

# Thema „Energie“ aus Sicht eines Ingenieurs 2014

**Dipl. Ing. Bruno Lindorfer:**

## **Thema „Energie“ aus Sicht eines Ingenieurs**

Anmerkung:

Die nachfolgenden Folien sind eine persönliche Darstellung von Dipl. Ing. Bruno Lindorfer aus seiner Kompetenz als ausgebildeter Diplomingenieur Maschinenbau sowie 28 Jahren Berufserfahrung in energie-intensiven globalen Industrien unter Verwendung von Quellen. Alle Quellen sind gekennzeichnet.



# Thema Energie aus Sicht eines Ingenieurs

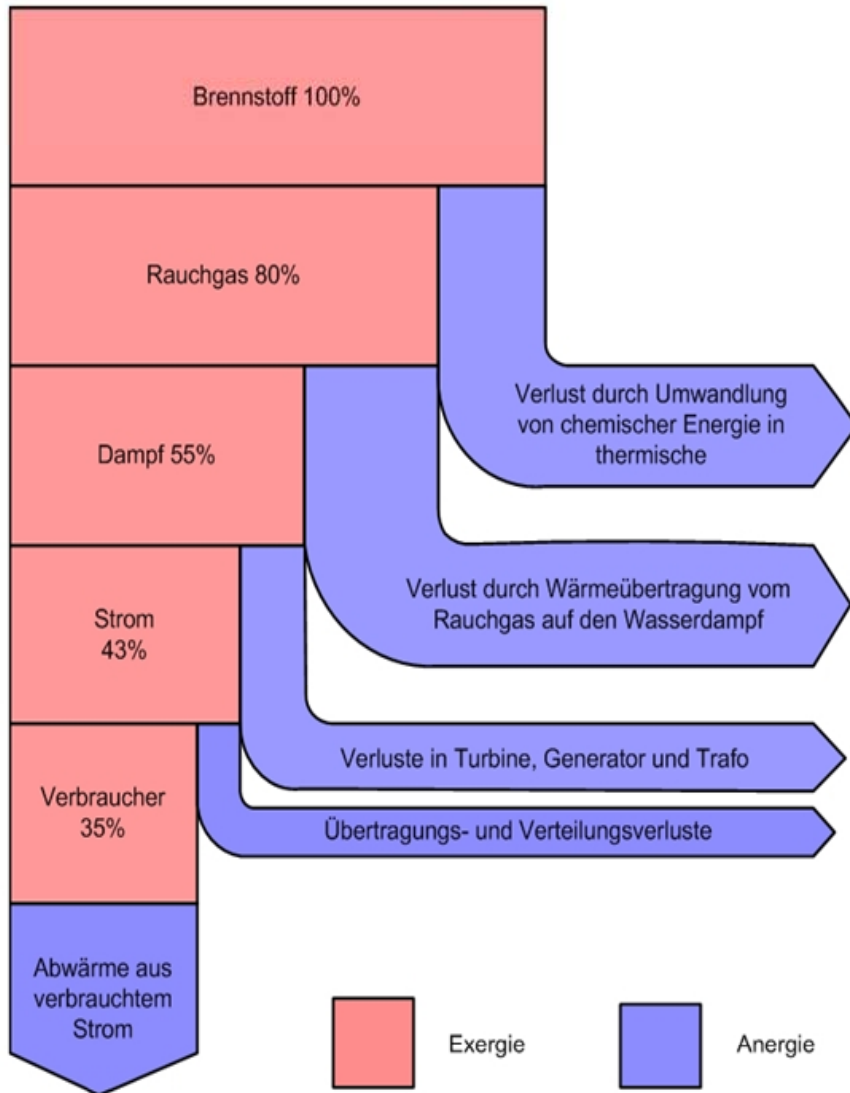
- Heute reden (leider) sehr viele Leute über das Thema **ENERGIE**, die nicht einmal den Unterschied zwischen „Arbeit“ und „Leistung“ verstehen (d. h. den Unterschied zwischen kWh und kW)
- Um zum Thema **ENERGIE** sinnvolle Konzepte und Energiepolitik machen zu können, **MUSS** man aber zumindest den 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik wirklich verstehen.

# Thema Energie aus Sicht eines Ingenieurs

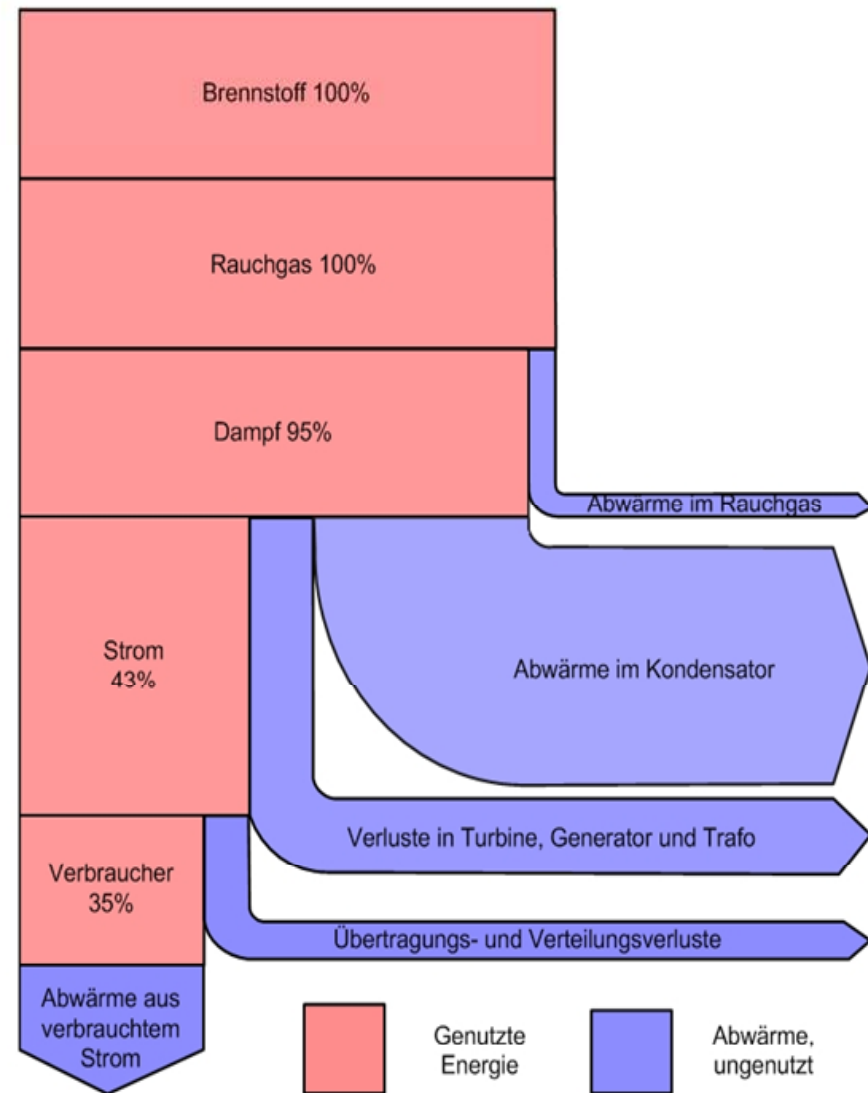
- Technisch-physikalisch ist es Unsinn von „Energieverbrauch“ bzw. „Energievernichtung“ zu reden.
- Energie kann nach dem Energieerhaltungssatz der Physik weder verbraucht noch „vernichtet“ werden.
- Das Einzige, was verbraucht bzw. „vernichtet“ werden kann, ist EXERGIE (siehe Flussdiagramm nächste Folie)
- Nach den Gesetzen der Thermodynamik besteht ENERGIE aus EXERGIE und ANERGIE.
- EXERGIE ist der wertvolle Energieanteil, der in jede andere Energieform umgewandelt werden kann (z. B. elektrischer Strom). ANERGIE ist minderwertige Energie, z. B. Niedertemperaturwärme, die NICHT in andere Energieform umgewandelt werden kann.



# Exergieflussbild



# Energieflussbild



# Thema Energie

- **Energie und Rohstoffe sind Schlüsselressourcen der produzierenden Industrie – sie müssen daher zu global wettbewerbsfähigen Preisen und Rahmenbedingungen (CO<sub>2</sub>-Steuer !) für die Europäische Industrie gesichert werden, sofern, man keine weitere De-Industrialisierung Europas will. In USA kostet der Gaspreis aufgrund der Fracking-Technologie ca. 1/3 des europäischen Gaspreises.**
- **CHINA hat seit 20 Jahren eine proaktive Energie- und Rohstoffstrategie und hat alle Rohstoffminen, insbesondere in Afrika und Südamerika aufgekauft, die es zu kaufen gibt.**
- **CHINA hat 97 % Weltmarktanteil bei den strategischen Metallen „Seltene Erden“ sowie „Lithium“**



# Wir brauchen billige Energiealternativen !

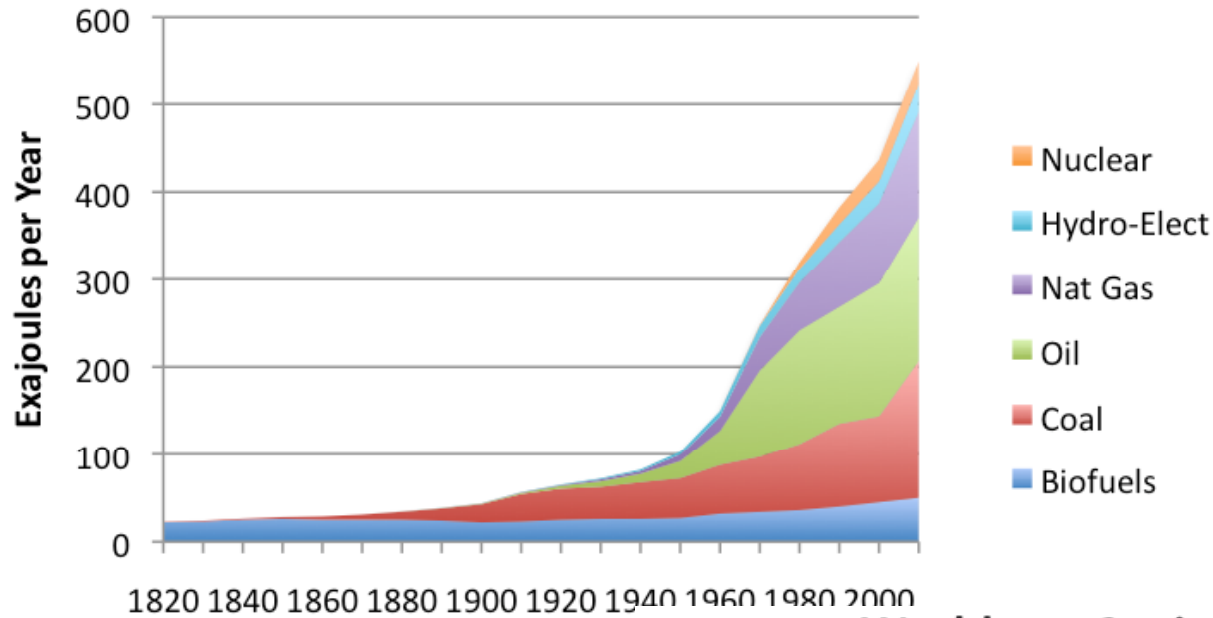
- 453 Mio EU-Bürger brauchen 51 000 kWh/c.a ( 5 kW/c)
- BIP pro Kopf (EU 2006): 24 000 €
- Der Bürger zahlt für Energie vom gesamten BIP
- mit 2 €ct/kWh 4.8 % (bisher)
- mit 3 €ct/kWh 6.4 % (heute)
- mit 10 €ct/kWh 24.2 % (Biomasse)
- mit 15 €ct/kWh 31.8 % (Windkraft)
- mit 50 €ct/kWh 106.3 % (Photovoltaik)
  
- (unsichere Angaben für alternative Energie weil
  - 1. hergestellt mit billigem Strom,
  - 2. Überbrückung Anfall/Bedarf fehlt,
  - 3. Bodenbelastung durch Biomasse ?)

# Thema Energie und Rohstoffe

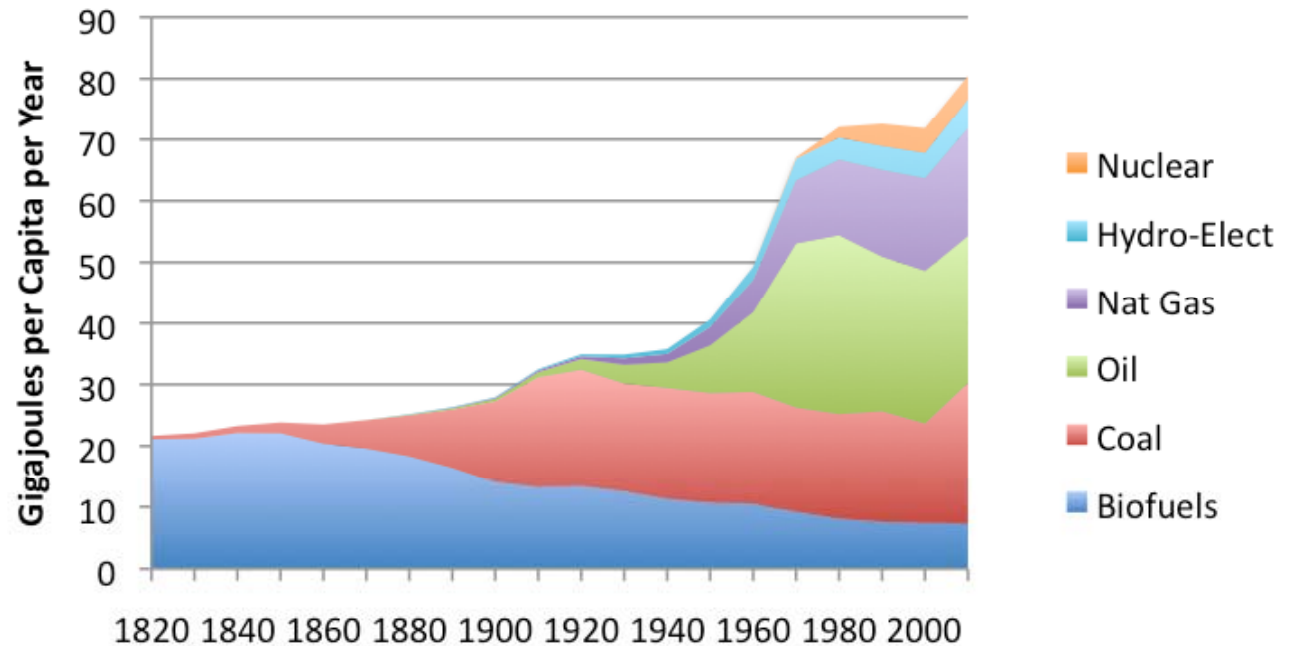
- Der Weltenergieverbrauch steigt seit ca. 1950 dramatisch an und hat sich seit 1950 verfünffacht auf ca. 600 Exajoule / Jahr (1 Exajoule =  $10^{18}$  J , 1 EJ  $\approx$  278 TWh)
- Der Weltenergieverbrauch pro Kopf ist seit 1980 in etwa konstant bei ca. 75 GJ / per Capita /Jahr
- With the current cost of electricity (approx. 5 ct/kWh) Germany e. g. is spending approx. 10% of its GDP for electricity. With the “true costs” of PV (approx. 25 ct/kWh – without any public funding) Germany would have to spend approx. 50 % of its whole GDP for electricity alone. Even non economic-experts will see that this is not feasible for an economy at all.



## World Energy Consumption

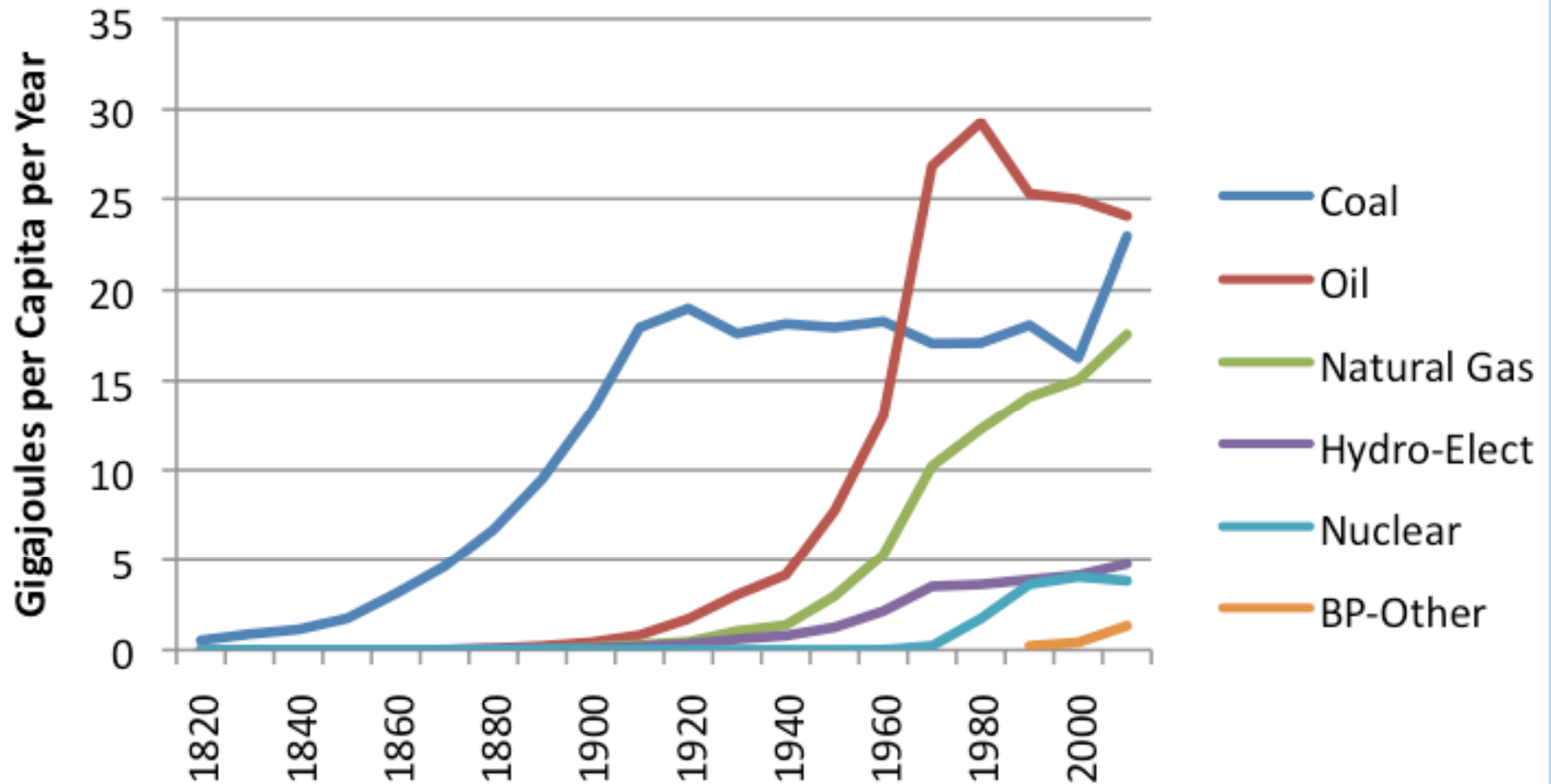


## World per Capita Energy Consumption





## Per Capita Consumption of Various Fuels



# **Thema Energie**

**Energie OSCAR im ersten  
Jahrzehnt des  
21. Jahrhunderts**

**The Winner is:**



# Thema Energie

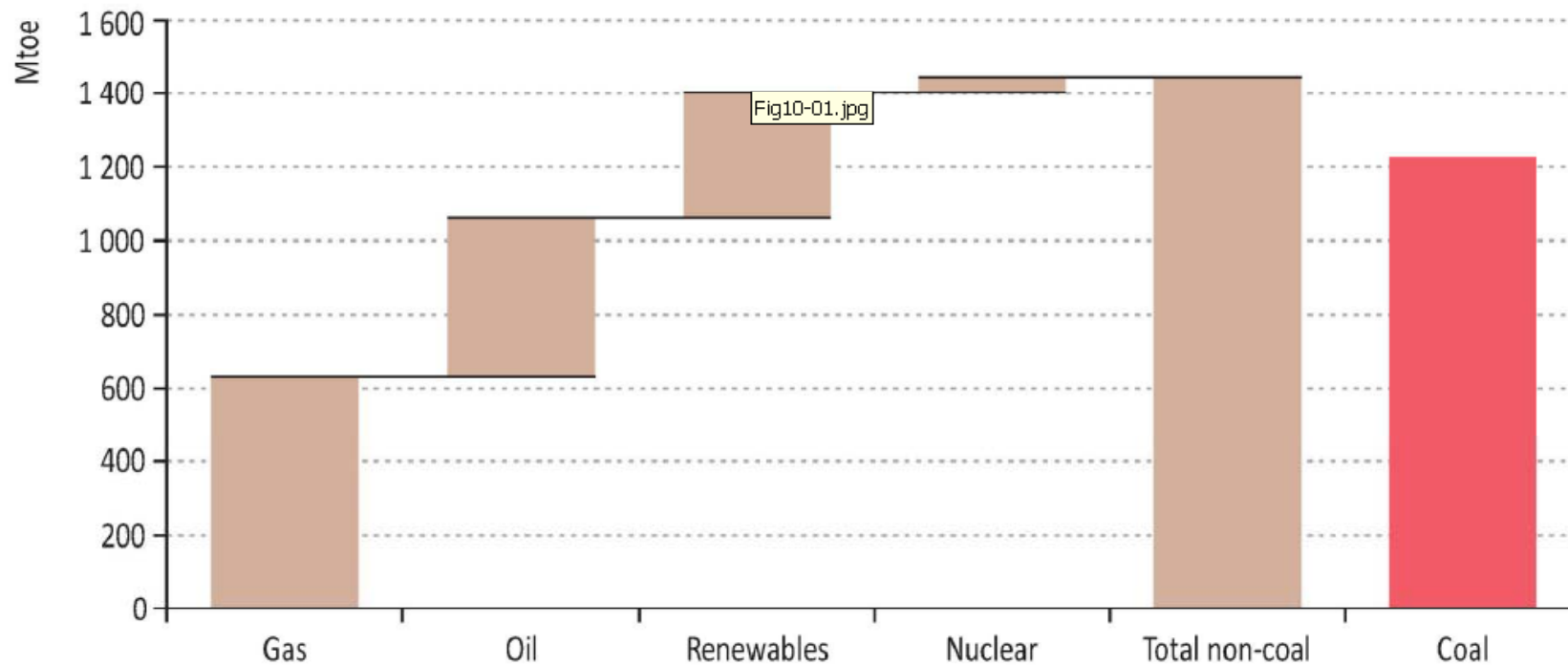
- Der weltweit mit Abstand größte „Gewinner“ aller Energieträger im Zeitraum 2000 bis 2010 war ---- KOHLE!
- KOHLE deckte ca. die Hälfte des gesamten Welt-Energieverbrauchs-Zuwachses im ersten Jahrzehnt des 21.-Jahrhunderts, wobei Asien (und hier wieder vor allem CHINA) praktische für den gesamten Zuwachs des Energieverbrauchs verantwortlich ist.
- Entsprechend stark ist auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Asien (CHINA) gestiegen
- Die Reichweite der bekannten Kohlevorräte ist beim heutigen Verbrauch ca. 150 Jahre und damit länger als für jeden anderen nichterneuerbaren Energieträger.



# Coal won the energy race in the first decade of the 21<sup>st</sup> century

**WORLD 2**  
**ENERGY 0**  
**OUTLOOK 1**

**Figure 10.1: Incremental world primary energy demand by fuel, 2000-2010**



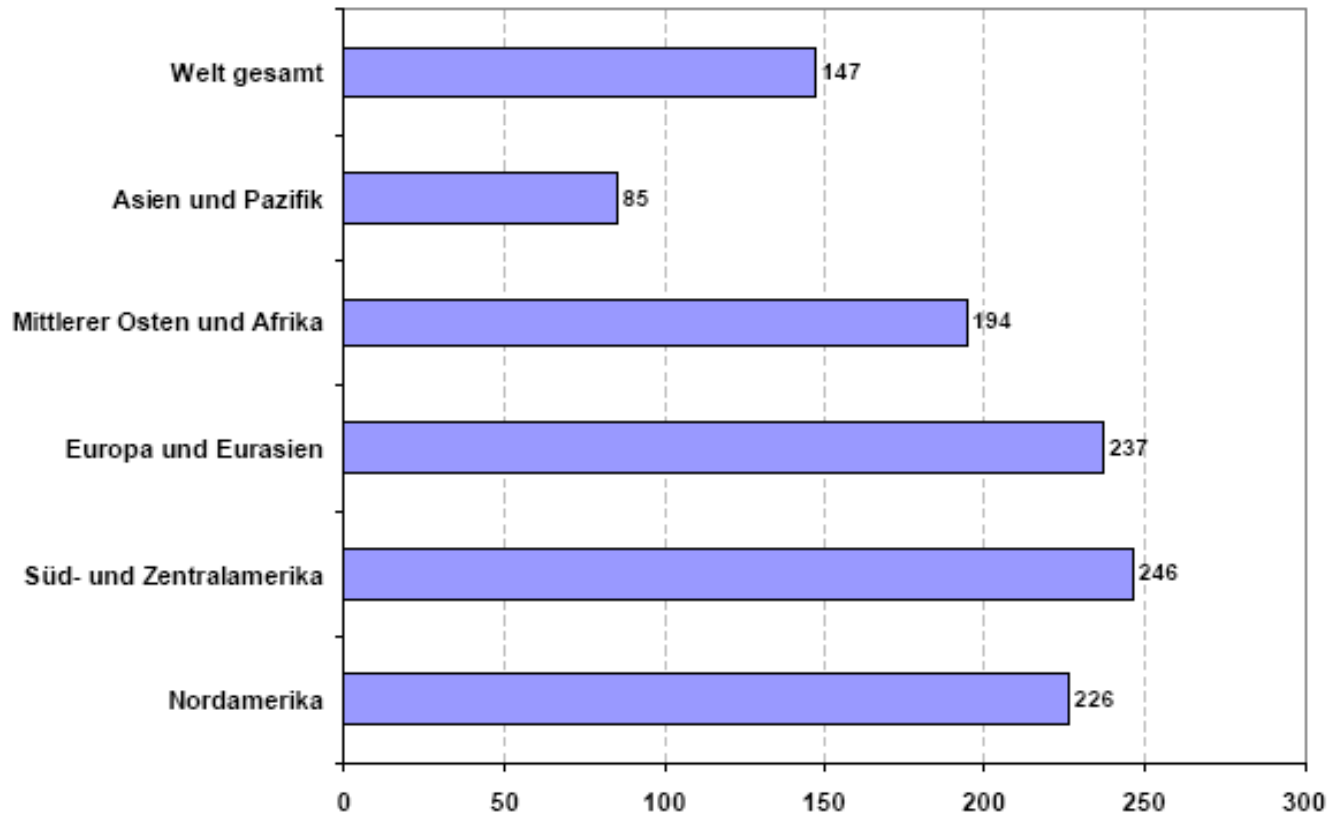
**Coal accounted for nearly half of the increase in global energy use over the past decade, with the bulk of the growth coming from the power sector in emerging economies**

# Steinkohle

## Reichweite der Kohlevorkommen



Reichweite der Kohlereserven in Jahren

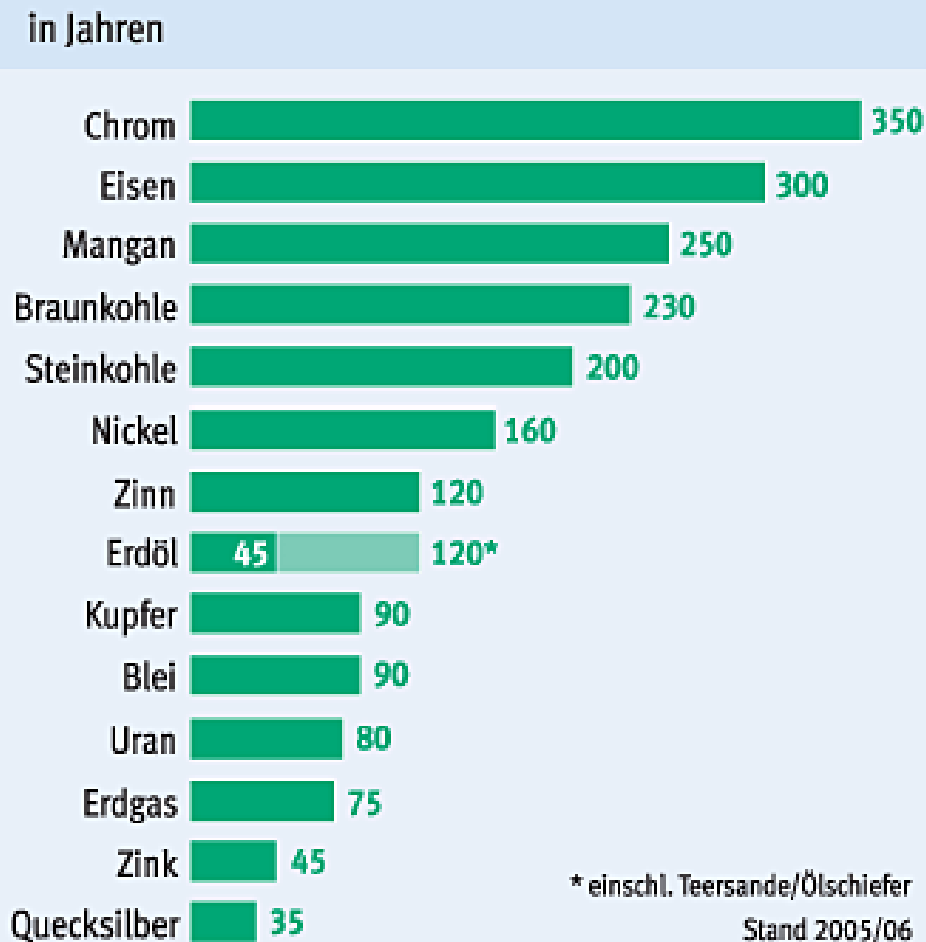


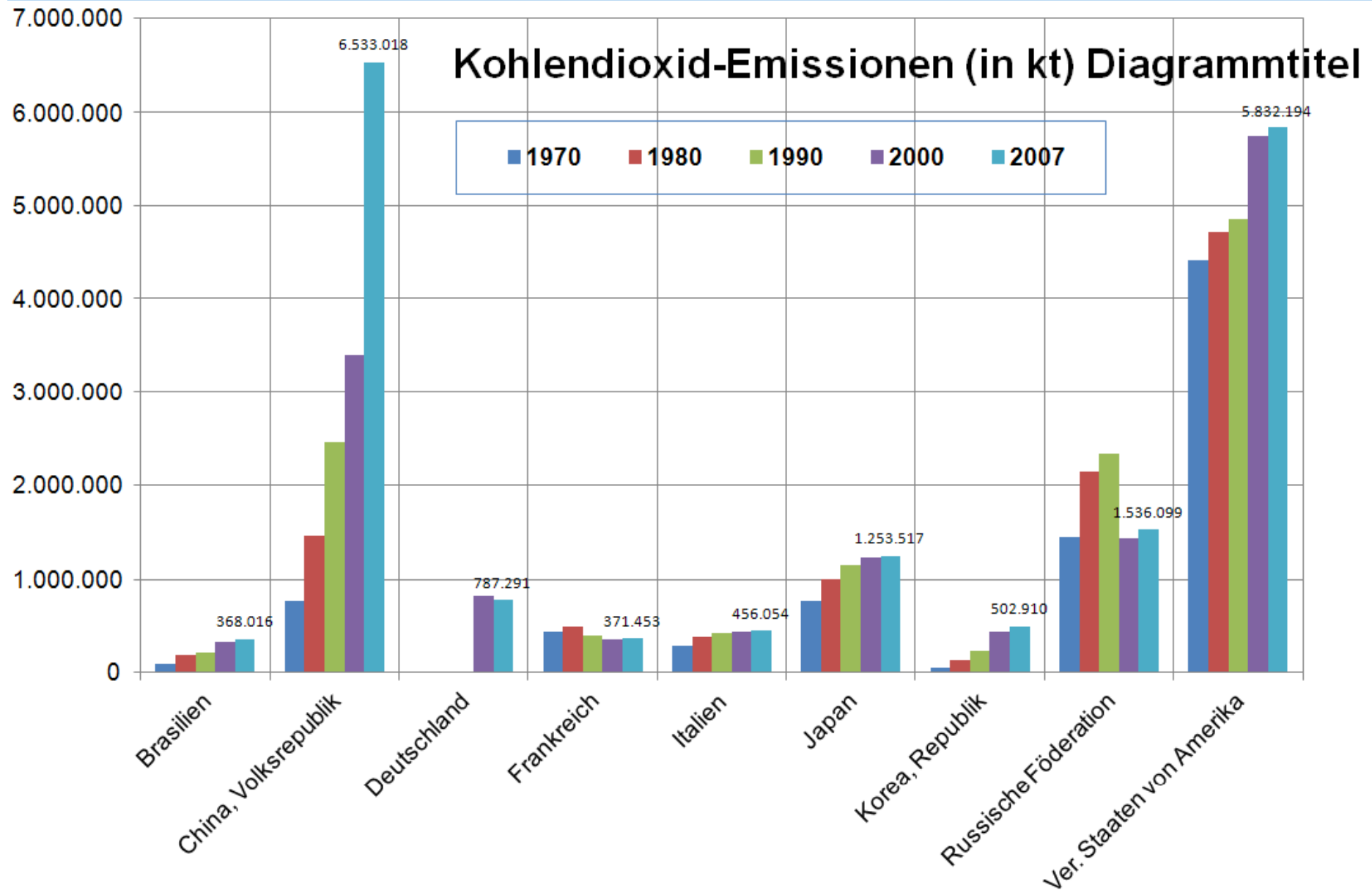
Wenn die am Ende eines Jahres vorhandenen Reserven durch die Produktionsmenge dieses Jahres geteilt werden, ergibt sich daraus bei **unveränderten Produktionsmengen** die Reichweite der verbleibenden Reserven.

Quelle : BP Statistical Review of World Energy 2007

# Statistical Data on Raw Materials

## Statische Lebensdauer ausgewählter Rohstoffe





# Thema Energie

- Erneuerbare Kraftwerke - wie Wind und Photovoltaik (PV) - sind aus Sicht der EVUs, die die Stromversorgung zu jeder Zeit sicherstellen müssen, vor allem **unplanbare** Kraftwerke, weil man nicht steuern kann, dass der Wind dann bläst, wenn viel Strom gebraucht wird.
- Solange es keine großtechnische MEGA-Strom-Speicher gibt, ist der Bau von **UNPLANBAREN Kraftwerken nicht sinnvoll**. Die vielen offshore Windparks in Deutschland stehen selbst bei idealem Wind zu über 30 % still, weil die Leitungen zu schwach sind und der Strom nicht gespeichert werden kann.



# Sicherung der Energieerzeugung zu leistbaren Preisen

- Auch die modernste Akkutechnik (Lithium-Ionen Akku) ist um einen Faktor 110 schlechter in der Energiedichte als z. B. Benzin oder Dieselkraftstoff. D. h. ein Lithium-Ionen Akku , dessen Energieinhalt 50 kg Benzin entspricht , wiegt 5488 kg.
- An kalten Wintertagen (vgl. viel Kraft-Wärme-Koppelungs Kraftwerke) mit viel Wind und Sonne gibt es in Europa immer mehr Tage mit massiver Überproduktion von Strom, der nicht gespeichert werden kann und daher **NEGATIVE** Strompreise an der Strombörse.

## Thema Mobilität

Der Schlüssel für die MOBILITÄT  
– sei es für Personen oder Waren –  
sei es zu Lande, zu Wasser oder in der Luft  
ist die  
**ENERGIEDICHTE**  
des Energiespeichers (Kraftstoffes)



# Bedeutung der **ENERGIEDICHTE** des Energiespeichers in der Mobilität

Die besten Li-Ionen Akkus der Welt sind betr. **ENERGIEDICHTE** um einen Faktor 114 schlechter als Kraftstoffe. (Besser als Kraftstoffe ist betr. **ENERGIEDICHTE** nur die Kernspaltung):

- Ni-Cd Akku: 0,14 MJ/kg
- Li-Ionen Akku: 0,40 MJ/kg
- Kraftstoff (Benzin, Diesel) 43,00 MJ/kg
- Kernspaltung 90,000.000,00 MJ/kg



# Vergleich Energieinhalt PKW-Antriebe

Quelle: Wikipedia: Energiedichte

Stoff/System	Energiedichte in MJ/kg	Bemerkung
Elektrolytkondensator	0,00005	= 50 J/kg
Doppelschicht-Kondensator	0,02	
Adenosintriphosphat (ATP)	0,0643	Energiespeicher in biologischen Zellen
Schwungradspeicherung	0,03-0,18 <sup>[1]</sup>	theoretisches Maximum: 0,8 (Material CFRP) <sup>[2]</sup>
<u>Bleiakkumulator</u>	0,11	
NiCd-Akku	0,14 <sup>[3]</sup>	
Kohle-Zink-Batterie	0,23 <sup>[3]</sup>	
Li-Titanat-Akku	0,25–0,32	Quelle: Lithium-Titanat-Akku
NiMH-Akku	0,36 <sup>[4]</sup>	
Li-Ionen-Akku	0,36 <sup>[3]</sup> –0,5	letztere Zahl siehe: Akkumulator
Alkali-Mangan-Batterie	0,45 <sup>[3]</sup>	
Li-Polymer-Akku	0,54 <sup>[3]</sup>	
Lithium-Batterie	0,9	Lithium/Eisendisulfid (Li/FeS <sub>2</sub> )
Zink-Luft-Batterie	1,2 <sup>[3]</sup>	Oxidator ist Luft und bleibt bei der Bezugsmasse unberücksichtigt
Wasserstoff (inkl. Hydridtank)	ca. 1,19	Oxidator ist Luft und bleibt bei der Bezugsmasse unberücksichtigt

# Vergleich Energieinhalt PKW-Antriebe

Stoff/System	Energiedichte in MJ/kg	Bemerkung
Dieselmkraftstoff	39,6–43,2	Oxidator ist Luft und bleibt bei der Bezugsmasse unberücksichtigt
Benzin	43	Oxidator ist Luft und bleibt bei der Bezugsmasse unberücksichtigt
Kernspaltung U-235	90.000.000	
Kernfusion (Kernwaffe)	300.000.000	

Quelle: Wikipedia: Energiedichte



## Ist das Elektroauto das ideal Stadtauto ?

- Der Vorteil des höheren Wirkungsgrades haben Elektroautos nur beim **FAHREN**.
- Beim Schleichen in Staus in der Stadt geht dieser Vorteil völlig verloren, denn je niedriger die Durchschnittsgeschwindigkeit ist, umso höher ist der Anteil der Energie, die fürs **Heizen (Winter) bzw. Kühlen (Sommer)** gebraucht wird, und **Heizen ist GIFT für Elektroautos** (ein Mittelklasse PKW braucht im Winter allein permanent 3 KW zum Heizen, auch wenn er dabei im Stau keinen Meter weit fährt.)
- **Entgegen einer weitverbreiteten Fehlmeinung sind daher Elektroautos für das Fahren in städtischen Staus (im Winter) schlecht geeignet.**



## **Ist das Elektroauto das ideal Stadtauto ?**

- **In der Stadt hat nur ein verschwindender Anteil der Autobesitzer eine eigene Garage mit eigener Steckdose (am Land ist das anders).**
- **Falls sich die Städter ZUSÄTZLICH für Kurzstreckenfahrten ein elektrisches E-Auto kaufen. Wo stellt man in der Stadt diese ZUSÄTZLICHEN E-Autos hin ? Es ist jetzt in den Städten schon kein Platz für die Langstreckenautos (Verbrenner) !**

**Das Elektroauto ist daher NICHT das ideal Stadtauto !**



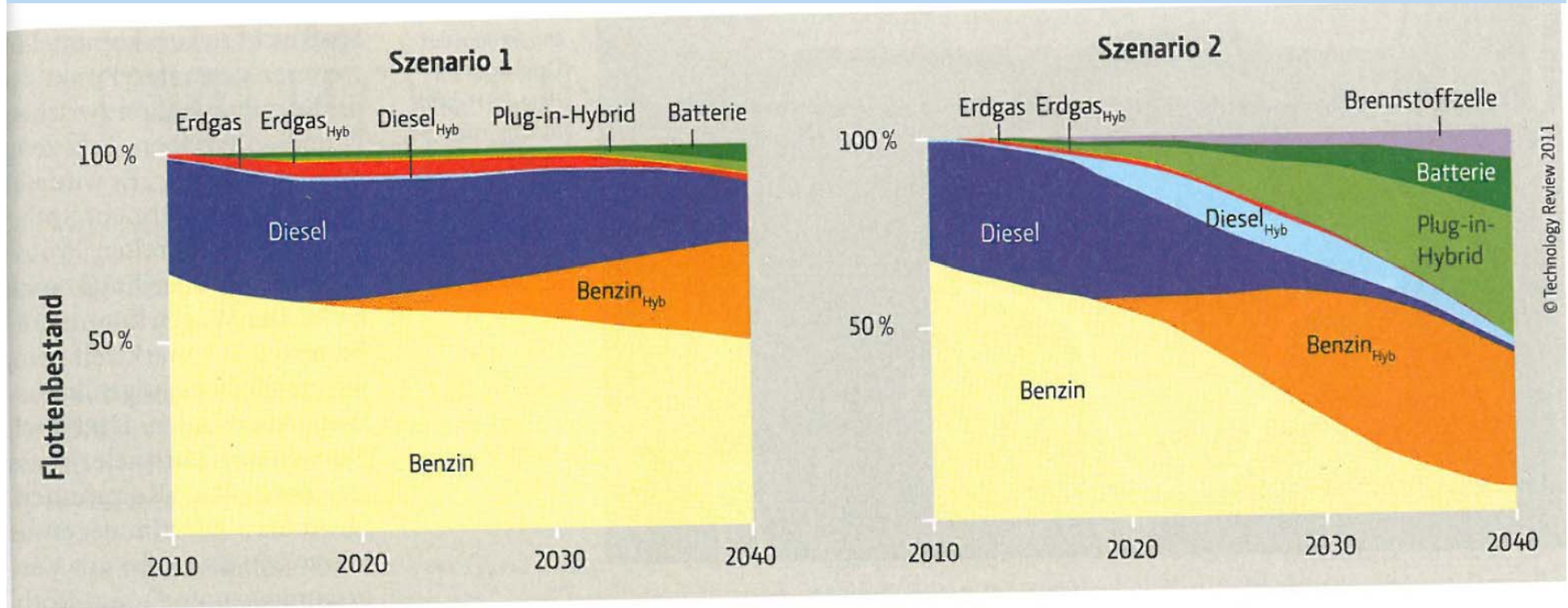
# **Das MIT gibt dem e-Auto sehr wenig Chancen**

**Das MIT, USA, gibt dem e-Auto bis 2040 wenig  
Chancen (siehe nächste Folie)**



# Szenarien globaler Flottenbestand 2010-2040

## Benzin- Diesel-Hybrid-Batterie



Quelle: MIT Technology Review 9/2011



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**

