

Nachhaltigkeit - Sustainability

Th. Carolus

Institut für Fluid- und Thermodynamik



Universität Siegen
Germany

WS 2018/19

**Gott, der Herr, nahm also den Menschen und setzte ihn
in den Garten von Eden, damit er ihn bebaue und hüte.**

(aus der christlichen Bibel 1. Buch Moses (Genesis) 2, 15, Einheitsübersetzung)



Jan Brueghel der Ältere (1568-1625)

Nicht mehr Holz schlagen als nachwächst.

(Eingeführt in der deutschen Forstwirtschaft im 18. Jahrhundert)



Sustainable Delevopment (Nachhaltige Entwicklung)

4

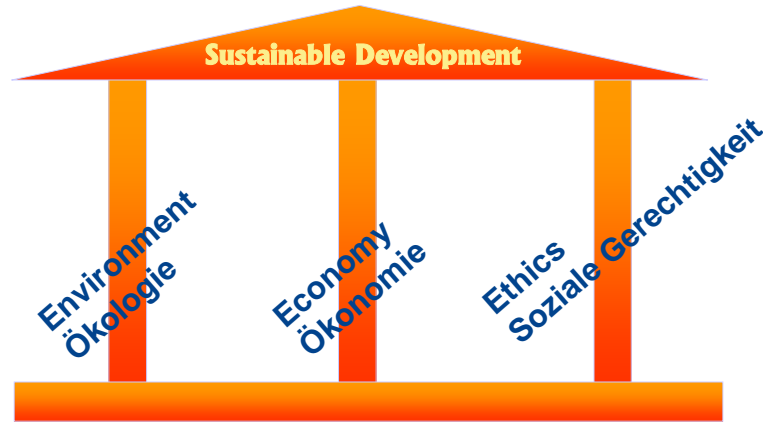
N03 052 M

Brundtland* Commission (1987) on Sustainable Development – Our Common Future

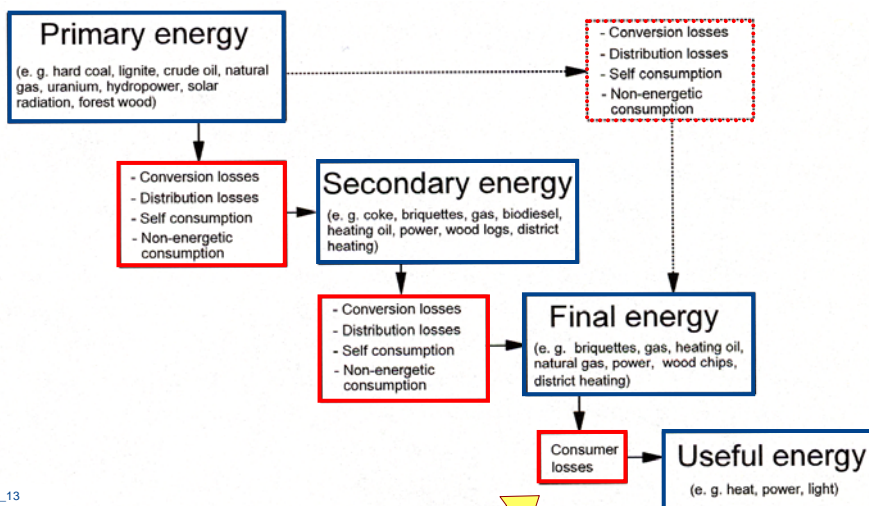
“Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generation to meet their own needs...”

*Gro Harlem Brundtland (Norwegian) chaired in 1987 the World Commission on Environment and Development





© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen



© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen

r_13

From: M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese (editors): Renewable Energy, ISBN 978-540-70947-3, Springer 2007

- 1 kWh = 3,6 MJ
- A 1000 MW thermal power plant running for 1 year (= 6000 h) produces

6.000.000.000 kWh = 6 TWh

Remember:

k = Kilo = 10^3
 M = Mega = 10^6
 G = Giga = 10^9
 T = Tera = 10^{12}
 P = Peta = 10^{15}
 E = Exa = 10^{18}

With 1 kWh of electric final energy one can ...

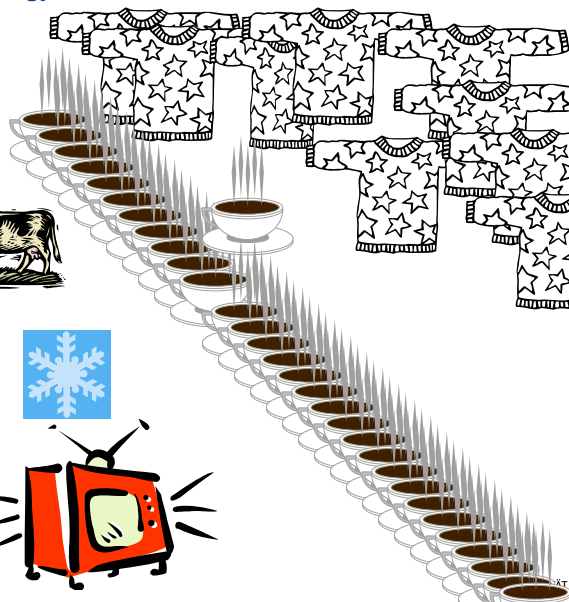
... iron 15 shirts

... cook 70 pots of coffee

... cook one meal for 4 people

... run a modern refrigerator for 5 days (150 l, efficiency class A+++)

... watch TV for 23 hours (modern LED screen)





The rated power consumption of the BMW i3 is 14.3 kWh/100 km



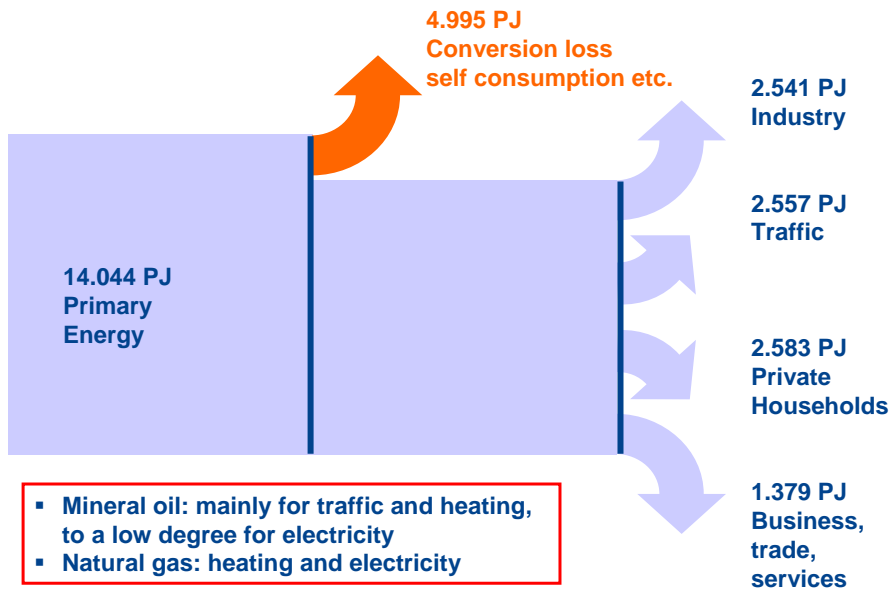
For operating 3 ICE's a power of 24 MW is required,
provided e.g. by a hydropower plant at the river Danube
owned by the Deutsche Bundesbahn

Utilization of Primary Energy in Germany (2010)

11

N03 052 M

© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen



German Federal Ministry of Economics and Technology

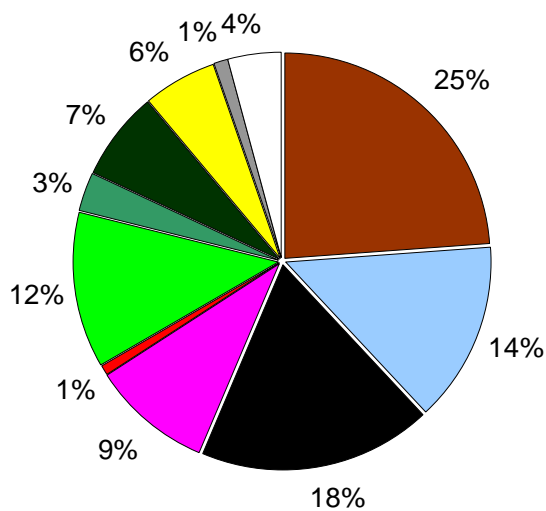
UNIVERSITÄT SIEGEN

Stromproduktion in Deutschland 2015 (vorläufig)

12

N03 052 M

© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen

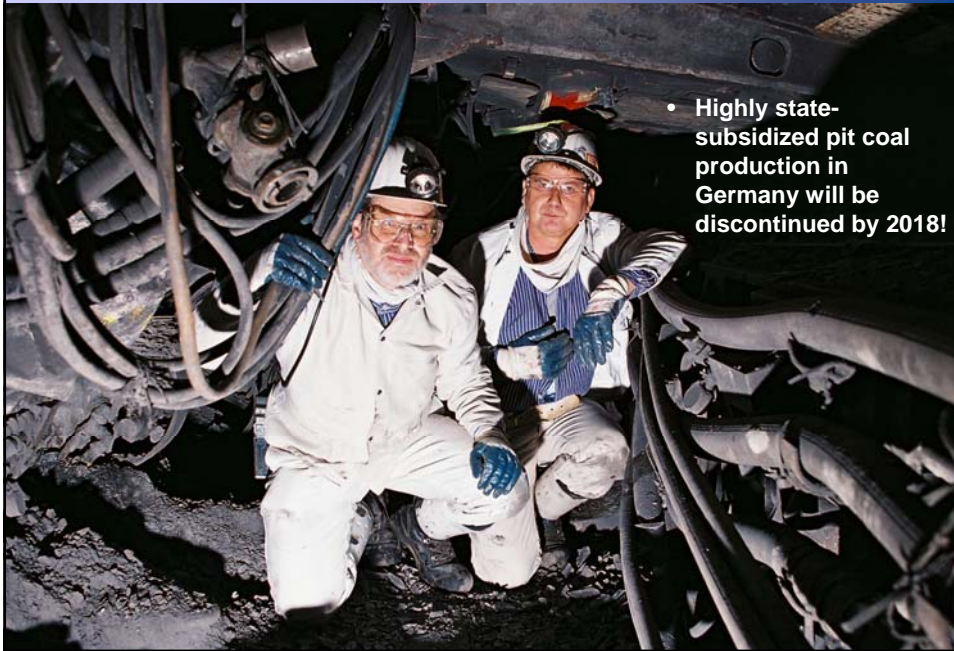


25 % Braunkohle
 14 % Kernenergie
 18 % Steinkohle
 9 % Erdgas
 1 % Mineralölprodukte
 12 % Windkraft
 3 % Wasserkraft
 7 % Biomasse
 6 % Photovoltaik
 1 % Hausmüll
 4 % Übrige Energieträger

Total in 2015: 645,6 TWh

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Erzeugung/Tabellen/Bruttostromerzeugung.html>

UNIVERSITÄT SIEGEN



- Highly state-subsidized pit coal production in Germany will be discontinued by 2018!

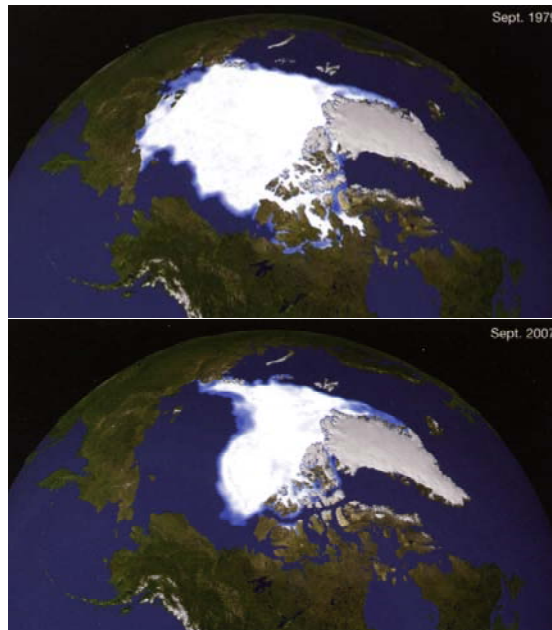


- Lignite is considered as important non-import primary energy – although its severe environmental impact.



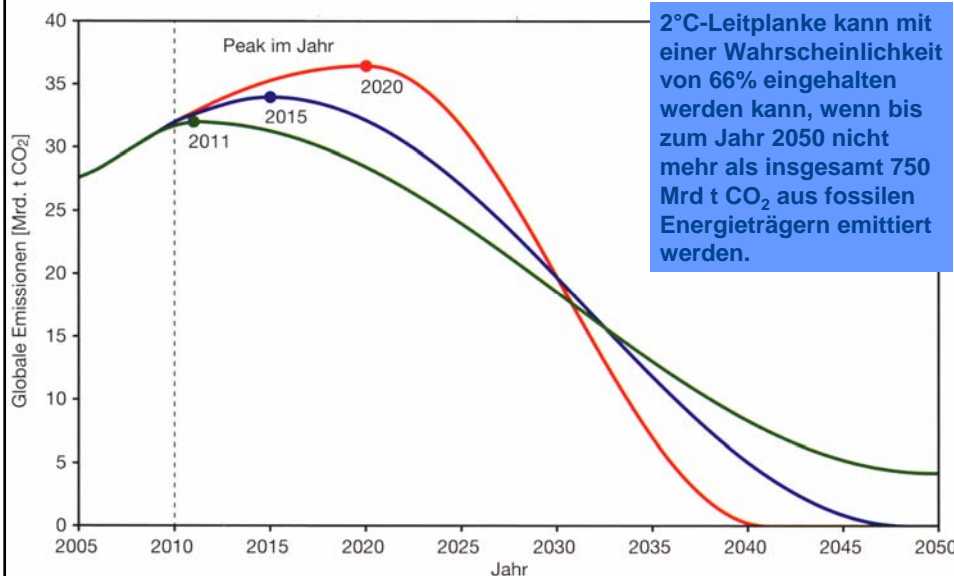
June 30, 2011: 13th amendment of the national Nuclear Power Act:

- to discontinue operation of 8 German nuclear power plants (Note: Earthquake in Fukushima on March 11, 2011)
- to shut down the remaining 9 nuclear power plants not later than 2022

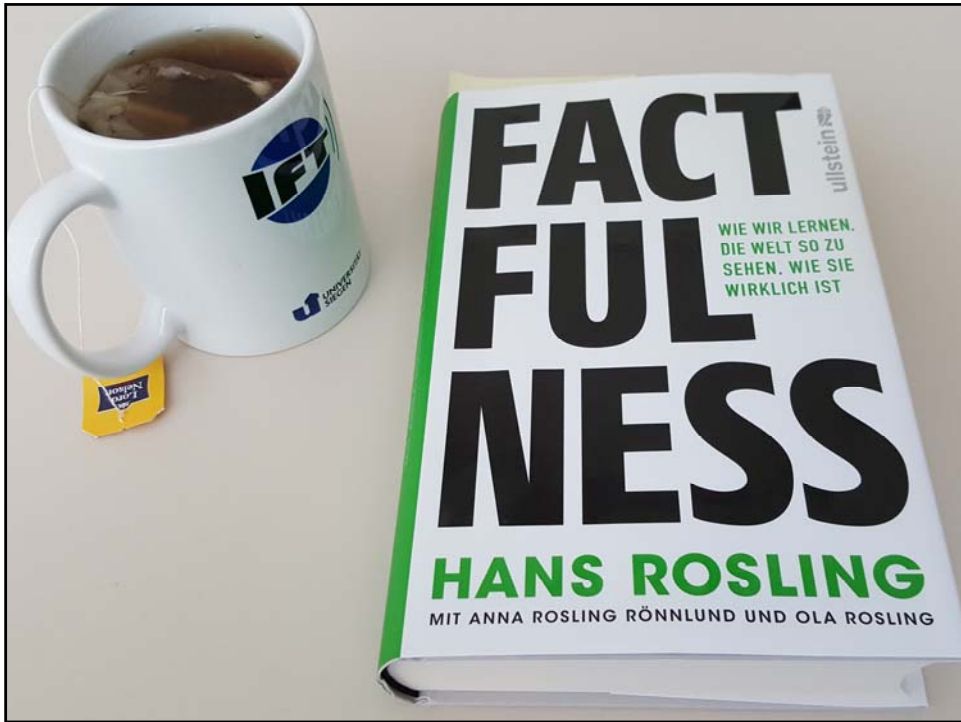




Beispiel: CO₂-Globalbudget



Quelle: WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen).
Factsheet Nr. 2/2009

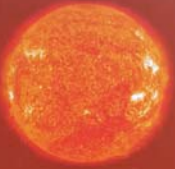


Klimapolitik 20
N03 052 M

WISSEN


C.H.BECK

Ottmar Edenhofer
Michael Jakob
KLIMAPOLITIK



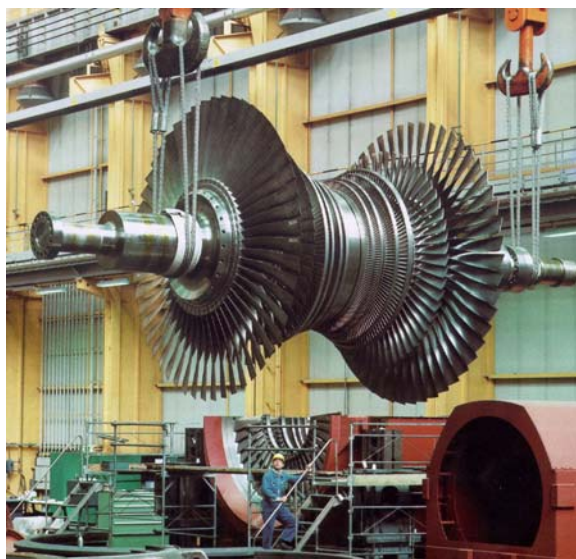
Ziele, Konflikte,
Lösungen

© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen

 UNIVERSITÄT
SIEGEN



Siemens Power Generation



Läufer der Niederdruck-
dampfturbine Typ ND41;
Endschaufellänge: 1,05 m

Aus: ABB Firmendokumentation
Nr. CH-KW 2502 90 D





© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen

- **Installierte Leistung: 14.000 MW**
- **20 Maschinensätze**
- **durchschnittliche Wasserführung: 9.700 m³/s**
- **Staudammlänge: 7,76 km**
- **1997: 90 Mrd. kWh ⇒ 30 Mio. Privathaushalte à 3000 kWh/a**

Aus: Itaipu Binacional, siehe auch: rp@itaipu.gov.br





First German Offshore Wind Farm Alpha-Ventus in the North Sea

26

N03 052 M



- 12 x 5 MW wind turbines → Total nominal power: 60 MW
- In service since April 2010
- Amount of power generated over the projected

*H.-J. Wagner, Energiesysteme und Energiewirtschaft, Univ. Bochum, 2010,
see also VDI-Nachrichten vom 10.10.2010*

- Wind and solar power are not reliable
→ new storage systems (and technologies?)



Pump storage station Goldisthal

Werkzeug „Ökobilanz“

Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) nach DIN-EN-ISO 14040, 2006:

- Analyse der Umweltwirkungen von Produkten
- über den gesamten Lebensweg („von der Wiege bis zur Bahre“)

Dabei zählen Ressourcenverbrauch und Emissionen zu den Umweltwirkungen!

Kumulierter Energieaufwand (KEA), VDI-Richtlinie 4600:

- Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwandes für die Herstellung, bei der Nutzung und für die Entsorgung

Energetische Amortisationszeit (EAZ):

- Zeit, die man braucht, um die Energie mit der Maschine oder Anlage zu erzeugen, die zu ihrem Bau nötig war

Kumulierter Energieaufwand (KEA) und energetische Amortisationszeit (EAZ) 29
für verschiedene Anlagen der elektrischen Energieerzeugung

N03 052 M

	Kummulierter Energieaufwand KEA (ohne Brennstoff) [kWh _{Prim} /kWh _{ej}]	Energetische Amortisationszeit EAZ [Monate]
Steinkohlekraftwerk (43% Wirkungsgrad)	0,29	3,6
Braunkohlekraftwerk (40% Wirkungsgrad)	0,17	2,7
Kombikraftwerk (GuD) mit Erdgas (57,6% Wirkungsgrad)	0,17	0,8
Kernkraftwerk	0,07	2,9
Photovoltaik amorph	0,62	71
Windturbine bei 4,5/5,5 m/s Windgeschwindigkeit	0,18/0,08	16,4/7,3
Wasserkraftwerk (3,1 MW)	0,05	13,7

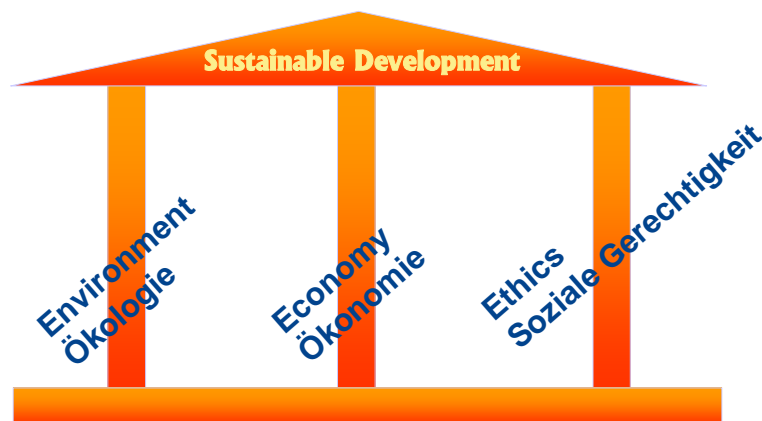
Marheineke, Inst. für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Univ. Stuttgart, 2002



Aber welche Technologie ist wirklich nachhaltig?

30

N03 052 M



© Copyright Institut für Fluid- und Thermodynamik - Universität Siegen

