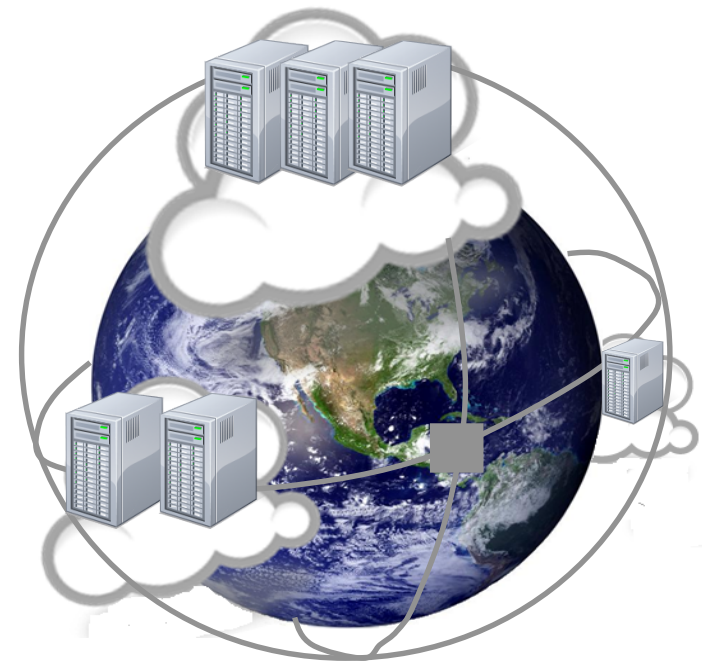


Cloud Computing und zukünftige Struktur von Rechenzentren



Vorstellung der Ergebnisse einer Untersuchung des Borderstep Instituts

Dr. Ralph Hintemann

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH

Das Borderstep Institut

Ein wirtschaftswissenschaftliches Forschungsinstitut aus Berlin

Schwerpunkte

- Nachhaltige Zukunftsmärkte
- Neue Technologien
- Entrepreneurship
- Interaktive Innovation
- Nachhaltige Unternehmensstrategien



Borderstep Institut für
Innovation und Nachhaltigkeit

Agenda



- **Einleitung**
- Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland
- Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung
- Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen
- Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen
- Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?
- Fazit

Analysten und Presse zu Cloud Computing und Virtualisierung

16 % der Workload auf virtuellen Maschinen – bis 2012 sind es 50 % (Gartner)

Weltweiter Cloud Computing Markt verdreifacht sich von 2008 bis 2013 (Gartner)

IDC: Virtualisierung kurbelt das Server-Geschäft an

IDC: Preise für Server-Virtualisierung sinken

Gartner: Cloud ist wichtigste strategische Technologie des Jahres 2011

BITKOM: Cloud Computing Markt in Deutschland wächst jährlich um 45 %

IDC-Analyse: Der Markt für Server-Virtualisierung zieht an

Virtualisierung: Wachstum vor allem im Small Business Sector:
Ende 2010 höhere Penetration als bei den Global 500

Gesamtmarkt für Virtualisierungssoftware steigt bis 2013 auf 8,1 Mrd. US-Dollar weltweit (Gartner)

**Gartner-Studie zu Top-Technologie-Trends 2010
CIOs priorisieren Virtualisierung und Cloud Computing**

Ein Blick zurück – die Sicht auf Application Service Providing (ASP) in 2000/2001

IDC: weltweiter ASP-Markt in 2005 bei 25 Mrd. Dollar

Gartner: Weltweiter ASP-Markt wächst bis 2003 auf über 20 Mrd. Dollar

BITKOM: ASP mit deutlich zweistelligen Wachstumsraten

IDC: Jährliche Wachstumsraten von ASP liegen in Europa bei 130 %

**IDC: ASP-Markt wächst
Software zur Miete vor dem Durchbruch**

Net: ASP - Alter Wein in neuen Schläuchen

Agenda



- Einleitung
- **Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland**
- Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung
- Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen
- Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen
- Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?
- Fazit

Ziele der Untersuchung für das deutsche Umweltbundesamt

- Präzisierung der Gesamtanzahl von Rechenzentren und Serverschränken in Deutschland
- Strukturierung des Gesamtbestandes an Rechenzentren
- Verteilung der Gesamtanzahl von in Deutschland installierten Servern und Servertypen
- Erstellung von Profilen für die verschiedenen Rechenzentrumstypen, d.h. Darstellung der typischen Ausstattung je Rechenzentrumstyp
- Ermittlung der Gesamtausstattung deutscher Rechenzentren
- Bestimmung der eingesetzten Materialien
- Abschätzung der künftigen Entwicklung des Materialbedarfs

Rechenzentrumstypen

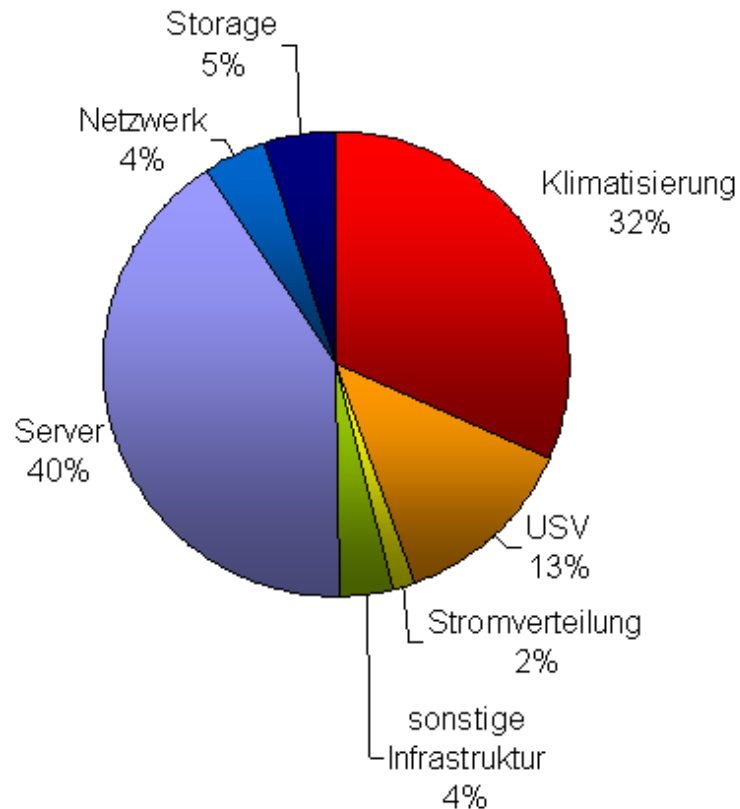
Rechenzentrumstyp	Serverzahl	Ø Anschlussleistung IT	Ø Fläche	Insgesamt installierte Server	Anzahl Rechenzentren
Serverschrank	3-10 (Ø 5)	1,9 kW	5 m ²	160.000	33.000
Serverraum	11-100 (Ø 19)	6 kW	20 m ²	340.000	18.000
Kleines Rechenzentrum	101-500 (Ø 150)	50 kW	150 m ²	260.000	1.750
Mittleres Rechenzentrum	501-5.000 (Ø 600)	240 kW	600 m ²	220.000	370
Großes Rechenzentrum	über 5.000 (Ø 6.000)	2.500 kW	6.000 m ²	300.000	50

Insgesamt: ca. 53.000 Lokationen

ØPUE: ca. 2

Quelle: Hintemann/Fichter, Borderstep 2010

Aufteilung Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2008



**Gesamtstrombedarf:
10,1 TWh**

Quelle: Hintemann/Borderstep 2010

Ergebnisse der Modellierung für das Bezugsjahr 2008

- Umfangreicher Datenbestand, z.B.
 - **Server**, nach Serverkategorien

Towerserver	190.000
Bladeserver	240.000
Rackserver	640.000
Midrange/Unix	210.000
Mainframe	4.000

900.000 Stand-Alone

- **Speicher:** Zahl der Festplatten in Rechenzentren 9.900.000 – 2/3 davon Netzwerk-Speicher
- **Netzwerk:** Zahl der Switche: ca. 200.000 – davon ca. 1/4 FC-Switche
Kabel ca. 90.000 km Kupferkabel, 13.000 km Glasfaserkabel
- **USV:** Leistung ca. 500 MW über USV abgesichert
Batterien ca. 2.700 t
- **Generatoren** 1.500
- **Racks** ca. 300.000 Racks (Server und Netzwerk)
- **Klimaleistung** ca. 600 MW installiert (2/3 Umluftkühlung)

Quelle: Hintemann/Fichter, Borderstep 2010

Materialbestand in deutschen Rechenzentren im Bezugsjahr 2008 – Einige Zahlen

→ Bulk Materialien

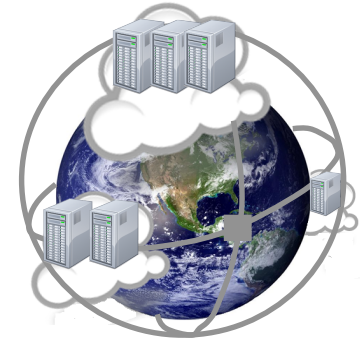
- ✓ 58.000 t Stahl
- ✓ 17.000 t Kupfer
- ✓ 7.000 t Aluminium
- ✓ 11.000 t Kunststoffe
- ✓ 12.000 t Elektronik

→ Edelmetalle

- ✓ 1.8 t Gold
- ✓ 7.5 t Silber
- ✓ 0.8 t Palladium
- ✓ 52 t Zink

Quelle: Hintemann/Fichter, Borderstep 2010

Agenda

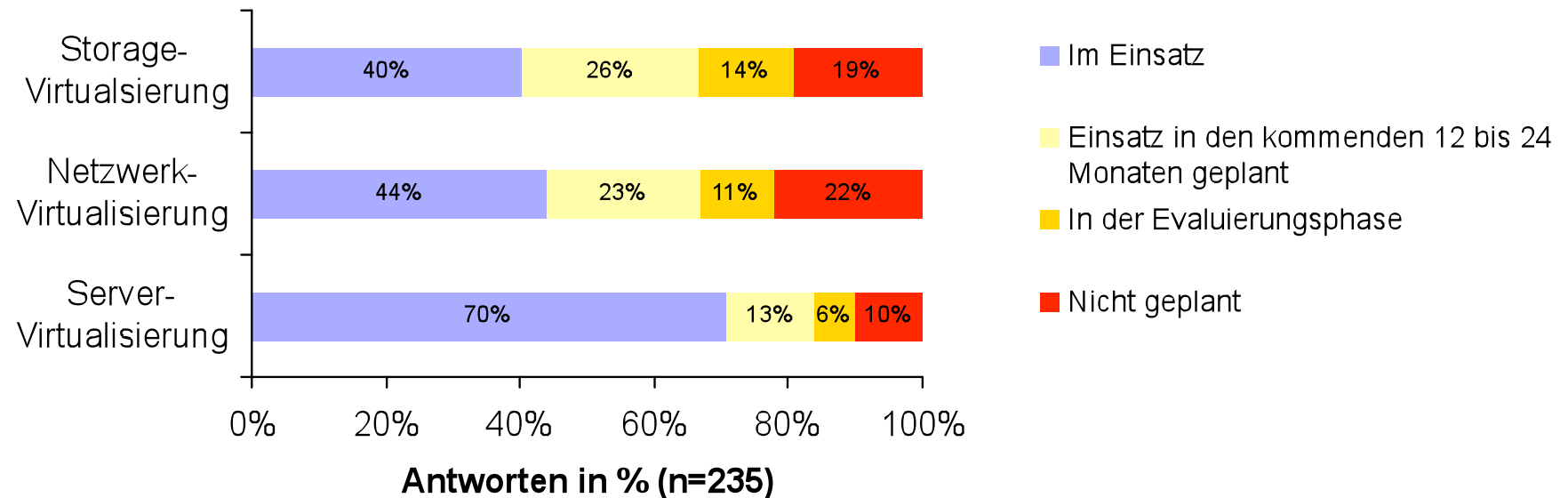


- Einleitung
- Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland
- **Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung**
- Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen
- Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen
- Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?
- Fazit

Virtualisierung – Basis für Cloud Computing

- 2012: 50 % der Workload auf virtuellen Maschinen (Gartner)

Einsatz von Virtualisierung in Unternehmen



Quelle: IDC Studie »Virtualized Client Computing in Deutschland 2011«

Alles wolzig? Was ist Cloud Computing?

- Bereitstellung von IT Ressourcen per Internet
- skaliert entsprechend Bedarf
- keine eigene Hardware
- keine Installation
- kurze Vertragsverhältnisse
- Bezahlung nach Verbrauch



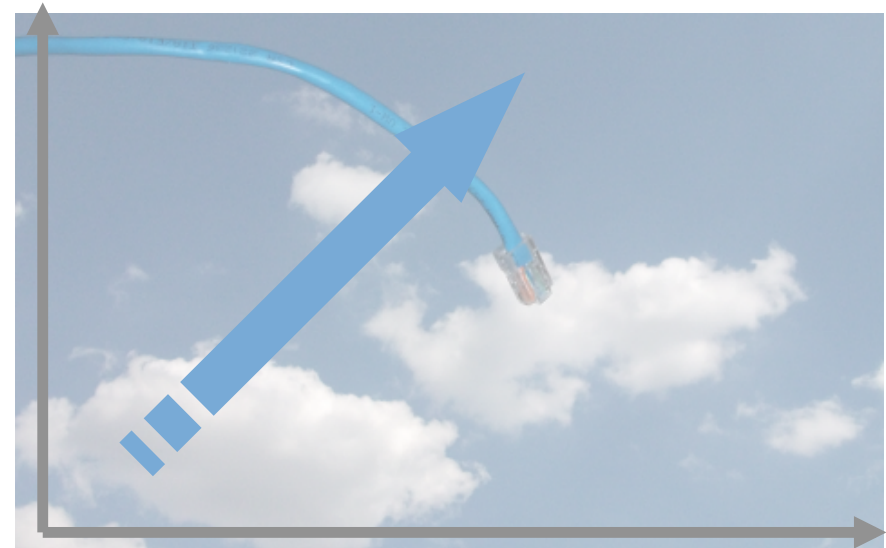
(Quelle: Stein, BITKOM Forum Recht am 11./12.05.2011)

Spielarten des Cloud Computings

Art des Cloud Computings	Beispiel
Software as a Service (SaaS)	<ul style="list-style-type: none">▪ Office Paket per Internet▪ Kundenverwaltung per Internet▪ E-Mail-Account im Internet
Plattform as a Service (PaaS)	<ul style="list-style-type: none">▪ Umgebung zur Entwicklung eigener Anwendungen▪ Einheitliche Programmierschnittstellen zu IaaS
Infrastructure as a Service	<ul style="list-style-type: none">▪ E-Mail-Server▪ Web Server▪ Online Speicher

Marktentwicklung Cloud Computing

- BITKOM: Cloud Computing hat global Wachstumsraten von 30 %
- Weltweiter Cloud Computing-Markt im Jahr 2008 bereits über 46 Mrd. US-Dollar - bis 2013 soll dieser Wert auf über 150 Mrd. US-Dollar wachsen (Gartner 2009)
- Deutschland: Cloud Computing wächst zwischen 2008 und 2011 durchschnittlich um jährlich 36,5 % Anstieg ist stärker als der des globalen Marktes, da der deutsche Markt aufgrund der anfänglichen Zurückhaltung einen Nachholbedarf aufweist (BITKOM).
- Studie Borderstep: Im Jahr 2020 laufen nur noch 25 % lokale Software auf PC und Notebooks (Fichter/Clausen/Hintemann 2011)



Cloud Rechenzentren

Z.B. Microsoft

Container-Rechenzentren
Pro Container: 2.500 Server
Chicago: bis zu 500.000 Server möglich
Nutzung von direkter freier Kühlung
PUE: ca. 1,2

Ziel PUE der Microsoft Rechenzentren bis 2012: 1,125
(Quelle: Microsoft)

Google

PUE zwischen 1,1 und 1,25
(10 Google-Rechenzentren >5 MW)

Facebook

Rechenzentrum in Prineville, Oregon: PUE 1,07
(eröffnet April 2011)



Photo: Ronald Woan

Cloud-Rechenzentren

- Großer Anteil an weltweit verkauften Servern
- hohe Standardisierung
- oft gesondert entwickelte Technik (Server, Stromversorgung, Klima/Lüftung)

Agenda



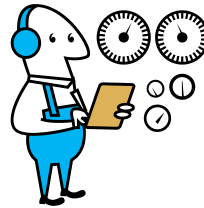
- Einleitung
- Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland
- Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung
- **Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen**
- Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen
- Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?
- Fazit

Warum Anwender Cloud Computing nutzen

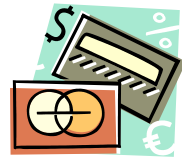
- time-to-market



- skaliert mit Bedarf



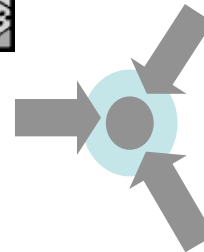
- einfache Beschaffung



- Zugang zu Hochtechnologie



- Fokussierung auf Kernkompetenzen



- Kosten???



Einige Gründe für Software-Anbieter, Cloud-Services anzubieten

- Die Kunden fordern es



- Der Wettbewerb bietet es auch an



- Ausweitung Produktportfolio



- Erweiterte Geschäfts- und Vertriebsmodelle



- Innovationsfähigkeit beweisen



- ...

Chancen & Risiken SaaS aus Sicht eines Cloud Anbieters

Chancen

- erweitertes Geschäftsmodell
- niedrigere Anfangsinvestition
- nur eine Version pflegen
- einfache Optimierung
- Bereitstellung gesamtes Portfolio als integrierte Lösung

Risiken

- kurze Kundenbeziehung
- Preiskalkulation
- Austauschbarkeit
- Wegfall Partnernetzwerk
- höheres Haftungsrisiko?
- keine Erfahrung mit Betrieb Rechenzentrum

(Quelle: Stein, Software AG, BITKOM Forum Recht am 11./12.05.2011)

Rechtliche Fragestellungen beim Cloud Computing

- Datenschutzrecht
- Vertragsrecht
- Haftungsrecht
- Urheberrechtliche Fragestellungen

§

§

§

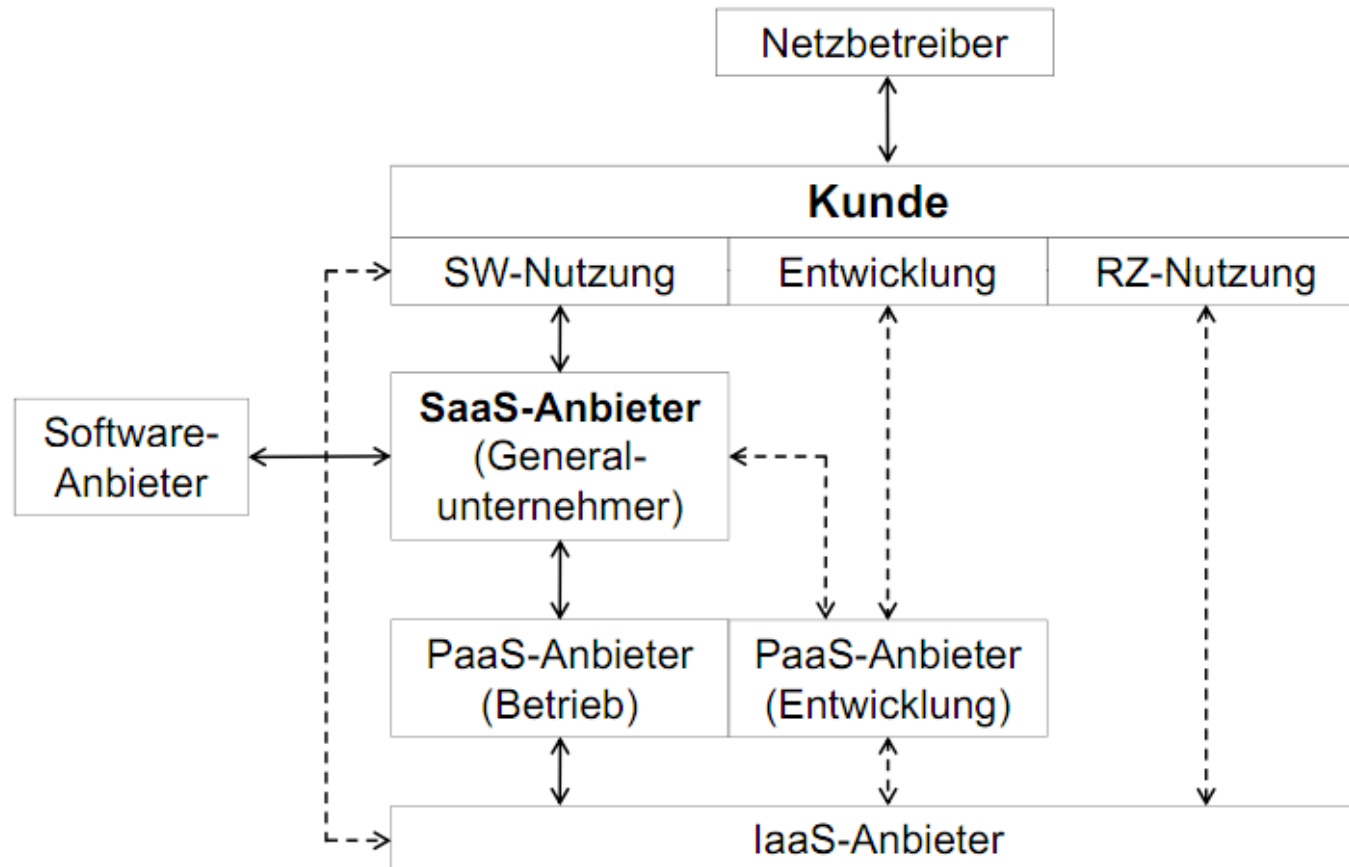
§

§

§



Vertragskonstellationen



Quelle: BITKOM

Weitere mögliche Hemmnisse

- Kontrolle und Sicherheit



- Vertrauen



- Exit-Szenarien

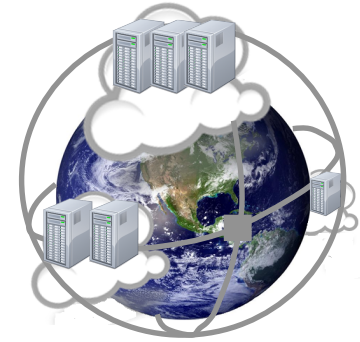


- Verfügbarkeit 99,9...%???

- Netzkapazitäten



Agenda



- Einleitung
- Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland
- Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung
- Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen
- **Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen**
- Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?
- Fazit

Weitere Trends in Rechenzentren bis 2015 (Ergebnisse Borderstep-Studie)

- Datenvolumen in Rechenzentren steigt erheblich
- Trotz Virtualisierung mehr physikalische Server - mehr große Rechenzentren
- Strombedarf der IT schwankt stärker zeitlich und räumlich
- Kleinere Festplatten (2,5“ und SSD)
- Nutzungsdauer von Geräten ändert sich wenig
- Mehr Netzwerktechnik in Rechenzentren
- Mehr modulare Systeme bei der Infrastruktur
- Klimatisierung wird deutlich energieeffizienter
 - ➔ Anteil Freie Kühlung steigt
 - ➔ Anteil Einhausungen Kalt/Warmgang steigt deutlich an
 - ➔ „wassergekühlte“ Racks

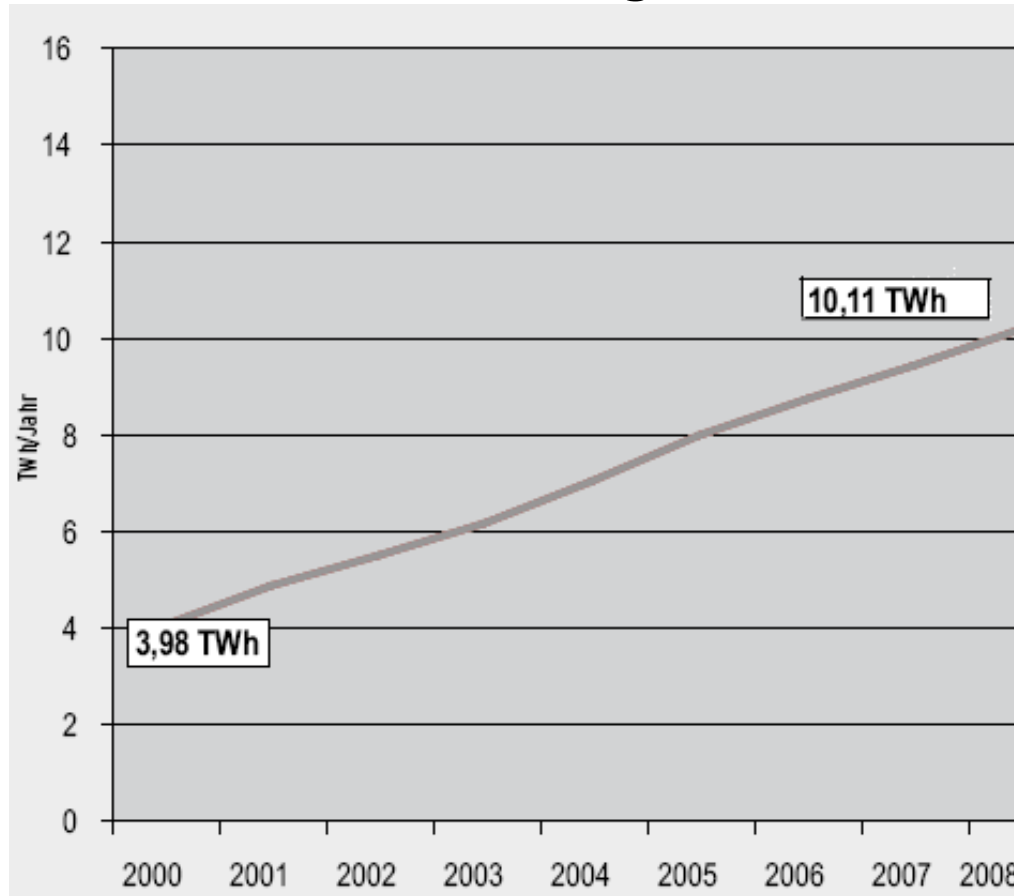
Agenda



- Einleitung
- Borderstep Studie zu Anzahl und Ausstattung der Rechenzentren in Deutschland
- Megatrends Cloud Computing und Virtualisierung
- Einflussfaktoren, die Cloud Computing begünstigen oder hemmen
- Weitere Trends, die die Strukturen der Rechenzentren beeinflussen
- **Wie werden sich IT-Ausstattung, Infrastruktur und Energieverbrauch der Rechenzentren verändern?**
- Fazit

Herausforderung: Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland

In 2008: ca. 1,8% des gesamten Stromverbrauchs



10,11 TWh entsprechen ...

der Jahrestromproduktion von fast 4 Kohlekraftwerken (je 600 MW)



der 2-fachen Jahresstromproduktion des AKW
Brunsbüttel

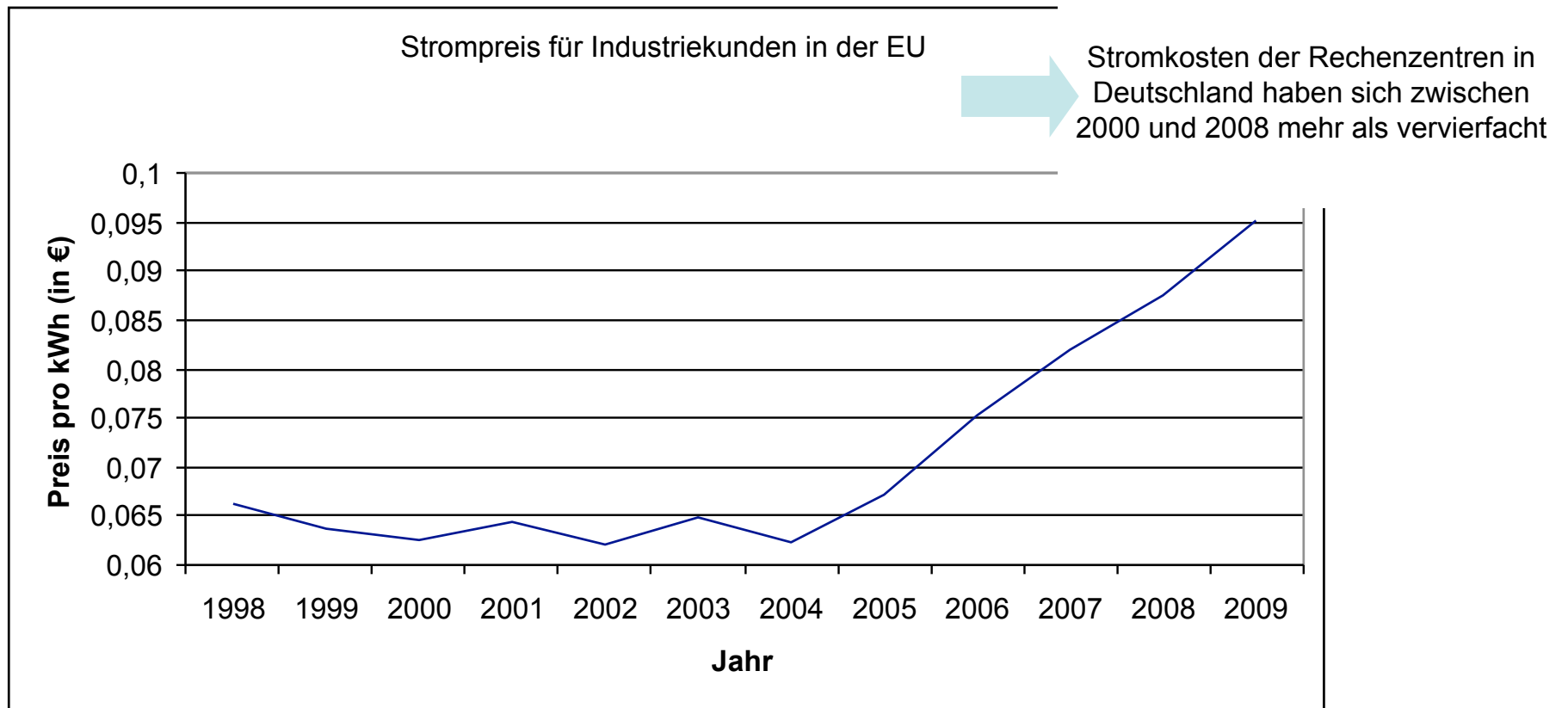


dem Jahrestromverbrauch
von 3 Mio. deutschen Haushalten



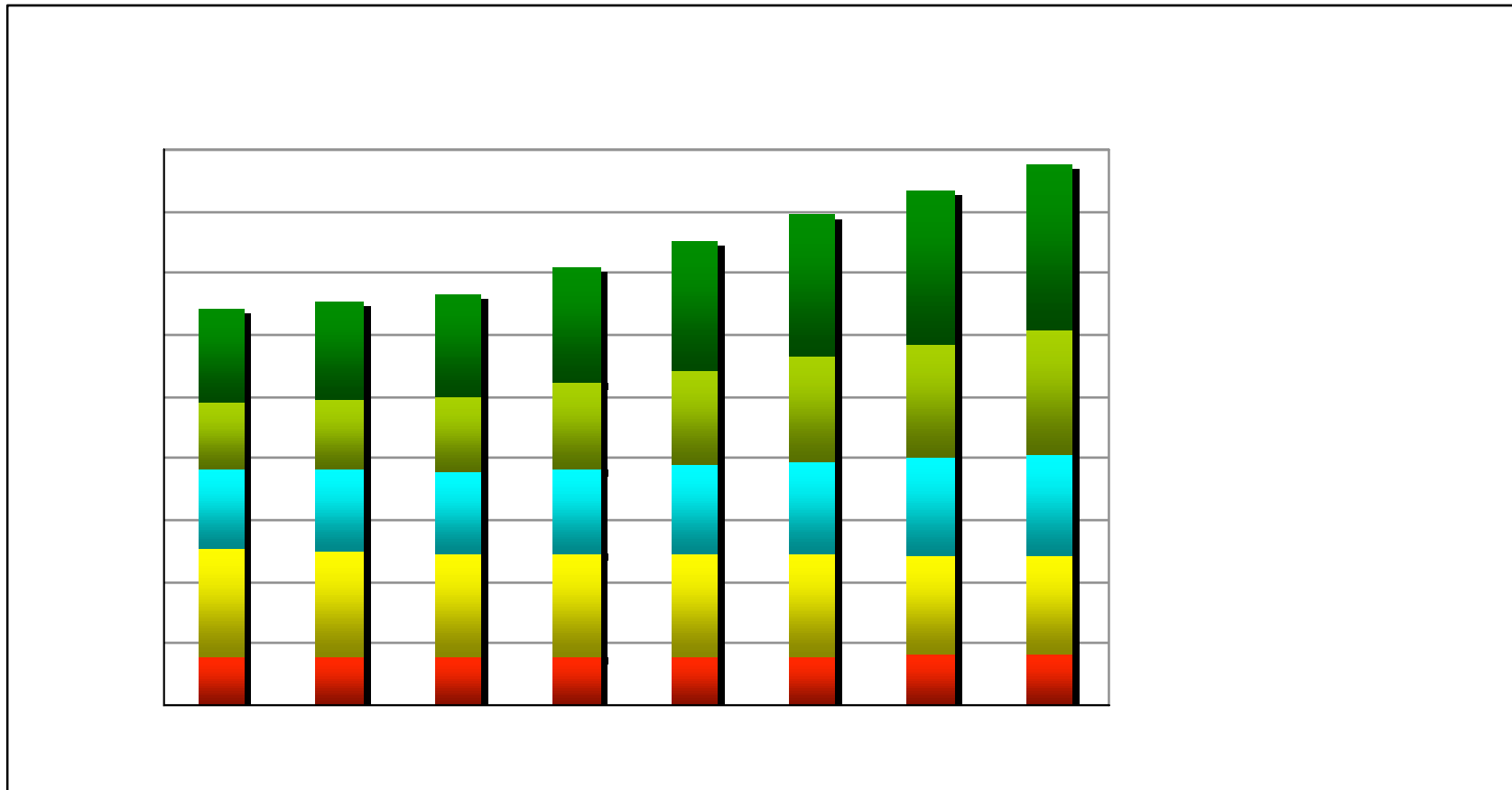
Quelle: Hintemann/Fichter - Borderstep 2010

Entwicklung des Strompreises



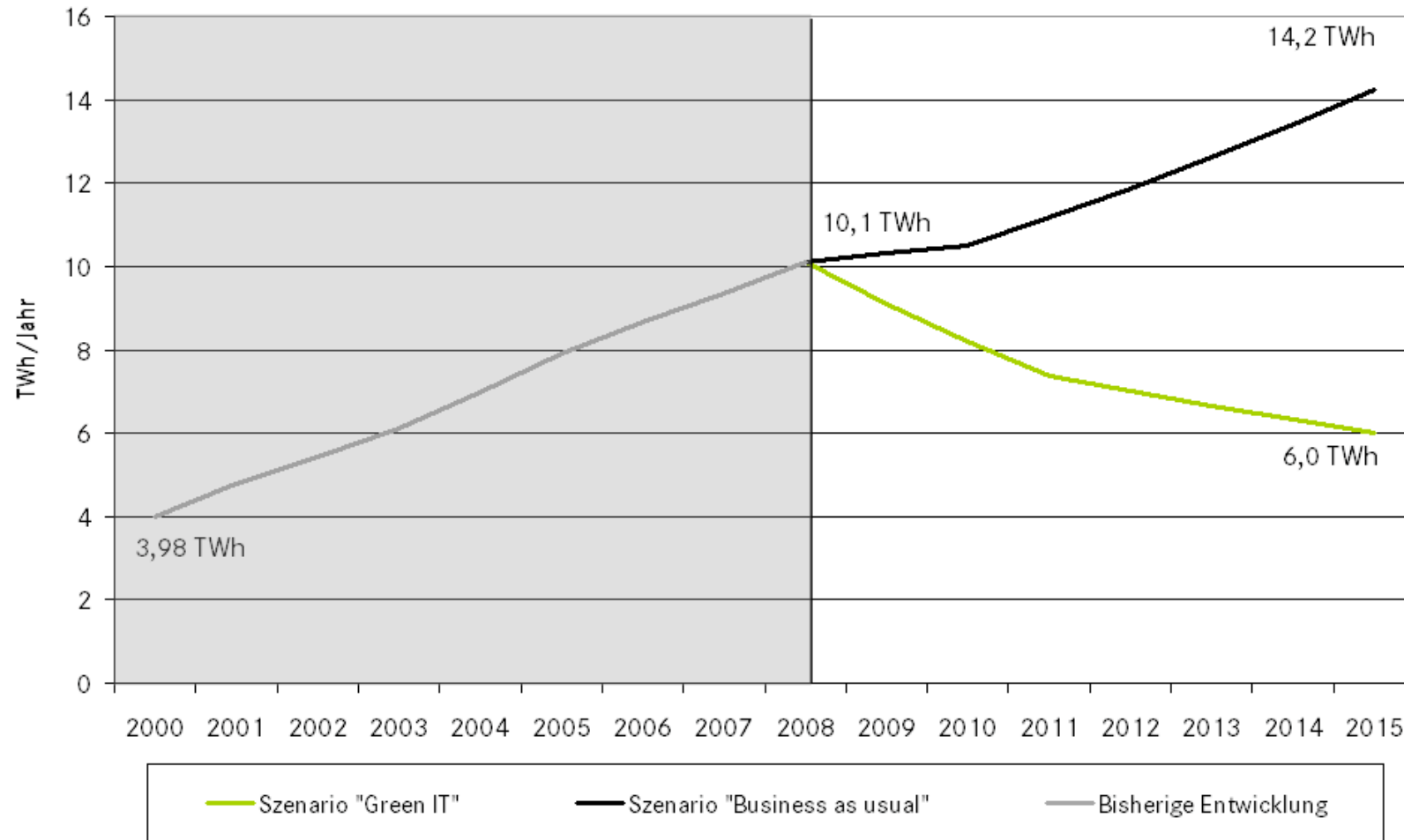
Quelle: Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

Entwicklung der Anzahl der physikalischen Server in den Rechenzentren in Deutschland (Business as usual)



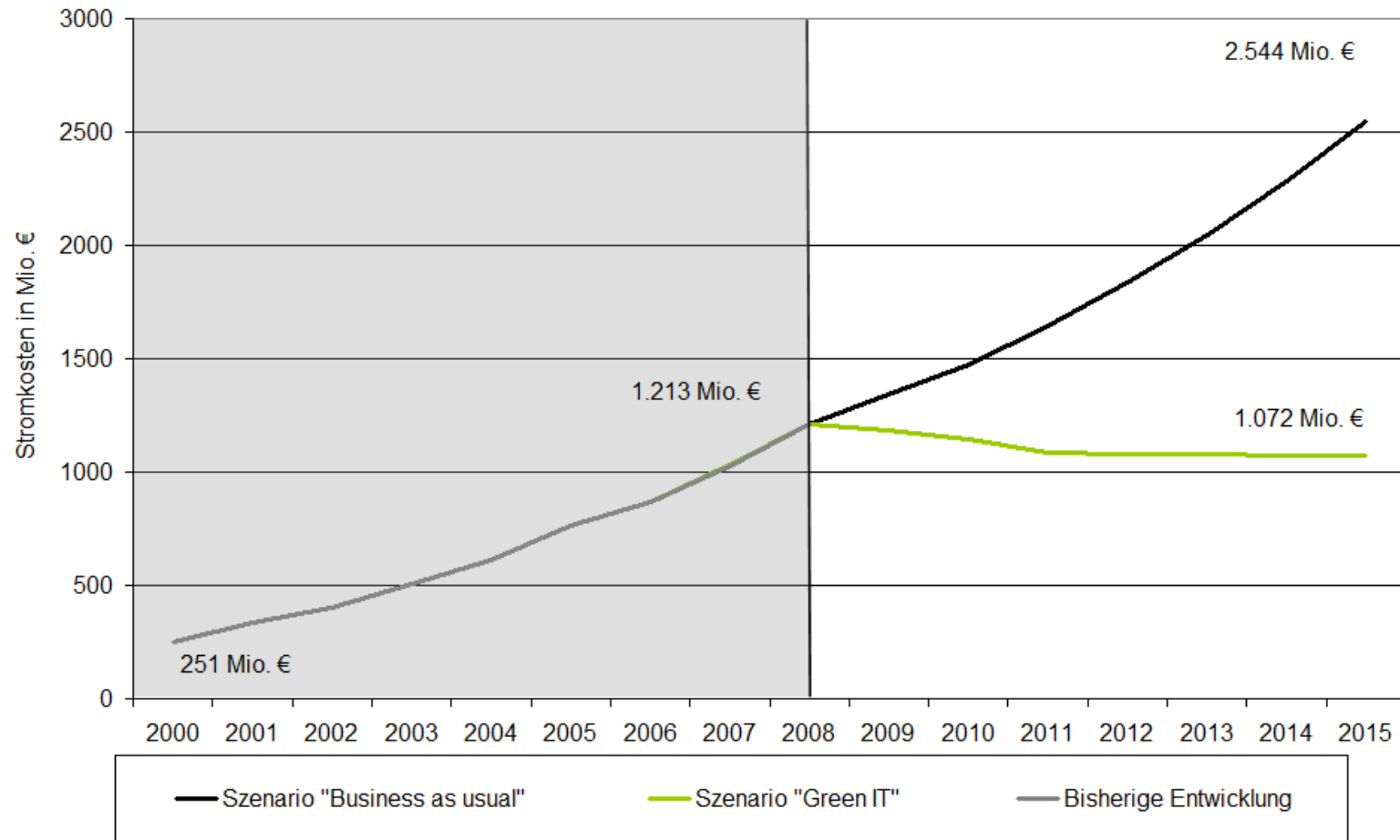
Szenarien

Energieverbrauch von Servern/Rechenzentren in Deutschland



Quelle: Hintemann/Fichter - Borderstep 2010

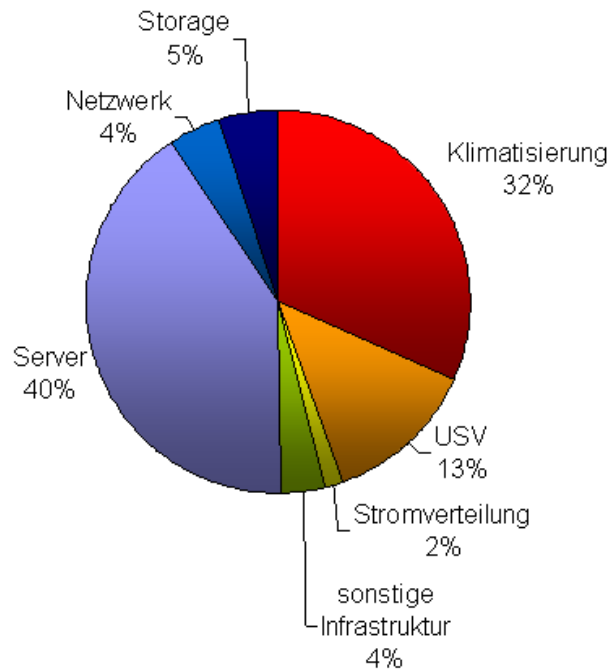
Entwicklung der Stromkosten der Rechenzentren in Deutschland



Quelle: Hintemann/Fichter - Borderstep 2010

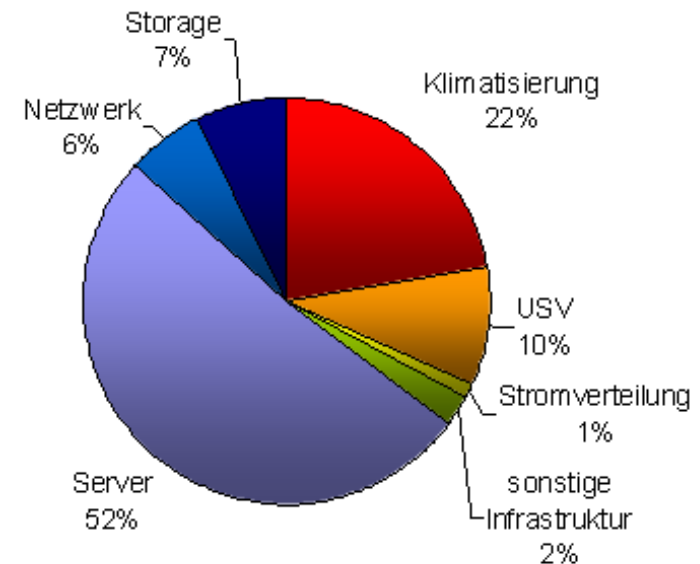
Aufteilung Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2008 und 2015

2008



Stromverbrauch: 10,1 TWh

2015 (Business as usual)



Stromverbrauch: 14,2 TWh

Quelle: Hintemann/Borderstep 2010

Auswirkungen von Cloud-Computing und Virtualisierung

Effekte

- Effizientere Nutzung der Hardware
 - Verringerung des Stromverbrauchs bei gleicher IT-Leistung
 - Mehr IT-Leistung bei gleicher Hardware / gleichem Stromverbrauch
- Aber: Zunahme der Nachfrage nach IT-Leistung

Greenpeace

Cloud Computing kann weltweit zu einer Verdreifachung des Stromverbrauchs von Rechenzentren und Netzwerken bis zum Jahr 2020 führen (Basis 2007)

Borderstep-Studie

Ohne einen über das aktuelle Ausmaß hinausgehenden Einsatz von Virtualisierung würden die deutschen Rechenzentren im Jahr 2015

- Jährlich 4 bis 6 TWh mehr Strom verbrauchen (bei gleicher Leistungsfähigkeit)
- Bzw. ca. 25 % weniger Rechen- und Speicherleistung zur Verfügung stellen (bei gleicher Hardware-Ausstattung)

Quelle: Hintemann / Borderstep 2010



Fazit

Die Cloud kommt!

... aber nicht sofort und überall



Dennoch: Cloud Computing wird die IT-Strukturen grundlegend verändern

**Es kommt nicht darauf an, die Zukunft vorherzusagen,
sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein...**

Perikles, griech. Staatsmann, 493 - 429 v.Chr.

■ Fragen?

Kontakt

Dr. Ralph Hintemann

Senior Researcher

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH

Clayallee 323

D-14169 Berlin, Germany

Tel. +49.(0)30.306 45-1005

Fax +49.(0)30.306 45-1009

E-Mail: hintemann@borderstep.de

Studie:

Hintemann, R.; Fichter, K.: Materialbestand der Rechenzentren in Deutschland - Eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin 2010

Download möglich unter:

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4037.pdf>