



# BETREUUNG DES KOMPETENZZENTRUMS ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

## Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	Bernard Aebischer
beauftragte Institution	Centre for Energy Policy and Economics (CEPE)
Adresse	Zürichbergstrasse 18, 8032 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	044-632 41 95; baebischer@ethz.ch; www.cepe.ethz.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	30 963 / 153689
BFE-Projektleiter	Michael Moser
Dauer des Projekts (von – bis)	18.11.2008 – 31.3.2012
Datum	12. Dezember 2008

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Anteil der Informationstechnik am Stromverbrauch in der Schweiz liegt heute zwar erst bei etwa 10%, aber die Zuwachsraten sind insbesondere bei den Endgeräten in den Haushalten und bei der Infrastruktur unter den höchsten aller Stromanwendungen. Weltweit werden viele Studien für einen rationelleren Elektrizitätseinsatz bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten durchgeführt und Massnahmen ergriffen, um diese Einsparpotentiale auch durchzusetzen. Der Wissensstand und die Produkte verändern sich schnell, der Markt ist global und die Akteure vielfältig. Es ist aufwendig, informiert zu sein und die Übersicht zu bewahren.

Die Schweiz hat in den vergangenen Jahren im Bereich der rationellen Energienutzung bei Informations- und Kommunikationstechnologien weltweit eine führende Rolle gespielt und Einfluss genommen auf die Ausgestaltung internationaler und globaler Energiedeklarationen und Labels. Eine aktive Teilnahme an internationalen Aktivitäten und die Verbreitung der nationalen Aktivitäten im Ausland sind wichtige Voraussetzungen, auch in Zukunft in diesem Feld mitreden zu können. Eine internationale Zusammenarbeit erlaubt nicht nur Doppelspurigkeiten zu vermeiden und Synergien zu nutzen, sie ist unumgänglich, um in diesem Marktsegment wirkungsvoll Einfluss zu nehmen.

Das Kompetenzzentrum Energie und Informationstechnik leistet einen Beitrag zu einem rationelleren Energieeinsatz bei Informationstechnik/Unterhaltungselektronik. Dazu werden in erster Linie die relevanten Informationen im In- und Ausland gesammelt, aufbereitet und verbreitet. Daneben werden umsetzungsorientierte Forschungsthemen analysiert und Forschungsprojekte evaluiert, konzipiert und teilweise selbst durchgeführt.

Im Jahr 2008 lag das Schwergewicht der Aktivitäten bei der Weiterführung der vielfältigen Arbeiten im Bereich der Rechenzentren (Erarbeitung eines Europäischen Code of Conduct, Messkonzept für die Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur, Empfehlungen für den Bau eines Neubaus) und der Energienachfrage der mobilen Telekommunikation (Begleitung und Unterstützung der Studie von Corliano/Hufschmid (2008), Koreferat und Begleitung der Doktorarbeit von Frau Souchon bei France Telecom).

## 1. Projektziele

Das generelle Ziel dieses Projekts ist die Förderung eines rationelleren Energieeinsatzes beim Einsatz der Informationstechnik und beim Gebrauch der Unterhaltungselektronik. Dazu soll in erster Linie relevante Information gesammelt, aufbereitet und verbreitet werden. Neben den technischen Aspekten sind auch die sozioökonomische und die politische Seite zu berücksichtigen. Bei den Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik handelt sich um ein internationales Marktsegment und deshalb muss den Ereignissen und Aktivitäten im Ausland eine grosse Bedeutung beigemessen werden – nicht nur um Doppelspurigkeiten möglichst zu vermeiden, sondern auch um Synergien zwischen den Aktivitäten im In- und Ausland zu fördern.

Die Förderung der Energieeffizienz bei den neuen Informations- und Kommunikationstechnologien durch möglichst konkrete Aktionen soll im Zentrum der Aktivitäten des Kompetenzzentrums stehen. Für das Jahr 2007 hatten wir uns zwei Schwerpunktthemen gesetzt: Weiterführung der vielfältigen Arbeiten im Bereich der Rechenzentren (Erarbeitung eines Europäischen Code of Conduct, Messkonzept für die Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur, Empfehlungen für den Bau eines Neubaus) und der Energienachfrage der mobilen Telekommunikation (Begleitung und Unterstützung der Studie von Corliano/Hufschmid (2008), Koreferat und Begleitung der Doktorarbeit von Frau Souchon bei France Telecom).

## 2. Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die durchgeführten Arbeiten lassen sich in die Bereiche Informationsbeschaffung, Beratung und Informationsvermittlung, Trend-Watch Gruppe „Energie und Informationstechnologien“ und Expertenaufgaben und Vorarbeit für Projektarbeit aufteilen. Die Aufgabe aus der Flut von Informationen die relevanten Punkte zu isolieren und aus einer Vielzahl von Details eine Übersicht zu gewinnen, ist der anspruchvollste Teil der Arbeit. Dafür gibt es kein Rezept und es wird in diesem Bericht auch nicht versucht, unser Vorgehen zu beschreiben.

### 2.1. INFORMATIONSBESCHAFFUNG

Neben der Lektüre von Tagespresse, elektronischen Newsletters, Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Publikationen, der Verfolgung von spezialisierten Websites und der Nutzung persönlicher Kontakte kann für das Jahr 2008 auf die folgenden speziellen Informationsquellen und Informationsbeschaffungsaktivitäten hingewiesen werden:

- Studienberichte, Papers und Artikel [1-37],
- Webseiten, insbesondere solche mit Downloads und weiterführenden Links [38-40],
- Teilnahme an verschiedenen Anlässen im In- und Ausland [41-49].

Besonders erwähnenswert sind die folgenden Studien:

- Die Studie von Kurt Roth und Kollegen [2] zum Stromverbrauch heute und bis 2020 der „übrigen“ Geräte im Haushaltsektor. Sie haben für den Stromverbrauch von „Miscellaneous“ im Haushaltsektor der USA drei Szenarien bis 2020 gerechnet. „Miscellaneous“ beinhaltet den Haushaltstromverbrauch ohne die Grossverbraucher Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung und Grossgeräte. In „Miscellaneous“ sind also z.B. enthalten: Unterhaltungselektronik, Computer, Telekommunikation. Eine Liste der berücksichtigten Geräte findet sich in Tabelle 1-1. Der Anteil aller berücksichtigten Geräte am gesamten Haushaltstromverbrauch liegt heute bei 27% (Tabelle 1-2). Die drei Szenarien sind in Tabelle 1-3 beschrieben. Tabelle 1-5 gibt einen schönen Überblick über die Ergebnisse. Mir ist da insbesondere aufgefallen:
  - Die Bedeutung der Beleuchtung (steckbar und Garten) nimmt stark ab.
  - Digitalfernsehen wird der grösste Verbraucher und braucht deutlich mehr Strom als das analoge Fernsehen.
  - Die Bedeutung der Settop-Boxen hängt stark vom Szenario ab.
  - Die PCs werden wichtiger, auch wenn der Stromverbrauch der PCs im GHG-Szenario nicht weiter steigt.
  - Video Games, die heute noch keine (signifikante) Rolle spielen, nehmen stark zu und verbrauchen in 2020 etwa soviel Strom wie die PCs heute.

Ich denke, dass es interessant wäre sich zu überlegen, welche Ergebnisse auch für die Schweiz Gültigkeit haben (natürlich immer im Rahmen des Modellansatzes und der drei Szenarien) und für welche Geräte die Situation in der Schweiz eine ganz andere ist.

- Der Bericht von Thomas Grieder et a. [8] gibt einen aktualisierten Überblick über neue Entwicklungen im Bereich des intelligenten Wohnens. Es handelt sich um ein Thema, das in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen wird. Ein Hinweis dafür ist die vom GNI initiierte Veranstaltung Gebäudeautomation und Energieeffizienz [49].
- Koomey [5] präsentiert eine Zusammenstellung des heutigen und zukünftigen Stromverbrauchs von Servern in verschiedenen Weltregionen.

Im Rahmen der EuP-Initiative der EU wurden (und werden weiter) interessante Untersuchungen auch zum Energieverbrauch von verschiedenen Geräten und Komponenten erarbeitet (siehe Europäische Union unter „Deklaration, Labels, Standards“ im Kapitel 2.4 dieses Jahresberichts).

## **2.2. INFORMATIONSVERMITTLUNG UND BERATUNG**

Wir beantworteten rund 20 Anfragen, die in diesem Jahr mehrheitlich den Stromverbrauch von und in Rechenzentren zum Thema hatten.

Die Aufdatierung der elektronischen Literaturliteraturdatenbank [www.biblioite.ethz.ch](http://www.biblioite.ethz.ch) wurde von Matthias Hofer (CEPE) weitergeführt. Heute sind über 1350 Bücher, Studien, Zeitschriften- und Zeitungsartikel sowie einige Websites erfasst.

In unregelmässigen Abständen wurden verschiedenen Schweizer Akteuren und Interessenten im Bereich der elektrischen/elektronischen Geräte Informationen zu energiewirtschaftlich und –politisch relevanten Ereignissen und Entwicklungen im Ausland per E-Mail (knapp 20 Mails) übermittelt.

Im Aufsatz „ICT and energy: methodological issues and Spreng's triangle“ [53] werden die grossen Zusammenhänge zwischen IKT und Energie aufgezeigt. Informations- und Kommunikationstechnologien sind nicht nur mehr oder weniger grosse Energieverbraucher sondern können auch einen substantiellen Beitrag zu einer rationelleren Nutzung von natürlichen Ressourcen leisten.

Mehrere Vorträgen [50-52] hatten das Thema Stromverbrauch und Energieeffizienz in Rechenzentren zum Thema. Zur gleichen Frage konnte der Betreuer des Kompetenzzentrums auch in Interviews und Gesprächen Stellung beziehen [54-58].

## **2.3. TRENDWATCH GRUPPE „ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNOLOGIEN“**

Wie in den letzten Jahren hat Alois Huser, Encontrol AG, im Rahmen des Kompetenzzentrums zwei Sitzungen der Trend-Watch Gruppe „Energie und Informationstechnologien“ organisiert. Diese Zusammenkunft von Fachleuten bewährt sich als regelmässig stattfindendes Diskussionsforum von Vertretern der Anbieter und Nutzer von Informations- und Kommunikationstechnologien einerseits und von Vertretern des Bundesamtes für Energie, von Beratungsfirmen und Hochschulen andererseits, die sich im Rahmen des Forschungsprogramms Elektrizität mit den energetischen Auswirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien auseinandersetzen. Es werden laufende Forschungsprojekte begleitet, neue Forschungsrichtungen diskutiert und über Aktivitäten in anderen Programmen und Bereichen berichtet.

## **2.4. EXPERTENAUFGABEN UND VORARBEIT FÜR POJEKTARBEITEN**

Die folgenden Expertenaufgaben wurden übernommen oder weitergeführt:

### **Energieverbrauch nach Verwendungszweck**

Im Rahmen der langjährigen regelmässigen Modellierungsarbeiten für das Bundesamt für Energie wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Encontrol AG der Stromverbrauch 2000-2006 der Informations- und Kommunikationstechnologien im Dienstleistungssektor abgeschätzt. Diese ersten groben Berechnungen ergaben ein Wachstum von 3.6 PJ/Jahr im Jahre 2000 auf 4.2 PJ/Jahr in 2006 [59, Tabelle 4-8]. Eine detaillierte Publikation wird im Frühjahr 2009 erscheinen.

### **Informationsgesellschaft**

Bernard Aebischer ist Mitglied des e-Business Advisory Board 2007 für die Studie „ICT and e-Business Implications on Energy Consumption“ [44] finanziert von der Europäischen Kommission, DG Enterprise and Industry. Die Studie wird koordiniert von empirica GmbH in Zusammenarbeit u. a. mit dem DIW (Deutsches Wirtschafts Institut) in Berlin. Im Schlussbericht „The European e-Business Report 2008“ findet sich ein Aufsatz von B. Aebischer „ICT and energy: methodological issues and Spreng's triangle“ [53].

## **Mobile Kommunikation**

Das Forschungsprojekt zum Thema „Energieverbrauch der mobilen Kommunikation“ [61] wurde im Frühjahr abgeschlossen. Der Leiter des Kompetenzzentrums E+IT hat an der Kick-Off Sitzung für ein Nachfolgeprojekt teilgenommen und hat mögliche Forschungsthemen vorgeschlagen. Inputs dazu brachte insbesondere die Dissertation von Frau Laetitia Souchon [64], die Bernard Aebischer mit dem Korreferat begleiten durfte. Nach Bereinigung des Manuskripts - insbesondere von vertraulichen Daten von France Telecom - wird diese Doktorarbeit im Frühjahr 2009 publiziert werden.

## **Energieeffizienz in Rechenzentren**

Im Rahmen der langjährigen Zusammenarbeit mit der Energiefachstelle ScanE des Kantons Genf wurde unter der Anleitung von Bernard Aebischer ein Messkonzept für den Indikator C1 = DCiE (Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur von Rechenzentren) erarbeitet [60]. Das Kompetenzzentrum wird bis Ende Jahr eine englische Version des Messkonzepts erarbeiten lassen. An der Sitzung der Trendwatch-Gruppe vom 4. Dezember 2008 wurde eine Projektskizze vorgestellt [65], wo und wie dieses Messkonzept weiter verbreitet werden könnte und die potentiellen Anwender in einem gemeinsamen Prozess die Ergebnisse eines Benchmarking dazu benutzen könnten mittels einer Energieanalyse die Unterschiede zu verstehen und Massnahmen zu erarbeiten um Effizienzverbesserungen einzuleiten.

Dieses Messkonzept wurde den Experten des Code of Conduct (CoC) für Data Centers [41] vorgestellt [52]. Diese EU-Initiative benützt zwar den gleichen Indikator wie der Kanton Genf, konnte sich jedoch (noch) nicht auf ein Messkonzept festlegen.

Mitarbeit in der Swiss Data Centre Energy Efficiency Group (Swiss DCEE Group), eine Gruppe von Fachleuten, die sich auf eine private Initiative hin 3-4 mal jährlich trifft mit dem Ziel praxisorientierte Erfahrungen auszutauschen und Hilfsmittel für einen effizienten Betrieb, die Sanierung und die Planung von Rechenzentren zu erarbeiten. Im laufenden Jahr hat diese Gruppe auf Anfrage ein Projekt für ein neues Rechenzentrum begutachtet und Empfehlungen erarbeitet [62].

Mitarbeit bei der Vorbereitung eines Forschungsprogramms „Green Data Centre“, das in Zusammenarbeit von IBM Schweiz, Zürcher Kantonalbank und Energy Science Center (esc) an der ETH Zürich durchgeführt werden soll.

## **Vernetzung / intelligente Häuser**

Die Aktivitäten des Gebäude Netzwerk Instituts (GNI) – das Kompetenzzentrum E+IT ist Mitglied dieser Organisation – werden weiterhin verfolgt. Der diesjährige Höhepunkt war die Veranstaltung „Gebäudeautomation und Energieeffizienz“, die am 4. November in der Sihlcity stattfand [49].

In Zusammenarbeit mit der ICT-Kommission und den Informatikdiensten der ETH Zürich wurden die Untersuchungen zu Vor- und Nachteilen von „Grid-Computing“ aus der Sicht des Stromverbrauchs und der Kosten (total cost of ownership) weiter verfolgt. Im Zentrum standen Messungen von Nico Karrer [62] zur Leistungsaufnahme von neueren und älteren PCs.

## **Deklaration, Labels, Standards**

Im laufenden Jahr ging es in diesem Bereich vor allem darum, die Übersicht zu bewahren über internationale Arbeiten und Entwicklungen im Bereich von Energiedeklarationen, Labels, Standards und energie- und umweltrelevanten Programmen, die für die Schweiz relevant sind oder werden können. Dank der umfassenden Informationsvermittlung von Vertretern der eae (Dr. Heinz Beer) und weiteren in EU- und IEA-Aktivitäten involvierten Personen konnte diese Aufgabe gut erfüllt werden.

Die Erfahrung zeigt aber, dass ohne direkten Zugang zu den offiziellen Kanälen die regelmässige Konsultation von ausgewählten Webseiten die beste und aktuellste Informationsquelle darstellt. Wir beschränken uns hier auf Hinweise zum US-EnergyStar (die EU-EnergyStar-Webseite bezieht sich häufig darauf) und zu ausgewählten Aktivitäten in der Europäischen Union.

Nachdem die Schweiz beschlossen hat, den EnergyStar für alle elektronische Geräte (Bürogeräte und Unterhaltungselektronik) zu übernehmen, sollte die Zuständigkeit für den Kontakt mit der US-EPA überdacht werden.

### **1. EnergyStar**

#### **1.1 Allgemein**

- ENERGY STAR Product Specifications in Development  
[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod\\_development.prod\\_development\\_index](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.prod_development_index)

- Revisions to Existing Specifications  
[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.revisions\\_specs](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.revisions_specs)

#### 1.2 Computers

- Computer Spezifikationen [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.computer\\_spec](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.computer_spec). Die Version 5.0 der Spezifikationen konnten am 14. November 2008 abgeschlossen werden. Diese neuen Anforderungen treten am 1. Juli 2009 in Kraft.

#### 1.3 Imaging Equipment

- Spezifikationen [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.img equip\\_spec](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.img equip_spec). Die Version 1.1 der Spezifikationen konnten am 1. Oktober 2008 abgeschlossen werden. Diese neuen Anforderungen treten am 1. Juli 2009 in Kraft.

### 2. Europäische Union (nicht EnergyStar)

- Eine Übersicht über die verschiedenen Programme und Aktivitäten der EU findet sich auf <http://ec.europa.eu/energy>

#### 2.1 Code of Conduct

- Einen Überblick über die realisierten und geplanten Code of Conducts findet sich auf [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative.htm).

#### 2.2 Energy-Using Products (EuP)

- Allgemeine Informationen zu EuP finden sich auf [http://ec.europa.eu/enterprise/eco\\_design/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/eco_design/index_en.htm). Die Direktive 2005/32/EC kann hier herunter geladen werden: [http://ec.europa.eu/enterprise/eco\\_design/dir2005-32.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/eco_design/dir2005-32.htm)
- List of contractors: [http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/tenders\\_list\\_signed\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/tenders_list_signed_en.pdf) mit Links auf alle Produktgruppe, für welche Untersuchungen laufen oder abgeschlossen sind.
- Die begleitenden Aktivitäten sind beschrieben auf [http://europa.eu.int/comm/enterprise/eco\\_design/relactiv.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/eco_design/relactiv.htm)

### 3. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Die Sitzungen der Trend-Watch Gruppe „Energie und Informationstechnologien“ waren der Katalysator für die rege Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Die Kommunikation und Zusammenarbeit mit der Sektion "Rationelle Energieverwendung" des BFE war konstruktiv. Die Teilnahme an der Bilanz-/Strategiekonferenz EnergieSchweiz und an der Bereichskonferenz Elektrogeräte schaffte einen guten Kontakt zu Akteuren des Programms EnergieSchweiz. Mit dem Ziel Energieaspekte vermehrt in die Diskussion einzubringen ist das Kompetenzzentrum Mitglied des Gebäude Netzwerk Instituts. Die Kontakte mit der Forschungsgruppe von Prof. Hilty an der EMPA werden im Rahmen der Umsetzung des WSIS-Aktionsplans weitergeführt. Das CEPE/Kompetenzzentrum konzentriert sich dabei auf den Energieverbrauch. Die Gruppe in St. Gallen deckt den Bereich Umwelt/Abfall und LCA ab.

Auf internationaler Ebene wurde die Zusammenarbeit mit dem Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) – insbesondere im Bereich der Telekommunikations- und Data-Centres - weitergeführt. Vielfältige Kontakte wurden mit Frau Souchon gepflegt, die eine Dissertation zum Thema der Mobiltelefonie erarbeitet. Mit dem ISI der Fraunhofer Gesellschaft in Karlsruhe gab es regelmässige Kontakte. Die guten Kontakte mit der IEA (Internationale Energieagentur) wurden in 2008 mit Mark Ellis im Rahmen einer Studie der IEA zum Energieverbrauch von IKT gepflegt. Die Zusammenarbeit mit der EU wurde wie im Vorjahr grösstenteils durch den Leiter des Forschungsprogramms Herrn Roland Brüniger wahrgenommen. Der Leiter des Kompetenznetzes E+IT arbeitete aktiv bei der Ausgestaltung des Code of Conduct für Data Centres mit.

### 4. Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Die Projektziele für 2008 „die vielfältigen Arbeiten im Bereich der Rechenzentren weiter zu führen und andererseits die Energienachfrage für die mobile Kommunikation besser zu verstehen“ (siehe Jahresbericht 2007 des Kompetenzzentrums E+IT

<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=00000009586.pdf&name=00000270127>) wurden erreicht.

Die auf internationaler Ebene laufenden Arbeiten und Entwicklungen im Bereich der Energiedeklarationen, Label und Standards konnten insbesondere dank der Informationsvermittlung durch die eae und weiteren auf EU/IEA-Ebene aktiven Personen sehr gut verfolgt und dokumentiert werden.

Die „green IT“ Initiativen sind in den letzten Jahren wie Pilze aus dem Boden geschossen. Vieles was einem durchschnittlichen technischen Fortschritt entspricht, wird mit dem Label „green“ vermarktet. Aber diese „grüne Welle“ kann in den nächsten Jahren dazu führen, dass der rationellen Nutzung von Energie in Rechenzentren flächendeckend eine grössere Bedeutung zugemessen wird.

Der vorliegende Bericht fasst für das Jahr 2008 die Aktivitäten des Leiters des Kompetenzzentrums im Bereich Energie und Informationstechnik zusammen. Ein grosser Teil dieser Arbeiten war nur möglich dank Synergien mit Aktivitäten, die vom CEPE in Eigenleistung erbracht wurden (z.B. Teilnahme an internationalen Kongressen), und dank einem kontinuierlichen Wissensaufbau im Rahmen von anderweitig finanzierten Forschungsprojekten. Eine detaillierte Zuordnung der beschriebenen Aktivitäten auf die verschiedenen Finanzierungsquellen wäre sehr aufwendig und würde angesichts des relativ kleinen Budgets, das dem Kompetenzzentrum zur Verfügung steht, wohl ernüchternd ausfallen. Andererseits dürfte für eine effiziente Leitung des Kompetenzzentrums die Kontinuität deutlich wichtiger sein als ein grosses aber punktuell Budget.

Im kommenden Jahr beabsichtigen wir insbesondere die Arbeiten in den Bereichen Rechenzentren und mobile Telekommunikation weiter zu führen. Für die Rechenzentren hoffen wir genügend Betreiber von Rechenzentren für ein Benchmarking der Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur zu gewinnen. In einem zweiten Schritt, der im kommenden Jahr durch Grundlagenarbeiten vorbereitet werden soll, würde es dann darum gehen die Unterschiede bei der Energieeffizienz zu erklären. Und in einem dritten Schritt sollen dann Massnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz ausgearbeitet werden.

## 5. Referenzen

- [1] Hilty L.M.: *Information Technology and Sustainability. Essays on the Relationship between Information Technology and Sustainable Development*. Verlag Books on Demand GmbH Norderstedt, 2008 (ISBN: 9783837019704)
- [2] Roth K. et al.: *Residential Miscellaneous Electric Loads: Energy Consumption Characterization and Savings. Potential in 2006 and Scenario-based Projections for 2020*. TIAX LLC, Cambridge, MA, USA, February, 2008
- [3] Nipkow J. et al.: *Vermindeung der Standby-verluste. Hindernisse und Massnahmen zur Überwindung*. Forschungsprogramm Elektrizität. BFE, Bern, Dezember, 2007
- [4] Kündig A. und D. Bütschi (Hrsg.): *Die Verselbständigung des Computers*. Vdf-Verlag, Zürich, 2008 (ISBN 978-3-7281-3173-7)
- [5] Koomey J.: *Estimating regional power consumption by servers: a technical note*. December 5, 2007
- [6] Koomey J. et al.: *Network Electricity Use Associated with Wireless personal Digital Assistants*. Journal of Infrastructure Systems. September, 2004
- [7] Hammer S. et al.: *Instrumente für Energieeffizienz im Elektrizitätsbereich. Ausländische Erfahrungen und Instrumenten-Mix für die Schweiz*. Forschungsprogramm EWG, Bundesamt für Energie, Ittigen, 2007
- [8] Grieder Th. et al.: *Neuste Entwicklungen im Bereich intelligentes Wohnen und des damit verbundenen Stromverbrauchs*. Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien und –anwendungen, Bundesamt für Energie, Ittigen, 2008
- [9] Schäppi B. et al.: *Energy efficient servers in Europe. Energy consumption, saving potentials, market barriers and measures. Part I: Energy consumption and saving potentials*. Draft Version. Intelligent Energy, Europe. September, 2007 [http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server\\_PartI\\_SavingPotentials\\_and\\_Scenarios\\_28112007.pdf](http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server_PartI_SavingPotentials_and_Scenarios_28112007.pdf)
- [10] Schäppi B. et al.: *Energy efficient servers in Europe. Energy consumption, saving potentials, market barriers and measures. Part II*. Draft Version. Intelligent Energy, Europe. September, 2007 [http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server-Report\\_PartII.pdf](http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server-Report_PartII.pdf)
- [11] Bellosa F., et al.: *Energy efficient servers in Europe. Report Part III. Energy efficiency criteria and benchmarks*. Intelligent Energy, Europe, 2008 [http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server-Report\\_Part3.pdf](http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/E-Server-Report_Part3.pdf)
- [12] Knürr/Emerson: *Energy Logic: Reduzierung des Energieverbrauchs im Rechenzentrum durch die Realisierung von Einsparungen über eine Vielzahl von Systemen hinweg*. 2008 <http://www.knuerr.com/web/zip-pdf/White-Paper/de/EnergyLogic.pdf>
- [13] Mansoor A., May-Ostendorp P.: *Generalized Test Protocol for calculating the Energy Efficiency of Internal Ac-Dc and Dc-Dc Power Supplies*. Revision 6.4.1, Juli, 2008
- [14] The Climate Group: *Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*. <http://www.theclimategroup.org/assets/resources/publications/Smart2020Report.pdf>
- [15] ISO management system standard for energy [http://www.iso.org/iso/energy\\_management\\_system\\_standard](http://www.iso.org/iso/energy_management_system_standard)
- [16] European Commission: *The European e-Business Report 2008. The impact of ICT and e-business on firms, sectors and the economy*. 6th Synthesis Report of the Sectoral e-Business Watch. [http://www.ebusiness-watch.org/key\\_reports/documents/EBR08.pdf](http://www.ebusiness-watch.org/key_reports/documents/EBR08.pdf)

- [17] Fichter K.: **Zukunftsmarkt. Energieeffiziente Rechenzentren**. Fallstudie im Auftrag des
- [18] Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Berlin, November, 2007  
<http://www.umwelt-daten.de/publikationen/fpdf-l/3450.pdf>
- [19] Lindmark S., Turlea G., Ulbrich M.: **Mapping R&D Investment by the European ICT Business Sector**. JRC and IPTS, Sevilla, 2008 EUR 23518 EN [ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/JRC45723\\_RR.pdf](ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/JRC45723_RR.pdf)
- [20] S.A.F.E.: **Strom sparen am PC-Arbeitsplatz**. 2008 <http://www.energieeffizienz.ch/files/PC-Arbeitsplatz-Standby-d.pdf>
- [21] Raymann F.: **Computer schnallen den Gürtel enger**. NZZ am Sonntag, 27. Januar, 2008
- [22] Trueb L.F.: **Ermeth – der selbstgebastelte Computer der ETH Zürich**. NZZ, 22./23. Dezember, 2007
- [23] Settele C.: **Internet platzt aus allen Nähten**. NZZ, 6. Januar, 2008
- [24] Haupt K.: **Festplatten für alle Fälle**. NZZ am Sonntag, 10. Februar, 2008
- [25] MBC: **Die Schweiz schwelgt in Glasfaser-Träumen**. NZZ, 23. August, 2008
- [26] Betschon S.: **Auf der Suche nach dem universalen Speicherbaustein**. NZZ, 24. September, 2008
- [27] Tunze W.: **Bilderstreit in der nächsten Runde**. NZZ am Sonntag, 7. September, 2008
- [28] Grote A.: **Weniger ist manchmal mehr**. NZZ am Sonntag, 30. März, 2008
- [29] Padova de Th.: **Schleichwege im Nanoland**. NZZ am Sonntag, 13. März, 2008
- [30] HAG: **Zahlbare Leichtigkeit des Seins**. NZZ, 18. März, 2008
- [31] Steurer J. et al.: **Ungenutzte Chancen in der Patientenbetreuung**. NZZ, 13. November, 2008
- [32] Desscan D.: **L'énergie ne s'use que si l'on s'en sert**. Flash informatique, 2/2008. EPFL, Lausanne  
<http://ditwww.epfl.ch/SIC/SA/SPIP/Publications/spip.php?article1439>
- [33] Boeing N.: **Strom aus der Dose: Die Leibspeise der virtuellen Welt**. WOZ, 15. November, 2008  
<http://www.bitfaction.com/archiv/Klimakiller%20Internet.pdf>
- [34] Balakrishnan S., Spicer D.Z.: **Climate Change, Campus Commitments, and IT**. Research Bulletin, Issue 20). Boulder, CO: EDUCAUSE Center for Applied Research, 2008  
<http://connect.educause.edu/Library/ECAR/ClimateChangeCampusCommit/47364>
- [35] Chip: **Ihr Haus als riesiger Supercomputer**. Chip, 04/2008, S. 28.
- [36] Chip: **Chip-Guide für COUs & GPUs**. Chip, 04/2008, S. 94.
- [37] Chip: **Weniger Strom, gleiche Leistung**. Chip, 04/2008, S. 188
- [38] **Efficient Servers. Saving Energy and reducing costs with efficient servers - green IT strategy in practice**.  
<http://www.efficient-server.eu/>
- [39] **Global e-Sustainability Initiative** <http://www.gesi.org/>
- [40] **Focus Group on ICTs and Climate Change of ITU** (International Telecommunication Union) [www.itu.int/ITU-T/focusgroups/climate/](http://www.itu.int/ITU-T/focusgroups/climate/)
- [41] **EU code of conduct for data centers**  
[http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative\\_data%20centers.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_data%20centers.htm)
- [42] **SSI-Fachtagung** „Rechenzentren heute: sicher und ökologisch“. Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und –berater. Zürich, 20. Mai.
- [43] **European Telecommunications Standards Institute** [www.etsi.org](http://www.etsi.org) **ETSI TC EE (technical committee environmental engineering)**, EE#32 Meeting, 3rd April, Bordeaux
- [44] **Sectoral e-Business Watch** <http://www.ebusiness-watch.org/>
- [45] **Science Brunch** 8. Mobilkommunikation: Innovationschancen, Innovationsrisiken. 22. mai 2008, Zürich.
- [46] **CIO-Forum 2008**, Der CIO zwischen Innovatiojs- und Optimierungsdruck. Technopark, Zürich, 11. und 12. Juni 2008
- [47] **SSI-Fachtagung** „Rechenzentren heute: sicher und ökologisch“. Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und –berater. Zürich, 20. Mai.
- [48] **CeBIT Trend-Talk** „Eine Branche unter Strom: Wird die digitale Revolution zum Klima-Killer?“ auf der „CeBIT – PreView 2008“, 23. Januar 2008, München
- [49] **Gebäudeautomation und Energieeffizienz**. Ein noch unterschätztes Werkzeug wird immer wichtiger. 4. November 2008, 16-20 Uhr, Kinocenter Arena, Sihlcity, Zürich <http://www.g-n-i.ch/data/GA+Energieeffizienz-081104-Programm.pdf>
- [50] Aebischer B.: **Energieverbrauch und Energieeffizienz in Rechenzentren**. Eingeladener Vortrag an der SSI-Fachtagung „Rechenzentren heute: sicher und ökologisch“. Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und –berater. Zürich, 20. Mai 2008 [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_SSI\\_Vortrag\\_final\\_19-5-08.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_SSI_Vortrag_final_19-5-08.pdf)
- [51] Aebischer B.: **ICT and Energy**. Vortrag auf Einladung der Organisatoren des EE#32 Meeting von France Telecom. ETSI EE#32 Meeting, 3rd April 2008, Bordeaux [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_ETSI\\_Bordeaux\\_3-4-08.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_ETSI_Bordeaux_3-4-08.pdf)
- [52] Aebischer B.: **Metering concept for Geneva**. Kurzvortrag am Meeting on EU Code of Conduct for Data Centers, 9 April 2008, London [http://www.cepe.ethz.ch/silva\\_ethz/ETH/mtec/cepe/cepe/publications/Aebischer\\_London\\_9-4-08.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/silva_ethz/ETH/mtec/cepe/cepe/publications/Aebischer_London_9-4-08.pdf)
- [53] Aebischer B., 2008. **ICT and energy: methodological issues and Spreng's triangle**. In "The European e-Business Report 2008", S. 265 [http://www.ebusiness-watch.org/key\\_reports/documents/EBR08.pdf](http://www.ebusiness-watch.org/key_reports/documents/EBR08.pdf)
- [54] Ariane Rüdiger: Interview mit B. Aebischer, **Noch viel Diskussionsbedarf**, InformationWeek. Das monatliche Praxismagazin für CIOs und IT-Manager, 10. Juli <http://informationweek.de/showArticle.jhtml?articleID=208808644>
- [55] Gupta P.L.: Interview mit B. Aebischer, **Gewaltige Fortschritte**. blue line - Das executive Magazin von HP, 2/2008, S. 30.
- [56] Greiner C.: Interview mit B. Aebischer, **Energieverbrauch im Rechenzentrum**, True Storage Concept. Das Kunden-Magazin von Hitachi Data Systems, Oktober 2007, S. 16.

- [57] Aktuelle Diskussion u.A. mit B. Aebischer. CHIP Forum: **Ist die IT ein Klimakiller?** CHIP, Die grüne Ausgabe. Herbst 2008, S. 82-83.
- [58] Rüdiger A.: **Europa plant Selbstverpflichtung für RZ-Betreuer** (mit Inputs von BA). VDI Nachrichten 6. Juni 2008, Nr. 23, S. 20
- [59] Basics, cepe. Infrac. Prognos : **Analyse des Schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszweck**. Bundesamt für Energie, Ittigen, April, 2008  
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_287056702.pdf&endung=Analyse%20des%20schweizerischen%20Energieverbrauchs%202000%20-%202006%20nach%20Verwendungszwecken](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_287056702.pdf&endung=Analyse%20des%20schweizerischen%20Energieverbrauchs%202000%20-%202006%20nach%20Verwendungszwecken)
- [60] Maucoronel C., Duc P.-J., Willers J.: **Concept de mesure standardisé pour les centres de calculs et leurs infrastructures**. Version 04 / 2 juin 2008
- [61] Corliano A., Hufschmid M.: **Energieverbrauch der mobilen Kommunikation**. Forschungsprogramm Elektrizität, Bundesamt für Energie, Ittigen, Februar 2008  
<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000009642.pdf&name=000000280030.pdf>
- [62] Swiss DC-EE Group: **Empfehlungen „Energie“ für ein neues Rechenzentrum**. Zürich, 21. Juli 2008 (interner Bericht)
- [63] Karrer N. : **Energieeffizientes Grid-Computing**. Interner Zwischenbericht, ETH Zürich, 3. November 2008
- [64] Souchon Laetitia: **TIC et Energétique: Techniques d'estimation de consommation sur la hauteur, la structure et l'évolution de l'impact des TIC en France** (Document confidentiel France Telecom). Manuscrit soumis aux rapporteurs pour l'obtention du grade de Docteur de l'Institut national des Telecommunications. Paris, 3. Oktober 2008.
- [65] Aebischer Bernard: **Benchmarking und Mehr. Energieeffiziente Infrastruktur in Rechenzentren**. Präsentation an Sitzung Trendwatch-Gruppe E+IT, 4. Dezember 2008