

Umwelt und Verkehr

B 2. Energie

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, 04.05.2011

Verkehrsplanerisches und Verkehrsökologisches Kolloquium

Mittwoch

14:50–16:20 Uhr

Potthoff-Bau Raum 112

Achtung Terminänderung!

04.05.2011

17:00 Uhr Dr. Christian Schlosser (UN-Habitat, Leiter Urban Transport Section, Nairobi, Kenia):
Nachhaltige Mobilität in Großstädten von Entwicklungs- und Schwellenländern am Beispiel von Ostafrika

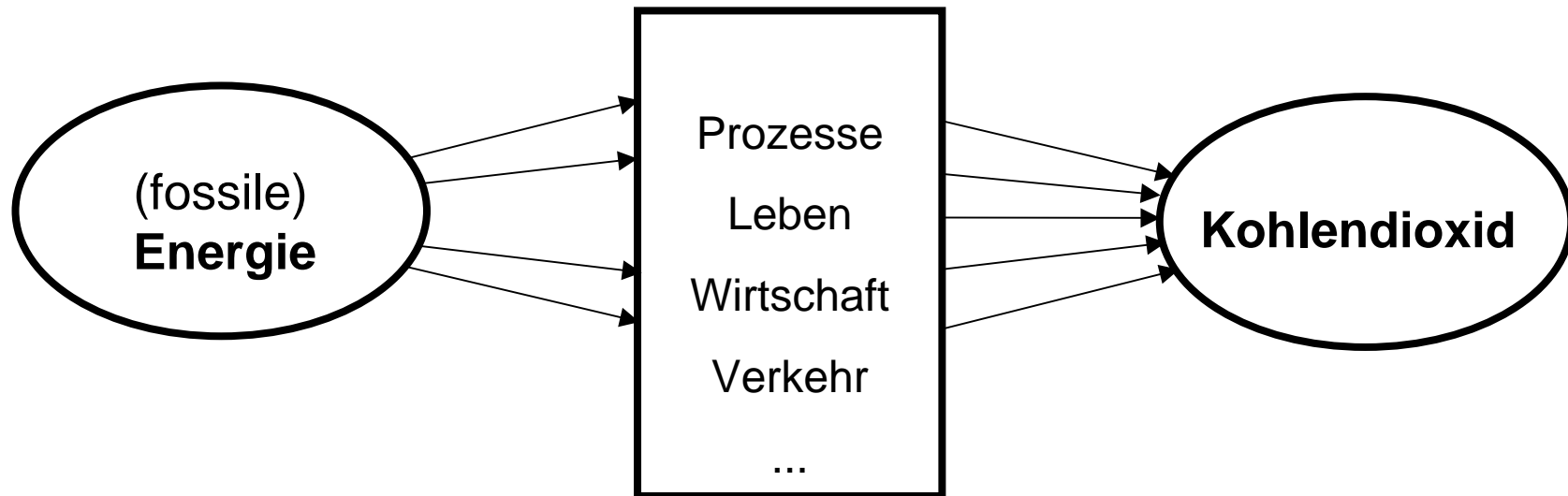


Hausaufgabe B 3: Lärm

1. Bei einer Zugvorbeifahrt werden am Bahnübergang folgende Werte für 6 Sekunden Messzeit gemessen: 60, 70, 80, 80, 70, 60 [dB(A)]. Berechnen Sie dafür den energie-äquivalenten Mittelungspegel.
Hinweis: $(60 + 70 + 80 + 80 + 70 + 60) / 6$ ist falsch!
2. Während der Vorbeifahrt des Zuges warten am Bahnübergang 6 Pkw. Jeder Pkw verursacht im Leerlauf einen Pegel von 62 dB(A). Berechnen Sie den nur durch die 6 Pkw entstehenden Gesamtpegel (ohne den Zug!).
3. Berechnen Sie nun den insgesamt entstehenden Mittelungspegel für die Zugvorbeifahrt mit den 6 Pkw, also für die gesamte Messreihe.



Fossile Energie und Kohlendioxid



Jeder Prozess braucht Energie.

Kein Leben ohne Energie.

Fossile Energie ist CO₂.



Energie, Exergie, Entropie

I. Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltung):

Energie nur umwandelbar!

$$dU = dQ - dW$$

dU = Änderung der inneren Energie U des betrachteten Systems

dQ = zugeführte (differentiell kleine) Wärmeenergie

dW = nach außen geleistete (differentiell kleine) Arbeit

II. Hauptsatz der Thermodynamik: Entropie steigt immer!

(Entropie = Ordnungsgrad eines Zustandes,
je ungeordneter ein Zustand, desto größer ist seine Entropie.)

d.h.: Der Anteil der Energie, der für Prozesse „verwertbar ist“,
wird immer kleiner („Exergie“ sinkt).

Fazit: Umwandeln kann man immer – dabei sinkt irreversibel die
Arbeitsfähigkeit. Bei Energie gibt es keine vollständigen Kreisläufe –
nur Energieketten.



Das (lineare!) System: Abgrenzungen

Alle Energieumwandlungen liegen in einer eindimensionalen Kette:

Sonne – Baum – Erdöl_{heute} – Förderung – Transport_{Küste} –
Transport_{Tanker} – Grenze_D – Raffinerie_{ein} – Raffinerie_{aus} –
Tankwaggon_{ein} – Tankwaggon_{aus} – Zwischenlager_{ein} –
Zwischenlager_{aus} – Tankwagen_{ein} – Tankwagen_{aus} – Tankstelle_{ein} –
Tankstelle_{aus} – Tank_{ein} – Motor_{ein} – ...

Fiktive Zahlen:

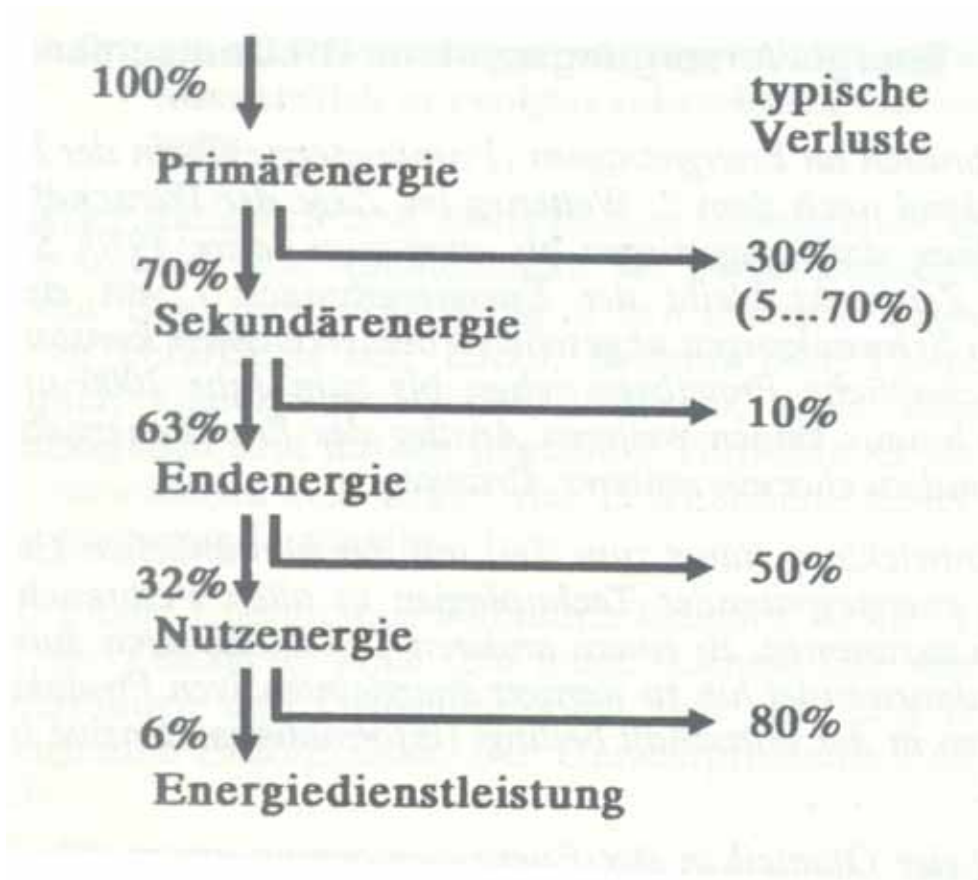
X kWh - Y m³ Holz - 1000 l Öl - 500 l - 499 l - 498 l - 497 l - 495 l
(Raffinerie ein)

470 l (Raffinerie aus) - 469 l - 467 l - 465 l - 460 l (Zwischenlager aus)

455 l - 440 l - 439 l - 435 l - 430 l - 425 l ...



Das (lineare!) System: Abgrenzungen



Primärenergie = Energie vor der Umwandlung in Kraftwerken, Raffinerien, Heizwerken usw.

Sekundärenergie = Energie nach der Umwandlung.

Endenergie = Energie, die den Endverbraucher erreicht.

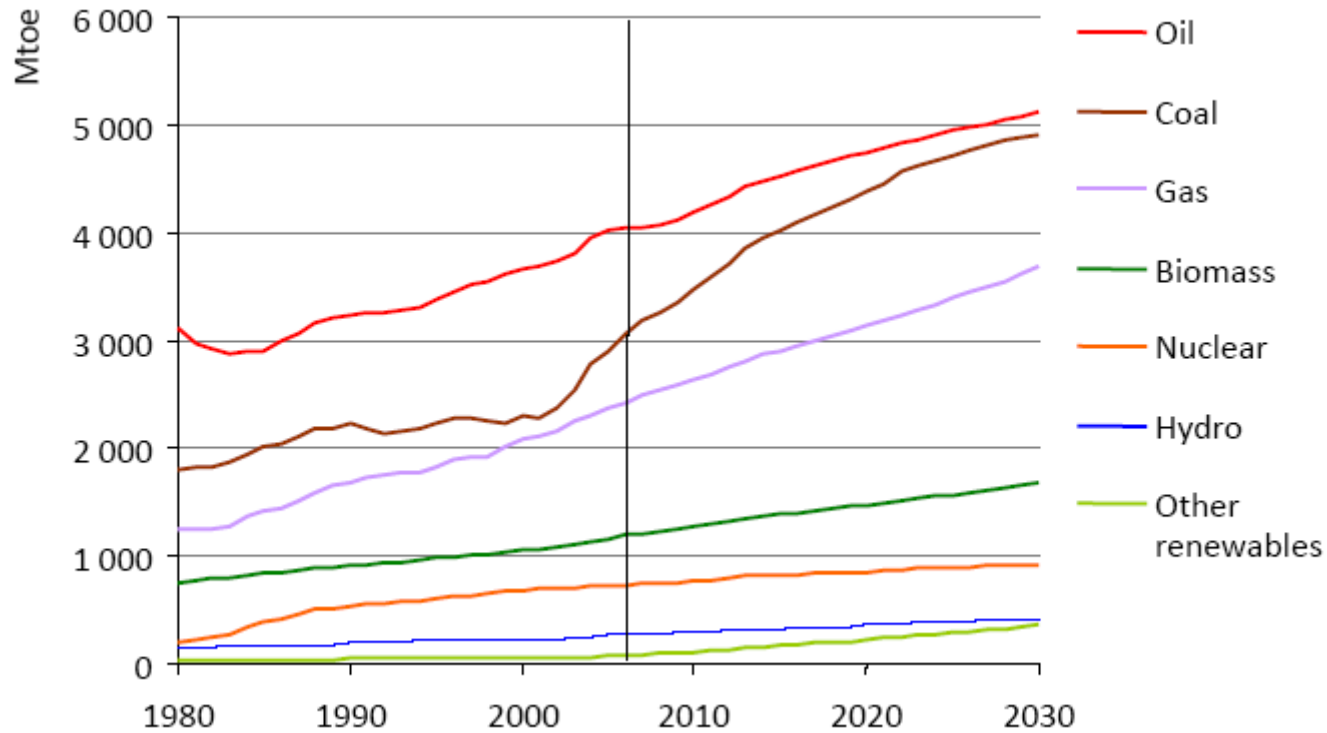
Nutzenergie = Energie, die der Verbraucher in der gewünschten Form aus seinem Gerät bezieht (Antrieb, Wärme, Licht usw.).

Energiedienstleistung = Dienstleistung, die der Verbraucher durch Verwendung der Nutzenergie bezieht (warmer Raum, Transport, Herstellung eines Produkts usw.).

Quelle: Bossel, H.: Umweltwissen – Daten, Fakten, Zusammenhänge. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1994



Weltendenergieverbrauch



Quelle: IEA (Internationale Energie-Agentur): Weltenergieausblick 2008



Einheiten



Vorsätze und Vorsatzzeichen

Kilo	= k	= 10 ³	= Tausend	thousand
Mega	= M	= 10 ⁶	= Million	million
Giga	= G	= 10 ⁹	= Milliarde	billion
Tera	= T	= 10 ¹²	= Billion	trillion
Peta	= P	= 10 ¹⁵	= Billiarde	? / quadrillion
Exa	= E	= 10 ¹⁸	= Trillion	?

Einheiten für Energie

$$1 \text{ Joule (J)} = 1 \text{ Newtonmeter (Nm)} = 1 \text{ Wattsekunde (Ws)}$$

Joule (J) für Energie, Arbeit, Wärmemenge

Watt (W) für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom



Energie: Einheiten und Umrechnungsfaktoren

	kJ	kcal	kWh	kg SKE	kg RÖE	m³ Erdgas
1 Kilojoule (kJ)	-	0,2388	0,000278	0,000034	0,000024	0,000032
1 Kilocalorie (kcal)	4,1868	-	0,001163	0,000143	0,0001	0,00013
1 Kilowattstunde (kWh)	3600	860	-	0,123	0,086	0,113
1 kg Steinkohleneinheit (SKE)	29308	7,000	8,14	-	0,7	0,923
1 kg Rohöleinheit (RÖE)	41868	10,000	11,63	1,428	-	1,319
1 m³ Erdgas	31736	7,580	8,816	1,083	0,758	-

International gebräuchliche Einheiten:

1 barrel (b) Öl = 159 l Öl ; 7,3 b = 1 t Öl

1 Mill. b/d (barrel pro Tag) = 50 Mill t/a (Tonnen pro Jahr)

Quelle: BMWI (Hrsg.), www.bmwi.de: Energie Daten, jährlich, Bonn



Stoffwerte von Kraftstoffen (gemittelte Werte für die Klausur)

Kraftstoffe	Hauptbestandteile	Dichte	Spezif. Heizwert
flüssig	(Gew.%)	(kg/l)	(MJ/kg)
E10 Benzin	83 C, 14 H	0,754	39,5
Otto Super	86 C, 14 H	0,75	41,0
Diesel	86 C, 14 H	0,835	43,0
Flugbenzin	85 C, 15 H	0,72	43,5
Kerosin	87 C, 13 H	0,80	43,0
Schiffsschweröle	83 C, 11 H	0,98	40,0
LPG Flüssiggas	83 C, 17 H	0,54	46,1
	(Propan, Butan)		
gasförmig	(Gew.%)	(kg/m ³)	(MJ/kg)
Erdgas	75 C, 25 H	0,80	47
Wasserstoff	100 H	0,09	120

volumetrischer Heizwert = Dichte * gravimetrischer Heizwert

Flüssigkeiten

J/l

kg/l

J/kg

Gase

J/m³

kg/m³

J/kg

Energiedaten für die Erde (bitte nachrechnen)

Solarkonstante : 1360 W/m^2 (senkrechte Fläche Weltraum)

Erde (Viertel Kugel, Reflexion): $1360 \text{ W/m}^2 / 4 * 0,6666 = 227 \text{ W/m}^2$

Atmosphäre (THG): Ohne THG $-21 \text{ }^\circ\text{C}$, mit THG $+ 15 \text{ }^\circ\text{C}$ Mittelwert

Sonneneinstrahlung Atmosphäre: $178\ 000 \text{ TWh/h} = 178\ 000 \text{ TW}$

Nettoprimärproduktion Photosynthese: $= 100 \text{ TW}$

Weltprimärenergieverbrauch 2007 (BGR) (451 EJ/a) $= 14,3 \text{ TW}$

entspricht $11 \text{ Tkg Benzin/a} = 14\ 700\ 000\ 000\ 000 \text{ Liter Benzin p.a.}$

entspricht je Erdbewohner $= \text{etwa } 2\ 100 \text{ l Benzin p.c. p.a.}$

Deutschland 2007 (UBA) $= 14,0 \text{ EJ/a}$

also $341 \text{ Gkg Benzin/a} = 455\ 000\ 000\ 000 \text{ Liter Benzin p.a.}$

pro Kopf in Deutschland $= 5\ 550 \text{ l Benzin p.c. p.a.}$

$451 \text{ EJ/a} = 14,3 \text{ TW}$, davon etwa 90% aus fossilen Quellen

Kleiner 0,01 Prozent Sonneneinstrahlung, ein Siebtel der Photosynthese

Quelle: IEA – Key World Energy Statistics 2009, BGR 2009, UBA - Daten zur Umwelt 2/2009



BMWi-Energiedaten (Stand: 07.04.2010)



Zahlen und Fakten

Energiedaten

Nationale und Internationale Entwicklung

Die Energiedaten gliedern sich in die Abschnitte

0. Inhalt, Erläuterungen, Einheiten
1. Rahmendaten
2. Energiegewinnung und Energieverbrauch
3. Energie und Umwelt
4. Energieträger
5. Energiepreise und Energiekosten
6. Internationaler Energiemarkt
7. Reserven und Ressourcen
8. Energieforschung

Quelle: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>



Erdölvorräte (sicher gewinnbar)

Quelle: BMWi-Energiedaten 2010 Tabelle 40 (in Millionen Tonnen)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Anteile in % (2007)	Statische Reichweite bei gegenw. Förderung in Jahren
WELT	150.190	151.870	153.301	160.599	159.664	161.600	162.807	163.524	100,0	41
NAHER OSTEN	93.243	94.680	94.915	100.118	100.074	100.427	100.399	101.103	61,8	84
- Saudi-Arabien 1)	35.270	35.710	35.710	35.746	35.633	36.037	35.347	35.946	22,0	74
- Iran	13.050	13.100	13.480	18.129	17.959	18.022	18.707	18.830	11,5	86
- Irak	15.646	15.600	15.600	15.646	15.646	15.646	15.646	15.646	9,6	188
- Kuwait 1)	13.100	13.160	13.129	13.469	13.810	13.845	13.810	13.810	8,4	102
- Ver.Arab.Emirate	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	8,1	102
- Syrien	340	340	340	340	340	340	340	340	0,2	17
AFRIKA	10.940	11.230	12.612	14.579	14.645	15.090	16.027	16.068	9,8	32
- Libyen	3.900	3.900	4.014	5.323	5.306	5.323	5.646	5.641	3,4	64
- Nigeria	3.070	3.270	4.287	4.796	4.797	4.881	4.928	4.925	3,0	42
- Algerien	1.800	1.800	1.780	1.605	1.700	1.664	1.669	1.660	1,0	19
NORDAMERIKA	8.495	8.455	7.573	7.718	7.000	6.840	6.618	6.367	3,9	10
- USA	4.000	4.130	4.048	3.873	3.328	3.997	3.910	4.000	2,4	12
- Mexiko	3.845	3.665	2.817	3.233	3.086	2.245	2.150	1.660	1,0	10
SÜDAMERIKA	13.217	13.054	13.574	13.767	14.013	14.209	14.102	15.081	9,2	43
- Venezuela	10.750	10.570	10.585	10.585	10.507	10.847	10.886	11.841	7,2	86
Asien/Ozeanien	6.013	6.016	6.224	6.201	6.036	6.412	6.225	5.544	3,4	15
- China	3.288	3.270	3.224	3.200	3.100	3.100	3.000	2.109	1,3	11
GUS	14.594	15.029	15.172	15.343	15.157	15.975	16.962	16.969	10,4	27
- Russland	9.850	9.700	9.500	9.510	9.400	10.148	10.238	10.297	6,3	21
- Kasachstan	2.900	3.500	3.900	4.100	4.050	4.100	4.800	4.780	2,9	70
- Aserbaidschan	1.100	1.100	1.090	1.080	1.070	1.130	1.350	1.330	0,8	31
Europa/ohne GUS	3.689	3.331	3.232	2.842	2.740	2.648	2.473	2.392	1,5	10
- Norwegen	1.912	1.650	1.570	1.268	1.217	1.209	1.063	1.012	0,6	9
- Großbritannien	1.010	955	920	857	816	750	750	700	0,4	9
- Deutschland	50	47	44	54	51	47	41	37	0,0	4

Erdölvorräte (sicher gewinnbar)

Übrigens: BMWi-Energiedaten 2008 Tab. 40

	1991	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Anteile in % (2006)	Statische Reichweite bei gegenw. Förderung in Jahren
WELT	134.829	150.190	151.870	153.301	160.599	159.664	161.600	162.807	100,0	42
NAHER OSTEN	90.009	93.243	94.680	94.915	100.118	100.074	100.427	100.399	61,7	82
- Saudi-Arabien 1)	35.081	35.270	35.710	35.710	35.746	35.633	36.037	35.347	21,7	69
- Iran	12.634	13.050	13.100	13.480	18.129	17.959	18.022	18.707	11,5	89
- Irak	13.605	15.646	15.600	15.600	15.646	15.646	15.646	15.646	9,6	159
- Kuwait 1)	12.789	13.100	13.160	13.129	13.469	13.810	13.845	13.810	8,5	104
- Ver.Arab.Emirate	13.342	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	8,2	96
- Syrien	231	340	340	340	340	340	340	340	0,2	17
AFRIKA	8.229	10.940	11.230	12.612	14.579	14.645	15.090	16.027	9,8	34
- Libyen	3.102	3.900	3.900	4.014	5.323	5.306	5.323	5.646	3,5	66
- Nigeria	2.435	3.070	3.270	4.287	4.796	4.797	4.881	4.928	3,0	41
- Algerien	1.252	1.800	1.800	1.780	1.605	1.700	1.664	1.669	1,0	19
NORDAMERIKA	11.311	8.495	8.455	7.573	7.718	7.000	6.840	6.618	4,1	10
- USA	3.571	4.000	4.130	4.048	3.873	3.328	3.997	3.910	2,4	13
- Mexiko	8.879	3.845	3.665	2.817	3.233	3.086	2.245	2.150	1,3	12
SÜDAMERIKA	9.315	13.217	13.054	13.574	13.767	14.013	14.209	14.102	8,7	41
- Venezuela	8.182	10.730	10.570	10.585	10.585	10.507	10.847	10.886	6,7	75
Asien/Ozeanien	5.997	6.013	6.016	6.224	6.201	6.036	6.412	6.225	3,8	16
- China	3.265	3.288	3.270	3.224	3.200	3.100	3.100	3.000	1,8	16
GUS	7.755	14.594	15.029	15.172	15.343	15.157	15.975	16.962	10,4	28
- Russland	6.674	9.850	9.700	9.500	9.510	9.400	10.148	10.238	6,3	21
- Kasachstan	724	2.900	3.500	3.900	4.100	4.050	4.100	4.800	2,9	74
- Aserbaidshjan	157	1.100	1.100	1.090	1.080	1.070	1.130	1.350	0,8	42
Europa/ohne GUS	2.212	3.689	3.331	3.232	2.842	2.740	2.648	2.473	1,5	10
- Norwegen	1.035	1.912	1.650	1.570	1.268	1.217	1.209	1.063	0,7	8
- Großbritannien	543	1.010	955	920	857	816	750	750	0,5	11
- Deutschland	62	50	47	44	54	51	47	41	0,0	12



BMWi-Energiedaten (Stand: 27.04.2011)



Zahlen und Fakten

Energiedaten

Nationale und Internationale Entwicklung

Die Energiedaten gliedern sich in die Abschnitte

0. Inhalt, Erläuterungen, Einheiten
1. Rahmendaten
2. Energiegewinnung und Energieverbrauch
3. Energie und Umwelt
4. Energieträger
5. Energiepreise und Energiekosten
6. Internationaler Energiemarkt
7. Reserven und Ressourcen
8. Energieforschung

Quelle: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/gesamtausgabe.html>



Erdölvorräte (sicher gewinnbar)

Quelle: BMWi-Energiedaten 2011 Tabelle 40 (in Millionen Tonnen)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Anteile in % (2009)
WELT	151.870	153.301	160.599	159.664	161.600	162.807	163.524	159.865	161.023	100,0
NAHER OSTEN	94.680	94.915	100.118	100.074	100.427	100.399	101.103	101.454	102.366	63,6
- Saudi-Arabien 1)	35.710	35.710	35.746	35.633	36.037	35.347	35.946	36.287	35.701	22,2
- Iran	13.100	13.480	18.129	17.959	18.022	18.707	18.830	18.524	18.641	11,6
- Irak	15.600	15.600	15.646	15.646	15.646	15.646	15.646	15.646	15.646	9,7
- Kuwait 1)	13.160	13.129	13.469	13.810	13.845	13.810	13.810	14.150	14.150	8,8
- Ver.Arab.Emirate	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	13.306	8,3
- Syrien	340	340	340	340	340	340	340	340	340	0,2
AFRIKA	11.230	12.612	14.579	14.645	15.090	16.027	16.068	17.016	17.276	10,7
- Libyen	3.900	4.014	5.323	5.306	5.323	5.646	5.641	5.940	6.023	3,7
- Nigeria	3.270	4.287	4.796	4.797	4.881	4.928	4.925	4.928	5.061	3,1
- Algerien	1.800	1.780	1.605	1.700	1.664	1.669	1.660	1.660	1.660	1,0
NORDAMERIKA	8.455	7.573	7.718	7.000	6.840	6.618	6.367	6.512	6.121	3,8
- USA	4.130	4.048	3.873	3.328	3.997	3.910	4.000	4.150	3.863	2,4
- Mexiko	3.665	2.817	3.233	3.086	2.245	2.150	1.660	1.629	1.591	1,0
SÜDAMERIKA	13.054	13.574	13.767	14.013	14.209	14.102	15.081	9.555	9.854	6,1
- Venezuela	10.570	10.585	10.585	10.507	10.847	10.886	11.841	5.605	5.600	3,5
Asien/Ozeanien	6.016	6.224	6.201	6.036	6.412	6.225	5.544	5.567	5.600	3,5
- China	3.270	3.224	3.200	3.100	3.100	3.000	2.109	2.177	2.018	1,3
GUS	15.029	15.172	15.343	15.157	15.975	16.962	16.969	17.568	17.543	10,9
- Russland	9.700	9.500	9.510	9.400	10.148	10.238	10.297	10.309	10.436	6,5
- Kasachstan	3.500	3.900	4.100	4.050	4.100	4.800	4.780	5.415	5.419	3,4
- Aserbaidshan	1.100	1.090	1.080	1.070	1.130	1.350	1.330	1.300	1.280	0,8
Europa/ohne GUS	3.331	3.232	2.842	2.740	2.648	2.473	2.392	2.192	2.264	1,4
- Norwegen	1.650	1.570	1.268	1.217	1.209	1.063	1.012	924	882	0,5
- Großbritannien	955	920	857	816	750	750	700	650	770	0,5
- Deutschland	47	44	54	51	47	41	37	34	41	0,0

Erdölvorräte (sicher gewinnbar)

Quelle: BMWi-Energiedaten 2011 Tabelle 40 (in Millionen Tonnen)

**Erdöl, kumulierte Förderung, Reserven und Ressourcen
nach wirtschaftspolitischen Ländergruppen 2009**

Region	kumulierte Förderung		Sicher gewinnbare Reserven		Geschätzte, zusätzliche gewinnbare Ressourcen	
	Mio.t	%	Mio.t	%	Mio.t	%
OPEC-13	62.053	39,1	121.965	75,7	30.350	30,6
OPEC-Golf	41.058	25,9	100.897	62,7	30.350	30,6
OECD	49.300	31,1	8.841	5,5	20.824	21,0
EU-27	5.494	3,5	1.298	0,8	1.729	1,7
Welt	158.756		161.023		99.337	

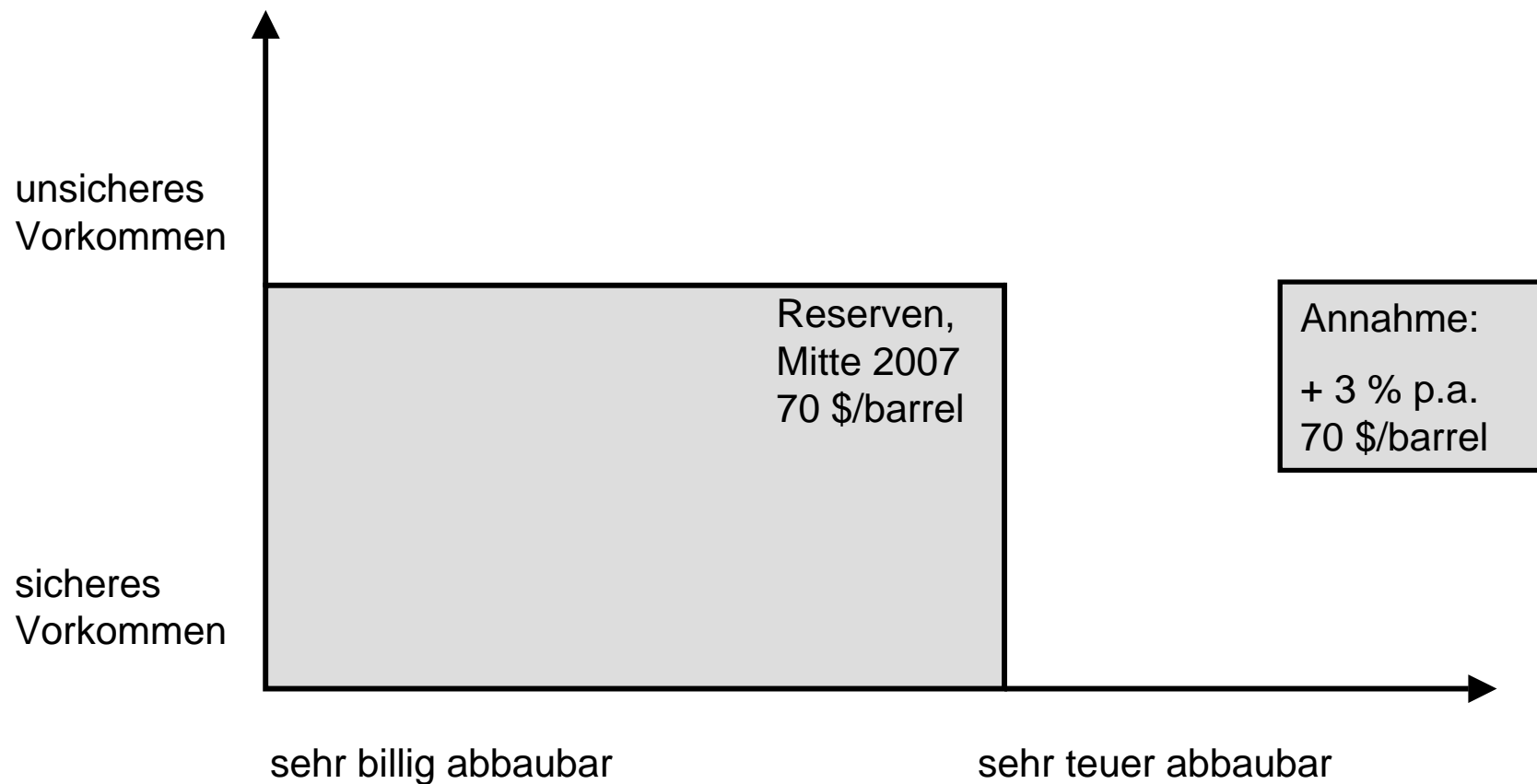
Abweichungen durch Rundungen
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



Wie lange reichen fossile Energievorräte noch?

Immer unterscheiden:

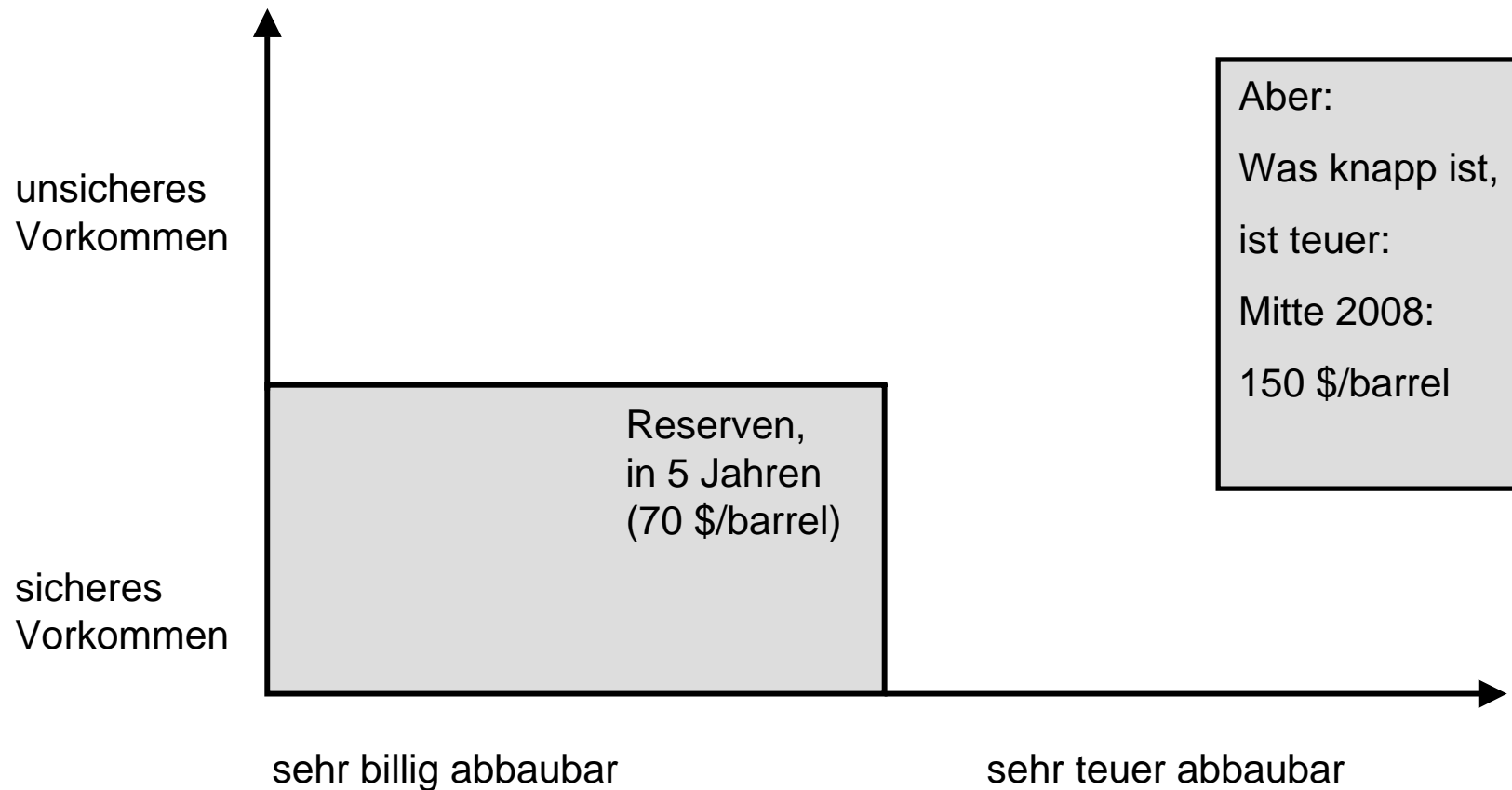
Reserven (sichere Ausbeute) vs. Ressourcen (insgesamt vorhanden)



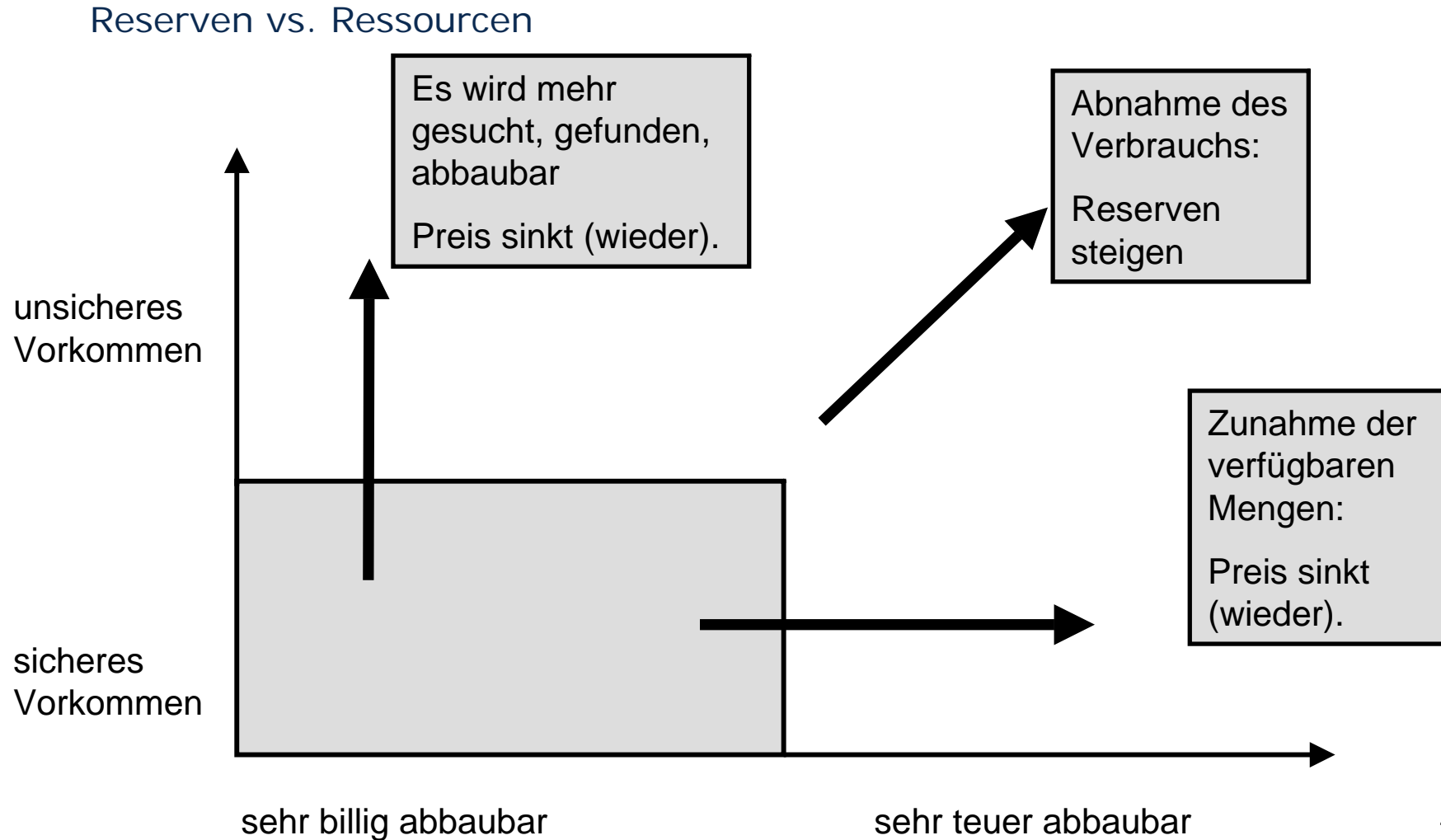
Wie lange noch fossile Energievorräte?

Dynamische Reichweite:

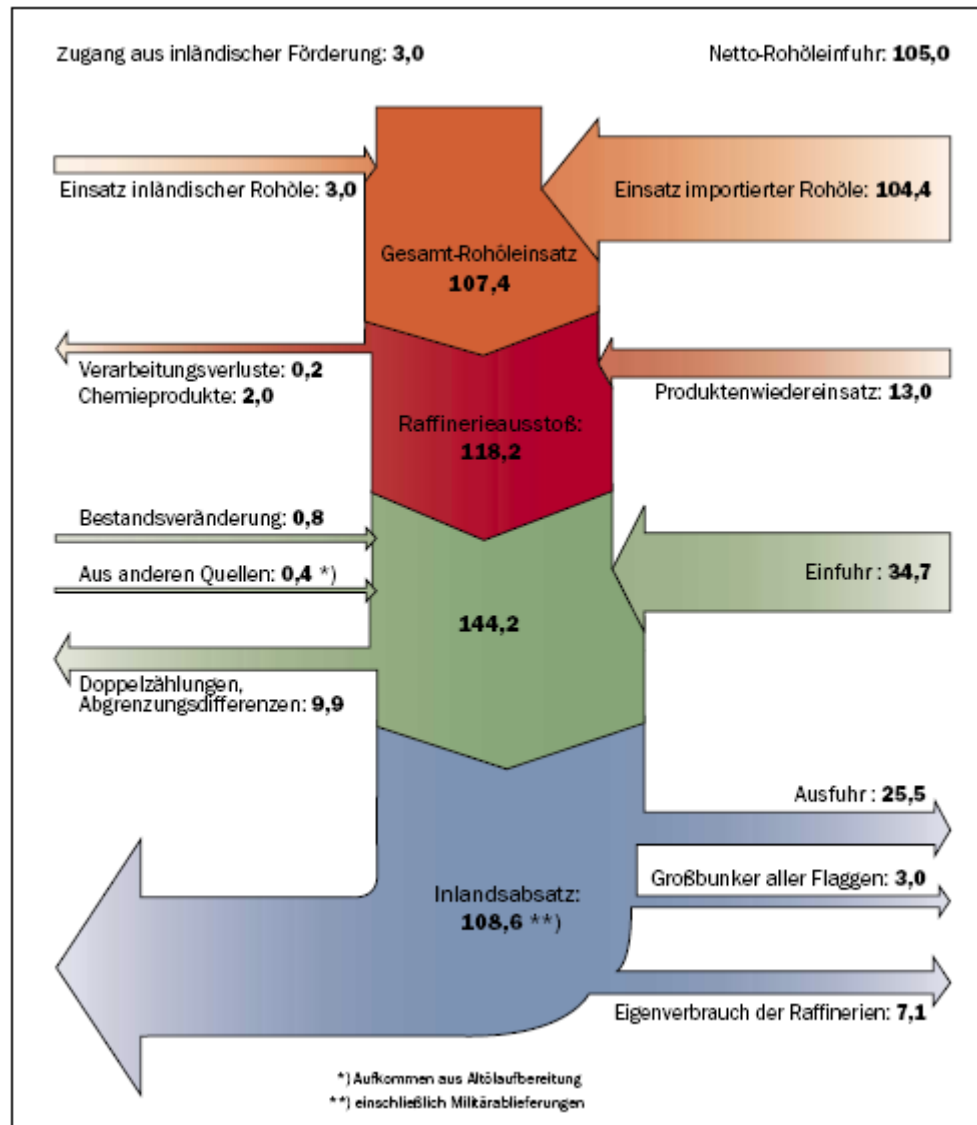
Wenn der Verbrauch jedes Jahr z.B. um 3% wächst.



Wie lange noch fossile Energievorräte?

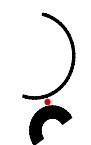


Mineralöl-Bilanz für Deutschland 2008



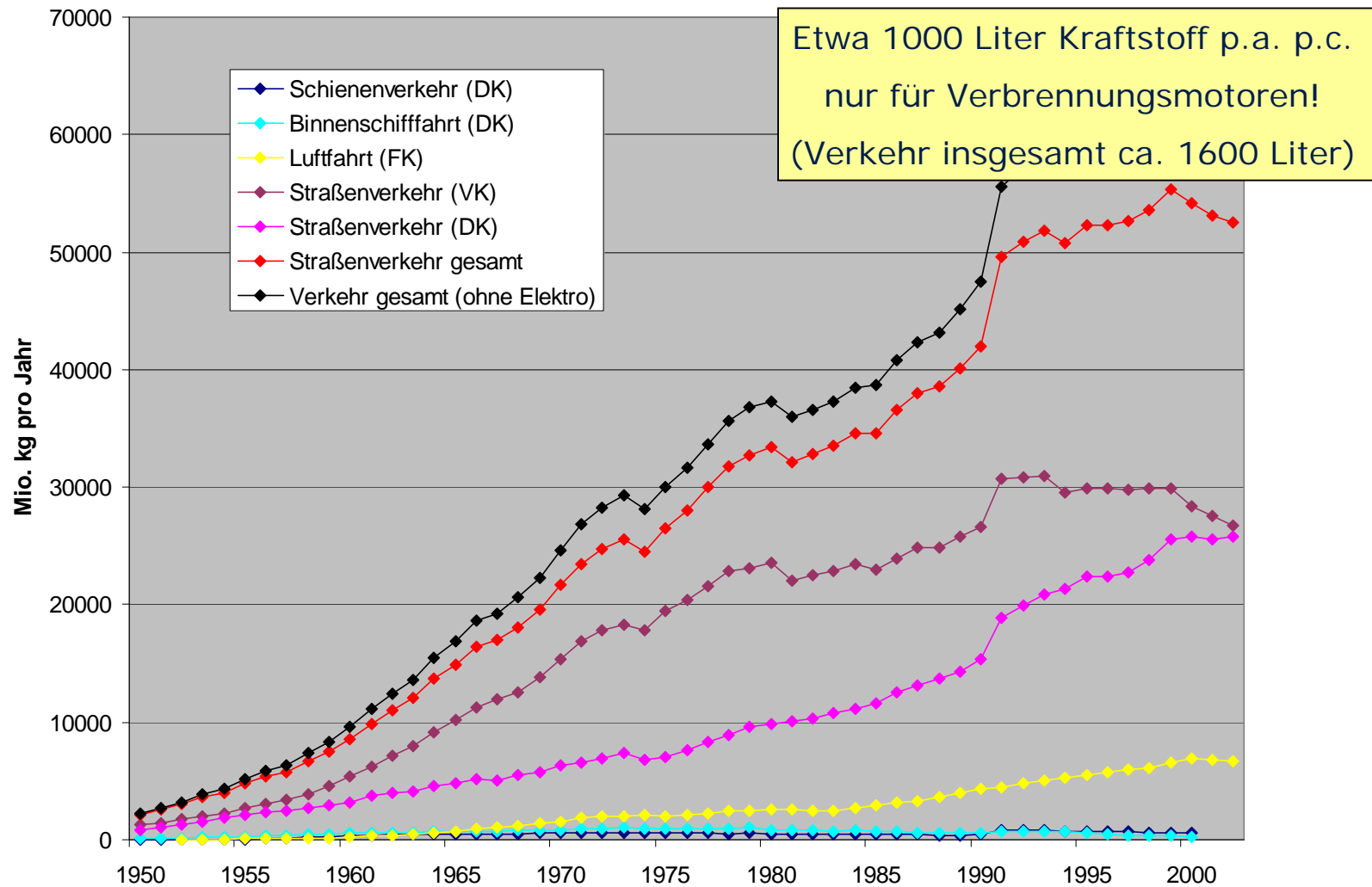
in Millionen Tonnen

Quelle:
Mineralölwirtschaftsverband
Jahresbericht 2008,
Hamburg 2009, Seite 25



Im Verkehr Deutschlands (Inlandsprinzip):

Endenergieverbrauch im Verkehr (aus Verkehr in Zahlen)



Spezifischer Endenergieverbrauch Personenverkehr

[l Dieseläquivalent/100 Pkm]	100 % Auslastung	20 % Auslastung
Auto nah	1,7 – 3,4	6,2 – 15,9
Auto fern	1,2 – 2,5	4,3 – 12,0
Bus Linienverkehr	0,4 – 0,5	1,2 – 1,8
Bus Reiseverkehr	0,5	2,1 – 2,5
Stadtbahn	0,4 – 4,2	1,4 – 12,9
Bahn nah Elektroantrieb	0,9 – 1,1	4,1 – 5,5
Bahn nah Dieselantrieb	1,0 – 1,1	4,7 – 5,3
Bahn fern Elektroantrieb	0,6 – 1,1	2,9 – 5,5
Bahn fern Dieselantrieb	0,9 – 1,6	4,1 – 8,0
Flugzeug	1,7 – 10,5	8,2 – 51,8

Quelle: Bialonski, W.; Vanck, P.; Schulze, K.; Wakob, H.: Spezifischer Energieeinsatz im Verkehr, Forschungsbericht 90 247/88 des Verkehrswissenschaftlichen Instituts der RWTH Aachen im Auftrag des BMV, Bonn / Aachen 1990.



Spezifischer Endenergieverbrauch Güterverkehr

[l Dieseläquivalent/100 tkm]	100 % Auslastung	20 % Auslastung
Kleiner Lkw nah	4,2 – 5,7	14,2 – 20,6
Lkw nah	3,4 – 3,6	12,2 – 12,8
Kleiner Lkw fern	2,7 – 4,3	10,3 – 18,4
Lkw fern	1,8 – 2,5	7,1 – 10,3
Sattelzug / Lastzug	1,2 – 1,6	4,4 – 5,2
Bahn nah Elektroantrieb	1,0 – 1,2	3,3 – 4,3
Bahn nah Dieselantrieb	1,2	4,8
Bahn fern Elektroantrieb	0,7 – 0,8	2,3 – 2,7
Bahn fern Dieselantrieb	0,6 – 0,7	1,9 – 2,0
Kanalschiffe	0,4 – 0,8	1,7 – 3,0
Pipeline	0,04 – 0,6	1,2 – 3,4
Kombinierter Ladungsverkehr	1,1 – 1,5	4,0 – 5,7

Quelle: Bialonski, W.; Vanck, P.; Schulze, K.; Wakob, H.: Spezifischer Energieeinsatz im Verkehr, Forschungsbericht 90 247/88 des Verkehrswissenschaftlichen Instituts der RWTH Aachen im Auftrag des BMV, Bonn / Aachen 1990.



Tipps: Geduld und Gelassenheit

Unnötiges ausladen. Reifendruck kontrollieren, gerne 0,2-0,4 bar mehr
Ski-, Rad-, Gepäckträger abbauen wenn sie nicht genutzt werden

Ohne Gas starten. Aus unteren Drehzahlbereich mit (fast) Vollgas raus!

Immer früh hochschalten. Bei Abschaltautomatik Leerlauf vermeiden

Möglichst immer im höchsten Gang fahren – schont eigentlich alles

Mit Weitblick fahren, überflüssiges Bremsen vermeiden, konstant fahren

Nie Motor unnötig laufen lassen – beim Warten Motor aus (10s - Regel)

Klimaanlagen kosten: 0,1-2,0 Liter zusätzlich je 100 km und Strecke

Unbedingt: 6-Gang statt 5-Gang Getriebe

Leichtlauföl und Leichtlaufreifen. Immer.

(Ggf. teure Benzinsorten kaufen: Evtl. kostenneutral, aber CO₂-senkend)

Was würden Sie eigentlich bei 2,50 € je Liter machen?
(Oder dann, wenn jeden Monat 4 Cent dazukämen)?

Quellen: Diverse, BUND, VCD (www.vcd.org), Automobilfirmen, BMWi, etc.



Was könnte nachhaltig sein?

Sonne liefert 178 000 TW, Photosynthese 100 TW, Menschen nutzen technologisch ca. 10-12 TW im Jahr (aber über 90 % fossil)
Primärenergieverbrauch in D.: Etwa 14 EJ/a = 5 550 Liter Erdöl p.c. p.a.
d.h. Verbrauch in Deutschland senken, in Entwicklungsländern erhöhen.
Ca. 1000 Liter pro Kopf und Jahr nur für Verbrennungsmotoren
Verkehrsanteil: 2007 ca. 30 % , ca. 1600 Liter p.c. p.a. insgesamt
Die Welt würde (von Kohlenstoff und CO₂ aus betrachtet) es **wohl** verkraften, wenn jeder Mensch 30 - 40 GJ jährlich nutzen würde
Das wären vielleicht 10 000 kWh/a = ca. 1 kW: Die **1 kW-Gesellschaft**:
1000 Watt für jeden, ständig (= ca. 10 Energie-Sklaven á 200 Watt).
Das wären etwa 1000 Liter Erdöl p.c. p.a.- insgesamt für alles.
Für Deutschland wären das ca. 2,5 EJ/a, **ca. 80 % weniger** als heute.

Heutige Bedürfnisse erfüllen, künftige Bedürfnisse nicht unmöglich machen.

Literatur: DÜRR, Hans Peter (www.gcn.de)



Fazit: Energieketten. Effizienz und Suffizienz

Energie wird umgewandelt. Exergie wird reduziert, Entropie wird erhöht.

Bei Energieketten immer Abgrenzungen und Wirkungsgrade beachten:

Primär- , Sekundär-, End-, Nutzenergie und Energiedienstleistung.

FAZIT: Umwandlung optimieren (**Effizienz**), keine unnötige Umwandlung (**Suffizienz**). Effizienz können wir, Suffizienz lernen wir.

Suffizienz ist nicht Verzicht, sondern ein Gewinn an Lebensqualität (!)

Fossile Energie wird knapper. Was knapper wird, wird tendenziell teurer.

Es wird garantiert immer irgendwo Erdöl geben - nur zu welchem Preis?

Die drei Zukunftsfragen sind: Wann wird es wie teuer sein, wie verläuft der Anstieg, wer kriegt das Geld?

Und damit geht es um Zukunft - die aber ist offen.
Raten - Prognostizieren - Wetten: Ich setze echtes Geld:

2030 kostet ein Liter Benzin *nominal mehr als 5,00 € (real > 2,50 €₍₂₀₁₀₎)*

