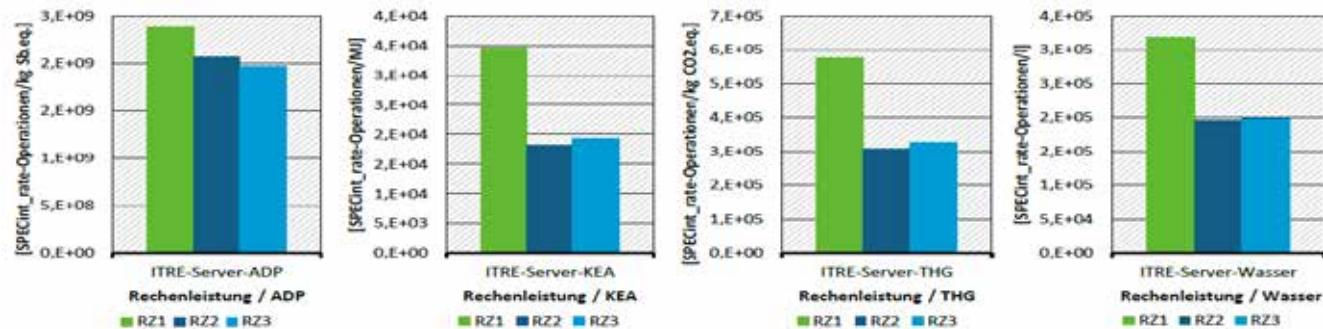


Indikatoren für Cloud-Computing

Bewertung der Energie- und Ressourceneffizienz
von Rechenzentren und Cloud-Dienstleistungen



Jens Gröger, Öko-Institut e.V.
Fachkonferenz „Eco Upgrade for Data Services –
Digitalisierung mit der Green Cloud“, Frankfurt, 29. August 2018

Agenda

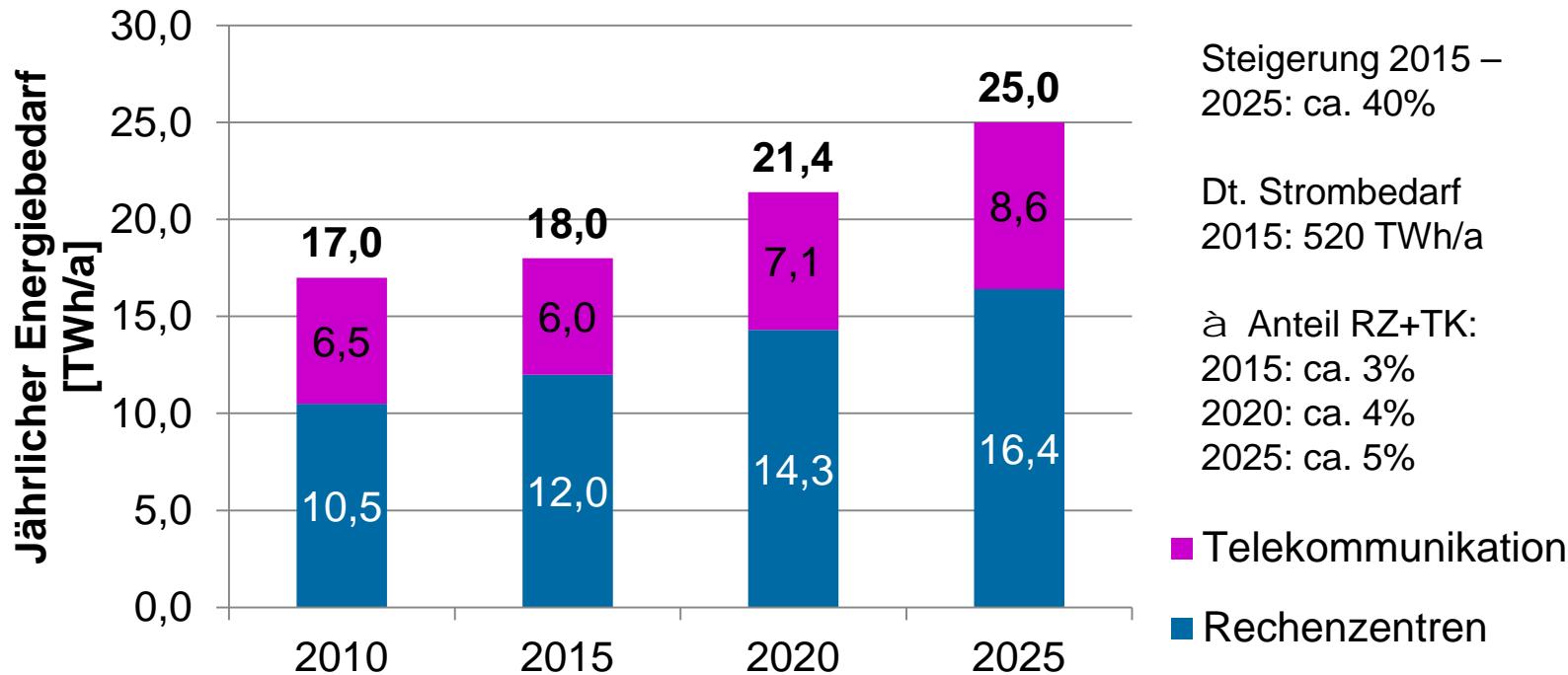
1 Motivation

2 Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“

3 Fallstudien zur Bewertung von Rechenzentren

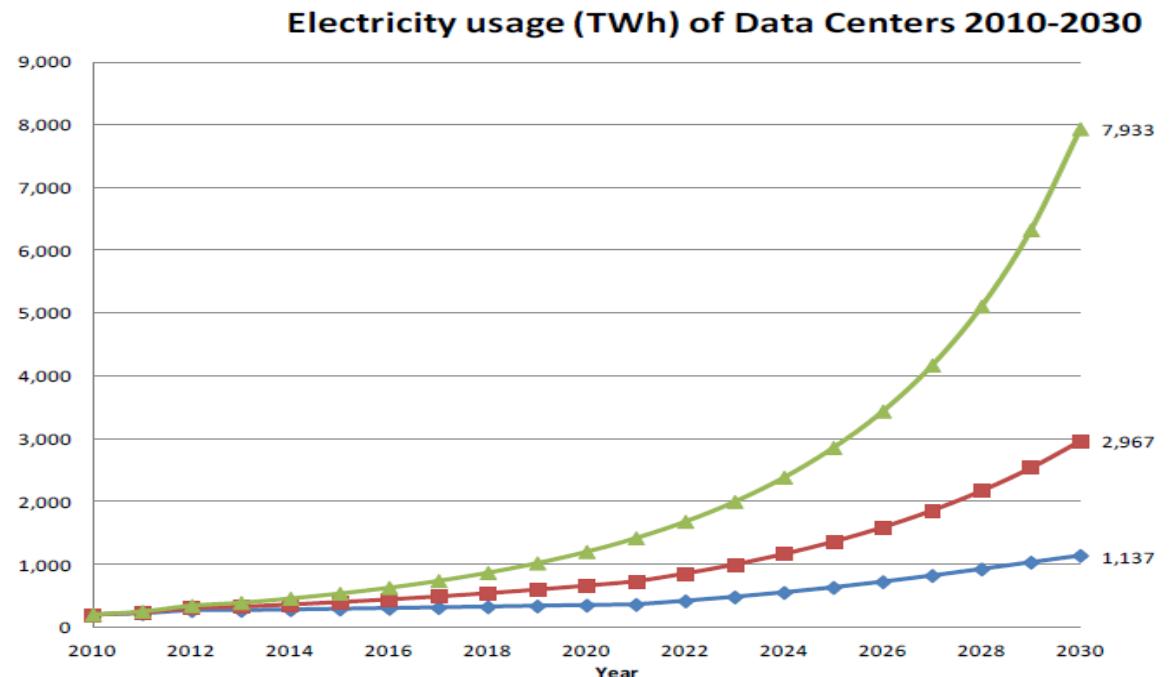
4 Weiterentwicklung KPIs für Cloud-Dienste

Trends zum Strombedarf von Rechenzentren und Telekommunikation in Deutschland



Quelle: BMWi, IZM, Borderstep: Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland, 2015

Trends zum Strombedarf von Rechenzentren weltweit



Leaende:

- ◆ Data Centers Best
- Data Centers Expected
- ▲ Data Centers Worst

Prognose:

Weltweiter Strombedarf
2030: 28.000 TWh/a

Anteil Rechenzentren am
Strombedarf 2030:

- ▲ Worst: 28%
- Expected: 11%
- ◆ Best: 4%

Quelle: Andrae, A., Edler, T.: On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030; Challenges 2015

Agenda

1 Motivation

2 Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“

3 Fallstudien zur Bewertung von Rechenzentren

4 Weiterentwicklung KPIs für Cloud-Dienste

Forschungsprojekt Green Cloud-Computing

Auftraggeber: Umweltbundesamt



Titel: Lebenszyklusbasierte
Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud-Computing

Kurztitel: Green Cloud-Computing

Bearbeitungszeitraum: September 2017 – April 2020

Forschungskonsortium:



Arbeitsplan Green Cloud-Computing

- Weiterentwicklung des KPI4DCE Berechnungsmodells
 - Verbesserung der Datenbasis (Ökobilanzen)
 - Einbeziehung kritischer Metalle und Seltener Erden
 - Kostenindikatoren
- Untersuchung Cloud-Dienste
 - Klassifikation Cloud-Dienste
 - Zuordnung zu RZ-Inanspruchnahme (Server, Speicher, Datenübertragung)
 - Fallbeispiele: KPIs für Cloud-Dienste (Bsp.: ADP/GB_{onlinestorage})
- Anforderungen für besonders ressourcenschonende und energieeffiziente Cloud-Dienste

Fragestellungen des Vorläuferprojektes KPI4DCE

- Welchen *Nutzen* erbringt ein Rechenzentrum?
- Wie hoch ist der *Aufwand* an Umweltwirkungen eines Rechenzentrums?
 - Die Bilanzierung der Umweltwirkungen erfolgt entlang des Lebenszyklus der (wichtigsten) technischen Komponenten des Rechenzentrums:
 - Herstellung, Distribution, Nutzung, Entsorgung (End-of-Life)
 - Nutzen und Aufwand werden auf ein einzelnes Jahr bezogen
- Berechnung von Effizienzkennzahlen für Rechenzentren (KPI4DCE):

$$\text{Ressourceneffizienz} \quad \text{Rechenzentrum} = \frac{\text{Nutzen Rechenzentrum}}{\text{Aufwand Rechenzentrum}}$$

KPI4DCE: Nutzenindikatoren von Rechenzentren

- IT-Server: Rechenleistung pro Jahr
 - Einheit: Rechenoperationen pro Jahr [OPS_{SPECint_rate}/a]
- IT-Speicher: Belegter Speicherplatz pro Jahr
 - Einheit: Gigabyte pro Jahr [GB/a]
- IT-Netzwerk: Datentransfer über die Systemgrenzen hinweg pro Jahr
 - Einheit: Gigabit Datentransfer pro Jahr [Gb/a]
- RZ-Infrastruktur: Bereitstellung von Energie zum Betrieb von IT

KPI4DCE: Ressourcenindikatoren

- Abiotischer Rohstoffverbrauch: ADP (*Abiotic Depletion Potential*)
 - bewertet die Inanspruchnahme von Mineralien und fossilen Rohstoffen
 - Einheit: kg Antimon Äquivalente pro Jahr [kg Sb.eq./a]
- Kumulierter Energieaufwand: KEA (*Cumulative Energy Demand: CED*)
 - gesamter Verbrauch an energetischen Ressourcen (erneuerbar + nicht-erneuerbar)
 - Einheit: Megajoule pro Jahr [MJ/a]
- Treibhausgaspotenzial: THG (*Global Warming Potential: GWP*)
 - Einheit: Kilogramm Kohlendioxid Äquivalente pro Jahr [kg CO₂.eq./a]
- Wasserverbrauch (*Water Usage*)
 - Einheit: Liter pro Jahr [l/a]

Ressourceneffizienzkennzahlen (KPI4DCE)

	Infrastruktur	Server	Speicher	Netzwerk
ADP	DCiRE _{ADP}	ADPE _{SV}	ADPE _{ST}	ADPE _{NW}
KEA	DCiRE _{KEA}	CEDE _{SV}	CEDE _{ST}	CEDE _{NW}
THG	DCiRE _{THG}	GWPE _{SV}	GWPE _{ST}	GWPE _{NW}
Wasser	DCiRE _{Wasser}	WDE _{SV}	WDE _{ST}	WDE _{NW}
Data centre infrastructure resource effectiveness	Abiotic depletion potential effectiveness	Cumulative energy demand effectiveness	Global warming potential effectiveness	Water depletion effectiveness

Agenda

1 Motivation

2 Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“

3 Fallstudien zur Bewertung von Rechenzentren

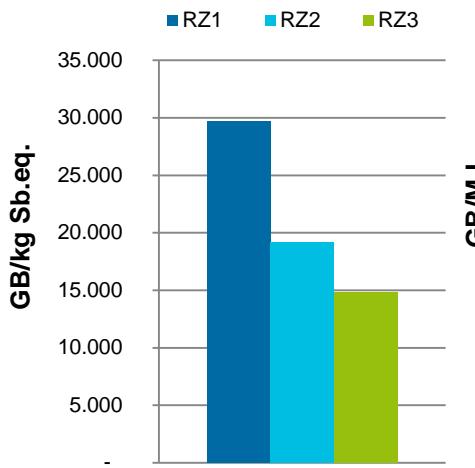
4 Weiterentwicklung KPIs für Cloud-Dienste

KPIs für drei verschiedene Rechenzentren

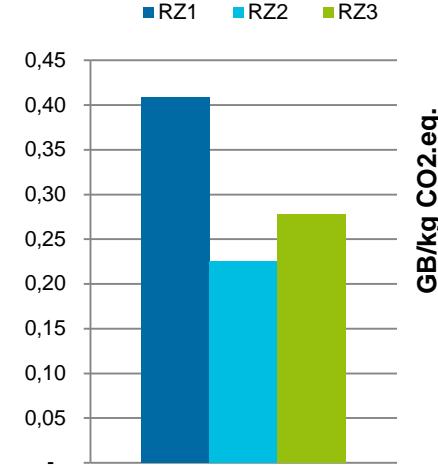
Fallbeispiel	RZ1	RZ2	RZ3
Geschäftsfeld	Kommunaler IT-DL	Webhoster	IT-Beratung
Angebotene Dienste	Managed Services Provider + Colocation	Managed Services Provider	Managed Services Provider
RZ-Verantwortung	Operator	Operator	Operator
• IT	30 %	100 %	100 %
• Gebäudetechnik	100 %	100 %	100 %
Verfügbarkeitsklasse (VK) nach EN 50600	VK 3	VK 3 (2 Standortstrategie)	VK 3
Kapazität			
• Anzahl Server [Stk.]	430	90	100
• Rechenleistung Server [SPECint_rate-Ops]	122.700	11.400	70.000
• el. IT-Leistung im Betrieb [kW _{el}]	80	25	40
• max. installierbare el. IT-Nennleistung [kW _{el}]	750	83	192

Beispiel: KPIs für Ressourceneffizienz Datenspeicher

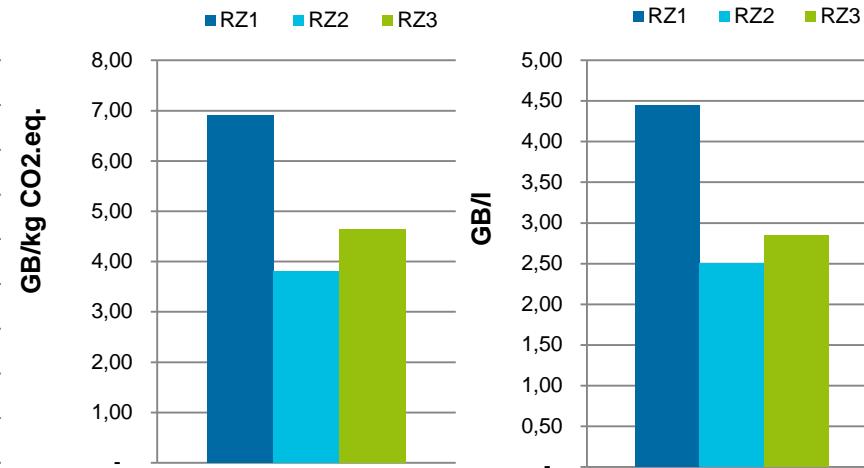
Ressourceneffizienz der
Datenspeicher
- Speicherplatz / ADP -
 $ADPE_{St}$



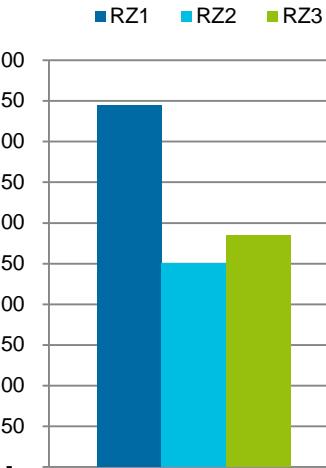
Ressourceneffizienz der
Datenspeicher
- Speicherplatz / KEA -
 $CEDE_{St}$



Ressourceneffizienz der
Datenspeicher
- Speicherplatz / THG-
 $GWPE_{St}$



Ressourceneffizienz der
Datenspeicher
- Speicherplatz / Wasser
- WDE_{St}



Agenda

1 Motivation

2 Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“

3 Fallstudien zur Bewertung von Rechenzentren

4 Weiterentwicklung KPIs für Cloud-Dienste

Fragestellungen von „Green Cloud-Computing“

- In welchen *Nutzeneinheiten* werden Cloud-Dienste angeboten?
 - Bsp: 1 GB Online-Storage, 1 Stunde Videokonferenz, 1 Jahr Office 365
 - Herausforderung: Definition von repräsentativen und vergleichbaren Einheiten für Cloud-Dienste
- Wie hoch ist der *Aufwand* an Umweltwirkungen (Rohstoffbedarf, Energie, Treibhausgas und Wasser) für die Erbringung des Cloud-Dienstes?
 - Herausforderung: Aufteilung der Umweltwirkungen des gesamten Rechenzentrums auf die unterschiedlichen erbrachten Cloud-Dienste
- Berechnung von Effizienzkennzahlen (KPIs) für Cloud-Computing:

$$\text{Ressourceneffizienz}_{\text{Cloud-Dienst}} = \frac{\text{Nutzeneinheit}_{\text{Cloud-Dienst}}}{\text{Aufwand}_{\text{für Cloud-Dienst}}}$$

Anwendung von KPIs für Cloud-Computing

- Bewertung der Umweltwirkungen von Cloud-Diensten
 - Selbst-Evaluation von Diensten beim RZ-Betreiber bzw. Cloud-Anbieter
 - Planungs- und Entscheidungshilfe bei Erweiterung der Hardware-Ausstattung oder der Ausweitung von angebotenen Diensten
 - Vergleich unterschiedlicher Dienst-Anbieter
 - Vergleich Eigenbetrieb vs. Cloud-Dienstleistung
- Mindestanforderungen zur Effizienz von Cloud-Diensten
 - Identifizierung von *Green Cloud-Services*
 - Festlegung von Mindestanforderungen für Umweltzeichen für Cloud-Dienste (z.B. Umweltzeichen Blauer Engel)
 - Anforderungen bei umweltfreundlicher öffentlicher Beschaffung
 - Voraussetzung für Fördermaßnahmen
 - Gesetzliche Ökodesign-Anforderungen für Rechenzentren, Cloud-Dienste

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Jens Gröger
Öko-Institut e.V. - Büro Berlin
Bereich Produkte & Stoffströme
Tel.: 030 – 40 50 85 – 378
j.groeger@oeko.de

