

ISS Institut für Softwaresysteme
in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung

13. Tagung der Fachgruppe Betriebliche
Umweltinformationssysteme

**Energie- und Ressourceneffizienz
von Softwaresystemen – Kriterien
und Messverfahren**

Stefan Naumann, Markus Dick, Eva Kern, Timo Johann

Umwelt-Campus Birkenfeld
FACHHOCHSCHULE TRIEN

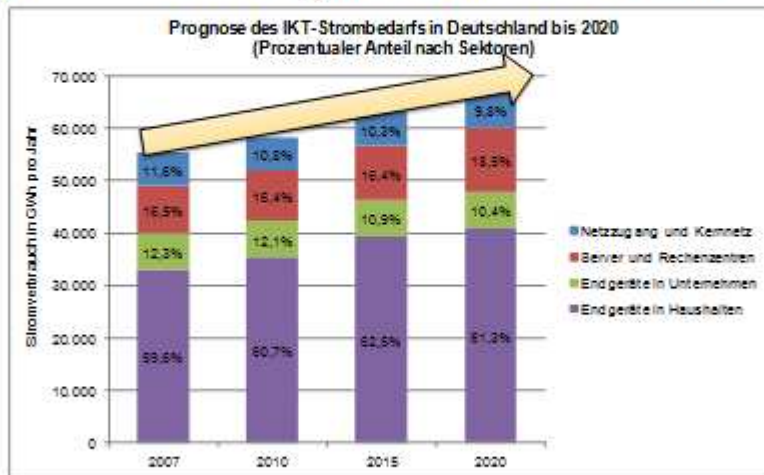
Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Green Software Engineering (GREENSOFT) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 17N1209 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Agenda

- Was sind nachhaltige Software und nachhaltige Software-Entwicklung im Kontext von Green IT
- Messung der Ressourceneffizienz von Software
- Folgerungen und Ausblick

Prognose des Energieverbrauchs der IKT




Datenquelle: Fraunhofer IZM; Fraunhofer ISI (2009): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft, S. 115

Gesamtstromverbrauch BRD

2009 = 617,5 Mrd. kWh


46 Mrd. US-Dollar nur für Kühlung von RZ

Google: 2,26 Mrd. kWh (200.000 EW-Stadt) / 1 TWh = 1 Mrd. kWh



Green IT vs. Green BY IT

<p>Green IT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umweltschonende Bereitstellung von IKT ▪ Arbeitsplätze ▪ Server und Rechenzentren ▪ Kommunikations-Infrastruktur ▪ Software! 	<p>Green BY IT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Effekte auf andere Produkte & Dienstleistungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dematerialisierung ▪ Smart Grid / Smart Metering ▪ Smart Buildings ▪ Smart Automotive ▪ Smart Logistics ▪ ...
---	--


 Umwelt-Campus Birkenfeld
FACHHOCHSCHULE TRIER

Green BY IT

Green IT-Effekte reichen nicht aus (Buhl) um Klimaziele zu erreichen.

2020 soll auf 80% von 2002 sein.

Da sich die IT-Nutzung verdreifacht, muss hier die Reduktion auf 73% pro IT-Einheit erforderlich -> unrealistisch

Daher: Ziel pro IT-kWh 5 kWh woanders einsparen

Smart 2020: 8x Nutzen durch IT als Ressourcenkosten

vgl. Buhl, H. U., Laartz, J. (2008): Warum Green IT nicht ausreicht – oder: Wo müssen wir heute anpacken, damit es uns übermorgen immer noch gut geht? In: Wirtschaftsinformatik, number 4, pages 261–264.

Green BY IT

- Dematerialisierung: Videokonferenzen, Telearbeit, E-Books, E-Paper, E-Invoice, ...
- Smart Logistics: Logistikapplikationen
- Smart Automotive: Verkehrsflusssteuerung, Fahrzeugnavigation, Fahrverhalten
- Smart Grid / Smart Metering: Virtuelle Kraftwerke, Intelligente Stromnetze/Stromzähler
- Smart Buildings: Gebäude-Klimamanagement, Lichtsteuerung, Automation



“Software is getting slower more rapidly than hardware becomes faster.”

Niklaus Wirth, “A Plea for Lean Software”, Computer 28, 1995

Hardware became more powerful, but does your word processor run faster?

Do you need results of a search query while you are still typing it?

Comparison of Microsoft Windows minimum hardware requirements (for x86 versions).

Windows version	Processor	Memory	Hard disk
Windows 95 ^[4]	25 MHz	4 MB	~50 MB
Windows 98 ^[5]	66 MHz	16 MB	~200 MB
Windows 2000 ^[6]	133 MHz	32 MB	650 MB
Windows XP ^[7] (2001)	233 MHz	64 MB	1.5 GB
Windows Vista ^[8] (2007)	800 MHz	512 MB	15 GB
Windows 7 ^[9] (2009)	1 GHz	1 GB	16 GB

© 2012 Software Improvement Group

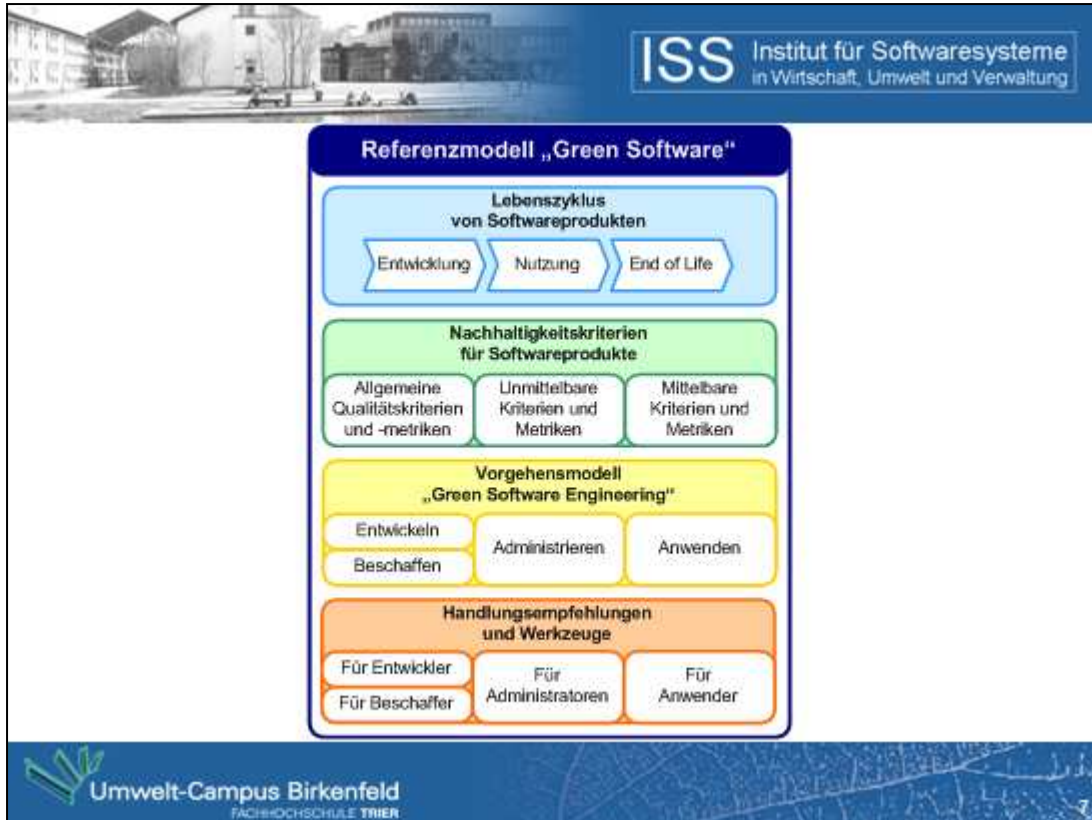
http://ext.dejaat.net/news/2012-03-23/notes_wlsser.pdf



Nachhaltige Software

Nachhaltige Software ist Software,

- deren direkte und indirekte negative Auswirkungen auf Menschen, Gesellschaft und Umwelt über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg minimal ist
- und die bestenfalls einen zusätzlichen positiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leistet



Das im Forschungsrahmen entwickelte GREENSOFT-Modell ist ein konzeptuelles Referenzmodell für „Grüne und Nachhaltige Software“, mit dem das Ziel verfolgt wird, Softwareentwickler, Administratoren, Beschaffer und Softwarenutzer bei der Herstellung, Wartung, Beschaffung, dem Betrieb und der Nutzung von Software im Hinblick auf Zielstellungen der Nachhaltigen Entwicklung zu unterstützen. Der Ordnungsrahmen des Modells beinhaltet ein ganzheitliches Lebenszyklusmodell für Softwareprodukte, Nachhaltigkeitskriterien und Metriken für Softwareprodukte, Vorgehensmodelle für verschiedene Anspruchsgruppen sowie Handlungsempfehlungen und Werkzeuge, die Anspruchsgruppen beim Entwickeln, Beschaffen, Warten und Nutzen von Softwareprodukten in einer mit den Zielen der Nachhaltigen Entwicklung verträglichen Art und Weise unterstützen.



Messung der Ressourceneffizienz von Software

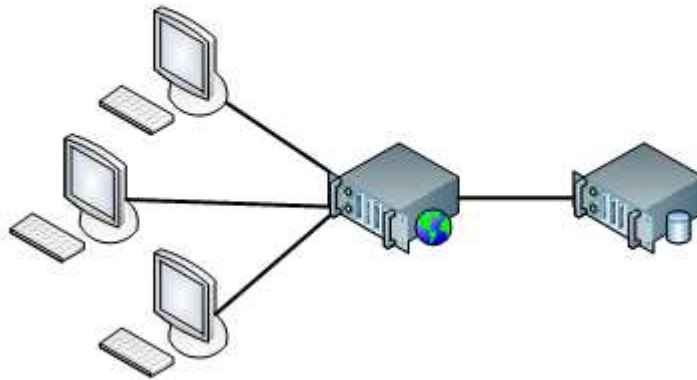


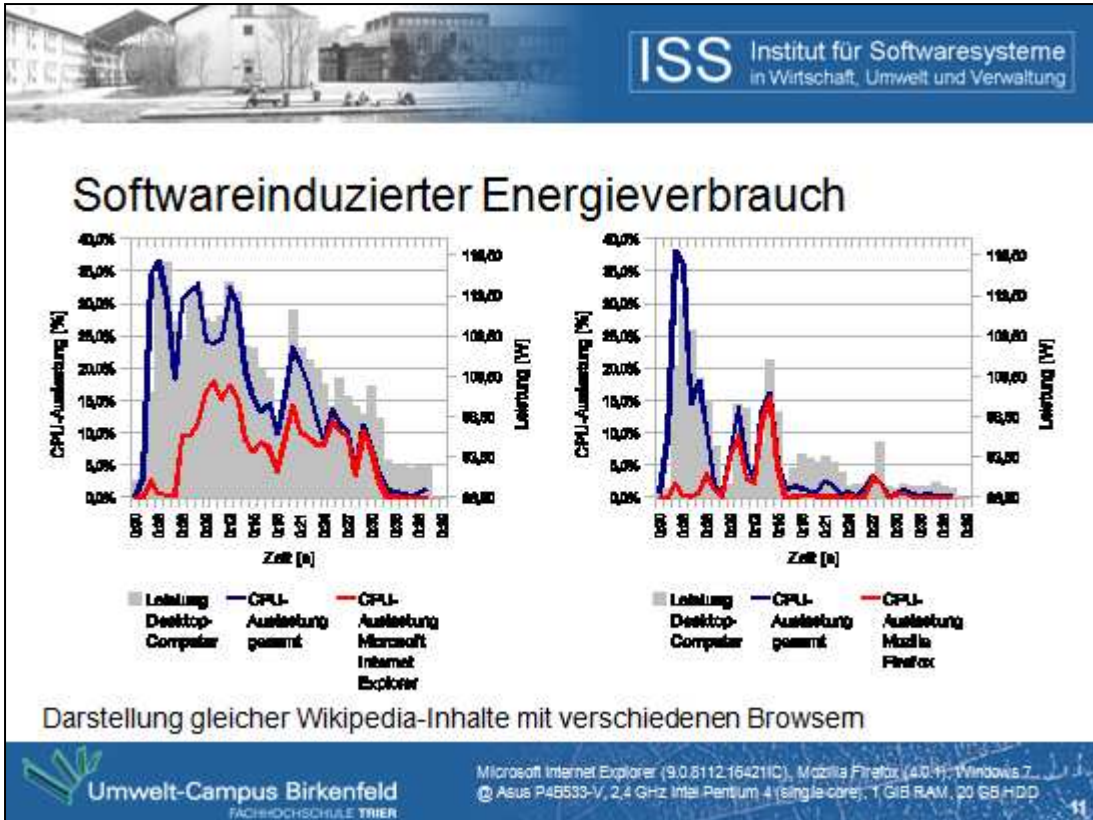
Effizienzkriterien von Software

- Ressourcen- und Energiebelastung durch die Produktion
- Ressourcen- und Energiebelastung durch den unmittelbaren Betrieb (IKT-Umweltkosten)
- Ressourcen- und Energieersparnis durch das Anwendungsgebiet der Software (bei BUIS hoffentlich der Fall!)

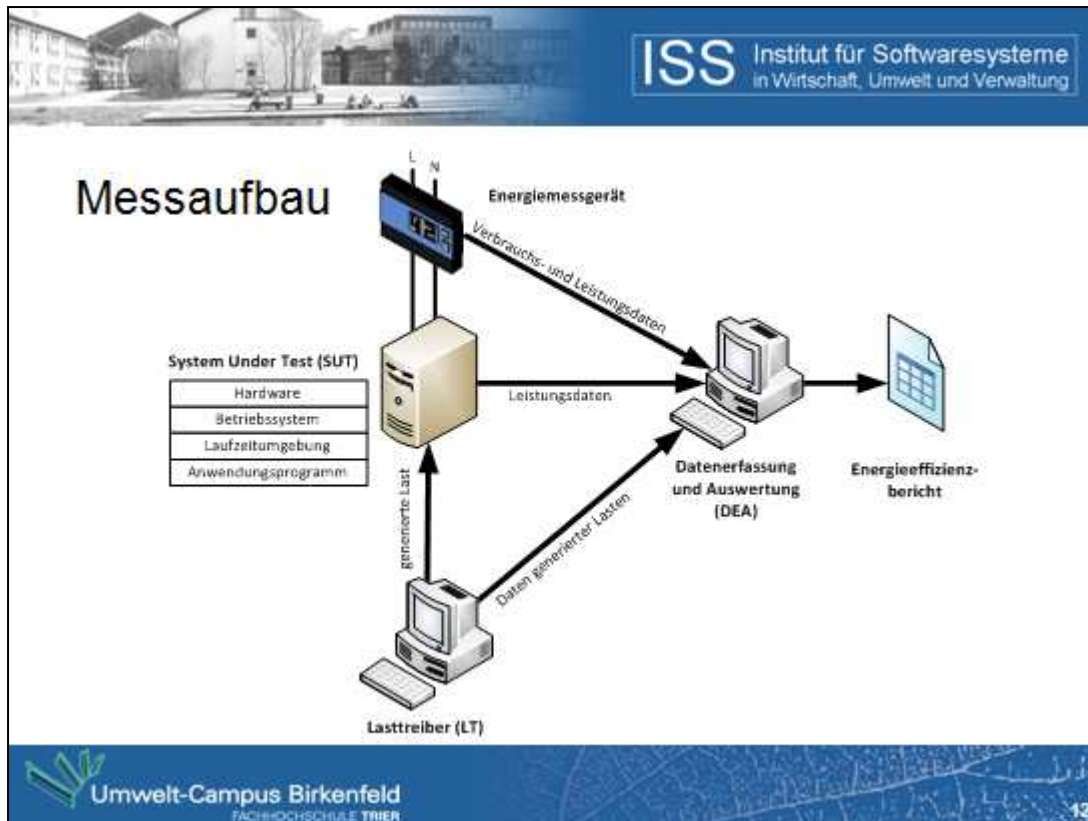


Typische 3-Schicht-Systemlandschaft





Microsoft Internet Explorer (9.0.8112.16421IC), Mozilla Firefox (4.0.1),
Windows 7 @ Asus P4B533-V, 1 x 2,4 GHz Intel Pentium 4 (single core), 1 GiB
RAM, 20 GB HDD



Die wesentlichen Komponenten sind das Energiesmessgerät, das System Under Test (Abk. SUT), der Lasttreiber (Abk. LT) und die Datenerfassung und Auswertung (Abk. DEA).

Dabei wird auf dem System Under Test (SUT) das zu bewertende Anwendungsprogramm ausgeführt. Durch Austausch einzelner Hierarchieebenen ist es möglich, eine Anwendung auf verschiedenen Betriebssystemen, Hardware- und Laufzeitumgebungen zu bewerten oder die Anwendung gegen eine andere Konfigurationsvariante oder ein Konkurrenzprodukt auszutauschen. Der Lasttreiber (LT) generiert statistisch reproduzierbare Lasten und wendet sie auf die zu bewertende Anwendung an. Die elektrischen Verbrauchs- und Leistungsdaten, die Leistungsdaten des SUT und die statistischen Daten des LT werden an zentraler Stelle von der DEA erfasst und ausgewertet.

Beispiel: HTML-Fragment-Cache mit Joomla!

N = 30	Stromverbrauch		Recherauslastung	
	Mittelwert	Std. Abw.	Mittelwert	Std. Abw.
Ohne Cache	33,94 Wh	0,163 Wh	50,7%	25,5%
Mit Cache	31,01 Wh	0,096 Wh	31,8%	16,8%

- ✓ Unterschiede im Mittelwert sind statistisch signifikant
- Ca. 4.000 Seitenaufrufe in 10 min. (576.000/Tag)
- HTML-Fragment-Cache bringt Energieersparnis von ca. 8,6%

WCMS Joomla! 1.5.23, Apache httpd 2.2.14, PHP 5.3.2, MySQL 5.1, Ubuntu GNU/Linux SMP 10.04 LTS, Kernel 2.6.32-32-generic-pae
@ Supermicro P4BP8-G2, 2 x 2,4 GHz Intel Xeon Dual Core, 2 GiB RAM, ca. 60 GB HDD

WCMS Joomla! 1.5.23, Apache httpd 2.2.14, PHP 5.3.2, MySQL 5.1, Ubuntu GNU/Linux SMP 10.04 LTS, Kernel 2.6.32-32-generic-pae
@ Supermicro P4BP8-G2, 2 x 2,4 GHz Intel Xeon Dual Core, 2 GiB RAM, 60 GB HDD

ISS Institut für Softwaresysteme
in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung

Beispiel: HTTP Kompression

Beispiel-dateien	normal (KiB)	GZIP (KiB)	Ersparnis
<i>index.html</i>	5,45	2,44	55,2%
<i>style.css</i>	2,73	0,68	75,1%
<i>prototype.js</i>	126,00	29,51	76,6%
<i>ida-logo.png</i>	24,80	24,86	-0,2%
<i>ucb-logo.png</i>	9,27	9,28	-0,1%
Fazit	168,25	66,70	60,4%

Umwelt-Campus Birkenfeld
Anwendungs-Server Informatik
http://ps.umwelt-campus.de

Über ida
Namensgeber für diesen Anwendungs-Server ist Ida Rhodes, die bereits Potenzial der Informationstechnik für unsere Gesellschaft erkannte. Ida Rhodes wurde am 15. Mai 1900 in der Ukraine geboren und emigrierte an der Cornell University Mathematik zu studieren und mit dem Master-Grad zu. Ab 1940 war sie an der Erarbeitung der formalen mathematischen Grundzüge Teilwerke mit menschlichen Rechnern und Rechnern beteiligt, was sie wurde 1950 zum Computational Laboratory des National Bureau of Standards des SEAC-Rechners betraut. Später hat Sie an der für den UNIVAC-I ersten Originalprogramm für die Auswertung der US-Volkzählung von 1950 arbeiten NBS beschäftigt. Im Frühjahr 1952 skizzierte Ida Rhodes ihre Vision der digitalen Zukunft in "computer's dreams of the future", in dem sie bereits damals Arbeitsplatz-Server-Systeme, grafische Benutzeroberflächen und die digitale Verarbeitung. Quelle: <http://www.hawen.informatik.gwdg.de>

Fazit

Umwelt-Campus Birkenfeld
FACHHOCHSCHULE TRIER

Die Dateigrößen Dateien nach GZIP größer sind (grau hinterlegt) sind in der Summe der Spalte GZIP nicht berücksichtigt. Statt dessen wurden die normalen Größen berücksichtigt.

Beispiel: Grafiken und Bilder optimieren



	Dateigröße (KiB)	Ersparnis	JPEG Qualität	Dateigröße (KiB)		Ersparnis
				normal	weichgz.	
RGB	16,63		100%	123,26	71,15	42%
RGB o.T.	5,79	65%	80%	33,73	17,72	47%
Palette 9	0,91	95%	Ersparnis	72%	75%	86%
Palette 4	0,59	96%				

Der Text wird in der linken Abbildungsreihe direkt mit HTML und CSS über den Hintergrund gelegt. D.h. nur in der oberen Abbildung ist der Text in der Rastergrafik enthalten. Dadurch ergibt sich in der Bildgröße sofort eine Ersparnis von ca. 65%.



Empfehlungen für WCMS, Web-Apps, ...

- HTTP Caching im Browser unterstützen (ETag/Expires)
- HTML-Fragment-Caches implementieren
- HTTP Kompression unterstützen
- Bilder/Grafiken optimieren
- CSS/JavaScript-Dateien verkleinern



Energieeffizienz von Datenbanken

TPC Transaction Processing Performance Council

TPC-C - All Results - Sorted by Energy Efficiency
Version 5 Results As of 24-Apr-2012 3:19 PM [GMT]

Hardware Vendor	System	tpmC	Price/tpmC	Watts/KtpmC	System Availability	Database	Operating System
	HP ProLiant DL585 G7	1,193,472	.68 USD	5.93	09/01/10	Microsoft SQL Server 2005 Enterprise x64 Edition SP3	Microsoft Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition
	HP ProLiant ML350 G6	290,040	.39 USD	4.22	08/16/10	Oracle Database 11g Release 2 Standard Ed One	Oracle Enterprise Linux
	HP ProLiant DL580 G7	1,807,347	.49 USD	2.46	10/15/10	Microsoft SQL Server 2005 Enterprise x64 Edition SP3	Microsoft Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition

Quelle: http://www.tpc.org/tpcc/results/tpcc_results.asp [2012-04-02]

 Umwelt-Campus Birkenfeld
 FACI@HOCHSCHULE TRIER

Benchmark vom TPC-Transaction Processing Council vorhanden, sogar mit Metrik für Energieeffizienz (TPC-Energy)

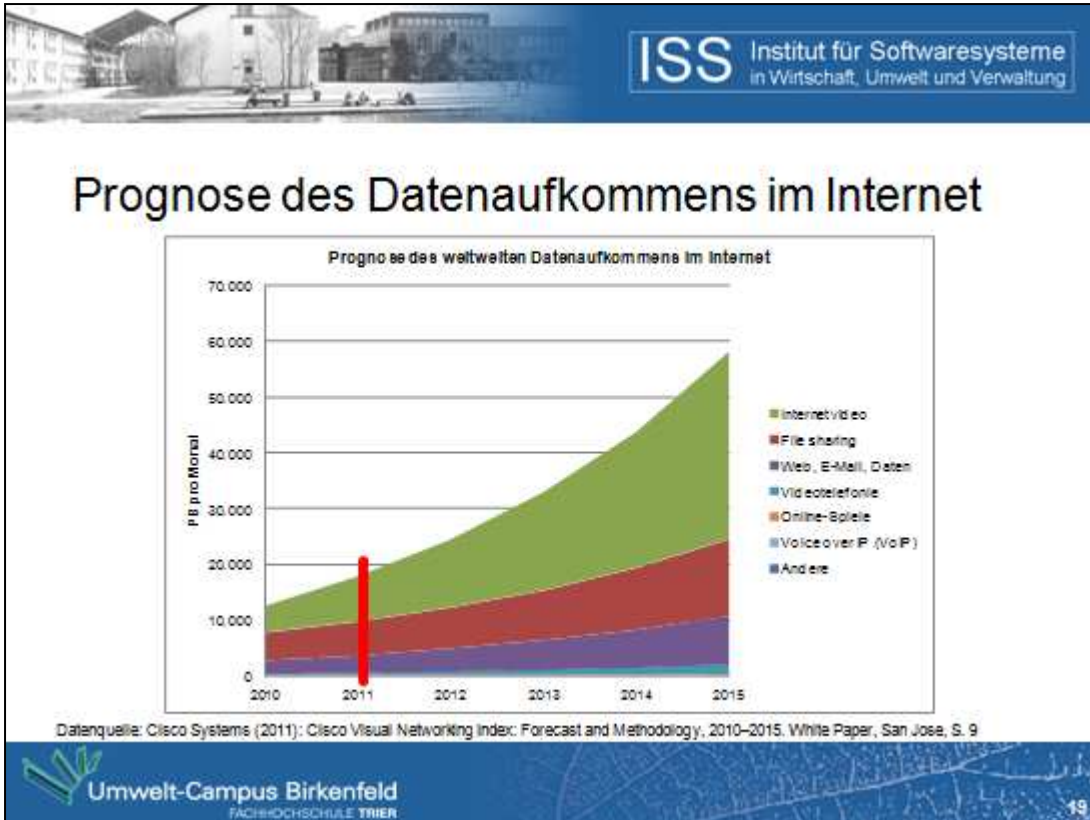
Problem: Verschiedene Hardware, verschiedene Datenbanken in der Liste, sodass ein Vergleich der gleichen Software auf unterschiedlicher Hardware nicht möglich ist.

Außerdem: Ergebnisse zu freie Datenbanken sind direkt bei TPC nicht verfügbar



Folgerungen und Ausblicke





Zukünftig ist die Betrachtung von Video interessant
 Insbesondere auch deren Auslieferung an mobile Endgeräte

Petabyte (PB) 10^{15} Byte = 1.000.000.000.000.000 Byte
 1PB = 1.000 TB



Perspektive der IKT-Produktion

- Green IT und ihre Konzepte als Standard in IKT-Entwicklung, Beschaffung, Nutzung
- Green IT als Standard-Anforderung von Kundenseite
- Mehr Werkzeuge, mehr Methoden und mehr IDE-Integration
- Nutzungszeit von Software und Hardware verlängern: Effizienz, Effektivität und Suffizienz
- Schnittstellen werden benötigt für Interaktion von:
 - Betriebssystemen und Applikationen (wie BUIS)
 - Virtualisierungslösungen und RZ-Steuerung
 - Stromproduzenten und Rechenzentren





„Öko-Test“ auch für Software



Statt Chicken-Nuggets
mal betriebliche
Umweltinformations-
systeme testen?




Rebound im Auge behalten!

- Multimedia
- Bildschirme und Anzeigegeräte
- Cloud bedeutet mehr Transport
- Mobile Endgeräte
- (Smart Meter)




http://2.bp.blogspot.com/_2.bp.blogspot.com/_1W9mTh_nBAA/Swp0Kv2c8/AAAAAAAAAASAt0I/ourf2Cb/v1503/multimedia_grafik.jpg



ISS Institut für Softwaresysteme
in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung

Fazit

- Auch bei betrieblichen Umweltinformationssystemen ist auf Energie- und Ressourceneffizienz zu achten
- Sowohl die Entwicklung als auch vor allem der Betrieb des BUIS sind relevant
- Besonders lohnen Energieeffizienzmaßnahmen bei Standardsoftware
- BUIS können Smart-Grid-fähig werden

 Umwelt-Campus Birkenfeld
FACHHOCHSCHULE TRIER

23

Die sog. Rebound-Effekte können auftreten, wenn durch Optimierung Ressourcen frei werden, die durch eine gestiegene Geschäftstätigkeit der freien Ressourcen schließlich wieder überkompensiert werden und die ursprünglichen Einsparungen so zunichte gemacht werden.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Förderkennzeichen: 17N1209

greensoft@umwelt-campus.de

<http://www.green-software-engineering.de/>



Umwelt-Campus Birkenfeld
FACHHOCHSCHULE TRIER