

Carl Friedrich von Weizsäcker-Friedensvorlesung
zu globalen Herausforderungen der Menschheit und Verantwortung der Wissenschaft

Carl Friedrich von Weizsäcker 1979

„...nach meinen Schätzungen ist zu vermuten, dass die Kohlendioxyd-Erzeugung in 70 – 100 Jahren (d.h. ab 2050) Klimaänderungen bewirken wird, deren politische Rückwirkungen vielleicht nicht geringer sein werden als diejenigen großer Kriege.“

Aus: Diagnosen zur Aktualität, Hanser, 1979,
zitiert in : Der bedrohte Friede, 1981, S. 421

14.1.2008

Globale Energieversorgung

Energieformen, Verbrauch, Begleitfolgen und Herausforderungen durch den Klimawandel

Hartwig Spitzer

1. Was ist Energie
2. Wie misst man Energie?
3. Energie, Industrialisierung und Wohlstand im 19. und 20. Jh.
4. Weltweiter und nationaler Energieverbrauch
5. Begleitfolgen von Energiegewinnung und Energienutzung
6. Jetzige und künftige Energieoptionen
(Potentiale, Vorräte, Kosten)
7. Herausforderungen durch den Klimawandel

14.1.2008

Resume

- 1. Der Wohlstand der globalen Mittel- und Oberklasse beruht auf billiger Energie, und das ist heute hauptsächlich fossile Energie: Kohle, Öl, Gas.*
- 2. Um in der Energiepolitik weiterzukommen, müssen wir Äpfel mit Birnen vergleichen, d.h. Nutzen, Kosten und Schäden vergleichen und bewerten. Dafür brauchen wir
 - gute wissenschaftliche Vorarbeiten*
 - gesellschaftliche/politische Aushandlungsprozesse bei den Wertentscheidungen und der Verteilung von Nutzen und Belastungen.**
- 3. Das Ziel einer global gerechten und klimaverträglichen Energieversorgung erfordert große Anstrengungen, Kreativität, weltweite Kooperation und Solidarität.*

PS Thesen des Autors sind in dieser Präsentation grüner Schrift und kursiv wiedergegeben

1. Was ist Energie?

Drei Minuten Auffrischung

Quelle: BINE, Basis Energie 15, www.bine.info

Philosophie (Aristoteles): Energieia = göttlicher Geist
oder: Die Wirksamkeit, die dem bloß Möglichen zur
Wirklichkeit verhilft

Biologie/Chemie Die Umwandlung von Energie macht Leben auf der
Erde erst möglich (Photosynthese).

Physik Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten.
Erweiterter Arbeitsbegriff: z.B.
- mechanische Arbeit (Beschleunigung von Massen)
- elektrochemische Arbeit (z.B. Aufladen einer Batterie)

Wirtschaftswissenschaft/Politik Energie als
- strategisches Handelsgut
- Treibmittel des gesamten Wirtschaftsprozesses
- Schlüssel zum Wirtschaftswachstum (C.F.v.Weizsäcker)

Resume *Nichts passiert auf der Welt ohne Energieumwandlung.*
Ausnahme?

Was ist Energie (2)

Aus Sicht der Physik

Energieformen Es gibt verschiedene Energieformen

- Mechanische Energie
- Wärmeenergie
- Elektrische Energie
- Chemische Energie
- Elektromagnetische Energie
- Kernenergie

PS Im Grunde sind alle Energiearten trotz ganz unterschiedlicher Erscheinungsformen Ausdruck ein und der selben Sache.

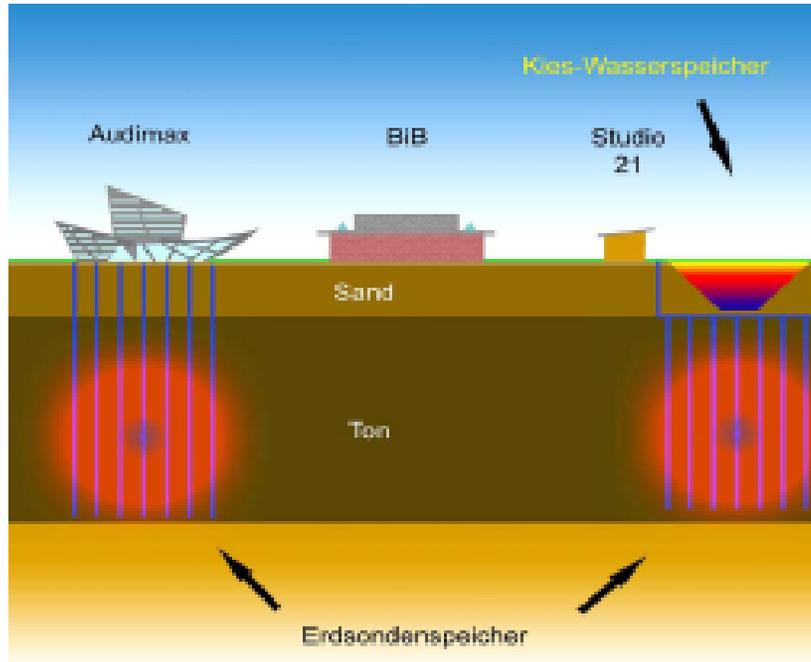
Es war eine große Leistung der Physikgeschichte, das zu erkennen.

Energieträger/-speicher Energie kann gespeichert werden als

- Mechanische Energie (Stausee, Druckluftspeicher)
- Rotationsenergie (Schwungradspeicher)
- Wärme
- Elektrochemische Energie (Batterie)
- Chemische Bindungsenergie (Treibstoffe)
- Kernbindungsenergie

Solarkollektoren und saisonale (Sommer-Winter)

Wärmespeicherung



Speicherkapazität:

•Mensawiese:

10.900.000 kWh

- Aquiferwärmespeicher

- Erdsondenspeicher 40 Meter Tiefe

•Audimax:

3.800.000 kWh

- Erdsondenspeicher

Solare Deckung:

ca. 60 %

22. November 2007


LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Prof. Dr. Wolfgang Ruck
Umweltchemie



26

Restwärme mit Erdbodenwärmepumpen,
selbst erzeugter Strom aus Blockheizkraftwerk mit Holzschnitzelfeuerung
(klimaneutral)

Die Sonne als Energiespender Der Großteil der von uns genutzten Energie kommt von der Sonne

- *Direkt* (Strahlung, Wind, Wellen)
- *Gespeichert* a) fossil (nicht regenerativ)
b) Biomasse (regenerativ)

Was kommt nicht von der Sonne? Erdwärme (radioaktive Zerfallsenergie)
Gezeitenenergie (Schwerkraft Erde Mond)
Kernenergie (Uran entstand aus „Sternenfeuer“ bei Supernovaexplosion)

Energieumwandlung Energieformen können ineinander umgewandelt werden,
z.B. in der Dampfmaschine
chemische Energie > Wärme > mechanische Energie

Umwandlungsverluste Bei jeder Energieumwandlung kommt es unweigerlich zu Verlusten, d.h. die reingesteckte Energie kommt nur teilweise dem eigentlichen Zweck zugute.

> *Energie wird bei Umwandlung und Nutzung entwertet.*

PS Das besagt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik.
Der „Verlustanteil“ muss als Abwärme abgeführt werden.

Wirkungsgrad Der Wirkungsgrad misst die Effizienz der Energieumwandlung.

Beispiel

Der mittlere Wirkungsgrad der deutschen Kohlekraftwerke beträgt 36 %. Der Rest geht als Abwärme verloren. Ein Teil der Abwärme lässt sich als Fernwärme nutzen. (Beim geplanten 1600 MW_{el} Kraftwerk in Moorburg sind das nur 640 MW, d.h. nur ca. 32% der anfallenden Wärme !)

Resume

Energie ist so etwas wie Geld. Jede Energieform ist eine Währung.

Man kann sie ineinander umtauschen.

Bei jedem Umtausch geht etwas verloren, d.h. die Energie wird ein Stückweit entwertet.

Aufgabe für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft:

- Steigerung der Effizienz der Energieumwandlung und beim Transport

Aufgabe für alle

- Bewusster Umgang mit Energie

Aufgabe der Politik

- Schaffen von Rahmenbedingungen/Spielregeln und Anreizen

2. Wie misst man Energie?

Um Äpfel und Birnen zu vergleichen brauchen wir Maßeinheiten.

Das ist leicht für die physikalische Energie selbst.

Das wird schwieriger bei den Begleitfolgen.

Physik und Technik

1 Joule = 1 kg m²/sec² = 1 Watt sec (Ws)

= Energie die eine 1 Watt-Birne in einer Sekunde verbraucht

1 Kilowattstunde (kWh) = 3.6 Mill. J

= Verbrauch von 1000 1Watt-Birnen in einer Stunde

Wirtschaft

1 Steinkohleeinheit (SKE) = Energieinhalt von 1 kg Steinkohle

1 SKE = 8.14 kWh

1 Barrel Öl = 159 l Rohöl = 137.5 kg Arabian light oil = 1602 kWh

Zehnerpotenzen

GigaJoule (GJ) = 10^9 Joule

TeraJoule (TJ) = 10^{12} Joule

PetaJoule (PJ) = 10^{15} Joule

ExaJoule (EJ) = 10^{18} Joule

Was soll ich mir merken?

- 1) Jährlicher Verbrauch eines Bundesbürgers (Primärenergie)
4,6 Tonnen SKE, das ist ein Haufen von fast 5 Tonnen Kohle.
- 2) Dieser Energieverbrauch erzeugt eine Treibhausgasblase von
ca. **11 Tonnen CO₂**. (Genauer: CO₂ Äquivalent)

Wenn von Energieverbrauch die Rede ist, müssen wir unterscheiden

- **Primärenergie** = Energieinhalt der ursprünglichen Energieträger
z.B. Kohle im Bergwerk vor Abbau und Transport
- **Endenergie** = Energiemenge die beim Kunden ankommt nach Abbau, Transport und Umwandlung (z.B. in Strom)
- **Nutzenergie** = Energiemenge, die dem eigentlichen Anwendungszweck zugute kommt (*Energiedienstleistung*)

Beispiel	Kohle	>	Strom	>	Licht (Glühbirne)
Energieeinheiten	100	>	35	>	1.6
> Gesamtwirkungsgrad nur 1.6 %					

Schlüsselfrage der effizienten Energienutzung:

Wie können die Transport- und Umwandlungsverluste minimiert werden?

Beispiel: Hochspannungsgleichstromübertragung hat nur ein Drittel der Leitungsverluste wie Übertragung von Wechselstrom.

3. Energie, Industrialisierung und Wohlstand im 19. und 20. Jahrhundert

Quellen: K. Heinloth, Energie und Umwelt, Teubner, 1996
R. Kümmel, Energie und Kreativität, Teubner, 1998

- Mit der Beherrschung des Feuers begann die menschliche Zivilisation.
- Feuer spendete bzw. erlaubte
 - Wärme und Licht
 - Kochen und Backen (Nahrung bekömmlich und haltbar machen)
 - Metallbearbeitung
- Arbeit wurde verrichtet von Menschen, später auch von Haustieren und durch Nutzung von Wasser- und Windkraft.
- Das Verbrennen von Holz und Dung war weltweit bis ins 18. Jh. die vorherrschende Energiequelle um Feuer zu machen.
 - PS Die Energie kam aus der Fläche > kleine Dichte > kleine Leistung*
- Das änderte sich rasch mit dem industriellen Abbau von Kohle in Europa im 19. Jh. und der Nutzung von Kohle zum Antrieb von Maschinen und zur Metallverarbeitung (industrielle Revolution).
 - PS Die fossile Energie kommt aus konzentrierten Lagern in konzentrierter Form. > Hohe Dichte > hohe Leistung*

Neue Energieträger bringen neue Möglichkeiten und neue Probleme

Neue Energieträger	> mehr Mobilität	> leichtere Arbeit u. neue Produkte
Kohle	Eisenbahn Dampfschiff	Dampfmaschine Webmaschine etc
Erdöl	Auto Flugzeug	Heizung Kunststoffe
Elektrizität	Elektr. Bahnen	Elektromotoren Beleuchtung Haushaltsgeräte
Kommunikationstechnik	Internet	Radio, TV, Computer

Frage: Welche Probleme?

Der eigentliche Wohlstand für (fast) alle stellt sich erst spät ein

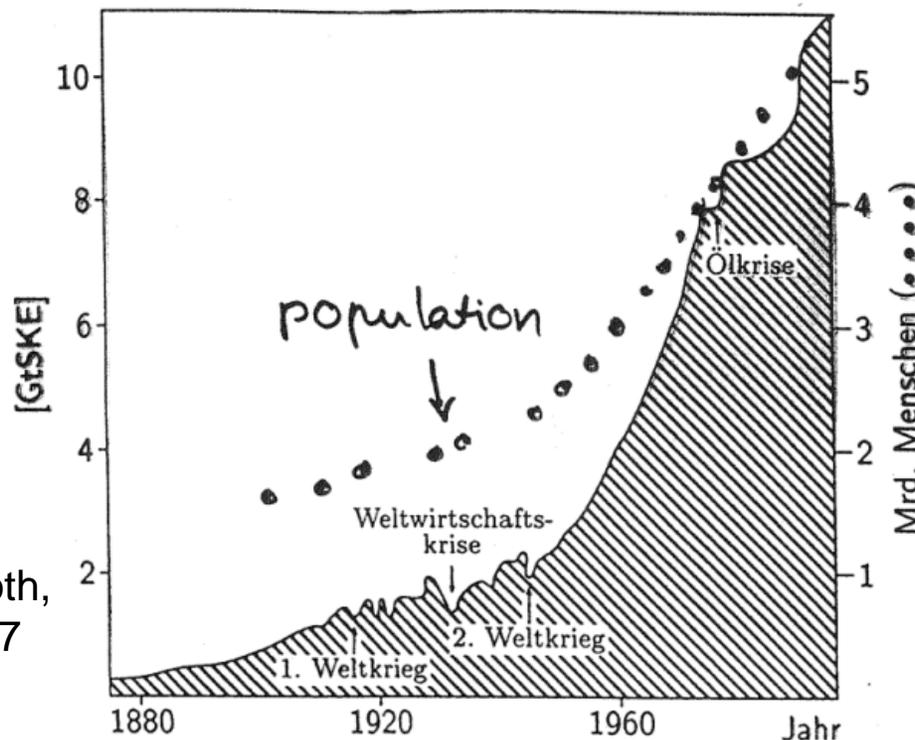
USA	ab 1945
Westeuropa	ab 1960
Japan	ab 1970 etc

Was soll ich mir merken? *Physiologischer Energieverbrauch ca. 100 Watt.
Verbrauch eines Bundesbürgers entspr. 6000 Watt = 100 „Energiesklaven“.*

4. Weltweiter und nationaler Energieverbrauch

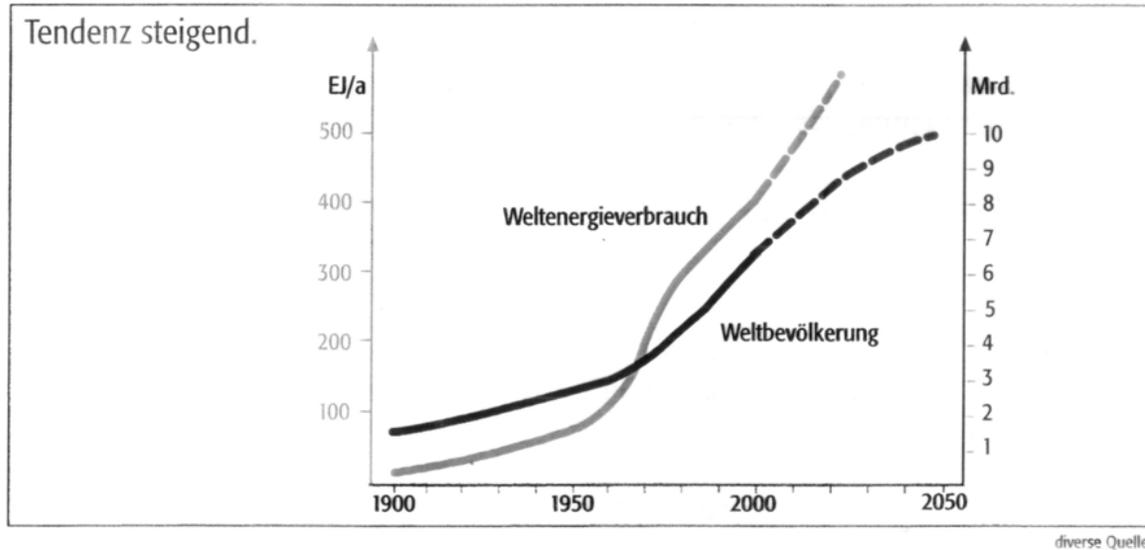
4.1. Gesamtverbrauch und Bevölkerungswachstum

- Der Gesamtverbrauch lag im Jahr 2000 weltweit bei ca. 11 Mrd. Tonnen Steinkohleeinheiten (Primärenergie). Das entspricht 270 Mill. Lastwagen mit je 40 Tonnen Kohle.
- Der Verbrauch steigt schneller als die Weltbevölkerung

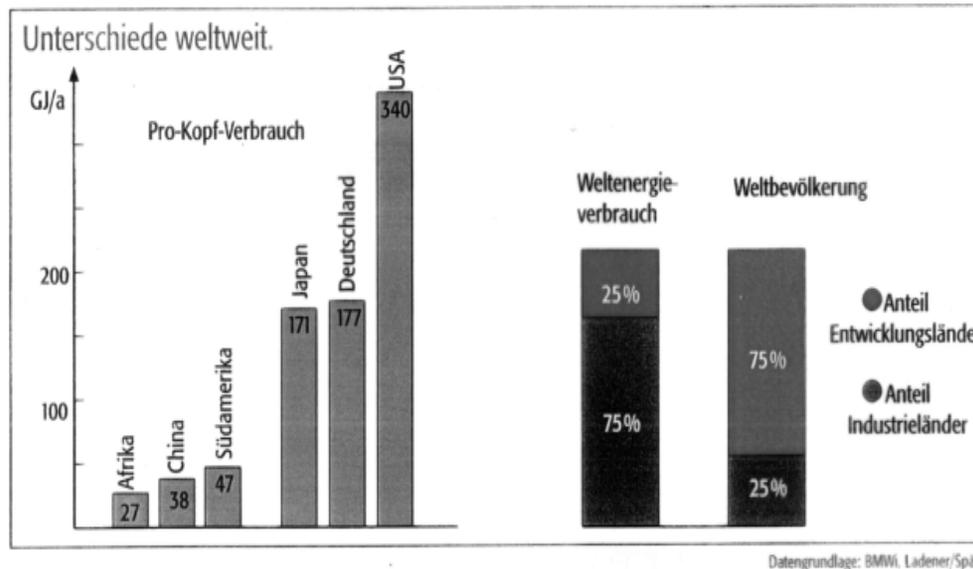


Aus Dieckmann, Heinloth, Energie, Teubner, 1997

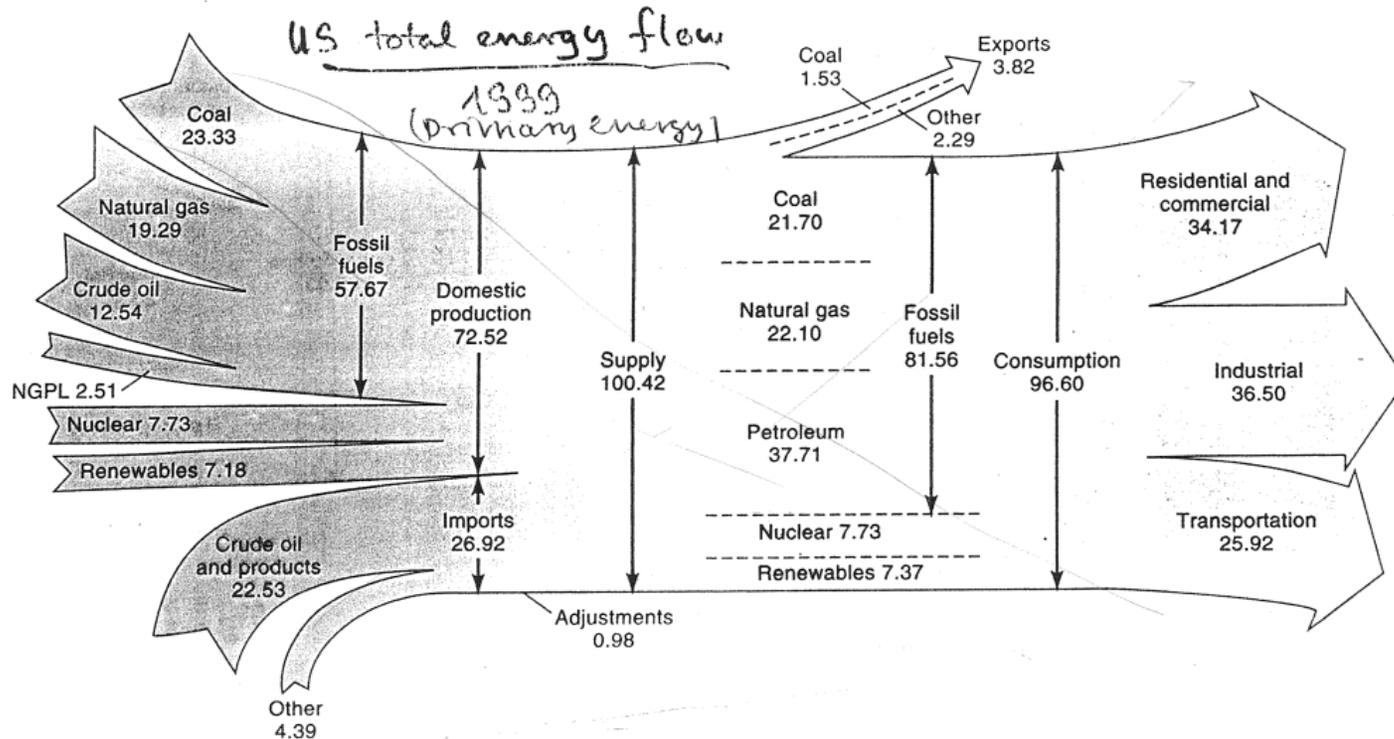
Der Trend wird sich fortsetzen, wenn es bei „business as usual“ bleibt



Der Verbrauch ist sehr ungleich verteilt:
25 % der Weltbevölkerung verbrauchen 75 % der Energie



4.2 Wofür wird Energie gebraucht? Beispiel USA

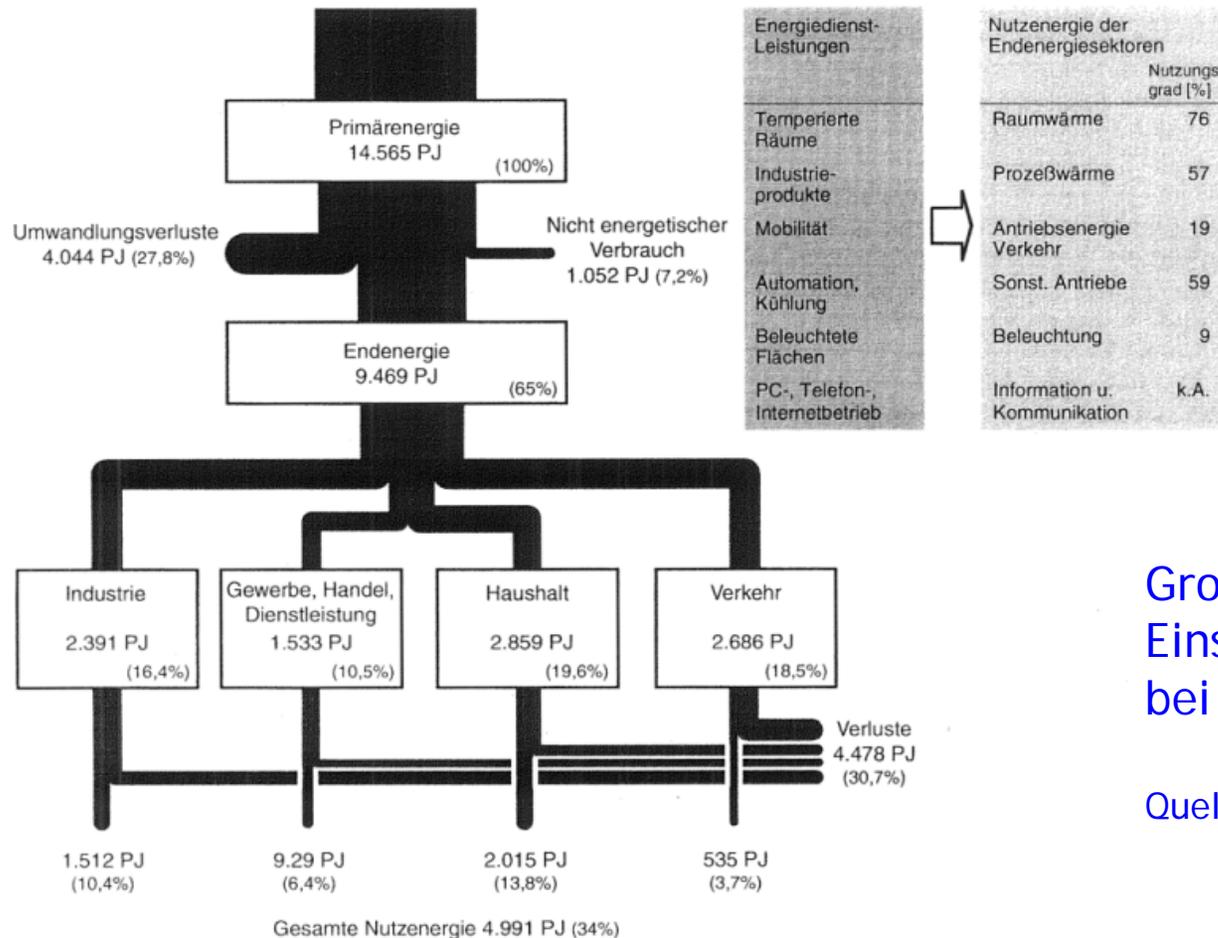


Q
U

Nach Verbrauchssektoren Es gilt in etwa „Drittelparität (für Industrieländer)
je 1/3 der Primärenergie geht an

- Haushalte+ Kleingewerbe
- Industrie
- Verkehr

Nach Nutzenergie Deutschland 1995 13% Strom, 28% Treibstoffe, 25% Prozesswärme, 35% Raumwärme



Grosses Einsparpotential bei Raumwärme

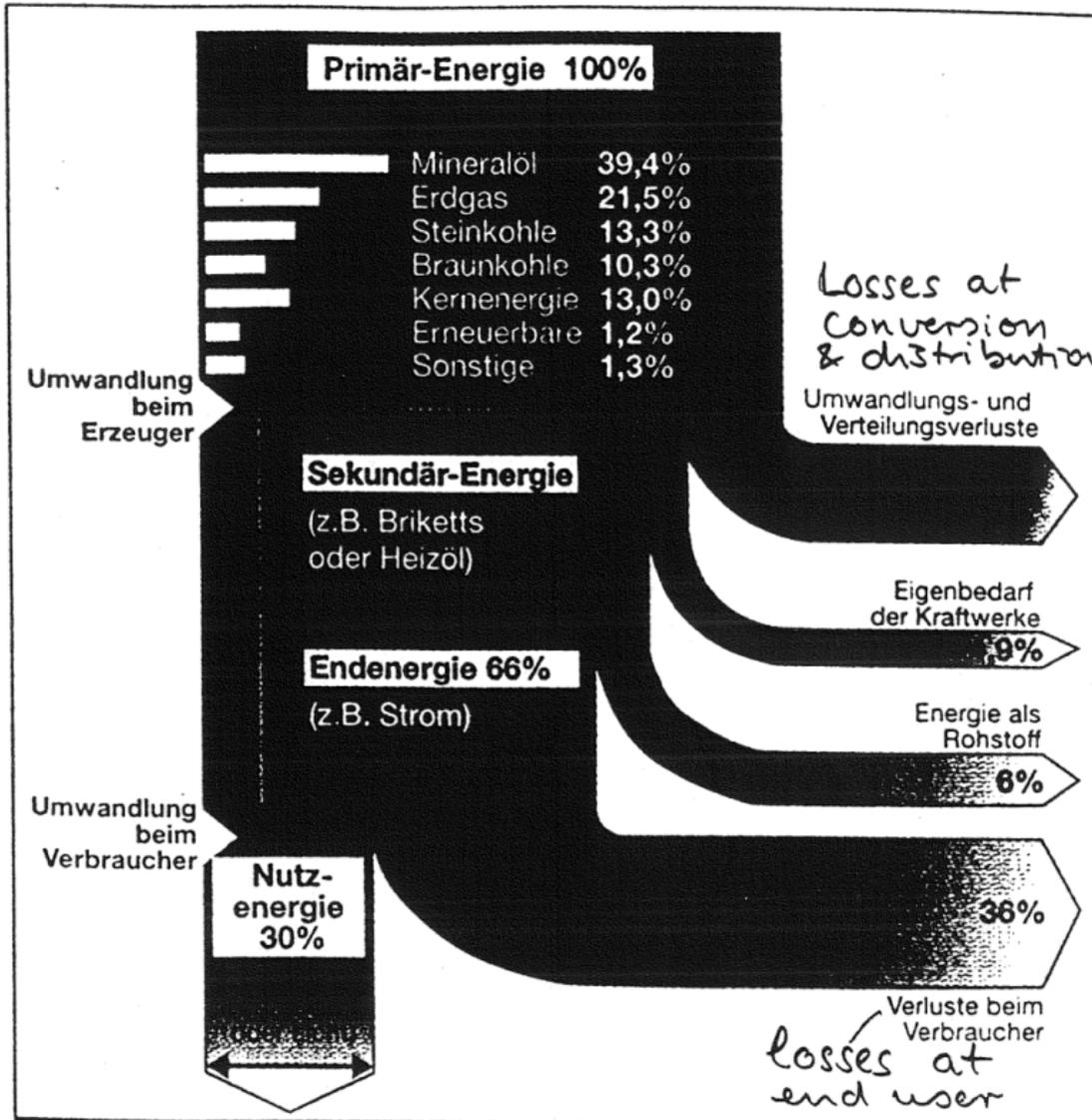
Quelle

Abbildung 3.5-1

Energieverluste im Energienutzungssystem Deutschlands im Jahr 2001. Dieses Jahr erforderte einen Primärenergieeinsatz von 14.565 PJ. Nach den Umwandlungsverlusten und nicht energetischem Verbrauch ging die verbliebene Endenergie von 9.469 PJ an die Verbrauchssektoren. Die dortige Umwandlung in Wärme, mechanische Energie usw. führte zu erheblichen Verlusten von insgesamt 4.478 PJ. Der Kasten zeigt den Nutzungsgrad bei der Umwandlung von End- in Nutzenergie bei verschiedenen Energiedienstleistungen. Letztlich wurden 4.991 PJ oder 34% des Primärenergieeinsatzes in Nutzenergie überführt.

Quelle: IfE/TU München, 2003

4.3 Was kommt beim Nutzer an?

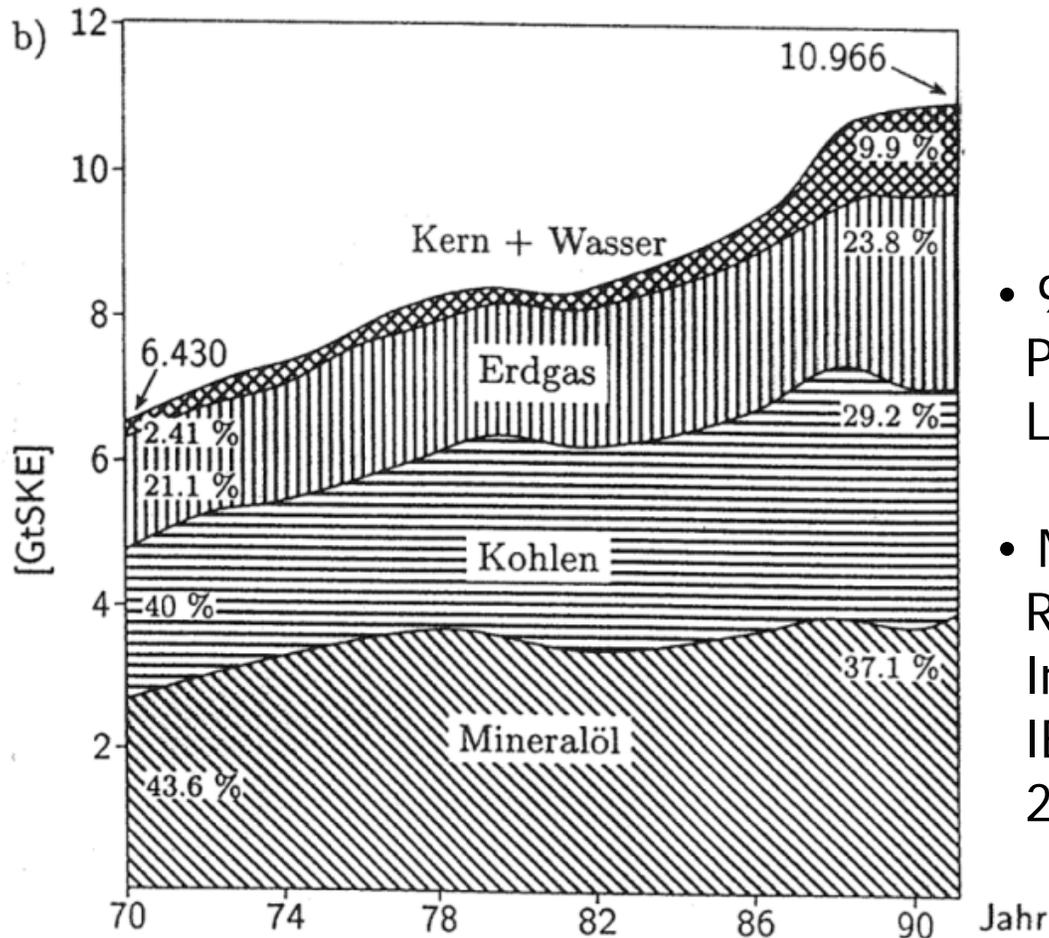


- Nur 1/3 der Primärenergie erreicht den Endnutzer
- Bei der Endnutzung entstehen weitere Verluste
- > Großes Einsparpotential
- **China:** Gemessen an der Wertschöpfung verbraucht China 3 mal soviel Energie wie der Rest der Welt (GEO 12/2007).
- > Noch größeres Einsparpot.

Abb. 2

Energieflussbild Deutschland 1999
(nach: BMWi, VDEW, AG Energiebilanzen)

4.4 Wo kommt die Energie her?



- 90% der weltweit genutzten Primärenergie kommt aus fossilen Lagern: Kohle, Öl, Erdgas.
- Nach dem *(konservativen)* Referenzszenario der Internationalen Energie-Agentur IEA wird das in den nächsten 20 Jahren so bleiben.

Wert für 1995: ~ 12 GtSKE

Aus Dieckmann, Heinloth
Energie, Teubner, 1997

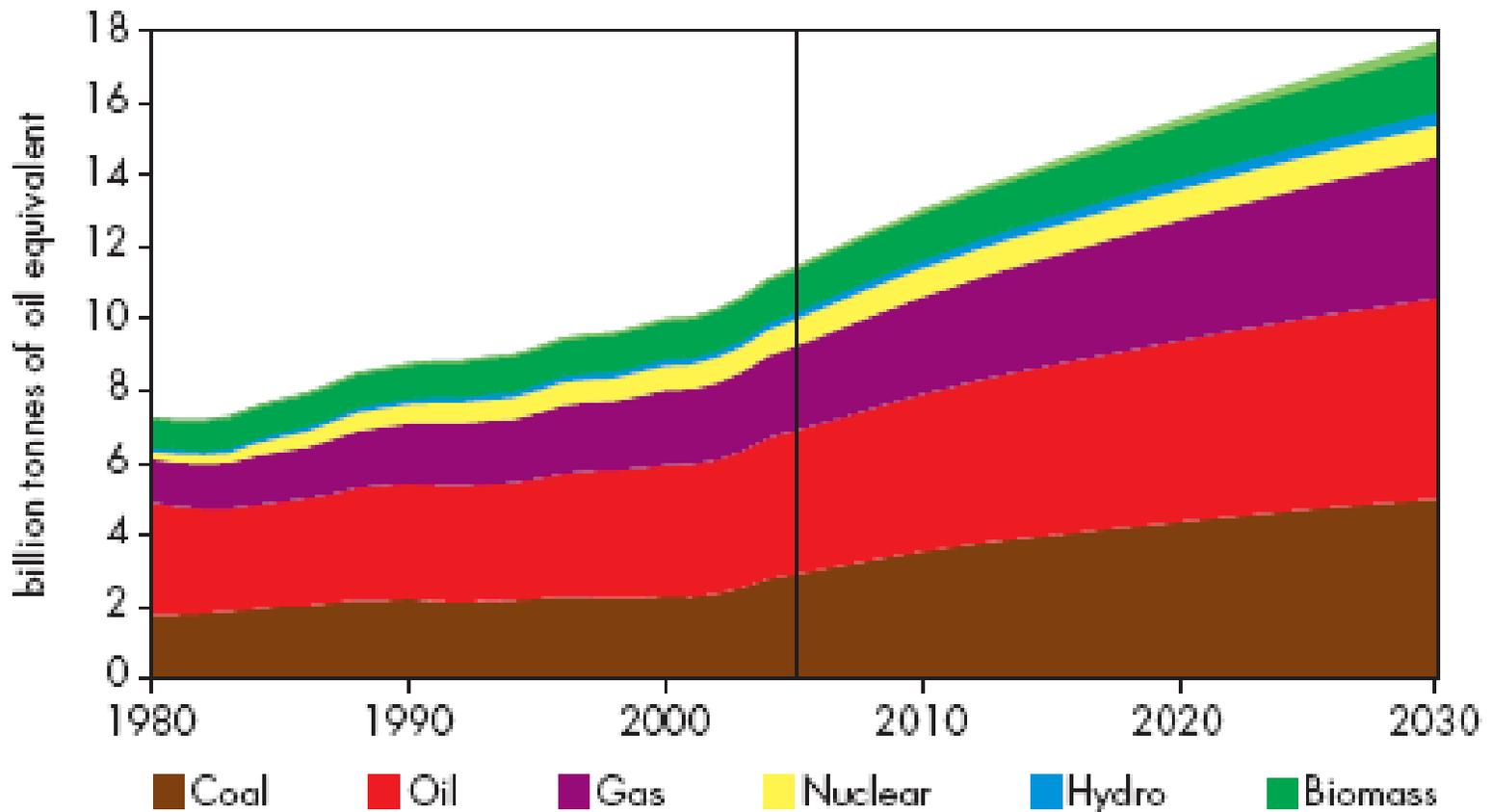
Annahmen der IEA bis 2030: Bevölkerung wächst auf 8,2 Mrd.

Ölpreis bleibt konstant bei 60 \$ real (in \$ von 2006)

Keine neuen Energie- u. Klimapolitiken nach 2006

Mittleres Wirtschaftswachstum (China/Indien 6% heute 10% !)

Figure 1.1: World Primary Energy Demand in the Reference Scenario



4.4 Forts. Wo kommt die Energie her - Regional?

Faustregel: Je größer das Land, umso größer die
Energiereserven
(Ausnahmen: Südamerika, Teile von Afrika)

- **Kohle** Hauptförderländer USA
China
Indien
Australien
- **Erdöl** Mittlerer Osten
Russland
USA
Nordsee
Nigeria, Venezuela, Mexiko etc
- **Erdgas** Russland/Kasp. Raum
Mittlerer Osten
Algerien (Flüssiggas)

Mehr dazu in der Vorlesung am 21.1. 2008

5. Begleitfolgen der Energiegewinnung und -nutzung

- *Keine Energiequelle oder Energienutzung ist ohne Gefahren und Umweltbelastung.*
- *Gegen alle Energiearten gibt es Proteste*
Gibt es Ausnahmen?

Hier nur ein qualitativer Überblick

Unterscheide

- Unfälle
- Schadstoffemissionen
- Flächenverbrauch
- Soziale Konflikte

Quellen: B. Diekmann, K. Heinloth, Energie, Teubner, 1997

O. Hohmeyer, R.L. Ottinger (Hrsg.) External Environmental Costs of Electric Energy, Springer, 1991

Manuskript von J. Bienlein (DESY) 2005

Resume

Die Gesundheitsschäden und Todesfälle durch Kohle- und Ölnutzung (ohne optimale Filtertechnik) sowie die Klimawirkung der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas sind mit Abstand die schädlichsten Begleitfolgen der heutigen Energienutzung.

Einschub: Wie werden Gefahren empfunden?

Drei unterschiedliche Beobachtungen (J. Bienlein)

- 1) Die Risiken der Kernenergie gelten speziell in Deutschland als hoch.
- 2) 5000 Verkehrstote/Jahr werden in Deutschland hingenommen.
- 3) Auf das Krebsrisiko des Passivrauchens ist erst kürzlich politisch reagiert worden.

Die Wahrnehmung von Gefahren wird durch Faktoren außerhalb der Technik und der technischen Definition des Risikos bestimmt.

Fazit: *Eine Gesellschaft kann sich nur die Technik leisten, die die Bevölkerung akzeptiert (zumindest in Demokratien). Das muss nicht die risikoärmste Lösung sein.* (J. Bienlein)

6. Jetzige und künftige Energieoptionen (Potentiale, Vorräte, Kosten)

Gibt es genug Energie für 10 Milliarden Menschen?

JA, Aber zu welchen Kosten und mit welchen Umweltfolgen?

6.1 Fossile Energieträger

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

„Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2006“

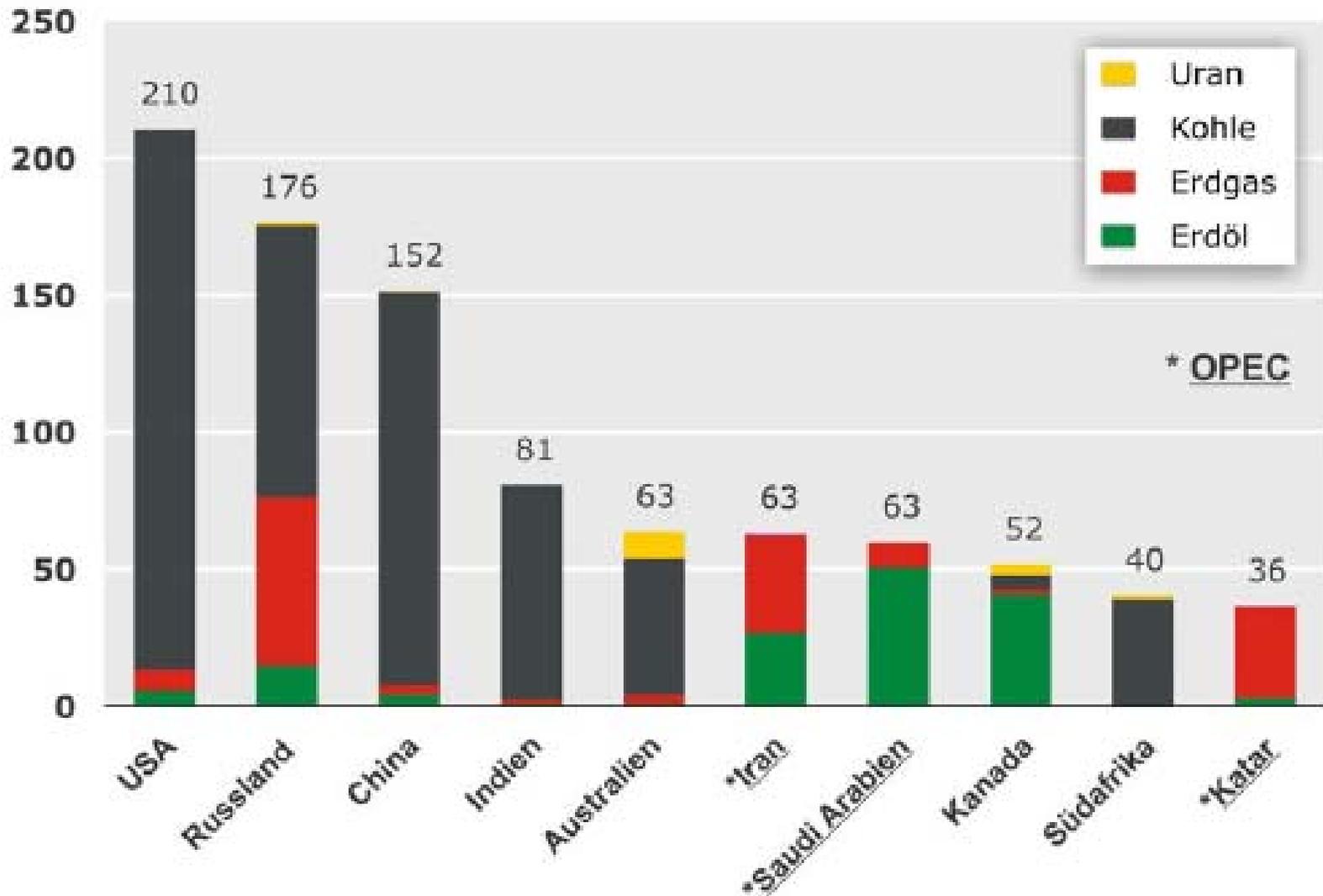
www.bgr.bund.de

Reserven Diejenigen Mengen eines Energierohstoffes, die mit großer Genauigkeit erfasst wurden und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können.

Ressourcen Diejenigen Mengen eines Energierohstoffes, die entweder nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar sind, oder aber die Mengen, die auf Basis geologischer Indikatoren noch erwartet werden können.

Gt SKE

Reserven an Öl, Kohle Gas, Uran



Die 10 Länder mit den größten Reserven nicht-erneuerbarer Energierohstoffe
Quelle BGR, Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierostoffen 2006 25

Was folgt daraus?

1. Die großen Energiemächte sind bei

Kohle USA, China, Russland, Indien, Australien

Öl Saudi Arabien, Kanada (Ölsande!), Iran

Gas Russland, Iran, Katar

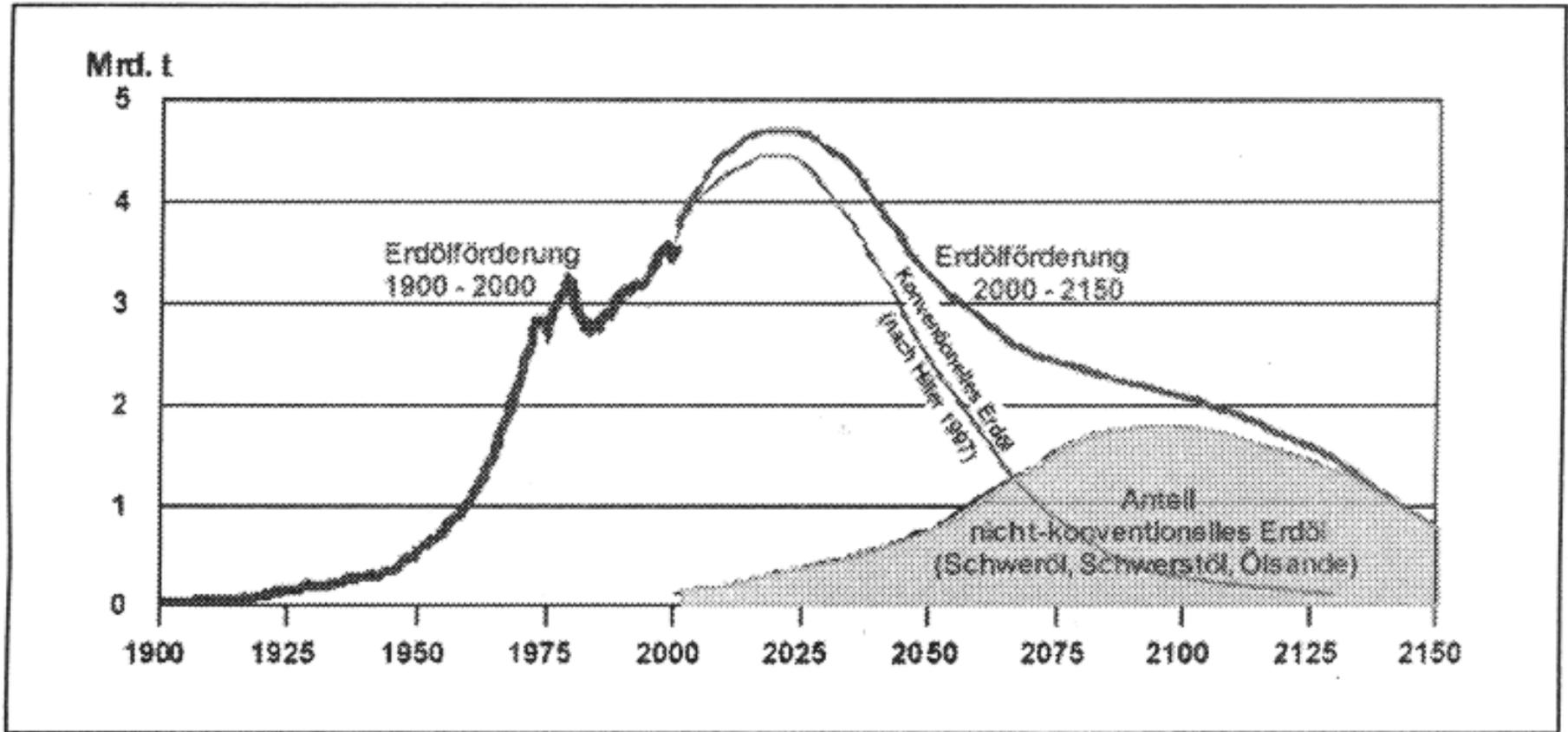
2. Die Kohlereserven reichen für mehrere hundert Jahre.

Das ist im Prinzip eine gute Nachricht, aber:

Die „Kohlemächte können auch bei Verknappung des Öls ihren Energiebedarf bei der Stromerzeugung und den Bedarf an Treibstoffen langfristig aus Kohle decken ohne Umstieg auf eine Solarwirtschaft.

(durch Herstellung synthetischer Kraftstoffe, Fischer-Tropsch Verfahren) mit entsprechenden Folgen für das Klima.

Wie lange reicht das Öl ?



**Abbildung 13: Weltweite Erdölförderung 1900 – 2150
Rückblende und Versuch eines Ausblicks**

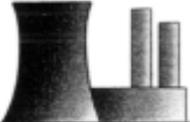
Quelle: F.Barthel, P. Kehrer (BGR), Welterdölvorräte und ihre Reichweite, Vortrag bei der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Hamburg 2001

6.2 Technische Optionen für künftige Energiebereitstellung

Endnutzung	Energieträger	Chancen für solare Lösg	Probleme
Wärme im Haus	Solarwärme + Isolierung	x x x	wenig
Prozesswärme Bis 200 Grad	a) fossil, solar unterstützt b) Biomasse	x x x	
Prozesswärme Bis 700 Grad f. Metalle, Zement	a) fossil b) Biogas	x	nur begrenzt verfügbar
Treibstoff Auto	a) fossil b) Biogas/Biokraftstoff c) Elektrisch (Solarstrom)	x (x)	nur begrenzt verfügbar
Treibstoff Flugzeug	a) Fossil b) (Wasserstoff)	(x)	Solarwasserstoff sehr teuer
Treibstoff Bahn	a) Solarstrom b) fossil	x x	

PS Schätzungen des Autors ohne Anspruch auf Vollständigkeit

6.3. Kosten und Erntefaktoren von Stromerzeugung

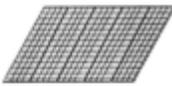
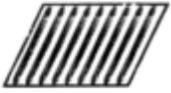
	Leistung	Betriebsstunden unter Volllast pro Jahr (Maximum: 8.760 h)	Erntefaktor	Eurocent/kWh Strom	Eurocent/kWh Wärme
					
konventionelles Kraftwerk 	600–1.200 MW	bis 8.760	8–10	3,5–4	4
Heizkessel Wohnhaus 	10–150 kW	bis 8.760	5–7,4	–	4,5
Wasser 	10 kW–100 MW	4.500–6.500	30–60	2,5–15	–
Wind 	0,1–1,5 MW	1.400–3.200	15–48	4–15	–

k. A. keine Angaben

Quelle: BMU, Kaltschmitt/Wiese

Erntefaktor: besagt, wie viel mehr Energie erzeugt wird als für den Bau und Betrieb nötig ist.

Kosten und Erntefaktoren von Stromerzeugung (2)

	Leistung	Betriebsstunden unter Volllast pro Jahr (Maximum: 8.760 h)	Erntefaktor	Eurocent/ kWh Strom	Eurocent/ kWh Wärme
					
Biomasse 	1 kW–30 MW	bis 8.760	k. A.	6–15	2–10
Erdwärme 	0,4–50 MW	bis 8.760	k. A.	7,5–10	2–6
Solarzellen 	1–20 kW (Dachanlage) 1 MW (Kraftwerk)	wetterabhängig 800–1.020 (Mitteleuropa) 2.000–2.500 (Nordafrika)	1,8–4,2	60–90 (Mitteleuropa) 35–50 (Nordafrika)	–
Sonnenkollektoren 	1,5–200 MWh/a (Dachanlage) 5–200 MW (Kraftwerk)	wetterabhängig 800–1.020 (Mitteleuropa)	14	9–11 (solarthermisches Kraftwerk)	10–25

k. A. keine Angaben

Quelle: BMU, Kaltschmitt/Wiese

PS Die Angaben stammen von 2001

1. Solarzellen erreichen heute Lebensdauern von 25 Jahren und Erntefaktoren von über 7.
2. Strom aus Fusionsreaktoren und aus Brennstoffzellen mit solar gewonnenem Wasserstoff könnte wirtschaftlich wohl erst nach 2050 zur Verfügung stehen.

Fazit zu 6.1 -6.3

- 1) Der Engpass für klimaverträgliche Optionen liegt bei Treibstoffen und Hochtemperaturprozesswärme.*
- 2) Das höchste Potential für CO₂ arme Stromerzeugung liegt bei Windenergie und Solarthermischen Kraftwerken im Sonnengürtel, evtl ergänzt durch Kernkraft, falls bis dahin unfallfrei und akzeptiert.*
- 3) Die Nutzung von Solarstrom, erfordert große Netze und Speicher zum Ausgleich von Schwankungen. Das ist technisch möglich benötigt aber grenzübergreifende Kooperation und Akzeptanz.*
- 4) Solarstrom kann sich in der Breite erst durchsetzen, wenn Kohlestrom entsprechend seinen externen Kosten besteuert/ verteuert wird.*
- 5) Kohlestrom kann klimaverträglich erzeugt werden, wenn es gelingt, sichere Verfahren zur Abscheidung und unterirdischen Lagerung von CO₂ zu entwickeln, die erwarteten Mehrkosten liegen bei mindestens 20%.*

„ Die knappste Ressource ist nicht das Öl, nicht das Gas und auch nicht das Uran; es ist die Zeit, die wir noch haben, um unsere Verhaltensweisen den Anforderungen und Grenzen unserer Umwelt anzupassen.“

Russell Train, Umweltexperte

7. Herausforderungen durch den Klimawandel

„ Die industrielle Revolution hat wiederum zu Mangelerscheinungen geführt. Es mangelt nicht nur an Brennstoffen und Metallen, sondern in erster Linie an der Kapazität der Umwelt, noch mehr Schadstoffe aufzunehmen.“
Donella und Dennis Meadows

7.1 Der Treibhauseffekt

- Treibhausgase in der Atmosphäre absorbieren von der Erde ausgesandte Wärmestrahlung und schicken sie teilweise zur Erde zurück.
 - > Zunahme der Treibhausgase führt zum Aufheizen der Atmosphäre.
- CO₂ ist das wichtigste vom Menschen beeinflusste Treibhausgas. Es verursacht 75% des anthropogenen Treibhauseffekts.

Was soll ich mir merken? 1 kg Kohle= 2.3 kg CO₂
1 l Öl = 3.2 kg CO₂
1 l Benzin = 2.9 kg CO₂

Durchschnittlicher CO₂-Ausstoß eines Einwohners der Bundesrepublik Deutschland:

10,88 t

Unter Berücksichtigung der CO₂ Äquivalente von CH₄ und N₂O

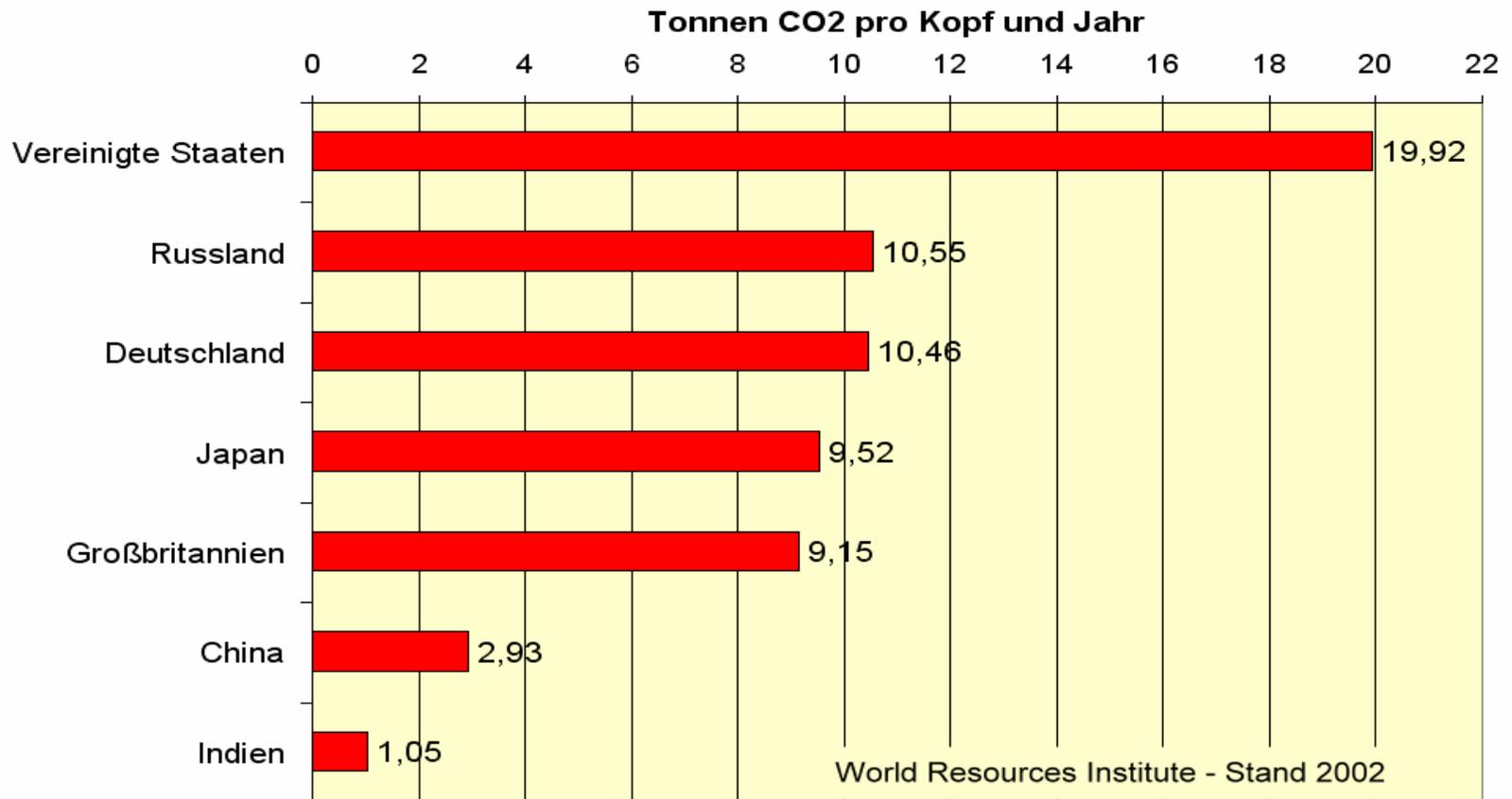
Quelle: IFEU: Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg GmbH

Um die globale Erwärmung auf + 2°C zu begrenzen, dürfen im Durchschnitt weltweit **pro Kopf nur 3 Tonnen CO₂** emittiert werden!

Bei Anstieg der Weltbevölkerung auf 9,1 Mrd bis 2050, dürften es nur ca. **2 Tonnen pro Kopf** sein!

Im Vergleich:

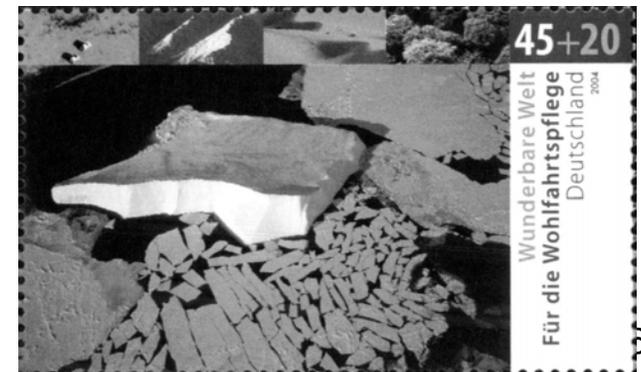
Die pro Kopf Emission der 7 Staaten mit der höchsten CO₂ - Gesamtemission



7.2 Ergebnisse des International Panel on Climate Change IPCC

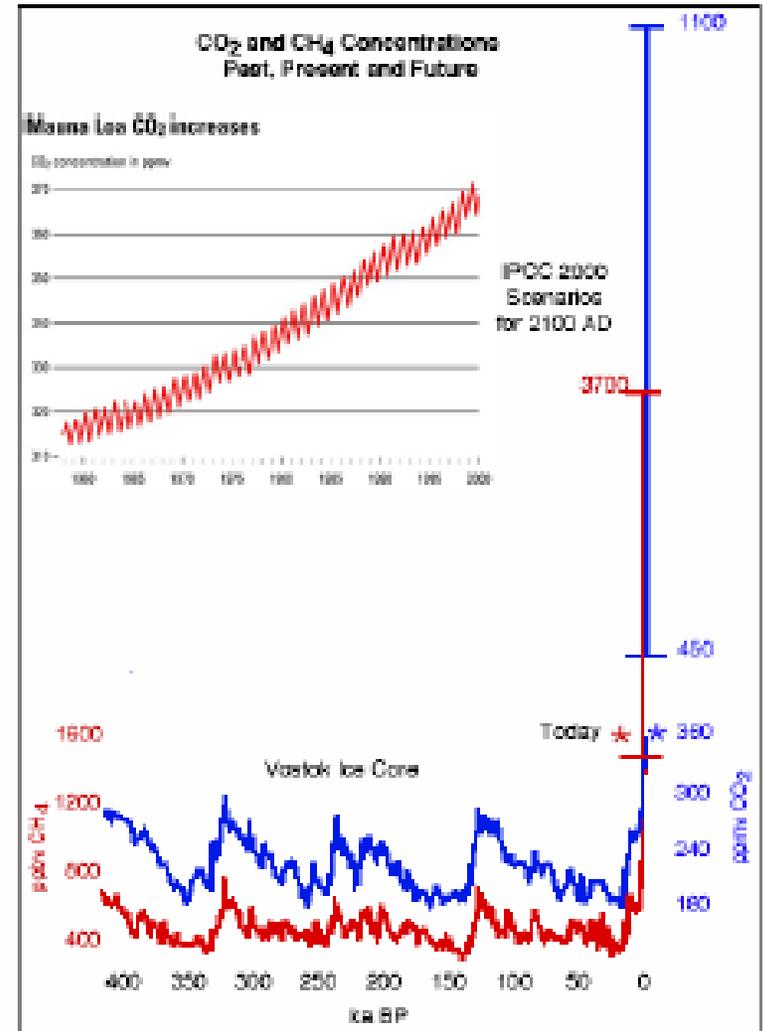
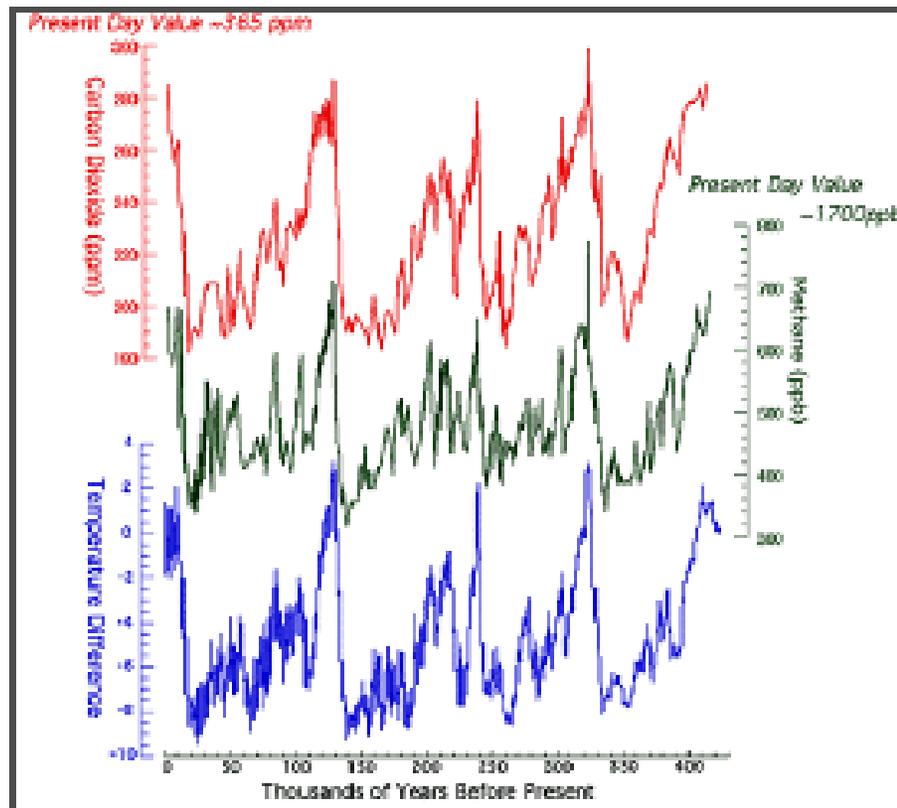
Quellen www.ippc.ch, www.geo.de/klima

- In den letzten 650 000 Jahren ging hoher CO₂ Gehalt der Atmosphäre mit hohen Temperaturen einher.
- Der CO₂ Gehalt ist in den letzten 150 Jahren hochgeschneit und heute schon höher als in den letzten vier Warmzeiten.
- Klimamodelle können den Temperaturverlauf der letzten 150 Jahre nur reproduzieren, wenn der Einfluss des Menschen berücksichtigt wird (mit >90% Wahrscheinlichkeit).
- > Der beobachtete Temperaturanstieg ist sehr wahrscheinlich (>90%) vom Menschen gemacht.
- Auf Grund verschiedener Szenarien für die Wirtschaftsentwicklung kann die Temperaturzunahme für die nächsten 100 Jahre hochrechnet werden.
- Als ökologisch verträglich gilt eine Erwärmung um max. 2 Grad gegenüber 1850. (450 ppm CO₂)



Human Impact on Atmosphere

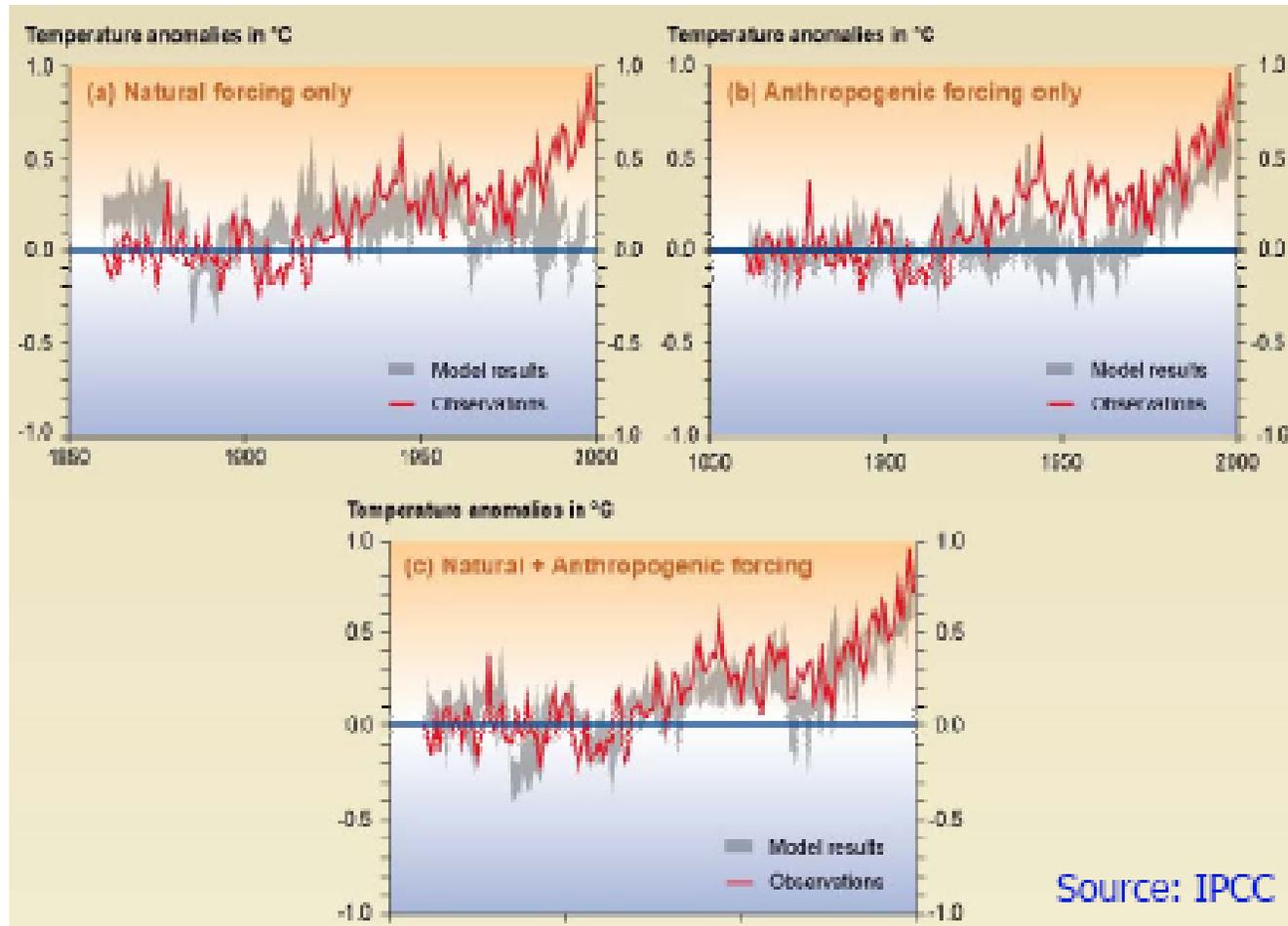
Vostok Ice Core – the record of the last 420,000 years



Quelle: J. Schellhuber, DPG Tagung Berlin 2005

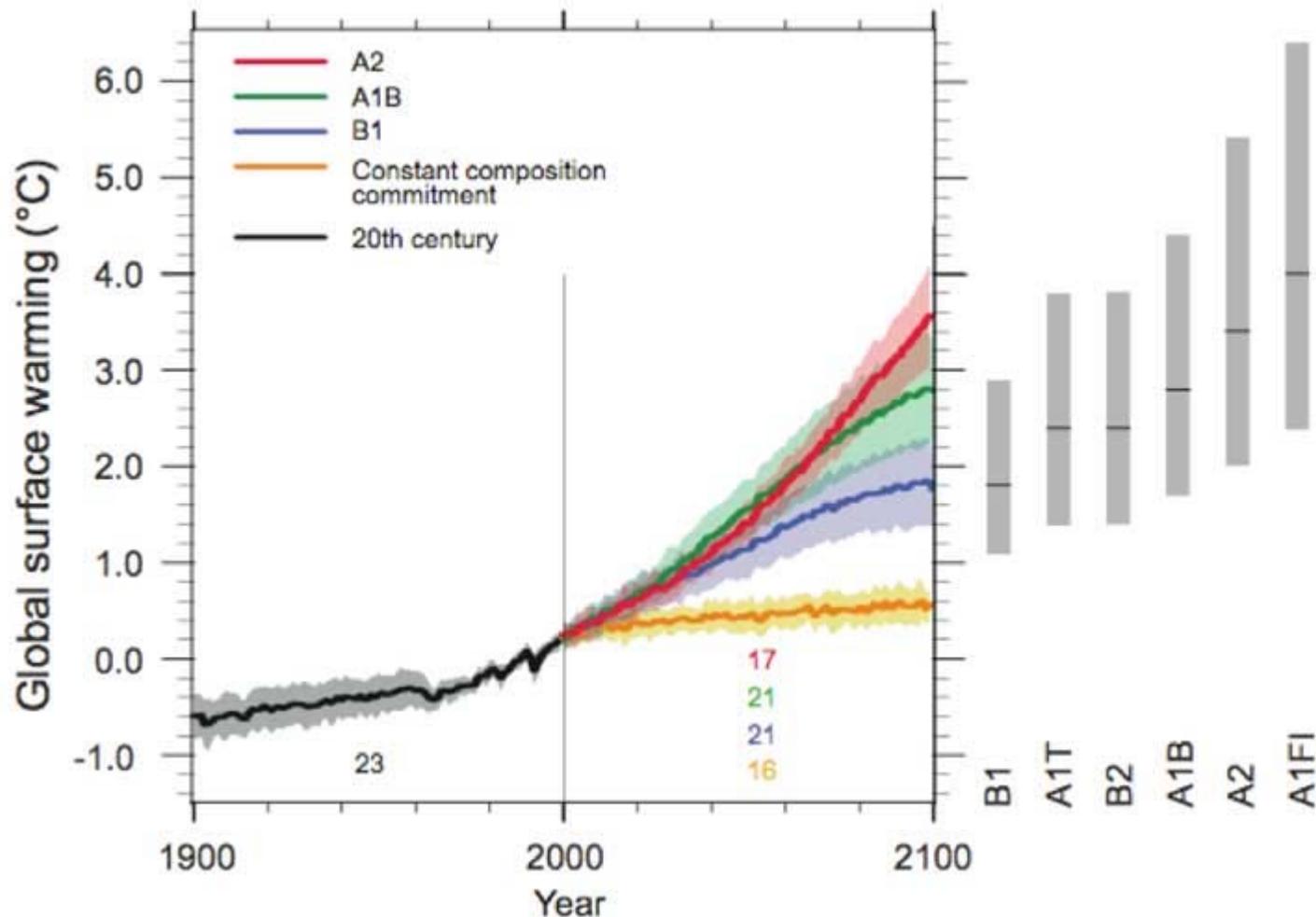
Images from WDCP/IPCC

Modelled and Observed Temperature Rise Since 1860



Quelle IPCC 3. Sachstandsbericht
Nach: J. Schellnhuber, DPG Tagung Berlin 2005

IPPC Szenarien bis 2010



Orange: Hypothetisches Szenario Null Emissionen seit 2000

Gezeigt sind 6 Szenarien mit unterschiedlicher Wirtschafts- und Technikentwicklung.

Selbst das niedrigste Szenario führt zu einer Temperaturerhöhung von über 2 Grad.

7.3 Klimapolitik in Hamburg

- Der Senat hat im März 2007 eine Leitstelle Klimaschutz eingerichtet.
- Die Bürgerschaft hat am 12.12.2007 ein Klimaschutzkonzept für 2007 - 2012 beschlossen. www.klima.hamburg.de/index.php?id=116
- Der Senat nimmt dafür für 2008 25 Mill. Euro frisches Geld in die Hand.
- Ziel ist die Senkung der CO₂ Emissionen gegenüber 1990 um 18%, *ohne Berücksichtigung der Mehremissionen durch Zubau Kraftwerk Moorburg.*
Damit bleibt Hamburg noch unter dem Kyoto Ziel für Deutschland: 21 % Emissionsminderung bis 2012.
- Hamburg belegt Platz 8 im Klimaschutz-Ranking der Bundesländer (nach GEO 12/2007).
- Die Hamburger machen nach den Berlinern die meisten Flugreisen der Republik.

7.4 Was tun?

Warum tun wir/ die Politik/ die Gesellschaft uns so schwer mit den Herausforderungen des Klimaschutzes?

Verschieden Antworten

R. Kümmel

NN

Lobbyist

Int. Energie Agentur

Umweltjournalist George Marshall

George Marshall, UK

Failure of the “risk thermostat”

Our response is strongest
to threats that are:

Visible

With historical precedent

Immediate

With simple causality

Caused by another ‘tribe’

And have direct personal
impact

Climate change is:

Invisible

Unprecedented

Drawn out

With complex causality

Caused by all of us

And has unpredictable
and indirect personal
impacts

Climate Outreach Information Network

www.COINet.org.uk

How do we move forward?

We recognise that information alone cannot produce change

We openly recognise the tendency to denial

We encourage emotional responses and “whistle blowers”

We develop a *culture of engagement* that is visible, immediate, and urgent.

As individuals we act with integrity and clarity.

George Marshall

Was habe ich getan?

- Wohnungssanierung (Energieverbrauch minus 30%)
- Arbeitsweg per Bus und Rad, eher der Gesundheit wegen
- Stromwechsel zu EWS www.ews.de, das bringt viel.
- CO₂ Ausgleichszahlung für Flugreisen bei www.atmosfair.de
- CO₂ Bilanzierung mit der Seminargruppe für 2006

Fragebogen: Strom

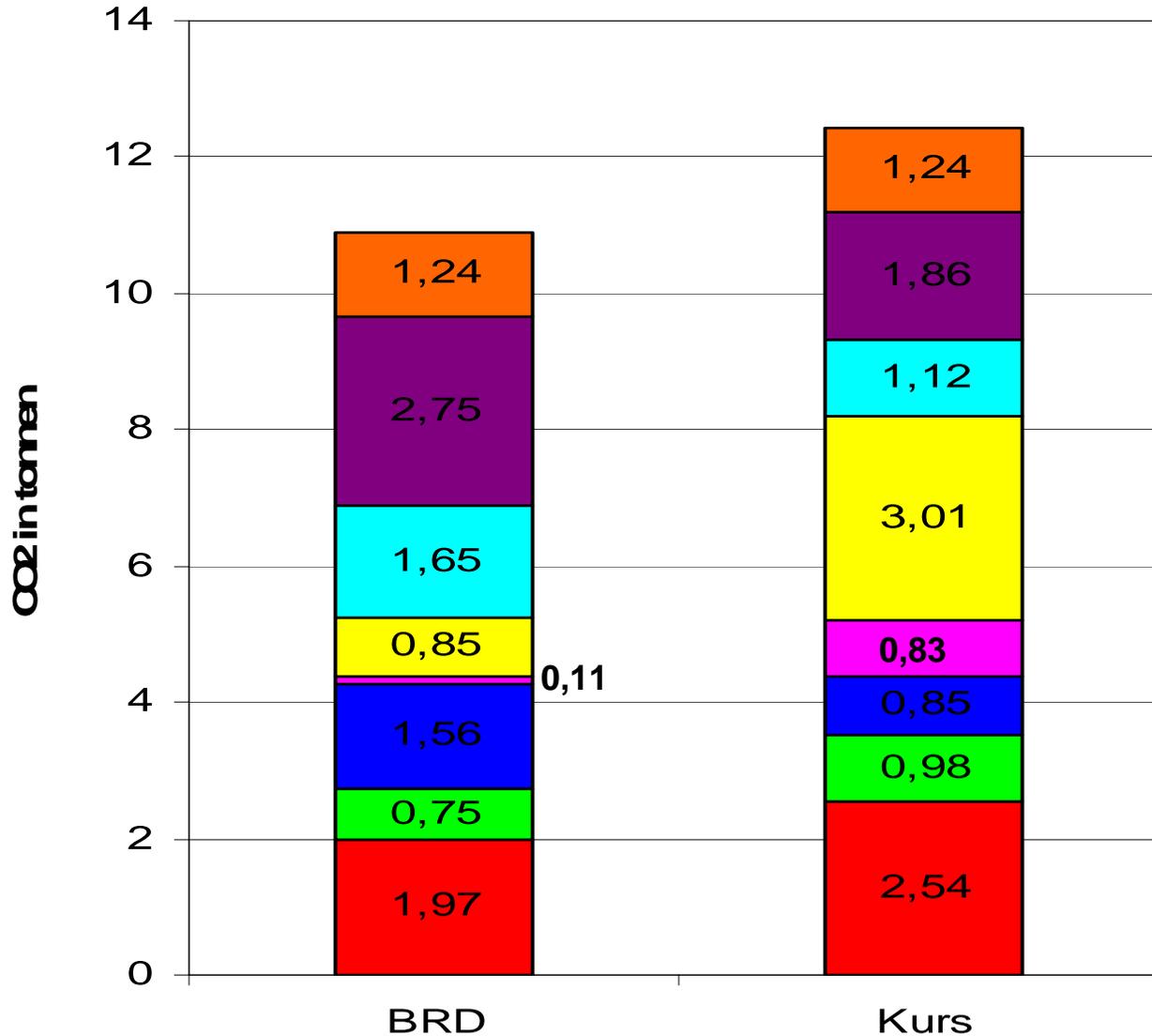
- Berechnungsfaktoren :

Vattenfall :	743	g CO ₂ /kWh
Flens-Strom :	466	g CO ₂ /kWh
Stadtwerke Elmshorn :	275	g CO ₂ /kWh
Lichtblick :	41	g CO ₂ /kWh
EWS :	30,8	g CO ₂ /kWh
Greenpeace Energy :	25	g CO ₂ /kWh

- Gesamtbilanz von 20 Teilnehmern/Teilnehmerinnen

Quelle: Elena Kammann, Sandra Kippenhauer, Proseminar Energie, Klima, Sicherheit,
Univ. Hamburg, WS 2007/08

Durchschnitt



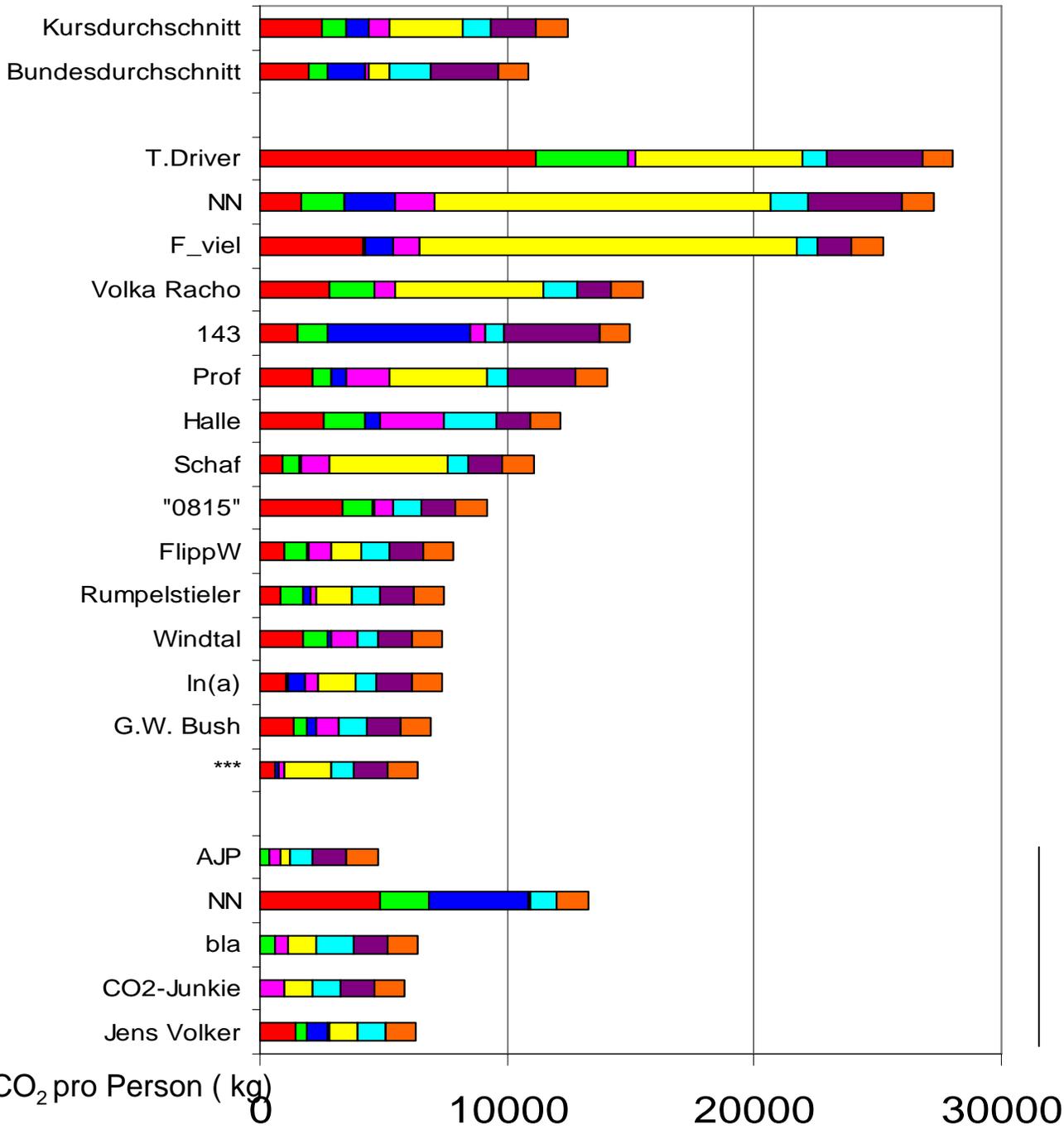
LLiteratur: Umweltbundesamt

Die CO2 Bilanz des Bürgers,

Juli 2007 www.uba.de

- Öffentlicher Konsum
- Konsum
- Ernährung
- Flug
- ÖPV
- Privatfahrzeuge
- Strom
- Heizung

Quelle: Elena Kammann,
Sandra Kippenhauer, Proseminar
Energie, Klima, Sicherheit,
Univ. Hamburg, WS 2007/08



Quelle: Elena Kammann,
Sandra Kippenhauer, Proseminar
Energie, Klima, Sicherheit,
Univ. Hamburg, WS 2007/08



Bei mindestens
einer Rubrik wurde
keine Angabe
gemacht

Was lernen wir?

1) Die schlechte Nachricht:

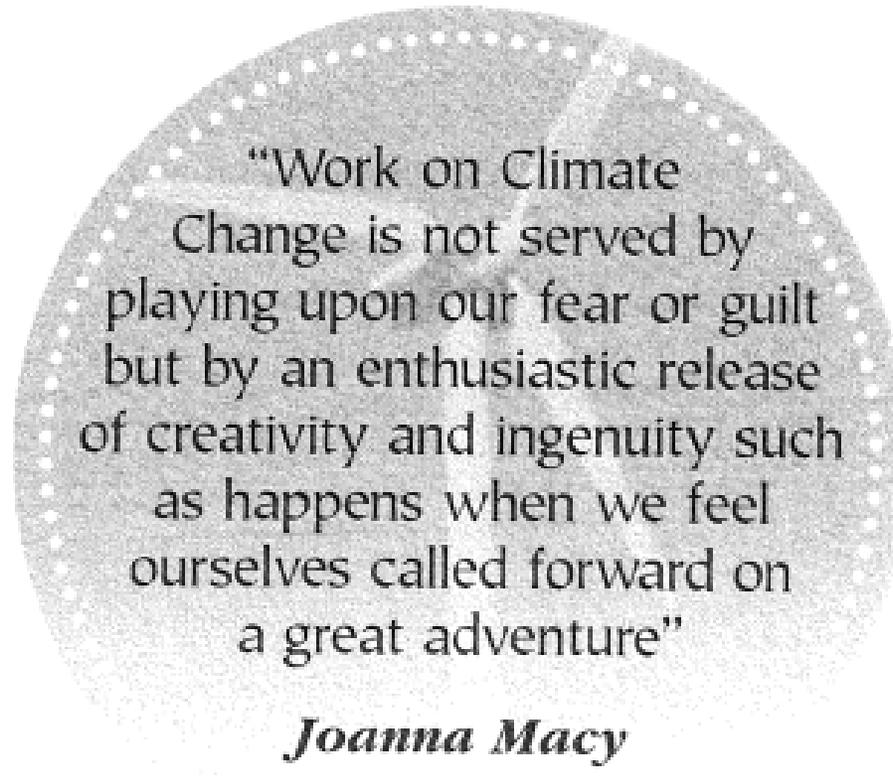
Fernflüge und Nachtspeicherheizungen können die CO₂ Bilanz weit über den Bundesdurchschnitt heben.

2) Die gute Nachricht: Es ist möglich, durch bewusste Lebensweise den eigenen CO₂ Ausstoß auf die Hälfte des Bundesdurchschnitts zu d. h. auf 5.5 Tonnen bringen, ohne schlecht zu leben.

3) Die verbleibende Reduzierung auf 2-3 Tonnen CO₂/Jahr kann nur bei strukturellen Änderungen im Energie- und Wirtschaftssystem und öffentlichen Dienst gelingen, z.B. *klimaneutrale Bundeswehr*.

Schlusswort

*CO2 ein Naturprodukt
Seien wir ähnlich kreativ wie die Natur*



Anfangen

Ich verbringe mein halbes Leben mit Schrittdchen.
Angela Merkel

Leseempfehlungen

Energieversorgung und Energieumwandlung

- Diekmann, Heinloth, Energie, Teubner
- Jürgen Petermann (Hrsg.), Sichere Energie für das 21. Jahrhundert, Hoffmann und Campe 2007
- Fritjof Staiß, Jahrbuch Erneuerbare Energien 2007, Bieberstein, 2007

Energieeffizienz

- www.uba.de
- www.dena.de
- www.zebau.de

Klimawandel und Klimaschutz

- www.ipcc.ch
- www.bmu.de/klimaschutz
- www.mpimet.mpg.de
- www.hm-treasury.gov.uk (Stern Report)