

Rechenzentren als Energiefresser? Energieverbrauch und Energieeffizienz

Dr. Bernard Aebischer, CEPE, ETH Zürich

Wenn IT und Speicher grün werden.
Presse-Roundtable, Hitachi Data Systems, München, 14. 6. 2007



Inhalt

- Energieverbrauch RZ
- Wozu wird die Energie im RZ genutzt
- Energieverbrauch Speichersysteme (Draft)
- Effizienzverbesserungen Speichersysteme (Draft)
- Energiefresser (Draft)
- Literaturhinweise

Energieverbrauch Rechenzentren (ohne Infrast.)

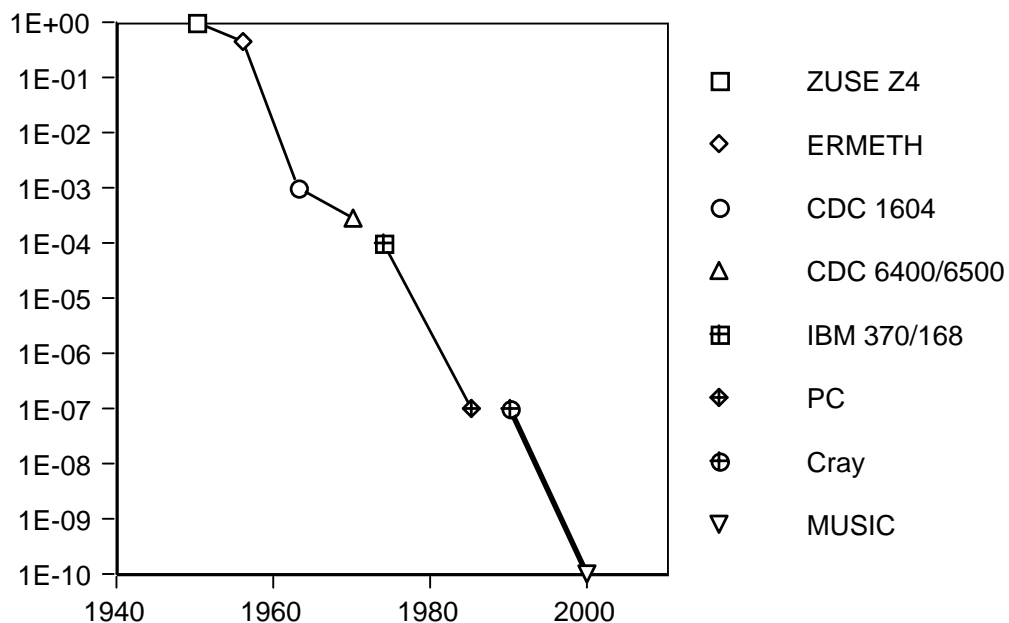
Anteil Landesverbrauch: 0.1% - 1%

- 1.3%: Grossrechner, 1988, Schweiz (Spreng/Aebischer, 1990)
- 0.7%: Grossrechner/Server, 1999, Schweiz (Aebischer et al., 2002)
- 0.3%: Grossrechner, Server, 2000, USA (Roth et al., 2002)
- 0.8%: Server, 2001, Deutschland (Cremer et al., 2003)
- 0.6%: Server, 2005, USA (Koomey, 2007)

Energieverbrauch regional/lokal: 1% -10%

z.B. Kanton Genf (Aebischer et al., 2003)

Relative Entwicklung des spezifischen Strombedarfs von Computergenerationen



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

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?!

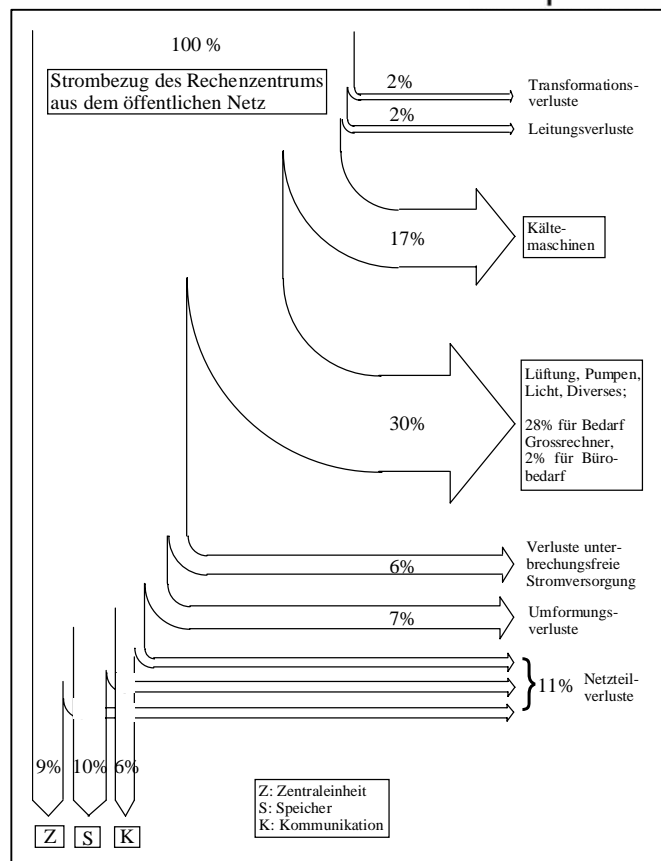
Energiefluss eines RZ (4 MW)

50% Kälteproduktion, Wärmeabfuhr

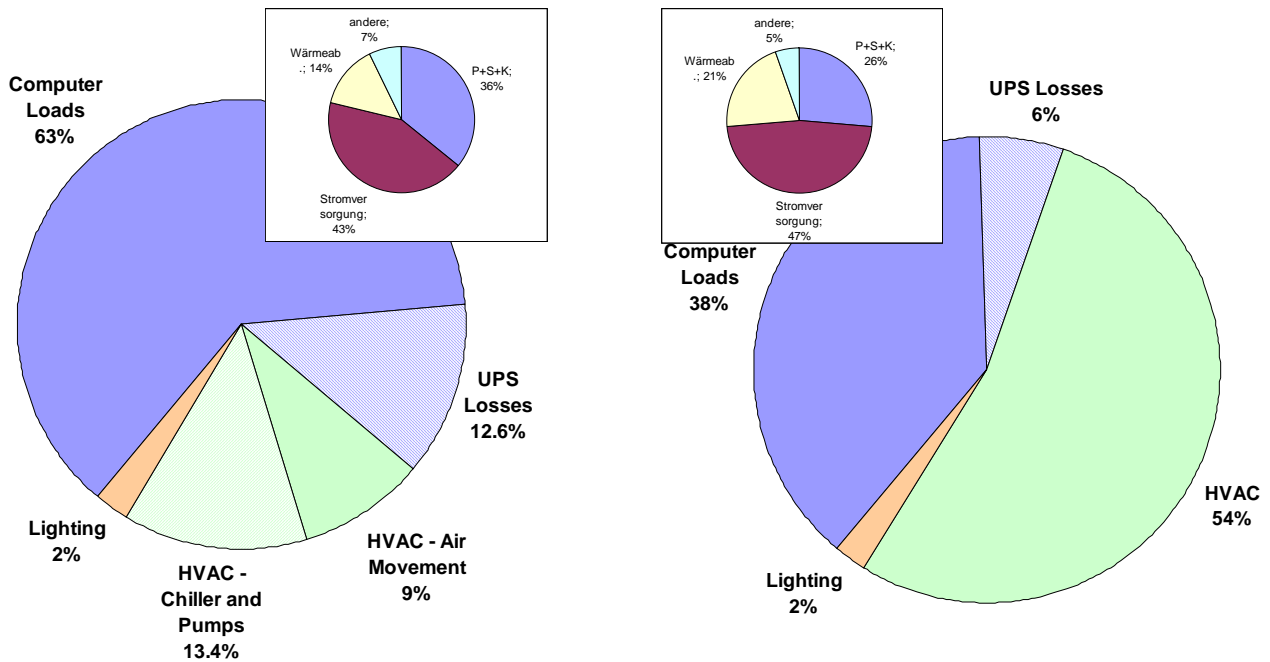
25% Strom-Übertragung und -Transformation, inkl. USV

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

Quelle:
Spreng/Aebischer, 1990



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



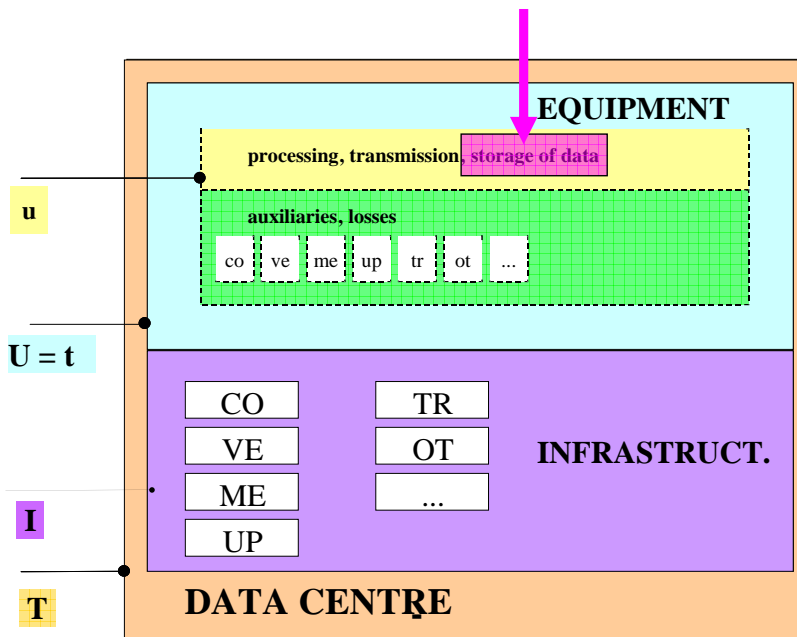
Aufteilung Stromverbrauch Server

Table 4-4: Energy use patterns in a server before and after energy use optimisation

	before optimisation %	before optimisation W	after optimisation W	after optimisation %
processors, storage devices, input/output	(20-30)%	40-60.	40-60.	(30-40)%
power supply, including power factor correction	(30-60)%	60-120.	60.	40%
fans: heat evacuation by fans	(10-30)%	20-60.	20.	13%
uninterruptible power supply, UPS	(5-20)%	10-40.	10.	6%
other losses	(0-10)%	0-20.	10.	6%
total	100%	200	140-160.	100%

Quelle: Aebischer et al., 2003

Energieeffizienz-Indikator für RZ



Indikator für Gesamt-Energieeffizienz:

$$\begin{aligned} \text{CEE} &= u/T \\ &= U/T * u/t \\ &= C1 * c2 \end{aligned}$$

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

Quelle: Aebischer et al., 2003, Aebischer, 2007

Anteil Speicher an IT Verbrauch

- 40% (Leistung): Grossrechner in Bank, 1988 (Spreng/Aebischer, 1990)
- 10% (Leistung): PC, 1988 (Spreng/Aebischer, 1990)
- PC, 2000: ?
- 16% (Energie): Servers (RZ) (Roth et al. 2002), wovon
 - 55% Optical/Tape Drive (On-Modus)
 - 45% Magnetic Disk Drive („always spinning“)
- ca. 33%: Erfahrung HDS?

Entwicklung Energieverbrauch Speicher

Datenmenge

- Speicherbedarf = $\int_{t_0}^t \text{Daten}(t) dt$!!!
- “200-fold increase in data storage ... ten years” (Roth 2002, S. 108)
→ Wachstum = +11%/Jahr (+33%/Jahr = 2000-fold increase in 10 Jahren in gewissen Betrieben!?)
- The growth of Internet traffic will have a dramatic impact upon ... data storage demand (Roth 2002, S. 119)

Spezifischer Stromverbrauch (W/TB)

- Starke Steigerung der Speicherdichte (MB/cm²)
→ W/TB = -25%/Jahr von 1997-1999 (Roth 2002, S. 41)
- Preisreduktion ca. Faktor 100 in 10 Jahren (?)

Massnahmen Effizienzverbesserung Speicher

Probleme: „Datensalat“, Standbyverbrauch und Kapazitätsauslastung

- Daten-Management
 - Hierarchisierung (Schnelligkeit und Sicherheit)
 - „Deduplizierung“
- Technische Massnahmen
 - Konsolidierung
 - Utilisation (40-50% allocated but never used: HDS, SNW Key Themes 2007) → Kosten, Energieeffizienz
 - Virtualisierung (Auslastungsquote: 15% -> 80%, Rabeneck)
 - Komprimierung 25 zu 1 (HDS, Green Computing)

Energiefresser?

- Nationale Ebene: klein, aber schnell wachsend.
 - 1% Landesverbrauch, TV;
 - +7%/Jahr (50% in 5 Jahren)
- Regionale/lokale Ebene: Konzentration!
 - 20 MW = 80'000 Personen
- Betriebswirtschaftliche Ebene: Energiekosten!
- Infrastruktur für IKT-Anwendungen nimmt überproportional zu!
- Indirekte Auswirkungen IKT auf volkswirtschaftlicher Ebene?
 - e-business, „embedded“, „pervasive“
 - Entwicklung (WSIS)
 - LCA

Quellen/Literatur (1)

- Aebischer, 2007. Energieverbrauch und Energieeffizienz in Rechenzentren. Präsentation am 4. Rechenzentrum-Thementag der IBM Schweiz, 25. April <http://www.ethlife.ethz.ch/articles/tagess/GruenesRZ.html>
- 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 et al., 2002. CO₂-Reduktionspotential Erdgas. Projektphase 1: Referenzszenario. Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gasindustrie. Zürich http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_2002_CO2-Erdgas_Phase_1.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. Strombedarfentwicklung 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)

- Rabeneck, ?. Tired Storage und Virtualisierung zur Speicherkonsolidierung.
- Roth et al., 2002. Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings. Volume I: Energy Consumption Baseline.
http://www.eere.energy.gov/buildings/info/documents/pdfs/office_telecom-vol1_final.pdf
- RMI (edt.), 2003. Design Recommendations for High-Performance Data Centers,
<http://www.rmi.org/sitepages/pid626.php>
- Spreng D. und Aebischer B., 1990. Computer als Stromverbraucher. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 50 Dezember