

Energieverbrauch und Energieeffizienz in Rechenzentren

Dr. Bernard Aebischer, CEPE, ETH Zürich

4. Rechenzentrum-Thementag der

IBM Schweiz, 25. April 2007



Inhalt

- Wozu wird die Energie im RZ genutzt?
- Wie kann die Energieeffizienz eines RZ quantifiziert werden?
- Wie entwickelt sich der Energieverbrauch der Server?
- Wie entwickelt sich die spezifische Wärmelast?

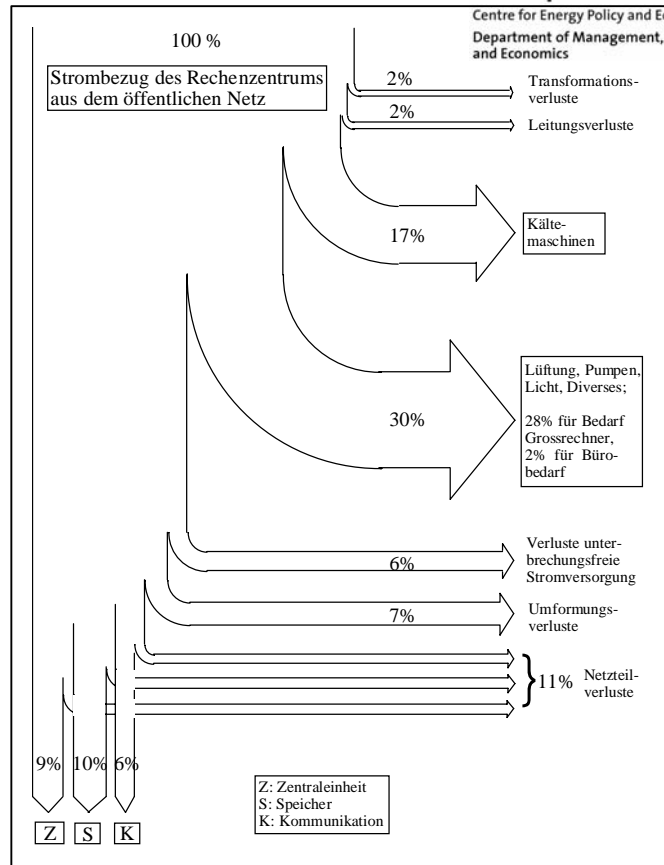
Energiefluss eines RZ (4 MW)

50% Kälteproduktion,
Wärmeabfuhr

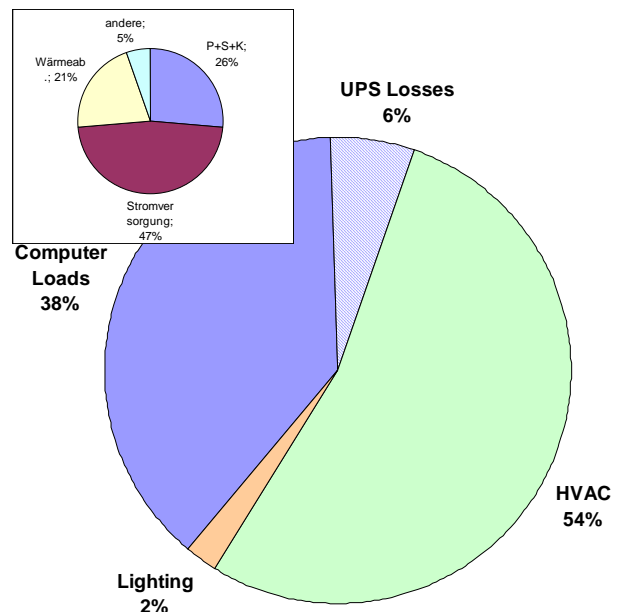
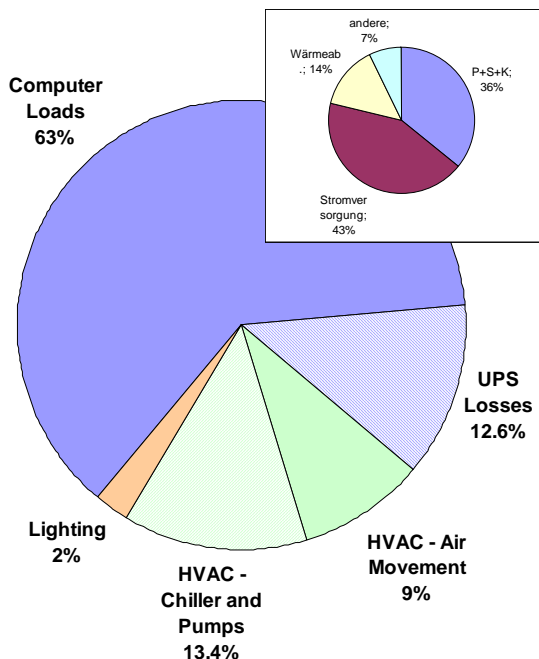
25% Strom-Übertra-
gung und -Trans-
formation, inkl. USV

25% Zentraleinheit
(Z), Speicher (S) and
Kommunikation (T)

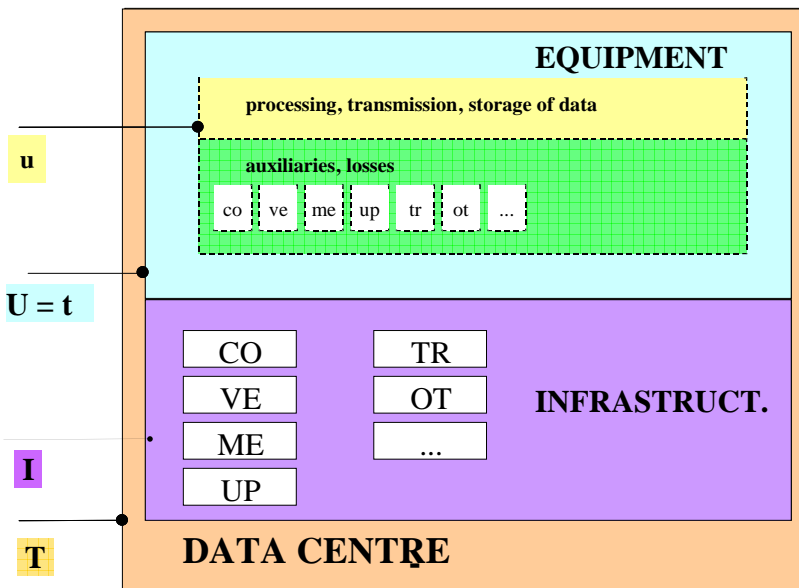
Quelle:
Spreng/Aebischer, 1990



Grob-Aufteilung Stromverbrauch Data Centre (LBNL, Mes- sung) und Fein-Aufteilung Computer Load (CEPE, typisch)



Energieeffizienz-Indikator für RZ



Indikator für Gesamt-Energieeffizienz:

$$CEE = u/T$$

$$= U/T * u/t$$

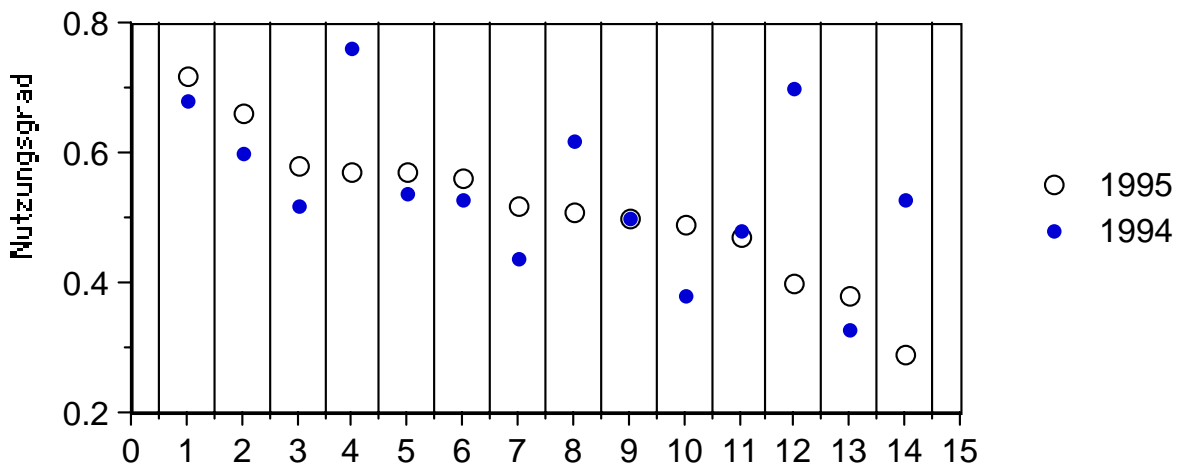
$$= C1 * c2$$

- C1 = Indikator für Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur
- c2 = Indikator für Energieeffizienz der IKT-Geräte

Quelle: Aebischer et al., 2003

C1 ist ein guter Indikator

... vorausgesetzt, dass der **Energieverbrauch** vergleichbar gemessen wird → **Messkonzept**



C1 in 1994 and 1995 in 14 RZ in der Schweiz
(Quelle: Bänninger (1996) in Aebischer (1996))

Aber C1 ist ungenügend...

... um Effizienzpotentiale zu identifizieren und Massnahmen zu planen → **Energieanalyse** (Shamshoian, 2005)

Average Payback Time of 3 Months for Energy-saving Retrofits in 36 Data Centers

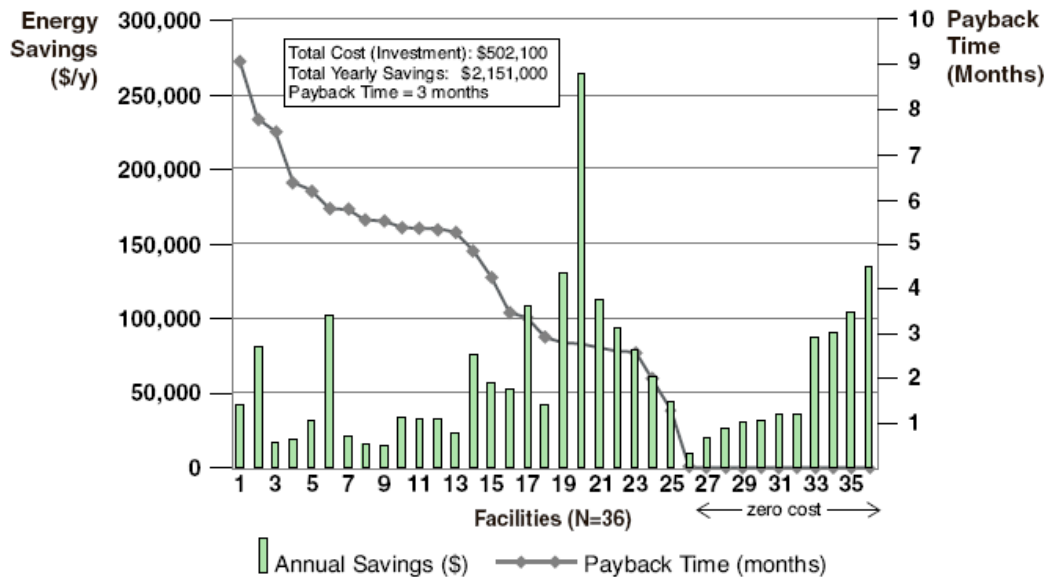


Figure 10. Energy savings for energy-efficiency upgrades at 36 data centers. Zero-cost items were labor-only, using in-house salaried staff.

Simulationen zeigen Handlungsspielräume auf

| | optimised infrastructure ⁵⁾ | conventional infrastructure ⁵⁾ | inefficient infrastructure ⁵⁾ | (Mitchell-Jackson, 2001) ³⁾ |
|---------------------------|--|---|--|--|
| shares based on: | kWh/a | kWh/a | kWh/a | kW |
| free-cooling | yes | yes | no | no ⁴⁾ |
| computer room temperature | 26°C | 22°C | 20°C | 20-21°C ⁴⁾ |
| cold water temperature | 11/17°C | 6/12°C | 6/12°C | 7-10°C ⁴⁾ |
| COP chillers | 4.0 | 2.5 | 2.5 | unknown |
| supply air temperature | 14°C | 12°C | 12°C | unknown |
| pressure loss in CRAC | 350Pa | 500Pa | 900Pa | unknown |
| fan efficiency | 65% | 60% | 55% | unknown |
| C1 = | | | | |
| Computers | 75.7% | 59.2% | 47.6% | 48.5% |
| HVAC | 13.3% | 24.8% | 30.4% | 36.9% ¹⁾ |
| Light | 2.0% | 3.0% | 4.0% | 3.4% |
| Power distribution unit | 2.0% | 4.0% | 5.0% | ²⁾ |
| UPS | 5.0% | 7.0% | 10.0% | ²⁾ |
| Others | 2.0% | 2.0% | 3.0% | 11.2% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

Quelle: Altenburger, 2001 in Aebischer et al., 2003

c2 ist kein guter Indikator

... denn er kann nicht gemessen werden!

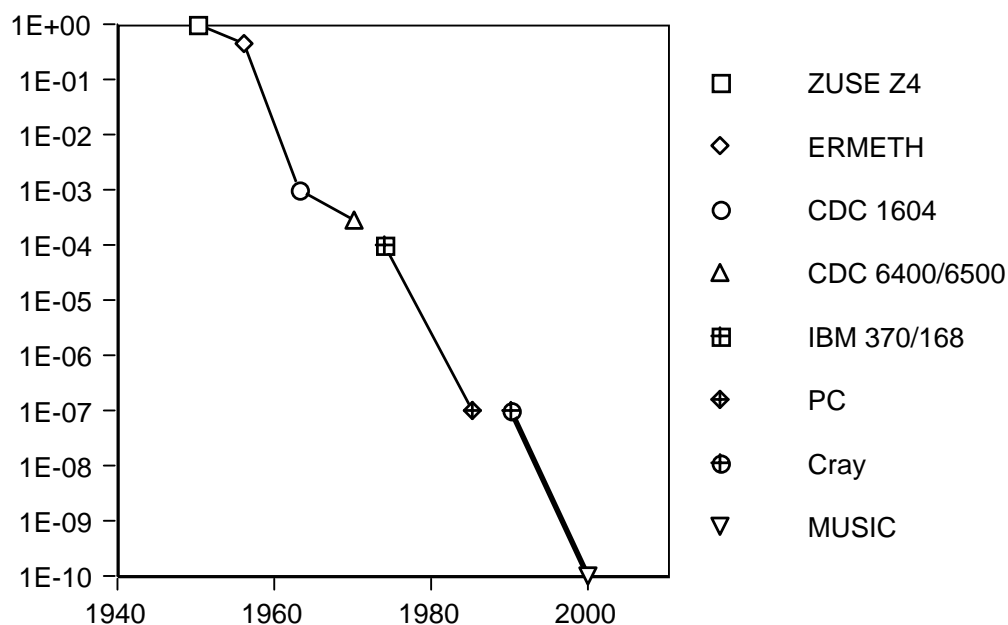
Aber die Massnahmen zur Steigerung von c2 sind vielfältig

- Reduktion der Verluste bei Transformation 220 VAC -> 1.5 VDC
- "Power Management", Reduktion der Standbyverluste
- „Services not servers“
- Energieeffiziente Prozessoren, Speicher u.ä. → ...

und werden durch neue Politik-Initiativen unterstützt:

- US-President Bush's server-initiative
- EU Code of Conduct for Data Centres Initiative

Relative Entwicklung des spezifischen Strombedarfs von Computergenerationen



Entwicklung der Energienachfrage Server und RZ

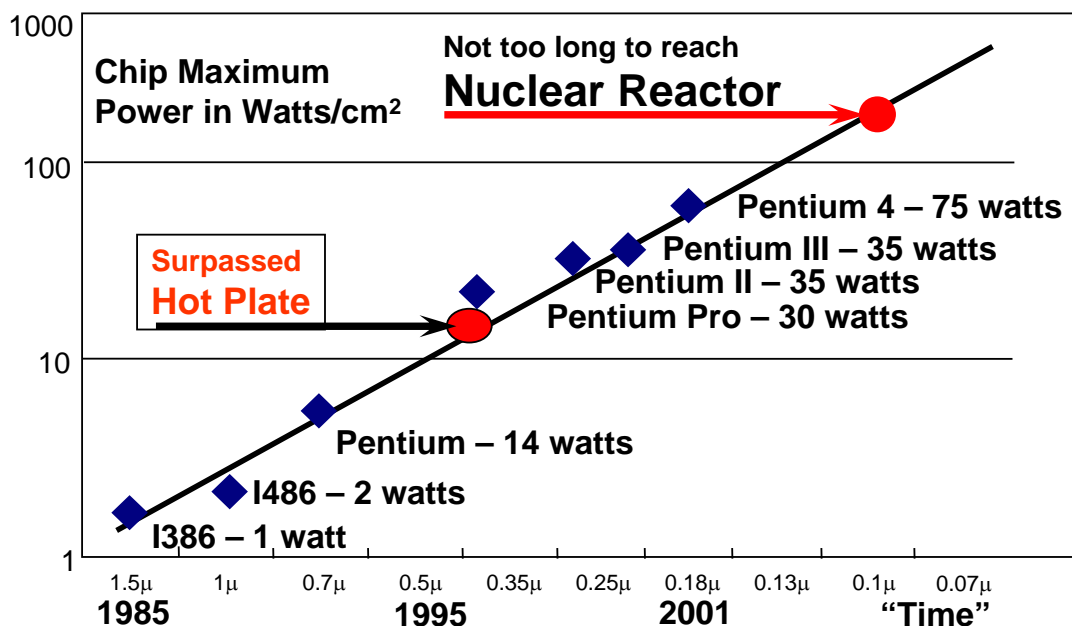
Servers

- Deutschland: Cremer et al. (2003)
 - 2004/2001 +47%, 2010/2004 +48%
- USA, weltweit: Koomey (2007)
 - 2005/2000 +90% (USA), +110% (weltweit)

Data Centres

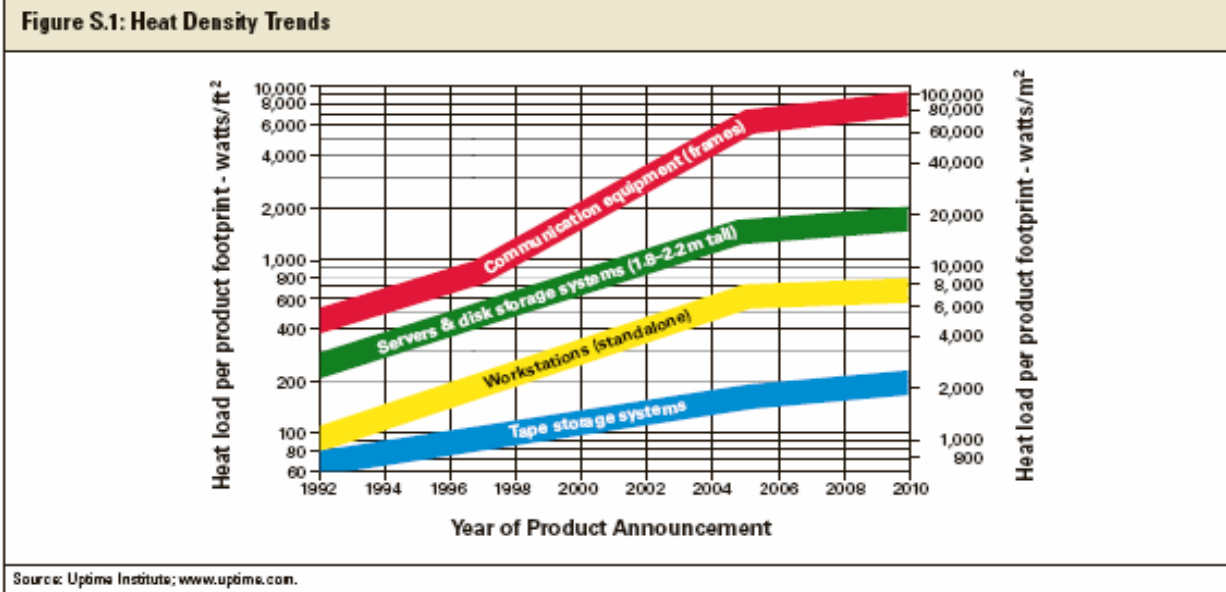
- Steigende Bedeutung der Infrastruktur
- «Outsourcing»?; «Services not servers»?
- Wird die Schweiz ein interessanter Standort für Data Centres von global tätigen Firmen?!

Folgen von Moors Gesetz und Taktfrequenz ...



Quelle: Pollak, Intel, in Chris Hipp, Hyper Digital Research, in RMI, 2003

und Folge der Geometrie/Miniaturisierung,

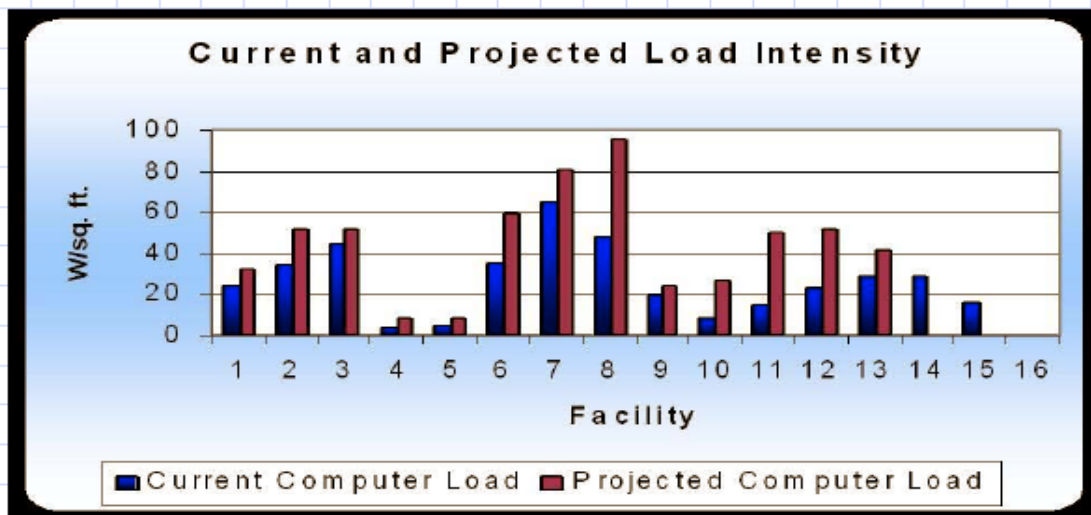


Quelle: Brill, K., Uptime Institute, in RMI, 2003

aber in bestehenden RZ ...

California Data Center owners claim a need of 250 W/ft²

Real data benchmarks the actual need between 10 and 100.



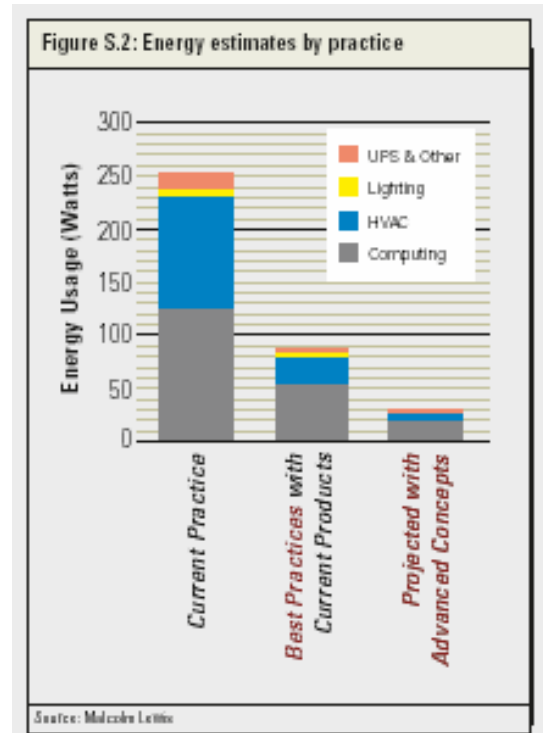
Quelle: Mills, 2005

und für neue RZ gibt es technische Lösungen!

Mit «best practice» kann die typische spez. elektr. Leistung eines RZ um ca. 2/3 reduziert werden (skaliert auf eine 1U-Einheit von 250 W auf 90 W); mit fortgeschrittenen Konzepten um fast 90% (→ 30 W).

Quelle: RMI, 2003

<http://www.rmi.org/sitepages/pid626.php>



Quellen/Literatur (1)

- Aebischer et al., 2003. Energy- and Eco-Efficiency of Data Centres. Report commissioned by the Canton of Geneva, Geneva, Switzerland http://www.cepe.ch/research/projects/datacentres/data_centres_final_report_05012003.pdf
- 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., 1996 Rationellere Energieverwendung beim Einsatz von Computern. Proceedings der Fachtagung SIWORK '96 "Workstations und ihre Anwendungen". Zürich 14.-15. Mai 1996. vdf-Verlag (ISBN: 3 7281 2342 0)
- Aebischer B., Mutzner J. und Spreng D., 1994. Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungssektor. Bulletin SEV/VSE 16/94
- Cremer et al., 2003. Der Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2010 - Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz und der Energieeinsparung in diesen Bereichen, Studie von FhG-ISI und CEPE im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Karlsruhe/Zürich <http://www.cepe.ch/download/projects/INFO-KOM/ISI%2BCEPEIuK-Abschlussbericht.pdf>
- Koomey J.G., 2007. ESTIMATING TOTAL POWER CONSUMPTION BY SERVERS IN THE U.S. AND THE WORLD, Stanford/Berkeley <http://enterprise.amd.com/Downloads/svrpwrusecompletefinal.pdf>

Quellen/Literatur (2)

- Mills E., 2005. Benchmarking: What's Your Building's Energy IQ? California Energy Commission Green Building Initiative Benchmarking Staff Workshop, April 7
- RMI (edt.), 2003. Design Recommendations for High-Performance Data Centers, <http://www.rmi.org/sitepages/pid626.php>
- Shamshoian G. et al., 2005. High-Tech Means High-Efficiency: The Business Case for Energy Management in High-Tech Industries. LBNL, Berkeley http://eetd.lbl.gov/emills/PUBS/PDF/HT_BusinessCase.pdf
- Spreng D. und Aebischer B., 1990. Computer als Stromverbraucher. Schweizer Ingenieur und Architekt. Oktober