

# Wachstum des Stromverbrauchs im Haushalt trotz Effizienzverbesserung. Muss das so sein?

Dr. Bernard Aebischer, CEPE, ETH Zürich

Vortragsreihe Forum Allgemeine Ökologie, Bern, 20.11. 2007

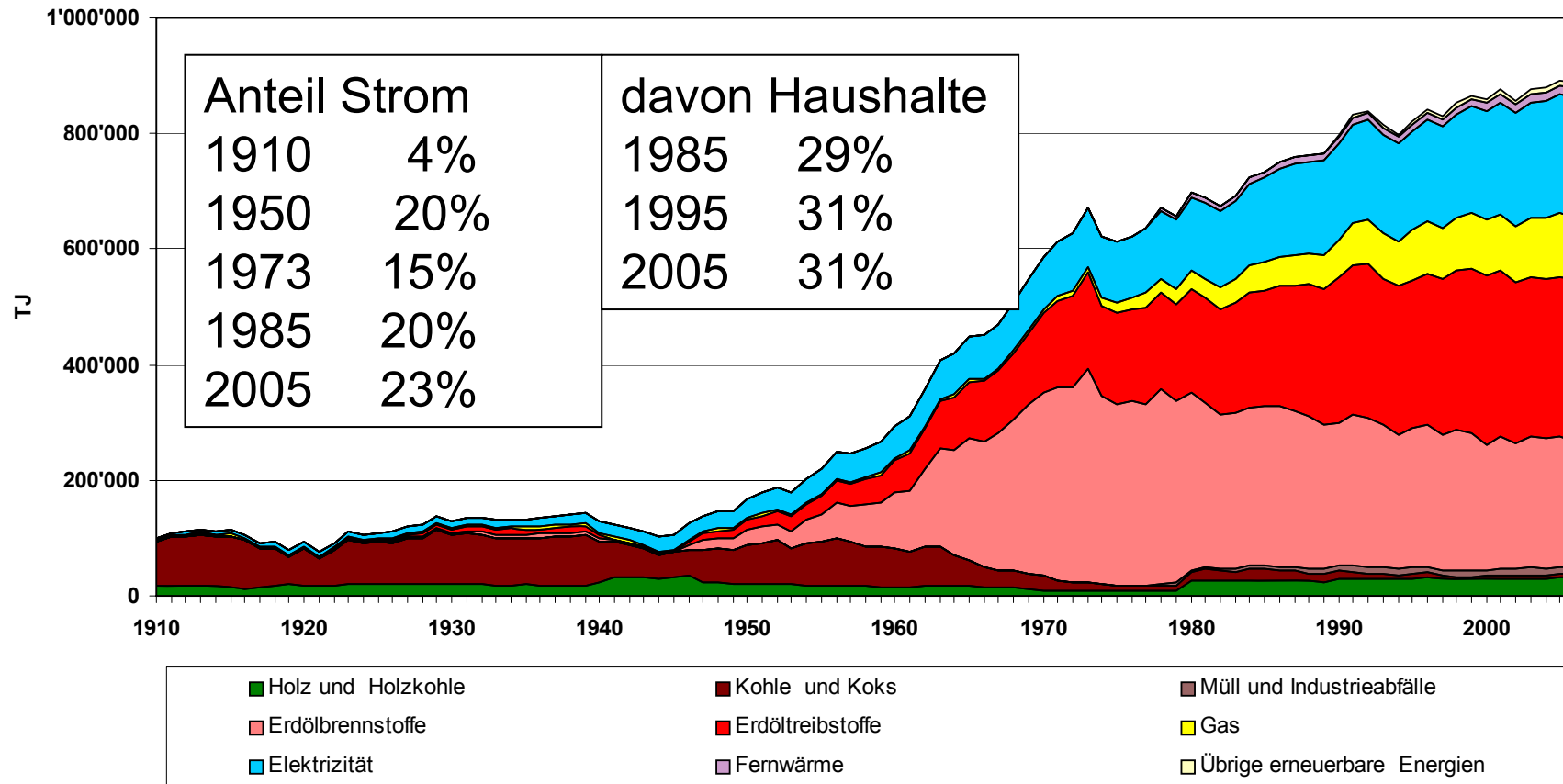


## Übersicht

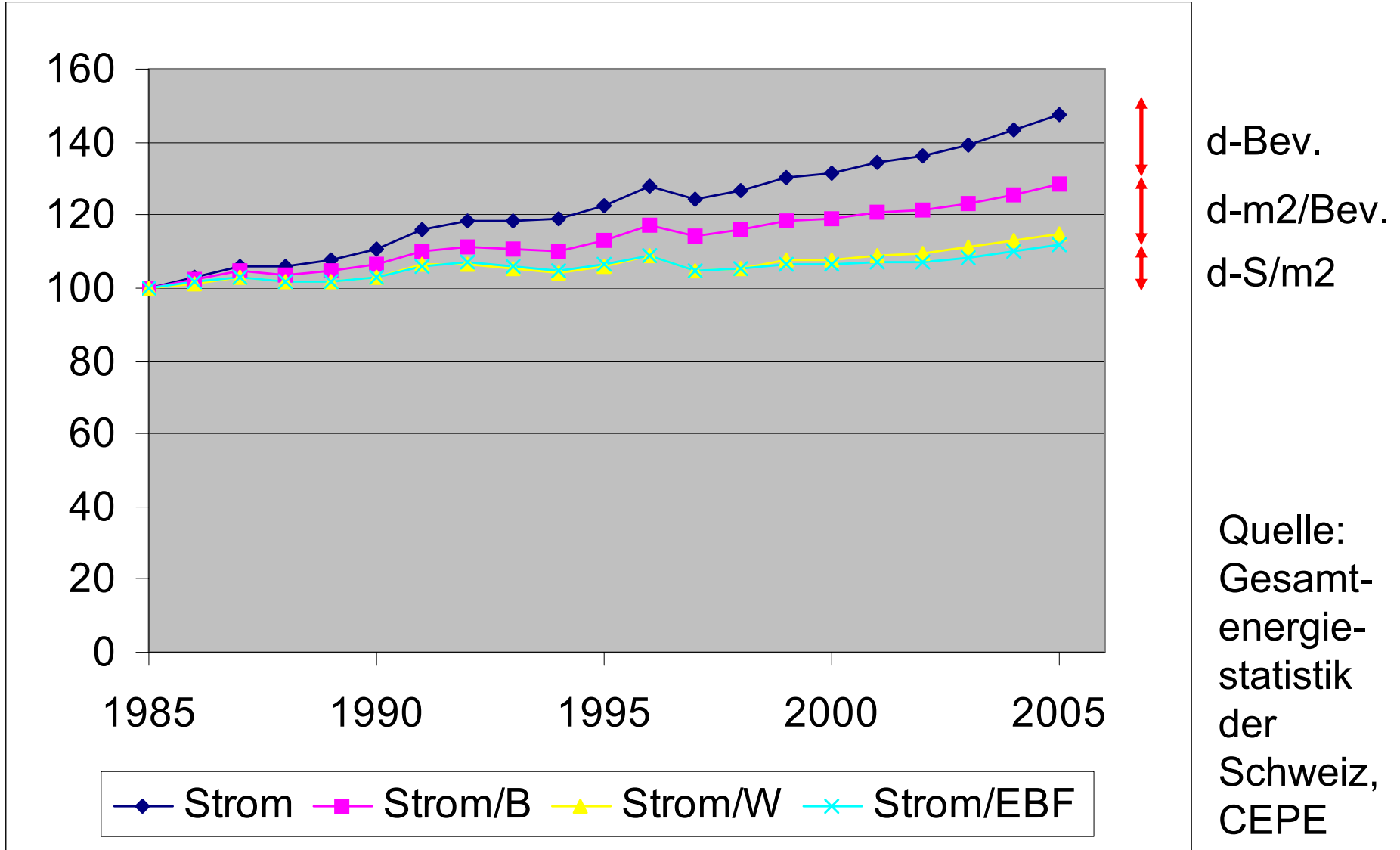
1. Warum ist die Stromnachfrage in der Vergangenheit gewachsen?
2. Wie kann die Stromnachfrage in Zukunft aussehen?
3. Voraussetzungen, dass die Stromnachfrage längerfristig abnimmt

# Endenergieverbrauch in der Schweiz 1910-2006

Endverbrauch 1910-2006 nach Energieträgern



# Stromverbrauch Haushalte



## Stromverbrauch Haushalte

Stromverbrauch CH =

- Anzahl Personen \* m<sup>2</sup> pro Person \* Stromverbrauch pro m<sup>2</sup>
- Anzahl Personen \* Wohnungen pro Person \* Stromverbrauch pro Wohnung

Anzahl Personen = Mengenkompone

m<sup>2</sup> pro Person = Struktur- + Mengenkompone

Stromverbrauch pro m<sup>2</sup> = Technik- + Nutzungs- + Strukturkomponente

Anzahl Personen = Mengenkompone

Personen pro Wohnung = Struktur - + Mengenkompone

Stromverbrauch pro **Wohnung** = Technik- + Nutzungs- + Strukturkomponente

## Modellierung Stromnachfrage Haushalte

$$E_n = \sum_k n_k * e_k * s_k * i_k$$

$k$  Gerätetyp/Anwendung 1 bis  $K$  +

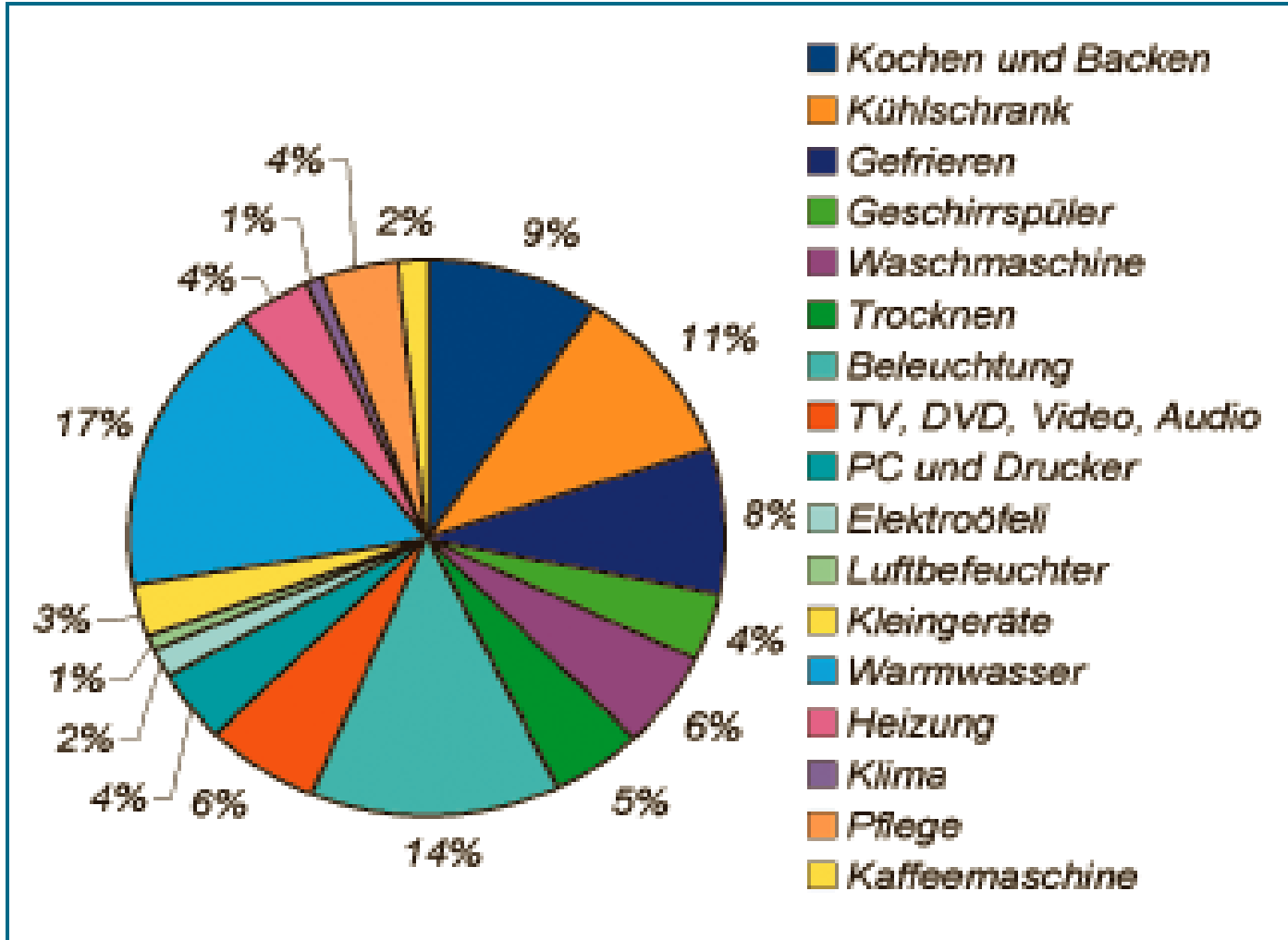
$n_k$  Anzahl Geräte (Mengenkomponente) +

$e_k$  spezifischer Verbrauch des Standardgeräts bei Standardnutzung (Technikkomponente) --

$s_k$  Grösse/Nutzen des Gerätes (Strukturkomponente) +

$i_k$  Intensität der Nutzung (Nutzungs-, Verhaltenskomp.) +

# Stromverbraucher, Typen von Geräten/Anwendungen

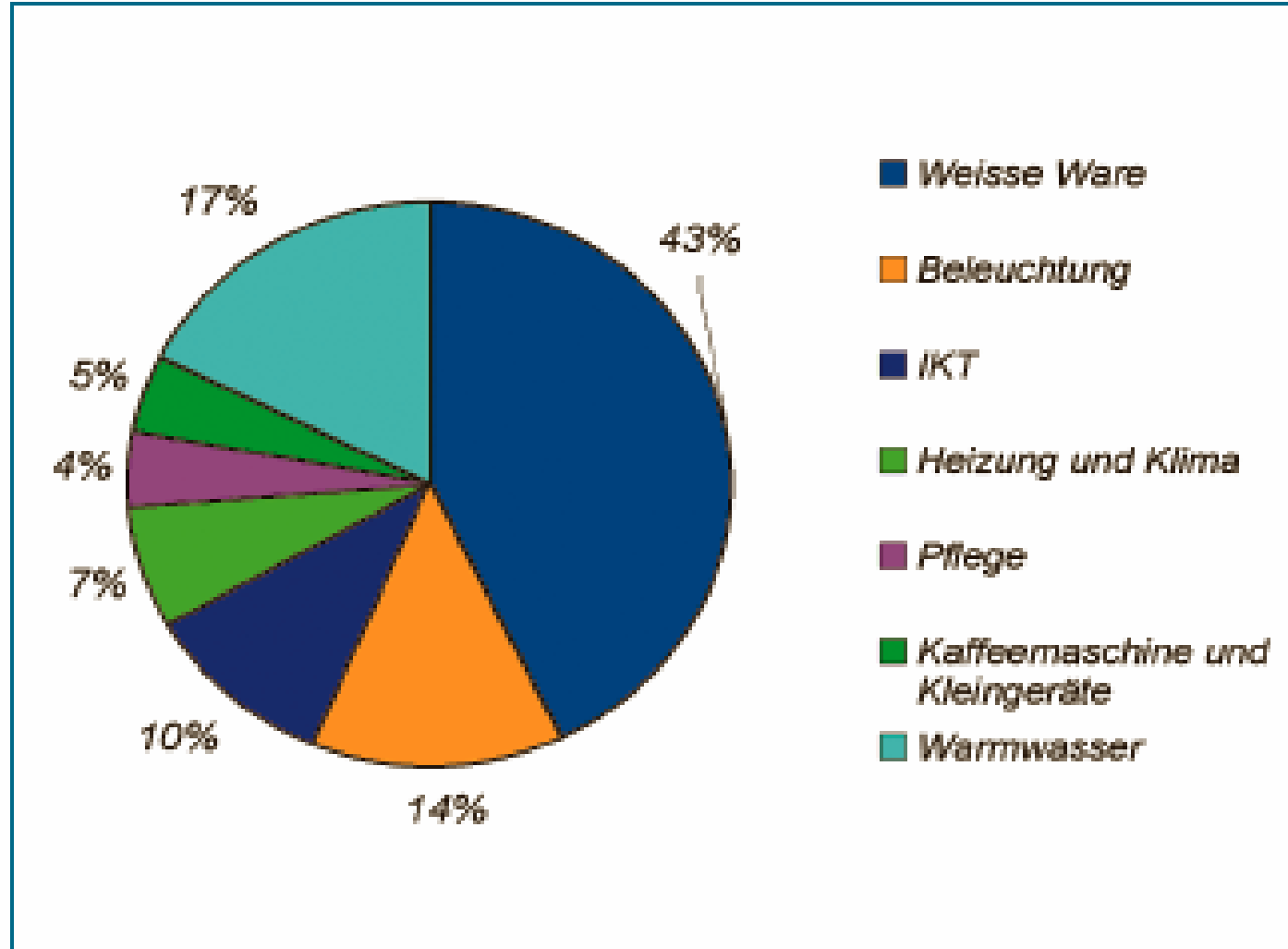


Ohne Widerstands- und Wärmepumpenheizung

Quelle: Huser, Grieder, Wiederkehr; Bulletin SEV/VSE 4/06

Bild 3 Aufteilung des Haushaltstrombezuges auf verschiedene Anwendungen.

# Stromverbraucher, Typen von Geräten/Anwendungen



Ohne Widerstands- und Wärmepumpenheizung

Quelle: Huser, Grieder, Wiederkehr; Bulletin SEV/VSE 4/06

Bild 4 Aufteilung des Haushaltstrombezuges, zusammengefasst zu Kategorien.



## (Neue) Gerätetypen/Anwendungen

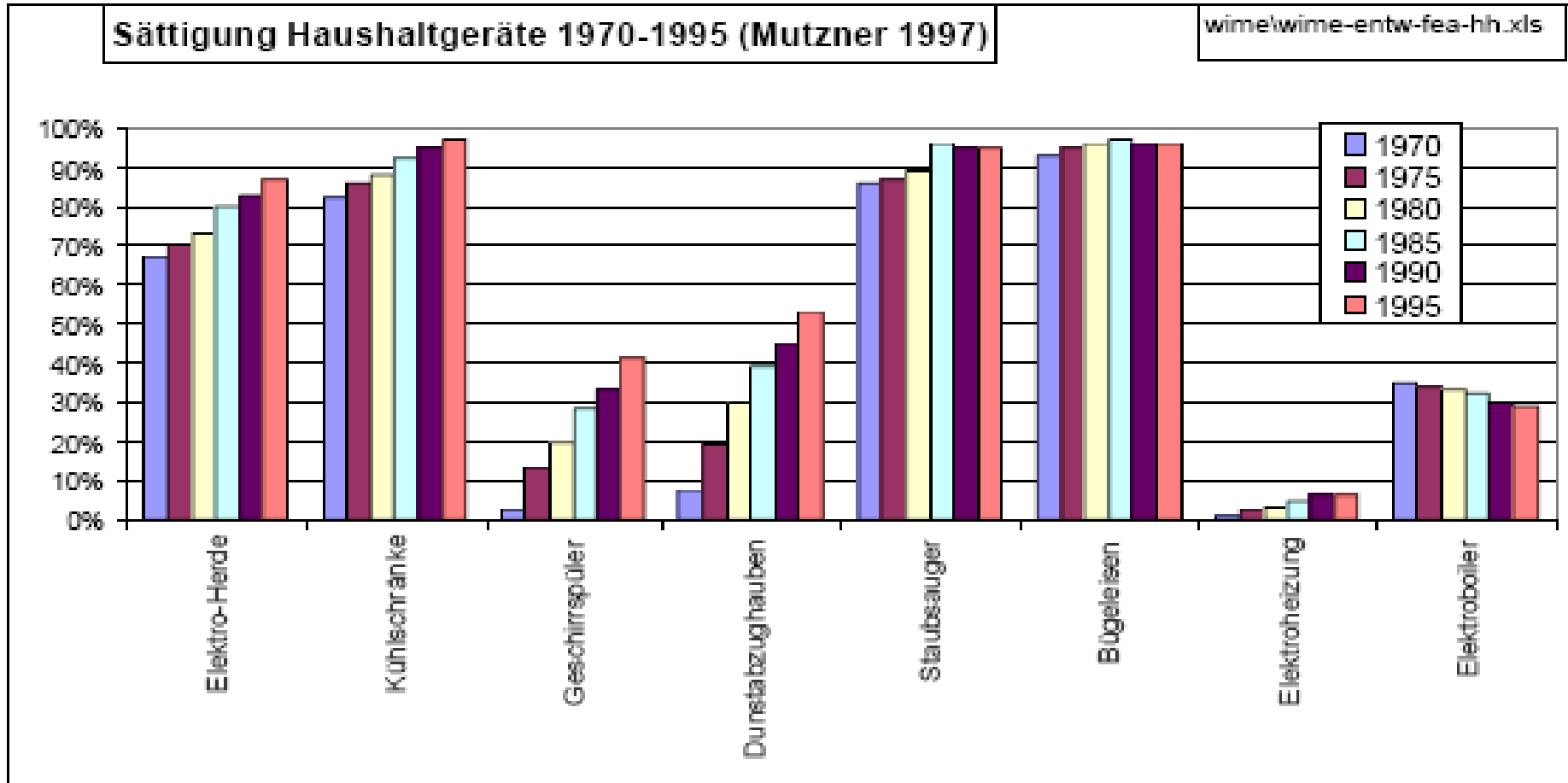
### Pflege:

- Fön
- Staubsaugen, Closomat
- Sauna, Schwimmbad
- Wasserbett

### Klima:

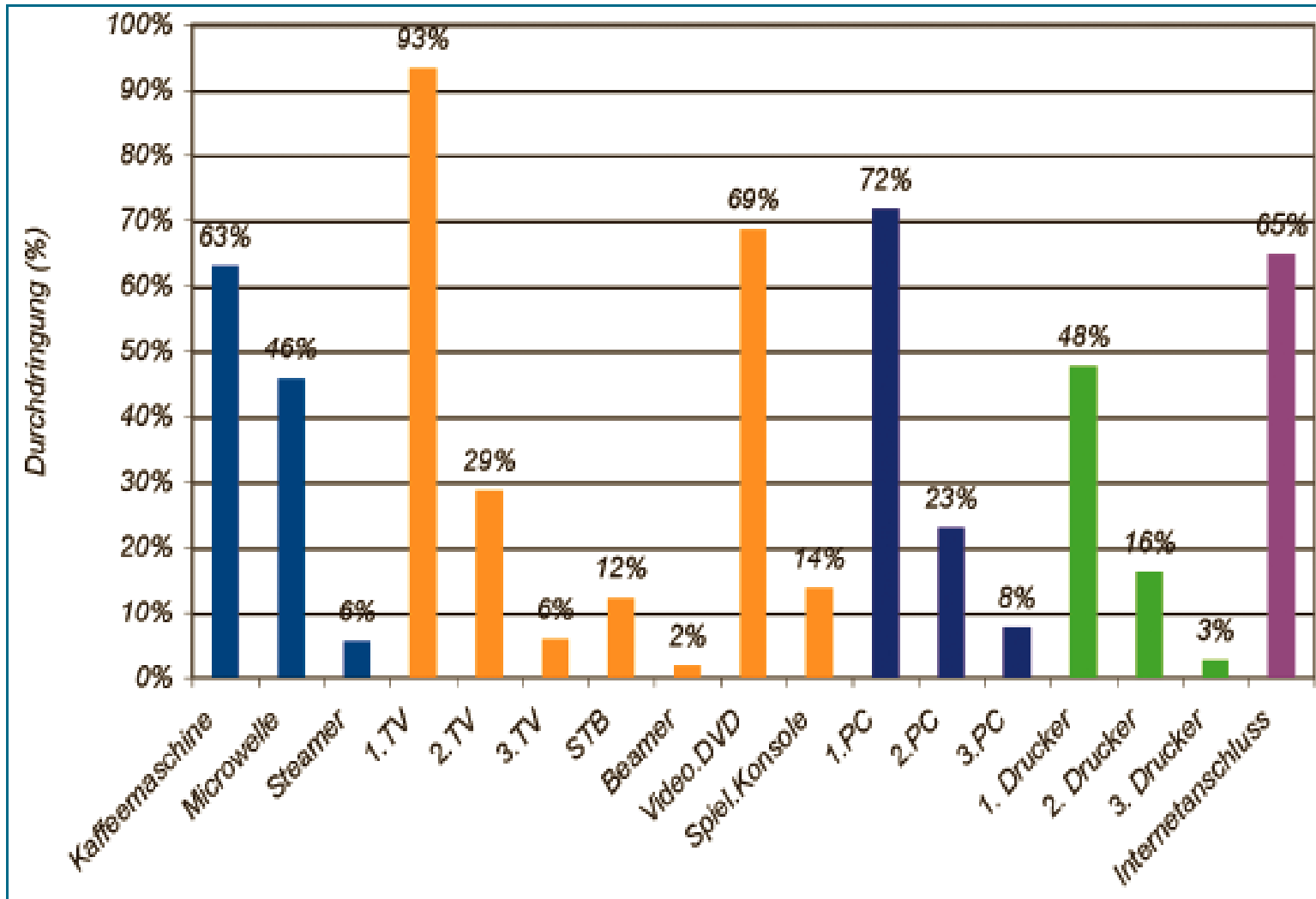
- Heizstrahler
- elektrische Fussbodenheizung (z. B. in Badezimmer)
- Storenantriebe
- Komfortlüftung

## Anzahl Geräte pro Haushalt



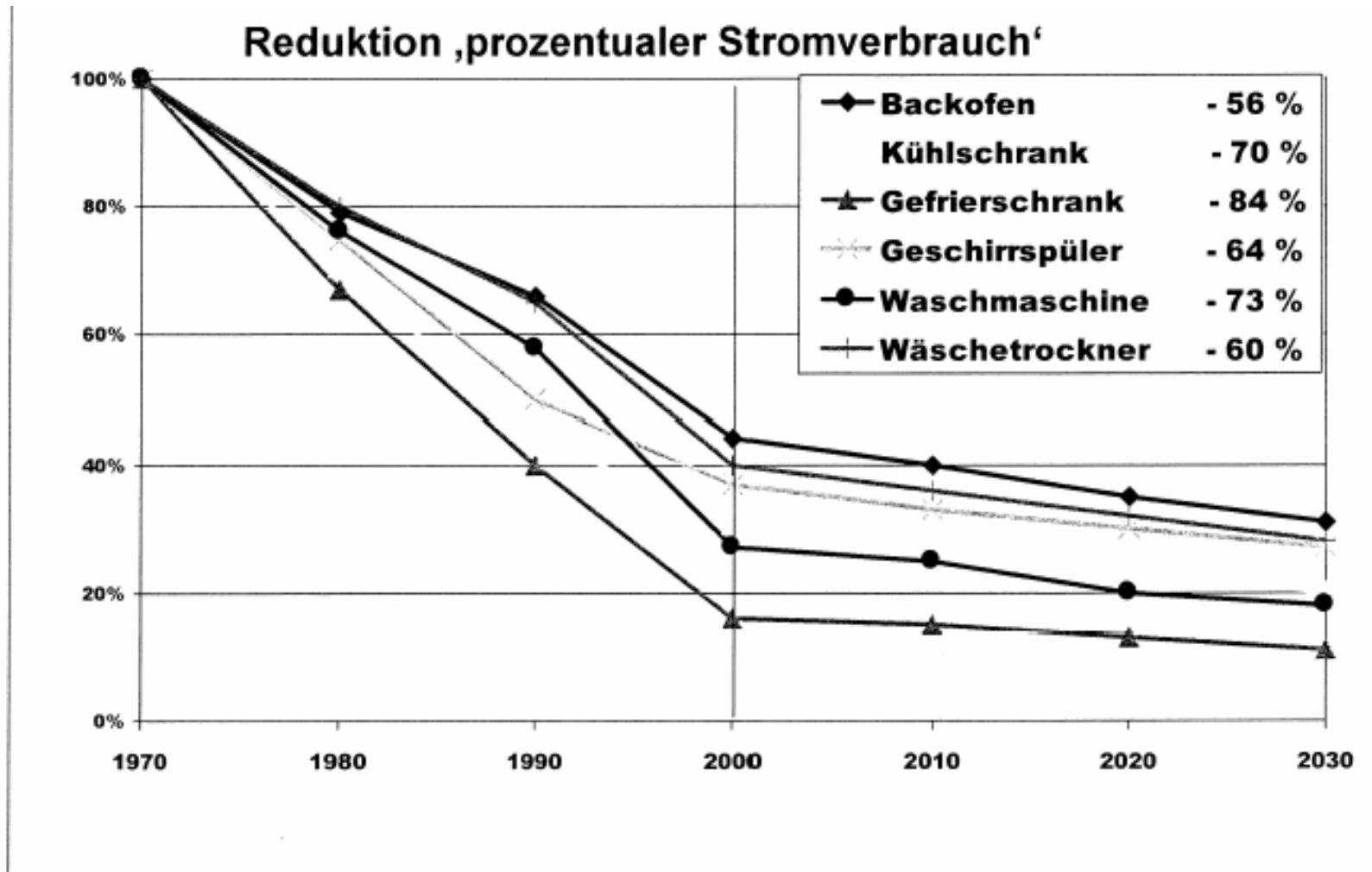
Quelle: Brunner et al., Energieeffizienz bei Elektrogeräten, BFE, 2001

## Anzahl Geräte pro Haushalt

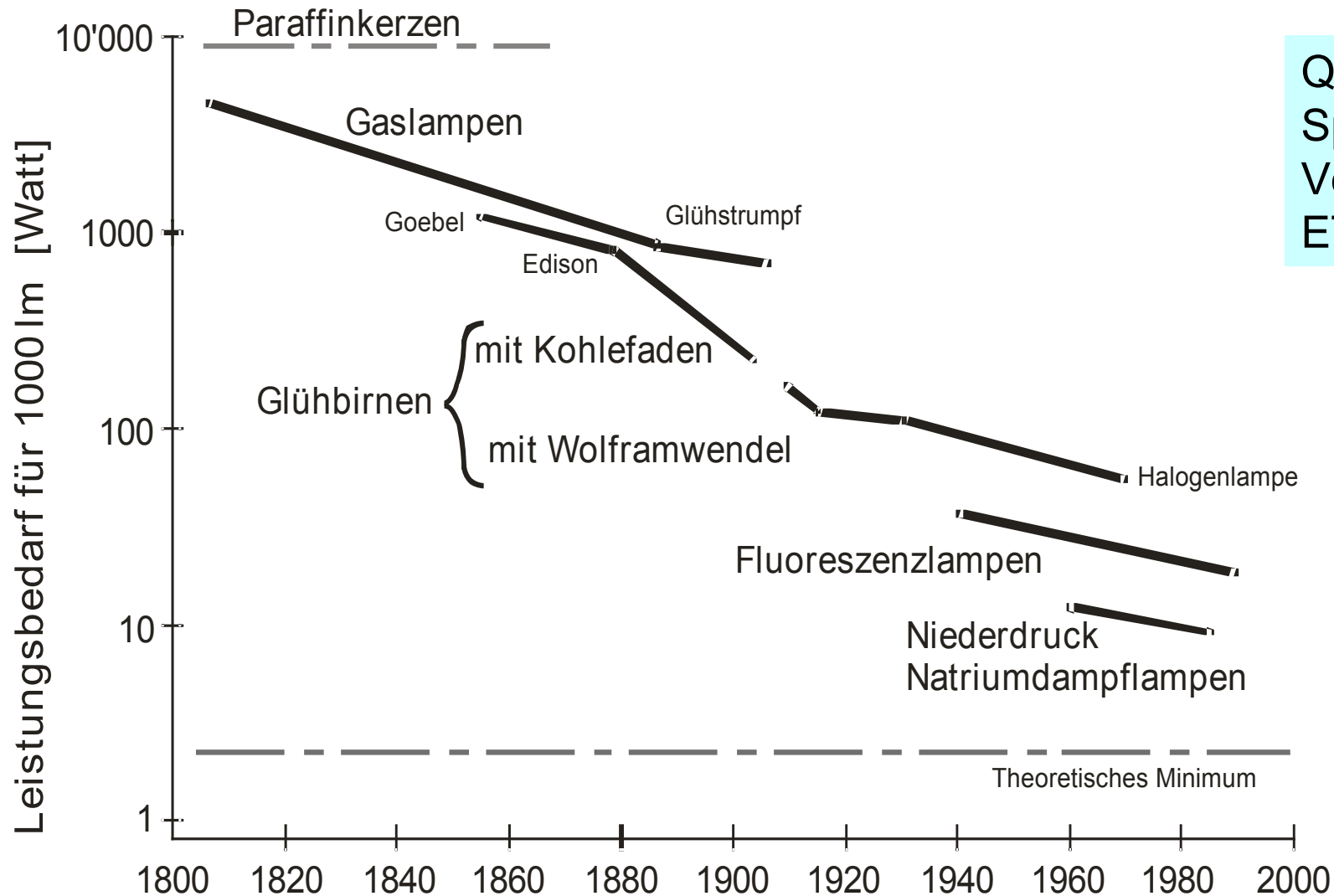


Quelle:  
Huser,  
Grieder,  
Wieder-  
kehr;  
Bulletin  
SEV/VSE  
4/06

# Spezifischer Stromverbrauch HH-Grossgeräte / „white goods“ (Elektrolux, 2001)

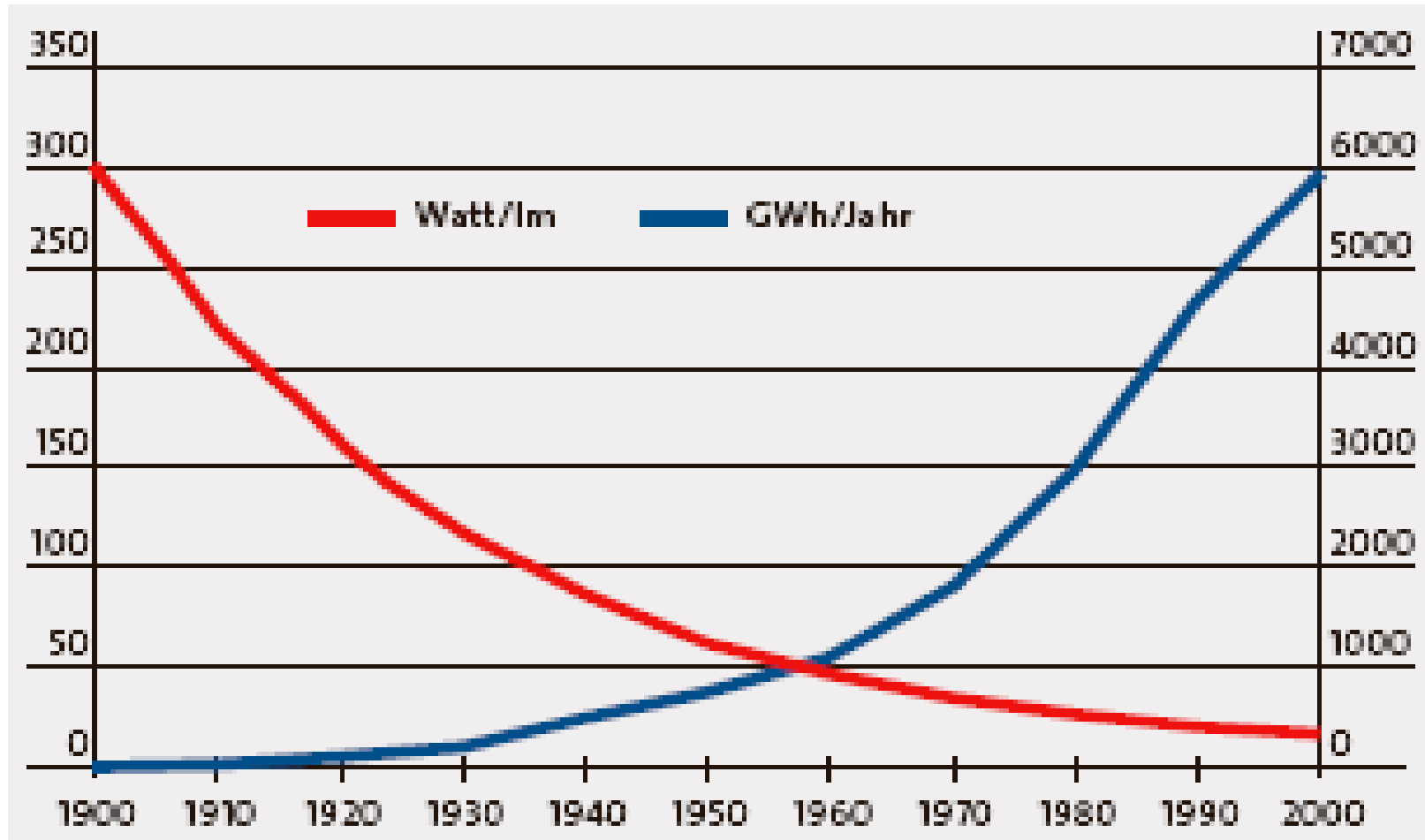


## Spezifischer Stromverbrauch Lampen

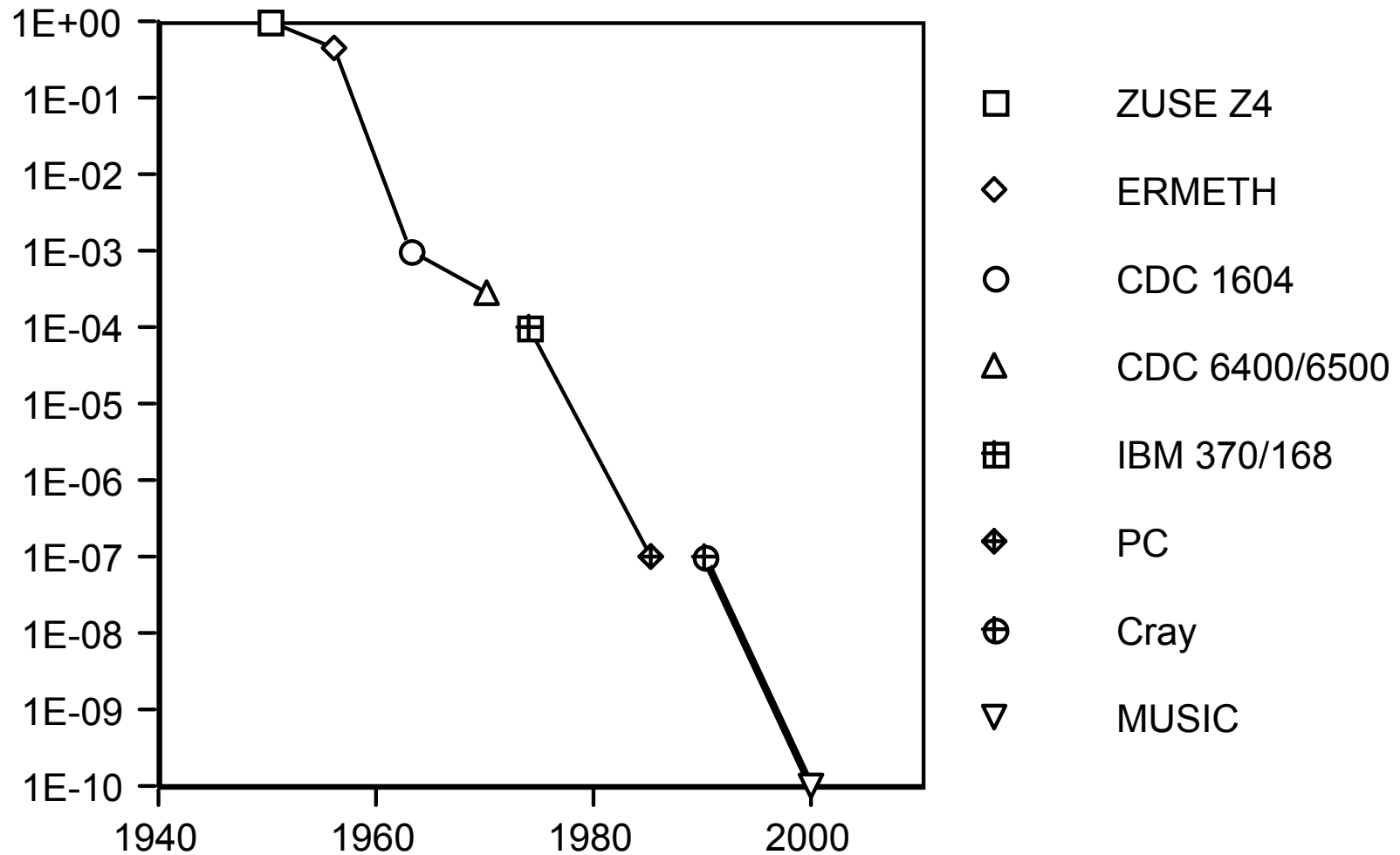


Quelle:  
Spreng,  
Vorlesung,  
ETHZ, 2006

# Spezifischer und absoluter Stromverbrauch Beleuchtung (Quelle: esc, 2007)

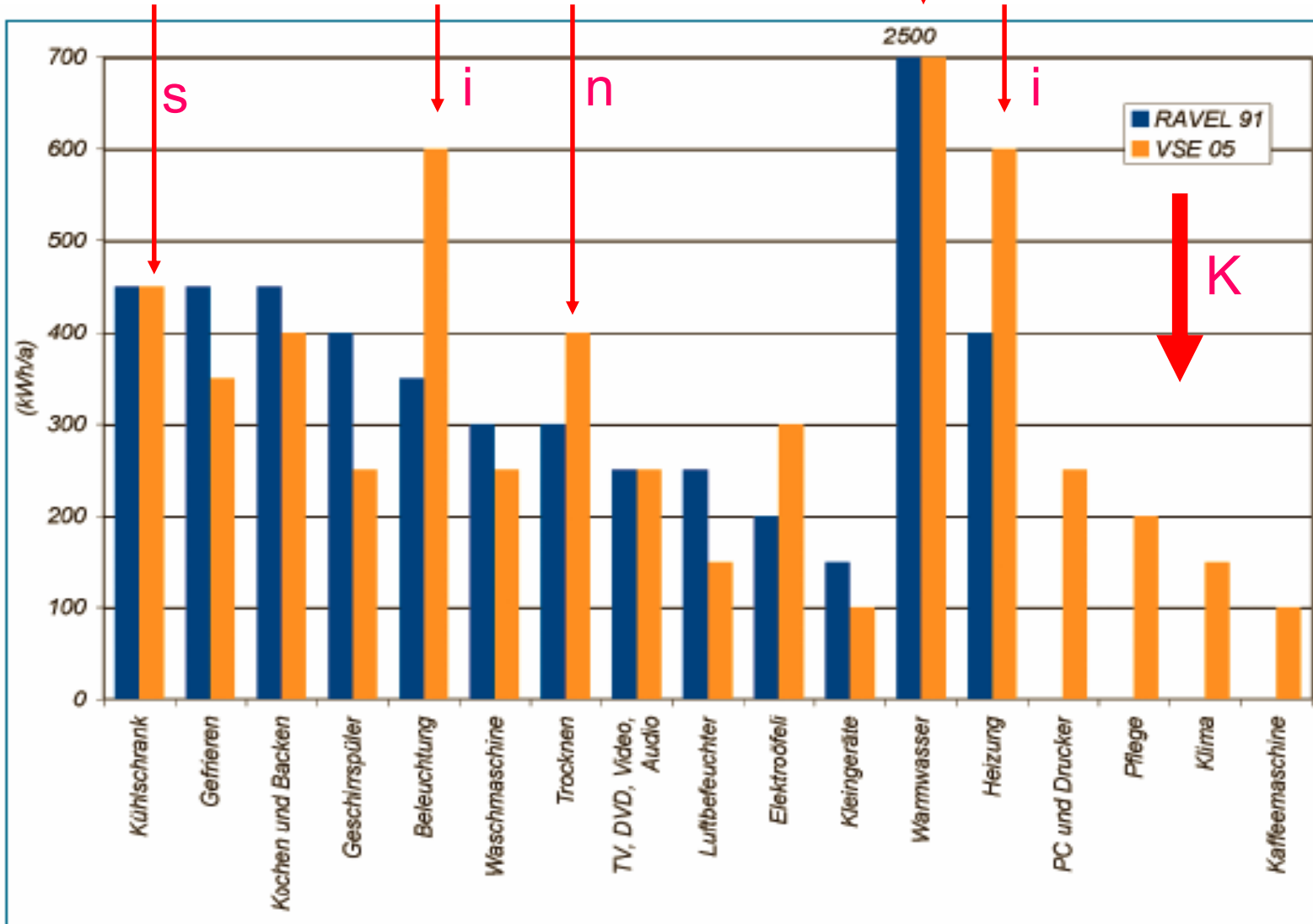


## Spezifischer Stromverbrauch Computer



Quelle: Aebischer/Mutzner/Spreng, 1994, und Aebischer/Bradke/Kaeslin, 2000

# Durchschnittlicher Stromverbrauch pro Haushalt 1991->2005

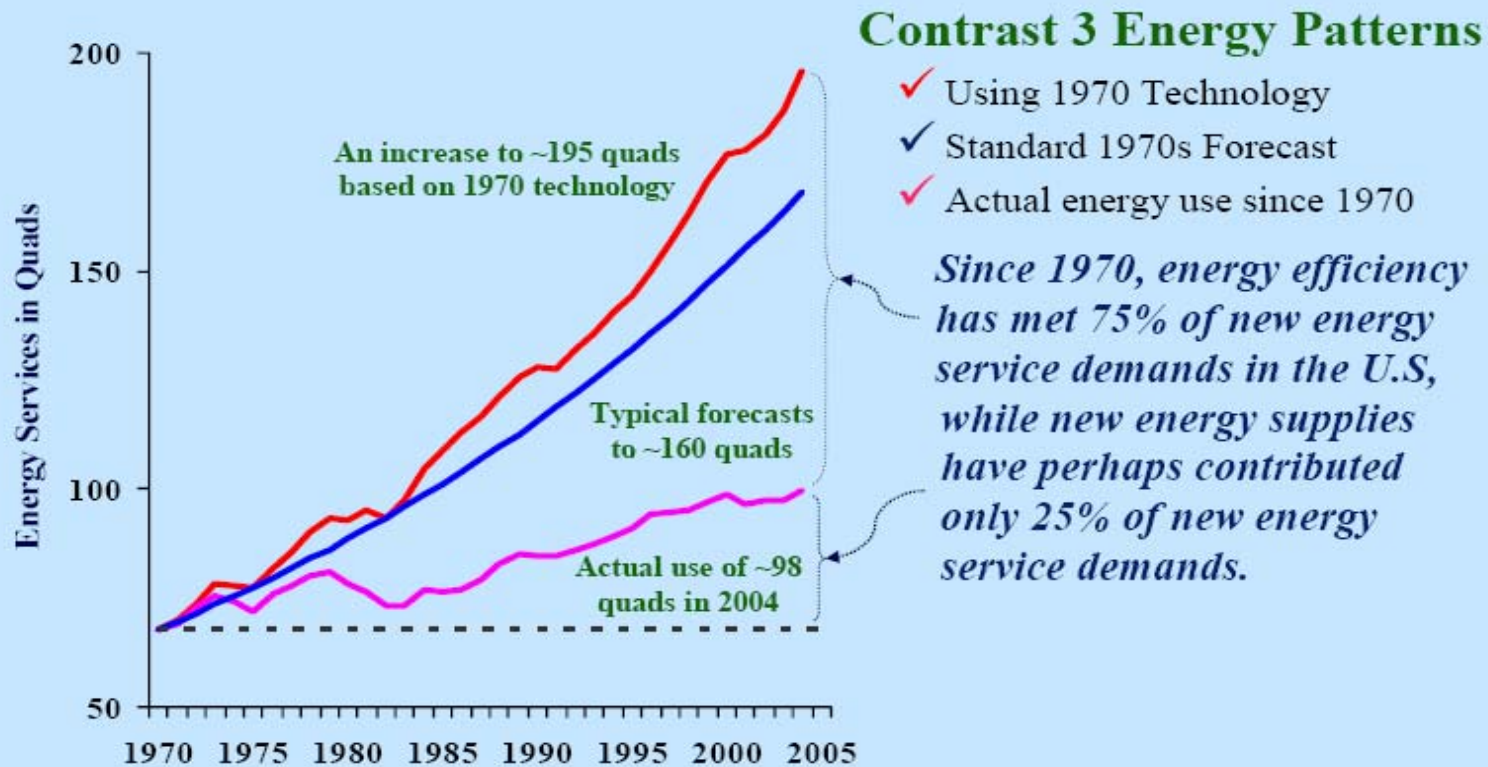


Quelle:  
Huser,  
Griener,  
Wieder-  
kehr;  
Bulletin  
SEV/VSE  
4/06



# Effizienzverbesserungen und Energieverbrauch in den USA

## Without New Efficiency Technology,\*\* Energy Use Would Be Almost 3 Times 1970 Levels



\*\* Where “energy efficiency” is broadly defined as the difference between the 1970 and 2004 energy intensities.

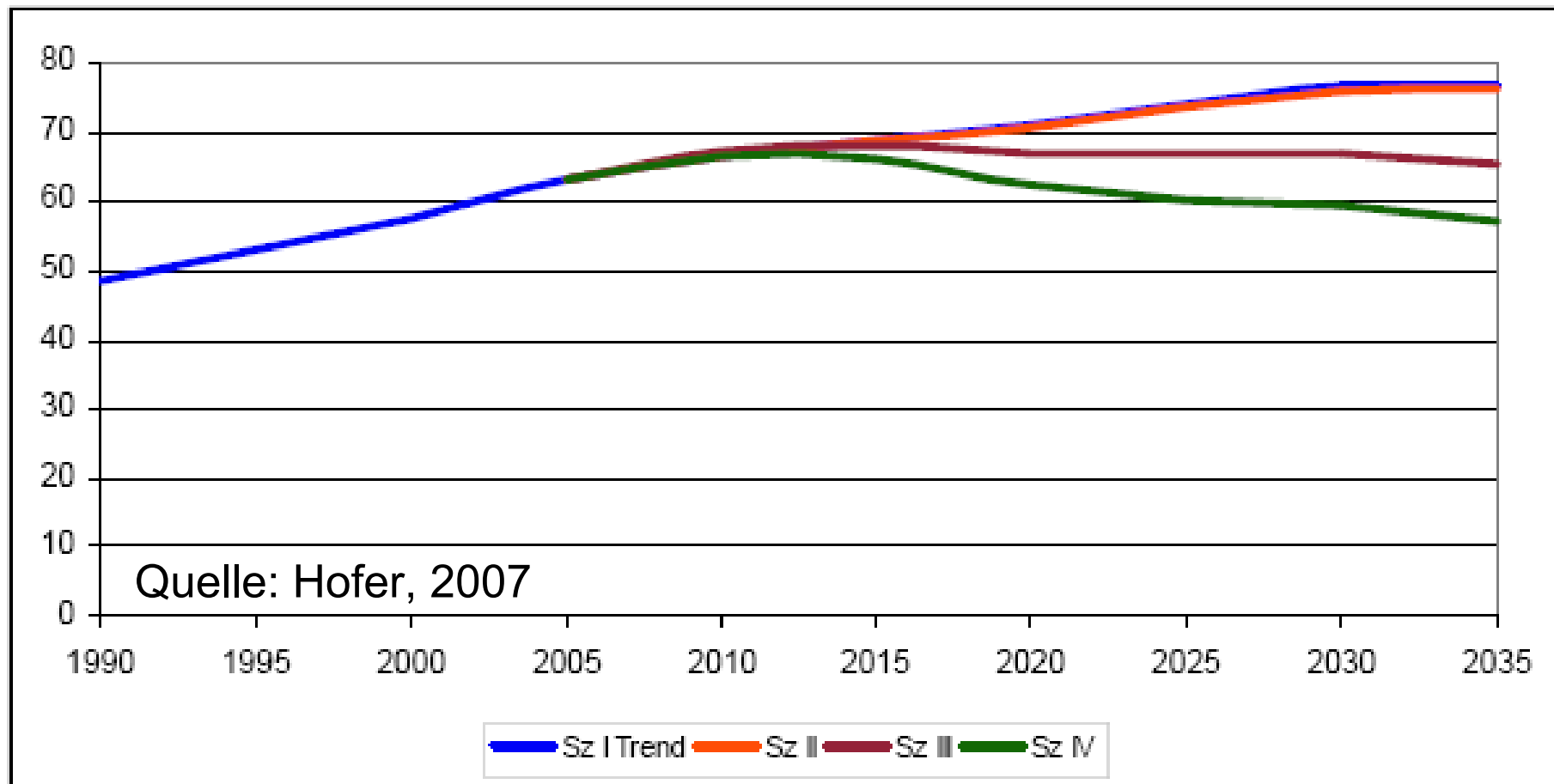
Quelle:  
Laitner,  
2005

# Wie kann die Stromnachfrage in Zukunft aussehen?

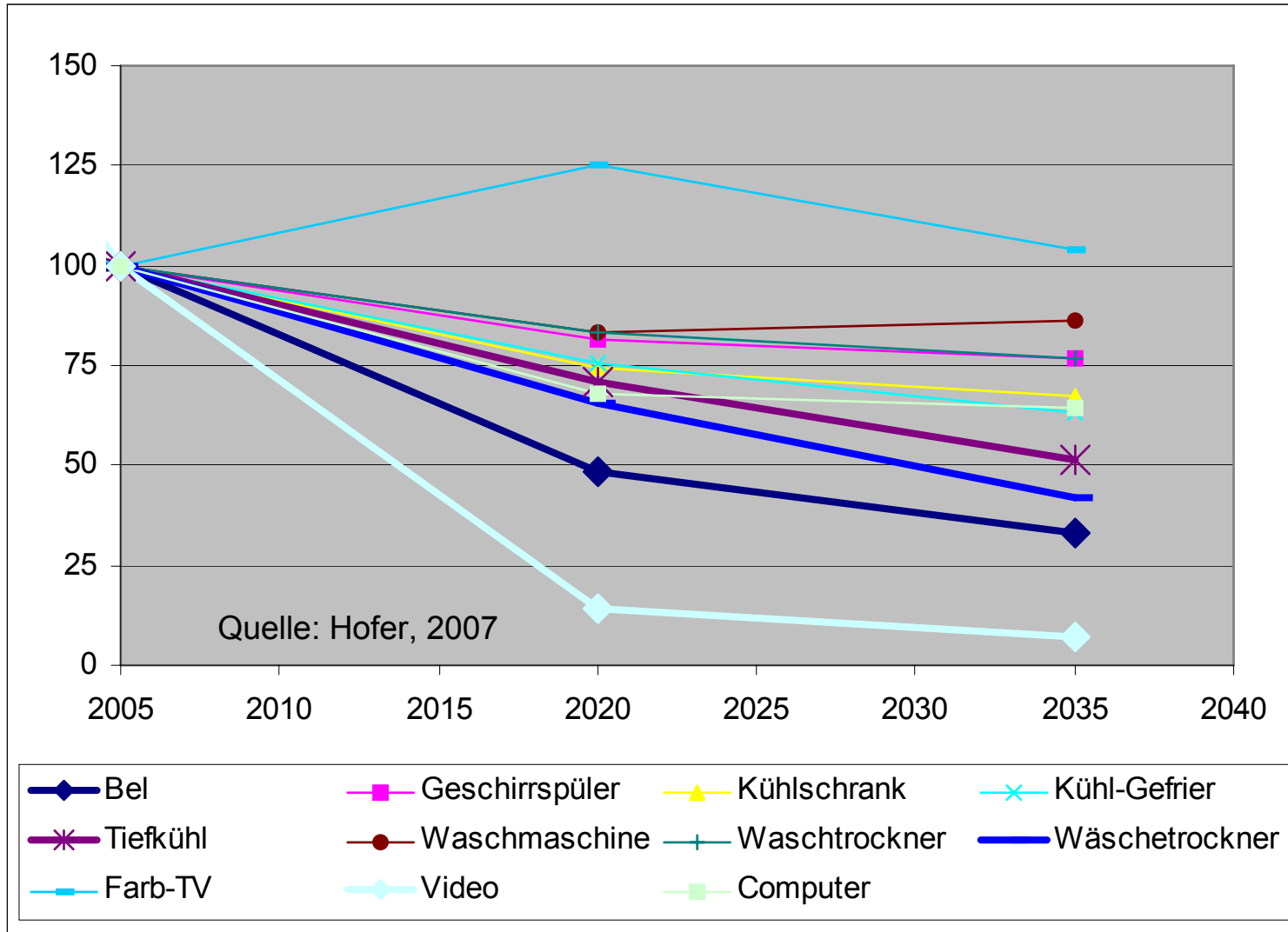
## Energieperspektiven des BFE

- Szenario I “Weiter wie bisher”
- Szenario II “Verstärkte Zusammenarbeit”
- Szenario III “Neue Prioritäten”
- Szenario IV “Auf dem Weg zur 2000 Watt Gesellschaft”

Fig. 9-3 Vergleich Szenarien I-IV  
**Witterungsbereinigter Elektrizitätsverbrauch der Privaten Haushalte, Verbräuche abgegrenzt wie GEST, 1990-2035, PJ**



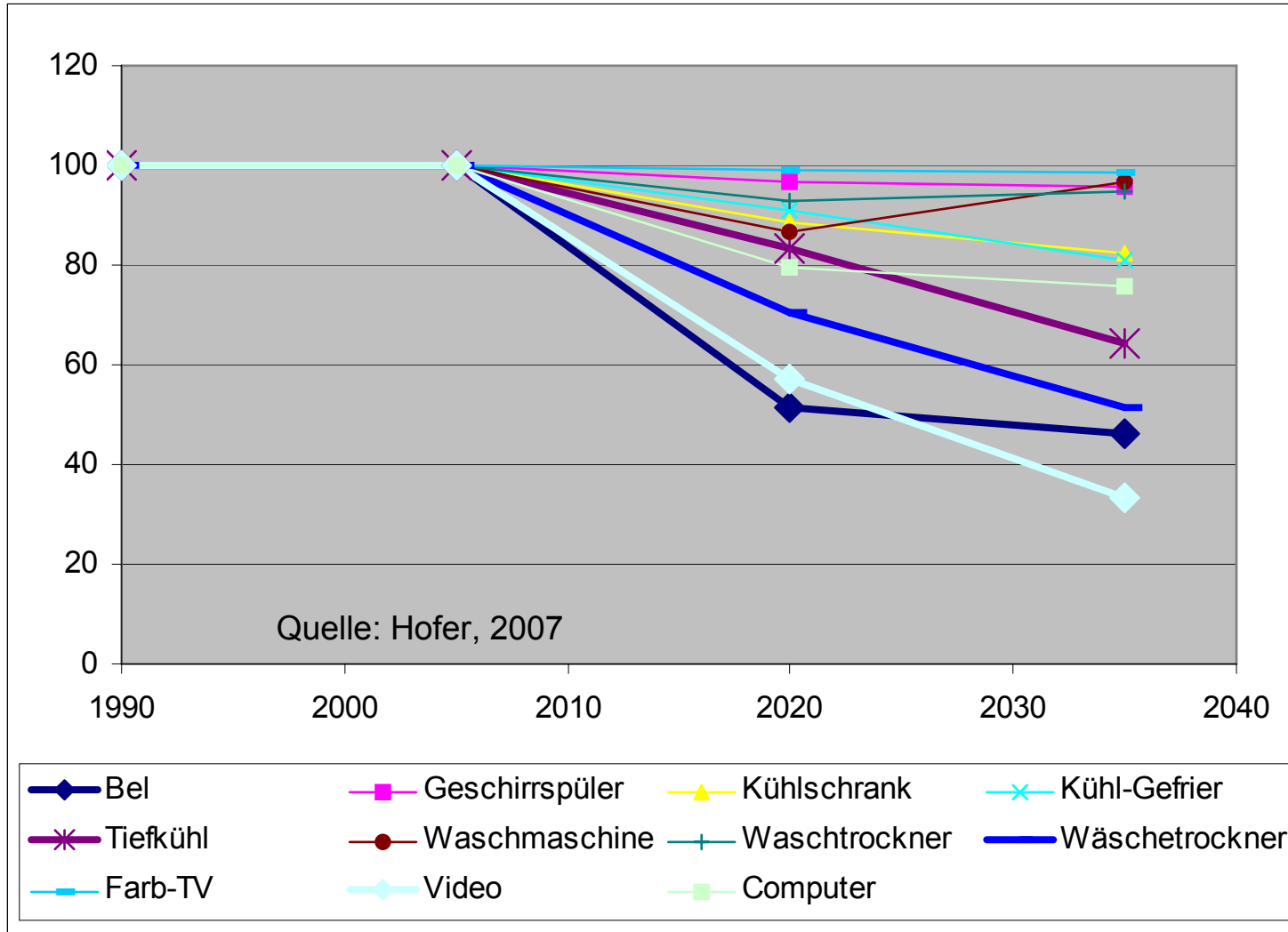
## Spezifischer Stromverbrauch BFE-Szenario IV



Spezifischer Verbrauch, relativ zu 2005

Quelle: Hofer, Prognos, 2007

## Spezifischer Stromverbrauch BFE-Szenario IV



Spezifischer Verbrauch, relativ zum Szenario I „Trend“ (oder „BAU“)

Quelle: Hofer, Prognos, 2007

## Erweiterte Energieeffizienz für eine nachhaltige Zukunft

- technische Energieeffizienz, z.B. Bestgerätestrategie
- Verhaltenskomponente („sparsam“), z.B. Innentemperatur, Standby
- Hinterfragung der Energiedienstleistung oder der Mengenkomponente („haushälterisch“), z.B. Wohnfläche pro Person, Grösse des Kühlschranks und des Fernsehers, Nutzen des 2. Kühlschranks im Keller und des 3. im Büro
- Substitutionen und nicht „zusätzlich“, z.B. E-Mails ausdrucken, E-Shopping und doch zum Einkaufen fahren

Ein Indikator für erweiterte Energieeffizienz ist Energieverbrauch pro Person, z.B. 2000 Watt/Person

(= 2000 W/P \* 8760 h/Jahr = 17520 kWh/P.Jahr)

## Voraussetzungen für Szenario IV (1)

- **Weltweit** “Neue Prioritäten” (Regierungen und Zivilgesellschaft, freiwillige Zusammenarbeit)
- Schnelle Diffusion von “best practice”
- F+E mit Fokus auf Energieeffizienz
- Energieabgabe:
  - Erhöhung der Preise für Endverbraucher um 100%,
  - Erlös teilweise zur Finanzierung von Energieprogrammen

## Voraussetzungen für Szenario IV (2)

- Einstellung/Verhalten auf zwei Stufen
  - Gesellschaftliche Prioritäten/Werte, z.B. ökologische Steuerreform, Technik gezielt einsetzen
  - Individuelles Handeln, z.B. Betriebsoptimierung, längerfristige Investitionsentscheide
- Einstellung/Verhalten aller Akteure
  - Politiker: Energiepolitik ist auch Steuerpolitik, Wirtschaftspolitik, Verkehrspolitik, Forschungspolitik, Raumplanung, ...
  - Investoren (Mietwohnungen!), Industrie/Handel/Gewerbe, Architekten,
  - Finanzinstitute, Energieversorger, ...
  - Endkonsumenten



- Aebischer B., Bradke H. und Kaeslin H., 2000. Energie und Informationstechnik. Energiesparer oder Energiefresser?. Bulletin der ETH Zürich, Nr. 276 (January), 40-42. <http://fm-cc.ethz.ch/cc/bulletin/FMPro?-db=bulletin.fp5&-format=bulletin%5fdetail%5fde.html&-lay=html&-sortfield=seite&-op=eq&Heftnummer=276&-max=2147483647&-recid=120&-find=>
- Aebischer B., Mutzner J. und Spreng D, 1994. Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungssektor. Bulletin SEV/VSE 16/94
- Brunner, C.U. et al., 2001. Energieeffizienz bei Elektrogeräten. Wirkung der Instrumente und Massnahmen. BFE, Bern  
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_958217202.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_958217202.pdf)
- Bundesamt für Energie, 2007. Gesamtenergiestatistik der Schweiz. Bern  
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=de>
- Bundesrat Leuenberger, 2007. Das Ziel und der Weg: Die 2000-Watt-Gesellschaft. EU-G8 Energieeffizienz-Konferenz. <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00476/00477/01300/index.html?lang=de>
- ESC, 2007. Energiestrategie der ETH Zürich. Entwurf. Energy Science Center. ETH Zürich, Zürich
- ETH-Rat, 1998, 2000 Watt-Gesellschaft - Modell Schweiz
- Hofer, P., 2007. Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte, 1990 – 2035. Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer. BFE, Bern  
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_25219534.pdf&endung=Der%20Energieverbrauch%20der%20Privaten%20Haushalte,%201990%20-%202035](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_25219534.pdf&endung=Der%20Energieverbrauch%20der%20Privaten%20Haushalte,%201990%20-%202035)

Huser, A., T. Grieder und K. Wiederkehr, 2006. Geräteausstattung und Stromverbrauch von Schweizer Haushalten. Bulletin SEV/VSE, 4/06

Laitner, J. „Skip“, 2005. Prospects for Energy Efficiency Gains in an Alternative Policy Scenario. Policies to Shape an Alternative Energy Future. IEA, Paris, May

[http://www.iea.org/Textbase/work/2005/weo\\_future/Presentations/Skip\\_Laitner.pdf](http://www.iea.org/Textbase/work/2005/weo_future/Presentations/Skip_Laitner.pdf)

Schläpfer, K., 2001. 2000 Watt Gesellschaft als Herausforderung für den Haushaltgerätemarkt. Vortrag ETH Zürich, Zürich

Schweizerischer Bundesrat, 2002, Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002,  
<http://www.admin.ch/ch/d/ff/2002/3946.pdf>

Spreng, D., 2006. Vorlesungsskript, ETH Zürich, Zürich