

Von: **Aebischer Bernard** baebischer@retired.ethz.ch
Betreff: Letzter Sammelmail "Neuigkeiten zu IKT und Nachhaltigkeit" 26-1-2015
Datum: 26. Januar 2015 12:31
An: Aebischer Bernard baebischer@retired.ethz.ch

AB

Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren, liebe KollegInnen,

Dies ist der letzte Sammelmail "Neuigkeiten zu IKT und Nachhaltigkeit", den ich an Sie verschicke.

Zu einem späteren Zeitpunkt werde ich ihnen eine Liste von Info-Quellen, z.B. Links auf Webseiten, Newsletter, Blogs, ..., zusenden. **Gerne würde ich in dieser Liste auch Links und Hinweise aufnehmen, die Sie interessant finden.** Hinweise sind bis Mitte Februar sehr willkommen. Entgegen den Prinzipien meines Sammelmails werde ich auch Firmenseiten weiterleiten. Sie können dann selbst entscheiden, was Sie interessiert.

Ich bin zufrieden, diesen Sammelmail während vielen Jahren verschickt zu haben. Besten Dank für Ihr Interesse und die gelegentlichen aufmunternden Worte.

Mit freundlichem Gruss,
Bernard Aebischer

ICT4S

Im Anschluss an die **erste ICT4S-Konferenz** im Frühjahr 2013 in Zürich (www.ict4s.org) haben Lorenz Hilty und ich beschlossen, ausgewählte Beiträge bei einem weiteren Publikum bekannt zu machen. Auf Anfrage haben viele Autoren und Autorinnen ihre Papers vertieft und erweitert und weitere Personen haben auf Einladung neue Beiträge erarbeitet. Diese Papers sind jetzt erschienen:

- als „**Thematic Issue on Modelling and Evaluating the Sustainability of Smart Solutions**“ im Rahmen der Elsevier-Zeitschrift „Environmental Modelling & Software“ → <http://www.sciencedirect.com/science/journal/13648152/56> oder
- als Buch „**ICT Innovations for Sustainability**“ in der Springer-Reihe „Advances in Intelligent Systems and Computing“ → <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-09228-7> .

Ich möchte die Gelegenheit nutzen und Lorenz Hilty und seinen Mitarbeitern, welche die allermeiste Arbeit geleistet haben, herzlich danken für ihren kompetenten und engagierten Einsatz.

Auf meiner Publikations-Website http://www.cepe.ethz.ch/people/staff/aebis/publ_aebischer finden Sie die Beiträge an denen ich mitgearbeitet habe. Weitere Buchkapitel zum freien Herunterladen finden Sie auf den Websites der jeweiligen Autoren, z.B. bei Lorenz Hilty → <http://publicationslist.org/lorenz.hilty> . Falls Sie für Forschungszwecke und internen Gebrauch einen bestimmten Artikel benötigen, können Sie sich auch direkt an mich wenden.

Hinweis auf ausgewählte Buchkapitel:

Im einführenden Beitrag „ICT for Sustainability: An Emerging Research Field“ wird der Begriff „Sustainability“ diskutiert und definiert, bisherige Aktivitäten zum Thema „ICT for Sustainability“ und zu verwandten Forschungsfeldern vorgestellt und mit dem LES-Modell ein möglicher Rahmen für neue Forschungen und Entwicklungen vorgeschlagen. In der Figur 9 sind alle Buchkapitel den drei Wirkungsebenen des LES-Modells zugeordnet → http://www.cepe.ethz.ch/publications/Hiltv_Aebischer_2014_ICT_for_Sustainabilityv_AAM.pdf .

Einige von Ihnen dürfte insbesondere das Paper „The Energy Demand of ICT: A Historical Perspective and Current Methodological Challenges“ interessieren. Dort zeige ich auch, dass für internationale Vergleiche der Indikator „Stromverbrauch von IKT pro Einwohner“ viel aussagekräftiger ist als das heute häufig verwendete Mass „Anteil des Stromverbrauchs von IKT am totalen Stromverbrauch“. In den USA und für Deutschland liegt der Stromverbrauch von IKT pro Einwohner heute bei rund 0.8 MWh/Jahr.Einwohner, wovon 0.45 in den Haushalten und 0.35 in den Sektoren Dienstleistung und Industrie anfallen. Weltweit lag der Gesamtstromverbrauch von IKT im Jahre 2007 bei 0.2 MWh/Jahr.Einwohner - mit stark steigender Tendenz → http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Hilty_2014_Energy_Demand_IKT_History_Challenges_AAM.pdf .

In zwei Beiträgen von Coroama et al. und Schien et al. wird die umstrittene Frage nach der Energieintensität des Internets diskutiert und zu deren Berechnung zwei mathematische Formeln vorgeschlagen. Wegen des sehr schnellen technischen Fortschritts reduziert sich die Energieintensität in 10 Jahren vielleicht um den Faktor 30. Entscheidend ist die Definition der Systemgrenze. Die Autoren plädieren dafür, dass dabei weder die Endgeräte des Nutzers (Computer, Smartphone) noch die Data Centres berücksichtigt werden. In diesem Fall wird die Energieintensität von den „Customer Premises Equipment“ (Netzzugangsgeräten wie Modem und WiFi-Router) und dem „Access Network“ (Übertragung und Verarbeitung bis zum Provider) dominiert. Der Stromverbrauch für das Routing und die Übertragung bis zum Bestimmungsort (Data Centre oder Provider für Endnutzer) ist (heute) zweitrangig → http://publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-229/2014_Coroama_Schien_Preist_Hilty_Energy_Intensity_Internet_Home_Access.pdf und http://publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-230/2014_Schien_Coroama_Hilty_Preist_Energy_Intensity_Internet_Edge_Core.pdf .

Hischier und Kollegen präsentieren den typischen Energieverbrauch und die Umweltbelastung von Desktop-, Laptop- und Tablet-Computern über den gesamten Lebenszyklus. Je kleiner und effizienter die Geräte sind, umso wichtiger werden der Energieverbrauch und die Umweltbelastung bei der Herstellung der Geräte → http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-09228-7_10 .

Ende August hat die **zweite ICT4S-Konferenz** in Stockholm stattgefunden → <http://2014.ict4s.org> . Alle dort präsentierten Beiträge können hier <http://www.atlantis-press.com/php/pub.php?publication=ict4s-14> eingesehen werden. Die **dritte ICT4S-Konferenz** findet im September 2015 in Kopenhagen statt <http://2015.ict4s.org/> (siehe auch den "Call for papers" <http://enviroinfo2015.org/calls/ict4s/>) und eine **vierte** ist für 2016 in Amsterdam geplant.

Stromverbrauch von IKT in der Schweiz

In der neuesten Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_523528791.pdf&endung=Analyse und http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_114073766.pdf&endung=Ex-Post-Analyse wird der Stromverbrauch von IKT insgesamt auf 2.8 TWh/Jahr geschätzt: 1.4 TWh/Jahr im Haushaltsektor und 1.4 TWh/Jahr in Industrie und Dienstleistungen. Der Stromverbrauch für die zentrale Infrastruktur der Rechenzentren (Wärmeabfuhr und Stromversorgung) ist darin nicht enthalten. Rechnet man diesen dazu – ungefähr 0.7 TWh/Jahr (50% des IKT-Stromverbrauchs in den Sektoren Dienstleistungen und Industrie) – ergibt sich ein Stromverbrauch pro Einwohner von knapp 0.5 MWh/Jahr.Einwohner (0.2 MWh/Jahr.Einwohner in den Haushalten und 0.3 MWh/Jahr.Einwohner in den Sektoren Industrie

und Dienstleistungen), was deutlich tiefer ist als die oben im Abschnitt 1.4.3 erwarteten 0.8 MWh/Jahr.Einwohner für die USA und Deutschland.

Einen Hinweis darauf, dass diese Schätzungen für den Stromverbrauch von IKT in der Schweiz zu tief sein könnten, gibt eine neue Studie von Amstein+Walthert und IWSB zum Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz http://www.asut.ch/de/publikationen/studien/doc_download/369-studie-iwsb-amstein-walthert-rechenzentren-in-der-schweiz-energieeffizienz-stromverbrauch-und-effizienzpotenzial . Die Autoren schätzen den Stromverbrauch nur der Rechenzentren (inkl. zentrale Infrastruktur) auf 1.4-1.9 TWh/Jahr oder 0.2-0.3 MWh/Jahr.Einwohner. Das entspricht zwischen 66% und 100% der obigen Schätzung des gesamten IKT-Stromverbrauchs in den Sektoren Industrie und Dienstleistungen. Obwohl die Berechnungen von Amstein+Walthert und IWSB auf sehr unsicheren Annahmen beruhen und die Primärdaten nicht einsehbar sind, scheint das Resultat nicht unplausibel zu sein: der Verbrauch liegt zwischen den entsprechenden Werten für Deutschland (0.1 MWh/Jahr.Einwohner, laut Borderstep http://www.bitkom.org/files/documents/Kurzstudie_Borderstep_I_Rechenzentren.pdf im Jahre 2011) und für die USA (0.3 MWh/Jahr.Einwohner, nach Koomey <http://www.analyticspress.com/datacenters.html> im Jahre 2010).

Informationsgesellschaft

Thomas Schneider, stellvertretender Leiter des internationalen Dienstes des BAKOM, wurde zum Vorsitzenden des Regierungsbeirates (Governmental Advisory Committee, GAC) der ICANN gewählt: <http://www.bakom.admin.ch/dokumentation/medieninformationen/00471/index.html?lang=de&msg-id=54830> . Dazu Hintergrundinfos in einem NZZ-Artikel „Vorwärts stolpern in die Zukunft“ von Stefan Betschon <http://www.nzz.ch/mehr/digital/icann-gac-unter-schweizer-vorsitz-1.18414174> .

Das Bundesamt für Statistik hat

- die neuen Zahlen zur Internetnutzung in den Schweizer Haushalten 2014 veröffentlicht http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/01/new/nip_detail.html?gnplD=2014-098 und
- ein neues Indikatorensystem zur Verfolgung der Strategie des Bundesrates für eine Informationsgesellschaft in der Schweiz entwickelt <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/16/04/key/ind48.html> . Dieses Indikatorensystem ist aber noch nicht vollständig: **für das Handlungsfeld "Energie- und Ressourceneffizienz" gibt es noch keinen Indikator.**

Im 2. Halbjahr 2014 sind zum Thema Informationsgesellschaft verschiedene wichtige Studien und Artikel publiziert, Veranstaltungen durchgeführt und Aktivitäten gestartet worden:

- Im Auftrag der Swisscom hat das Gottlieb Duttweiler Institut (Karin Frick und Bettina Höchli) Szenarien für die digitale Zukunft erarbeitet: „Die Zukunft der vernetzten Gesellschaft“ <http://www.gdi.ch/de/Think-Tank/Studien/ProductDetail/611> . Die diskutierten Fragen sind hier ganz kurz zusammengefasst → <http://www.youtube.com/watch?v=wu6D6G711I> .
- Kürzlich ist das Förderprogramm „Gebäudeautomation“ angelaufen. Damit sollen bis 2020 die CO2-Emissionen um 150'000 Tonnen reduziert werden → <http://www.klik.ch/de/Programme/Plattform-Gebaeude.36.html> . Die Startveranstaltung hat am 24. Oktober 2014 stattgefunden → http://www.g-n-i.ch/downloads/Einladung_PgrmGA.pdf .

- Im NZZ-Artikel „Kampf ums Armaturenbrett“ <http://www.nzz.ch/aktuell/digital/vw-mercedes-bmw-engagieren-sich-fuer-autosar-standard-1.18261598> beschreibt Stefan Betschon die Bedeutung von IKT in der Autoindustrie. Beeindruckende Zahlen: schon heute besitzt ein Auto eine Rechenleistung, die 20 leistungsfähige PC der neuesten Generation übertrifft. Und bei der Entwicklung eines neuen Autos verursachen Elektronik und Software 40% der Kosten!
- Das 15. asut-Kolloquium „SWITZERLAND ONLINE – ALLES VERNETZT!“ hat am 4. November 2014 in Bern stattgefunden <http://www.asut.ch/de/veranstaltungen/asut-kolloquium> .
- Die 3. D-A-CH Konferenz Energieinformatik hat am 13. und 14. November 2014 in Zürich stattgefunden <http://www.energieinformatik2014.org/> .
- Das BFE hat am 28. 11. 2014 den Bericht "Grundlagen der Ausgestaltung einer Einführung intelligenter Messsysteme beim Endverbraucher in der Schweiz - Technische Mindestanforderungen und Einführungsmodalitäten" publiziert <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/37458.pdf>.
- Wegweiser Green-IT des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie in Zusammenarbeit mit BITKOM <http://www.green-it-wegweiser.de/> .
- „Das Internet, eine Zweiklassengesellschaft“ von Marie-Astrid Langer, erschienen in der NZZ am Samstag, 12. Juli 2014, → <http://www.nzz.ch/international/amerika/das-internet-eine-zweiklassengesellschaft-1.18341846> .
- Broschüre „Blutige Realitäten in smarten Geräten“ von Brot für Alle und Fastenopfer http://www.hightech-rating.ch/wp-content/uploads/2014/09/einblick_1402_def.pdf . Das Ethik-Rating der wichtigsten IT-Hersteller, wo Aspekte zu Umwelt, Arbeitsrechte und Konfliktmineralien beurteilt werden → <http://www.hightech-rating.ch/> ist in vielen Medien aufgenommen worden → <http://www.hightech-rating.ch/news> .
- Electronics Watch (Organisation für faire Arbeitsbedingungen in der globalen Computerproduktion) hat die Broschüre „The ICT sector in the spotlight. Leverage of public procurement decisions on working conditions in the supply chain“ veröffentlicht, wo insbesondere auf die Bedeutung der öffentlichen EinkäuferInnen für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der IT-Branche in den Herstellerländern hingewiesen wird http://electronicswatch.org/de/electronics-watch-ver%C3%B6ffentlicht-detaillierten-bericht-zur-it-branche_723634 .
- Die Bedeutung von IKT für die Effizienzverbesserung und die Produktivitätssteigerung in allen Bereichen der Wirtschaft wird in einem neuen Bericht von „Skip“ Laitner und Kollegen aufgezeigt: „The Energy Efficiency and Productivity Benefits of Smart Appliances and ICT-Enabled Networks: An Initial Assessment“ <http://www.aceee.org/research-report/f1402>

„Alles“ über IKT erfahren Sie in der vierstündigen Fernsehsendung „Die WDR Computer-Nacht vom 6. April 2013“ <https://www.youtube.com/watch?v=aQAeJAEgG4Q> .

Rechenzentren/Telekommunikation

Die Fachgruppe Green IT der Schweizer Informatik Gesellschaft www.s-i.ch hat ihre Website vollständig überarbeitet → <http://greenit.s-i.ch> . Neben allgemeinen Informationen zu Green IT und einer Dokumentation zu Aktivitäten der Fachgruppe finden sich hier (wie bisher) differenziert für Grossunternehmen, Rechenzentrumsbetreiber, KMU und Privatpersonen jeweils

- eine Green IT Checkliste,
- eine Zusammenstellung von Massnahmen mit Informationen zum Aufwand und zur Wirkung der einzelnen Massnahmen und
- eine Anleitung zur Umsetzung der Massnahmen.

Neu ist das Modul **“Data Center Green IT Maturity Assessment”** <http://greenit.s-i.ch/de/dc/analyse#/> , welches online den Zustand eines Rechenzentrums bezüglich Green IT Best Practices feststellt. Dieses Diagnosetool ist an der ICT4S-Konferenz in Stockholm auf grosses Interesse gestossen.

Mit dem Ziel, die Schweiz als erstklassigen Data-Center-Standort zu fördern, hat die asut-Fachgruppe Data Center Infrastructure das Potenzial und die Herausforderungen technischer, rechtlicher und regulatorischer Natur rund um Planung, Bau und Betrieb eines Data Center eingehend untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind im Swiss Code of Conduct (CoC) für Data Center zusammengefasst <http://www.asut.ch/de/publikationen/swiss-coc-fuer-data-center> .

Die Branche der Rechenzentren in Grossbritannien hat mit der Umweltbehörde vereinbart, dass die CO2-Emissionen, die vom Betrieb der zentralen Infrastruktur – nicht aber von der IT selbst – der Rechenzentren ausgehen, in den kommenden Jahren um 30% reduziert werden → <http://www.computerweekly.com/news/2240223728/UK-government-recognises-datacentre-sector-as-a-key-economic-contributor> . Im Gegenzug werden den teilnehmenden Betrieben die Umweltabgabe auf Elektrizität und anderen Energieträgern substantiell reduziert.

Im Schweizer Parlament sind zwei Postulate zum Stromverbrauch der Rechenzentren eingereicht worden:

- von Maier Thomas „Energieeffiziente Rechenzentren und Erfolg von gezielten Fördermassnahmen“ http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20133186 und
- von Balthasar Glättli „Rechenzentren effizienter und mit grünem Strom betreiben“ http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20134265

Die Studie im Auftrag des BFE "Energy efficient telecommunication networks", soll im laufenden Jahr abgeschlossen werden. Hier der Jahresbericht vom 24.01.2014 → http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0CEYQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.bfe.admin.ch%2Fphp%2Fmodules%2Fenet%2Fstreamfile.php%3Ffile%3D000000011187.pdf%26name%3D000000290947&ei=KJ_KU_GMMMPaOQWLI4CwAw&usg=AFQjCNGsRQZa4OkZyZ6S-UZycJKFCbVAzQ .

Die Projektverantwortlichen für das neue Rechenzentrum der Swisscom in Bern-Wankdorf wurden mit dem Watt d’Or 2015, der Auszeichnung des Bundesamtes für Energie für aussergewöhnliche Leistungen im Energiebereich ausgezeichnet http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_479637044.pdf .

Markus Meier beschreibt im Artikel „Energieeffiziente Rechenzentren“ <http://www.getarticle.ch/neuste-artikel/detail/artikel/energieeffiziente-rechenzentren/2/#download> wie mit „Immersion Cooling“ sehr viel Energie für die Kühlung der

[rechenzentren//3/#download](#) , wie mit „immersion cooling“ sehr viel Energie für die Kühlung der Server eingespart werden kann.

Die „Groupe Energie“ an der Uni Genf (Sandrine Veyrat und Kollegen) hat im Frühjahr 2014 die Studie „Climatisation du datacenter de l'Office des Nations Unies à Genève: Comparaison entre une climatisation via le réseau Genève-Lac-Nations et une climatisation via un groupe de froid classique“ publiziert <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:36160/ATTACHMENT01> . Der Energieverbrauch für die Klimatisierung konnte mit der Nutzung des Seewassers um über 80% reduziert werden. Neben diesem erfreulichen Resultat sind insbesondere die detaillierten Messungen des Stromverbrauchs des Rechenzentrums interessant.

Geräte

Am 1. August 2014 ist die neueste Revision der **Energieverordnung** in Kraft getreten → <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=53496> . IKT-relevant sind die Änderungen für die Set-Top-Boxen und für den Bereitschafts- und Aus-Zustand der elektronischen Geräte, sowie die neue Vorschrift für Computer und Server:

- Set-Top-Boxen:
 - Für komplexe Set-Top-Boxen werden die Anforderungen an die aktuellste Version des Code of Conduct angepasst (wie EU).
 - Für einfache Set-Top-Boxen, für welche es bisher keine Vorgaben gab, werden die Anforderungen der EU übernommen.
- Bereitschafts- und Aus-Zustand der elektronischen Geräte: Für Computer und Server gibt es neu spezifische Anforderungen.
- Für Computer und Server werden die Anforderungen der EU übernommen → <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:175:0013:0033:DE:PDF>

Das EU-Parlament hat einen Gesetzesentwurf verabschiedet, dass ab 2017 alle in der EU angebotenen Mobiltelefone mit einem gemeinsamen Ladegerät kompatibel sein müssen. Der Gesetzesentwurf muss noch vom EU-Rat verabschiedet werden <http://www.europarl.europa.eu/news/de/news-room/content/20140307IPR38122/html/Parlament-fordert-einheitliches-Handy-Ladeger%C3%A4t> .

Zu Energy Star:

- Neuigkeiten zu EnergyStar Schweiz finden sich hier www.energystar.ch .
- Aktuelles zu EnergyStar USA → http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.prod_development_index . Dort ist unter dem Titel „EPA and ITI ICT Workshops“ auch skizziert, wie EnergyStar die komplexe ICT-Welt angehen will. Ein Überblick zum aktuellen Stand von US-EnergyStar (Spezifikationen in Kraft, in Überarbeitung und in Entwicklung) http://www.energystar.gov/products/spec/product-specifications-filtered?field_status_value%25B%25D=New+Product+Under+Development&field_effective_start_date_value%25Bvalue%25D%25Bdate%25D=&field_effective_start_date_value%25Bvalue%25D%25Bdate%25D=&Apply .

Auch dank den internationalen politischen Massnahmen, z.B. dem Energy Star Programm, ist der Standbyverbrauch der „stand-alone“ Geräte in den vergangenen 20 Jahren stark zurück gegangen. Problematisch sind aber weiterhin die Standbyverluste der vernetzten Geräte, wie z.B. die Set-top Boxen. Und immer mehr Geräte werden vernetzt und bleiben immer länger und oft ständig am Netz. Die bekanntesten Reissiege sind wohl die Fernseher die für Updates und Downloads immer

...weiter die bekanntesten Beispiele sind wenn die Fernseher, die für Spotify und Download immer bereit sein sollen, und die Computer, z.B. weil das Telefon darüber läuft. Dazu kommen aber immer mehr neue Anwendungen, z.B. in der „home automation“ oder in der Gebäudetechnik, die zwar einen kleinen aber ständigen Stromverbrauch haben. Die Internationale Energieagentur (IEA) hat dazu kürzlich die Studie „More Data, Less Energy: Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices“ publiziert →

<http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2014/july/name-108223-en.html> .

Stromverbrauch:

Das Fraunhofer USA Center for Sustainable Energy Systems <http://cse.fraunhofer.org/> hat für 2013 eine neue Schätzung des Stromverbrauchs von IKT in den Haushalten der USA veröffentlicht: 0.53 MWh/Jahr.Einwohner <https://www.aceee.org/files/proceedings/2014/data/papers/9-219.pdf> .

Dieser Wert ist etwas höher als die 0.45 MWh/Jahr.Einwohner im obigen Kapitel ICT4S, aber deutlich tiefer als die frühere Schätzung der gleichen Forschergruppe für das Jahr 2010 von 0.62 MWh/Jahr.Einwohner <http://www.ce.org/CorporateSite/files/e4/e4d65f2d-bbd3-49f5-b3d6-8634268aa055.pdf> . Die Autoren erklären diesen markanten Rückgang mit der Reduktion des Stromverbrauchs der Fernseher (-20%), der Computer (-29%) und der Bildschirme (-54%).

In der Kurzstudie "Entwicklung der Computernutzung in Haushalten, Unternehmen und Behörden im Jahre 2014" http://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/12/Borderstep_Kurzstudie_Computernutzung_2014.pdf geht Hintemann für Deutschland ebenfalls von einem Rückgang des Stromverbrauchs der Computer-Endgeräte aus: 8% (zwischen 2010 und 2014) in den Haushalten und 14% in der Wirtschaft. Dieser Rückgang bei den Endgeräten in den Haushalten und in der Wirtschaft wird aber überkompensiert durch den mehrheitlich von den Haushaltskunden induzierten Mehrverbrauch der Rechenzentren.

