

NATUR KONGRESS BASEL

19. Februar 2009

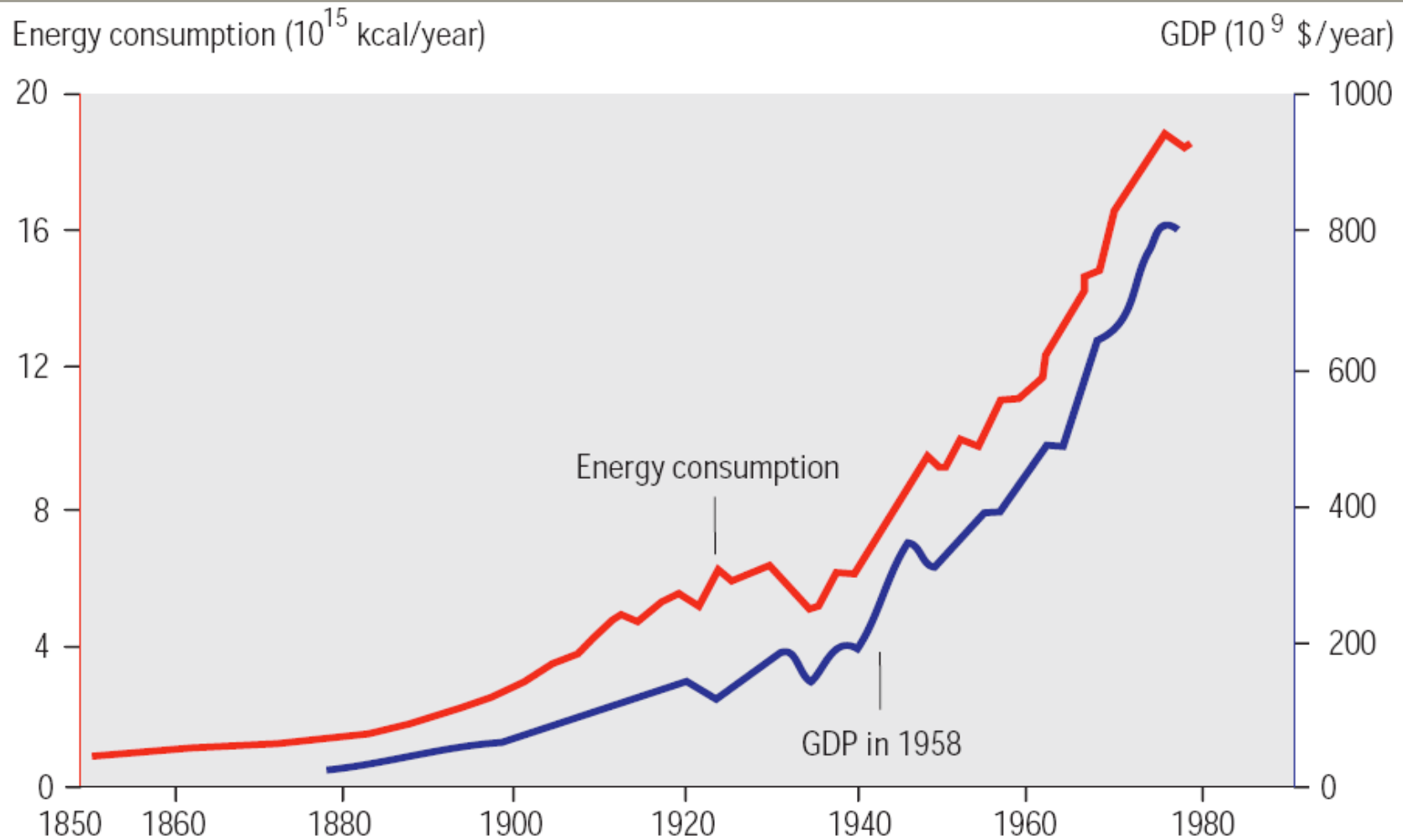
Natur der Energie. Energie der Natur

Ernst Ulrich von Weizsäcker

**Co-Chair, International Panel for
Sustainable Resource Management**

Das Paradigma der Moderne Energieverbrauch steigt parallel zum Wirtschaftswachstum

(USA Daten. Quelle: Global Commons Institute, London)



Das Paradigma der Moderne: Energieverbrauch steigt parallel zum Wirtschaftswachstum

Über Energie und Natur zu sprechen, bietet eine Chance, der ideologischen Fixierung dieses Paradigmas zu begegnen.

In der Natur wird nämlich der Energiedurchsatz **nicht maximiert.**

Abnahme der Energieintensität in der Evolution

**Energie-
intensität**

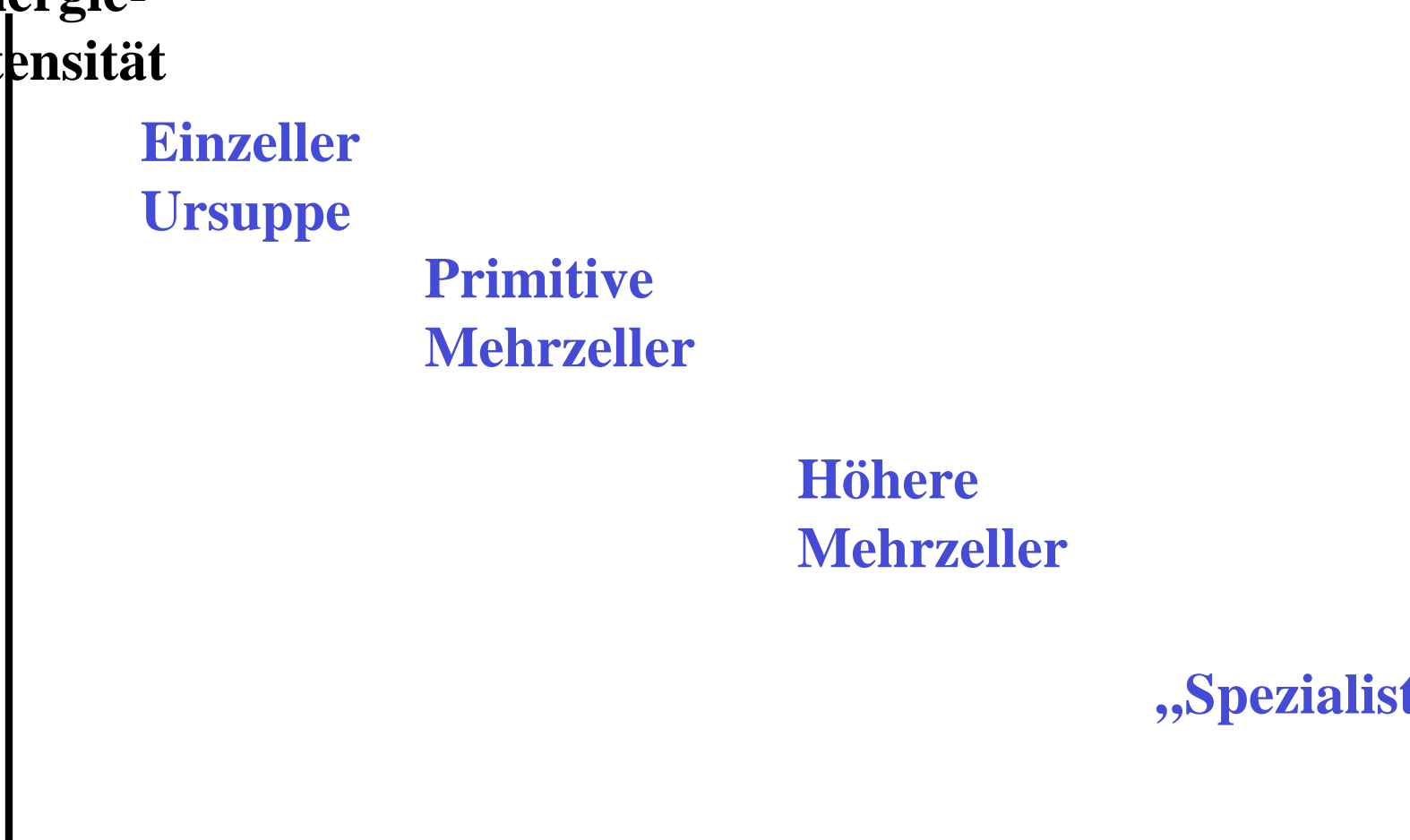
**Einzeller
Ursuppe**

**Primitive
Mehrzeller**

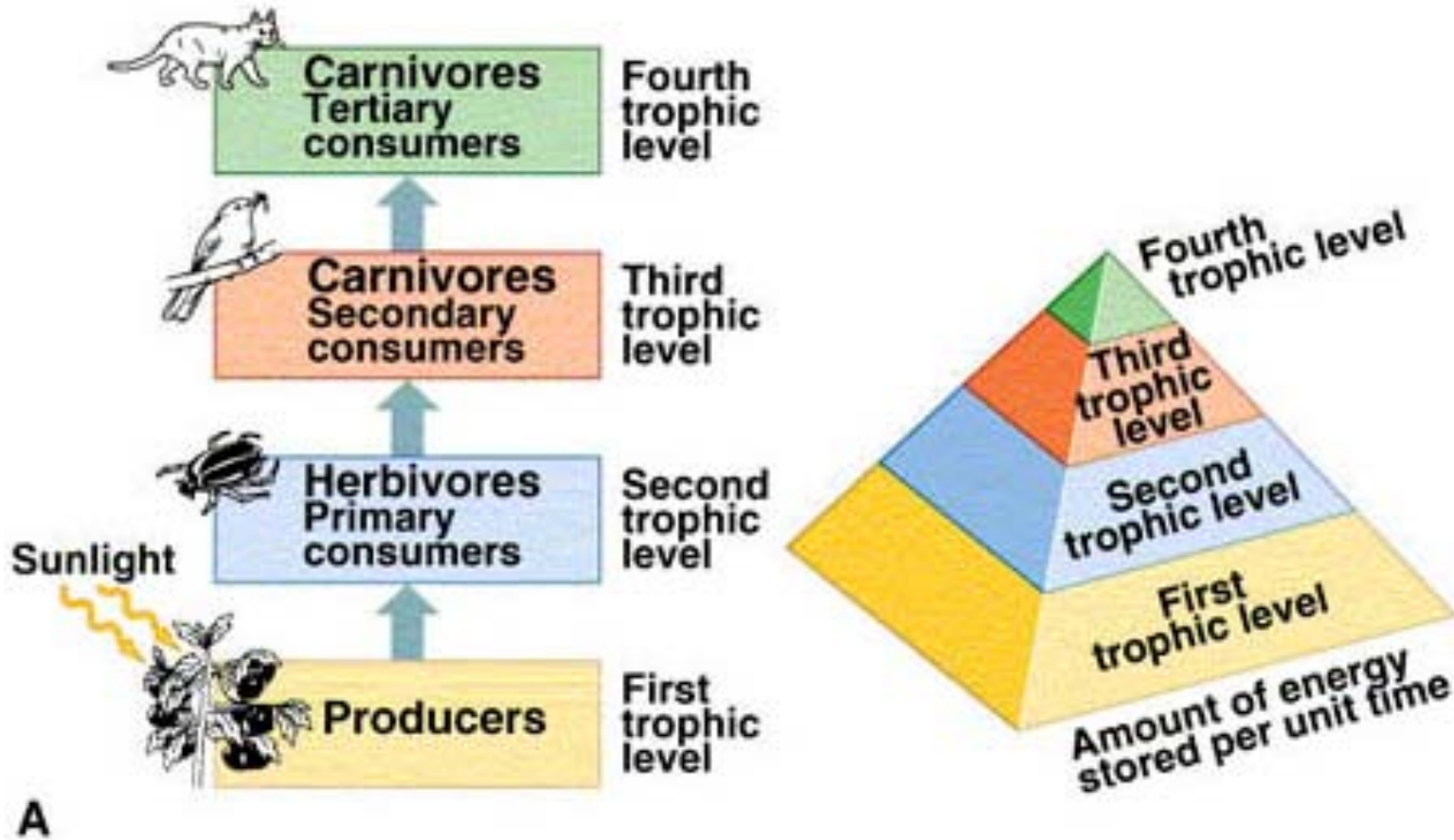
**Höhere
Mehrzeller**

„Spezialisten“

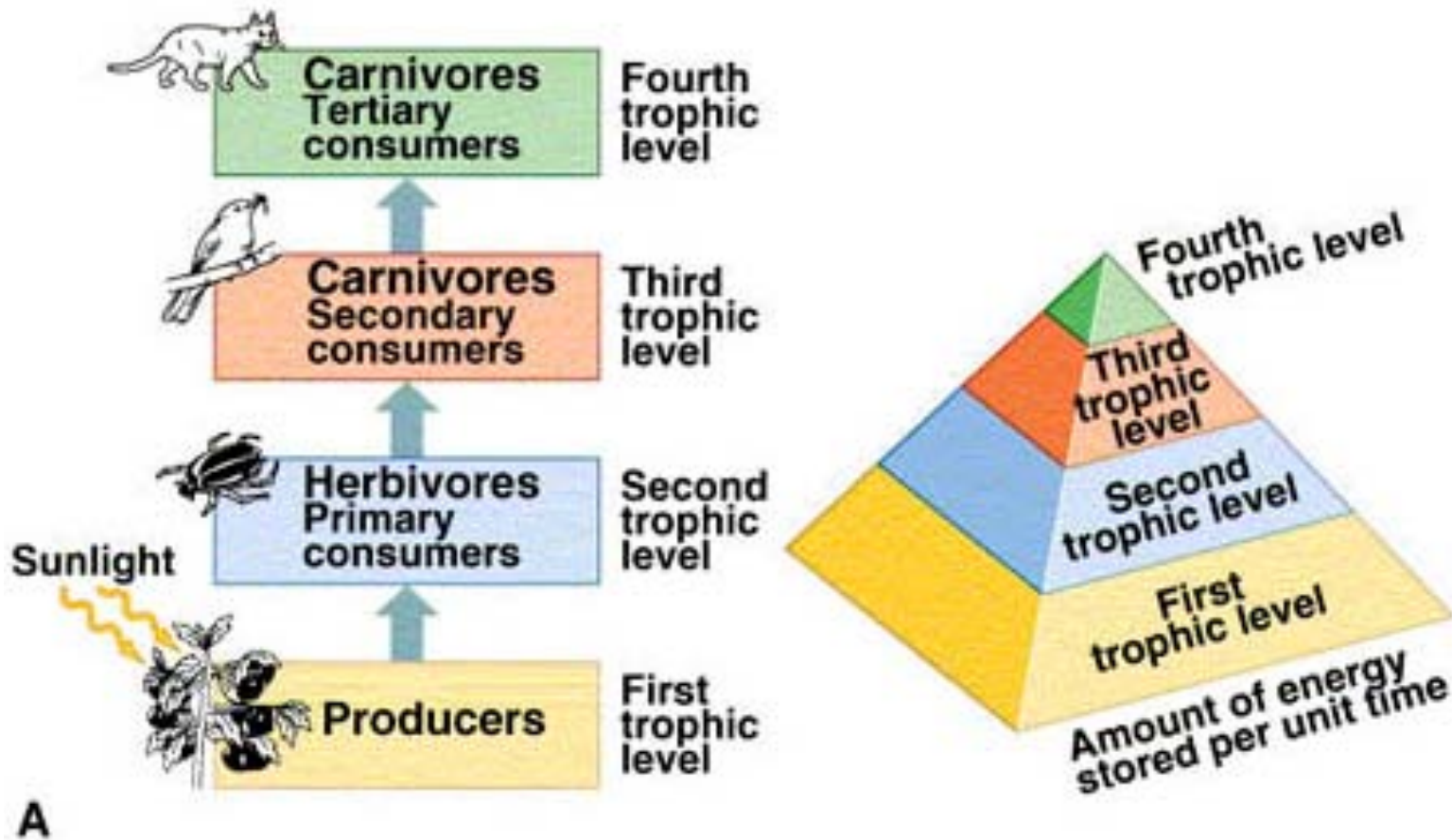
Komplexität



Abnehmende Energieintensität in der Nahrungspyramide



Abnehmende Energieintensität in der Nahrungspyramide (allerdings kann man hier einwenden, dass die Karnivoren auf dem Energieüberschuss der Pflanzen und Pflanzenfresser ‚parasitieren‘)



**Gewiss gibt es aber in der
Evolution einen ständigen
Wettbewerb um höchste
Energieeffizienz.**

Frühe Autoren zur Energieeffizienz 1

The first effect of natural selection ... operating upon competing species will be to give relative preponderance (in number or mass) to those **most efficient in guiding available energy in the manner indicated** <into channels favorable to the preservation of the species>

Alfred J. **Lotka**. Contribution to the Energetics of Evolution. 1922. PNAS 8 p. 147-151

Im gleichen Papier zitiert er J. **Johnstone**. 1921, The Mechanism of Life. p 220:

Natural selection must work toward the weeding out of unnecessary and wasteful activities, and thus toward the conserving of free energy, or, what amounts to the same thing, **toward retarding energy dissipation.**

Frühe Autoren zur biol. Energieeffizienz 2

Jene Strukturen haben die geringste Schwierigkeit zu evolvieren, die ihre Zukunft **mit dem geringsten Energieaufwand** beeinflussen können.

Erich Jantsch. Die Selbstorganisation des Universums. 1978, S. 200

Primitive chemische dissipative Strukturen sowie primitive Organismen haben hohen Energiedurchsatz und *maximale Entropieproduktion als Stabilitätskriterium*. **Allmählich wird aber in der Evolution das Kriterium *minimaler Entropieproduktion pro Masseneinheit zum dominierenden Stabilitätskriterium*.**

Erich Jantsch. Die Selbstorganisation des Universums. 1978, S. 150 (prüfen!)

Computersimulation der Evolution:

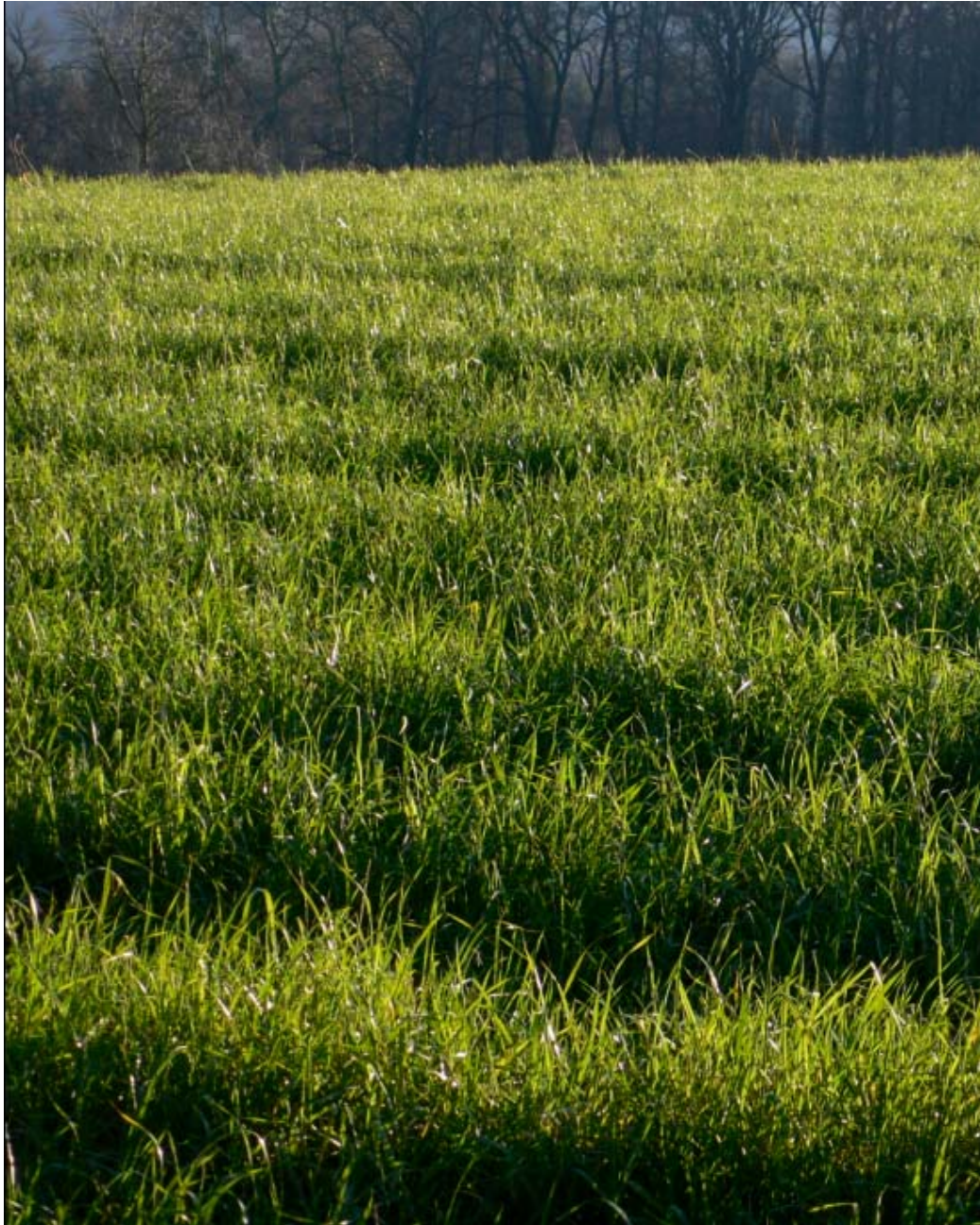
Verschiedene Computer-“organismen“ konkurrieren miteinander um das knappe Gut Energie. Sie werden mit hohen Reproduktionsraten belohnt, wenn sie Energie effizient nutzen. Sie erlangen auf dem Weg auch die Fähigkeit komplexer logischer Funktionen.

Diese Computersimulation belegt, dass Energieeffizienz und Entwicklung höherer komplexer Fähigkeiten Hand in Hand gehen.

Quelle: Richard Lenski et al. "The Evolutionary Origin of Complex Features," Nature, May 8, 2003.

**Auch ökologisch ist überhöhtes
Energieangebot schädlich.**

**Ein schlagendes Beispiel ist die Artenarmut
überdüngter Wiesen im Vergleich zu
„Magerwiesen“**



Gut gedüngte Kunstwiese

© Paul Imbeck



Die Magerwiese:

**Gut 6 mal so viele
Arten wie auf
gedüngten Wiesen**

©Andreas Erhardt, Universität Basel

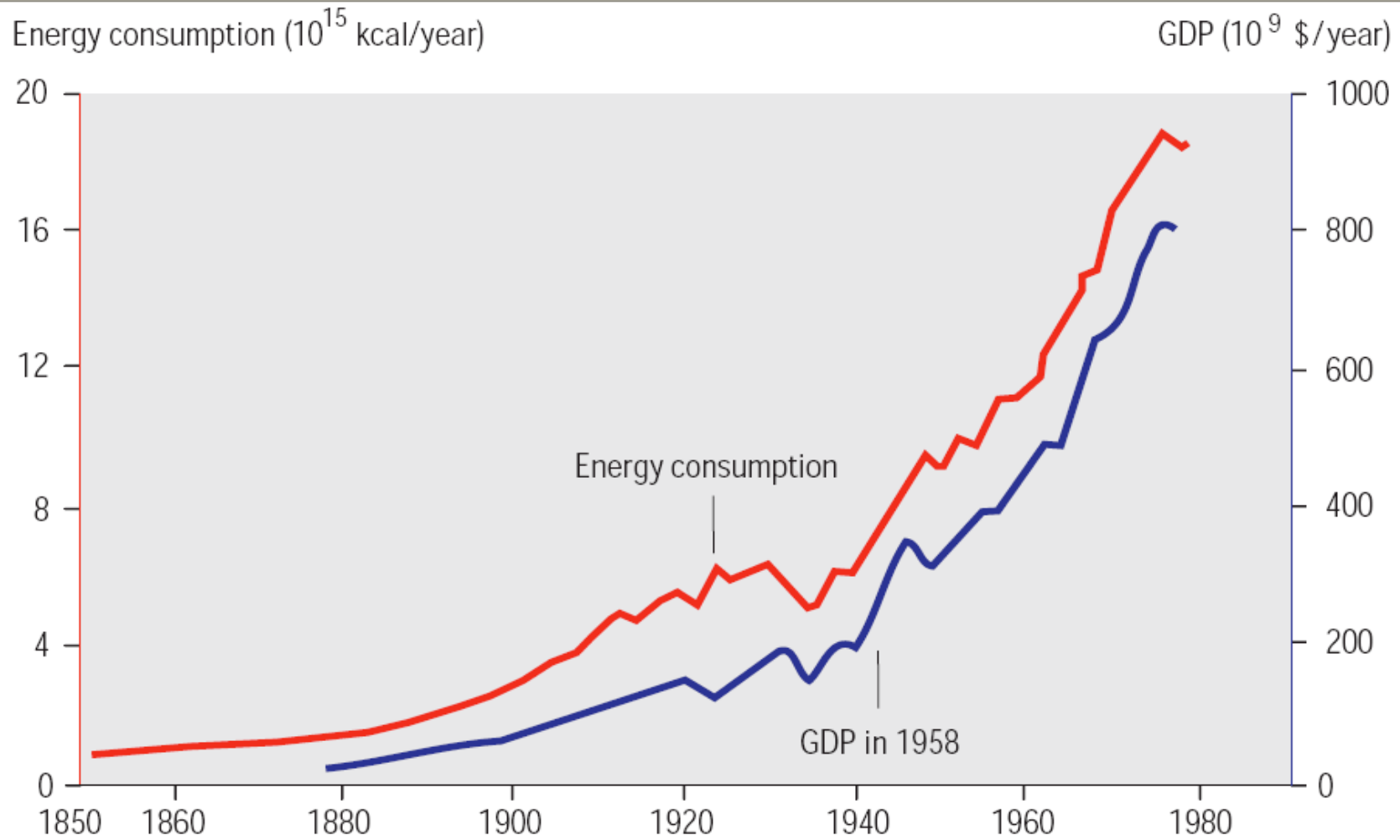
Meine zentrale Behauptung lautet:

Geringer spezifischer Energiedurchsatz bzw. hohe Energieeffizienz sind Zeichen von hoher Entwicklung.

In der Natur scheint dies empirisch belegt zu sein.

In der menschlichen Gesellschaft ist es eher ein neues Phänomen.

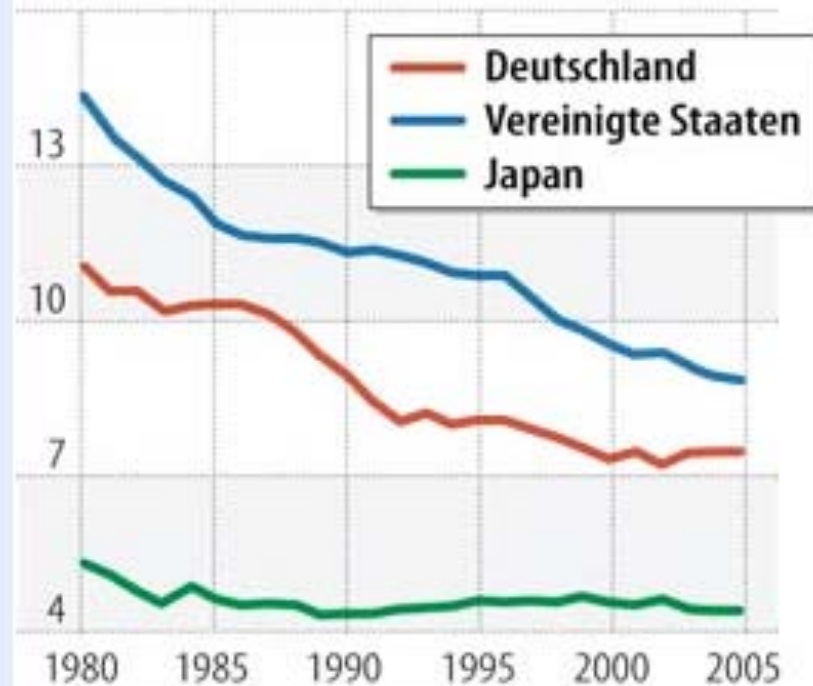
Dieses Bild zur Erinnerung



Erst seit den Ölpreiskrisen 1973 und 1978 sinkt die Energieintensität systematisch

Absolute Energieintensität

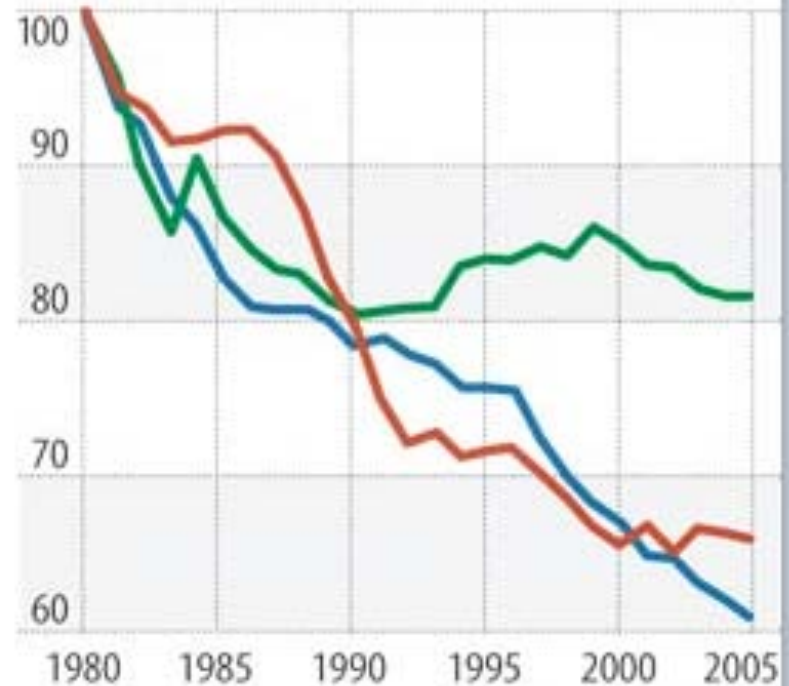
Energieeinsatz einer Volkswirtschaft geteilt durch das erwirtschaftete Bruttoinlandsprodukt



Quelle: Institut für Weltwirtschaft Kiel

Relative Energieintensität

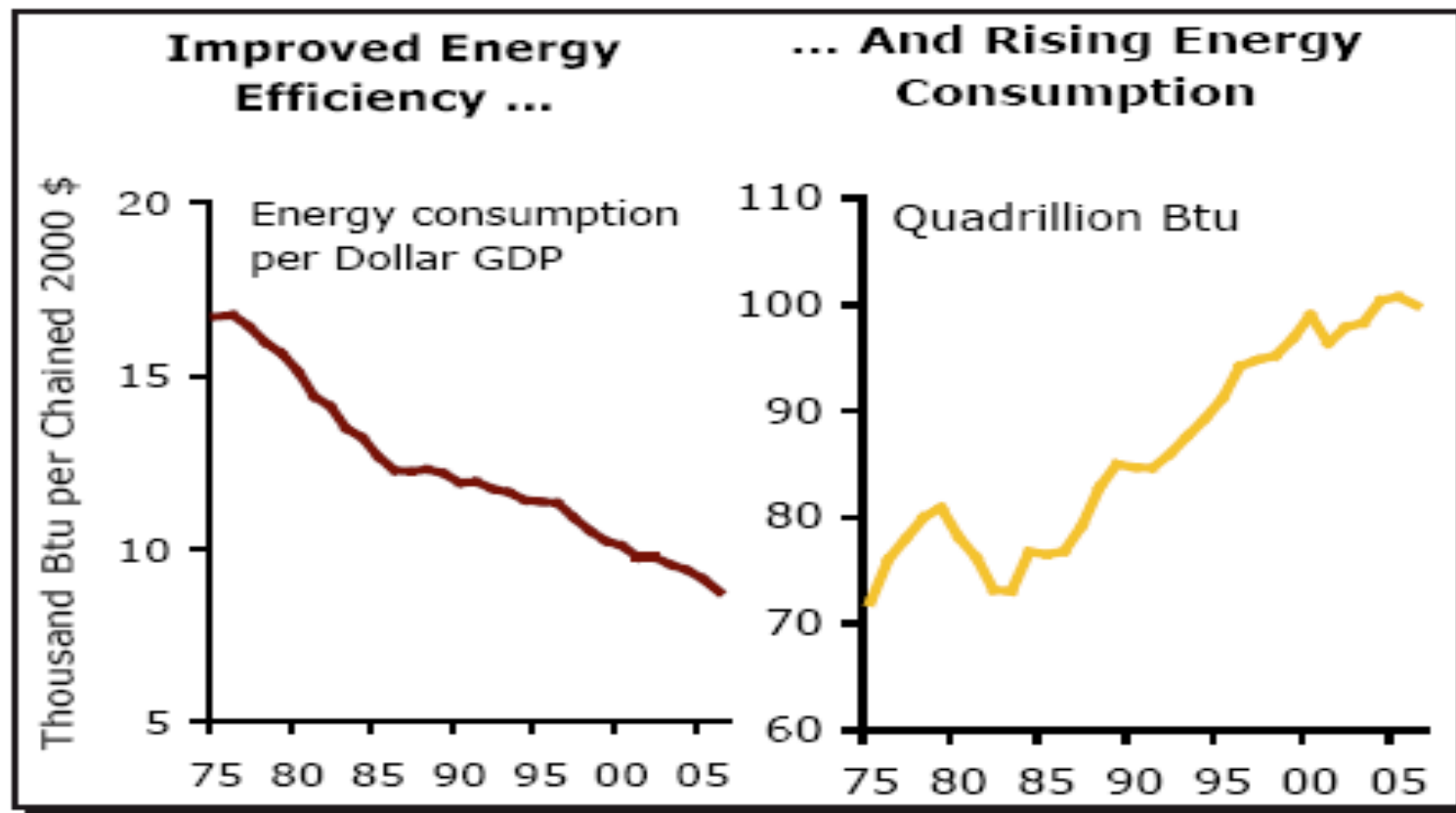
Index für das Jahr 1980 = 100



F.A.Z.-Grafik Walter

Gleichwohl stieg in den USA der Energieverbrauch!

Americans Efficiently Consume Ever-Increasing Amounts of Energy



Source: EIA

Kalifornien hat den Energieverbrauch stabilisiert; die Energieproduktivität ist dort doppelt so hoch wie in den USA

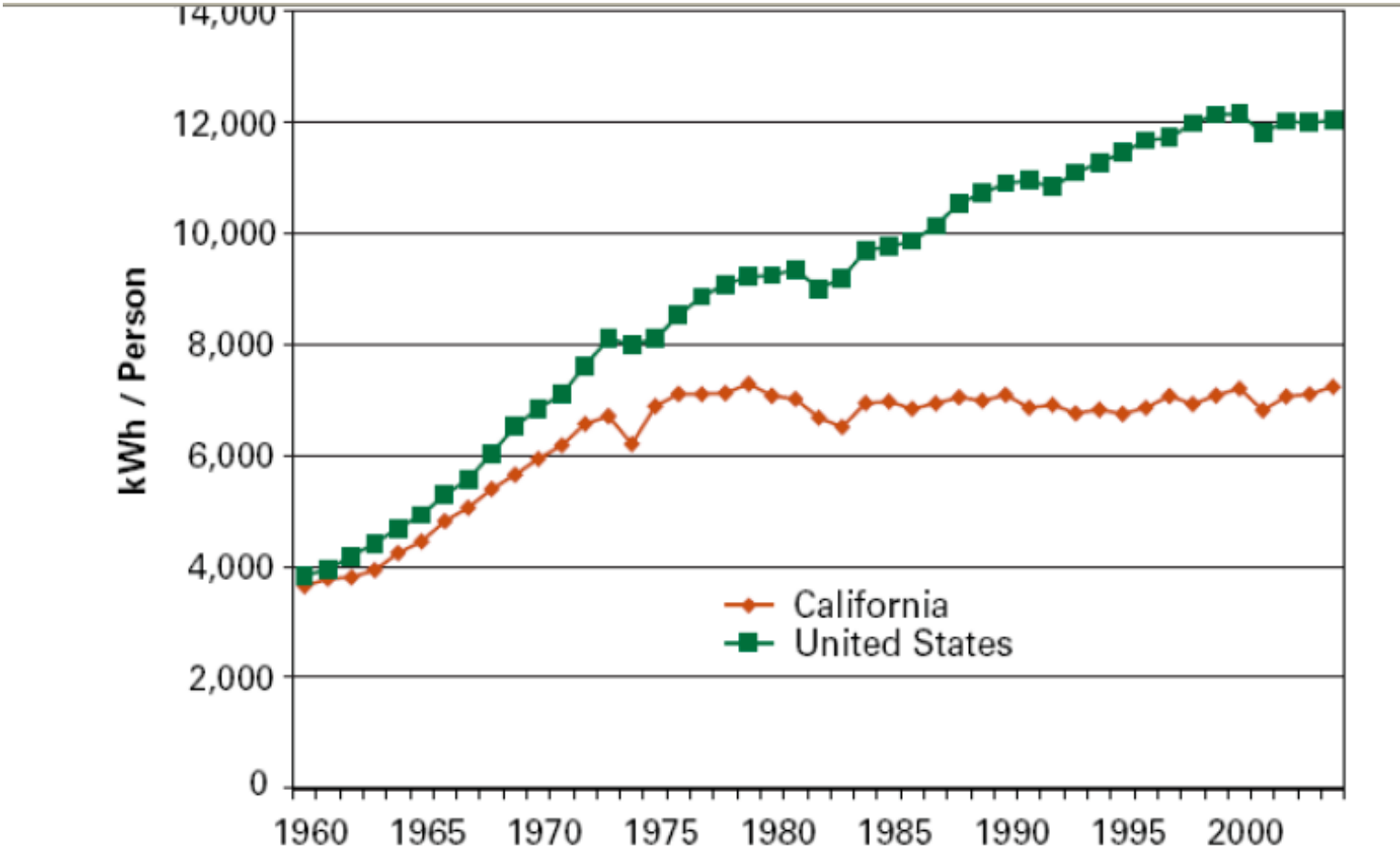


Figure 8. Per capita electricity use in California and the U.S., 1960-2004 (California Energy Commission & California Public Utilities Commission, 2006).

(Die gegenwärtige Finanzkrise in Kalifornien hängt damit nur indirekt und ironisch zusammen:

Kalifornien wurde mehr und mehr high tech Land, immer attraktiver für Reiche.

Grundstücksentwicklung und -Spekulation trieb hier die schlimmsten Blüten.

Bei den Wahlen im Staat dominierten die Republikaner, die sich strikt gegen Steuererhöhungen wehren.)

Wie sieht die Zukunft aus?

Ich vermute, dass ein **Faktor Vier** der Erhöhung der Energieproduktivität das allermindeste sein wird, was unsere Zivilisation bis 2050 erreicht.

Das Buch „Faktor Vier“ erschien 1995 und enthielt 50 Beispiele für eine Vervielfachung der Ressourcenproduktivität, davon 20 im Bereich der Energie.

Amory Lovins' "Hyperauto"

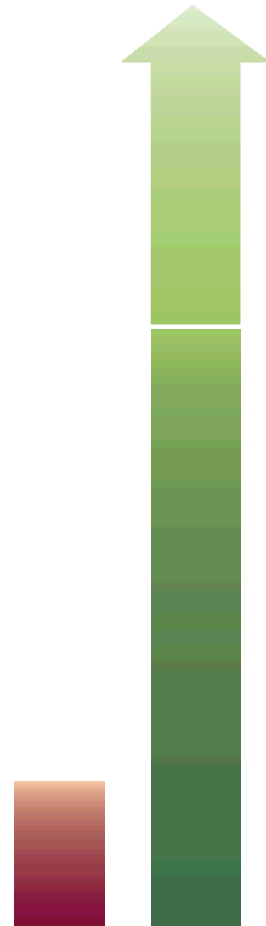
Today

Tomorrow



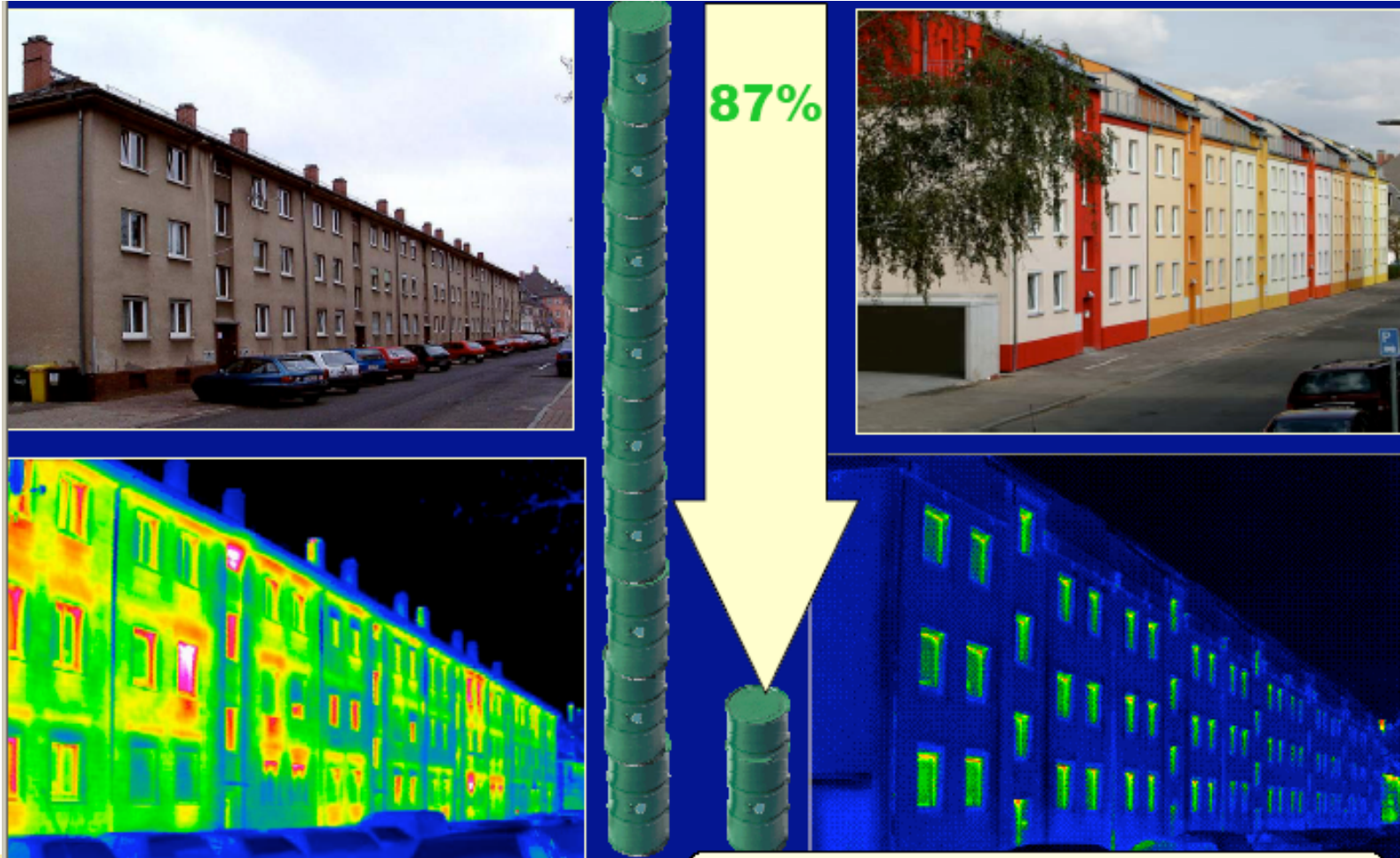
Energy and
material efficiency

Passivhäuser („Minergie“ in der Schweiz) zehnmal so energieeffizient wie Standardhäuser



**Energy and
material efficiency**

Auch Altbauanierung (Frankfurt): 87% Energieersparnis!



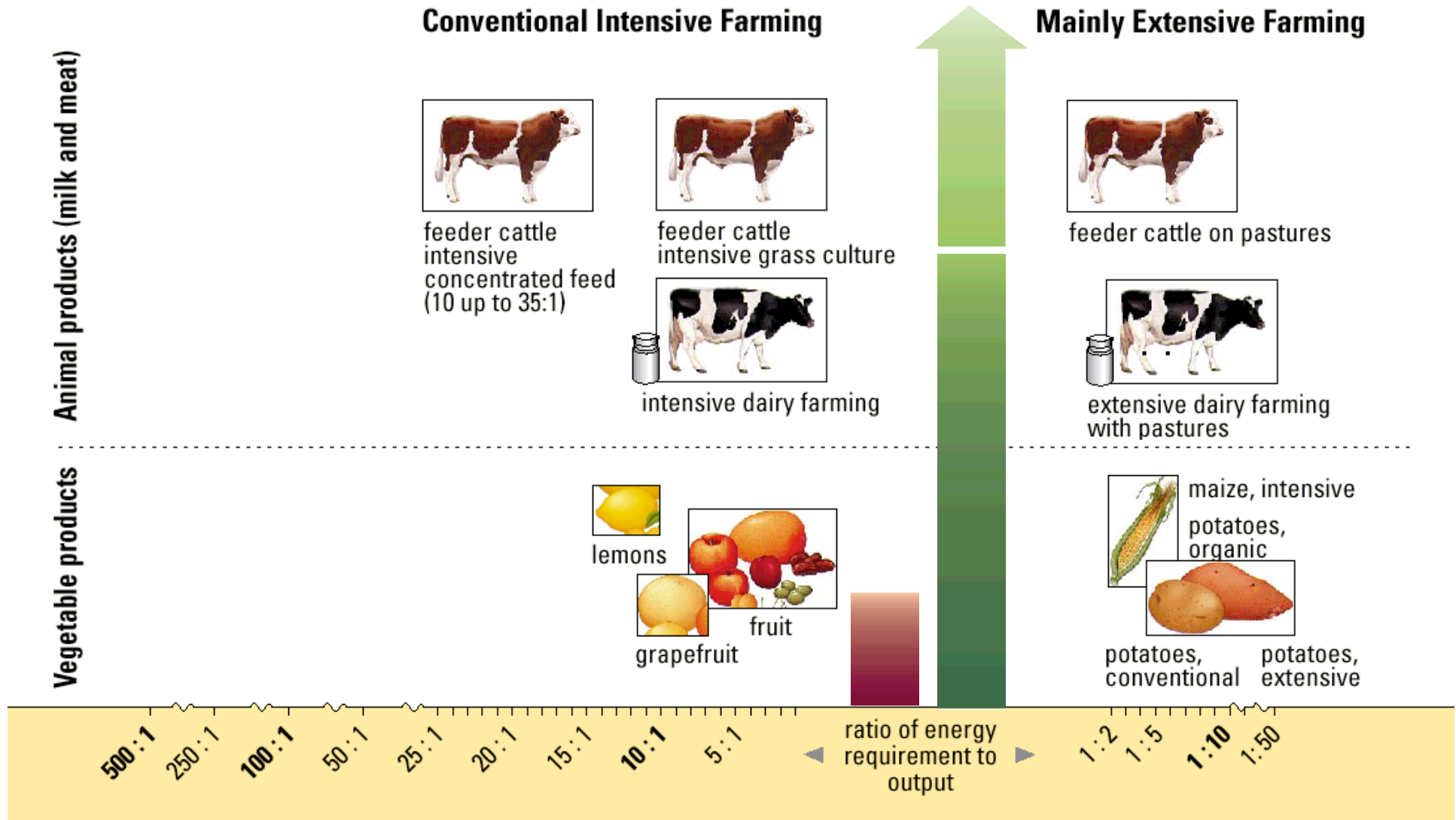
Oben: Sanierung
Unten: Thermogramme

LED statt Glühbirnen: ein Faktor 10 an Effizienz

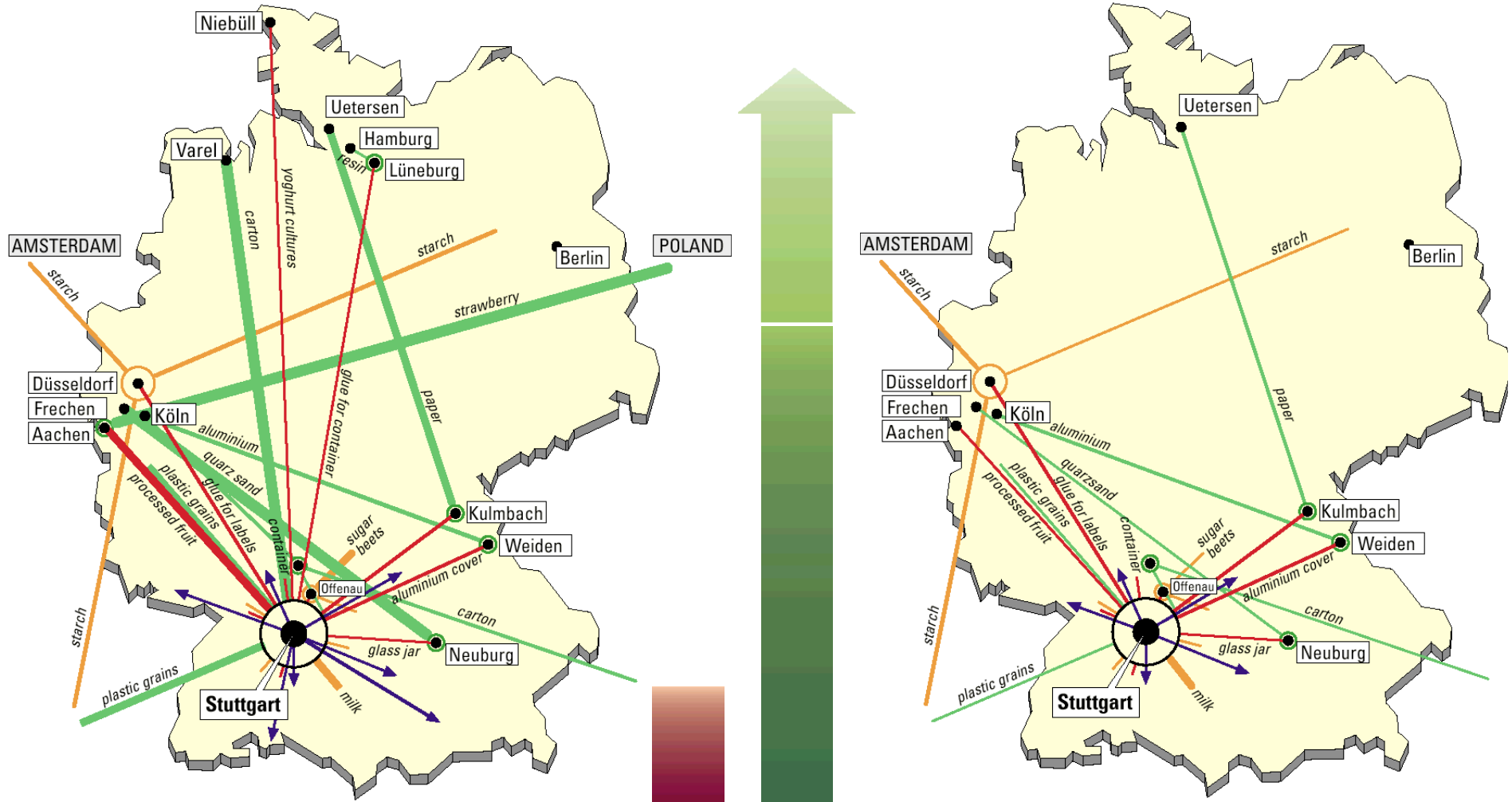


Energieeffizienz

Energieinput pro Kalorie im Essen



Stefanie Böge's Arbeit über Erdbeerjoghurt-Logistik

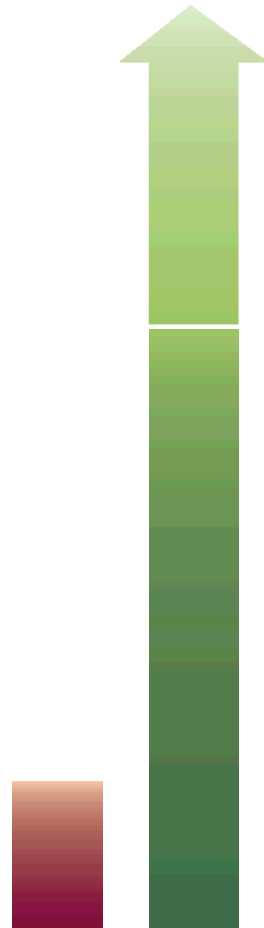


- manufacturer's supplies
- supplier's supplies
- catchment area
- manufacturer – distribution places

● — ●
from – to

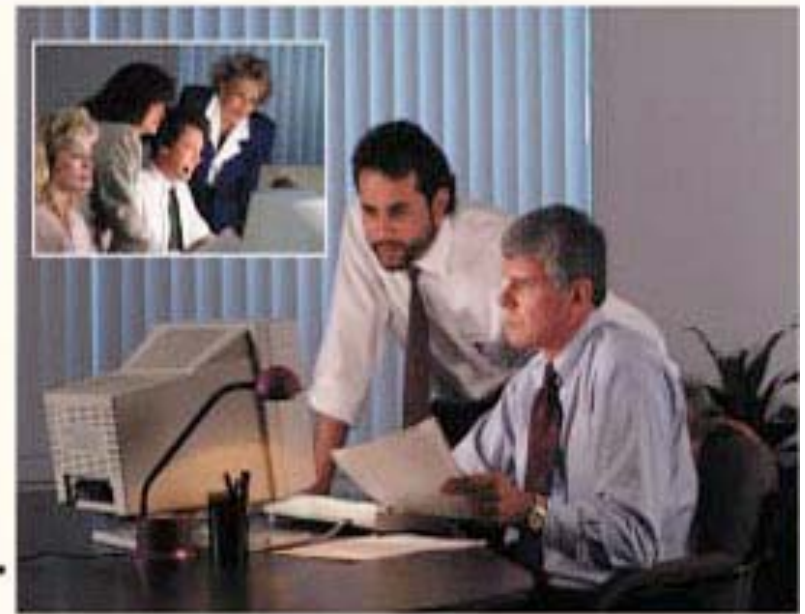
- supplies
- catchment area
- distribution area

Vom Siedlungsbrei zur verdichteten Bebauung



Space and energy efficiency

Videokonferenzen statt Dauerreiserei



**Energy- and material
efficiency**

Effizienzgewinne werden durch Konsum kompensiert: Der Rebound-Effekt

William Stanley Jevons beobachtete schon 1865 in **The Coal Question**, dass England's Kohleverbrauch hochschoss, nach dem James Watt seine kohleeffiziente Dampfmaschine eingeführt hatte.

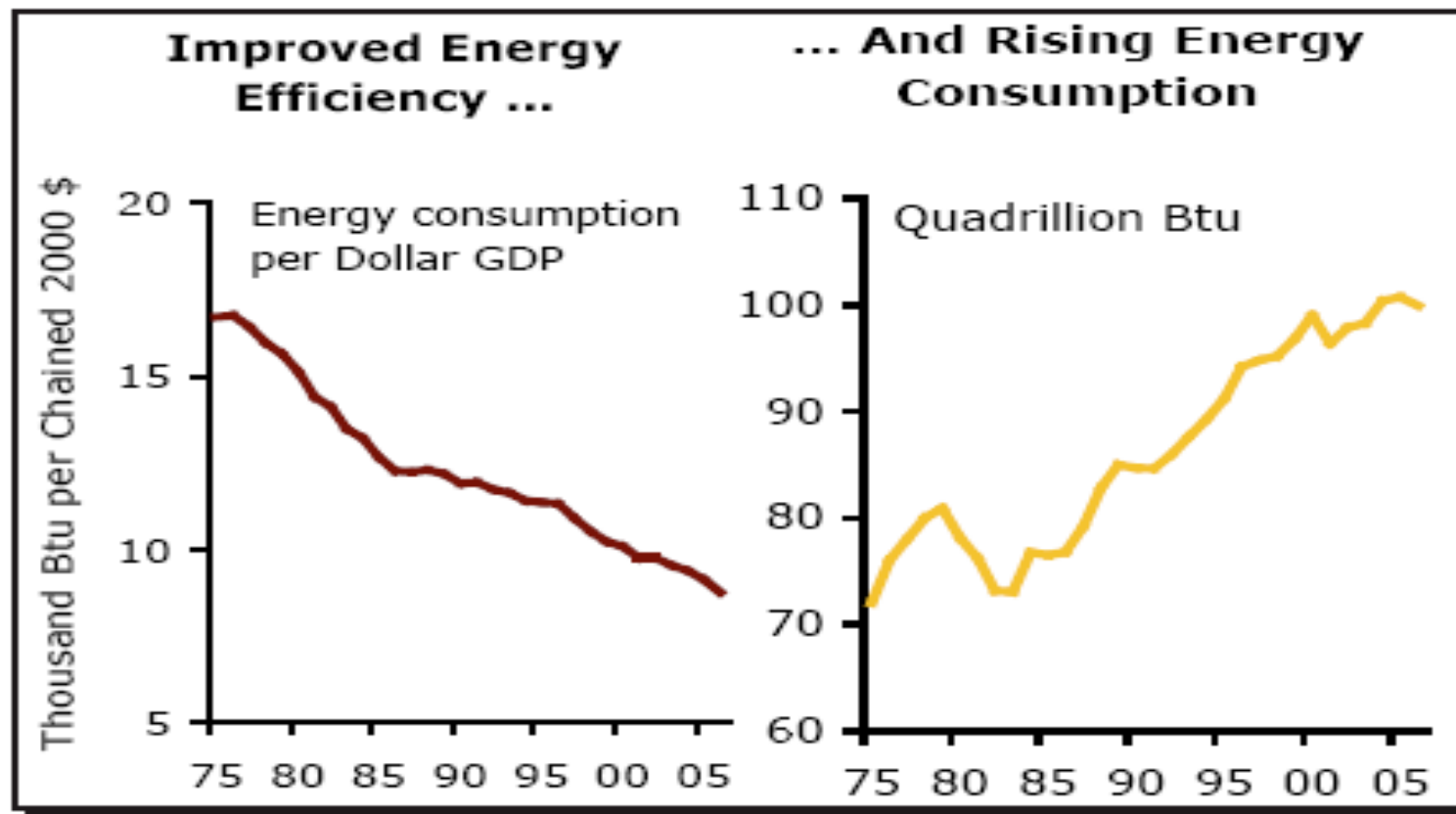


Seit den 1980er Jahren nennt man den Rebound-Effekt auch das **Khazzoom-Brookes Postulat**.

Daniel Khazzoom und Nel Brookes zeigten, dass die Effizienzgewinne der 1970er Jahre durch zusätzlichen Verbrauch weggefressen wurden, vor allem, als die Ölpreise purzelten.

Zur Erinnerung: Anstieg des Energieverbrauchs in den USA

Americans Efficiently Consume Ever-Increasing Amounts of Energy



Source: EIA

Ein neues Paradigma wird benötigt

Alt:

**Erhöhung
der Arbeits-
produktivität**

Neu:

**Erhöhung der
Ressourcen-
produktivität**

Wenn die **Arbeitsproduktivität** seit 1850 zwanzigfach gewachsen ist, warum soll dann nicht die **Ressourcenproduktivität** zehnfach bis 2100 und fünffach bis 2050 steigen?

**Was hat die zwanzigfache Steigerung der
Arbeitsproduktivität angestoßen?**

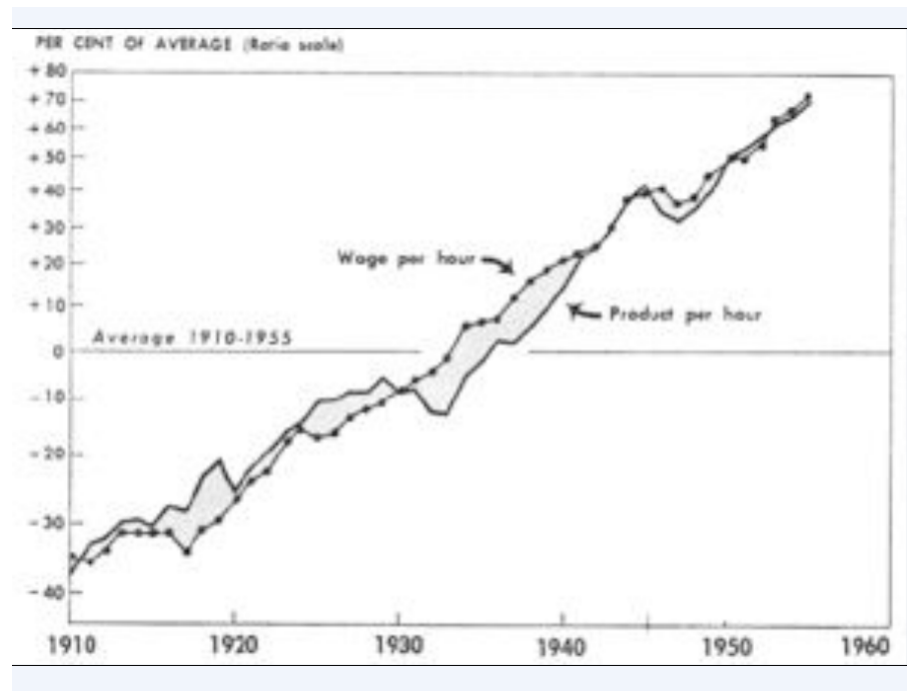
Ökonomen würden sagen: die Lohnkosten.

Und was hat die Löhne zwanzigfach steigen lassen?

**Ökonomen würden sagen: die Arbeitsproduk-
tivität**

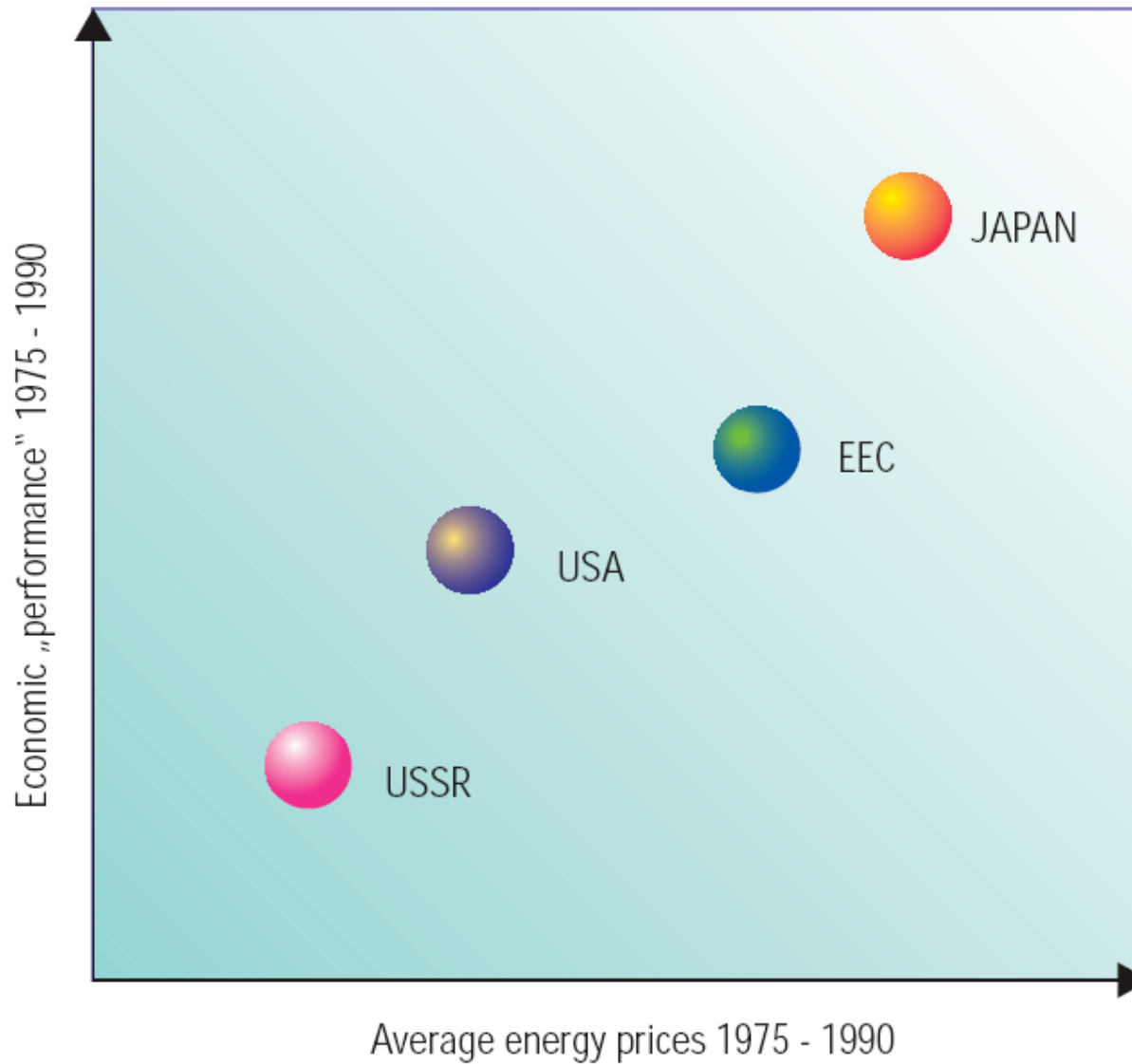
Die Arbeitsproduktivität stieg mit den Bruttolöhnen





Das legt eine Strategie nahe, die Energiepreise im Gleichklang mit der Energieproduktivität aktiv anzuheben

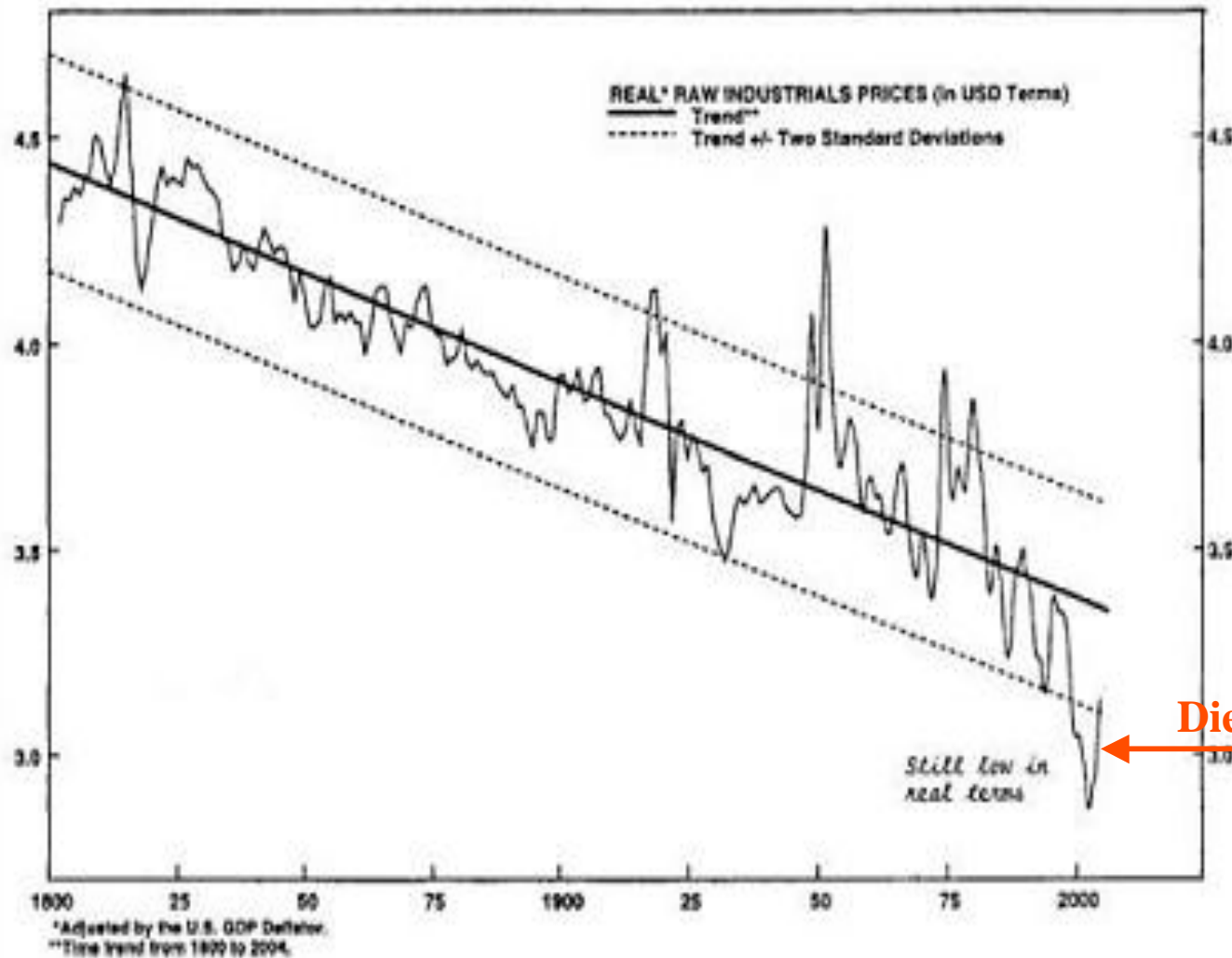
Hohe Energiepreise haben der Wirtschaft nicht geschadet



**Energie und Rohstoffe sind zwar
knapp, gleichwohl aber
schändlich billig!**

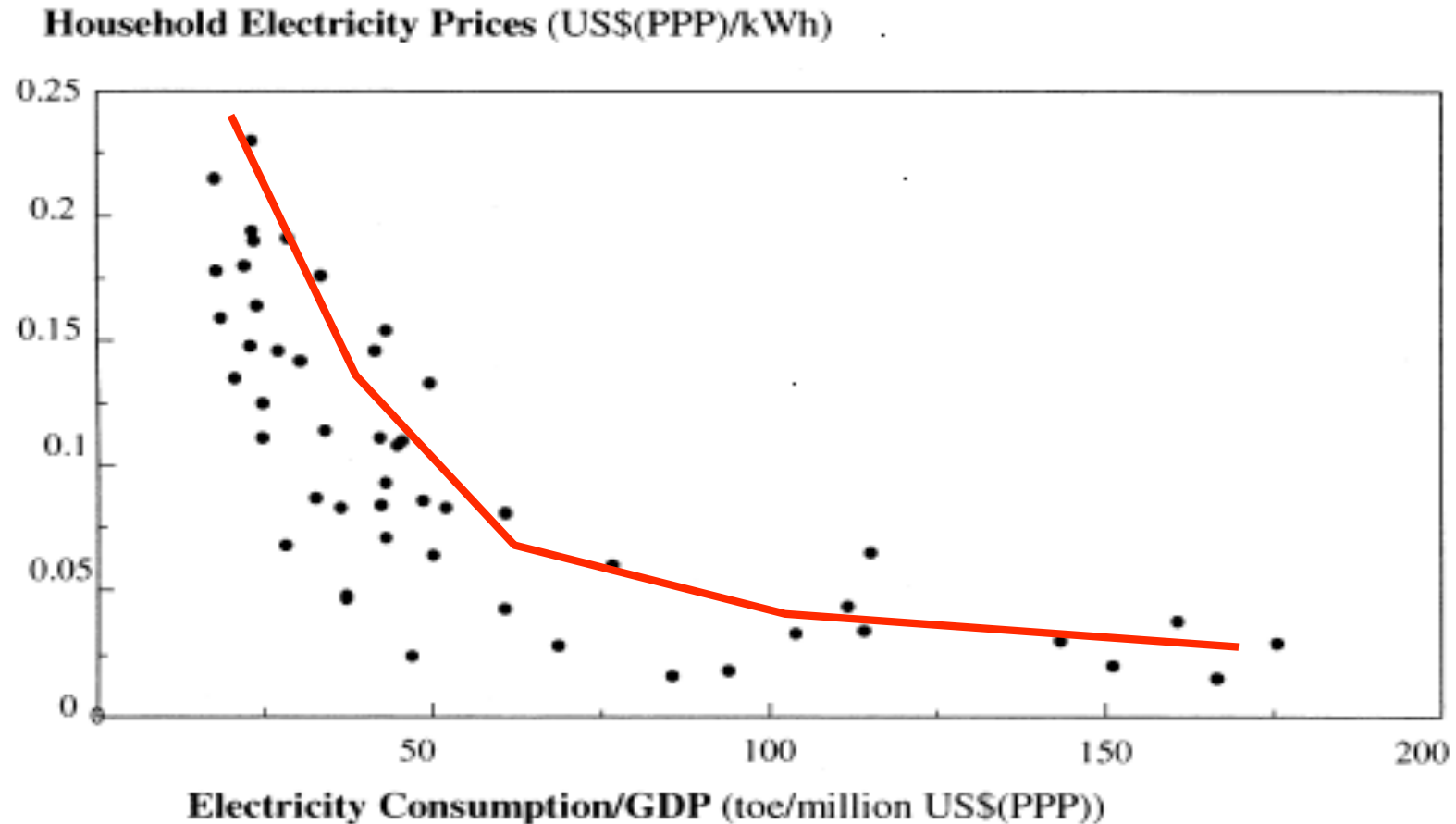
**Das dürfte der Hauptgrund dafür sein,
dass die Effizienzgewinne durch
Mehrverbrauch aufgefressen werden**

200 Jahre des Verfalls der Preise von Industrierohstoffen und Energie (inflationbereinigt)



Source: *The Bank Credit Analyst*

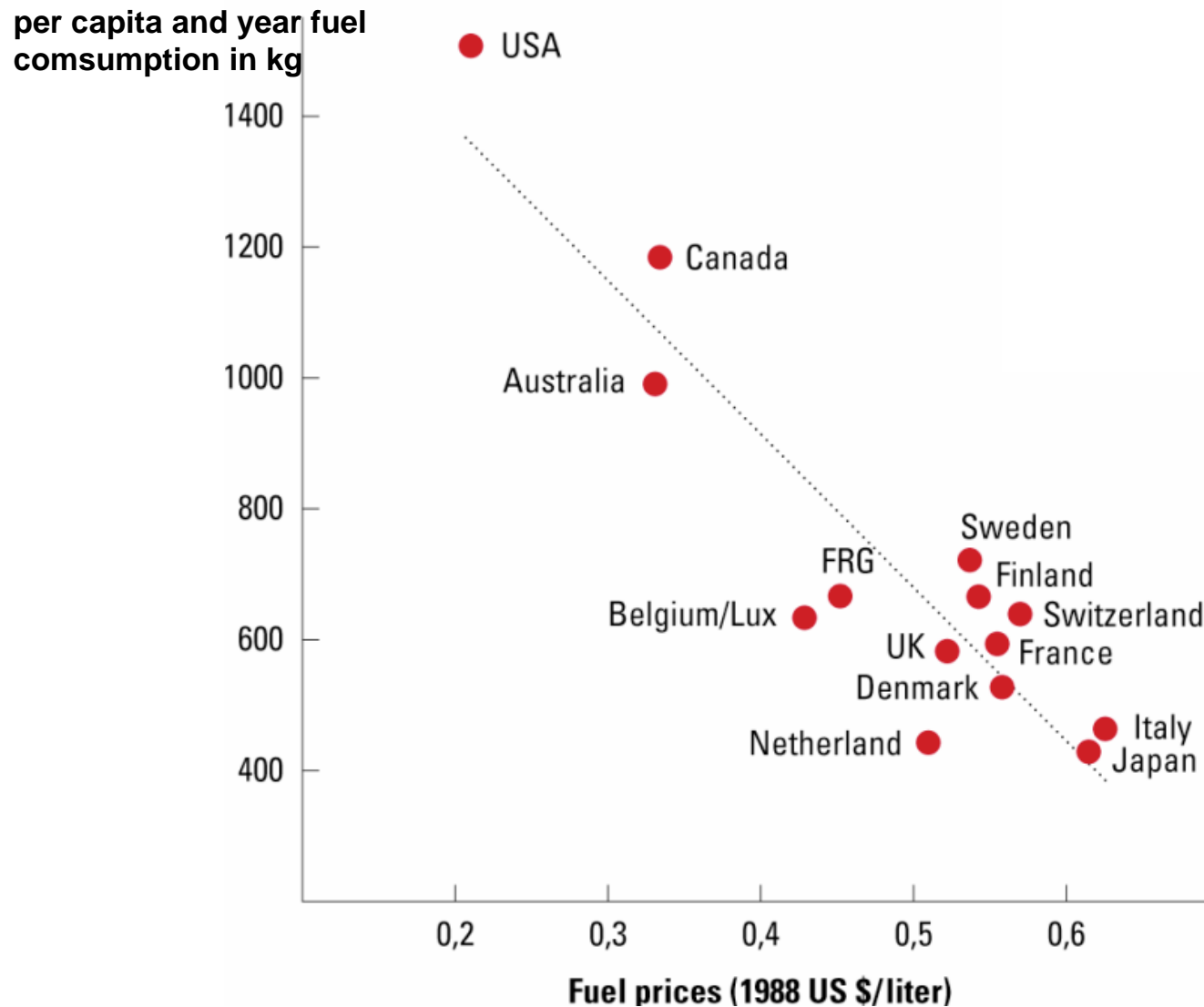
Gleichwohl hohe Preiseleastizität beim Strom!



Quelle:: Birol & Keppler, Energy Policy 28 (2000).
Observations from 27 OECD and 22 non-OECD countries, 1996.

...und beim Treibstoff

(Die OECD Länder hatten jeweils Jahrzehnte lang konsistente Benzinpreispolitiken)



Meine zentrale Behauptung war:

Geringer spezifischer Energiedurchsatz bzw. hohe Energieeffizienz sind Zeichen von hoher Entwicklung.

In der menschlichen Gesellschaft ist es eher ein neues Phänomen.

In Wirklichkeit wird es zu der vielleicht zentralen Aufgabe der heute jungen Generation, dieses Paradigma zu einer politischen Realität zu machen und die „Big Energy“-Lobby zu besiegen.

Danke!