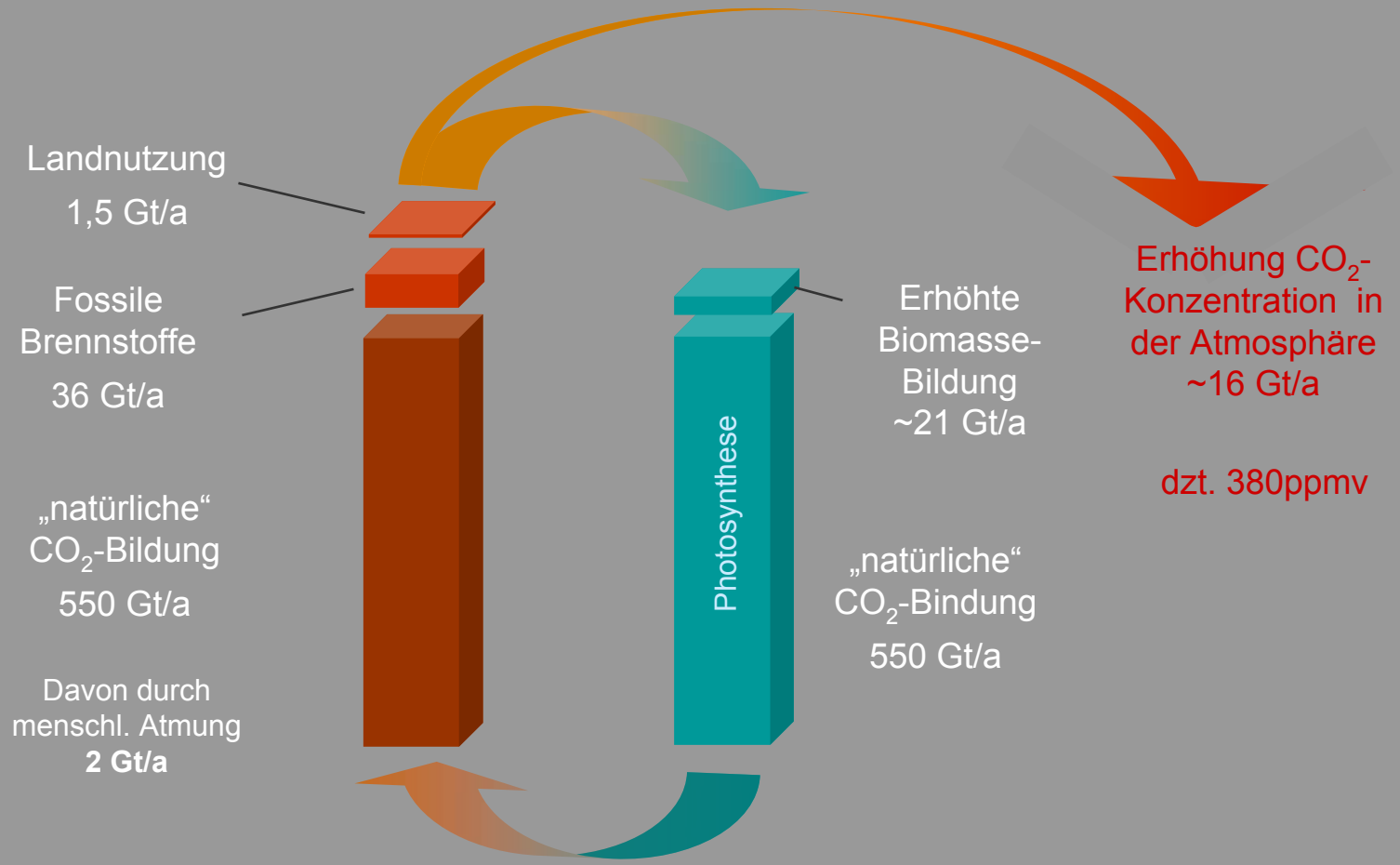


Quelle: NASA

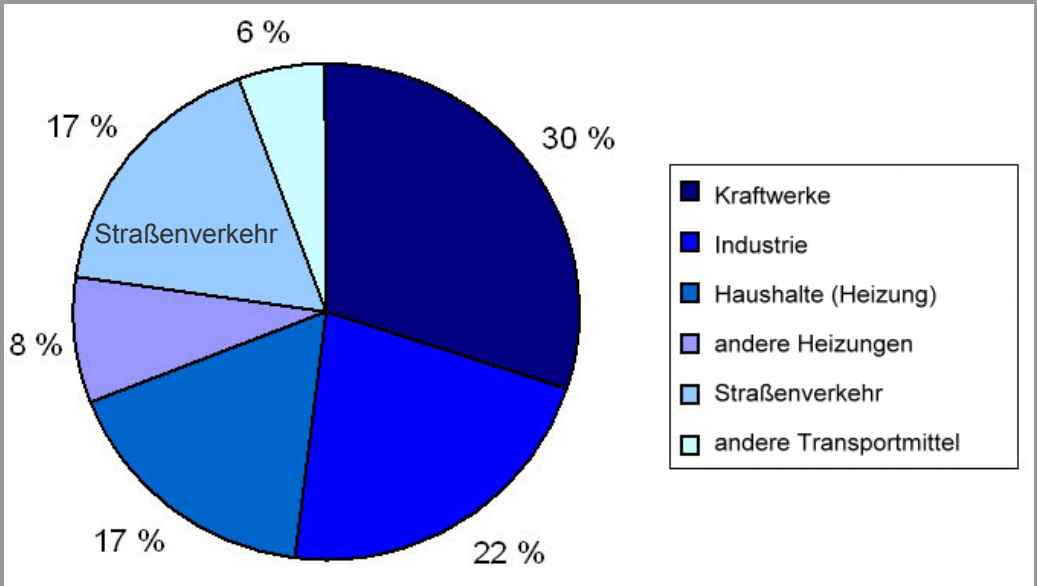
Verursacher:	
CO_2 :	60%
CH_4 (Methan):	20%
N_2O, FCKW, Ozon:	20%

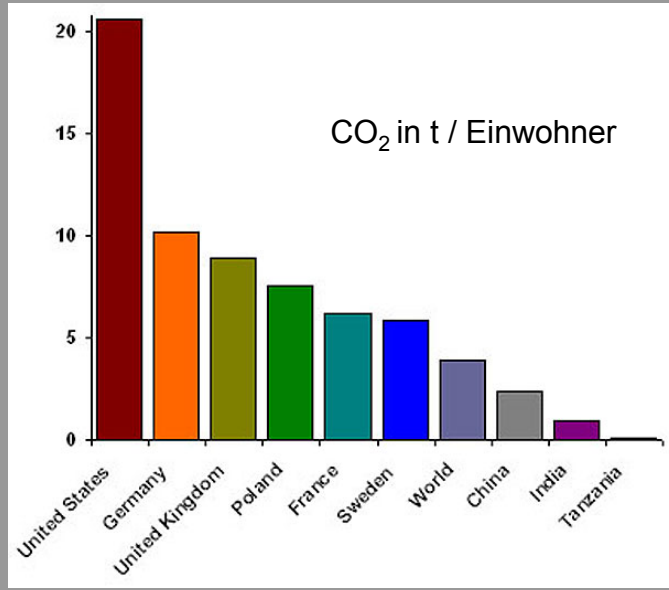
Eingestrahlte Energie (100%-Wert): $5{,}6 \times 10^{24}$ J/Jahr

CO_2 - Kreislauf

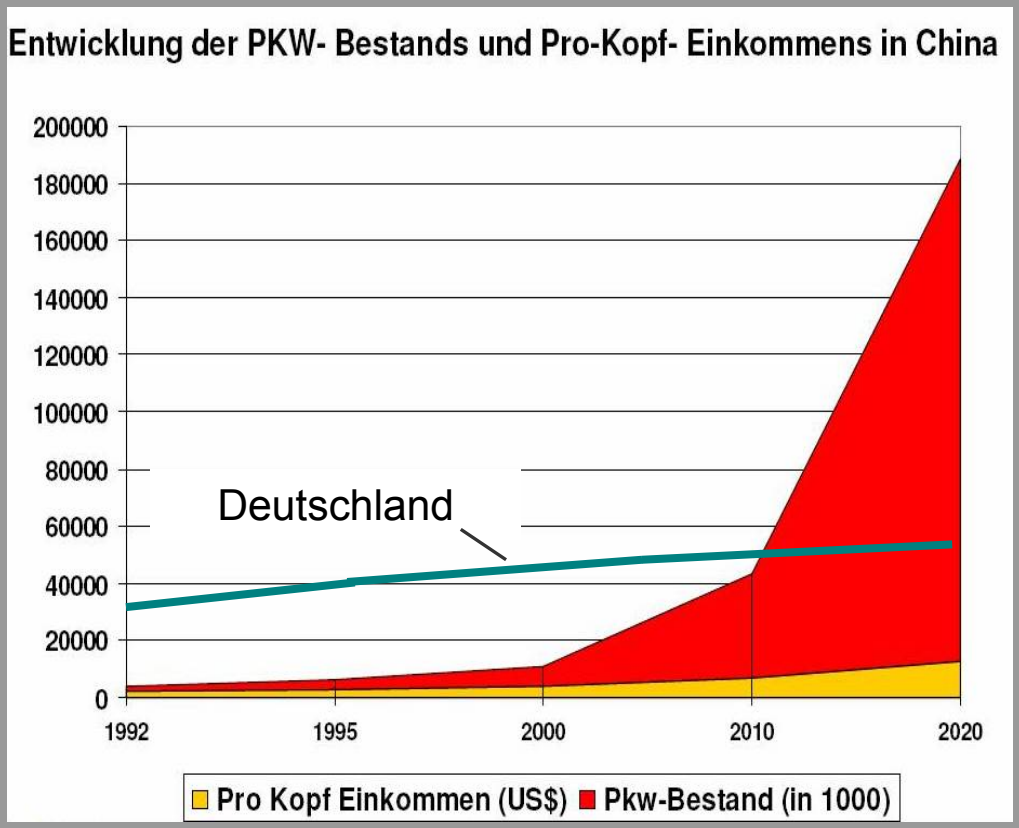


KLIMAWANDEL Verursacher





PKWs in China

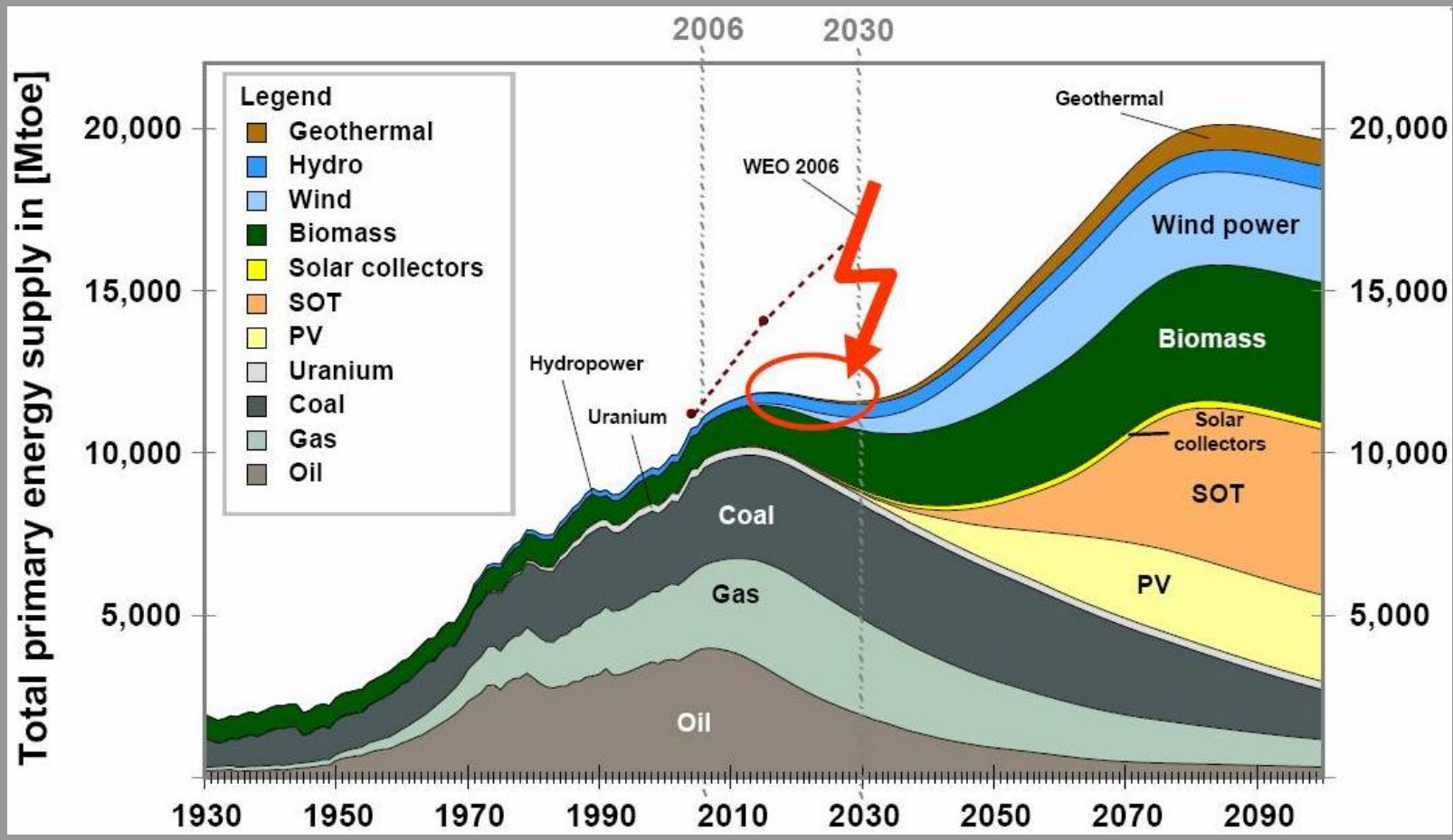


„Wir werden ein System errichten, dass zum Energiesparen und der Reduzierung von Abgasen verpflichtet „

Parteichef Chinas Hu Jintao am 17. Parteitag:

70% der berufstätigen Chinesen sparen auf ein eigenes Auto

Szenario Energieversorgung



Was sind die Lösungen / Alternativen ?

- Kraftstoffe aus **Kohle**

- Kraftstoffe aus **Erdgas**

- **Bio**-Kraftstoffe

- **Wasserstoff**

- Verbrauchsreduzierung durch
  Hybrid-Technologie bzw.
  reine **Elektro**-Fahrzeuge

Biodiesel

Rudolph Diesel 1858 -1913
Experimentierte bereits 1892 mit Pflanzenölen

Herstellung durch Veresterung von Pflanzenölen (Raps, Ölpalme usw.)

Schadstoffarme Verbrennung

Geringere Partikel- und Russemission (ca. 50%)

Fast gleiche Energiedichte wie fossiler Diesel

Gut biologisch abbaubar (→ Nachteil für Lagerung)

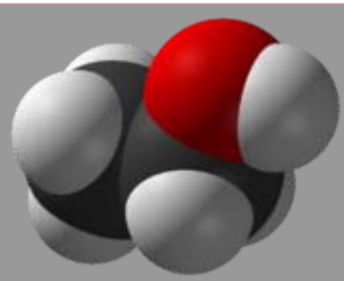
→ Ca. 1000kg Biodiesel aus 1 ha Raps-Anbaufläche

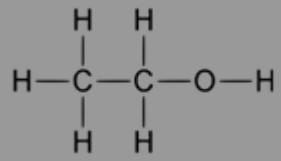
→ Hoher Energieaufwand für Bearbeitung, Veresterung usw.

→ sinnvoll bei Verwendung der Reststoffe, bzw. als Alternative zur Flächenstilllegung

	Diesel	Biodiesel
Dichte	820kg/m^3	880kg/m^3
Energie-Dichte	11,8kWh/kg	11,5kWh/kg
Cetanzahl	40-55	48-60
Stöchiometr. Luft/Kraftstoff	15	13,8

Bio-Ethanol (als Beimengung zu Ottokraftstoffen)





Herstellung aus Zuckerrohr, Mais, Weizen

Relativ schadstoffarm

Ca. 2600 Liter Bioethanol aus 1 ha Getreide-Anbaufläche

Ca. 5000 Liter Bioethanol aus 1 ha Zuckerrüben-Anbaufläche

Bis 10% in konventionellen Ottomotoren (E10)

Bis 100% in speziellen Motoren (typisch E85)

Geringere Energiedichte als Benzin (ca. 50%)

Etwas höhere Motorenwirkungsgrade

Dichte	790kg/m^3
Siedepunkt	78,4°C
Zündtemperatur	425°C
Energiedichte	ca. 7,4kWh/kg
Flächenertrag	**~40 MWh/ha**
Photovoltaik (z.B. im Südburgenland)	**~800 MWh/ha**

Lit.:http://www.rhein-erft-kreis.de/stepone/data/downloads/10/7f/00/6_studie_biomasse_nutzung_rek_umweltausschuss.pdf

Klimabilanz von Biokraftstoffen

Insbesondere durch Düngung entstehen Distickoxide (N_2O „Lachgas“)

Laut aktueller Studie von Paul Crutzen (Chemie-Nobelpreis 1995):

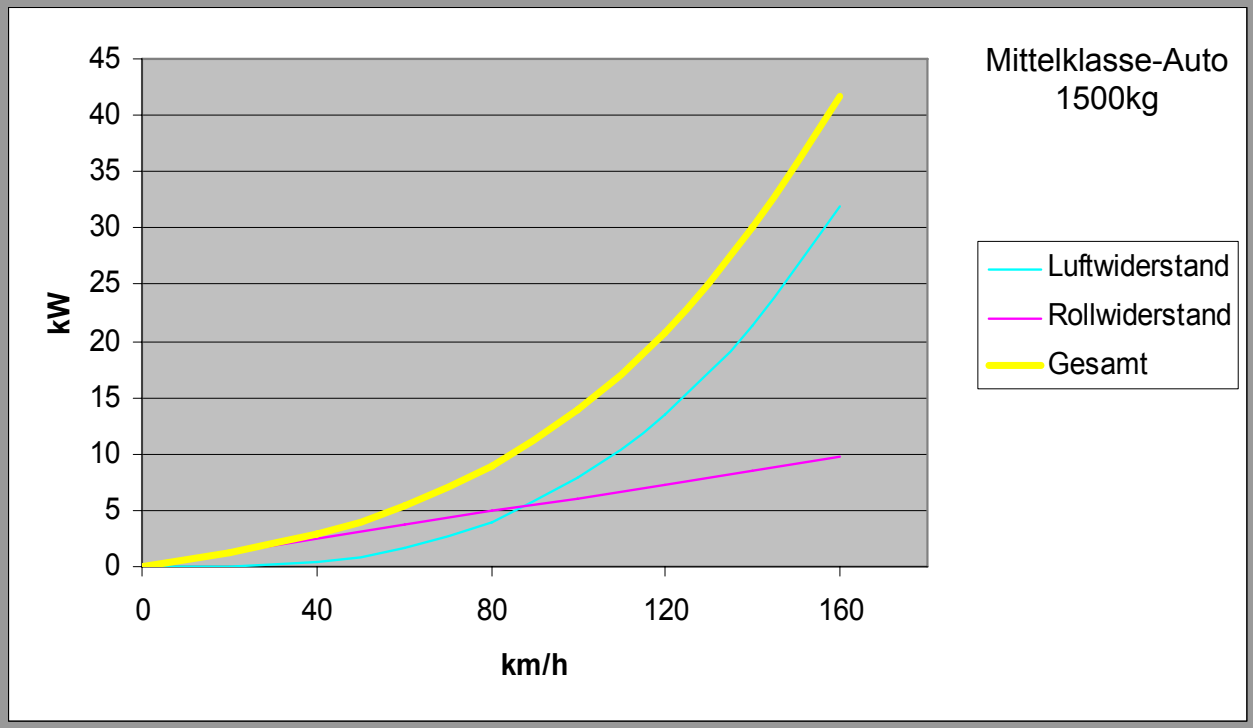
Klimaschädlichkeit von Biokraftstoffen im Vergleich zu Diesel/Benzin

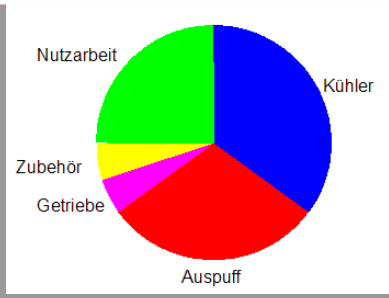
- Biodiesel aus Raps: 1,7
- Ethanol aus Mais: 1,5
- Ethanol aus Zuckerrohr: 0,5

→ Stickstoffdüngung ganz allgemein in der Landwirtschaft riesiges Klimaproblem

Lit.: http://www.regenwald.org/regenwaldreport.php?artid=181
Lit.: http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/06/30/AR2006063001480.html

Fahrwiderstand = Nutzleistung





„Verbrauch-Highlights“

Porsche Cayenne bei 270km/h: 67l / 100km

Stadtbus in New-York 67l /100km

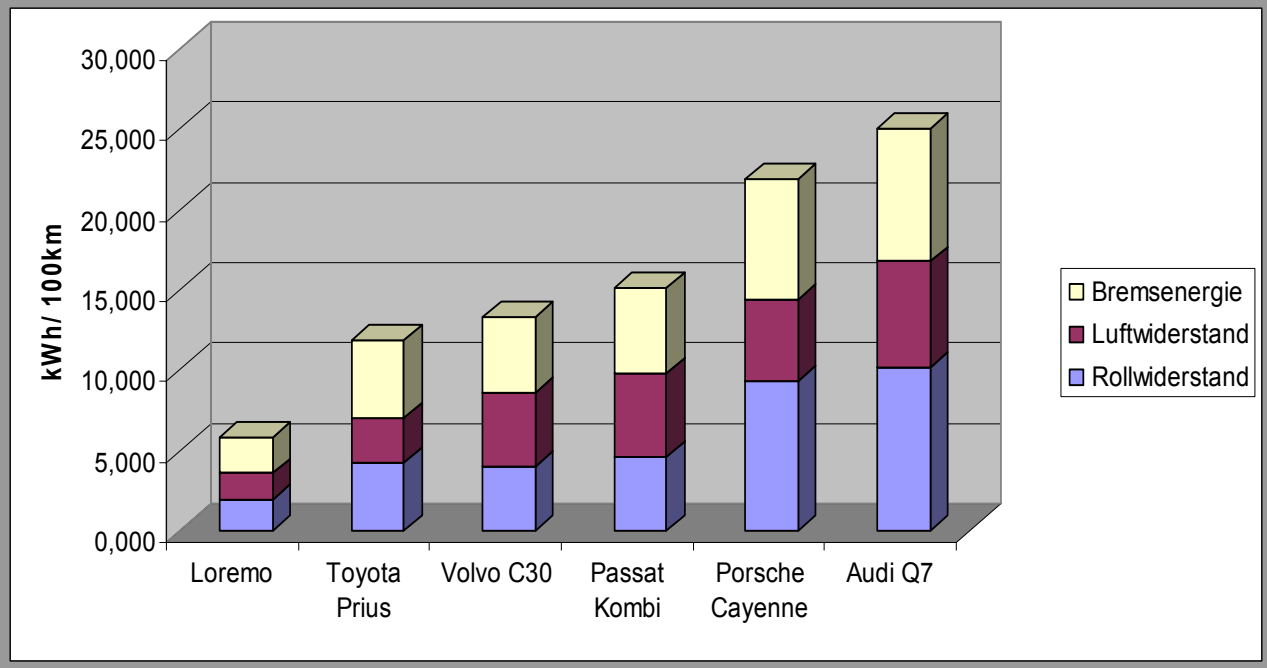
C_w-Werte:

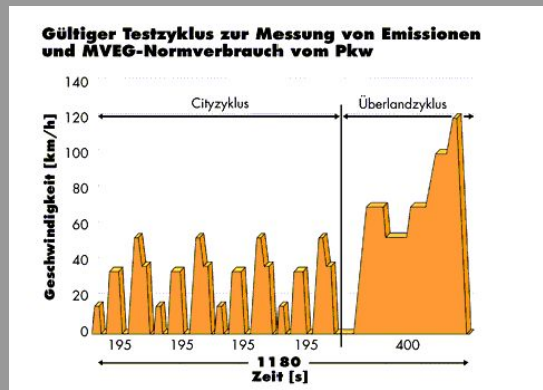
SUVs	~ 0,35
Passat	~ 0,3
Prius	~ 0,26
Loremo	~ 0,2

http://www.kfz-tech.de/Formelsammlung/Rollwiderstand.htm

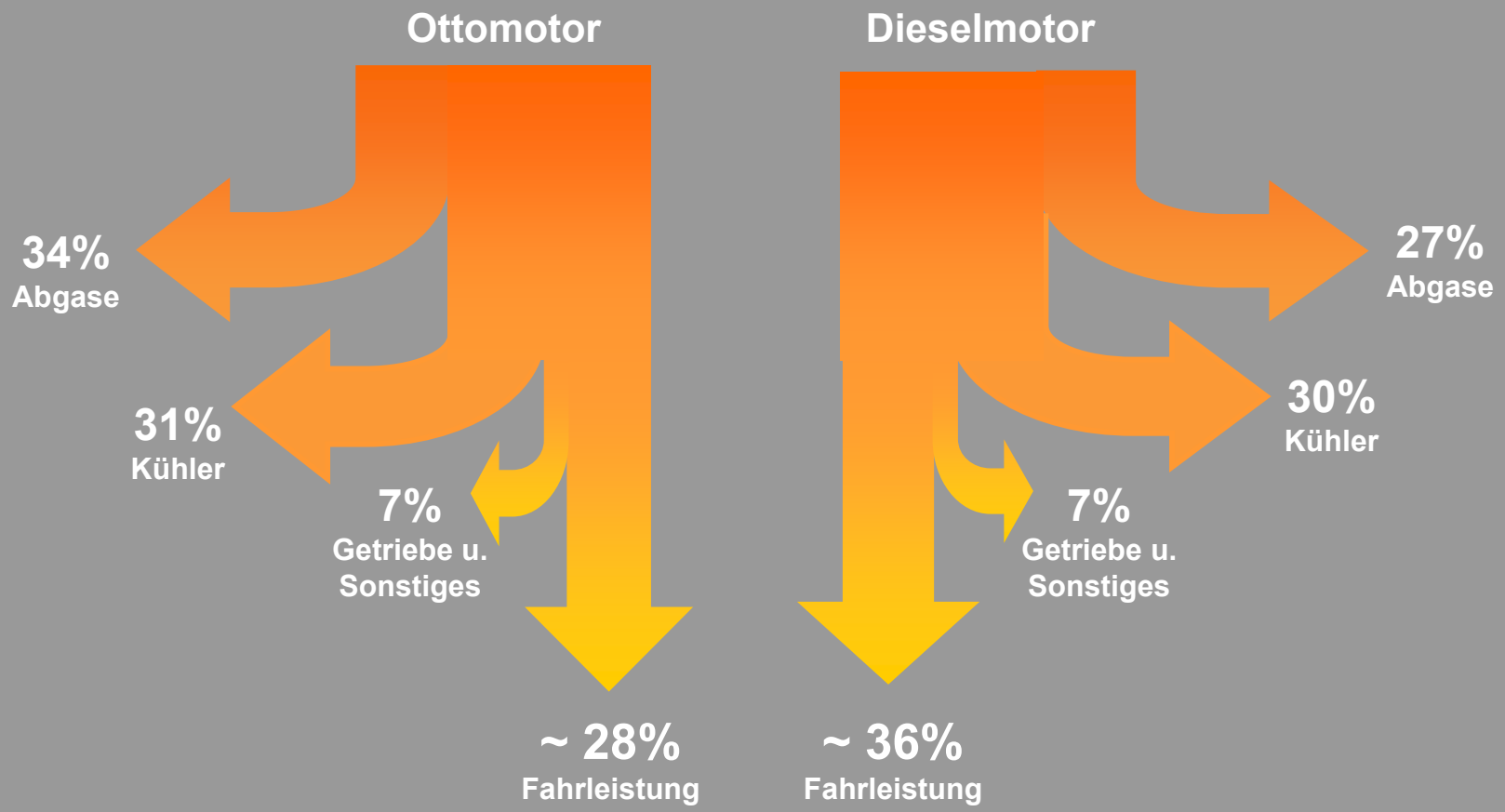
Erforderliche „Nutzenergie“ am Beispiel NEFZ (neuer europäischer Fahrzyklus)

Loremo: Low Resistance Mobile:





Verbrennungsmotoren



Wirkungsgrad Konventioneller Fahrzeuge

η = 15 – 20% (f. typische Fahrzyklen)

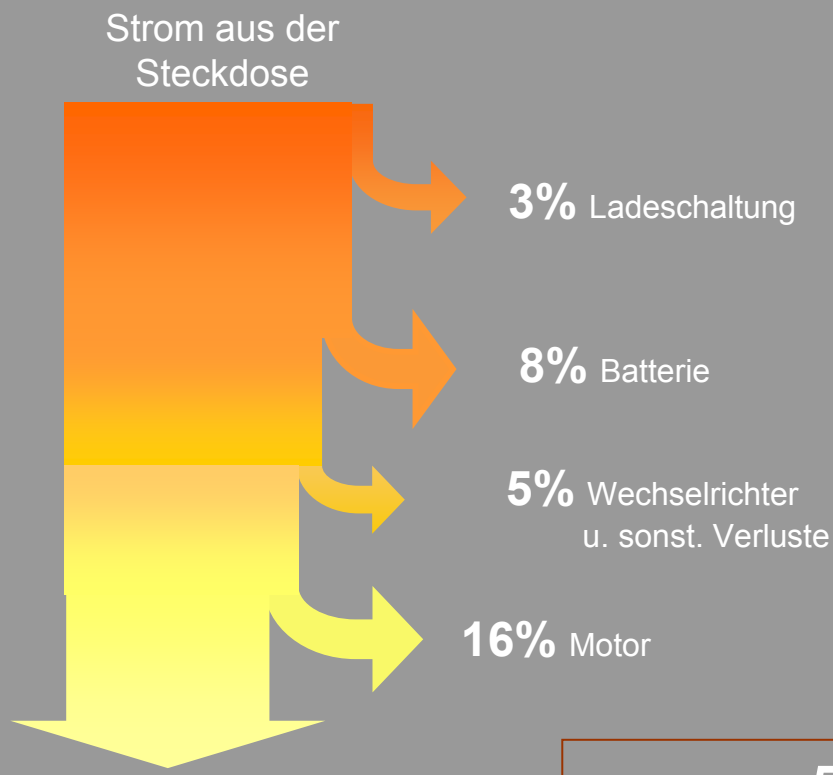
Drei entscheidende Potentiale

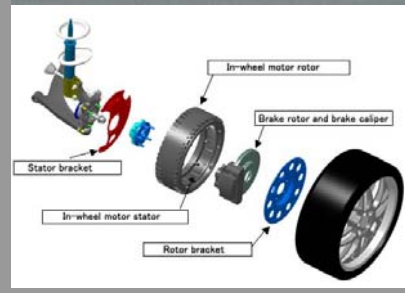
- **Verluste im Leerlauf**
- **Bremsenergie**
- **Arbeitspunkt Verbrennungsmotor**

→ Nutzung durch Hybridtechnologien

Elektroantriebe (modernster Technologie)

- Lithium-Ionen Batterie
- IGBT-Wechselrichter
- Permanenterregter Synchronmotor
- Ausführung als Radnabenmotor



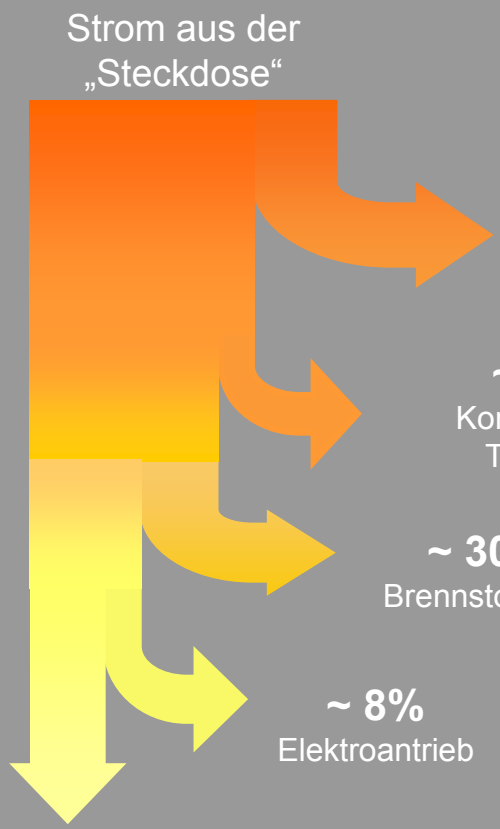


z.B. Mitsubishi
Lancer Evolution MIEV

~ 50%
Gesamtwirkungsgrad bei typ. Fahrzyklen

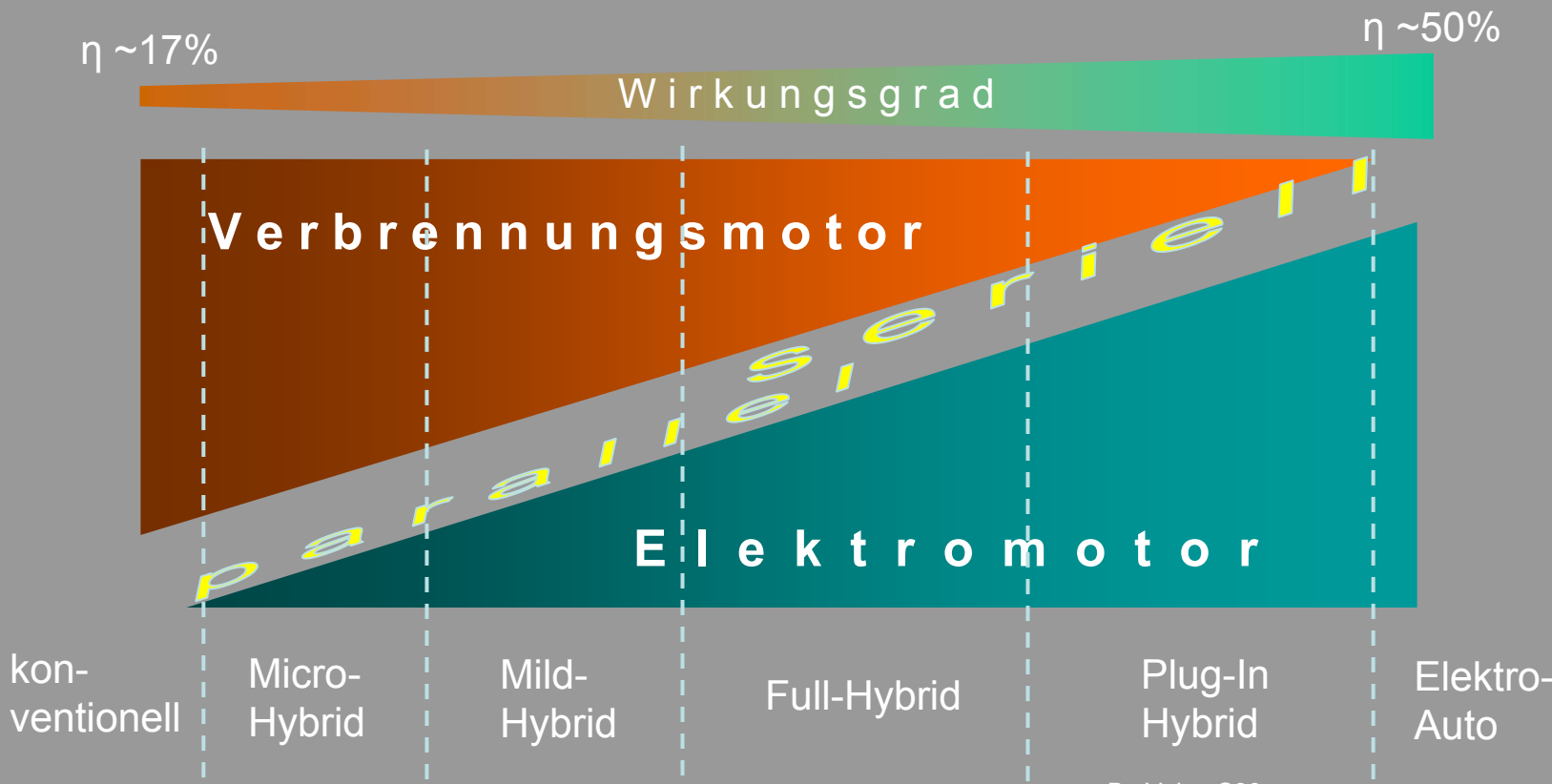
Wasserstoff-wirtschaft auf Basis Brennstoffzelle und Elektrolyse

Quelle: Mercedes

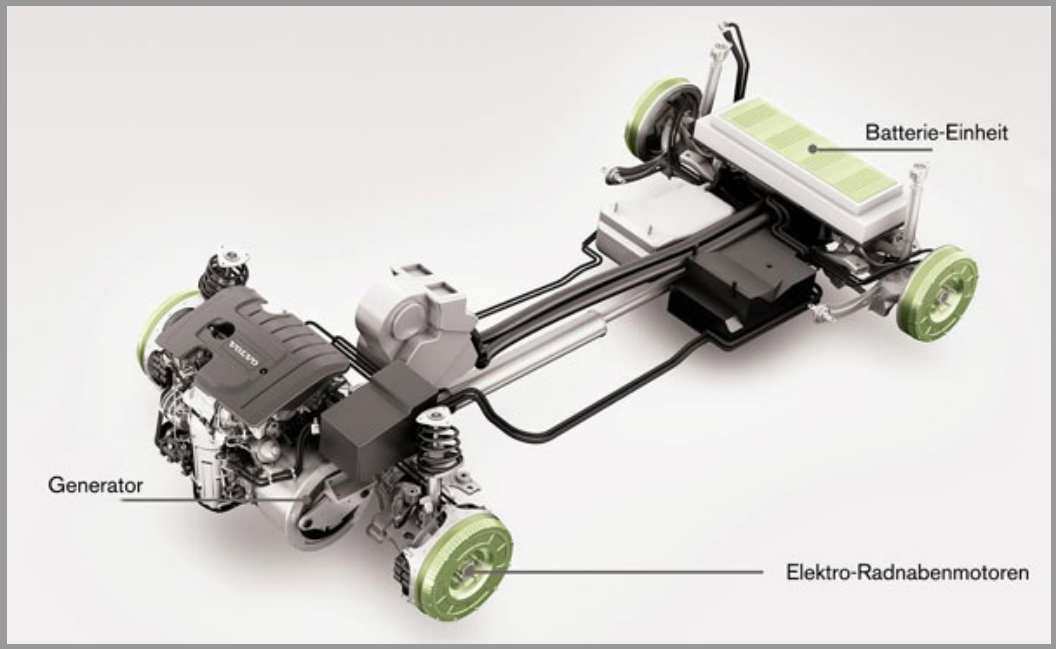


~ 13%
Gesamtwirkungsgrad bei typ. Fahrzyklen

Hybridtechnologie



Plug-in-Hybrid Volvo C30 Concept Car



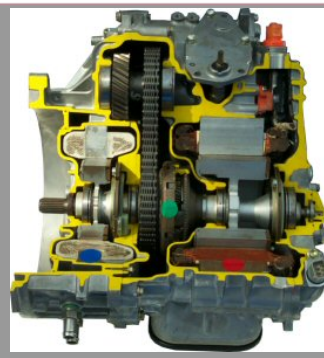
Verbrennungsmotor 1,6L mit Synchrongenerator

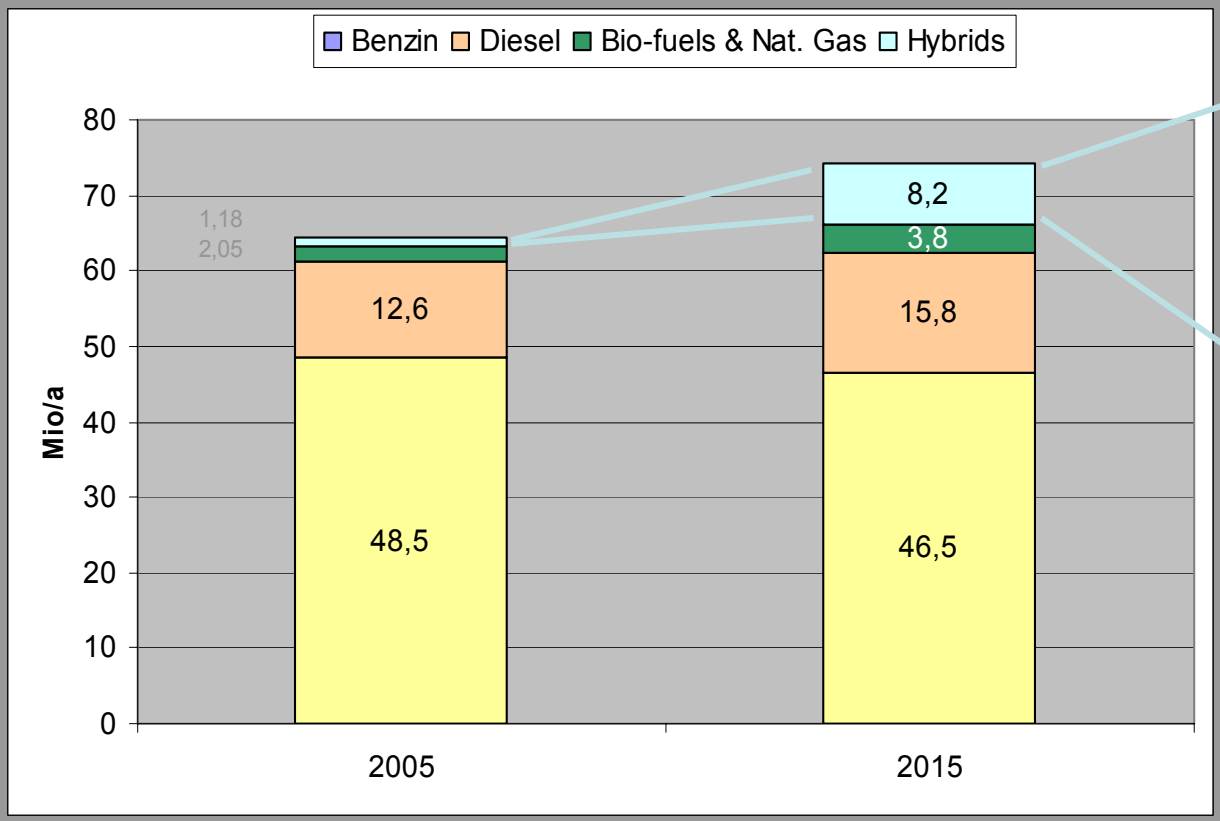
Li-Ion-Batterie für ca. 100km

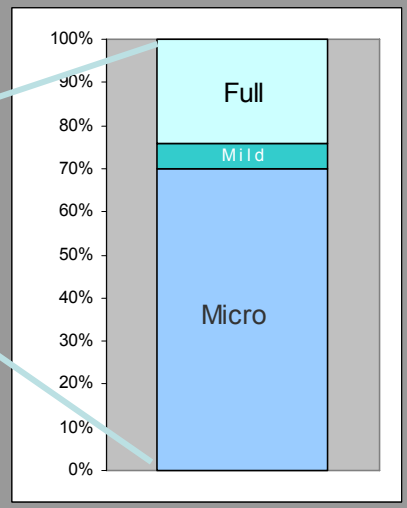
Rein serieller Hybrid
→ Verbrennungsmotor dient nur zum Laden der Batterie

http://www.hybrid-autos.info/Volvo_ReCharge_Concept_2007-Technik.html

Prognose Antriebssysteme







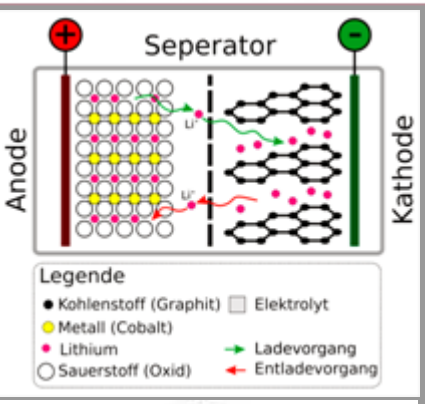
Prognostizierte jährl. Wachstumsrate bei Hybrids:

21,4 %

Data from: „Car Innovaton 2015“ by OliverWyman

Vergleich der „mobilen“ Energiespeicher
(volumsbezogen)

	10L Benzin, Diesel Biodiesel	10L Ethanol	10L CNG, 200bar	10L H2 200bar	10L Li-Ion Batterie
Energie-inhalt	90kWh	58kWh	25,8kWh	5,3kWh	3kWh
Nutzenergie	~18 kWh	~13 kWh	~5,16 kWh	~1 kWh	~1,6 kWh	~1,5 kWh
				VKM	Brennstoff-zelle & E-Motor	



Lithium-Ionen Batterie

Höchste Energiedichte:	~ 300Wh/L ~ 150Wh/kg
Hohe Leistungsdichte:	~ 300W/L ~ 150W/kg
Hoher Wirkungsgrad:	~ 92%

In Kombination mit Ultra-Caps vollständige Rückgewinnung der Bremsenergie

Potential für weitere Leistungsverbesserung → Stanford

Sicherheitsprobleme → Toyota verschiebt Einführung auf 2010/11

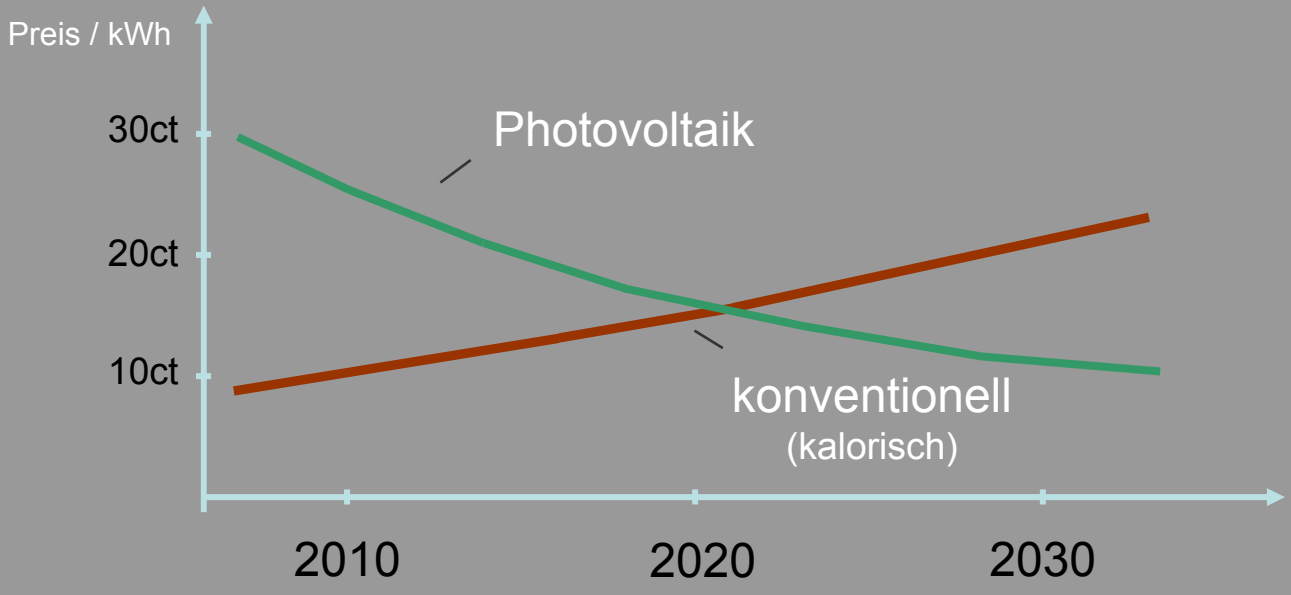
Elektroauto: Tesla Roadster

6831 Stk. Li-Ionen Akkus (Handy-Akkus)
450kg, 55kWh

Leistung:	248 PS
von 0–100km/h:	4,2s
Reichweite:	400km
Gewicht:	1220kg
Verbrauch:	13kWh/100km = 1,7l Benzin
Preis:	€ 80 000,-

Woher kommt der Strom ?

Zukunft der alternativen Stromerzeugung am Beispiel der Photovoltaik

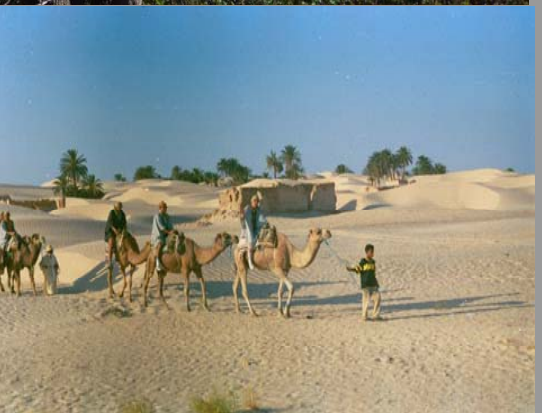


Wirkungsgradrekord:

Mit Stapelzellen und Lichtkonzentration **40,7%**

„Preisrekord“:

40 MW-Anlage in Sachsen: **€3 / W_p**



Strom aus der Sonne / Jahreserträge:

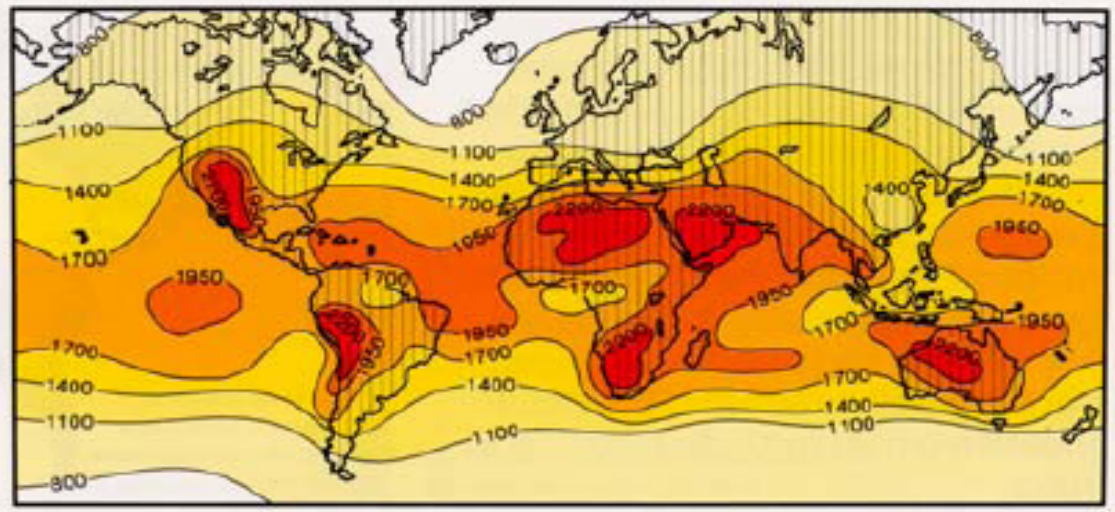
(mit Standardtechnologie bei 2-achsiger Nachführung)

Südsteiermark: ~ 200kWh/ m^2 Modulfläche

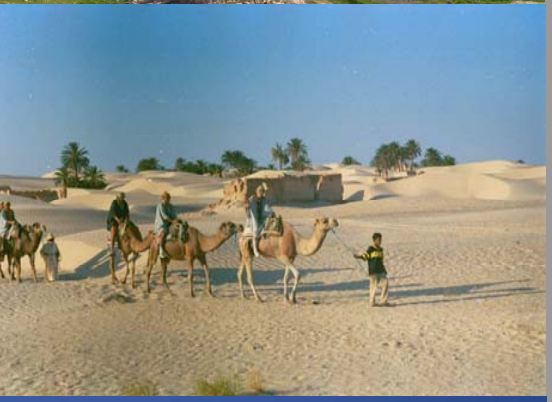
Bestlagen in Südspanien: ~ 340kWh/ m^2 Modulfläche

nördliche Sahara: > 400kWh/ m^2 Modulfläche

Globales Potential für Sonnenkraftwerke



Solareinstrahlung in kWh/(m², Jahr)



Stromtransport

Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ)

Übertragungsleistung: bis 6GW (z.B. in Kasachstan)

Verluste: ~3% auf 1000km

http://www.energieverbraucher.de/de/Energiebezug/Strom/Stromwirtschaft/Stromnetz/site__1335/

„Fiktives“ Rechenbeispiel für Österreich:

Umstellung aller Straßenfahrzeuge auf Elektroantrieb mit Solarstrom aus der Sahara oder Bestlagen in Südspanien (erzeugt mit dzt. am Markt erhältlicher Technologie)

Benzin- u. Dieselverbrauch für ges. Straßenverkehr:	6 Mio t /a
Primärenergie:	7x 10^{10}kWh /a
Preis o. Steuern:	~ € **5** Mrd /a

Benötigte elektr. Energie:	2,4 x 10^{10}kWh
→ Photovoltaikanlage mit	8 GW_p
→Flächenbedarf:	12km x 12km
→ Preis (einmalig):	~ € **32** Mrd.

warum leider derzeit nur „fiktiv“ ?

→ Speicherproblem nicht ausreichend gelöst

Danke für die Aufmerksamkeit !

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Berger
FH-JOANNEUM
Electronic Engineering &
Technology Management
Head of Degree programme and R&D Department
Werk VI-Straße 46
8605 Kapfenberg
Tel. ++43 (0) 3862 33600 8330
Fax. ++43 (0) 3862 33600 8312
mobile:++43 (0) 664 80 453 8330
e-mail: hubert.berger@fh-joanneum.at
---

http://www.fh-joanneum.at/aw/home/Studienangebot/Information_Engineering/~dat/etm/?lan=de