

# Infrastructures de la Société de l'information: un gigantesque défi énergétique

Dr. Bernard Aebischer, CEPE/ETH Zürich

Séminaire CUEPE, 6 décembre 2007



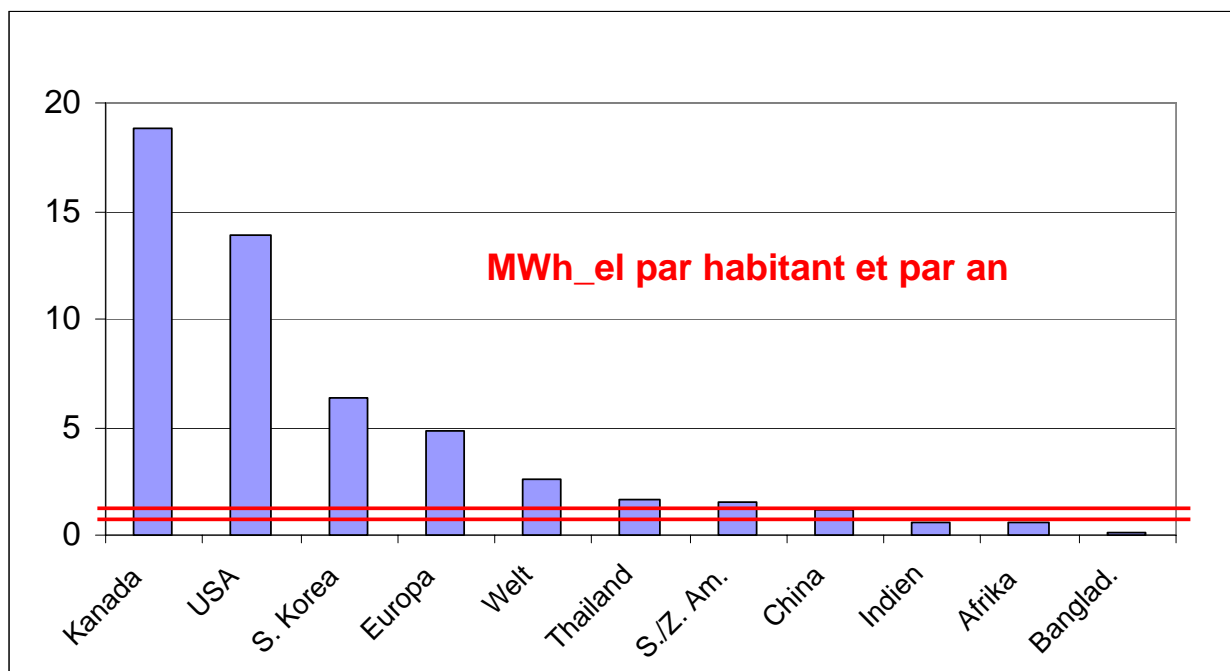
## Sommaire

- TIC dans les pays du Nord et dans les pays du Sud
- Infrastructure pour les TIC
- Data Centres

## Technologies d'information et de communication (TIC) et développement durable

- Sommet Mondial pour le Développement Durable: 2002 à Johannesburg (SMDD)
  - Technologies d'information et de communication (TIC) une des voies pour accélérer un développement durable
- Sommet Mondial de la Société de l'Information: 2003 à Genève et 2005 à Tunis (SMSI/WSIS)
  - 50% de la population mondiale raccordés à l'internet en 2015
- Besoins d'infrastructure et impacts sur l'environnement pas considérés → ex. électricité directe

## Demande d'électricité pour les TIC au Nord et situation dans les pays du Sud (1)



## Demande d'électricité pour les TIC au Nord et situation dans les pays du Sud (2)

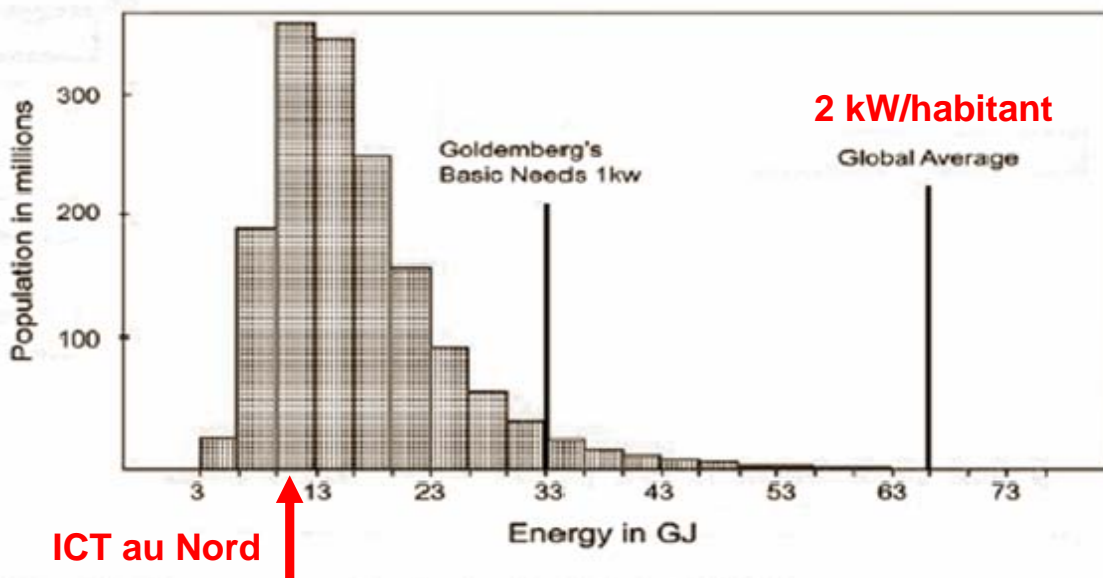


Fig. 6.8. Primary energy distribution for India in 1999-00

Source: Pachauri, 2007

## Demande d'électricité pour les TIC au Nord et situation dans les pays du Sud (3)

→ TIC au Nord pas un modèle pour le Sud (exception quelques centres)

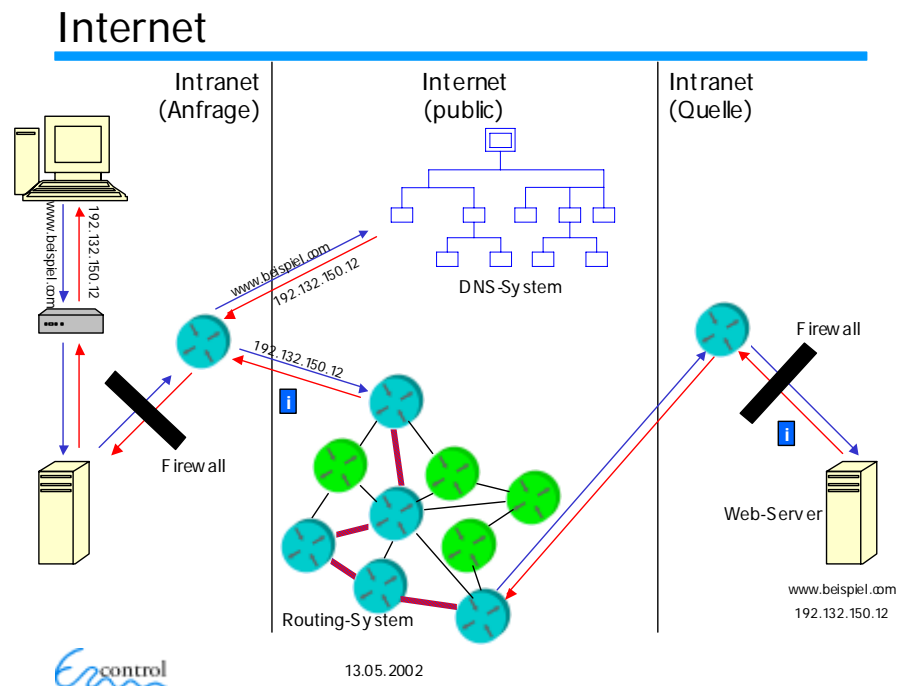
Mais: technologies, produits, services, organisations adaptées, p. ex.

- centres communautaires (→ éducation/formation)
- électricité décentralisée (photovoltaïque)
- infrastructure mobile
- ordinateur à 100 USD (→ déchets!)

## Infrastructures des TIC (1)

- Avant Internet
  - Ordinateur + réseau électrique (+ climatisation)
  - "réseau électrique" = accès électricité (+ transformation/alimentation) + alimentation de secours + condensateurs (courant réactif)
- Avec Internet
  - Ordinateur + réseau électrique + réseau de communication
  - "réseau de communication" = accès (+intranet) + infrastructure logique de l'internet (DNS system) + infrastructure physique de l'Internet (routing system)

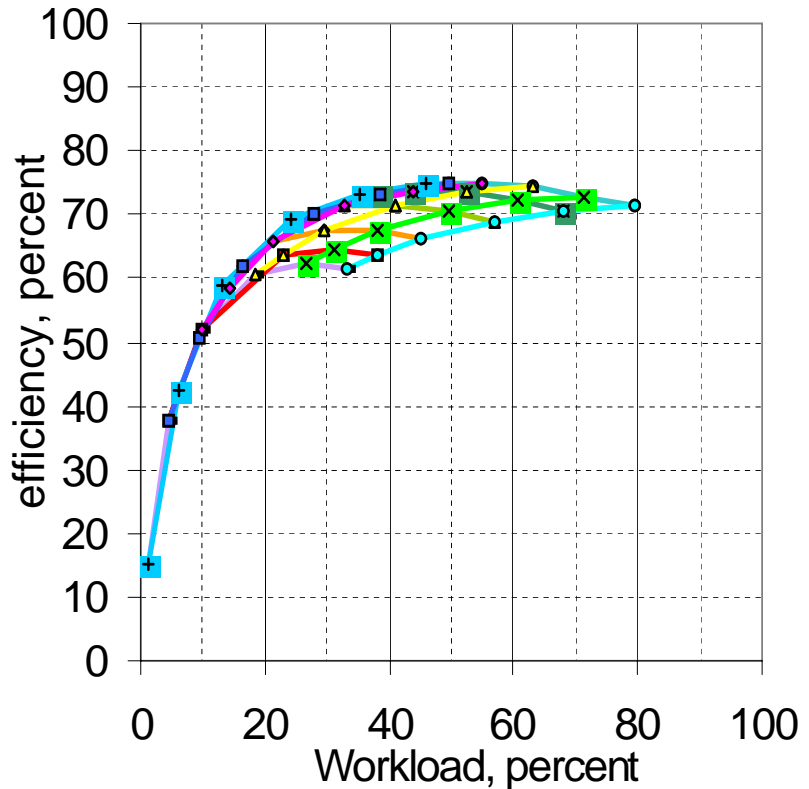
## Infrastructures des TIC (2)



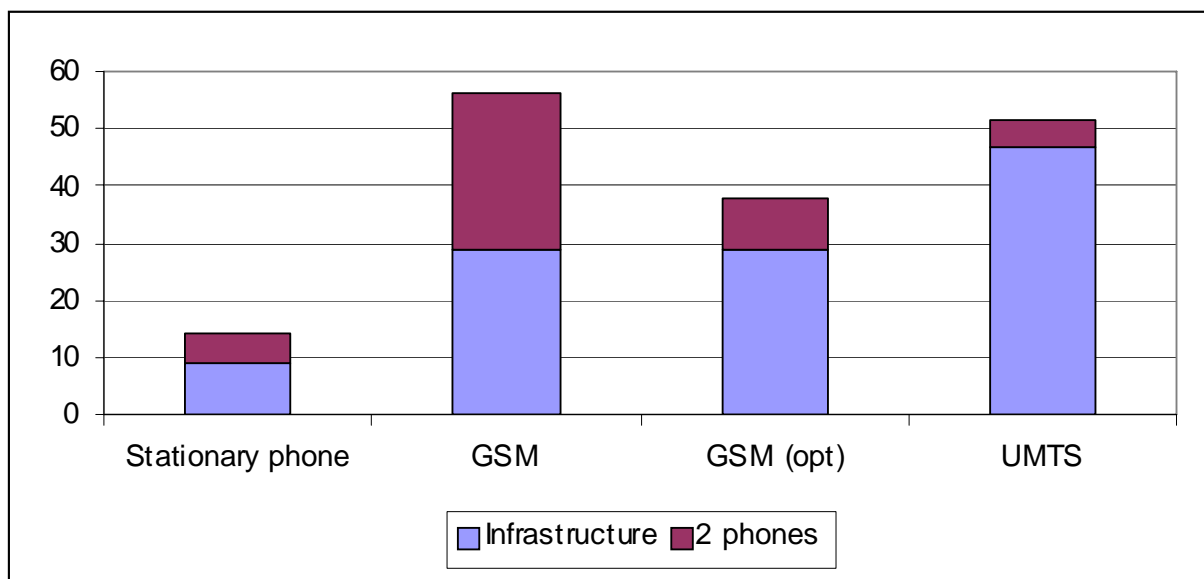
Source:  
Aebischer et al.,  
2003

## Demande d'électricité de l'infrastructure (1)

Accès électricité  
→ 50% de pertes  
Exemple:  
alimentation  
230 V AC → x V DC  
(source: Aebischer et Huser, 2002)



## Demande d'électricité de l'infrastructure (2)



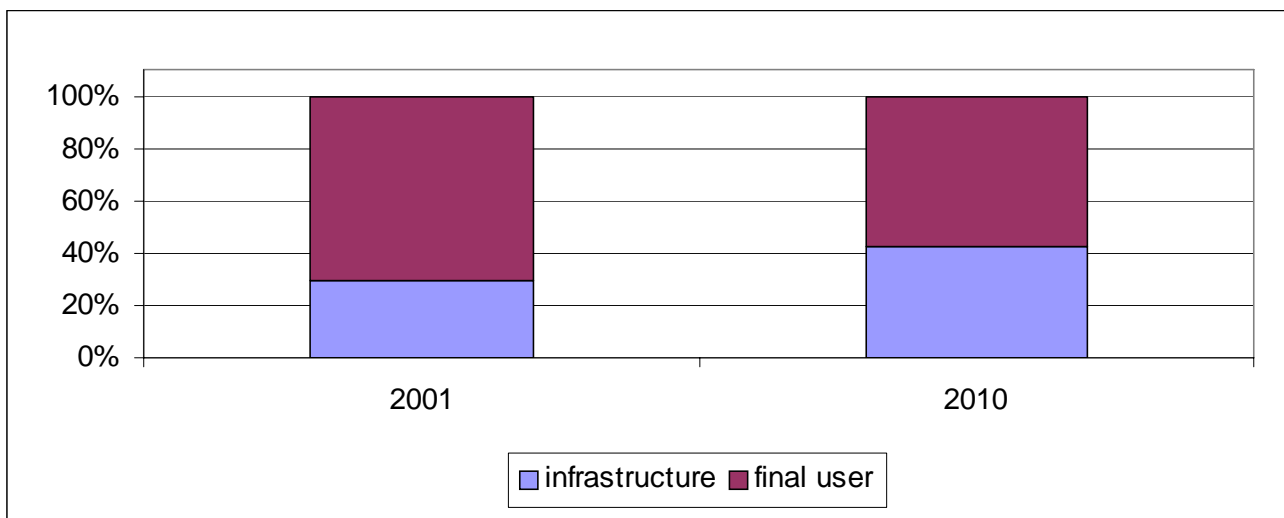
Telecommunication mobile, in kWh/Gbit (Faist et al., 2003)

## Demande d'électricité de l'infrastructure (3)

	2001 TWh/a	2010 TWh/a	2001-> 2010 TWh/a increase	2001 % total	2010 % total	2001-> 2010 % increase	2001-> 2010 %/a increase
<b>End-use appliances</b> in households	19.1	24.5	5.3	50%	44%	28%	2.8%
in offices	7.8	7.6	-0.2	21%	14%	-2%	-0.2%
<b>Infra-structure</b> in households	3.4	6.4	3.0	9%	12%	89%	7.3%
in offices	5.4	11.1	5.7	14%	20%	105%	8.3%
public	2.3	5.8	3.6	6%	10%	158%	11.1%
<b>Total</b> ICT	38.0	55.4	17.4	100%	100%	46%	4.3%

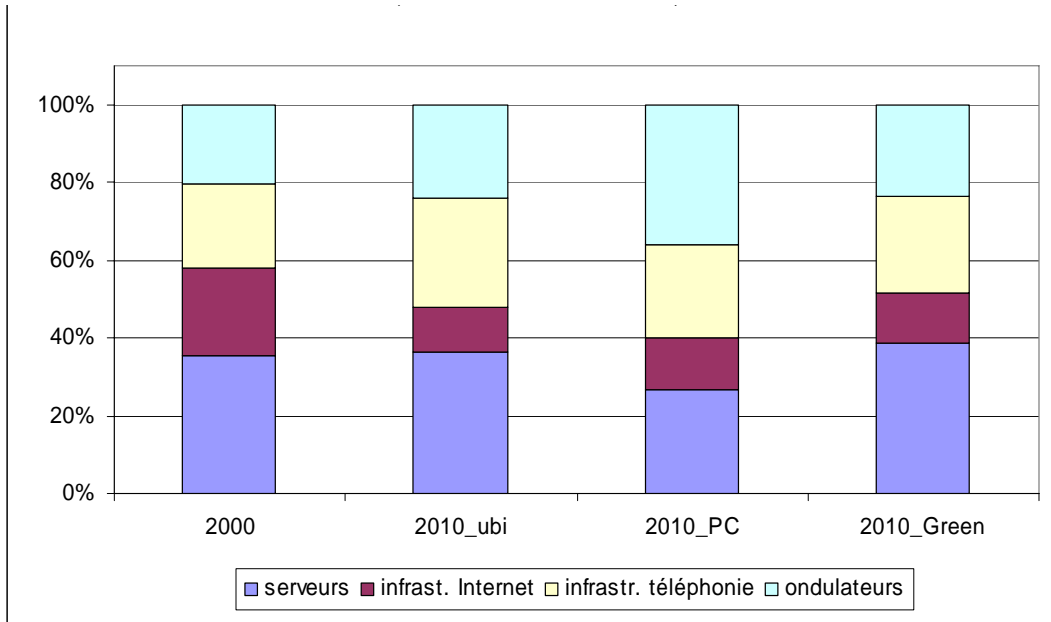
Demande d'électricité 2001 et 2010 en Allemagne des équipements/ installations TIC répartis en "end-use" habitation et travail et "infrastructure" habitation, travail et public. Source: Cremer, Aebischer et al., 2003

## Demande d'électricité de l'infrastructure (4)



Répartition de la demande d'électricité 2001 et 2010 en Allemagne des équipements/installations TIC en "end-use" et "infrastructure" Source: Cremer, Aebischer et al., 2003

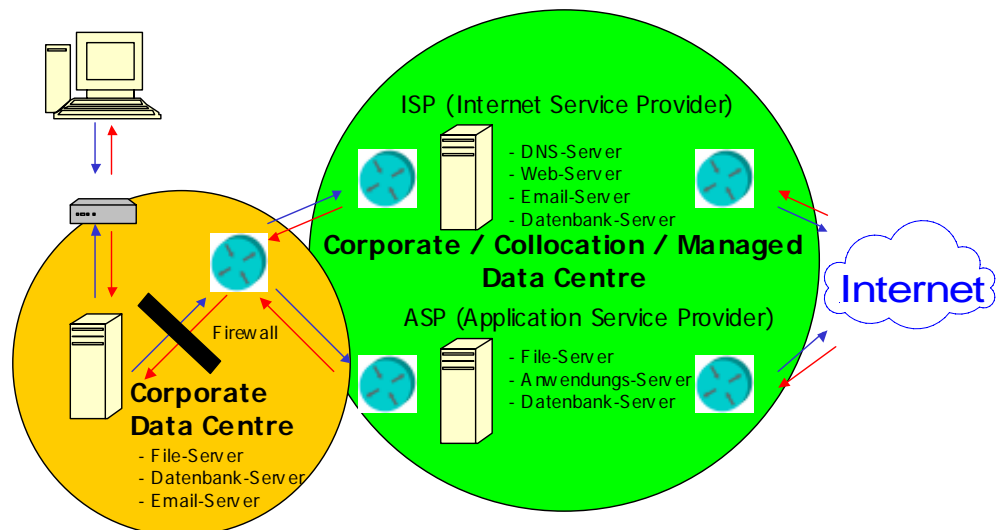
## Demande d'électricité de l'infrastructure (5)



Importance relative de la demande d'électricité des éléments de l'infrastructure. Source: Roth et al., 2002,2004; dans Aebischer/Roturier, 2007

## Demande d'électricité des serveurs et des data centres (1)

### Data Centres



Source:  
Aebischer et al.,  
2003

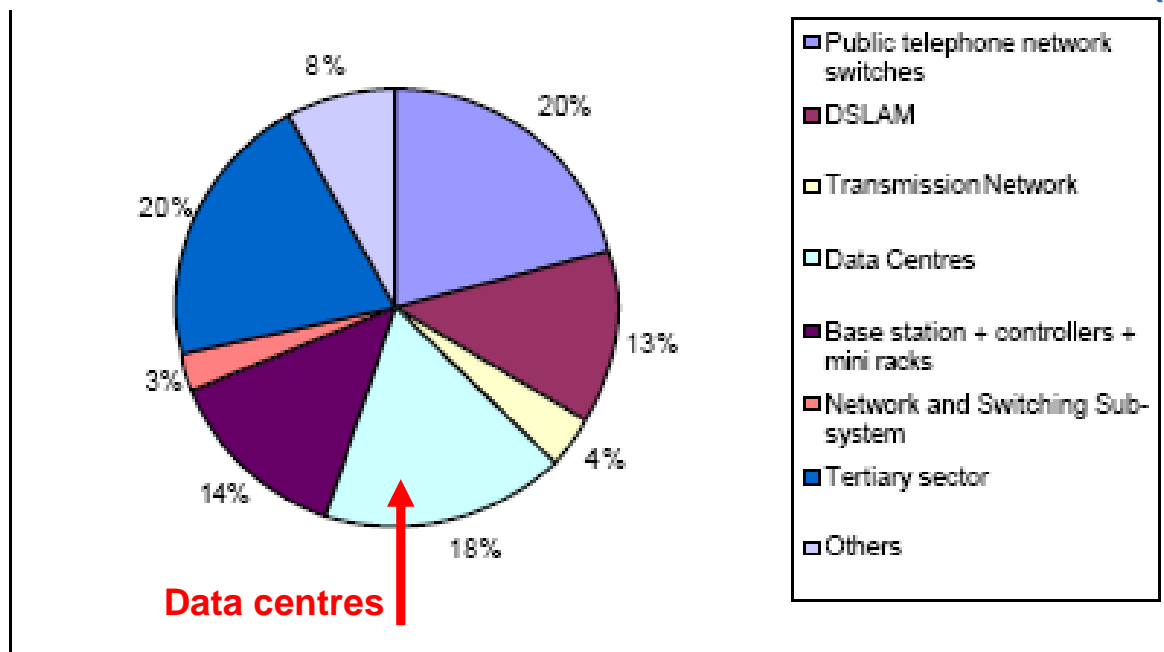
## Demande d'électricité des serveurs et des data centres (2)

**Table 5: Cartography of equipment of the operator Orange**

	Fixed telephone network	Mobile telephone network	Computer network
Network "specific" equipment		Base station (BTS and NodeB)	DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexor)
		Base station controller (BSC and RNC)	ATM and IP networks: NAS and BAS (Network and Broadband Access Server), routers, switches, brewers
		Mini racks (repeaters and sites micro BTS / Node B)	High data access network for companies
		Network and Switching Sub-system (MSC, HLR, VLR...)	MDTN equipment (Multiservice Digital Telephonic Network)
Common equipment and infrastructure	Data centres	Data centres	Data centres
	Transmission Network	Transmission Network	Transmission Network
	Public telephone network switches	Public telephone network switches	Public telephone network switches
	Tertiary sector	Tertiary sector	Tertiary sector
		Switches and routers (Packet switching)	Switches and routers (Packet switching)

Source: Souchon et al., 2007

## Demande d'électricité des serveurs et des data centres (3)



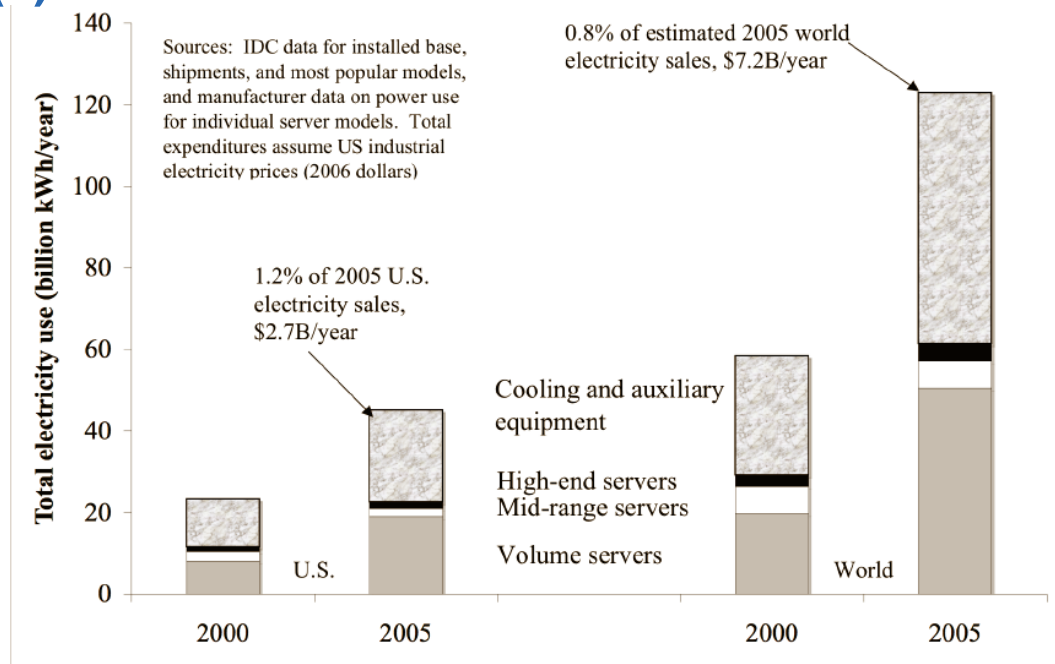
Electricité Orange par sous-secteur, source: Souchon et al., 2007



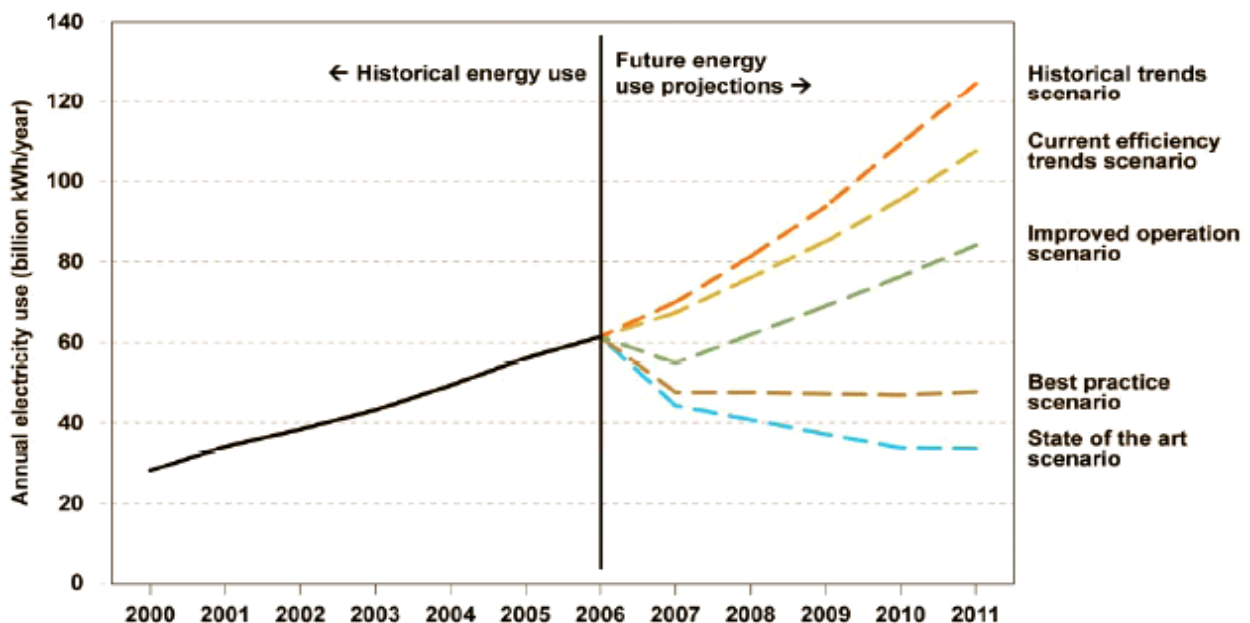
# Demande d'électricité des serveurs et des data centres (4)

Localement  
1%-10%  
or more  
(Avenches)

Source:  
Koomey,  
2007



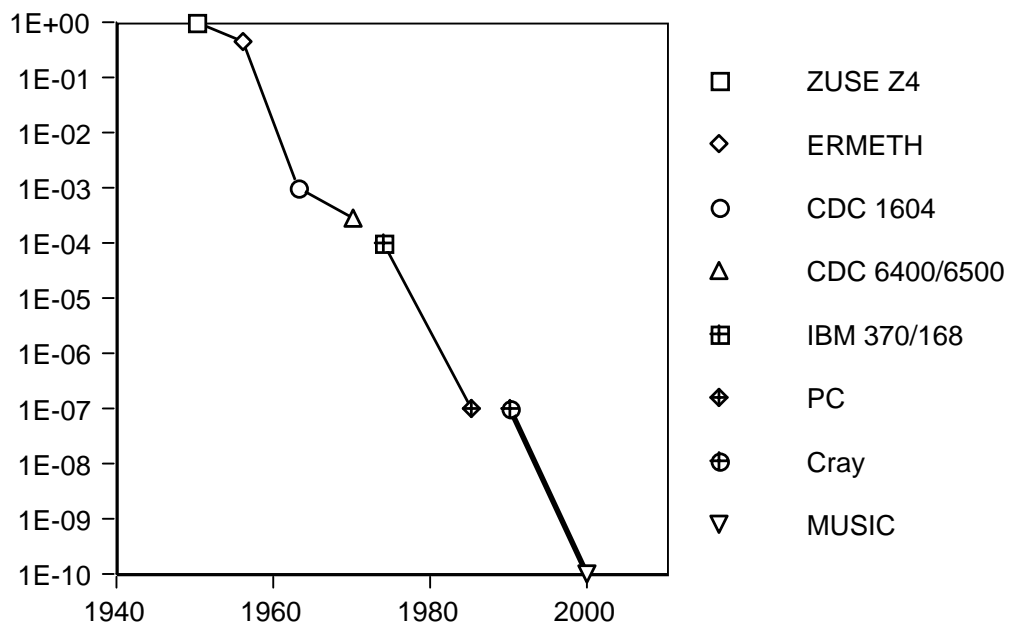
# Demande d'électricité des serveurs et des data centres (5) (Source: EPA, 2007)



## Comment influencer l'efficacité énergétique des data centres par des mesures politiques

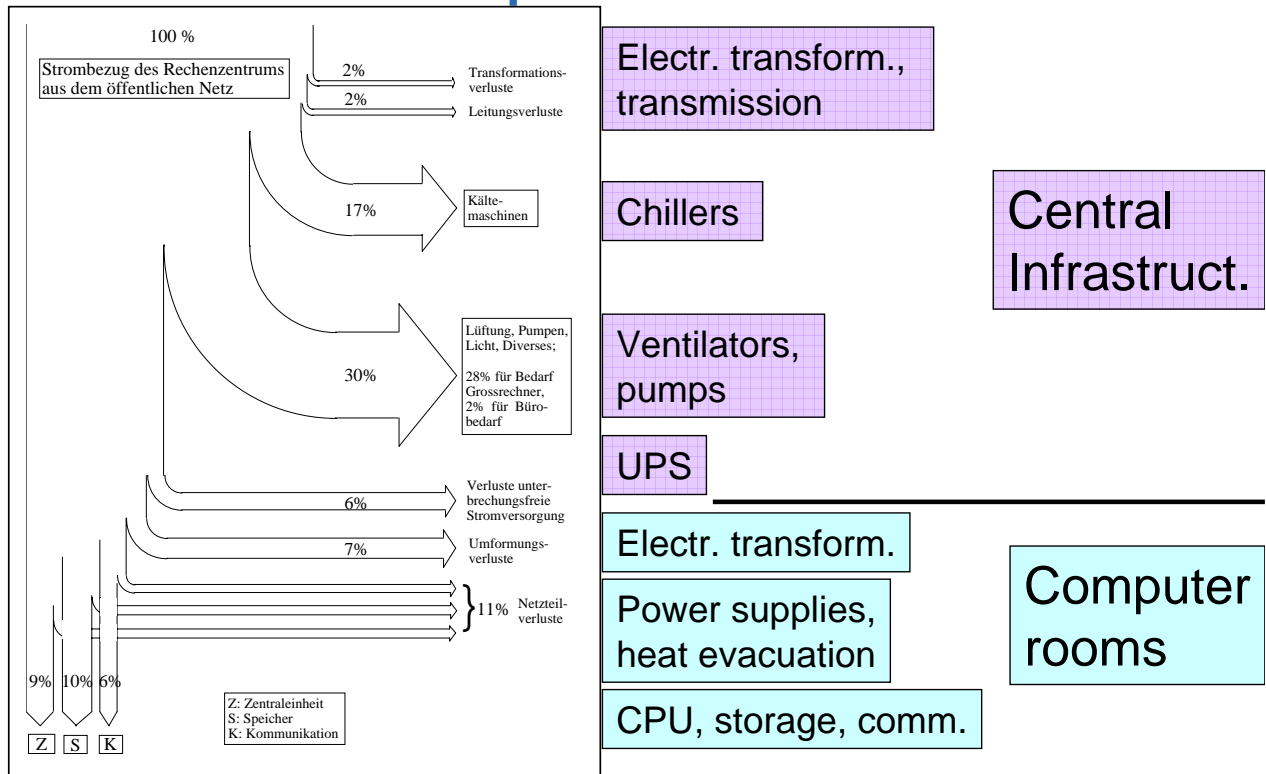
- équipements TIC, ex. serveurs
- système d'équipements
- infrastructure centrale
- système data centre

## Consommation spécifique d'énergie de générations d'ordinateurs



Source: Aebischer/Mutzner/Spreng, 1994; Aebischer/Bradke/Kaeslin, 2000

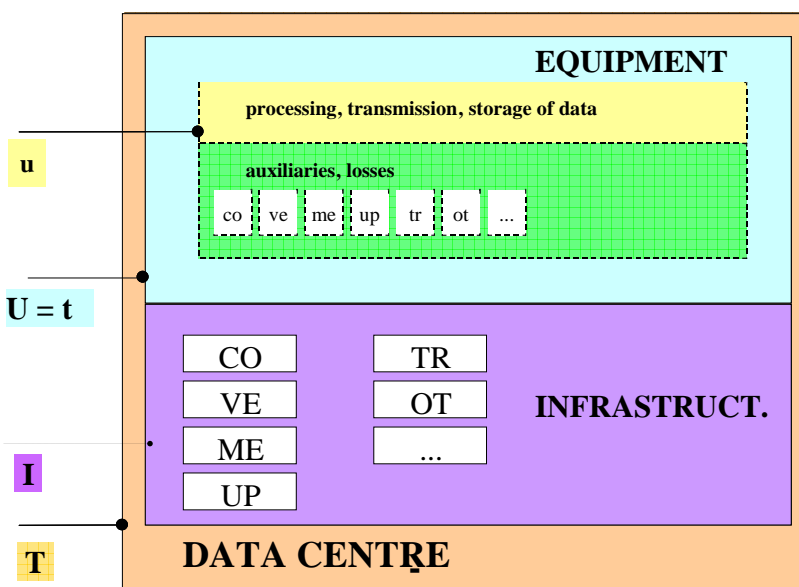
# Power-flow in a computer centre of 4 MW



Séminaire CUEPE, 6 décembre 2007

Dr. Bernard Aebischer, CEPE/ETHZ

# Mesure de l'efficacité énergétique: $CEE = C1 * c2$



Source: Aebischer et al., 2003

Indicator for over-all energy efficiency:

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

- C1 = indicator for energy efficiency of central infrastruct.

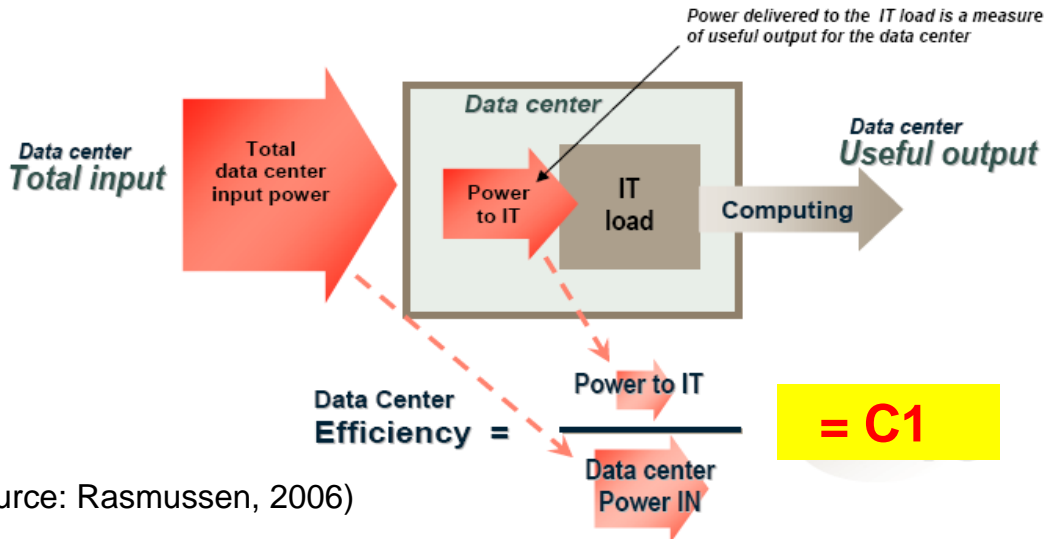
- c2 = indicator for energy efficiency of infrastructure of ICT-equipment

# C1: mesure de l'efficacité énergétique de l'infrastructure

$$\text{Data center efficiency} = \frac{\text{IT load power}}{\text{Total data center input power}}$$

Figure 2 illustrates this general model of data center efficiency.

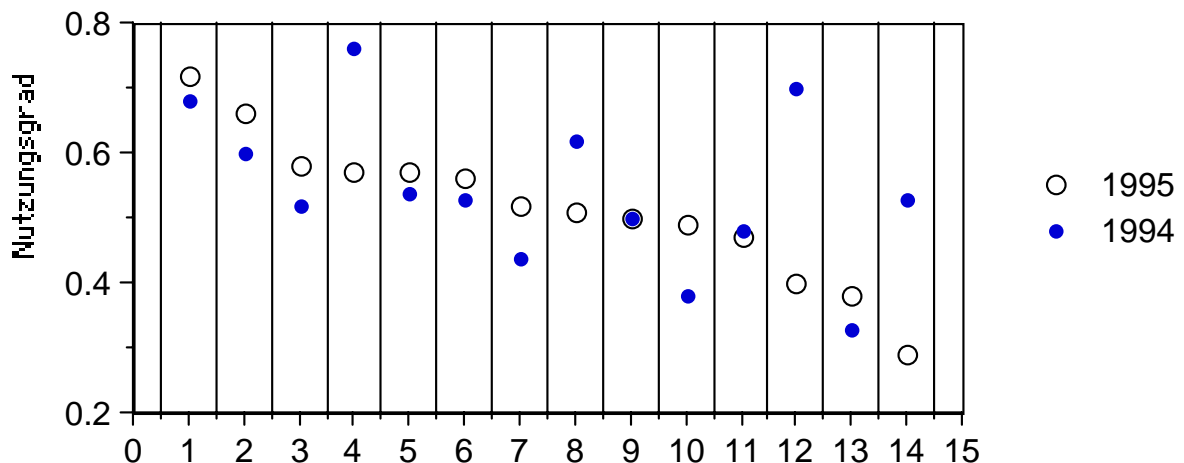
Figure 2 – Data center efficiency is defined as the fraction of input power delivered to the IT load



Source: Rasmussen, 2006)

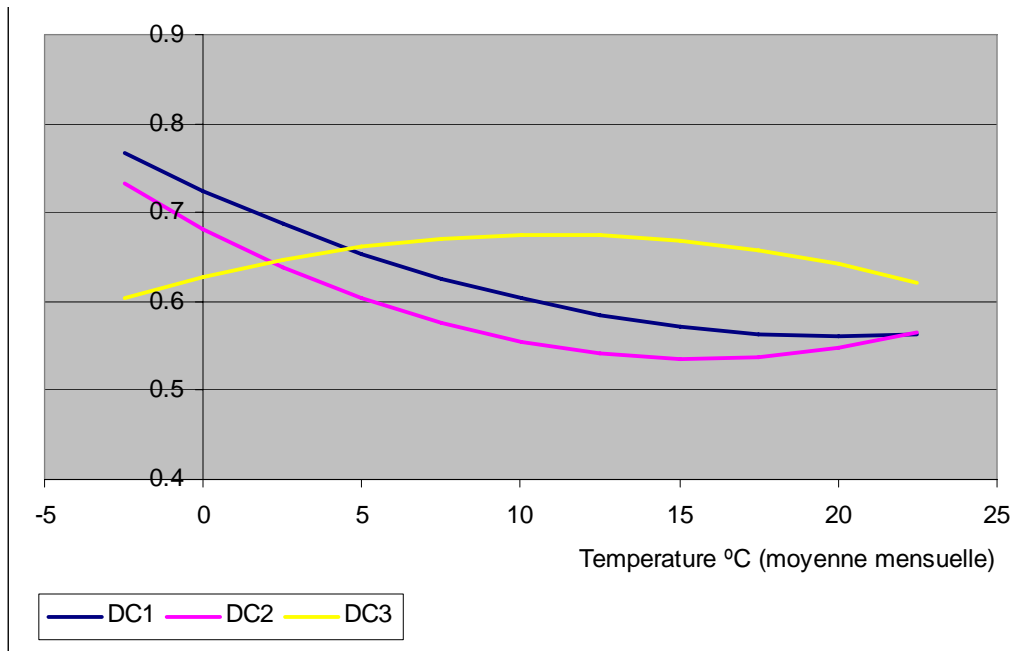
## C1 is a good indicator (1)

... but a well defined measurement concept is essential



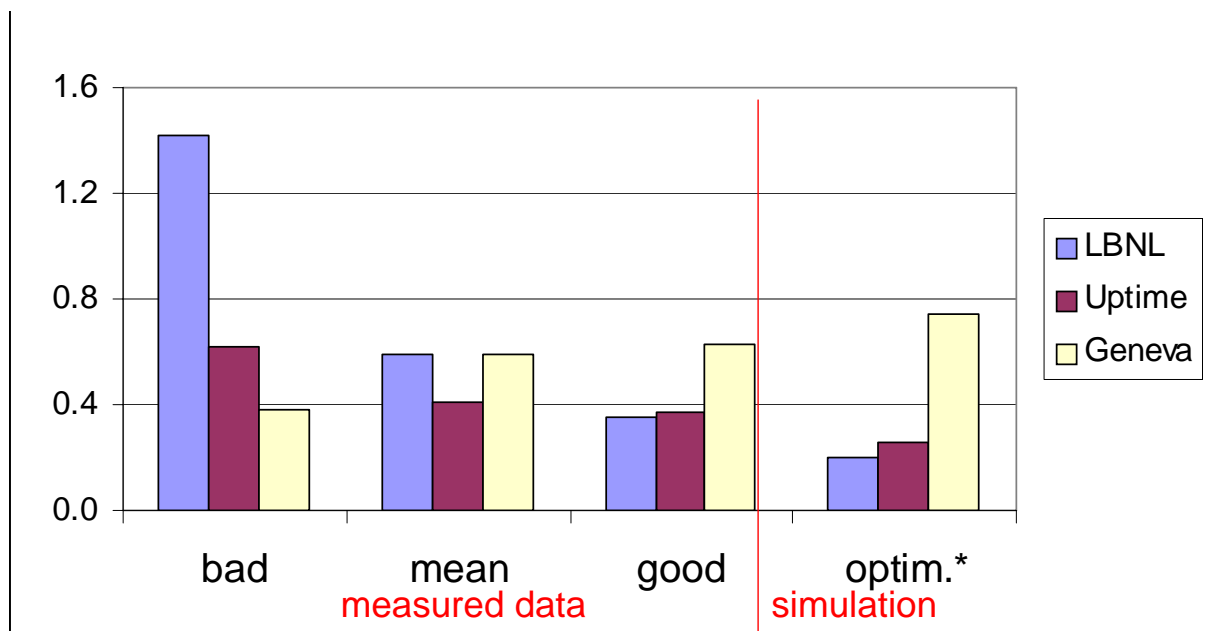
C1 in 1994 and 1995 in 14 computer centres in Switzerland (source: Bänninger (1996) in Aebischer (1996))

## C1 en fonction de la température extérieure



Source: Swiss DC EE Group, 2007; Bänninger, 2007)

## Quelles valeurs pour un „standard énergétique“?



Different metrics for energy efficiency of central infrastructure.  
Source: Aebischer/Eubank/Tschudi (2004).

- Aebischer B. et J. Roturier, 2007. Infrastructures de la Société de l'information: un gigantesque défi énergétique. Paru dans "Infrastructures et énergie", édité par P. Hollmuller, B. Lachal, F. Romerio et W. Weber. Série de publication "Energie, Environnement et Société". CUEPE, Université de Genève, Genève (ISBN 2-940220-05-0)
- Aebischer B., 2007. Quoi de neuf dans le domaine de l'efficacité énergétique des data centres? Eléments d'actualisation du rapport relatif à l'efficacité énergétique des data centres commandé par le ScanE en 2001 (Aebischer et al., 2003)
- Aebischer et al., 2003: Energy- and Eco-Efficiency of Data Centres. Report commissioned by the Canton of Geneva, Geneva, Switzerland  
[http://www.cepe.ethz.ch/research/projects/datacentres/data\\_centres\\_final\\_report\\_05012003.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/research/projects/datacentres/data_centres_final_report_05012003.pdf)
- Aebischer B., Eubank H. and Tschudi W. (2004). Energy Efficiency Indicators for Data Centers, Proceedings of the International Conference on "Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings, IEECB'04", Frankfurt, 21 – 22 April.  
[http://www.cepe.ethz.ch/download/staff/bernard/Aebischer\\_IEECB04\\_final.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/download/staff/bernard/Aebischer_IEECB04_final.pdf)
- Aebischer B., Huser A. (2002). Energy efficiency of computer power supply units, SFOE, Bern  
[http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2003/power\\_supply\\_e\\_all-accepted\\_30.9\\_endfassung.pdf](http://www.electricity-research.ch/pages/berichte/2003/power_supply_e_all-accepted_30.9_endfassung.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
- Bänninger M., 2007. Communication privée.
- Cremer C., Aebischer B. et al., Energy Consumption of Information and Communication Technology (ICT) in Germany up to 2010, 2003. <http://www.cepe.ch/download/projects/INFO-KOM/ISI%2BCEPE-ICT-english.pdf>
- EPA, 2007. Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency. Public Law 109-431. U.S. Environmental Protection Agency. ENERGY STAR Program. Washington, August  
[http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/EPA\\_Datacenter\\_Report\\_Congress\\_Final1.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf)
- Faist Emmenegger M. et al., 2003: LCA des Mobilfunksystems UMTS. Finanziert durch Forschungsstiftung Mobilkommunikation, ETHZ, Uster [http://www.mobile-research.ethz.ch/var/sb\\_friskhnecht\\_pref7.pdf](http://www.mobile-research.ethz.ch/var/sb_friskhnecht_pref7.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>
- Pachauri S. (2007). An Energy Analysis of Household Consumption. Changing Patters of Direct and Indirect Use in India. Springer edt. ISBN 978-1-4020-4301-7 (HB), 978-1-4020-5712-0 (e-book)

- Rasmussen N., 2006. Electrical Efficiency. Modeling of Data Centers. White Paper #113, American Power Conversion (APC) [http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/NRAN-66CK3D\\_R1\\_EN.pdf](http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/NRAN-66CK3D_R1_EN.pdf)
- Roth K. et al., Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings - Volume I : Energy Consumption Baseline, ADL, Cambridge, MA, USA, 2002  
<http://www.tiaxllc.com/aboutus/pdfs/officeequipvol1.pdf>
- Roth K. et al., Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings - Volume II: Energy Savings Potential, TIAX LLC, Cambridge, MA, USA, 2004  
[http://www.tiaxllc.com/aboutus/pdfs/DOE\\_Energy\\_Consumption\\_1204\\_Rpt\\_033105.pdf](http://www.tiaxllc.com/aboutus/pdfs/DOE_Energy_Consumption_1204_Rpt_033105.pdf)
- Souchon L., B. Aebischer, J. Roturier, F. Flipo, 2007. Infrastructure of the information society and its energy demand. Proceedings eceee'07 summer study, La Colle sur Loup, France  
[http://www.eceee.org/conference\\_proceedings/eceee/2007/Panel\\_6/6.233/](http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2007/Panel_6/6.233/)
- Spreng D. und Aebischer B., 1990. Computer als Stromverbraucher. Schweizer Ingenieur und Architekt. Oktober