

Der ökologische Fußabdruck der Informationstechnik am Beispiel des Blauen Engel

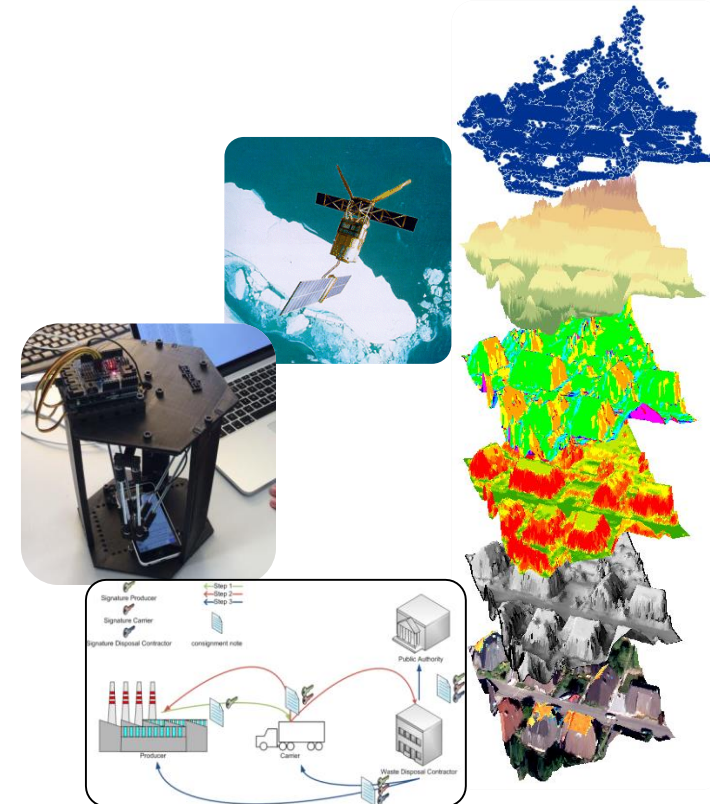
PIUS-Tagung 2021

Mittwoch, 6. Oktober 2021, 11.30h

Prof. Dr. Stefan Naumann

- **Umweltinformatik – Green IT und Umweltinformationssysteme**
 - Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs von IKT und durch IKT
 - Verfahren und Informationssysteme für das Umweltmonitoring
 - Innovative Visualisierungstechniken im Bereich GeoVisualisierung und Augmented Reality
- **Ingenieurinformatik – Internet der Dinge**
 - IoT als wesentlicher Baustein von Automatisierung und Vernetzung von Menschen und Maschinen
 - Potentiale von IoT bei der Gestaltung von (Umwelt)-Informationssystemen
 - Predictive Maintenance, Umweltmonitoring, Gebäudeautomation
- **Wirtschaftsinformatik – Data Science und Data Management**
 - Management stetig wachsender Datenmengen
 - Generierung von Wissen aus Daten
 - Automatisierung von Geschäftsprozessen
 - Entwicklung von intelligenten Assistenzsystemen
- **Zusammenfassende Klammer**
 - Künstliche Intelligenz

Forschungsgebiete



Thematischer Überblick

- Energie- und Ressourcenverbräuche durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- Green IT (Hardware und Software)
- Perspektiven und Forschungsansätze

Themen

- Energie- und Ressourcenverbräuche durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- Green IT (Hardware und Software)
- Perspektiven und Forschungsansätze

Prognose 2015

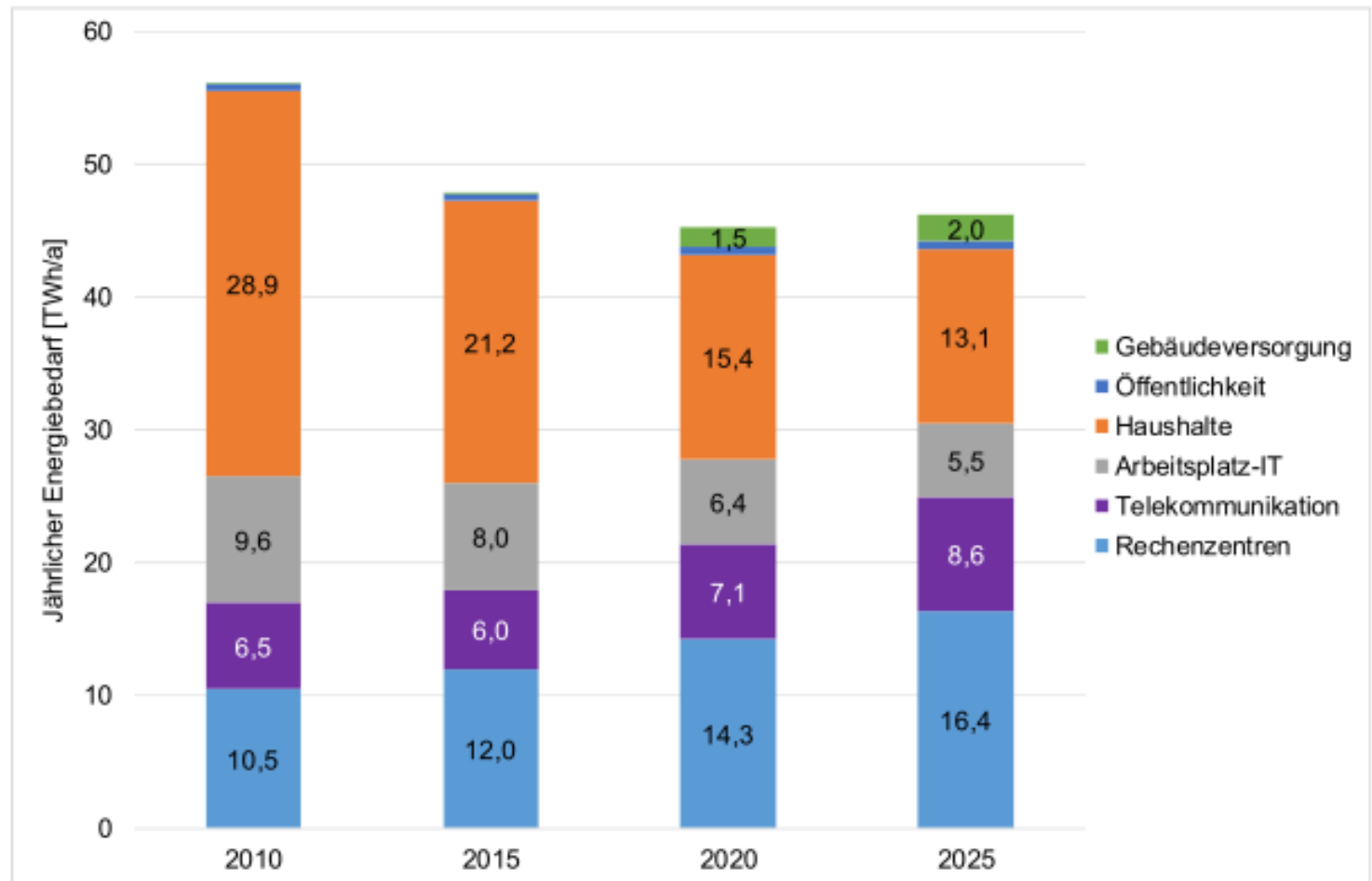


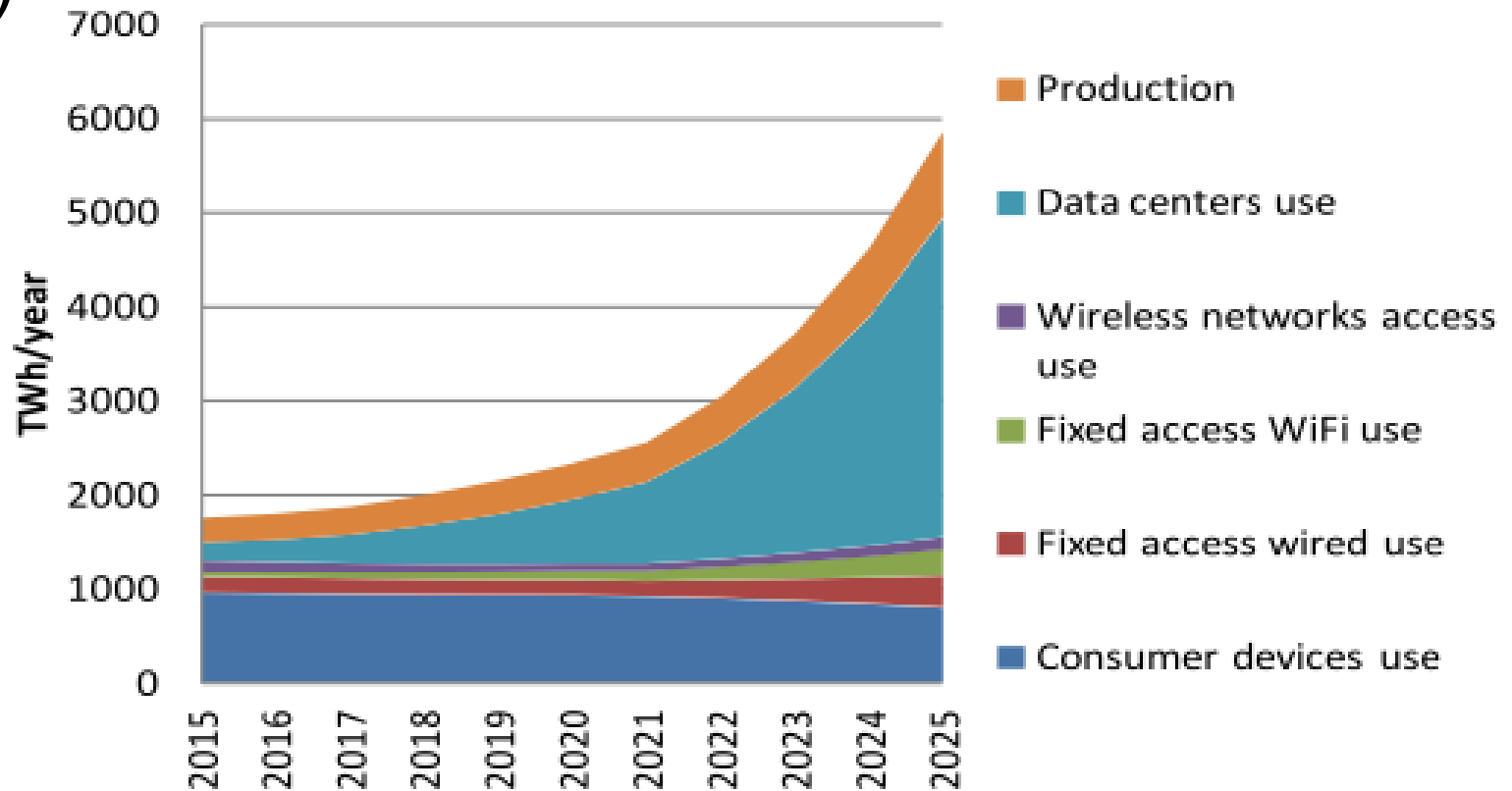
Abbildung 3-3: Elektrischer Jahresenergiebedarf der IKT in Deutschland 2010 – 2025 (Basisprognose)

Datenquelle: Stobbe (2015): Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland



Trend 2017 weltweite IKT-Verbräuche (inkl. Prod.)

Expected case scenario



Andrae 2017 Total Consumer Power Consumption Forecast

Spam Energy Use

	ENERGY USE (MILLION KWH/YEAR)	PERCENTAGE OF ENERGY USE
Harvesting addresses	63	<1%
Creating spam campaigns	0.2	<1%
Zombies sending spam	114	<1%
Non-zombies sending spam	9	<1%
Internet (excluding mail servers) transmitting spam	747	2%
Incoming mail servers processing spam	181	2%
Message storage	148	<1%
Users viewing/deleting spam	17707	52%
Spam filtering	5542	16%
Users searching for false positives	9222	27%
Total emissions from spam	33733	100%

McAfee: The
 Carbon Footprint of
 Email
 Spam Report, 2009

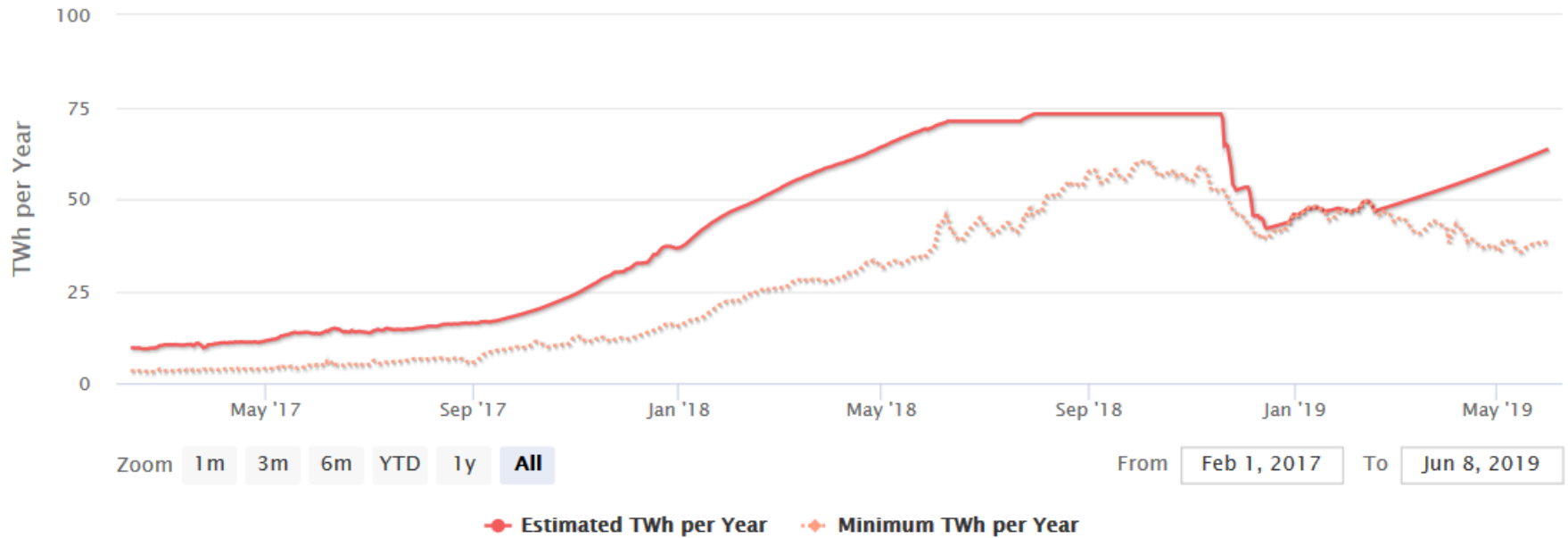


Bitcoin Energy Consumption Index

NEW: Bitcoin Electronic Waste Monitor

Bitcoin Energy Consumption Index Chart

Click and drag in the plot area to zoom in



<https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>

Erste Schätzungen Verbräuche durch KI

- Modellentwicklung Erkennung natürlicher Sprache
- Anpassen der Hyperparameter und Trainieren des Modells
- Verursacht rund 280.000 kg CO₂e (650.000 kWh)
- Entspricht der CO₂e-Last von ca. 5 durchschnittlichen Autos (Herstellung und Nutzung)

Strubell et al. 2019: Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP
<https://www.golem.de/news/kohlendioxid-ausstoss-kuenstliche-intelligenz-braucht-viel-strom-1906-141805.html>

Themen

- Energie- und Ressourcenverbräuche durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- Green IT (Hardware und Software)
- Perspektiven und Forschungsansätze

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

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

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

Windows version	Processor	Memory	Hard disk
Windows 95 ^[7]	25 MHz	4 MB	~50 MB
Windows 98 ^[8]	66 MHz	16 MB	~200 MB
Windows 2000 ^[9]	133 MHz	32 MB	650 MB
Windows XP ^[10] (2001)	233 MHz	64 MB	1.5 GB
Windows Vista ^[11] (2007)	800 MHz	512 MB	15 GB
Windows 7 ^[12] (2009)	1 GHz	1 GB	16 GB
Windows 8 ^[13] (2012)	1 GHz	1 GB	16 GB
Windows 10 ^[14] (2015)	1 GHz	1 GB	16 GB

Source:
http://en.wikipedia.org/wiki/Software_bloat

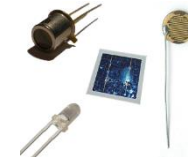
Relevanz nachhaltiger Software

- Energiebewusste Software ist besonders relevant für

- Mobile Systeme (Akkulaufzeit Smartphone etc.)



- Embedded Systems (Sensoren etc.)



- High Performance Computing:
„Predict the climate change, not produce it“



- ... und aus nachhaltiger Perspektive
in allen IKT-Bereichen

Bilder: <https://org.wikipedia.org>, <https://de.wikipedia.org>

Referenzmodell „Green Software“

Lebenszyklus von Softwareprodukten

Entwicklung

Nutzung

End of Life

Nachhaltigkeitskriterien für Softwareprodukte

Allgemeine
Qualitätskriterien
und -metriken

Unmittelbare
Kriterien und
Metriken

Mittelbare
Kriterien und
Metriken

Vorgehensmodell „Green Software Engineering“

Entwickeln

Administrieren

Anwenden

Beschaffen

Handlungsempfehlungen und Werkzeuge

Für Entwickler

Für

Für

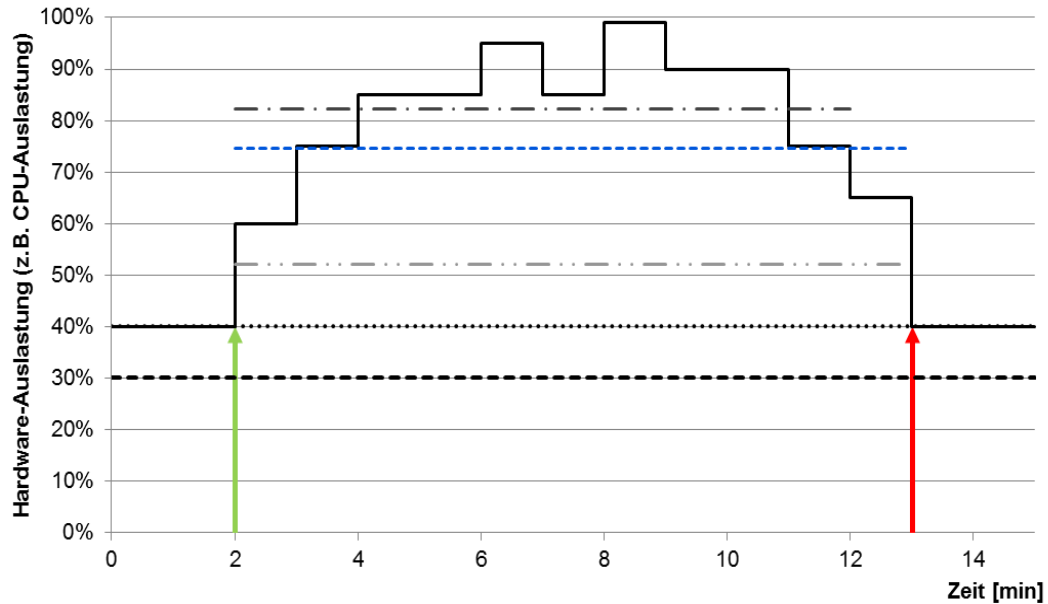
Für Beschaffer

Administratoren

Anwender

*Naumann et al.: The GREENSOFT Model.
Sustainable Computing: Informatics and Systems,
Jg. 1, H. 4, 2011, pp. 294-304*

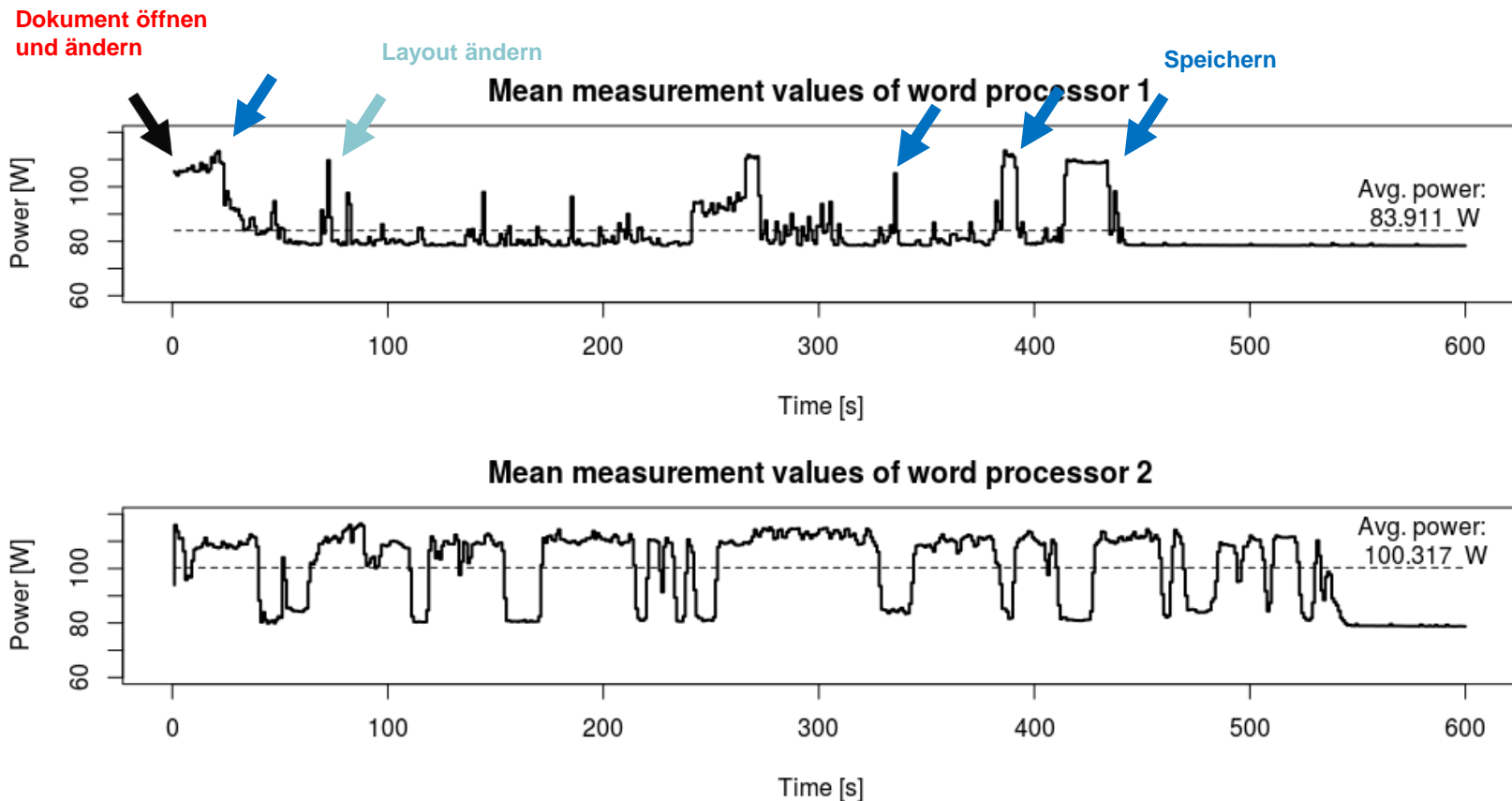
Exemplarischer Software-Messzyklus



- t1: Start der Software-Ausführung des Standardnutzungsszenarios
- t2: Abschluss der Software-Ausführung des Standardnutzungsszenarios
- Grundauslastung (GA) des Referenzsystems ohne die zu untersuchende Software
- Hardware-Auslastung im Leerlauf (LA) der untersuchten Software (vgl. Kriterium 1.1.3)
- Gemessene Hardware-Auslastung bei Ausführung des Standardnutzungsszenarios
- · - Brutto-Auslastung (BA) während der Ausführungsdauer (Mittelwert der Messwerte)
- · · Netto-Auslastung (NA) während der Ausführungsdauer ($NA = BA - GA$)
- · · · Effektive Auslastung (EA) während der Ausführungsdauer ($EA = NA + af * GA$)

(Quelle: Abschlussbericht zum UFOPLAN-Projekt „SSD 2015“)

Leistungsaufnahme zweier Textverarbeitungen



Kern, Eva; Hilty, Lorenz M.; Guldner, Achim; Maksimov, Yuliy V.; Filler, Andreas; Gröger, Jens; Naumann, Stefan (2018): Sustainable software products- Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. In: Future Generation Computer Systems, Volume 86, September 2018, Pages 199-210

Blauer Engel für Software UZ-215



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Ressourceneffizienz

1. Systemvoraussetzungen
2. Hardware-Inanspruchnahme
3. Energieeffizienz und Energiemanagement

2. Erhöhung der Hardware-Nutzungsdauer

1. Abwärtskompatibilität
2. Plattformunabhängigkeit und Portabilität
3. Hardwaresuffizienz

3. Nutzungsautonomie

1. Transparenz der Datenformate und Datenportabilität
2. Transparenz und Interoperabilität der Programme
3. Kontinuität des Softwareproduktes
4. Deinstallierbarkeit
5. Offline-Fähigkeit
6. Qualität der Produktdokumentation

<https://www.blauer-engel.de/de/get/productcategory/171/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte>

Blauer Engel für Rechenzentren (UZ-161)

BLAUER ENGEL
DES UMWELTZEICHENS

MEYER (U) DE EN

Blauer Engel Produktwelt Aktionen Für Unternehmen News & Infos

Produkte A-Z > Unternehmen A-Z > Vergabekriterien > 🔍

Produktwelt > Elektrogeräte > Rechenzentren

Energieeffizienter Rechenzentrenbetrieb

Man sieht sie nicht, jedoch braucht man sie mehrmals täglich, die Rechenzentren. Ob die Nachrichten auf dem Smartphone gecheckt, die Videokonferenz durchgeführt oder eine Banküberweisung vorgenommen wird, stets und ständig werden Leistungen eines Rechenzentrums gebraucht. Deutschland ist der größte Rechenzentrumsstandort in Europa und der Drittgrößte in der Welt. Der überwiegende Teil der Rechenzentren Deutschlands ist in Frankfurt am Main. Ohne Strom kommt kein Rechenzentrum aus. Die Rechenzentren in Frankfurt verantworten inzwischen ca. 20 Prozent des Stromverbrauchs der Stadt Frankfurt, mit steigender Tendenz.

In den Rechenzentren bestehen erhebliche Energieeinsparpotenziale, die durch ein professionelles Management der Rechenzentrumskomponenten und der Gebäudetechnik ausgeschöpft werden können. Das Umweltzeichen für den energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb reduziert den Energieverbrauch, kommt ohne klimaschädliche Klimatisierung aus und lastet die eingesetzte Technik besser aus. Die Überkapazitäten der Infrastruktur eines Rechenzentrums und wenig ausgelastete Server verschwenden wertvolle Rohstoffe. Der Blaue Engel stellt hohe Ansprüche an das Monitoring der Energiebereitstellung, Klimatisierung und IT-Leistung der Rechenzentrumskomponenten. Dadurch können Optimierungspotenziale erkannt werden. Bei Erneuerung von Komponenten werden gegenüber der Bestandstechnik wesentlich höhere Anforderungen an die Energieeffizienz gestellt. Das Ziel des Blauen Engels ist ein effizienterer Betrieb der bestehenden Technik. Eine Investition in neue Technik soll nur erfolgen, wenn dies fachlich oder technisch erforderlich ist.

Ein mit dem Blauen Engel zertifiziertes Rechenzentrum bietet seine Leistung umweltschonend an.

Die Kriterien des Blaue Engel bieten eine verlässliche Hilfe bei der Auswahl ökologischer Kriterien für die Ausschreibung und Vergabe von externen Rechenzentrumsdienstleistungen.

Vorteile für Umwelt und Gesundheit

- ✓ energieeffizient
- ✓ ressourcenschonend

Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb (DE-UZ 161)

Vergabekriterien (PDF) >

Antragsunterlagen (ZIP) >

Online Beantragung >

Haben Sie Fragen?

Bei Fragen hilft Ihnen die Ansprechperson gerne weiter.

B.Sc. Henrike Butner
Fränkische Straße 7
53229 Bonn
Tel.: +49 (0)228 68895 154
E-Mail

Diese Seite empfehlen:

🐦 📘 🌐 📧

Vergabeanforderungen nach UZ-161

- Erhebung Energieeffizienzindex (Energy Usage Effectiveness EUE), entspricht faktisch PUE
- Einrichtung eines Energiemanagement-Systems (Monitoring, jährlicher Bericht)
- Energiebewusste Beschaffung (Lebenszyklusbetrachtung)
 - Server: Hersteller, Modell, Anschlussleistung, Verwendung und ein Gesamtenergieeffizienzbericht nach der Methodik SPECpower-ssj
 - Netzteile: Effizienzstandard 80 PLUS GOLD

Themen

- Energie- und Ressourcenverbräuche durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- **Green by IT (Umweltvorteile durch IT in anderen Branchen)**
- Perspektiven und Forschungsansätze

Definition von Green by IT (auch Green through IT)

- Unter Green by IT werden Vorgehensweisen, Maßnahmen und Projekte verstanden, mit welchen mittels Informations- und Kommunikationstechnologie Energie- und Ressourceneinsparungen erzielt werden können.

Quelle: Eigene Definition

Green **BY** IT & by Artificial Intelligence

- Effekte auf andere Produkte und Dienstleistungen
 - *Dematerialisierung* („Bits statt Atome“): Videokonferenzen, Telearbeit, E-Books, E-Paper, E-Invoice ...
 - *Smart Logistics & Smart Automotive*: Verkehrsflusssteuerung, Fahrzeugnavigation, Fahrverhalten ... (Beispiel UPS)
 - *Smart Grid & Smart Metering*: Virtuelle Kraftwerke, Intelligente Stromnetze/Stromzähler ... (Beispiel Stadtwerke Trier)
 - *Smart Buildings*: Gebäude-Klimamanagement, Lichtsteuerung, Automation ... (UCB: Datenanalyse Lüftung spart 30.000 kWh/a)
- Rebound: Aus „Bits statt Atome“ kann „Atome folgen Bits“ werden: von der De- zur Re-Materialisierung



Sharing Economy - Nutzen statt besitzen: share, reuse, reduce



Kleider
Kreisel



Netcyclers



Foodsharing

FOODSHARING - LEBENSMITTEL TEILEN STATT WEGWERFEN

#1 GEBEN

Der Urlaub steht vor der Tür, doch dein Kühlschrank ist noch voll? Von der gestrigen Party sind noch jede Menge Reste übrig? Oder du hast einen Bauernhof, eine Bäckerei oder einen anderen Laden und willst noch haltbare Lebensmittel nicht in den Müll werfen?

Trag Lebensmittel ein auf foodsharing



#2 NEHMEN

Du bist auf dem Weg nach Hause und dir fehlt noch Käse? Es ist Sonntag und dir fehlen 2 Eier fürs Kuchenbacken? Auf foodsharing findest du verfügbare Lebensmittel in deiner Umgebung.

Hol dir Lebensmittel auf foodsharing



#3 TEILEN

Du bist alleine zu Hause und willst dir eine Lasagne machen, dir fehlt aber die Hälfte der Zutaten? Über die foodsharing Community findest du nette Leute in deiner Nachbarschaft, die auch gerade kochen wollen.

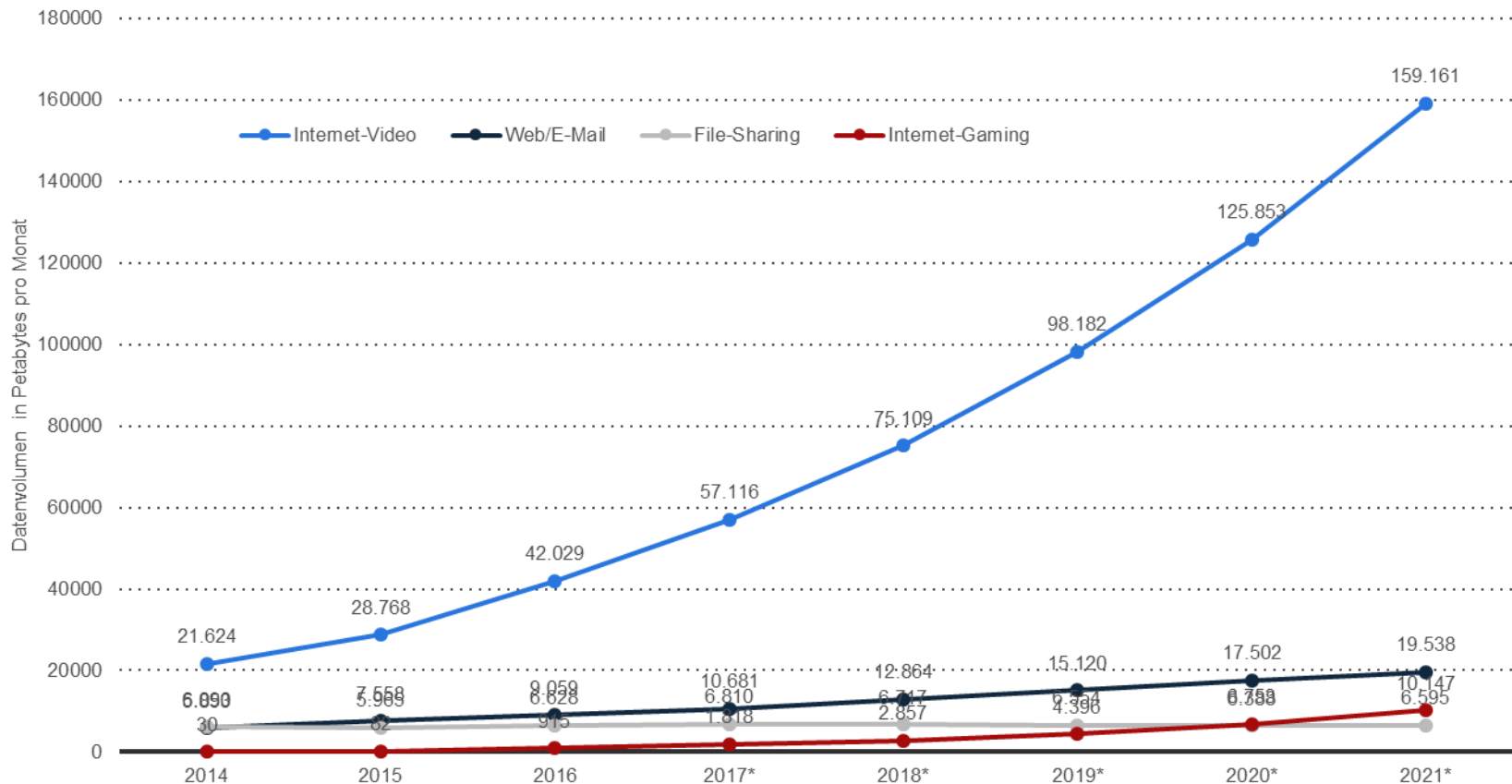
Triff Leute über foodsharing



Themen

- Energie- und Ressourcenverbräuche durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- Green IT (Hardware und Software)
- Perspektiven und Forschungsansätze

Prognose des Datenaufkommens im Internet



Cisco Systems. (n.d.). Monatliches Datenvolumen des privaten Internet-Traffics nach Segmenten in den Jahren 2014 bis 2016 sowie eine Prognose bis 2021 (in Petabytes). In *Statista - Das Statistik-Portal*. Zugriff am 3. Mai 2018, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152551/umfrage/prognose-zum-internet-traffic-nach-segment/>

Perspektiven nachhaltiger Informationstechnik

- Anbieter, Hersteller, Nutzer/innen sensibilisieren
 - Kauf, Nutzung, Entsorgung
 - Unnötige Verbräuche reduzieren (Spam, Werbung, mobil & hochauflösend ...)
 - Green IT als Standard: Entwicklung, Beschaffung, Nutzung, mehr Methoden, bessere Werkzeuge (Compiler, Energy Manager, Usability...)
- Nutzungszeit von Software und Hardware verlängern: Effizienz und Suffizienz; Rebound beachten!
- Green by IT intensiv nutzen zur Ressourcenreduktion (Smart Grid, Gebäudeautomation, Logistik etc.)

Software kann nachhaltig ...

- ... es bleiben zahlreiche Forschungsfragen
 - „Grüne“ Software-Entwicklungsmodelle entwickeln, validieren, etablieren
 - Werkzeuge weiterentwickeln: Compiler, Performance-Tools, ...
 - Komplexer Messgegenstand Software-Verbräuche
 - Codemengen, Datenmengen und Datenwege
 - Zusammenspiel Hardware und Software
 - ?? Rebound-Effekte und Suffizienz
 - ?? Internet of Things, Künstliche Intelligenz, Quanteninformatik
- Bilanzielles Ergebnis Green IT vs. Green by IT
forschungsseitig offen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



s.naumann@umwelt-campus.de | a.guldner@umwelt-campus.de

greensoft@umwelt-campus.de

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