



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Jahresbericht 30. November 2009

KOMPETENZZENTRUM ENERGIE UND INFORMATIONSTECHNIK

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

keine

Auftragnehmer:

CEPE (Centre for Energy Policy and Economics)
ETH Zürich
Zürichbergstrasse 18
CH-8032 Zürich
www.cepe.ethz.ch

Autoren:

Bernard Aebischer, CEPE, baebischer@ethz.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Programmleiter: Roland Brüniger

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 153689 / 30963

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

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 umzusetzen. 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, freiwillige Vereinbarungen 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.

Noch mehr als im Vorjahr lag das Schwergewicht der Aktivitäten im Jahre 2009 bei Arbeiten zur Förderung der Energieeffizienz bei Rechenzentren. Die Informationsflut zu „Green IT“ wurde so gut wie möglich aufbereitet und an relevante Interessenten weitergeleitet. Verstärkt wurde der Bereich „Energiesparen mit IT“ beobachtet und bearbeitet.

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 2009 hatten wir uns zum Ziel gesetzt, die Arbeiten in den Bereichen Rechenzentren und mobile Telekommunikation weiter zu führen. Für die Rechenzentren hofften wir genügend Betreiber von Rechenzentren für ein Benchmarking der Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur zu gewinnen. Durch Grundlagenarbeiten sollten dann Erklärungen vorbereitet werden, wie die Unterschiede bei der Energieeffizienz zu erklären seien. Und zu einem späteren Zeitpunkt würden dann Massnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz ausgearbeitet.

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 anspruchsvollste Teil der Arbeit. Dafür gibt es kein Rezept und es wird in diesem Bericht auch nicht versucht, unser Vorgehen zu beschreiben.

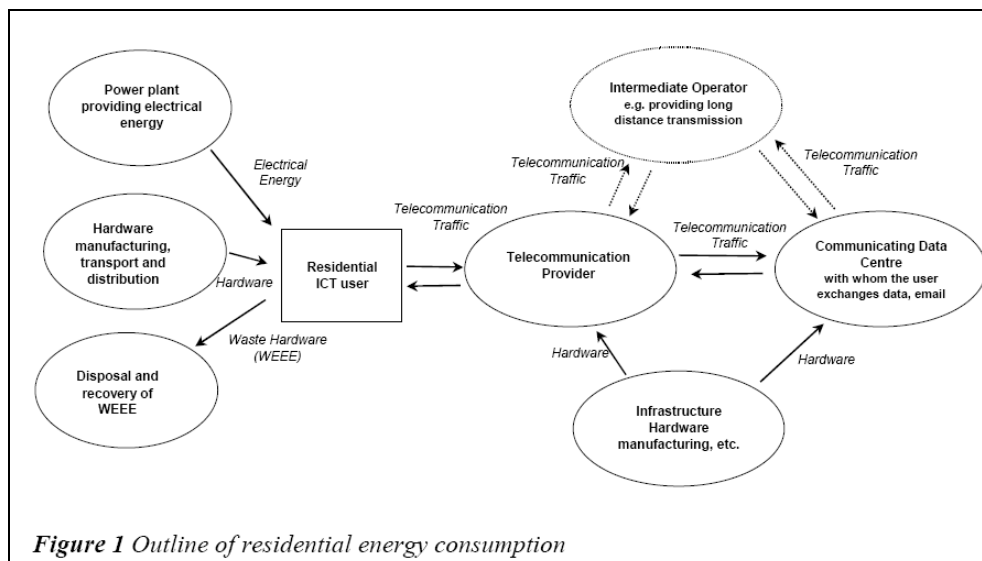
INFORMATIONSBESCHAFFUNG

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 2009 auf die folgenden speziellen Informationsquellen und Informationsbeschaffungsaktivitäten hingewiesen werden:

- Studienberichte, Papers und Artikel [1-80],
- Webseiten, insbesondere solche mit Downloads und weiterführenden Links [81-91],
- Teilnahme an verschiedenen Anlässen im In- und Ausland [92-104].

Drei für Forschung und Politik interessante Studien werden hier kurz vorgestellt:

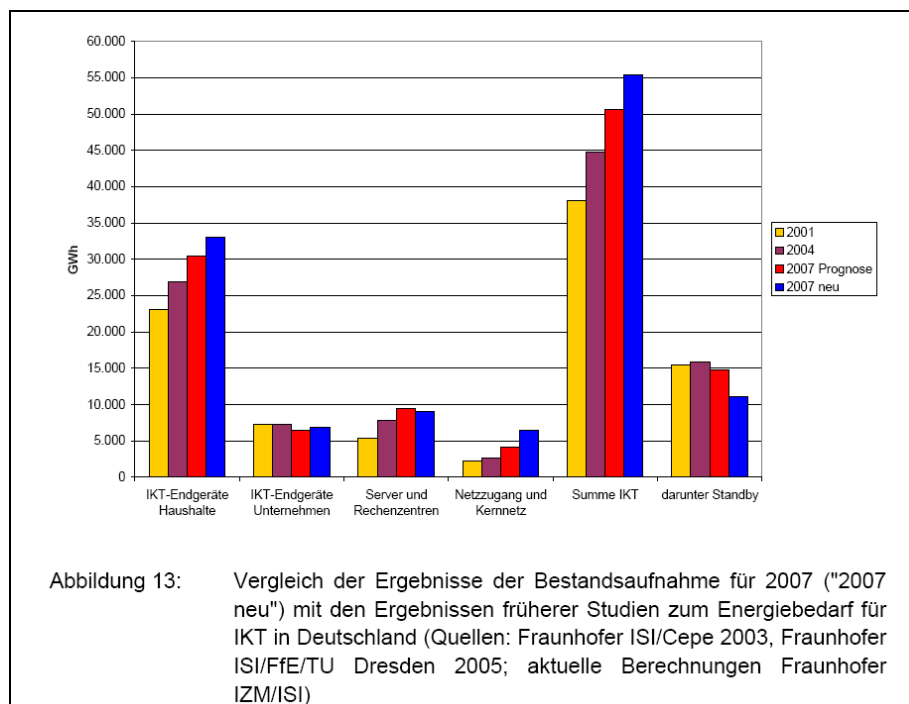
1. Die Studie von Ole Willum [17] zum gesamten Energieverbrauch durch die Nutzung von IKT in den Haushalten. Es handelt sich im Wesentlichen um eine Literaturstudie zum Energieverbrauch
 - für die Herstellung, die Verteilung und Auslieferung, und für die Entsorgung der IKT
 - für den Betrieb der IKT im Haushalt, und
 - für die zum Betrieb der IKT notwendigen Infrastruktur [17, Figure 1].



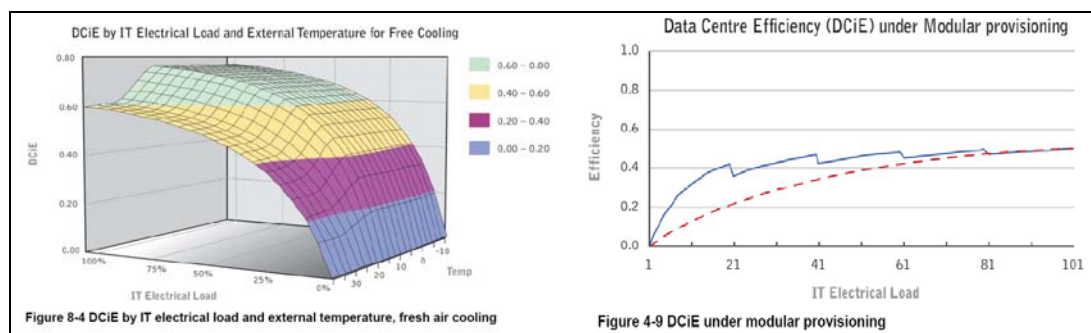
Die Unsicherheiten im Energieverbrauch insbesondere bei der Herstellung und bei der Infrastruktur sind gross. Die Studien widersprechen sich teilweise. Aber über alle Studien gemittelt ergibt sich die Grössenordnung 1:1:0.5 der Verhältnisse (Energieverbrauch Herstellung + Entsorgung) : (Energieverbrauch im Haushalt) : (Energieverbrauch Infrastruktur).

2. Stobbe et al. [72] evaluieren im Detail den Stromverbrauch von IKT in Deutschland im Jahre 2007 und präsentieren in Form von zwei Szenarien „Basisprognose“ und „Green IT“ die mögliche Entwicklung bis 2020. Im Basisszenario wird zwischen 2007 und 2020 mit einem Wachstum des Stromverbrauchs von 20% gerechnet. Das stärkste Wachstum wird mit über 70% bei den Servern erwartet. Es folgen mit 23% die IKT-Anwendungen (inkl. Unterhaltungselektronik) in den Haushalten. Im „Green-IT“-Szenario liegt der Stromverbrauch insgesamt in 2020 etwa auf dem Niveau von 2007.

Interessant ist der Vergleich mit früheren Abschätzungen für den Stromverbrauch in den Jahren 2001, 2004 und 2007 17, [72, Abbildung 13]. Die neuen Rechnungen zeigen insbesondere für die Haushalte einen höheren Verbrauch; der Verbrauch im Standby-Zustand wird heute aber tiefer eingeschätzt, was möglicherweise auf die Wirkung der politischen Massnahmen in diesem Bereich zurück zu führen ist.



3. Liam Newcombe [27] untersucht mittels Simulationen die Abhängigkeiten der Indikatoren DCiE¹ und PUE² für die Energieeffizienz der Infrastruktur von Rechenzentren von Aussentemperatur und Kapazitätsauslastung. Mittels „free cooling“ [27, Figure 8-4] und modularem Aufbau der Infrastruktur [27, Figure 4-9] kann die Energieeffizienz signifikant erhöht werden.



¹ DCiE = (Stromverbrauch IT) / (Stromverbrauch Infrastruktur + IT)

² PUE = 1 / DCiE

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 dem Zwischentitel „Deklaration, Labels, Standards“ in diesem Jahresbericht).

INFORMATIONsverMITTLUNG UND BERATUNG

Wir beantworteten rund 20 Anfragen, die sich in diesem Jahr mehrheitlich auf Fragen zu „Data Centres“ und „Green IT“ bezogen.

Die Aufdatierung der elektronischen Literaturlatenbank www.biblioite.ethz.ch wurde von Matthias Hofer (CEPE) weitergeführt. Im vergangenen Jahr wurden fast 100 Dokumente neu aufgenommen. Über 40 weitere werden bis Ende Februar 2010 folgen.

In unregelmässigen Abständen wurden verschiedenen Schweizer Akteuren und Interessenten im Bereich der elektrischen/elektronischen Geräte Informationen zu energie-wirtschaftlich und –politisch relevanten Ereignissen und Entwicklungen im Inland aber mehrheitlich im Ausland per E-Mail (über 40 Mails) übermittelt.

Im Artikel „Energieeffizienz im Rechenzentrum“ [112], der im April in einer auf Umweltthemen spezialisierten Fachzeitschrift erschienen ist, werden in einer auch für Nicht-IT-Experten verständlicher Art die Aktivitäten zur Förderung der Energieeffizienz in Rechenzentren seit den achtziger Jahren beschrieben. Es werden die heutigen Effizienzpotentiale dargestellt und laufende und geplante Massnahmen zu deren Ausschöpfung dargestellt und vorgeschlagen.

Das gleiche Thema wurde in mehreren eingeladenen Vorträgen [105-109] ganz unterschiedlichen Zielgruppen im In- und Ausland vorgestellt.

In einem kurzen Aufsatz „ICT and energy: some methodological issues“ [111] hatten wir die Gelegenheit der europäischen IT-Forschungs-Community den vielfältigen Zusammenhang von IKT und Energieverbrauch darzustellen und Hinweise darauf zu geben, was bei der Bilanzierung der positiven und der negativen Effekte von IKT auf den Energieverbrauch besonders beachtet werden soll.

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. Wurden früher auch laufende Forschungsprojekte begleitet und neue Forschungsrichtungen diskutiert, so dient die Trend-Watch Gruppe heute vor allem dem Informationsaustausch.

EXPERTENAUFGABEN UND VORARBEIT FÜR POJEKTARBEITEN

Die folgenden Expertenaufgaben wurden übernommen oder weitergeführt:

Informationsgesellschaft

Bernard Aebischer ist seit 2008 Mitglied des Advisory Board für die Studie „Sectoral e-Business Watch“ [110] 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 laufenden Jahr wurde die Studie „ICT and e-Business Impact in the Energy Supply Industry“ begleitet. Dabei wurde vor allem darauf hingewiesen, dass bei der Konzipierung dieser Studie die entscheidende Bedeutung der Nachfrageseite bei der Behandlung der Themen „Smart Grid“ und „Smart Metering“ zuwenig einbezogen wurde.

Im Rahmen von „COST Foresight 2030“ [118] hat der Leiter des Kompetenzzentrums an einem dreitägigen Workshop teilgenommen [97]. Dabei ging es um die Rolle der Computer- und Kommunikations-Technologien bei Produktion, Verteilung und Nutzung der Energie in Europa im Jahre 2030. Dieser Workshop ist Teil des über 18 Monate laufenden Gesamtprojekts. Im Juni 2010 werden die Ergebnisse an einer internationalen Konferenz vorgestellt.

Der von Orbit, business campaigning Switzerland GmbH, WWF und Öbu initiierte Green IT Innovation Award wurde in 2009 erstmals an Swisscom, Mobility und Unblu vergeben [119]. Bernard Aebischer war einer der 8 Jurimitglieder.

Mobile Kommunikation

Die Projektskizze „Energieverbrauch der mobilen Kommunikationsdienste“ der Fachhochschule Nordwestschweiz wurde im Dezember 2008 begutachtet und kommentiert.

Im Frühjahr 2009 wurde die öffentliche Version der Dissertation von Frau Laetitia Souchon Foll [114], die Bernard Aebischer als Korreferent begleiten durfte, publiziert. Darin wird insbesondere der Energieverbrauch der Telekommunikation in Frankreich untersucht. Beim Vergleich mit der im Vorjahr publizierten Studie von Corliano/Hufschmid [115] zeigen sich grosse Unterschiede beim Energieverbrauch der durchschnittlichen Basisstation der mobilen Kommunikation in Frankreich und in der Schweiz. In einer Studie von BITKOM/EICTA/intellect [42] findet sich möglicherweise die Lösung zu diesem Puzzle: der spezifische Verbrauch der neuen Nokia-Basisstationen hat sich zwischen 2001 und 2006 um mehr als 50% reduziert [42, Diagramm 1].

Energieeffizienz in Rechenzentren

Das Kompetenzzentrum hat eine englische Version des Messkonzepts für die Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur von Rechenzentren (DCiE), das im Vorjahr im Rahmen der langjährigen Zusammenarbeit mit der Energiefachstelle ScanE des Kantons Genf von Maucoronel/Duc/Willers erstellt wurde, erarbeiten lassen [113]. Dieses Messkonzept wurde den in diesem Bereich tätigen Personen und Organisationen (CoC, Green Grid, EPA, LBNL, ...) zugestellt und in Vorträgen und Gesprächen zur Nutzung oder Nachahmung empfohlen. Kürzlich hat nun Green Grid ein Messvorgehen definiert, das der

Forderung nach einer präzisen Definition der Messstellen nachkommt [30]. Green Grid lässt aber den Detaillierungsgrad der Messung offen, was den Vergleich der Messungen bei verschiedenen Rechenzentren zumindest erschwert. Im Rahmen des europäischen Code of Conduct für Rechenzentren soll dieses Messvorgehen von Green Grid in Zukunft angewendet werden.

Das ungenügend präzise definierte Messverfahren kann ein entscheidender Grund dafür sein, dass die US EPA bei der Auswertung der Effizienzmessungen von 108 Rechenzentren in den USA [77] überraschenderweise keine Abhängigkeit des Effizienzindikators DCiE vom Klima, von der Nutzung oder Nicht-Nutzung von „free cooling“ und auch nicht von der Auslastung des Rechenzentrums gefunden hat. Die EPA will diese Messungen trotzdem dazu nutzen, das Kriterium für die Zuteilung des EnergyStar-Labels für Data Centres zu definieren. Erste Analysen ergeben einen minimalen Wert für DCiE von ca. 0.63 (63%) [78]. Er ist recht hoch verglichen mit den Zielwerten von 0.55 für bestehende und von 0.65 für neue Rechenzentren, die im Jahre 2003 für den Kanton Genf erarbeitet wurden [116].

Im Rahmen der „Infrastructure & Operations Community“ von sitic [102] findet im Frühjahr 2010 ein Forum mit dem Thema „Benchmarking“ (der Energieeffizienz von Rechenzentren) statt, wo erwartet wird, dass mehrere Betreiber von Rechenzentren erste Messergebnisse vorstellen werden. Diese Community wurde von den sitic-Koordinatoren auch auf Initiative der Swiss Data Centre Energy Efficiency Group (Swiss DCEE Group) organisiert. An der Kick-Off-Sitzung der Community wurden von Martin Bänninger und Bernard Aebischer die Aktivitäten der Swiss DCEE Group vorgestellt und die entwickelten Produkte (TCO-Rechnung [117] und DCiE-Messkonzept [113]) zur Nutzung angeboten. Die im Rahmen von sitic gemachten Erfahrungen könnten bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt in einem grösseren Rahmen genutzt werden.

Weitere Aktivitäten betreffen die Mitarbeit

- in der Swiss Data Centre Energy Efficiency Group (Swiss DCEE Group), eine Gruppe von Fachleuten, die sich auf eine private Initiative hin bisher 3-4 mal jährlich getroffen hat 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 eine Sitzung stattgefunden. Die Weiterführung dieser Initiative ist heute wegen beruflicher Umorientierung des Initianten in Frage gestellt.
- bei der Vorbereitung einer zweiten Phase des Forschungsprogramms „Green Data Centre“, das in Zusammenarbeit von IBM Schweiz, Zürcher Kantonalbank und Energy Science Center der ETH Zürich (esc) durchgeführt wird.

Basierend auf Szenariorechnungen für die USA wurde das technische Potential für Energiekosteneinsparungen bei der Infrastruktur der Rechenzentren in der Schweiz im Jahre 2014 auf über 100 Mio. CHF pro Jahr geschätzt [107].

Deklaration, Labels, Standards

Im laufenden Jahr ging es in diesem Bereich wiederum 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, 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. Informationen zu EnergyStar in der Schweiz finden sich auf www.energystar.ch.

1. EnergyStar

1.1. Allgemein

ENERGY STAR Product Specifications in Development

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

1.2. Computers

Computer Spezifikationen

http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.computer_spec. Die Version 5.0 der Spezifikationen ist am 1. Juli 2009 in Kraft getreten.

1.3. Imaging Equipment

Spezifikationen http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.img equip_spec.

Die Version 1.1 der Spezifikationen sind ebenfalls am 1. Juli 2009 in Kraft getreten.

1.4. Server und Data Centres

Die laufenden Aktivitäten der EPA zur Erarbeitung von Messverfahren und Kriterien für die Vergabe des EnergyStar Labels an Server und an Data Centres

http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency sollen im kommenden Jahr abgeschlossen werden.

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.

2.2. Energy-Using Products (EuP)

Allgemeine Informationen zu EuP finden sich auf

http://ec.europa.eu/enterprise/eco_design/index_en.htm. Die neue Direktive DIRECTIVE 2009/125/EC kann hier herunter geladen werden: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:EN:PDF>

Der Arbeitsplan für die Periode 2009-2011 findet sich hier: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0660:FIN:en:PDF> mit geschlossen sind.

Detaillierte Informationen zu den Produkten können auf der folgenden Seite eingesehen werden http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/sustainable-product-policy/ecodesign/product-groups/index_en.htm

Eine gute Zusammenfassung des gesamten EuP-Prozesses und des aktuellen Stands der Aktivitäten findet sich bei ECEEE: http://www.eceee.org/Eco_design/

Nationale Zusammenarbeit

Die Sitzungen der Trend-Watch Gruppe „Energie und Informationstechnologien“ sind eine willkommene Gelegenheit für den Informationsaustausch mit Wirtschaftsvertretern. Die Kommunikation und Zusammenarbeit mit der Sektion "Energieeffizienz" 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. Der Einsitz von Herrn Richard Staub in der Trend-Watch Gruppe hat dieses Thema substantiell verstärkt. Die Kontakte mit der Forschungsgruppe von Prof. Hilty an der EMPA werden im Rahmen der Umsetzung des WSIS-Aktionsplans [90, 91] weitergeführt. Das CEPE/Kompetenzzentrum konzentriert sich dabei auf den Energieverbrauch. Die Gruppe in St. Gallen deckt den Bereich Umwelt/Abfall und LCA ab.

Internationale Zusammenarbeit

Auf internationaler Ebene wurde der Informationsaustausch mit dem Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) – insbesondere im Bereich der Data-Centres - mit einem Vortrag in Berkeley gestärkt. Mit dem ISI der Fraunhofer Gesellschaft in Karlsruhe und mit dem Borderstep Institut in Berlin gab es regelmässige Kontakte. Die diesjährige eceee-Konferenz war eine gute Gelegenheit die Kontakte mit Vertretern der IEA (Internationale Energieagentur) aufzufrischen und einen intensiven Informationsaustausch mit Vertretern von ACEEE zu initiieren; dieser Austausch wurde dann im Rahmen von COST Foresight 2030 weiter geführt. Die Zusammenarbeit mit der EU wurde wie im Vorjahr grösstenteils durch den Leiter des Forschungsprogramms Herrn Roland Brüniger wahrgenommen. Der Leiter des Kompetenzzentrums E+IT verfolgte aktiv die Aktivitäten im Rahmen des Code of Conduct für Data Centres.

Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Die spezifischen Projektziele für 2009: genügend Betreiber von Rechenzentren für ein Benchmarking der Energieeffizienz der zentralen Infrastruktur zu gewinnen, Grundlagenarbeiten vorzubereiten um die Unterschiede bei der Energieeffizienz zu erklären und in einem späteren Schritt Massnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz auszuarbeiten, wurden nur teilweise erreicht. Die Benchmarking-Initiative in Genf kommt nicht vom Fleck und das Interesse von Betreibern von Rechenzentren ihre gemessenen Daten freiwillig in einen Pool einzubringen ist bisher klein. Andererseits wurden von verschiedenen Stellen (CoC, LBNL, Green Grid) Grundlagenarbeiten geleistet und von den gleichen Stellen sind auch Massnahmenkataloge bekannt, die genutzt werden können. Weitere Elemente für ein umfassendes Projekt zur Förderung der Energieeffizienz in Rechenzentren sind die in diesem Jahr publizierten Best Practice Beispiele [38, 39].

Die generellen Ziele, relevante internationale Informationen weiter zu geben und Aktivitäten in der Schweiz auch international bekannt zu machen, wurden zu unserer Zufriedenheit erreicht. Dabei ist zu erwähnen, dass die auf internationaler Ebene laufenden Arbeiten und Entwicklungen im Bereich der Energiedeklarationen, Label und Standards nur dank der Informationsvermittlung durch Herrn Heinz Beer von der eae und weiteren auf EU/IEA-Ebene aktiven Personen verfolgt und dokumentiert werden konnte.

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. Es zeigt sich nun aber, dass sich auf dieser „grüne Welle“ sehr wohl Aktivitäten entwickeln, die zumindest lokal auf Betriebsebene und temporär signifikante

Energieeinsparungen bringen. Diese Einsparungen dürften in vielen Fällen aber mittelfristig durch das exponentielle Wachstum der Dienstleistungen überkompensiert werden.

Der vorliegende Bericht fasst für das Jahr 2009 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 punktuelles Budget.

Im kommenden Jahr beabsichtigen wir die für 2009 gesetzten und nur teilweise erreichten Ziele weiter zu verfolgen. Ein Konzept für ein umfassendes Projekt zur Förderung der Energieeffizienz in Rechenzentren kann dazu den Rahmen bilden.

Referenzen

- [1] Alliance to Save Energy, 2009. **PC Energy report 2009**.
http://www.climatesaverscomputing.org/docs/1E_PC_Energy_Report_2009_US.pdf
- [2] Haupt K., 2009. **Green-IT: Kampf den Stromfressern**. UnternehmerZeitung, Nr. 7/8 – 2008 31.
http://www.unternehmerzeitung.ch/archiv/07_08/UZ0708_30-32_kommunikation.pdf
- [3] Mills E. et al., 2009. **The business case for energy management in high-tech industries**. Energy Efficiency (2008) 1:5–20. DOI 10.1007/s12053-007-9000-8 <http://www.springerlink.com/content/j208m281615x2t81/fulltext.pdf>
- [4] Clausen J., 2009. **Energieeffizienter IT-Einsatz an Schulen. Thin Clients und Kompaktcomputer als neue Optionen**. Geschäftsstelle proKlima GbR (Herausgeber), Hannover http://www.proklima-hannover.de/uploads/media/PK-IT-Einsatz-Schulen_web.pdf
- [5] Bush E. et al., 2008. **Energieeffizienz von Tintenstrahl- Multifunktionsgeräten**. Messprojekt im Auftrag von WWF.
https://assets.wwf.ch/downloads/inkjet_mfd.pdf
- [6] **Virtual Data Center** E-Zine Volume 12, JULY 2009
http://viewer.media.bitpipe.com/1247238741_589/1247240611_333/TT_VDC_Vol12_0609_v6.pdf
- [7] Franke Th. L. et al., 2009. **Getting Serious About Sustainable IT: Metrics, Tools, and Solutions**. (Research Bulletin, Issue 14). Boulder, CO: EDUCAUSE Center for Applied Research.
<http://www.educause.edu/Resources/GettingSeriousAboutSustainable/174898>
- [8] Kamburow C., 2004. **E-Paper – Erste Abschätzung der Umweltauswirkungen. Eine ökobilanzielle Betrachtung am Beispiel des Nachrichtenmediums Zeitung**. Werkstattbericht Nr. 67. Berlin, Oktober 2004 ISBN 3-929173-67-0
http://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT_WB67_E-Paper_Umweltauswirkungen.pdf
- [9] Roland Hischier and Inge Reichart, 2003. **Multifunctional Electronic Media – Traditional Media. The Problem of an Adequate Functional Unit. A case study of a printed newspaper, an internet newspaper and a TV broadcast**
http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*21841/---/l=1
- [10] Poisso L., 2009. **Newspaper vs. internet: which is the greener choice?**
<http://www.supereco.com/news/2009/01/15/newspaper-vs-internet-which-is-the-greener-choice/>
- [11] Kasielke N., 2009. **Den Stromhunger reduzieren. Effizientere Stromversorgungsmodule**. ETH Life, 13.07.09
http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090713_netzstecker_nk/index
- [12] Ulmer S., 2009. **Auf dem Weg zur integrierten optischen Schaltung**. Quantenphysik. ETH Life 02.07.09
http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090702_Optischer_Transistor_su
- [13] MM, 2009. **Supercomputer mit heissem Wasser gekühlt**. Prototyp von IBM und ETH Zürich. ETH Life 23.06.09
https://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090623_liquid_cooled_computer/index
- [14] VANDERBILT T., 2009. **Data Center Overload**. The New York Times Magazine, June 8, 2009
http://www.nytimes.com/2009/06/14/magazine/14search-t.html?_r=1
- [15] Silicon Valley Leadership Group, 2008. **Data Center Energy Forecast**. Final Report, July 29, 2008
http://svlg.net/campaigns/datacenter/docs/DCEFR_report.pdf
- [16] Jensen J.O. et al., 2009. **Households' use of information and communication technologies – a future challenge for energy savings?** Proceedings "ecee 2009 Summer Study. Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainably, 1–6 June 2009, La Colle sur Loup, France". ISBN: 978-91-633-4454-1
http://www.ecee.org/conference_proceedings/ecee/2009/Panel_8/8.188/

- [17] Willum O., 2008. **Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences**. Willum Consult, Kopenhagen, Dänemark.
<http://orbit.dtu.dk/getResource?recordId=223337&objectId=1&versionId=1>
- [18] The Silicon Valley Leadership Group. **Data Center Energy Efficiency Project**. Case Studies. Website:
<http://dcee.svlg.org/case-studies/>
- [19] BITKOM (Herausgeber), 2009. **Cloud Computing - Evolution in der Technik, Revolution im Business**. Berlin, Oktober
http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM-Leitfaden-CloudComputing_Web.pdf
- [20] ASHREA (Editor), 2008. **ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment. Expanding the Recommended Environmental Envelope**. Washinton, USA
http://www.ecoinfo.cnrs.fr/IMG/pdf/2008_ASHRAE_Environmental_Guidelines_for_Datacom_Equipment-2.pdf
- [21] Kasielke N., 2009. **Schnelle Transistoren für die digitale Welt**. ETH Life, 10.09.09
http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090910_schnelle_transistoren_nk/index
- [22] Sun Microsystems, 2009. **Introduction to Cloud Computing architecture**. White Paper, 1st Edition, June 2009. Santa Clara, CA 95054 USA. <http://www.sun.com/featured-articles/CloudComputing.pdf>
- [23] CARLTON J., 2009. **The PC Goes on an Energy Diet**. The Wall Street Journal, Digital network, Tuesday, September 8.
<http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204908604574336280116296164.html>
- [24] Wehrli F., 2009. **Die Zukunft des Internets. Back to the future**. ETH Life, 08.09.09.
http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090908_Internet_2.0_we
- [25] Mathew P., Ganguly S., Greenberg S., Sartor D., 2009. **Self-benchmarking Guide for Data Centers: Metrics, Benchmarks, Actions**. LBNL, Berkeley, 13. July <http://hightech.lbl.gov/benchmarking-guides/docs/datacenter-benchmarking-guide.pdf> and <http://hightech.lbl.gov/benchmarking-guides/data.html>
- [26] Haas J. et al., 2009. **PROXY PROPOSALS FOR MEASURING DATA CENTER PRODUCTIVITY**. The Green Grid, White Paper Nr. 18. Version 1. http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/White_Paper_18_-_Proxies_Proposals_for_Measuring_Data_Center_Efficiency.ashx?lang=en
- [27] Newcombe L., 2009. **Data centre energy efficiency metrics. Existing and proposed metrics to provide effective understanding and reporting of data centre energy**. Data Centre Specialist Group. British Computer Society (BCS), London http://www.datacentredynamics.com/Media/MediaManager/Data_centre_energy_efficiency_metrics.pdf
- [28] Newcombe L., 2009. **Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres**. Version 1.0.0, First Release.
<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC%20data%20centres%20nov2008/Best%20Practices%20v1.0.0%20-%20Release.pdf>
- [29] Standard Performance Evaluation Corporation (Editor), 2008. **SPEC Power and Performance**. Benchmark Methodology V1.1.1. http://www.spec.org/power_ss2008/docs/SPECpower-Methodology.pdf
- [30] Azevedo D. et al., 2009. **Power Usage Effectiveness (PUE) & Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE) Progress**. (Including DCiE Detailed Analysis with position of metering). The Green Grid.
<http://www.thegreengrid.org/~media/2009TechForumPresentations/How%20to%20Measure%20and%20Report%20PUE%20and%20DCiE.ashx?lang=en>
- [31] The Datacenter Research Group. **Warmer data centers for a cooler planet?**
<http://www.datacenterdynamics.com/ME2/dirmod.asp?sid=&nm=&type=news&mod=News&mid=9A02E3B96F2A415ABC72CB5F516B4C10&tier=3&nid=30147124B30D4BD3B3DDBD032A172484>
- [32] Parfitt N., 2009. **Western Europe versus North America: Some key differences**. DataCenterDynamics, 26 Feb 2009
<http://www.datacenterdynamics.com/ME2/dirmod.asp?sid=&nm=&type=Publishing&mod=Publications%3A%3AArticle&mid=8F3A7027421841978F18BE895F87F791&tier=4&id=3CB8D76470204820802F433BC26C1A5B>
- [33] EU Commission, 2009. **Commission welcomes industry's commitment to provide a common charger for mobile phones**. Press release, Brussels, 29 th June 2009
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1049&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- [34] Kistler L., 2009. **Öfters mal den Stecker raus**. ECOLIFE 2/09 http://issuu.com/ecolife2/docs/ecolife_0902_auszug
- [35] Binder M., 2009. **Wenn der Computer in den Mixer kommt**. ECOLIFE 2/09
http://issuu.com/ecolife2/docs/ecolife_0902_auszug
- [36] Robert J., 2009. **Zauberwort Virtualisierung**. Eisbrecher Nr. 33, Seiten 10-11, März 2009. Bundesamt für Informatik und Kommunikation BIT, Bern
http://www.bit.admin.ch/dokumentation/00090/00156/00157/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6qpJCDeH12fGym162epYbg2c_JiKbNoKSn6A--
- [37] Rubenov I., 2009. **Green IT: Mehr als ein Schlagwort**. Eisbrecher Nr. 33, Seiten 15-17, März 2009. Bundesamt für Informatik und Kommunikation BIT, Bern
http://www.bit.admin.ch/dokumentation/00090/00156/00157/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6qpJCDeH12fGym162epYbg2c_JiKbNoKSn6A--
- [38] e-Server-Konsortium, 2009. **Fallstudien zu Energie- und Kosteneinsparung durch energie-effiziente Server**. Fallstudien als Teil des EU-Projektes e-Server im Rahmen des Programms Intelligent Energy Europe. März http://www.efficient-server.eu/fileadmin/docs/reports/2009/E-Server_casestudies_DE.pdf
- [39] Fichter K. et al., 2008. **Energieeffiziente Rechenzentren: Best Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien**. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Berlin, Dezember
<http://borderstep.org/details.php?menue=33&subid=101&le=de#>
- [40] Huser A., M. Bänninger, 2008. **Stromeffiziente Rechenzentren durch Sensibilisierung über eine transparente Kostenrechnung**. Bundesamt für Energie, Ittigen

http://www.bfe.admin.ch/php/includes/container/enet/flex_enet_anzeige.php?lang=de&publication=9916&height=400&width=600

- [41] DOE, 2008. **Data Center Assessment Tool Suite "DC Pro". Master List of Energy Efficiency Actions.** DRAFT of June 6 <http://hightech.lbl.gov/dc-assessment-tools/Draft-Actions-List.doc>
- [42] BITKOM, EICTA, intellect, 2008. **High Tech – Low Carbon. The role of the European digital technology in tackling climate change.** Berlin. http://www.bitkom.org/files/documents/High_Tech_Low_Carbon_final.pdf
- [43] BITKOM, 2008. **Energieeffizienz im Rechenzentrum. Ein Leitfaden zur Planung, zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren.** Berlin. [http://www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden_Energieeffizienz_in_RZ_final_31072008\(1\).pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden_Energieeffizienz_in_RZ_final_31072008(1).pdf)
- [44] Beton A. et al., 2008. **Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency.** European Commission, DG Info, Brussels. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/sustainable-growth/ict4ee-final-report_en.pdf
- [45] Christen B., 2009. Herausforderung Internet. TA Swiss (Herausgeber), Bern http://www.ta-swiss.ch/a/info_web2.0/Herausforderung_Internet_d.pdf
- [46] Weiss R., 2008. **Weissbuch 2008**, 19. Auflage, Männedorf <http://www.weissbuch.ch/gif/WEISSBUCH2008.pdf>
- [47] Weiss R., 2009. **Weissbuch 2009 (Auszüge)**, Männedorf <http://www.weissbuch.ch/gif/WB09Charts.pdf>
- [48] Hendron R. and Eastment M., 2006. **Development of an Energy-Savings Calculation Methodology for Residential Miscellaneous Electric Loads.** Conference Paper NREL/CP-550-39551, August 2006 <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39551.pdf>
- [49] Eceee, 2008. **Product Efficiency 2008.** Conference organised by eceee. Brussels 30-31 October 2008 http://www.eceee.org/eceee_events/product_efficiency_08/programme_presentations
- [50] JONES R. (EDITOR), 2008. **SEVEN STRATEGIES TO IMPROVE DATA CENTER COOLING EFFICIENCY.** The Green Grid, WHITE PAPER #11. http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/White%20Paper%2011%20-%20Seven%20Strategies%20to%20Cooling_092809.ashx?lang=en
- [51] Schmidt R., Iyengar M., 2009. **Thermodynamics of information technology data centers.** IBM Journal of Research and Development. Volume 53, Number 3, 2009, Environmental Monitoring and Management <http://www.research.ibm.com/journal/rd/533/schmidt.pdf>
- [52] Hamann H.F. et al., 2009. **Uncovering energy-efficiency opportunities in data centers.** IBM Journal of Research and Development. Volume 53, Number 3, 2009, Environmental Monitoring and Management <http://www.research.ibm.com/journal/rd/533/hamann.pdf>
- [53] Brunschweiler T., Smith B., Ruetsche E., and Michel B., 2009. **Toward zero-emission data centers through direct reuse of thermal energy.** IBM Journal of Research and Development. Volume 53, Number 3, 2009, Environmental Monitoring and Management <http://www.research.ibm.com/journal/rd/533/brunschweiler.pdf>
- [54] Coroama V., Hilty L.M., 2009. **Energy Consumed vs. Energy Saved by ICT – A Closer Look.** In Wohlgemuth et al. (Eds.) „Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection” Concepts, Methods and Tools, 23rd International Conference on Informatics for Environmental Protection, pp 353-361, ISBN 978-3-8322-8397-1 http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*86925
- [55] Ropke I., 2009. **Integration of ICT in everyday life – exploration of transition processes in an environmental perspective.** Preliminary reflections. Paper for the 8th International Conference on the European Society for Ecological Economics, Ljubljana, Slovenia, 29 June – 2 July 2009-10-12
- [56] Jochem et al., 2007. **Lernende Netzwerke – einer der Schlüssel zur schnellen Energiekostensenkung.** ENERGIE-WIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN 57. Jg. (2007) Heft 3
- [57] Jochem E., Gruber E., 2007. **Local learning-networks on energy efficiency in industry – Successful initiative in Germany.** Applied Energy 84 (2007) 806–816 http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V1T-4ND71HT-1-7&cdi=5683&user=791130&orig=search&coverDate=08%2F31%2F2007&sk=999159992&view=c&wchp=dGLbVtz-zSkWb&md5=42a1164aa75379af0071b0d9e8d31da4&ie=sdarticle.pdf
- [58] Weissenbach K., 2008. **Modell Hohenlohe e.V.: Vom Energie Effizienz-Tisch zum Qualitäts- und Projektmanagement System.** Präsentation an Berliner Energietage 2008.
- [59] Fenn J., Raskino M., Gammage B., 2009. **Gartner's Hype Cycle Special Report for 2009.** Stamford, CT 06902-7700, U.S.A. http://www.gartner.com/resources/169700/169747/gartners_hype_cycle_special_169747.pdf
- [60] European Commission, 2008. **Addressing the challenge of energy efficiency through Information and Communication Technologies.** Communication TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. COM(2008) 241 final, Brussels, 13.5.2008 http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/com_2008_241_all_lang/com_2008_241_1_en.pdf
- [61] European Commission, 2008. **RESULTS OF THE PUBLIC CONSULTATION ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ENABLING ENERGY EFFICIENCY.** Accompanying document to the Commission proposal on Mobilising Information and Communication Technologies to facilitate the transition to an energy efficient, low carbon economy http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/ict4ee_public_consultation_results.pdf
- [62] Laitner J.A. (Skip), Knight C.P., McKinney V.L., Ehrhardt-Martinez K., 2009. **Semiconductor Technologies: The Potential to Revolutionize U.S. Energy Productivity.** ACEEE Report Number E094, Washington, May http://www.sia-online.org/galleries/Publications/ACEEE_Report_2009.pdf
- [63] Laitner J.A. (Skip), Ehrhardt-Martinez K., 2008. **Information and Communication Technologies: The Power of Productivity. How ICT Sectors Are Transforming the Economy While Driving Gains in Energy Productivity.** ACEEE Report, Washington <http://www.aceee.org/pubs/e081.htm>

- [64] Fichter K. et al., 2009. **GREEN IT: Zukünftige Herausforderungen und Chancen**. Hintergrundpapier für die BMU/UBA/BITKOM-Jahreskonferenz 2009. Umweltbundesamt, Berlin <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3726.pdf>
- [65] Patterson M.K. et al., 2009. **ENERGY-EFFICIENCY THROUGH THE INTEGRATION OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY MANAGEMENT AND FACILITIES CONTROLS**. Proceedings of IPACK2009 InterPACK'09 July 19-23, 2009, San Francisco, California, USA. <http://download.intel.com/pressroom/archive/reference/IPACK2009.pdf>
- [66] Martin M., 2009. **Bits statt Atome transportieren**. Medienservice, August 2009. CH-Forschung, Zürich <http://www.ch-forschung.ch/index.php?artid=320>
- [67] Windeck Ch., 2009. **Vergleich der Leistungsaufnahme bei Energy-Star-Servern schwierig**. Heise on-line. Meldung vom 11.07.2009 00:16 <http://www.heise.de/ix/meldung/Vergleich-der-Leistungsaufnahme-bei-Energy-Star-Servern-schwierig-6500.html>
- [68] Ellis M., 2009. **Gadgets and Gigawatts. Policies for Energy Efficient Electronics**. IEA/OECD, Paris, ISBN 978-92-64-05953-5 <http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=361>
- [69] Sohmer V., 2009. **Nicht mehr abschalten können. Elektronische Hilfsmittel wie Terminkalender oder E-Mail bringen nicht nur Segen in die Arbeitswelt**. NZZ 10. Juni 2009. http://www.bibliothe.ethz.ch/downloads/nicht_mehr_abschalten_können.pdf
- [70] Hilty L.M., Coroama V., Ossés de Eicker M., Ruddy Th.F., Müller E., 2009. **The Role of ICT in Energy Consumption and Energy Efficiency**. Project Number 224017. ICT-ENSURE: European ICT Environmental Sustainability Research. St. Gallen <http://publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-42/2009-08%20Hilty%20Coroama%20et%20al%20EU%20ENSURE%20ICT%20Energy.pdf>
- [71] Münchner Kreis et al. (Herausgeber), 2009. **Zukunft und Zukunftsfähigkeit der Informations- und Kommunikationstechnologien und Medien**. Internationale Delphi-Studie 2030. Full study. München. http://www.muenchner-kreis.de/typo3conf/ext/naw_securedl/secure.php?u=0&file=fileadmin/dokumente/Download/Zukunft_und_Zukunftsfahigkeit_der_IKT_2009.pdf&t=1257427283&hash=f7e38e049c51f67c1de5ef6019626194 und Executive Summary und Methodik <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/zukunft-und-zukunftsfahigkeit-ikt-medien-executive-summary-methodik.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- [72] Stobbe L. et al., 2009. **Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft**. Bearbeitungsnummer I D 4 – 02 08 15 – 43/08. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Berlin, Karlsruhe, März <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/abschaetzung-des-energiebedarfs-der-weiteren-entwicklung-der-informationsgesellschaft.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- [73] BMWI, 2009. **E-Energy. Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation. IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft** (mit Demoprojekten zu E-Energie), Berlin <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Technologie-und-Innovation/e-energy-ikt-basiertes-energiesystem-der-zukunft.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- [74] Google, 2009. **Data Center Efficiency Measurements**. <http://www.google.com/corporate/green/datacenters/measuring.html>
- [75] BEDNAR R. et al., 2009. **ENERGY MEASUREMENT SURVEY RESULTS ANALYSIS**. The Green Grid, White Paper Nr. 26. http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/White%20Paper%2026%20-%20Energy%20Membership%20Survey_111709.ashx?lang=en
- [76] HAAS J., FROEDGED J. (Editors), 2009. **USAGE AND PUBLIC REPORTING. GUIDELINES FOR THE GREEN GRID'S INFRASTRUCTURE. METRICS (PUE/DCIE)**. The Green Grid WHITE PAPER #22: http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/White%20Paper%2022%20-%20PUE%20DCIE%20Usage%20Guidelines_final.ashx
- [77] ENERGY STAR, 2009. **Data Center Infrastructure Rating Development Update**. Web Conference, September 29, 2009 http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/ENERGY_STAR_Data_Center_Prelim_Results_92909.pdf
- [78] ENERGY STAR, 2009. **Data Center Infrastructure. Rating Development Update**. Web Conference, November 12, 2009 http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/Data_Center_Rating_Development_Results_Nov12.pdf
- [79] ETSI, 2009. **ETSI EN 300 019-1-3 V2.3.2 (2009-11)** European Standard (Telecommunications series) Environmental Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment; Part 1-3: Classification of environmental conditions; Stationary use at weatherprotected locations http://webapp.etsi.org/action/PU/20091110/en_3000190103v020302p.pdf
- [80] WOLF C., 2009. **Software Licensing and Support, Virtualization and the Cloud**. In virtu I DATA CENTER Volume 16 http://viewer.media.bitpipe.com/1127845385_437/1257961705_147/Virtual-Data-Center-Volume-16.pdf
- [81] eceee, 2009. Website "Products covered and their status in the EuP process" http://www.eceee.org/Eco_design/products
- [82] LBNL Applications Team. **Data Center. Key Areas of Research**. <http://hightech.lbl.gov/datacenters.html>
- [83] LBNL Applications Team. **Training Resources for Data Centers** <http://hightech.lbl.gov/training/dc-training.html>
- [84] **Energy Star Schweiz** www.energystar.ch
- [85] European Commission. Website "ICT for Sustainable Growth" http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/index_en.htm
- [86] European Commission. Website "Smarter use of energy" http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/energy_efficiency/index_en.htm
- [87] **Informationsgesellschaft Bundesratsstrategie** <http://www.bakom.admin.ch/themen/infosociety/index.html?lang=de>
- [88] **Indikatoren Informationsgesellschaft** <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/04.html>

- [89] **Sitic (Swiss IT Intelligence Community)** www.sitic.ch
- [90] **The Environment and ICT Working Group (WSIS)** www.wsis.ethz.ch
- [91] **AITU-T and World Summit on the Information Society (WSIS)** <http://www.itu.int/ITU-T/tsb-director/itut-wsis/index.html>
- [92] **eceee 2009 Summer Study**, 1–6 June 2009, La Colle sur Loup, Côte d'Azur, France
http://www.eceee.org/summer_study/
- [93] **Code of Conduct for Data Centres stakeholder meeting** in London on 20 November 2009.
<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC%20DC%2020Nov2009/draft%20agenda%2020%20november%20meeting.pdf>
- [94] **ENERGY STAR® Data Center Infrastructure Rating Development Update**. Web Conference, September 29, 2009
http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/ENERGY_STAR_Data_Center_Prelim_Results_92909.pdf
- [95] **CeBIT 2009, Green IT World**, Hannover, 6. März 2009 http://www.bitkom.org/de/themen/51051_55520.aspx
- [96] **CIO-Forum 2009**. Der CIO als Serviceprovider und Businesspartner. 17. und 18. Juni 2009 Technopark, Zürich und IBM Research Lab, Rüschlikon <http://www.euroforum.de/data/pdf/p5100438.pdf>
- [97] **COST Foresight 2030. Workshop on Energy**. 30 June - 02 July 2009, Brugge/Bruges, Belgium
<http://www.cost.esf.org/events/COST-Foresight-2030-4-Parallel-Workshops-on-Life-Enhancement-Energy-Food-Security-and-Natural-Resources-Management/energy>
- [98] **1st European Workshop on HPC Centre Infrastructures**. September 2nd-4th 2009, Origlio Country Club, Lugano, Switzerland http://www.cscs.ch/378.0.html?&tx_seminars_pi1%5BshowUid%5D=7
- [99] **Sectoral e-Business Watch Workshop** "ICT and e-business impact in the energy supply industry", Milan (Italy), 21 May 2009 http://www.ebusiness-watch.org/events/documents/WS_2009-05-21_Energy_supply_summary.pdf
- [100] **Orbit 2009, „Zoom day Green IT“**, 15. Mai 2009, Zürich <http://www.orbit.ch/html/greenitinnovationawardneu.htm>
- [101] **IBM 6. Rechenzentrums-Thementag** am 26. März 2009 in Zürich https://www-950.ibm.com/events/www/grp/grp024.nsf/v16_agenda?openform&seminar=A5QU4BES&locale=de_CH
- [102] **Swiss IT Intelligence Community**, Infrastructure & Operations Community, Topic Forums, 16 April, 10 September, 12 November 2009 http://www.sitic.ch/co_co_in_op_tf.html
- [103] **ETH Zürich, Computer Science Colloquium** http://www.inf.ethz.ch/news/colloquium/Kolloquium_Programm_HS09.pdf
- [104] **Bereichskonferenz Elektrogeräte** vom 10 November 2010, Ittigen
- [105] Aebischer B., 2009. **Energy Efficiency in the Data Centre**. Invited presentation at "1st European Workshop on HPC Centre Infrastructures", 2.-4. 9. 2009, Lugano. http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Lugano-HPC_2-9-09.pdf
- [106] Aebischer B., 2009. **ICT and Energy Efficiency**. Invited short presentation at "COST Foresight 2030 Energy Workshop", 30.6. – 2.7.2009, Bruges/Brugge. http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Position_Paper_PresenterWG1_30-6-09.pdf
- [107] Aebischer B., 2009. **Green IT Projekte in der Schweiz**. Invited presentation at "CIO-Forum 2009", Pre-Conference-Day, IBM Zürich Research Laboratory, Rüschlikon, 17. Juni. http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_CIO-09_17-6-09.pdf
- [108] Aebischer B., 2009. **Back to the Future – Waves of rising energy use in data centers**. Invited presentation at EETD Seminars, LBNL, Berkeley, USA, 20. 4. 2009 http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_LBNL_20-4-09.pdf
- [109] Aebischer B., 2009. **Green IT projects in Switzerland. Measurement concept and user groups**. Invited presentation at Forum „Green IT World“, CeBIT, 6. 3. 2009, Hannover http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_CeBIT09_6-3-09.pdf
- [110] Lilischkis S., Selhofer H. and O'Donnell P. (Editors), 2009. **The sectoral e-Business Watch. ICT and e-Business Impact Studies – 2009**. Brussels/Bonn. http://www.ebusiness-watch.org/key_reports/documents/BRO09.pdf
- [111] Aebischer B., 2009. **ICT and Energy: Some Methodological Issues**. Short paper in "ERCIM News #79, Feature topic: 'Towards Green ICT'", p. 12-13. Sophia Antipolis Cedex, France, ISSN 0926-4981. <http://ercim-news.ercim.org/images/stories/EN79/EN79-web.pdf>
- [112] Aebischer B., 2009. **Energieeffizienz im Rechenzentrum**. Aufsatz in "Umwelt Perspektiven", April 2009, Illnau http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Energieeffizienz-Rechenzentrum_UmweltPerspektiven_04-09.pdf und Literaturhinweise: http://www.cepe.ethz.ch/publications/Literaturhinweise_Energieanalyse_Energieeffizienz_RZ_29-3-09.pdf
- [113] Maucoronel C., Duc P.J., Willers J., 2009. **Standardized energy measurement concept for data centers and their infrastructures** Translation of the French Version published in 2008. Genève/Zürich http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/Measurement-concept_DCIE_10-2-09.pdf
- [114] Souchon Foll L., 2009. **TIC et Énergétique : Techniques d'estimation de consommation sur la hauteur, la structure et l'évolution de l'impact des TIC en France**. Version publique. Thèse de doctorat de l'Institut National des Télécommunications dans le cadre de l'école doctorale SITEVRY en co-accréditation avec l' Université d'Evry-Val d'Essonne. Thèse n°2008INT0010. Meylan http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/Souchon_these_version-publique.pdf
- [115] 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>
- [116] Aebischer B., Frischknecht R., Genoud Ch., Huser A. und Varone F., 2003. **Energy- and Eco-Efficiency of Data Centers**. Study commissioned by DIAE/ScanE of the Canton of Geneva, Geneva, January.
http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_data_centres_final_report_05012003.pdf
- [117] Huser A., Bänninger M., 2008. **STROMEFFIZIENTE RECHENZENTREN DURCH SENSIBILISIERUNG ÜBER EINE TRANSPARENTE KOSTENRECHNUNG**. Bundesamt für Energie, Ittigen

<http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000009916.pdf&name=000000280093> und
http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000009916.xls&name=000000280093_RZ-Kostenmodell

- [118] COST Foresight 2030. A new society in the making: a COST Interdisciplinary Strategic Initiative in the wake of the Digital Revolution www.cost.esf.org/module/download/5286
- [119] ÖBU, 2009. Green IT Innovation Award: Swisscom, Mobility und Unblu sind die ersten Sieger.
<http://www.oebu.ch/de/artikel.php?id=463>