

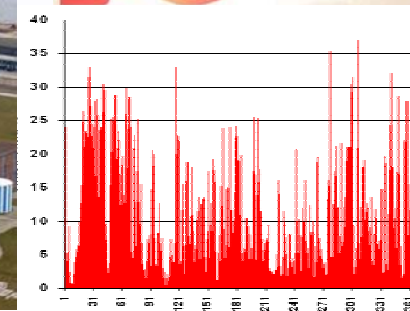
Energie und Umwelt: Weichenstellungen für eine nachhaltige Stromversorgung

Zukunftswerkstatt

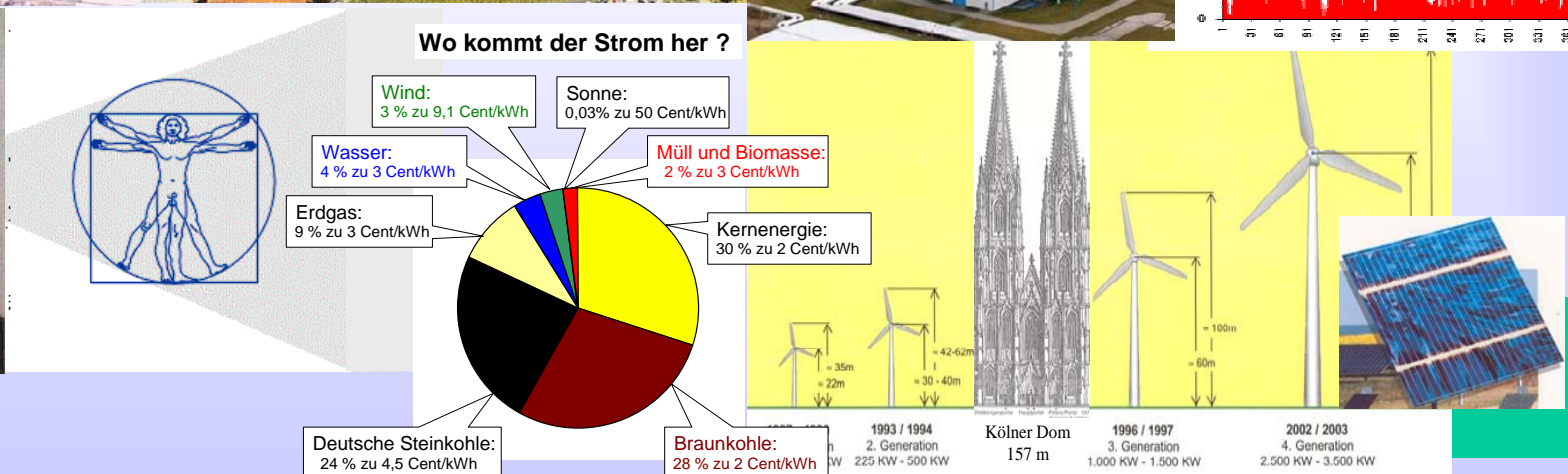
Tagungsleitung: Dr. Hartmut Grewe



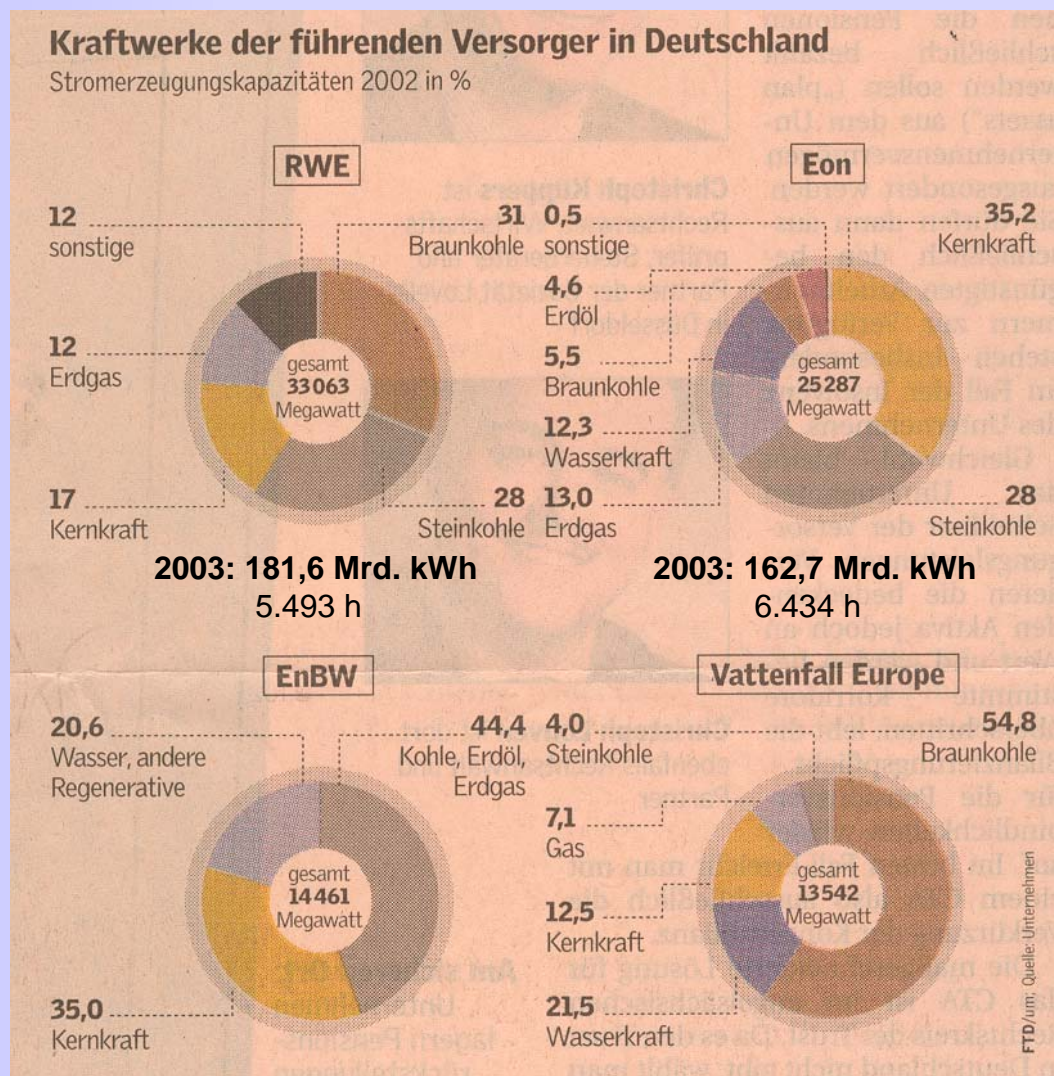
Moderation: Friedhelm Ost, Staatssekretär a.D.



Prof. Dr.-Ing. Helmut Alt
Am 28. April 2004
Zukunftsforum Politik
Konrad Adenauer-
Stiftung, Berlin



Energiemix der Stromerzeugung in Deutschland



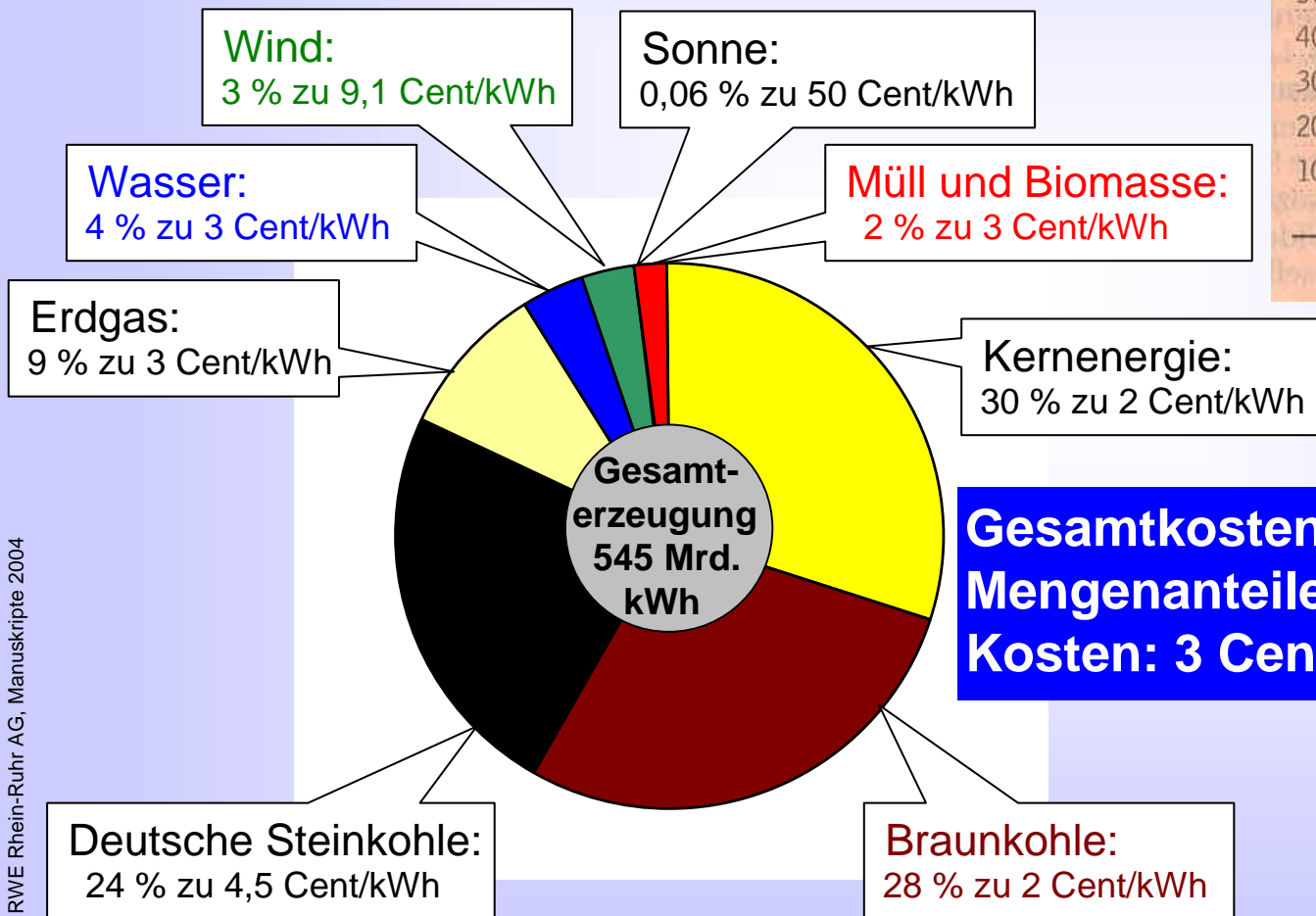
**Summenleistung:
86.353 MW
entsprechend rd. 80 %
von 107 GW
installierter Leistung.**

**(RWE und E.ON
verfügen über rd. 55 %)**

Quelle: FTD vom 30.9.2003

Erzeugungsmix in Deutschland

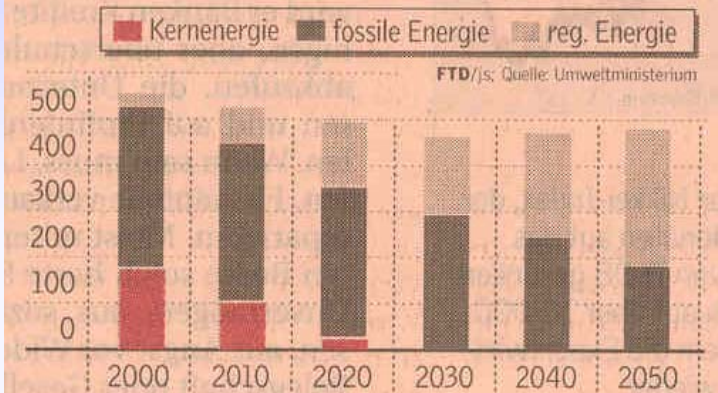
Wo kommt der Strom her ?



Gesamtkosten aus der Summe aller Mengenanteile mit den zugehörigen Kosten: 3 Cent/kWh

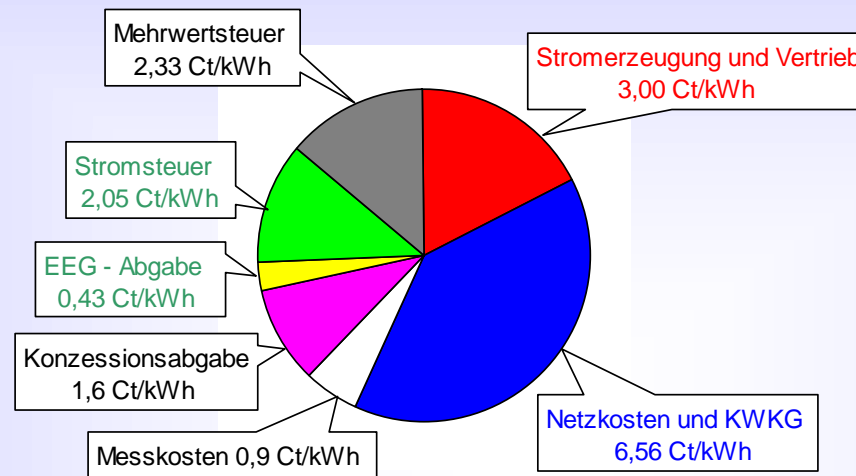
Trittins Zukunftsszenario

Bruttostromerzeugung in Terawattstunden pro Jahr

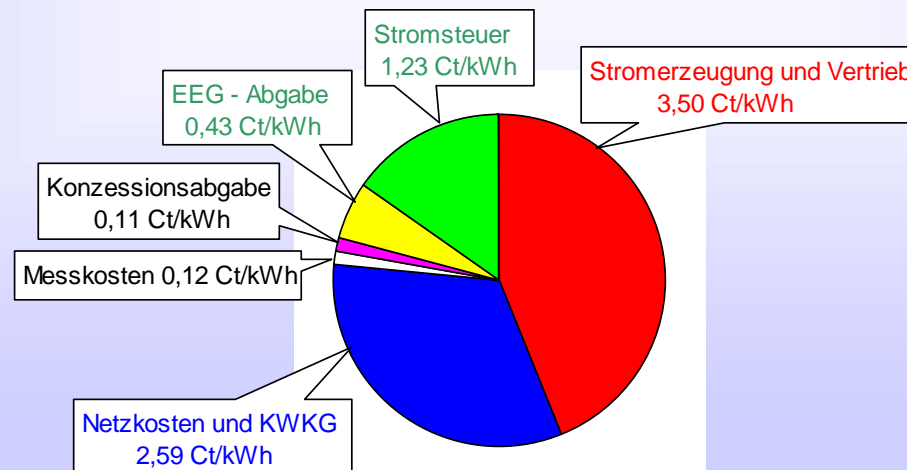


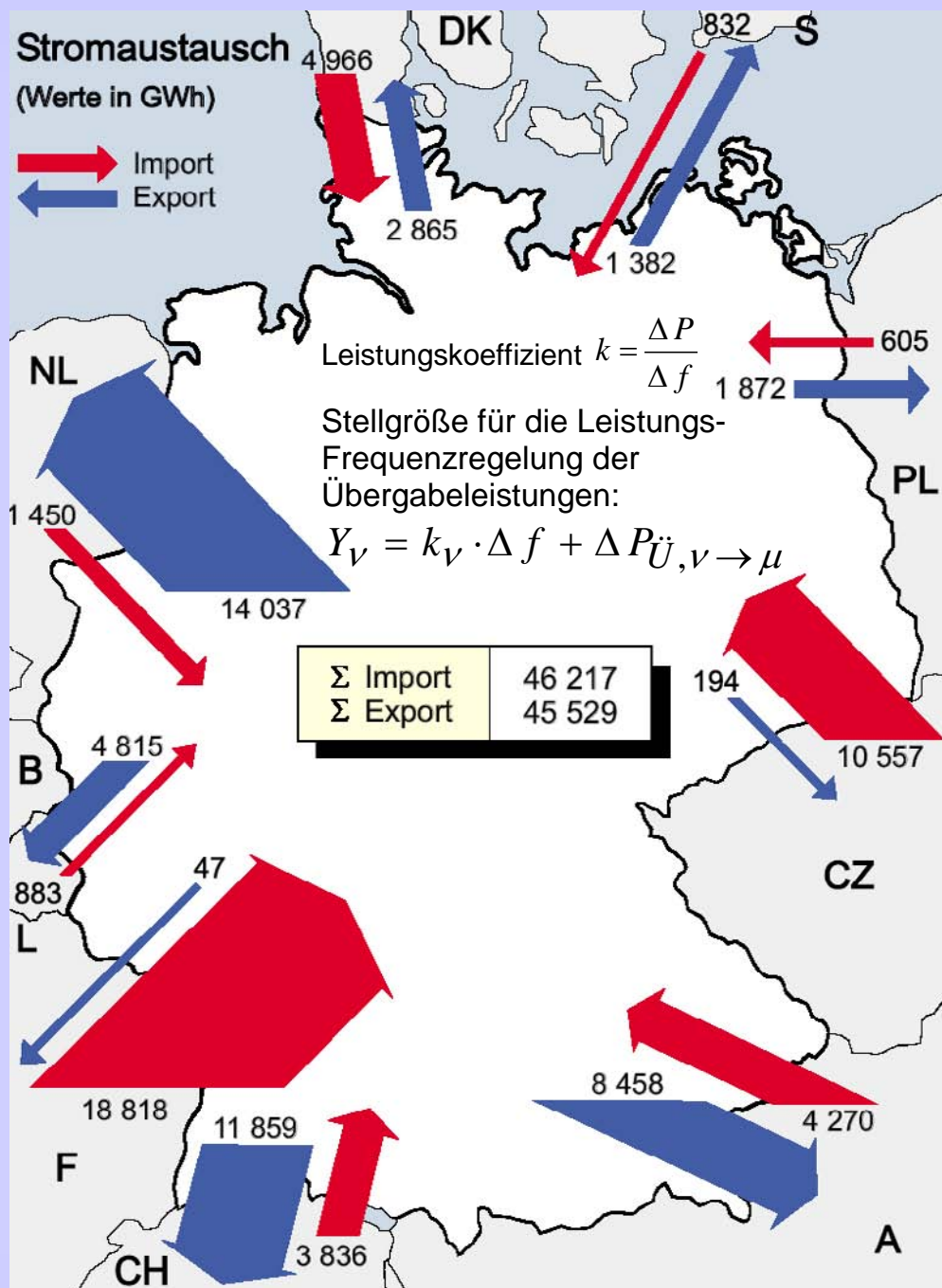
Stromkosten in Haushalt und Gewerbe

Was kostet der Strom für Haushaltskunden ?
(Jahresverbrauch 4000 kWh, 2003: rd. 17 Cent/kWh)

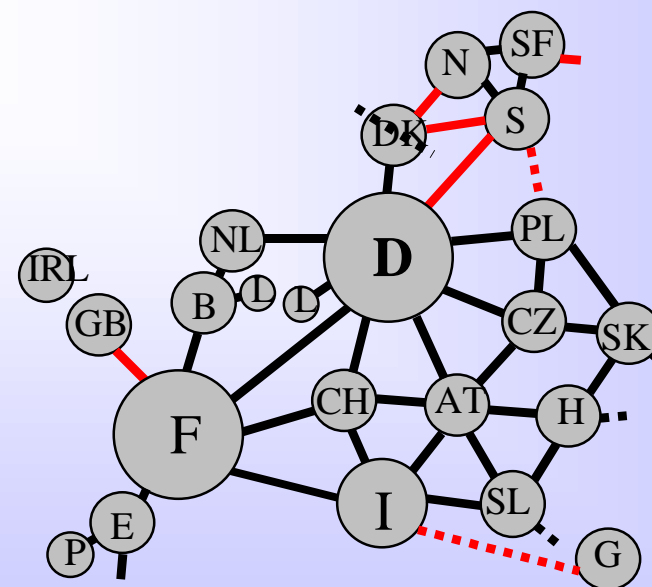


Was kostet der Strom für Industriekunden (2003) ?
Mittelspannung 500 kW, 2.500 h (rd. 8 Cent/kWh)

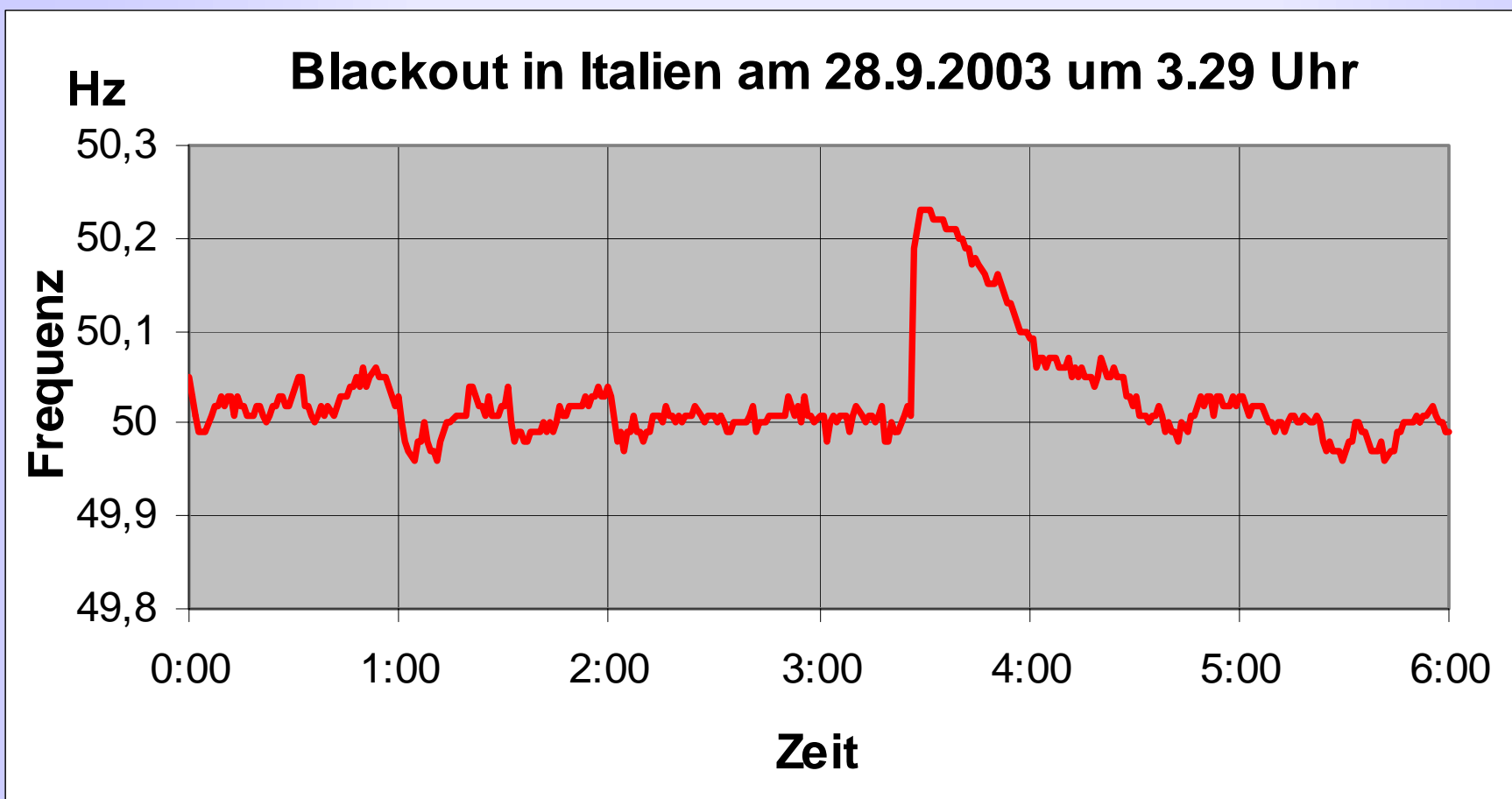




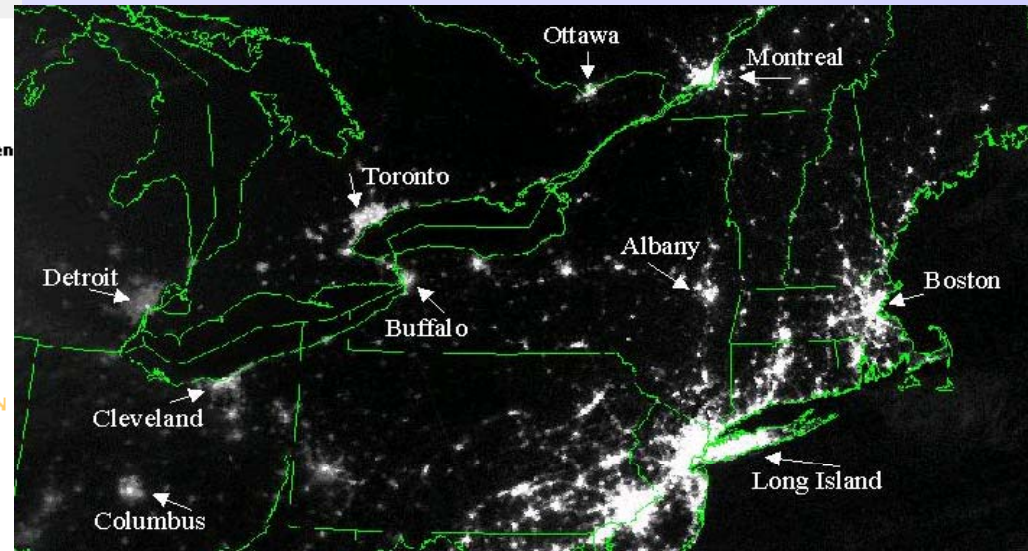
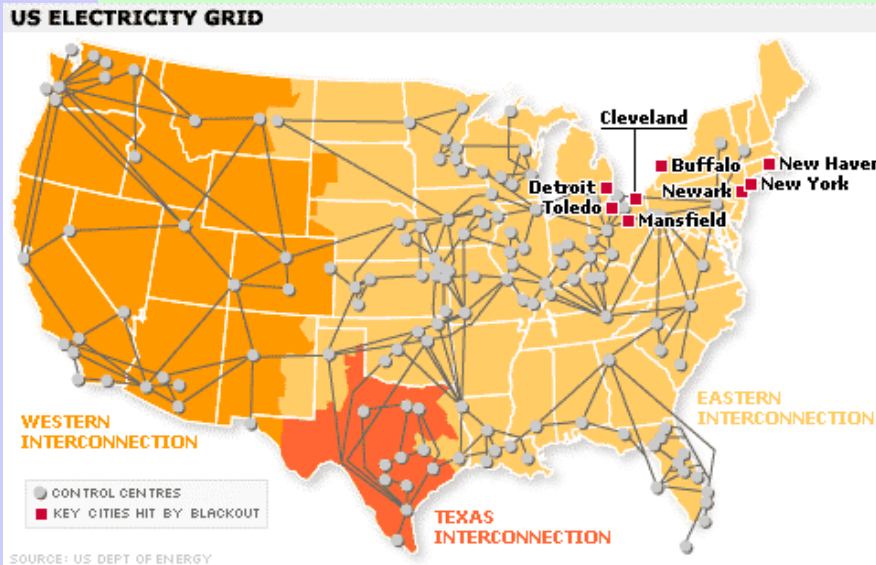
Energieaustausch mit den Verbundpartnern in der UCTE im Jahr 2002



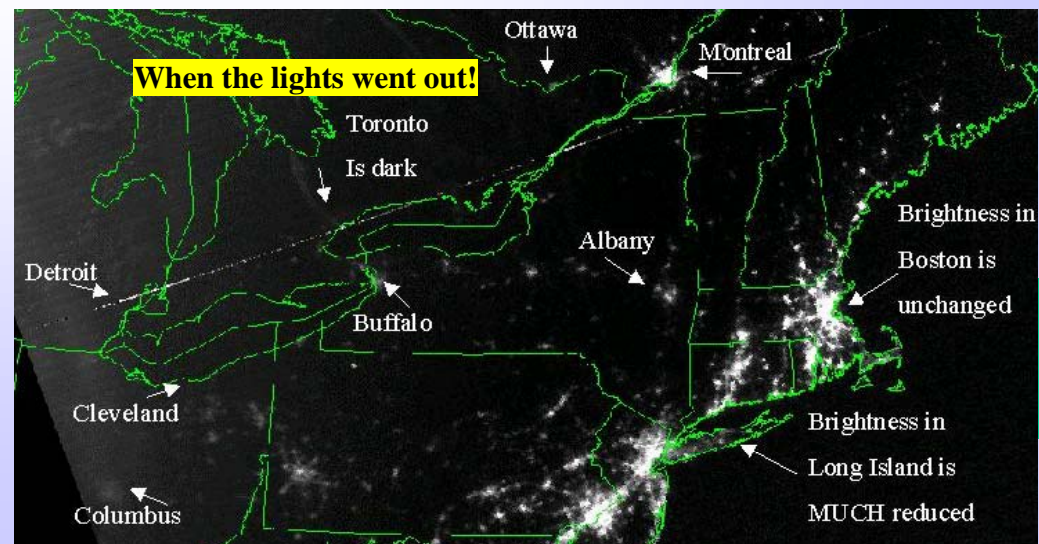
Blackout Gefahr bei Leistungsüberschuss oder Leistungsmangel Beispiel Italien 6.700 MW zu viel im Netz!



Blackout bei niedrigem Vermischungsgrad und konzentrierter Erzeugung in den USA



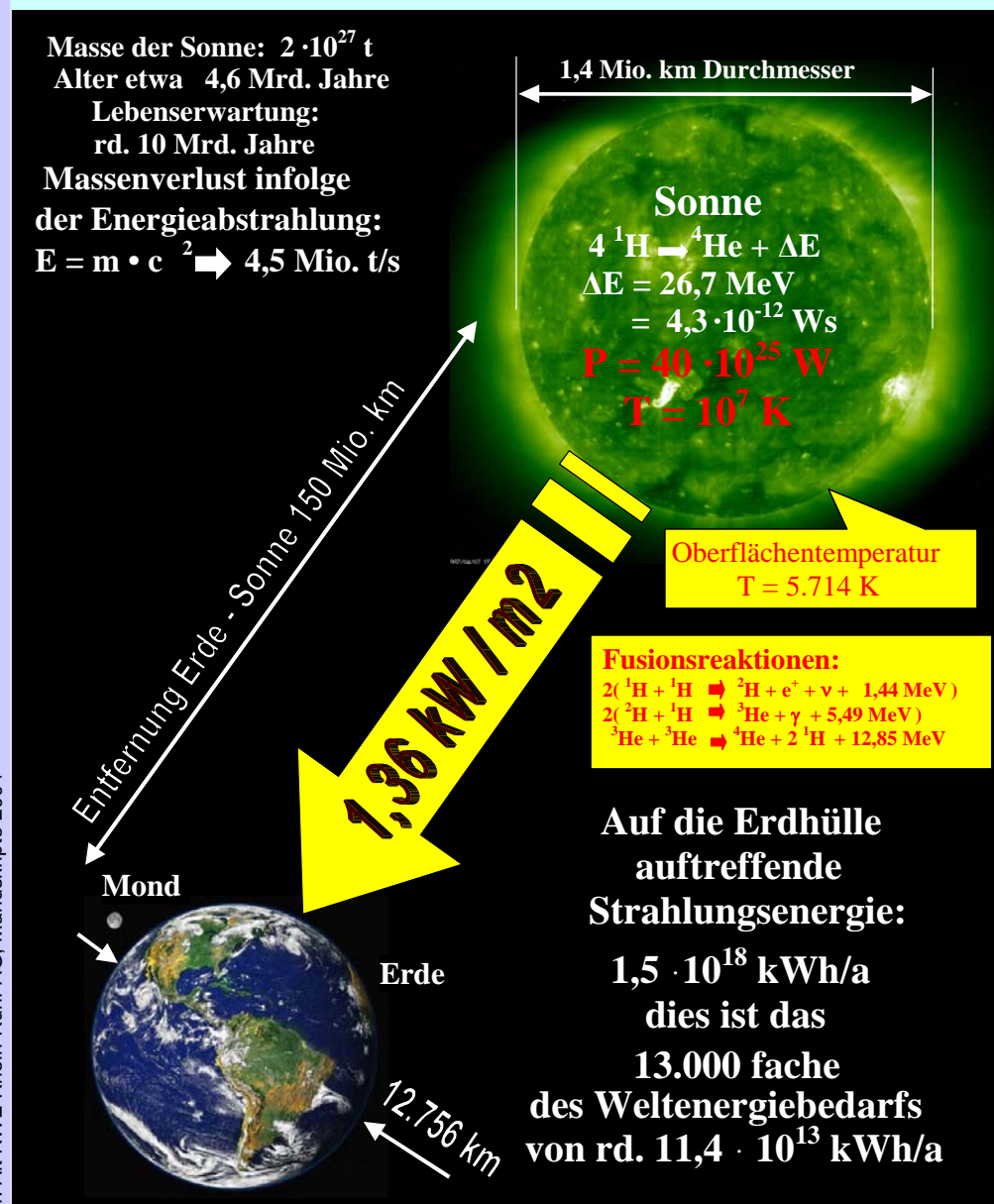
**Teilausfall im Nordosten der USA
am 14. August 2003**



Europa bei Nacht mit intakter Stromversorgung



Energiefluss der Sonne zur Erde als Ursache allen Geschehens und Lebens auf unserer Erde



Abschätzung der mittleren Erdtemperatur:

Von der Sonne empfangene Strahlungsleistung:

$$P_e = S \cdot (1 - A) \cdot \pi \cdot r^2 \quad (\text{Kreisfläche})$$

Von der Erde abgestrahlte Strahlungsleistung
 Stefan-Boltzmann-Gesetz:

$$P_a = \varepsilon \cdot \sigma \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot T^4 \quad (\text{Kugelfläche})$$

mit Albedo $A = 0,3$ und Emissionsgrad ε :
 $0 \leq \varepsilon \leq 1$ (schwarzer Körper $\varepsilon = 1$),

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}, \quad S = 1,36 \text{ kW/m}^2 \text{ folgt:}$$

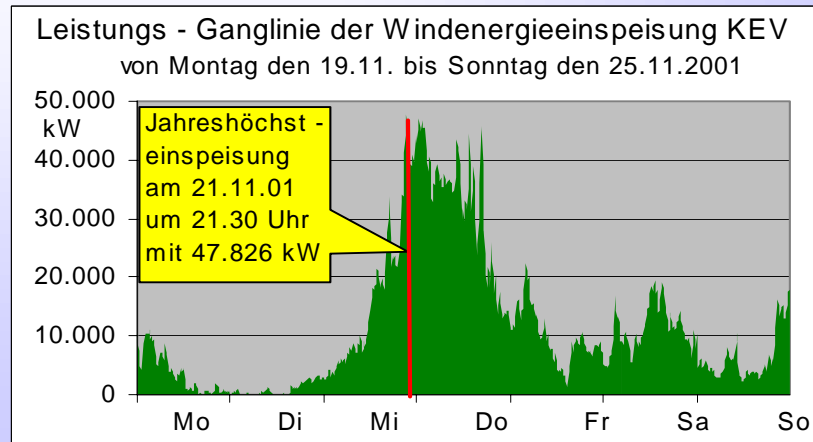
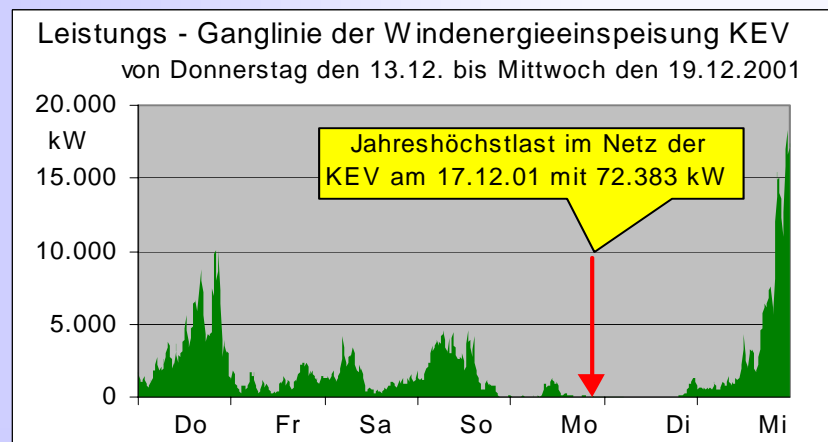
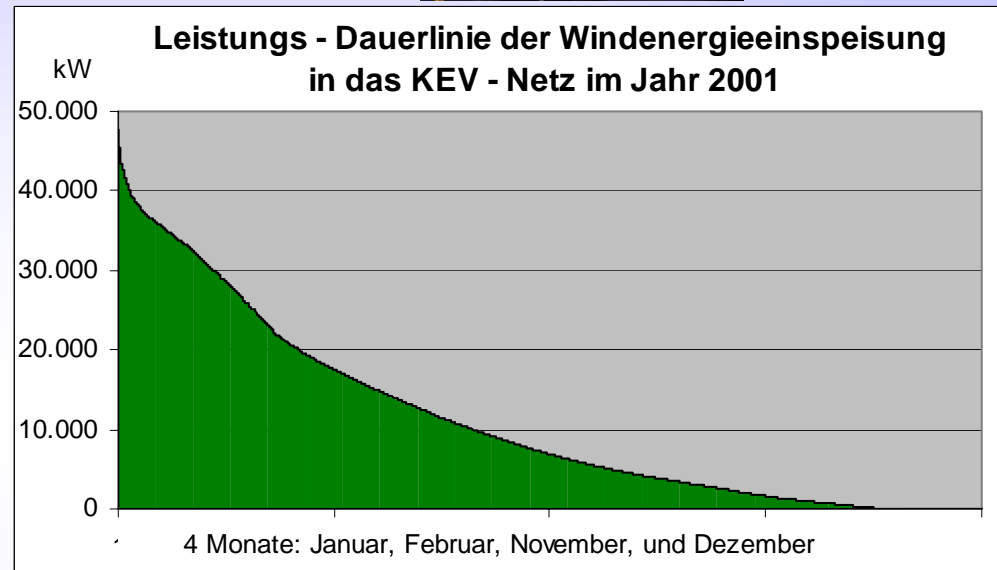
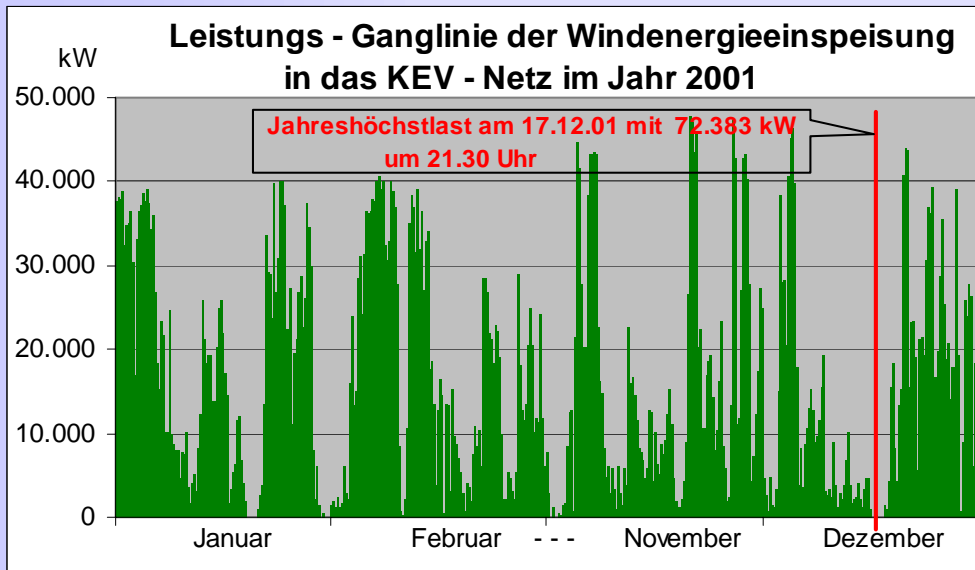
$$P_e = P_a \quad (\text{Einstrahlung} = \text{Abstrahlung})$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{S \cdot (1 - A)}{4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma}} = 254,54 \text{ K} \quad \text{für } \varepsilon = 1.$$

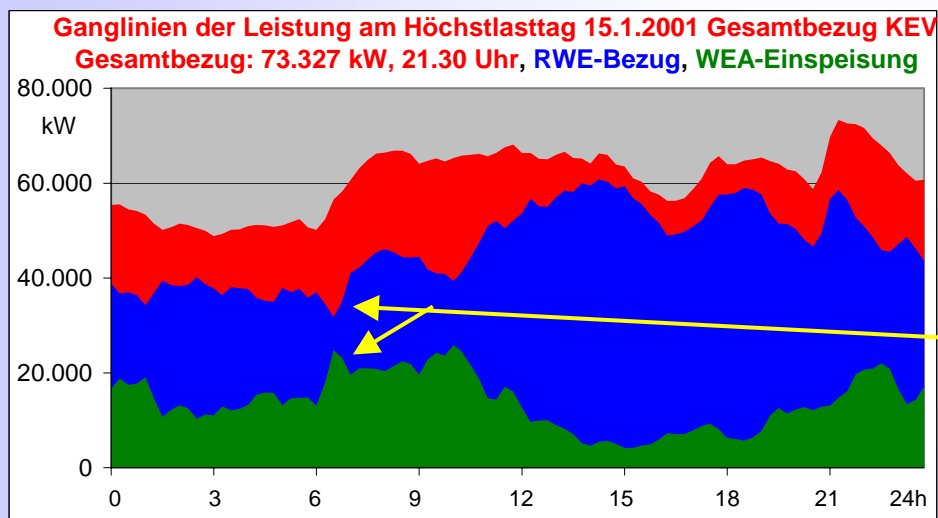
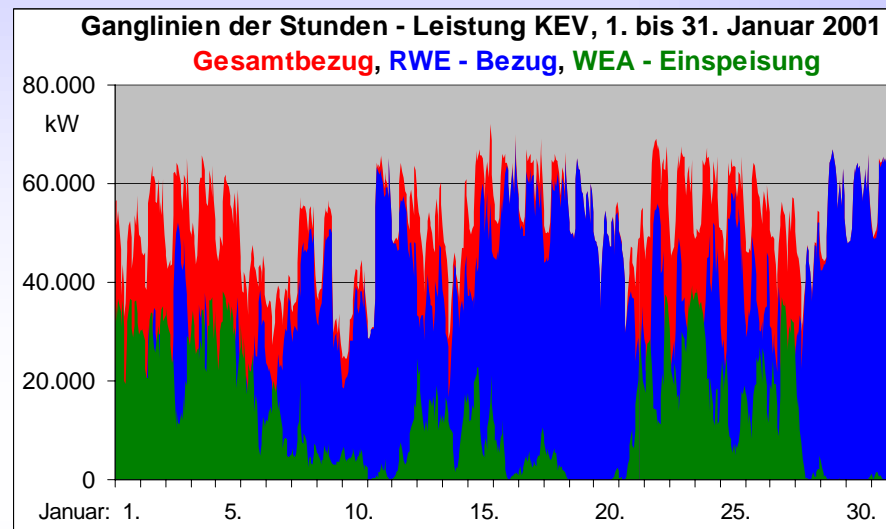
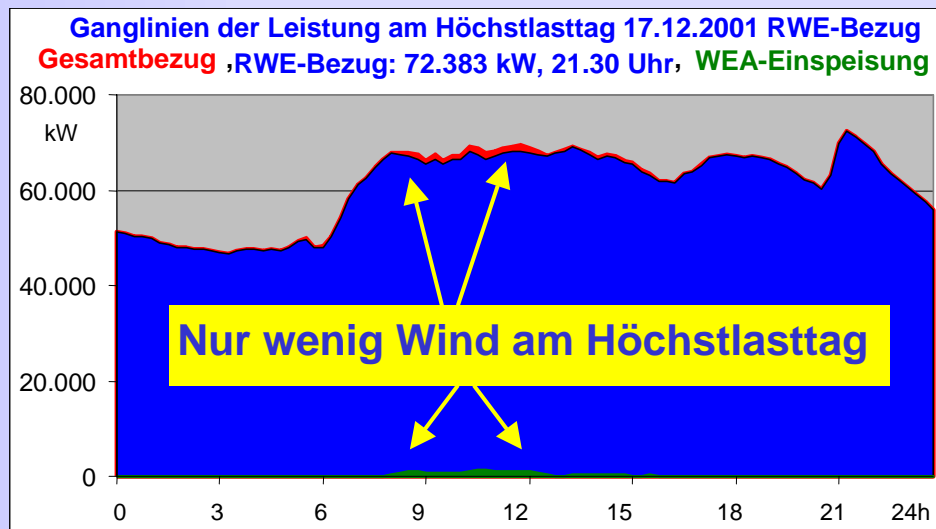
$$\varepsilon = 0,90 : \vartheta = 261,33 - 273,15 = -11,82 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon = 0,63 : \vartheta = 285,70 - 273,15 = +12,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Wie verfügbar ist der Wind ?

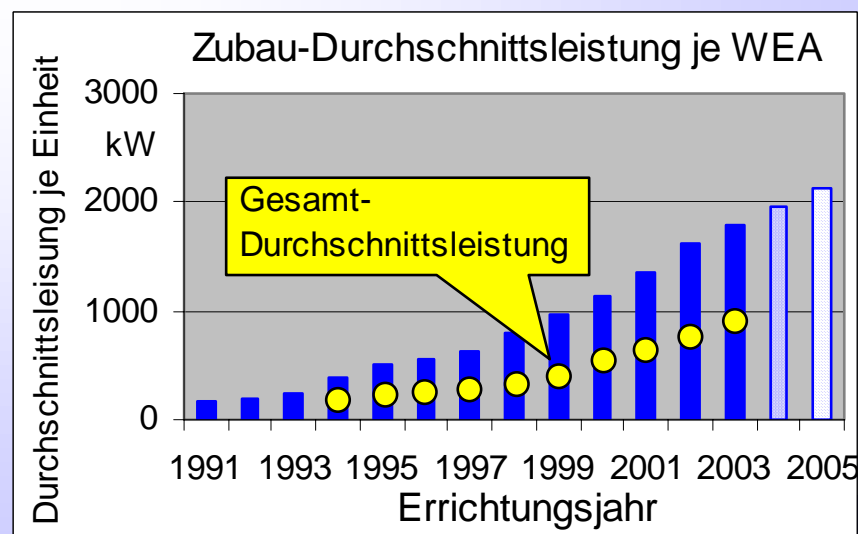
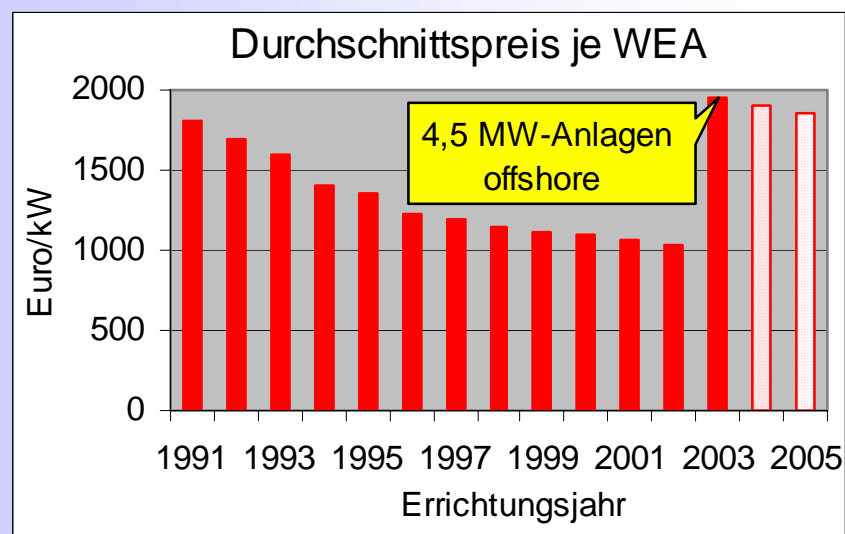
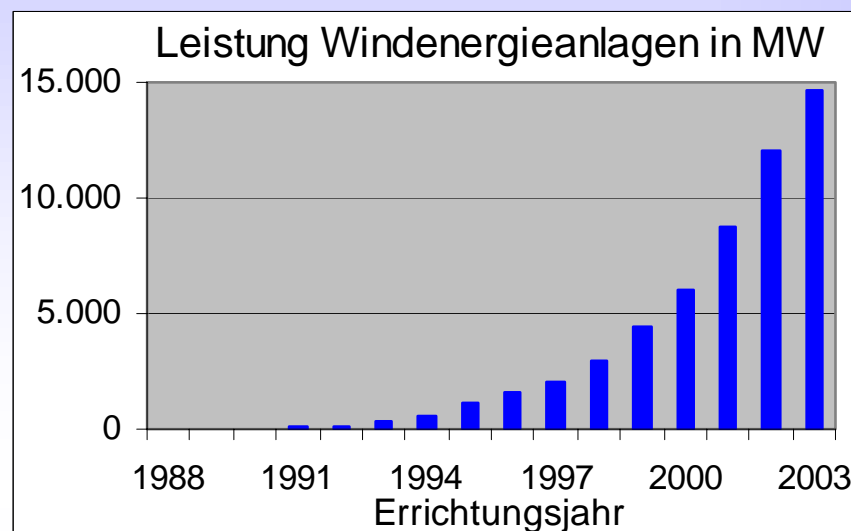
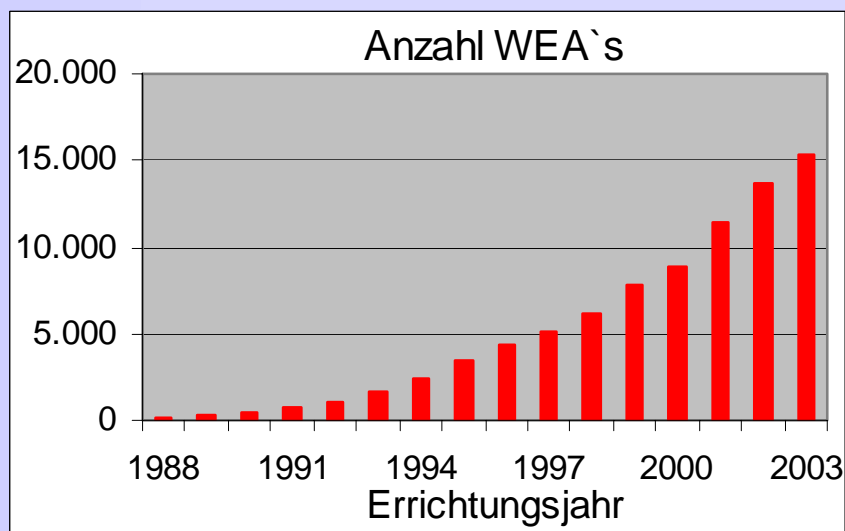


Wie verfügbar ist der Wind ?



Guter Windtag:
 Der „Kleine“ bestimmt,
 was der „Große“ zu tun hat!

Wie erfolgreich war/ist das StrEG/EEG ?

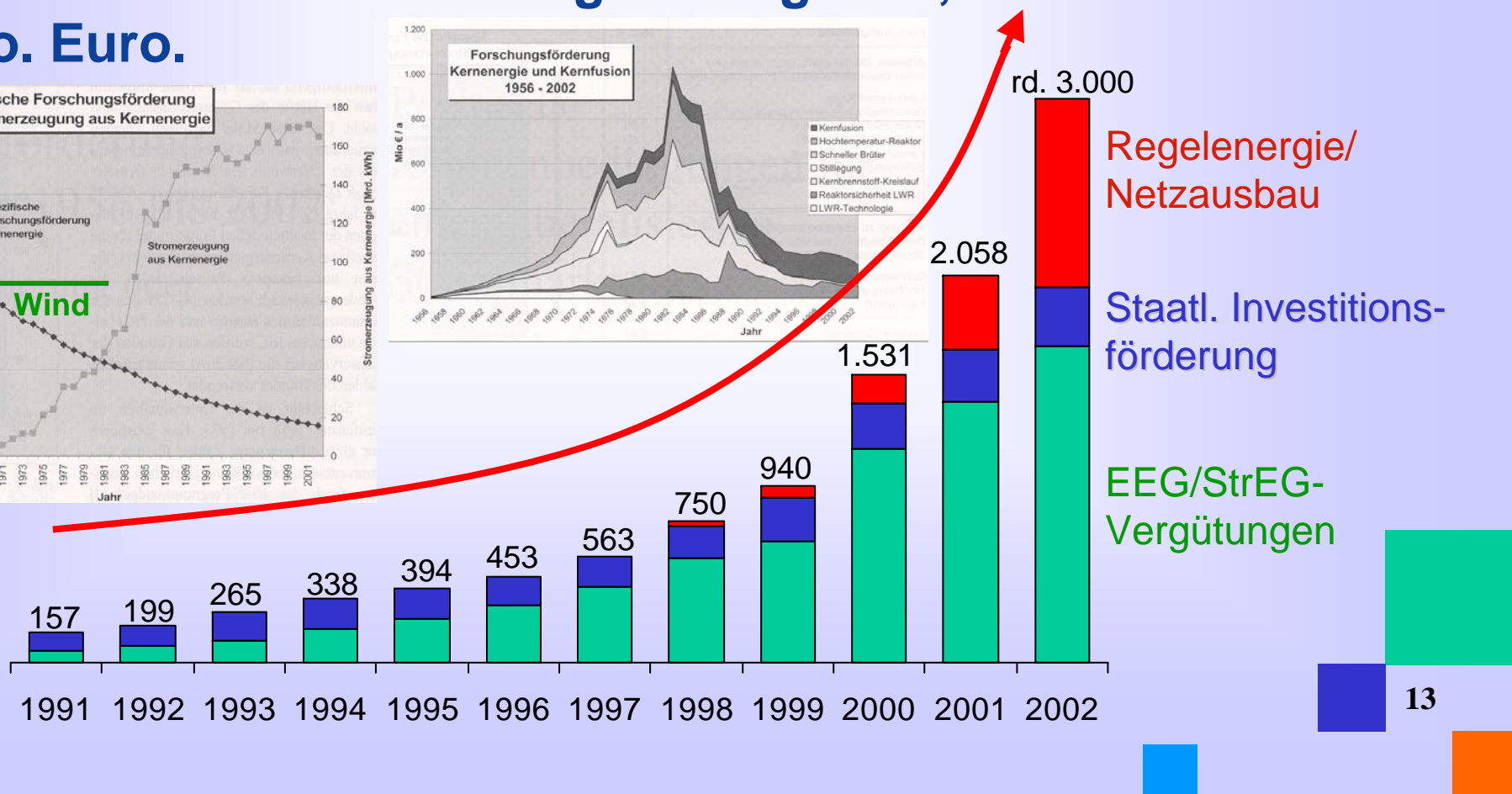
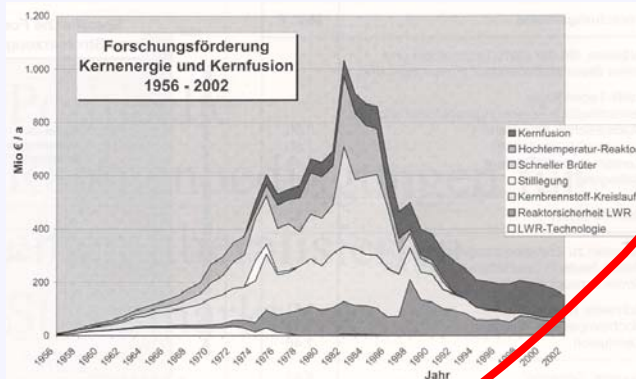
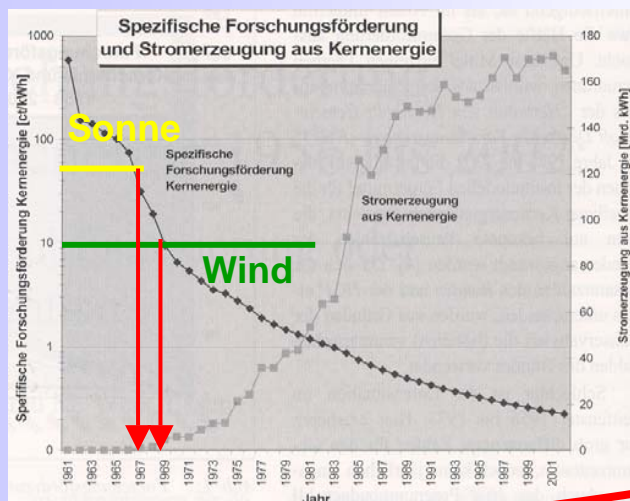


Was kostet der Spaß ?

Regenerative Energie versus Kernenergie

Subventionsentwicklung der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen in Deutschland, die nach dem EEG förderungswürdig sind, in Mio. Euro.

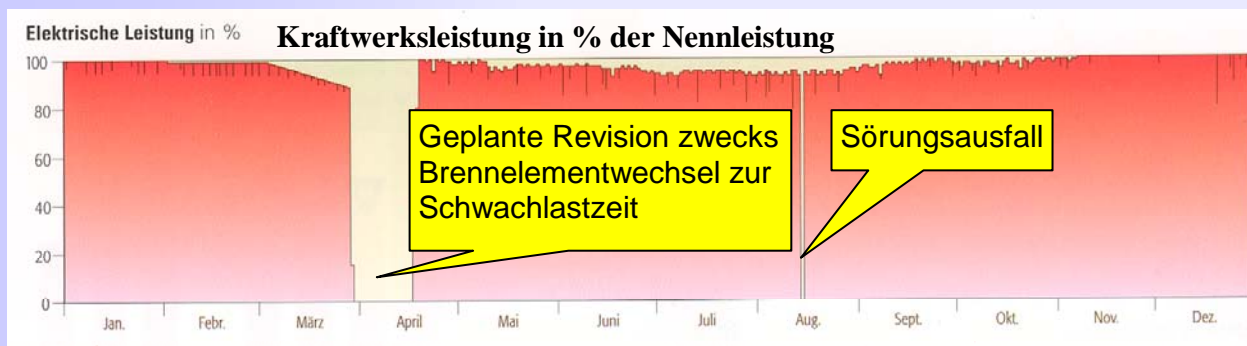
Gibt es Grenzen ?



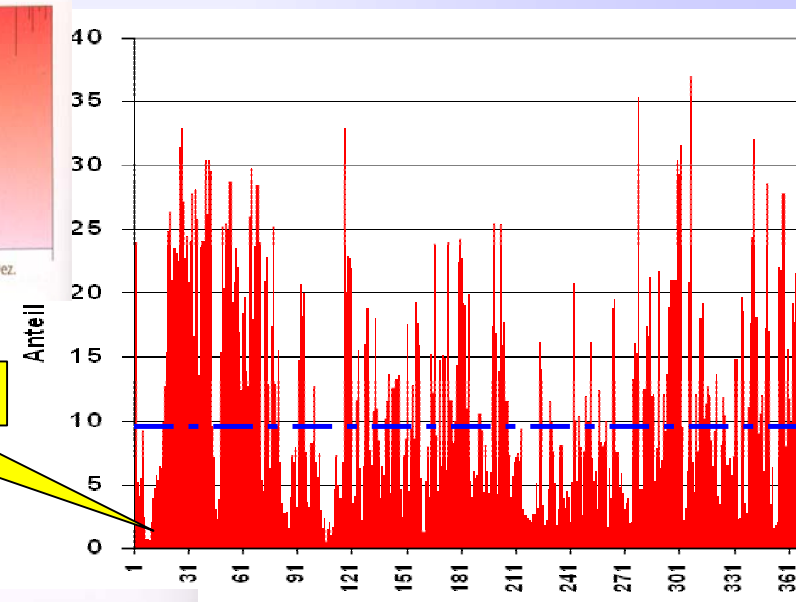
Verfügbarkeit von Kernkraftwerken versus WEA's



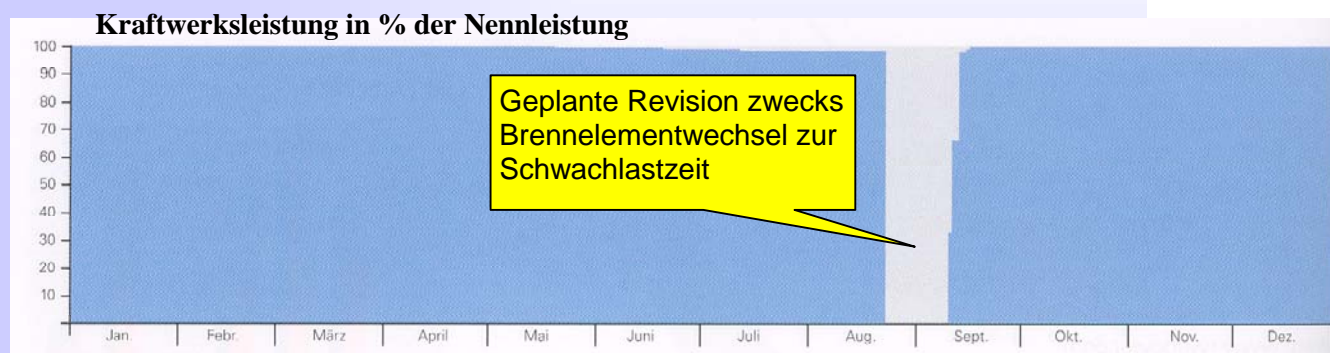
Netzeinspeisung KKW Grohnde 2001



Zeitgleiche Windeinspeisung E.ON Netz 2002



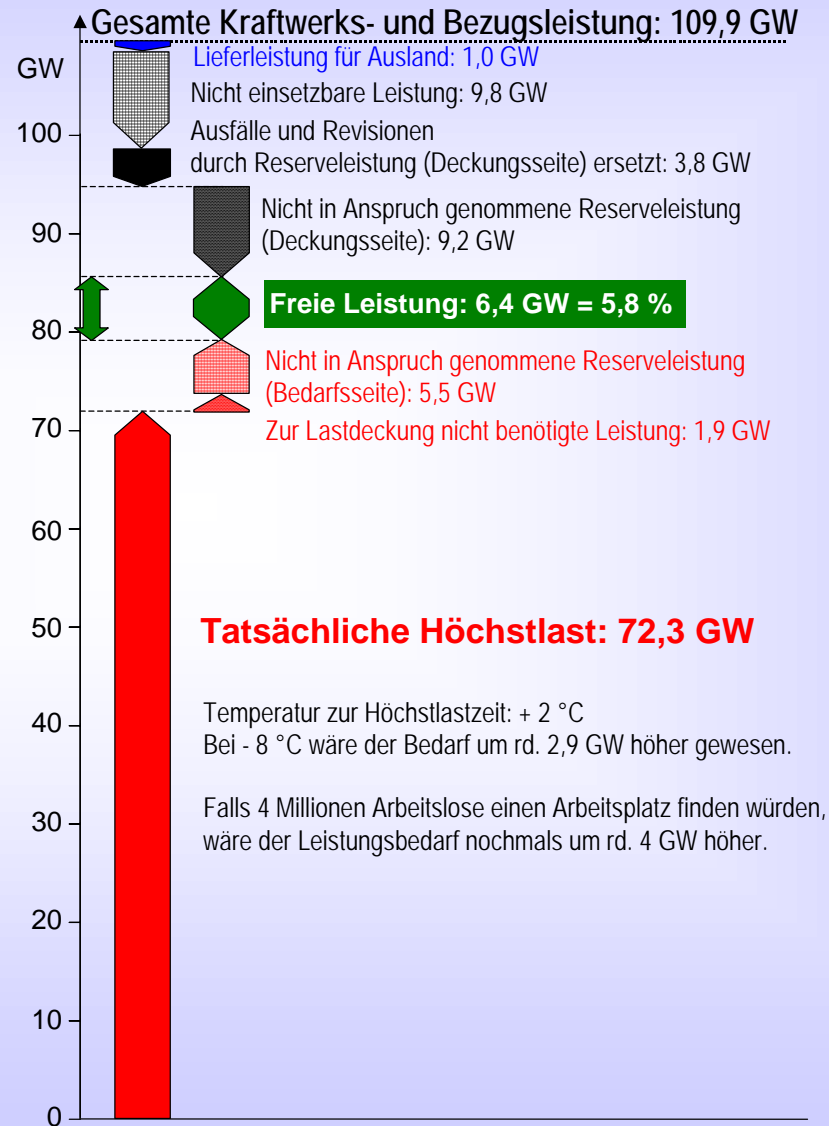
Netzeinspeisung KKW Biblis B 2002



Wieviel Leistung ist zu viel ?

Leistungsbilanz 1997

Jahreshöchstlast am
4.12.1997, 17.45 Uhr





35 % Sonne
30 % Wind
20 % Wasser
15 % Biogas

4.000 kWh: 1.682 €
statt 650 €



Wie reagiert der Kunde ? „Mix it, Baby“



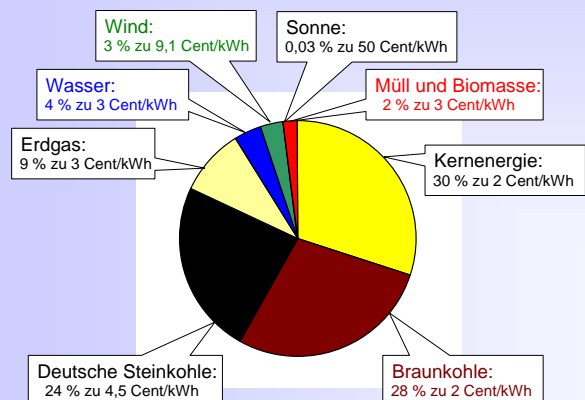
Anbieter	Primärenergie und Arbeitspreis	Gesamtpreis incl. Grundpreis bei 4000 kWh/a	
		Angebotspreis Cent/kWh	Angebotspreis vor MWSt und verbleibende Erzeugungskosten ¹⁾ Cent/kWh
E.ON Mix-Power Grundpreis 9,99 Euro/Monat Entsprechend 3,00 Cent/kWh bei 4000 kWh/a	100 % Sonne 72,80 Cent/kWh	75,80	65,34 - 11,42 = 53,92
	100 % Wind 23,46 Cent/kWh	26,46	22,81 - 11,42 = 11,39
	100 % Biogas 21,80 Cent/kWh	24,80	21,38 - 11,42 = 9,96
	100 % Wasser 16,36 Cent/kWh	19,36	16,69 - 11,42 = 5,27
	100 % Kohle 15,33 Cent/kWh	18,33	15,80 - 11,42 = 4,38
	100 % Kernenergie 13,29 Cent/kWh	16,29	14,04 - 11,42 = 2,62
RWEavanza 8,17 M/Monat 13,57 Ct/kWh	Mix Geschäftsbericht	16,02	13,81 - 11,42 = 2,39
Yello 6,6 M/Monat 13,20 Ct/kWh	Mix Geschäftsbericht	15,18	13,09 - 11,42 = 1,67



Tabelle 1. Strompreisangebote und Erzeugungskosten verschiedener Anbieter im liberalisierten Markt für Haushaltskunden

- 1) Abzüglich den gesetzlich oder vertraglich festliegenden Kosten wie: 1,79 Ct/kWh Ökosteuern, 0,27 Ct/kWh EEG-Abgabe, 1,64 Ct/kWh Konzessionsabgabe (Mittelwert), 0,90 Ct/kWh Messkosten und 6,56 Ct/kWh Netznutzungskosten incl. 0,26 Ct/kWh KWK-Abgabe, insgesamt 11,42 Ct/kWh administrative Abgaben.

Wie reagiert die Politik ???

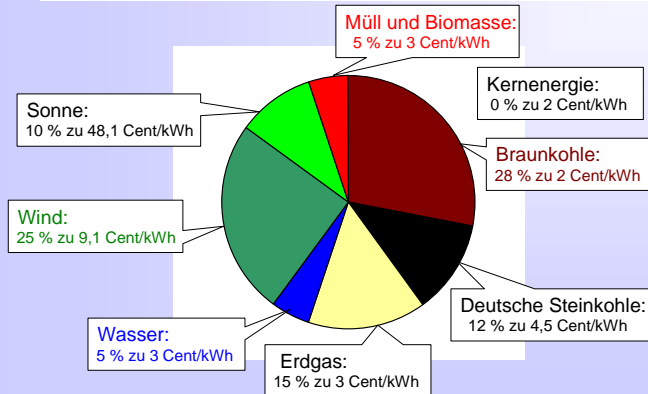


Aktueller Mix und fiktiver Zukunftsmix der Stromerzeugung

Jahreskosten für Stromerzeugung:
15 Mrd. Euro

Durchschnittspreis: **3 Cent /kWh**

Kernenergie:	30 %	⇒	0 %	⇒	- 3,00 Mrd. Euro
Braunkohle:	28 %	⇒	28 %	⇒	0
Steinkohle:	24 %	⇒	12 %	⇒	- 2,70 Mrd. Euro
Erdgas:	9 %	⇒	15 %	⇒	+ 0,90 Mrd. Euro
Wasser:	4 %	⇒	5 %	⇒	+ 0,15 Mrd. Euro
Wind:	3 %	⇒	25 %	⇒	+ 10,01 Mrd. Euro
Sonne:	0,03 %	⇒	10 %	⇒	+ 23,98 Mrd. Euro
Müll, Biomasse:	2 %	⇒	5 %	⇒	+ 0,45 Mrd. Euro



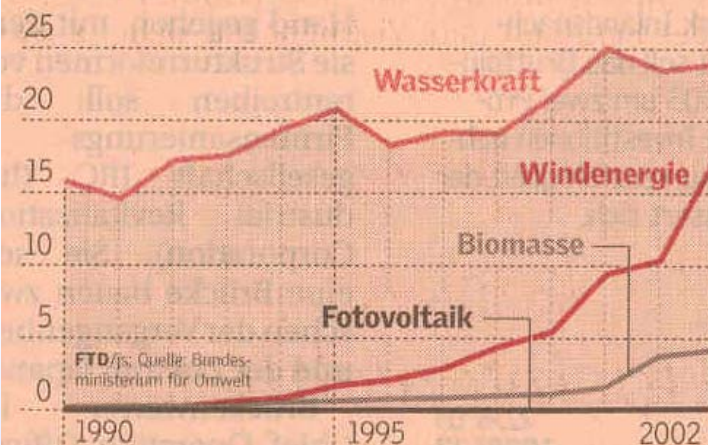
Jahreskosten für Stromerzeugung:
45 Mrd. Euro

Durchschnittspreis: **9 Cent /kWh**

Mehrkosten:
30 Mrd. Euro/a
oder 120.000 EFH's/a

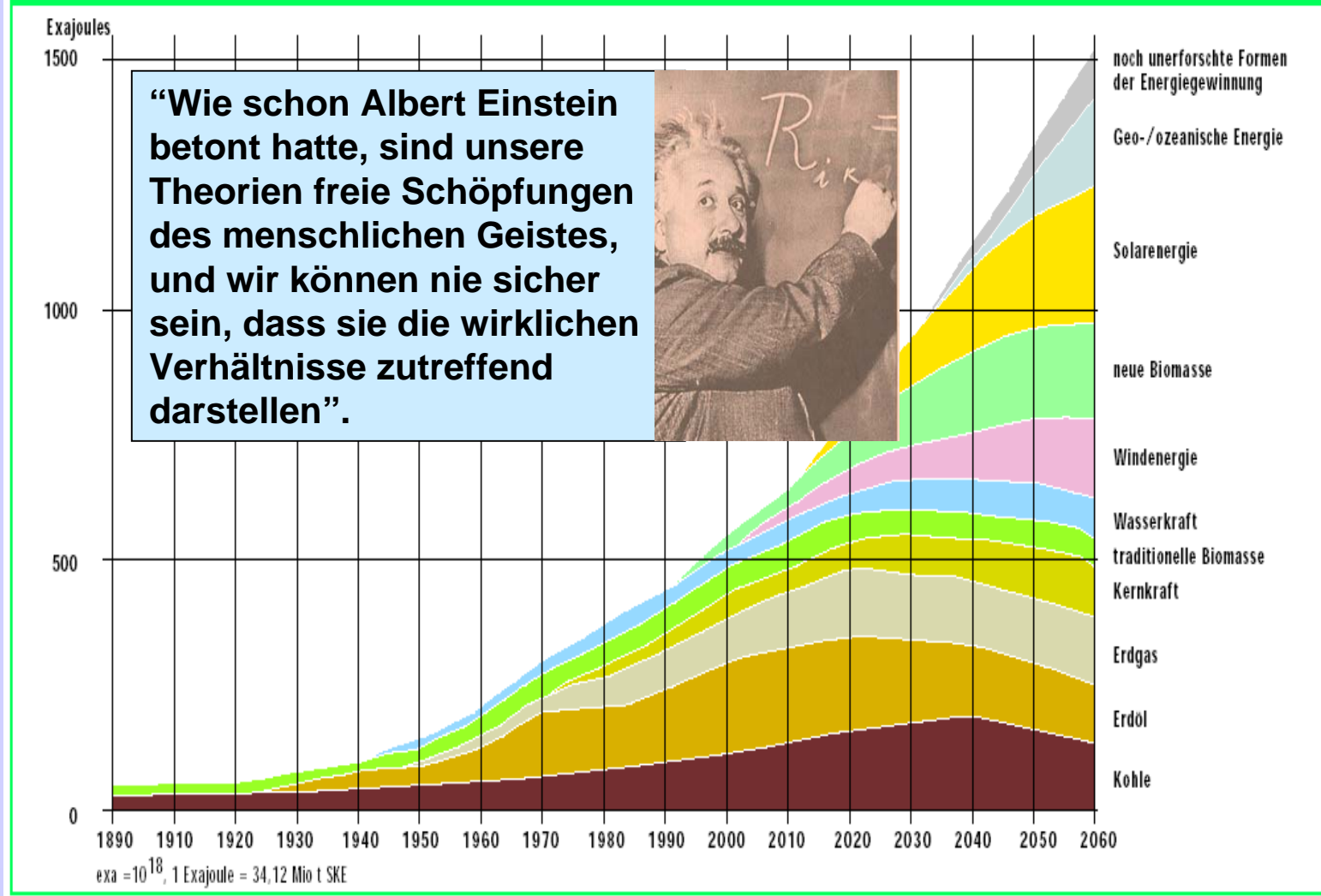
Zeitliche Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien (EE)

Angaben in Terawattstunden (TWh)



Was bringt die Zukunft ?

Shell-Energieszenario: Weltenergieverbrauch bis 2060 (denkbare Entwicklung)



BoA - Block Niederaussem 978 MW, RWE Power Wirkungsgrad > 43%

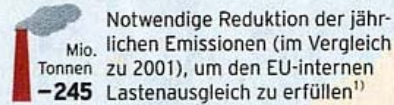
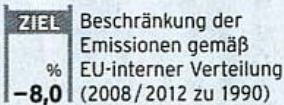
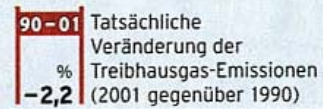


Baukosten: 1,2 Mrd. Euro (1.227 €/kW)



Kyoto - Ziele und Zielerfüllung von 1990 bis 2001

EU-15



Ausstoß 2001: 4120,2 Mio. Tonnen¹⁾



Finnland

Ausstoß 2001: 80,9 Mio. t¹⁾



Großbritannien Ausstoß 2001: 660,5 Mio. t¹⁾



Kyoto-Ziel in weiter Ferne

Die EU hat sich verpflichtet, die sogenannten Treibhausgas-Emissionen bis 2008/2012 um 8 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren

Finnland

Ziel erreicht ✓

Schweden

Schweden

Ausstoß 2001: 70,5 Mio. t¹⁾



Irland

Ausstoß 2001: 70,0 Mio. t¹⁾



Irland

Großbritannien

Niederl.

Belgien

Lux.

Frankreich

Österreich

Italien

Griechenland

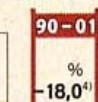
Dänemark

Ausstoß 2001: 69,4 Mio. t¹⁾



Deutschland

Ausstoß 2001: 995,3 Mio. t¹⁾



Luxemburg

Ausstoß 2001: 6,1 Mio. t¹⁾



Österreich

Ausstoß 2001: 85,9 Mio. t¹⁾



Griechenland

Ausstoß 2001: 132,2 Mio. t¹⁾

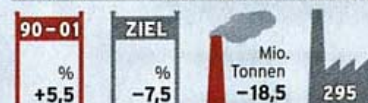


Niederlande Ausstoß 2001: 219,7 Mio. t¹⁾



Belgien

Ausstoß 2001: 150,2 Mio. t¹⁾



Portugal

Spanien

Portugal

Ausstoß 2001: 83,8 Mio. t¹⁾



Ziel erreicht ✓

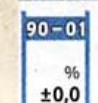
Spanien

Ausstoß 2001: 382,8 Mio. t¹⁾



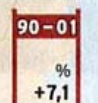
Frankreich

Ausstoß 2001: 568,3 Mio. t¹⁾



Italien

Ausstoß 2001: 544,9 Mio. t¹⁾



Ziel erreicht ✓

1) Angaben in CO₂-Äquivalenten. 2) Ohne Spanien. 3) Jährliche Emission darf erhöht werden. 4) Gegenwärtig minus 19%. Quellen: Europäische Kommission; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung / F.A.Z.-Grafik Brocker

Industrie soll Emissionen stark senken

🔔 Emissionshandel 🔔



CO₂
2002/2003 2007
505 Mio. t → 488 Mio. t



Einzelanlagen: statt 3,4 % nun 7,1 bis 7,9 % !

Börsenwerte:

**5 bis 15 €/t CO₂ entsprechend rd.
0,5 bis 1,5 Ct/kWh bei Braunkohle!**

Marktwirtschaftlicher Umweltschutz Wie der Handel mit Emissionsrechten funktioniert

2000-2002

Das Ziel:
Deutschland will bis zum Jahr 2007 den Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) in der Industrie deutlich verringern. Als Berechnungsbasis gilt die Emissionsmenge der Firmen in den Jahren 2000 bis 2002.



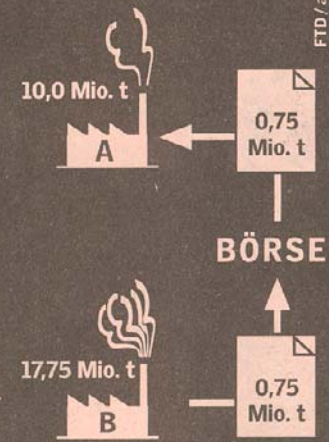
2005-2007

Der Weg:
Der Staat verteilt zum Jahreswechsel 2004/2005 Emissionsrechte, die den Firmen in den Jahren 2005 bis 2007 nur noch eine um 7,5 Prozent gesenkte CO₂-Emissionsmenge erlauben.



Firma A
investiert nicht in Umweltschutz und muss 2007 Emissionsrechte dazukaufen.

Firma B
verringert kontinuierlich den CO₂-Ausstoß und kann 2007 Emissionsrechte verkaufen.



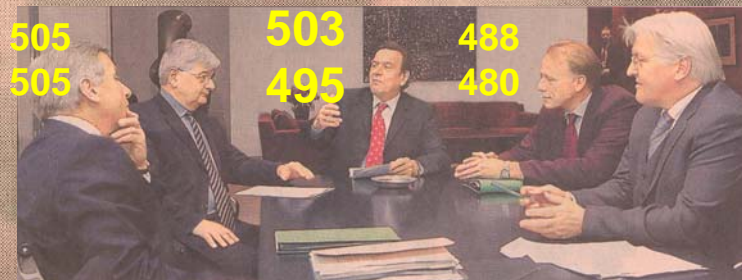
FTD / am; Quelle: FTD

Quelle: FTD 2.2.2004

CO₂ Kompromiss für den Zertifikatshandel



Deutschlands Kohlendioxid-Ausstoß liegt bei 990 Mio. t
Auf den Emissionshandel entfallen 505 Mio. t (rd. 50%).
Nach der Kioto-Vereinbarung muss der Gesamtausstoß
bis 2012 auf 962 Mio. t sinken

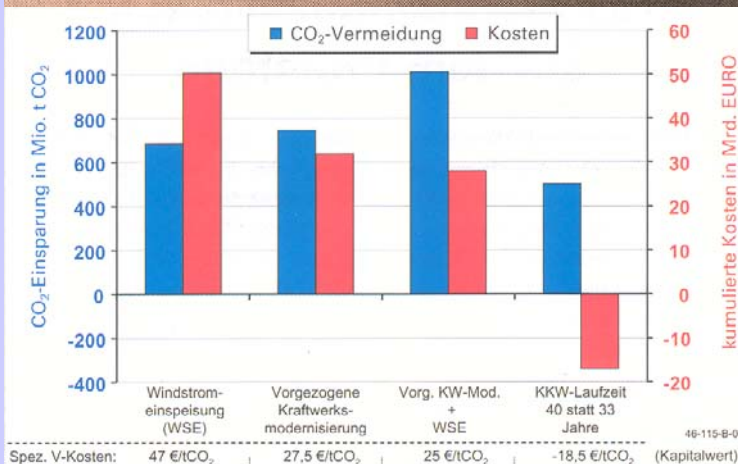


CO₂ - Vermeidungskosten:
Emissionshandel: 5 - 15 €/t CO₂
Windkraft: 55 - 75 €/t CO₂
KWK: 70 - 100 €/t CO₂
Fotovoltaik: 300 - 600 €/t CO₂

Summe: 504,9 Mio. t
aus 2.600 Kraftwerke und Fabriken

Bis 2007: 503, bis 2012: 495 Mio. t
Überprüfungsklausel für 2006

Treibhausgas-Emittenten
 Kohlendioxid-Ausstoß der in den
 Zertifikatshandel einbezogenen Branchen
 2001, in Mio. Tonnen



Quelle: FTD 11.2. u. 31.3. 2004

4 Szenarien-Studie Prof. Wagner, TU München,
 Forum Berlin 13.1.2004

CO₂ Emissions - Zuteilungsregeln für den Zertifikatshandel



Klima-Krisengipfel: Clement setzt sich durch!

Ziel 2007: 503 Mio. t, 2012: 495 Mio. t

Kompromißvereinbarung: 505 ... 503 ... 488 Mio. t

Neue Kraftwerke: 750 g/kWh ... 365 g/kWh



Quelle: FTD 30.3.2004



Der Kompromiss im einzelnen:

Einsparungen:

Der CO₂ - Ausstoß der Industrie und Energiewirtschaft soll von derzeit 505 bis 2007 auf 503 und bis 2012 auf 495 Mio. t gesenkt werden. Die Einhaltung dieser Ziele wird 2006 überprüft. Deutschland muss nach dem Kioto-Protokoll bis 2012 17 Mio. t CO₂ einsparen - die Industrie 10 Mio. t, Verkehr und Haushalte 7 Mio. t.

Übertragungsregel:

Ersetzt ein Unternehmen alte durch neue Anlagen, darf es überschüssige Emissionszertifikate vier Jahre lang behalten. Danach gilt 14 Jahre lang der Erfüllungsfaktor 1 d.h. die Anlage erhält so viele Zertifikate, wie sie CO₂ emittiert - ein Anreiz, den Kraftwerkspark zu modernisieren.

Erneuerung:

Neuanlagen erhalten die Kohlendioxid Rechte eines hochmodernen Steinkohlekraftwerks. Neue Gas-Kraftwerke bekommen die CO₂- Rechte nach Bedarf zugeteilt.

Modernisierungsklausel:

Anlagen die älter als 30 Jahre sind und deren Wirkungsgrad bei Braunkohle unter 31 % und bei Steinkohle unter 36 % ist, müssen ab der Handelsperiode 2008 bis 2012 ihren Ausstoß um weitere 15 % reduzieren.

Ausnahmen:

Prozessbedingte Emissionen, die durch chemische Reaktionen bei der Produktion entstehen, werden von der Reduktionspflicht befreit. Die Stahlbranche erhält dafür Emissionsrechte von 40 Mio. t CO₂, andere Branchen (z.B. Zement und Glas) 21 Mio. t CO₂.

Frühere Reduktionen:

Vorleistungen der Industrie - sogenannte Early Actions - werden mit 80 Mio. t CO₂ berücksichtigt.

Atomausstieg:

Für Belastungen durch den rot-grünen Atomausstieg und die Förderung der Kraft-Wärme- Koppelung werden von 2005 bis zum Jahr 2007 jeweils 1,5 Mio. t CO₂ vorgehalten.

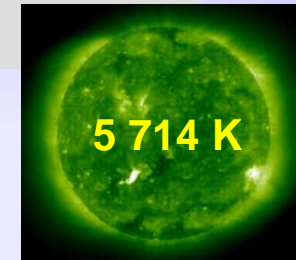
Quelle: FTD 31.3.2004

Klimafaktoren 900 nach Chr. bis heute

🔔 Emissionshandel 🔔

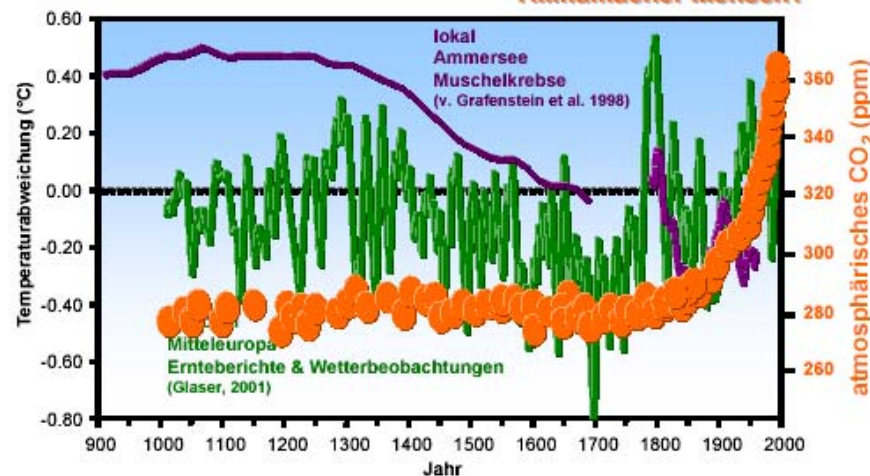


Ist CO₂ an allem Schuld ?



Gute Zeiten – schlechte Zeiten

Klimamacher Mensch?

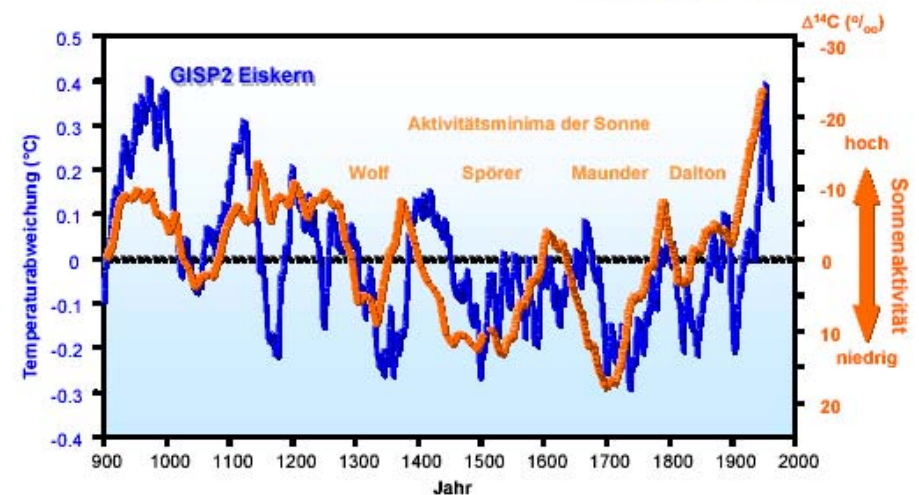


Quellen: Glaser (2001); v. Grafenstein et al. (1998);
CDIAC (2003)

BGR Bundesanstalt für
Geowissenschaften und
Rohstoffe

Motor Sonne

Die Launen der Sonne



Quellen: GISP2 Eiskern-Projekt; Stuiver et al. (1998)

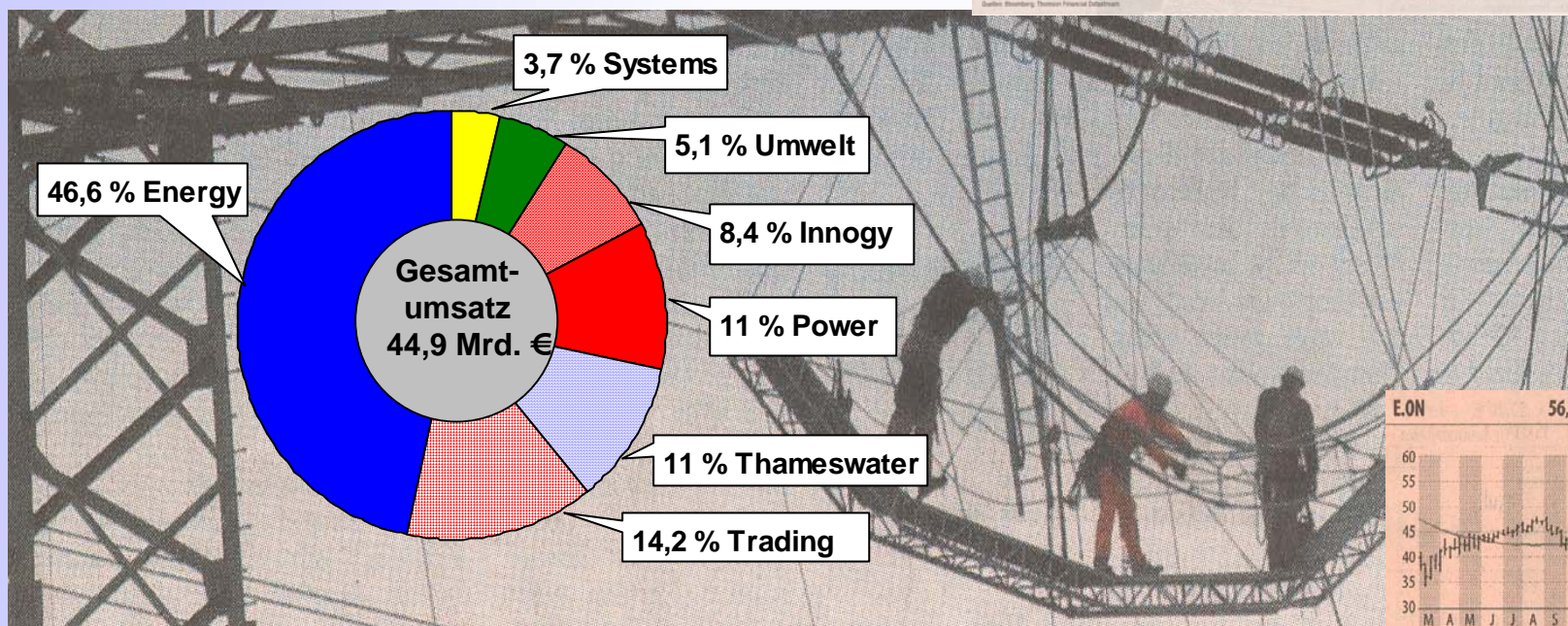
BGR Bundesanstalt für
Geowissenschaften und
Rohstoffe

Quelle: FTD 2.2.2004, BGR Dr. Berner Hannover

Vielen Dank für Ihr Interesse
„Es gibt noch viel zu tun, packen wir es an“

RWE AG

Umsatz 2003 nach Sparten



Quelle: FTD 9.2.2004, FAZ 9.3.2004

