

Energiebedarf von Rechenzentren

Trends, Effizienzpotenziale, Zukunftsmärkte

PD Dr. Klaus Fichter

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit, Berlin

fichter@borderstep.de

www.borderstep.de

BITKOM Anwenderforum „IT-Infrastruktur & Energieeffizienz“

Düsseldorf, 22. November 2007

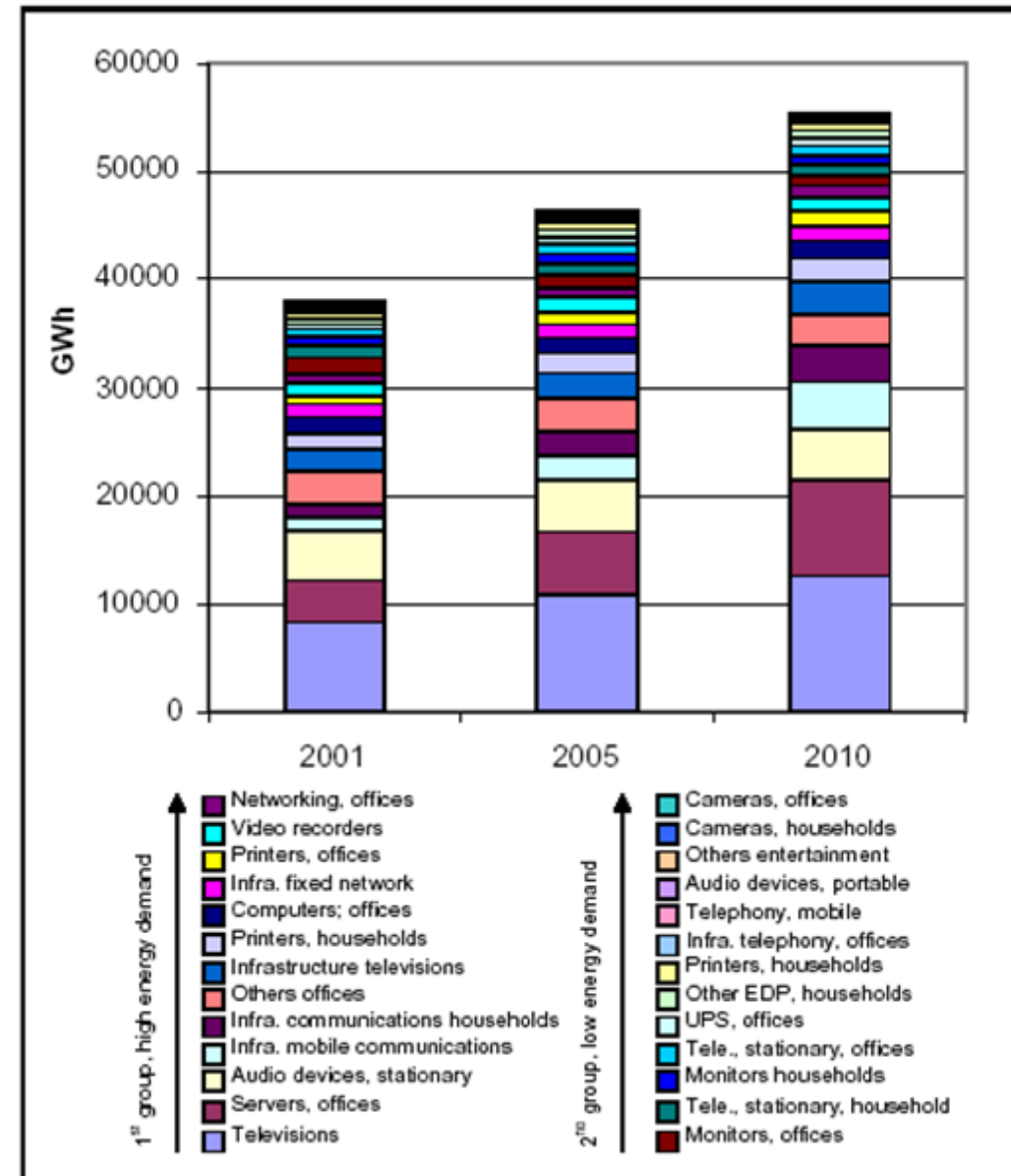


Inhalt

- Steigende Energie- und Umweltrelevanz von Informations- und Kommunikationstechnik
- Zentrale Treiber für das Thema Energieeffizienz von Rechenzentren
- Energieverbrauch von Rechenzentren: Trends weltweit, USA, Deutschland
- Szenarien des zukünftigen Energieverbrauchs von Rechenzentren bis 2011: USA, Deutschland
- Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren: Betreibersicht
- Wettbewerbsposition deutscher und europäischer Anbieter: Anbietersicht
- Fazit: Handlungsbedarf und Handlungsempfehlungen

Steigende Energie- und Umweltrelevanz der IKT-Infrastruktur

- Stromverbrauch IKT (Endgeräte und Infrastruktur) in Deutschland (Cremer et al. 2003)
 - ➔ 2001: 38 TWh (8% des Stromverbrauchs)
 - ➔ 2010: 55 TWh (11% des Stromverbrauchs)
- Zunahme insb. bei IKT-Infrastruktur (UMTS-Netze, Server, Router etc.)
 - ➔ Größter Stromverbraucher sind Rechenzentren
 - ➔ 80% aller Server stehen in Rechenzentren
- CO₂-Emissionen 2004 in Deutschland
 - ➔ IKT: 28 Mio. t CO₂ (durch Stromverbrauch)
 - ➔ Luftverkehr: 22 Mio. t CO₂
- Nat. 8-Punkte-Plan für Minus 40% CO₂ bis 2020
 - ➔ Wichtigste Maßnahme: Steigerung der Energieeffizienz um 20% bis 2020 gegenüber Business-as-usual-Fall
 - ➔ Energieeffizienz im Stromverbrauch: Minus 40 Mio. Tonnen CO₂/Jahr



Basisdaten

Anzahl Rechenzentren

	Anzahl Rechenzentren 2007	Anzahl installierter Server 2007	Durchschnittliche Anzahl von Servern pro Rechenzentrum
Deutschland	50.000	1.592.484 ^[1]	32
EU	330.000	7.560.072 ^[2]	23
Weltweit	3.000.000	32.000.000 ^[3]	11

^[1] Die Anzahl in Deutschland installierter Server wurde auf Basis von EITO (2007, 232) errechnet. Dabei wurde die Anzahl verkaufter Server („shipments“) mit 4 multipliziert, was dem gängigen Verhältnis der Anzahl von „shipments“ zur Anzahl installierter Server entspricht (vgl. Koomey 2007, 21).

^[2] Die Anzahl in der EU installierter Server wurde auf Basis von EITO (2007, 230) errechnet. Dabei wurde die Anzahl verkaufter Server („shipments“) mit 4 multipliziert, was dem gängigen Verhältnis der Anzahl von „shipments“ zur Anzahl installierter Server entspricht (vgl. Koomey 2007, 21).

^[3] Vgl. IDC 2006.

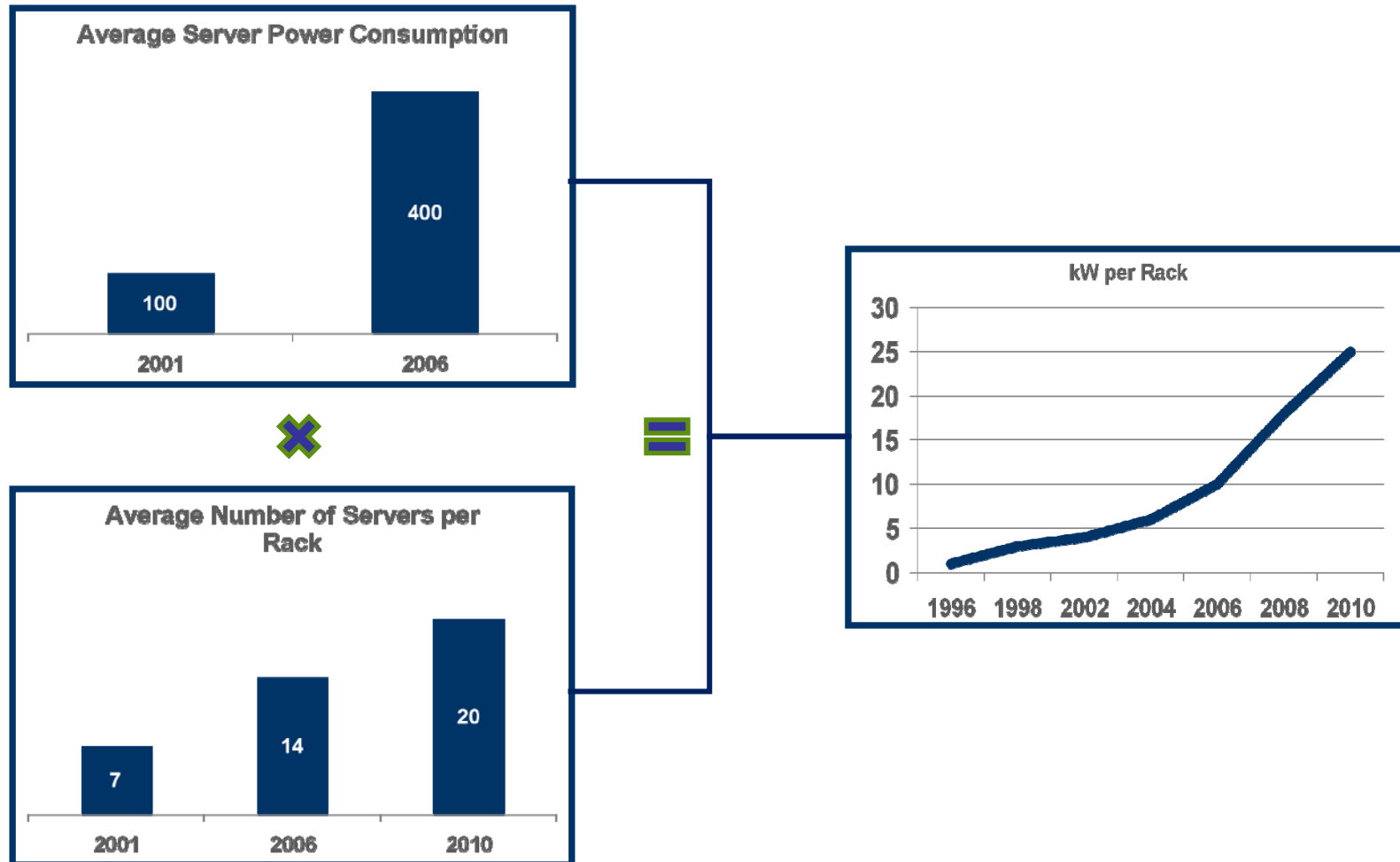
Basisdaten

Verteilung von Servern nach Raumtypen in den USA

Server class	% of servers installed in:					Total
	Server closets	Server rooms	Data centers			
			Localized	Mid-tier	Enterprise-class	
Volume	17%	20%	17%	15%	30%	100%
Mid-range	0%	5%	16%	14%	65%	100%
High-end	0%	0%	16%	14%	71%	100%

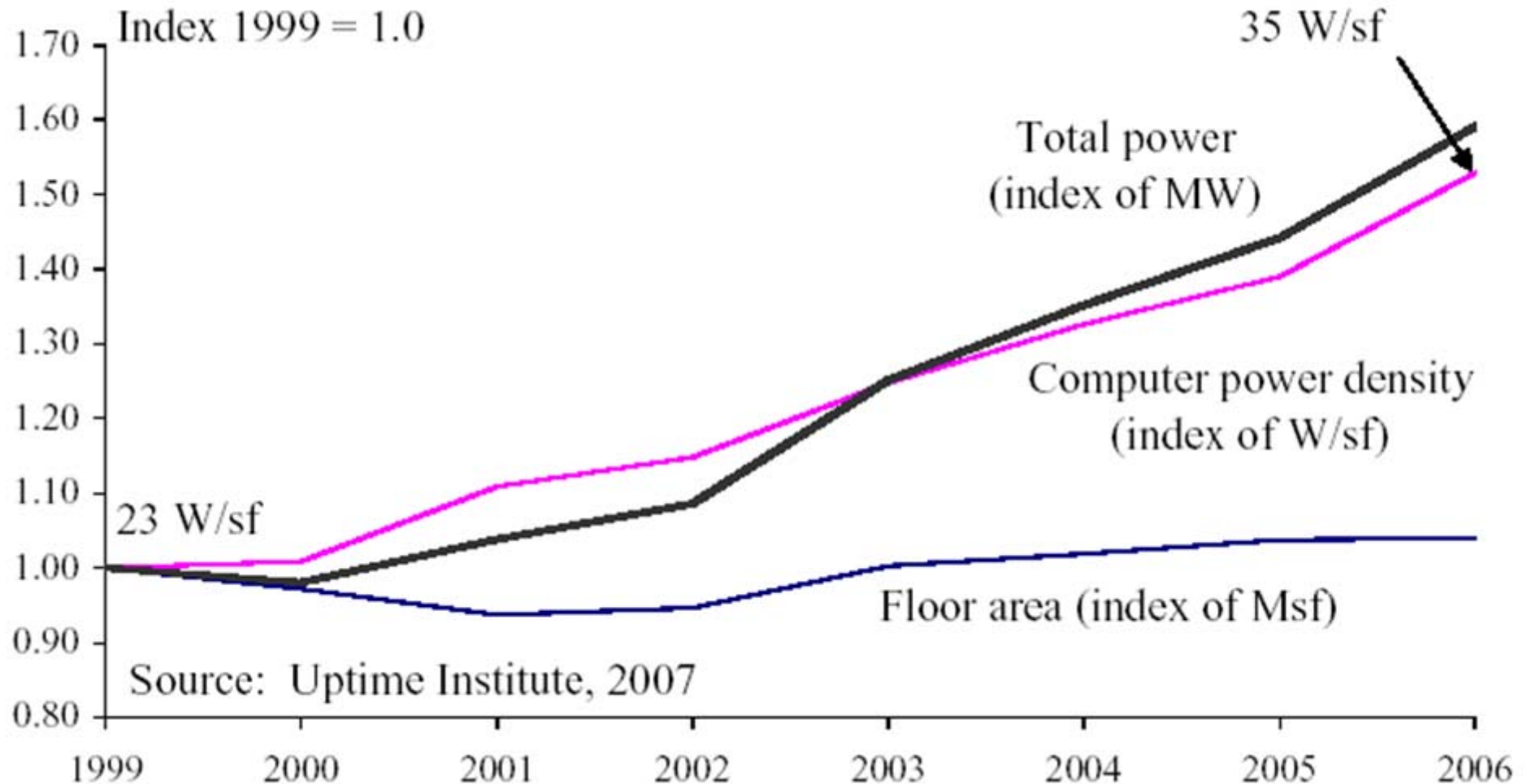
Quelle: U.S. EPA 2007, 35 auf Basis von Bailey et al. 2007 und IDC 2007.

Relevanz der Energieeffizienz von Rechenzentren: Treiber 1: Steigende Energiedichte Server/Racks



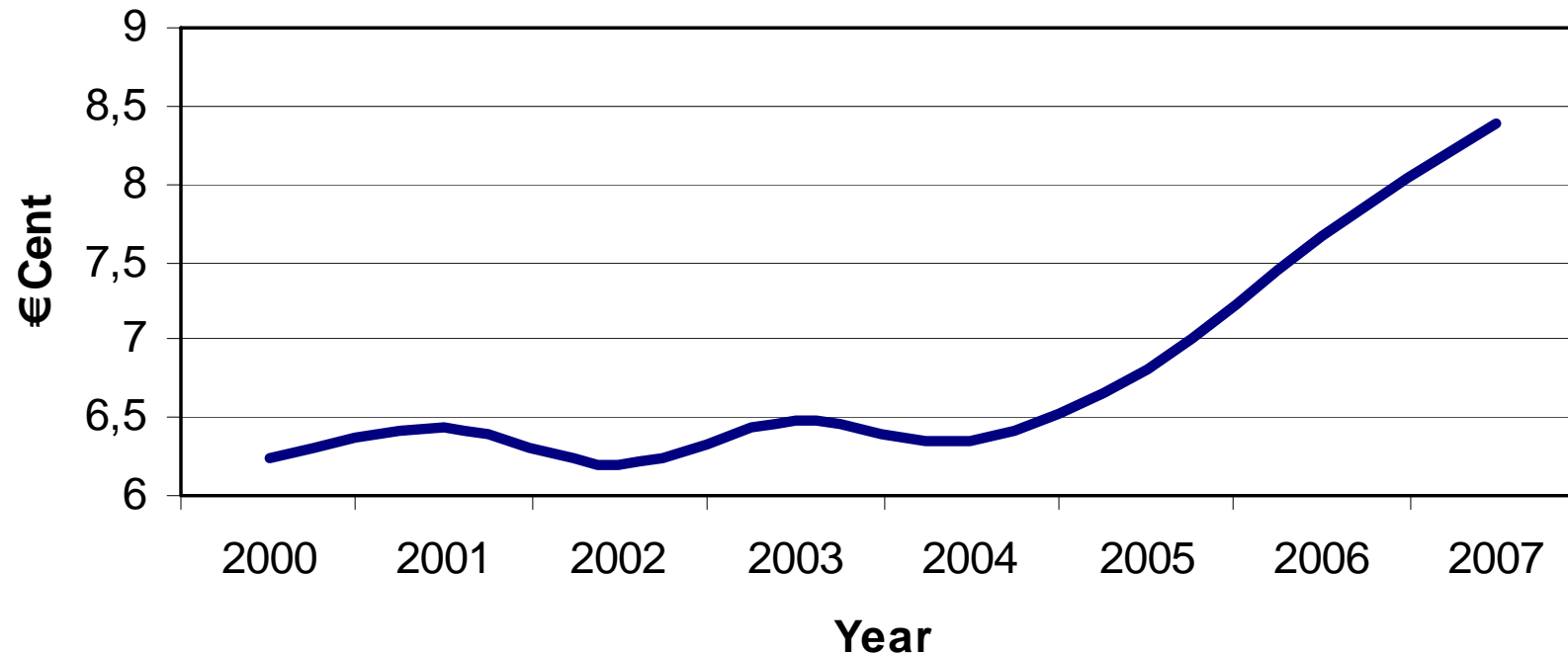
Source: IDC, The Impact of Power and Cooling on Data Center Infrastructure

Relevanz der Energieeffizienz von Rechenzentren: Treiber 1: Steigende Energiedichte in Rechenzentren



Relevanz der Energieeffizienz von Rechenzentren: Treiber 2: Steigende Energiepreise

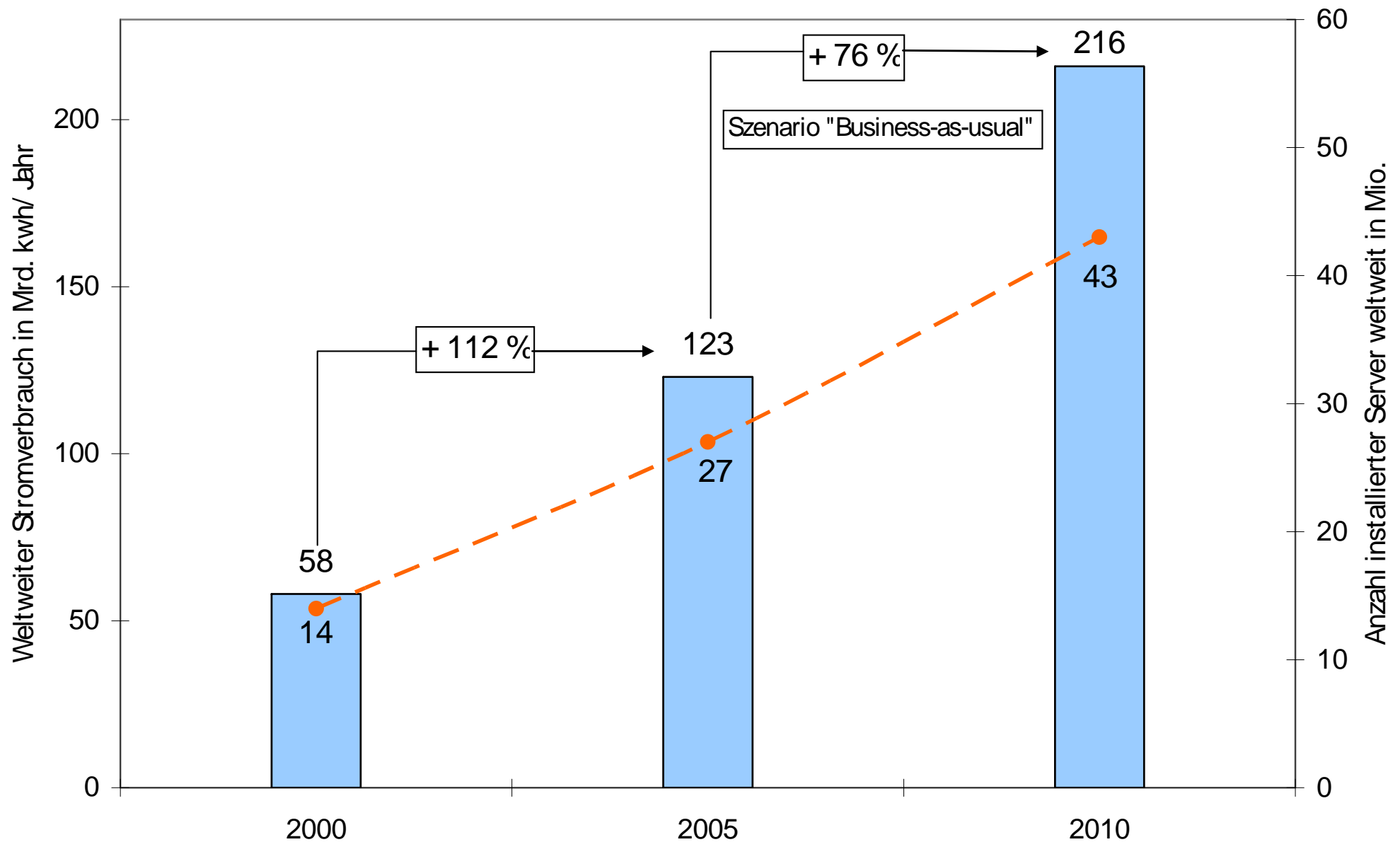
**Stromkosten für Industriekunden in Europa
€cents / KWh**



Quelle: <http://www.eurostat.ec.europa.eu>

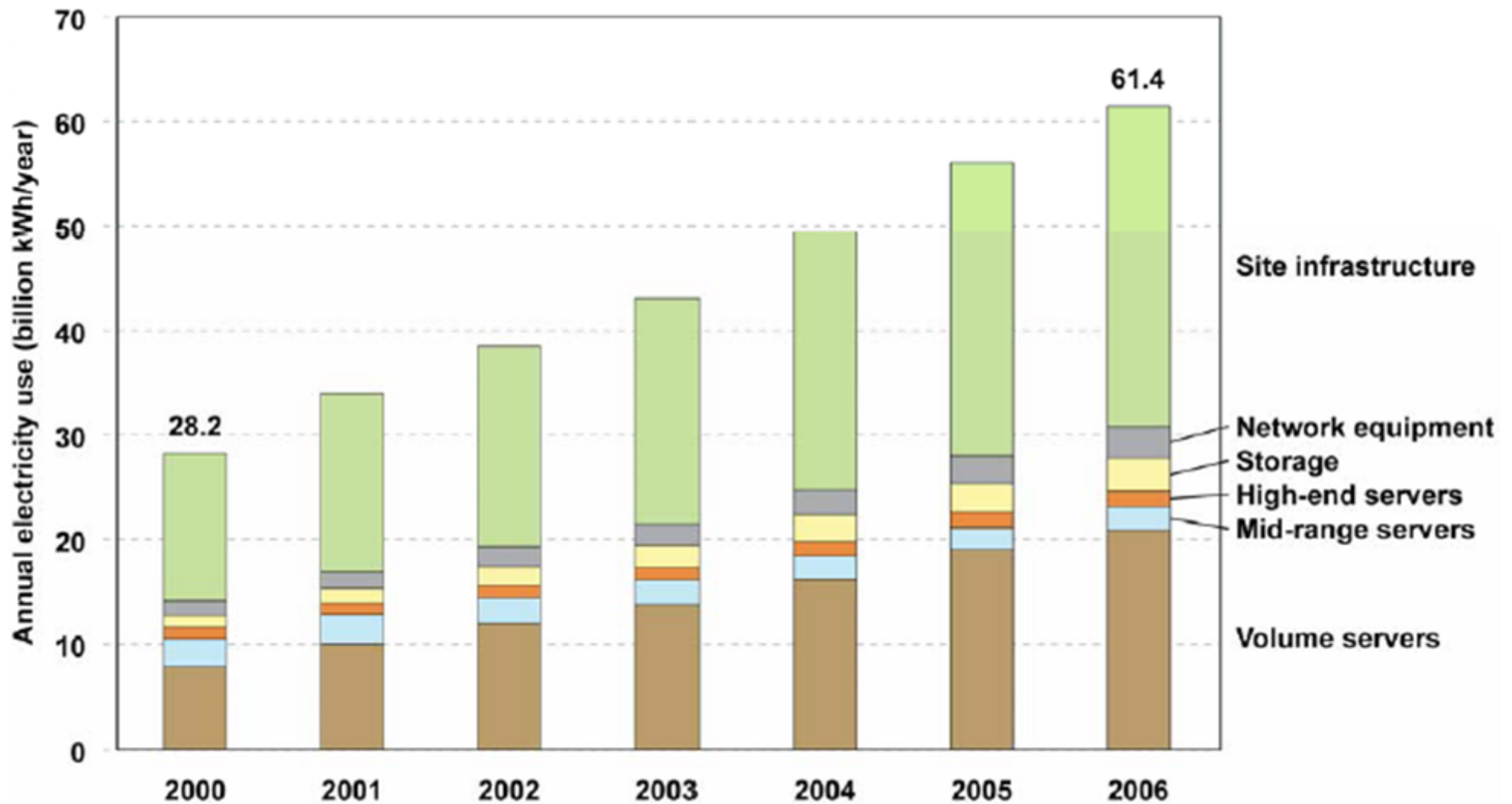
Trends: Energieverbrauch von Rechenzentren weltweit

In 2005: ca. 1% des weltweiten Stromverbrauchs



Trends: Stromverbrauch von Rechenzentren in den USA

In 2006: ca. 1,5% des gesamten Stromverbrauchs

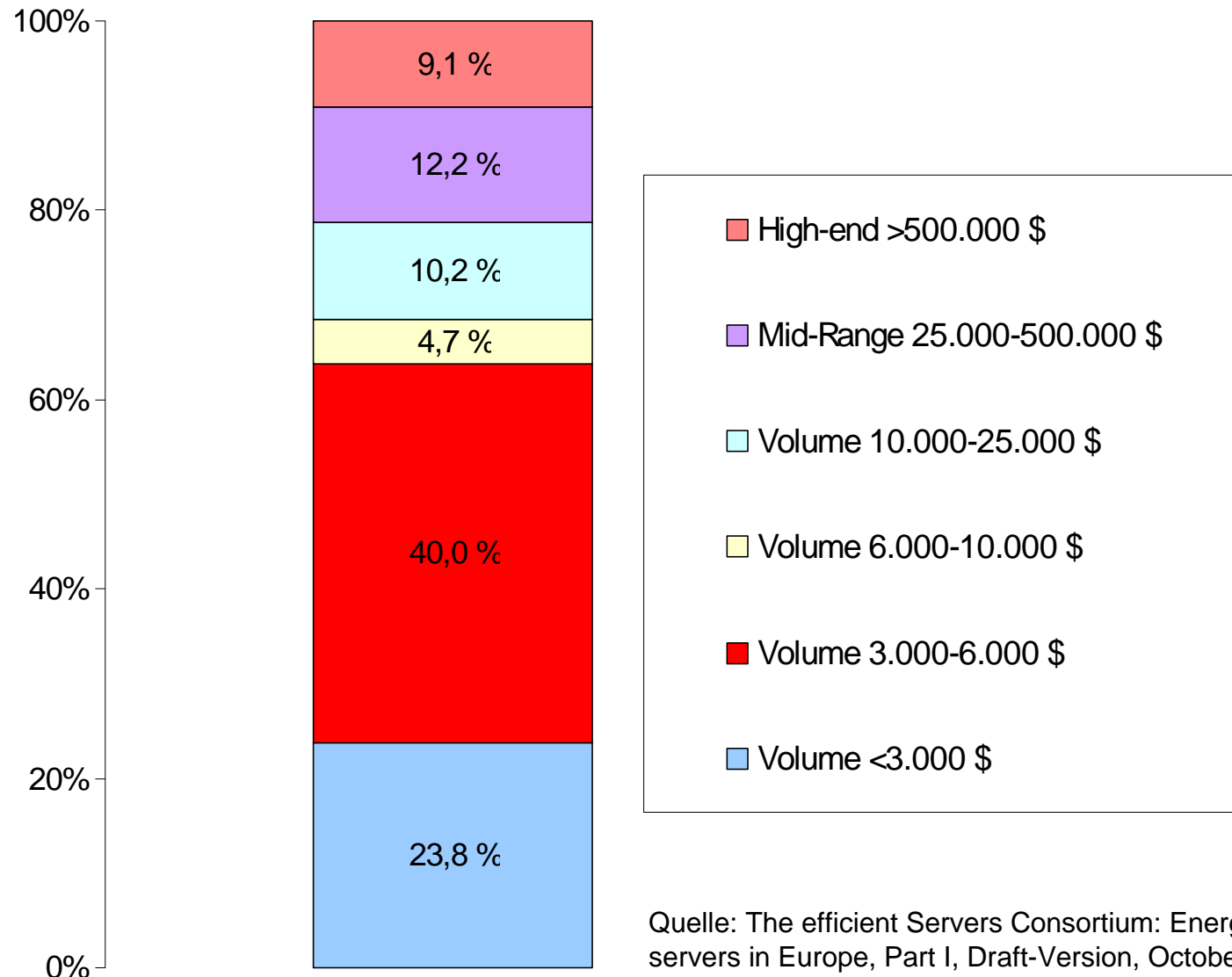


Quelle: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY
STAR Program, 2 August 2007, 26

Trends: Anteil Stromverbrauch nach Serverklassen in 2006

Volume-Server für 80% des Stromverbrauchs verantwortlich

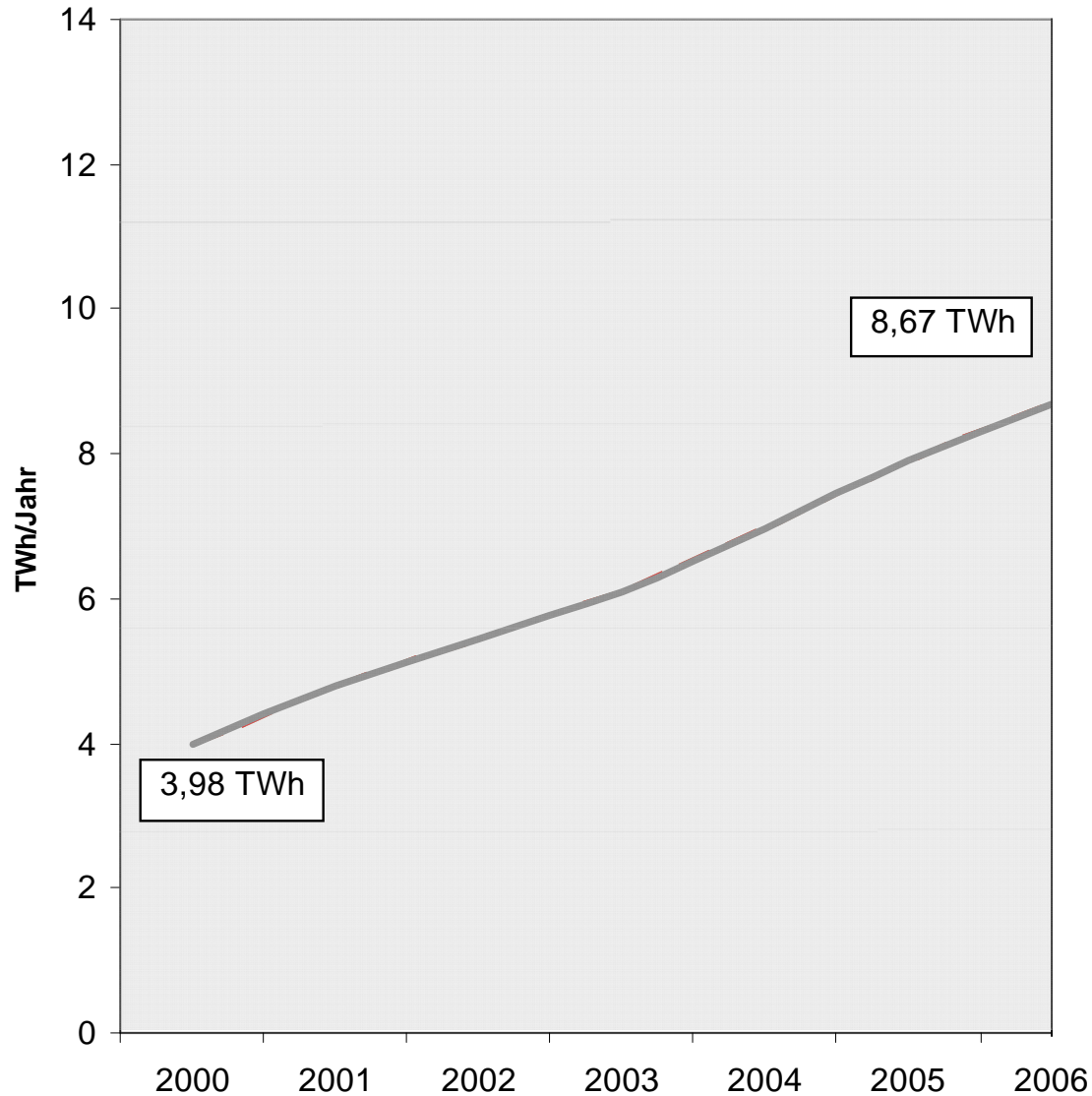
EU 15 plus
Schweiz



Quelle: The efficient Servers Consortium: Energy efficient servers in Europe, Part I, Draft-Version, October 2007, p. 13 f.
<http://www.efficient-servers.eu>

Trends: Stromverbrauch von Rechenzentren in Deutschland

In 2006: ca. 1,5% des gesamten Stromverbrauchs



8,67 TWh entsprechen ...

der Jahrestromproduktion von
3 Kohlekraftwerken (je 600 MW_{eL})



der 1,5-fachen Jahrestromproduktion des
AKW Brunsbüttel



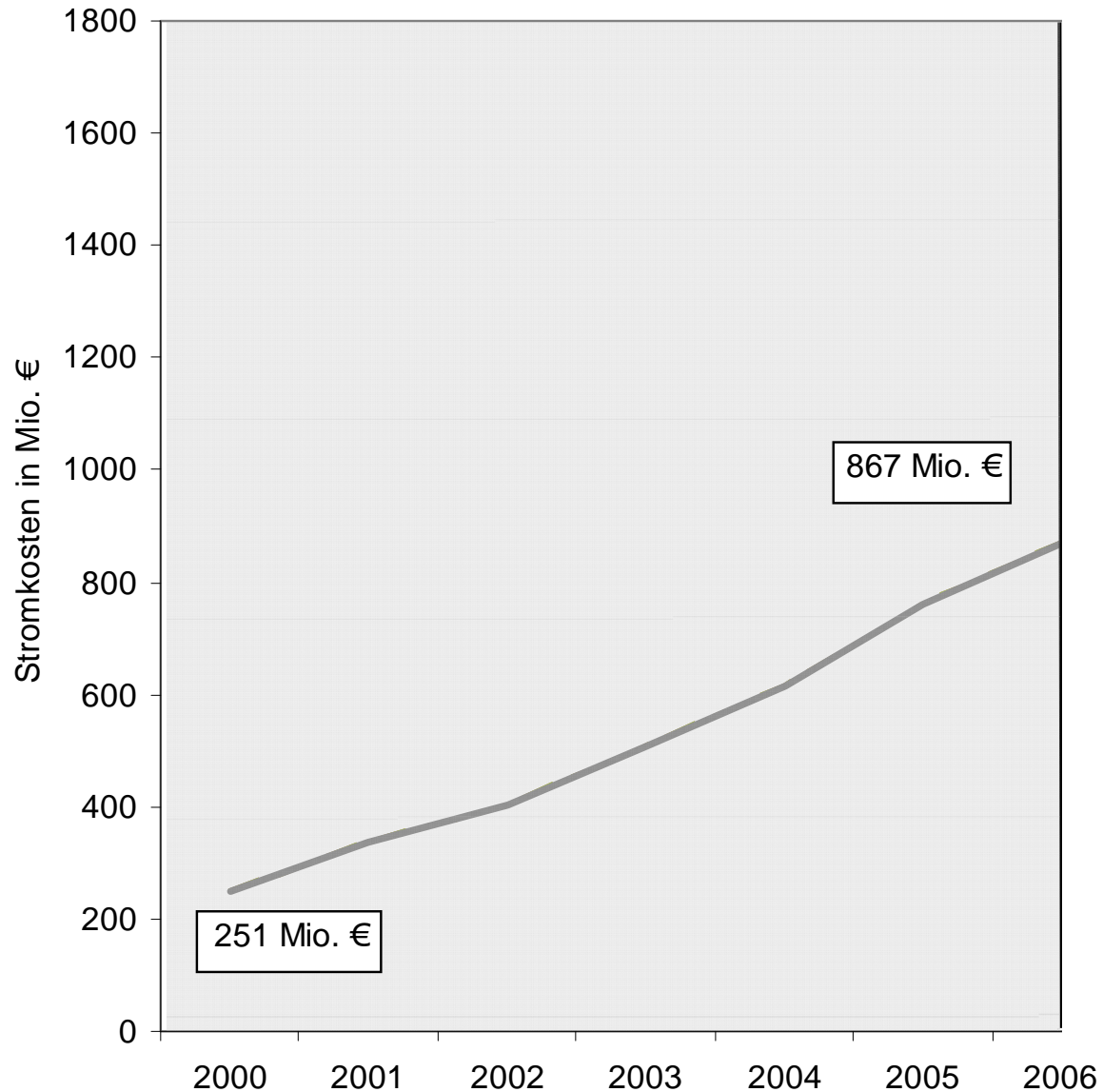
dem Jahrestromverbrauch
von 2,5 Mio. deutschen Haushalten



Quelle: Fichter/Borderstep 2007

Trends: Stromkosten von Rechenzentren in Deutschland

In 2006: 867 Mio. €



Szenarien zukünftiger Energieverbrauch von Rechenzentren

Annahmen „Aktuelle Effizienz-Trends“-Szenario

Scenario	IT Equipment	Site Infrastructure Systems
Historical trends	<ul style="list-style-type: none"> 2000 to 2006 energy use growth trends for IT equipment extrapolated to 2011 	<ul style="list-style-type: none"> PUE ratio frozen at 2.0 for all space types for years 2007 to 2011
Current efficiency trends	<ul style="list-style-type: none"> Volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.04 to 1 (for server closets) and 1.08 to 1 (for all other space types) by 2011 “Energy efficient” servers represent 5% of volume server shipments in 2007 and 15% of shipments in 2011 Power management is enabled on 10% of applicable servers Average energy use per enterprise storage device will drop 7% by 2011 	<ul style="list-style-type: none"> PUE ratio drops to 1.9 by 2011 for all space types because of improved technological and operation performance

Quelle: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
 Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY
 STAR Program, 2 August 2007, 47

Szenarien zukünftiger Energieverbrauch von Rechenzentren

Annahmen „Best Practice“-Szenario

Scenario	IT Equipment	Site infrastructure systems
Best practice	<ul style="list-style-type: none"> • Moderate volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.33 to 1 (for server closets) and 2 to 1 (for all other space types) by 2011 • 5% of servers eliminated through virtualization efforts are not replaced (e.g., legacy applications) • “Energy efficient” servers represent 100% of volume server shipments 2007 to 2011 • Power management enabled on 100% of applicable servers • Average energy use per enterprise storage drive declining 7% by 2011 • Moderate reduction in applicable storage devices (1.5 to 1) by 2011 	<ul style="list-style-type: none"> • PUE ratio declining to 1.7 by 2011 for server closets and server rooms (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.5 by 2011 for data centers assuming: <ul style="list-style-type: none"> • 98% efficient transformers • 90% efficient UPS • Variable-speed drive chiller with economizer cooling or water-side free cooling (in moderate or mild climate region) • Variable-speed fans and pumps • Redundant air-handling units

Quelle: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
 Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY
 STAR Program, 2 August 2007, 53

Szenarien zukünftiger Energieverbrauch von Rechenzentren

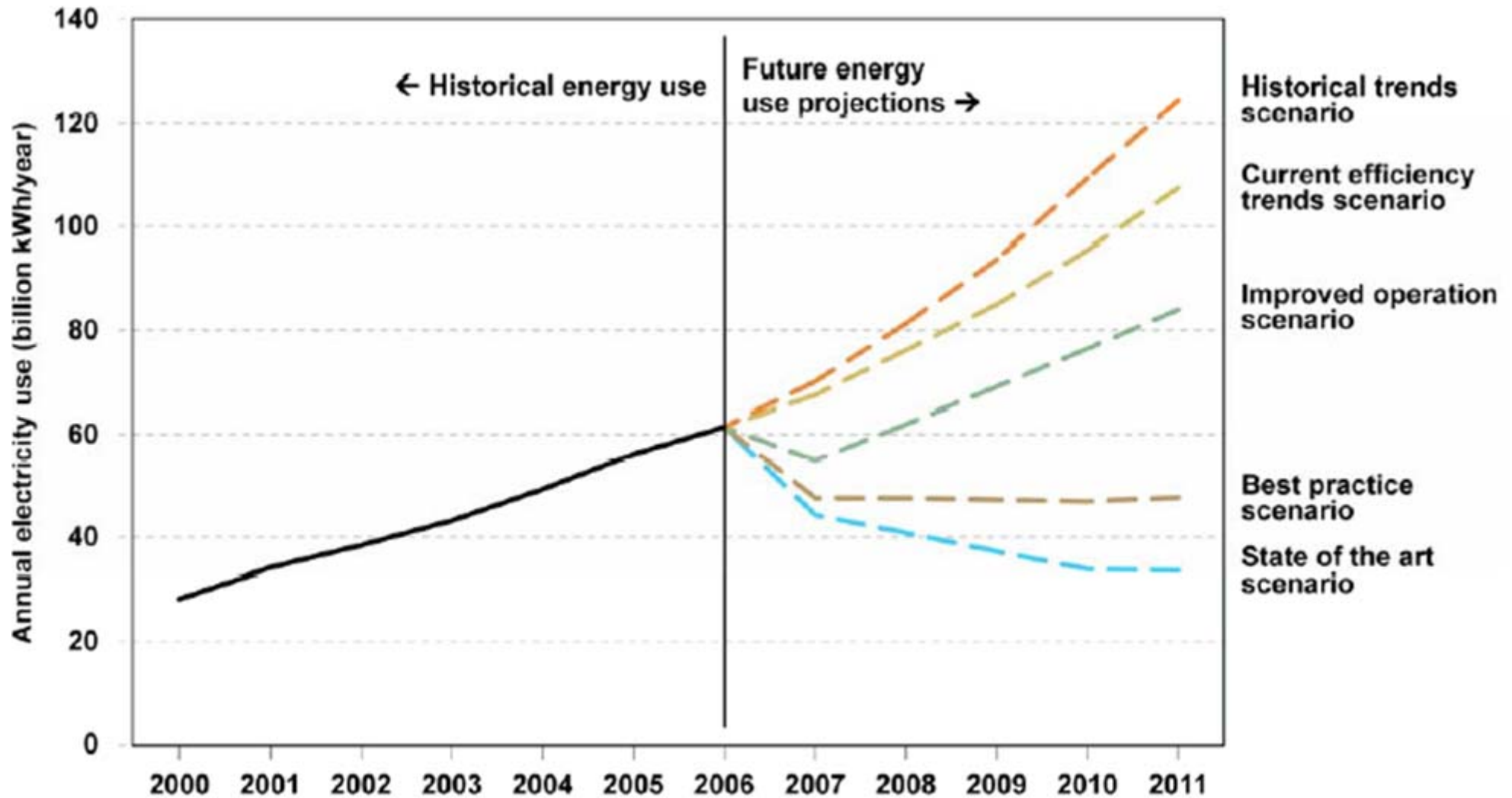
Annahmen „State-of-the-art“-Szenario

Scenario	IT Equipment	Site infrastructure systems
State-of-the-art	<ul style="list-style-type: none"> • Aggressive volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.66 to 1 (for server closets) and 5 to 1 (for all other space types) by 2011 • 5% of servers eliminated through virtualization efforts are not replaced (e.g., legacy applications) • “Energy efficient” servers represent 100% of volume server shipments 2007 to 2011 • Power management enabled on 100% of applicable servers • Average energy use per enterprise storage drive declining 7% by 2011 • Aggressive reduction of applicable storage devices (~2.4 to 1) by 2011 	<ul style="list-style-type: none"> • PUE ratio declining to 1.7 by 2011 for server closets and server rooms (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.5 by 2011 for localized and mid-tier data centers (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.4 by 2011 for enterprise-class data centers assuming • 98% efficient transformers • 95% efficient UPS • Liquid cooling to the racks • Cooling tower (in moderate or mild climate region) • Variable-speed fans and pumps • CHP

Quelle: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
 Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY
 STAR Program, 2 August 2007, 53

Szenarien

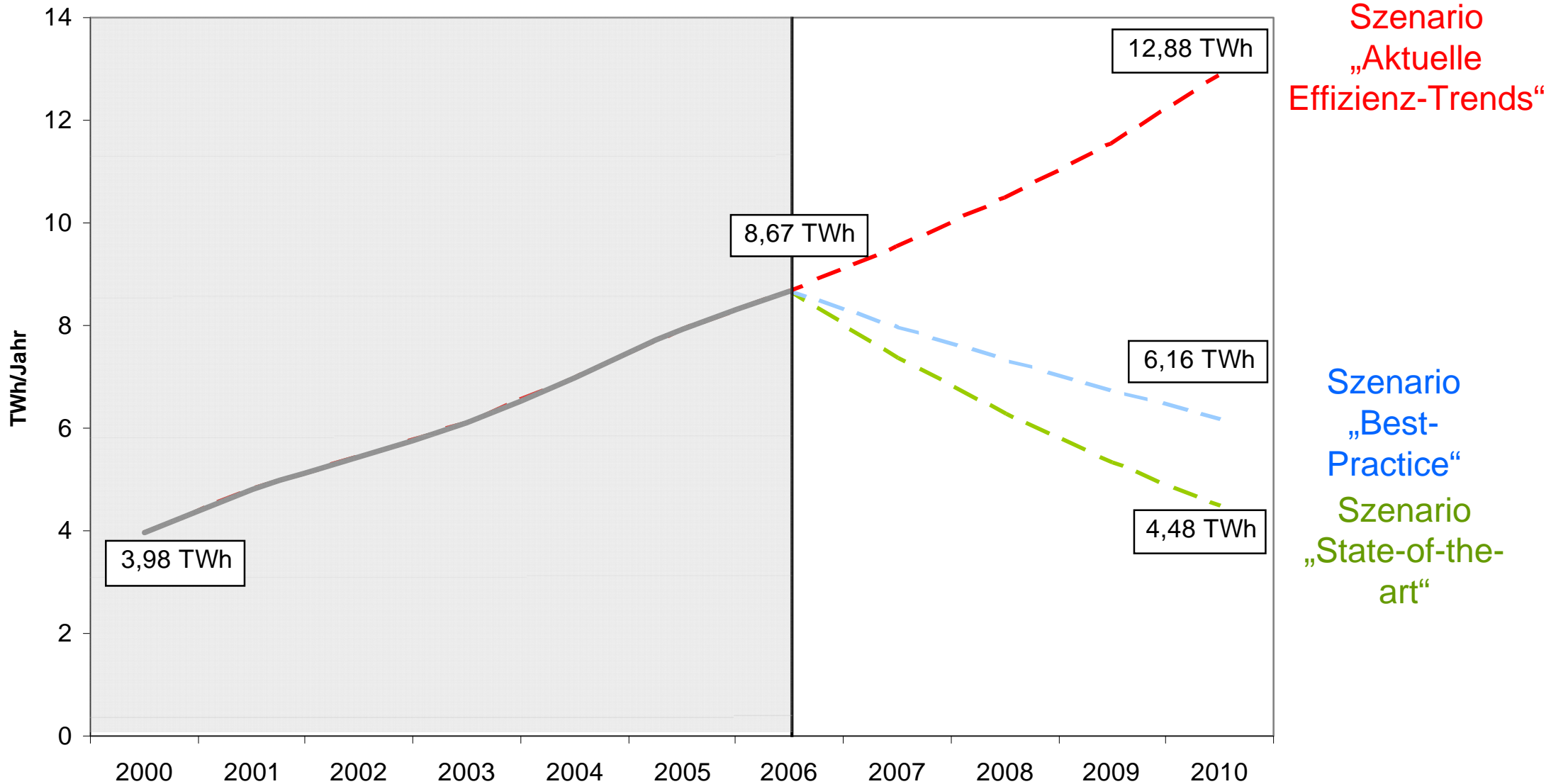
Energieverbrauch von Rechenzentren in den USA



Quelle: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY
STAR Program, 2 August 2007, 53

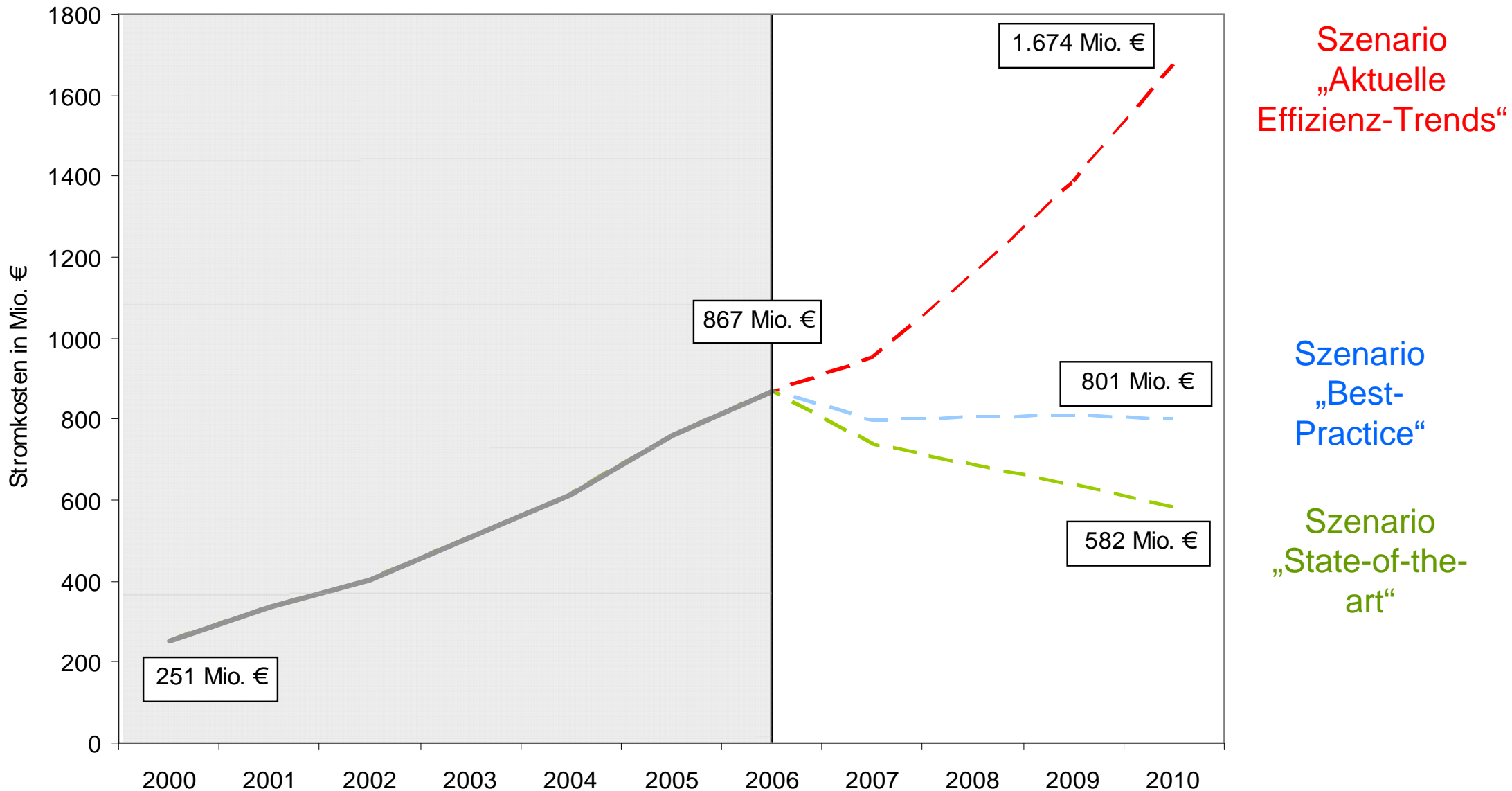
Szenarien

Energieverbrauch von Rechenzentren in Deutschland



Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren: Betreibersicht

Energiekosten von Rechenzentren in Deutschland

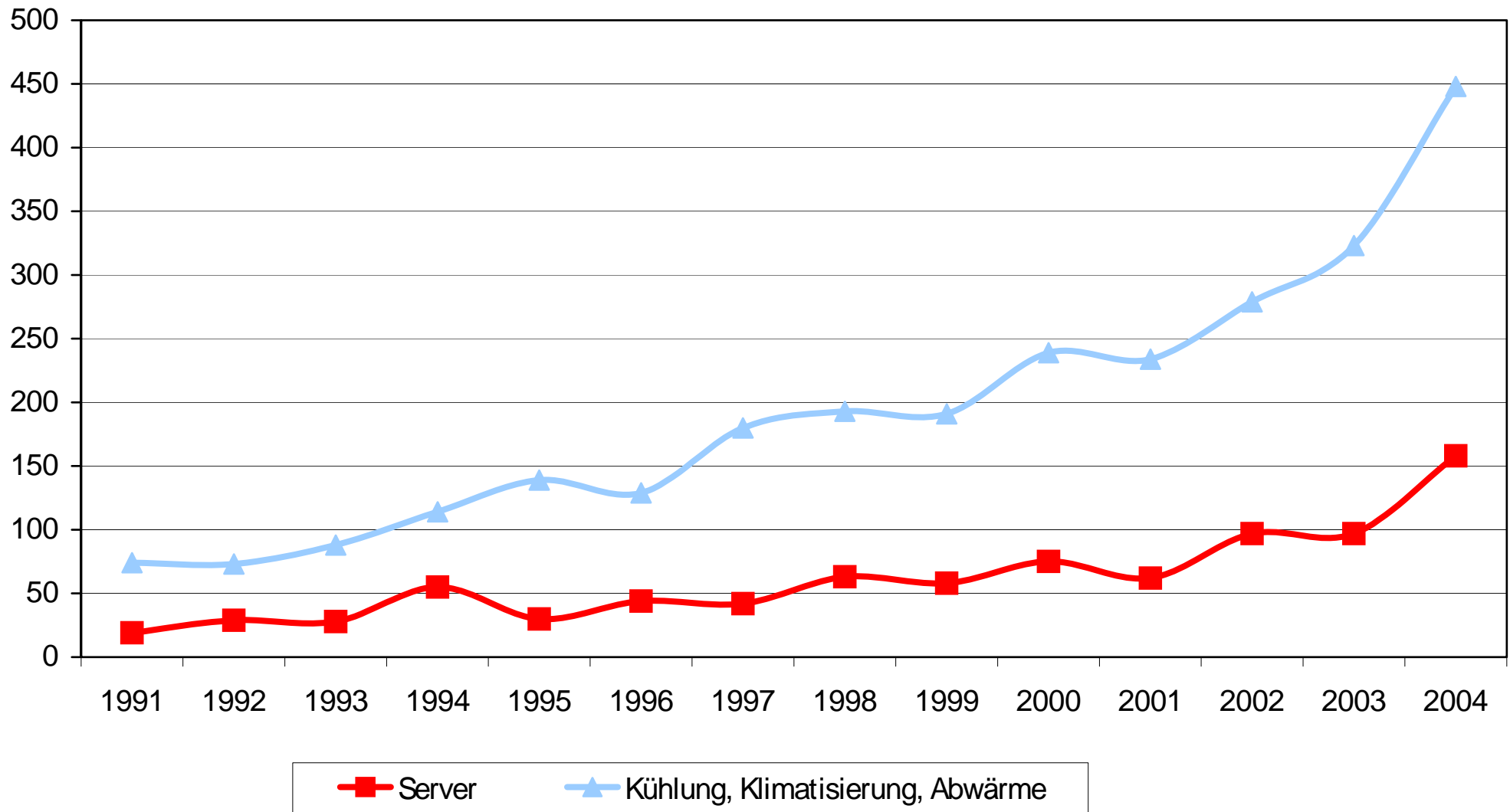


Zukunftsmarkt „grüne“ Rechenzentren: Betreibersicht

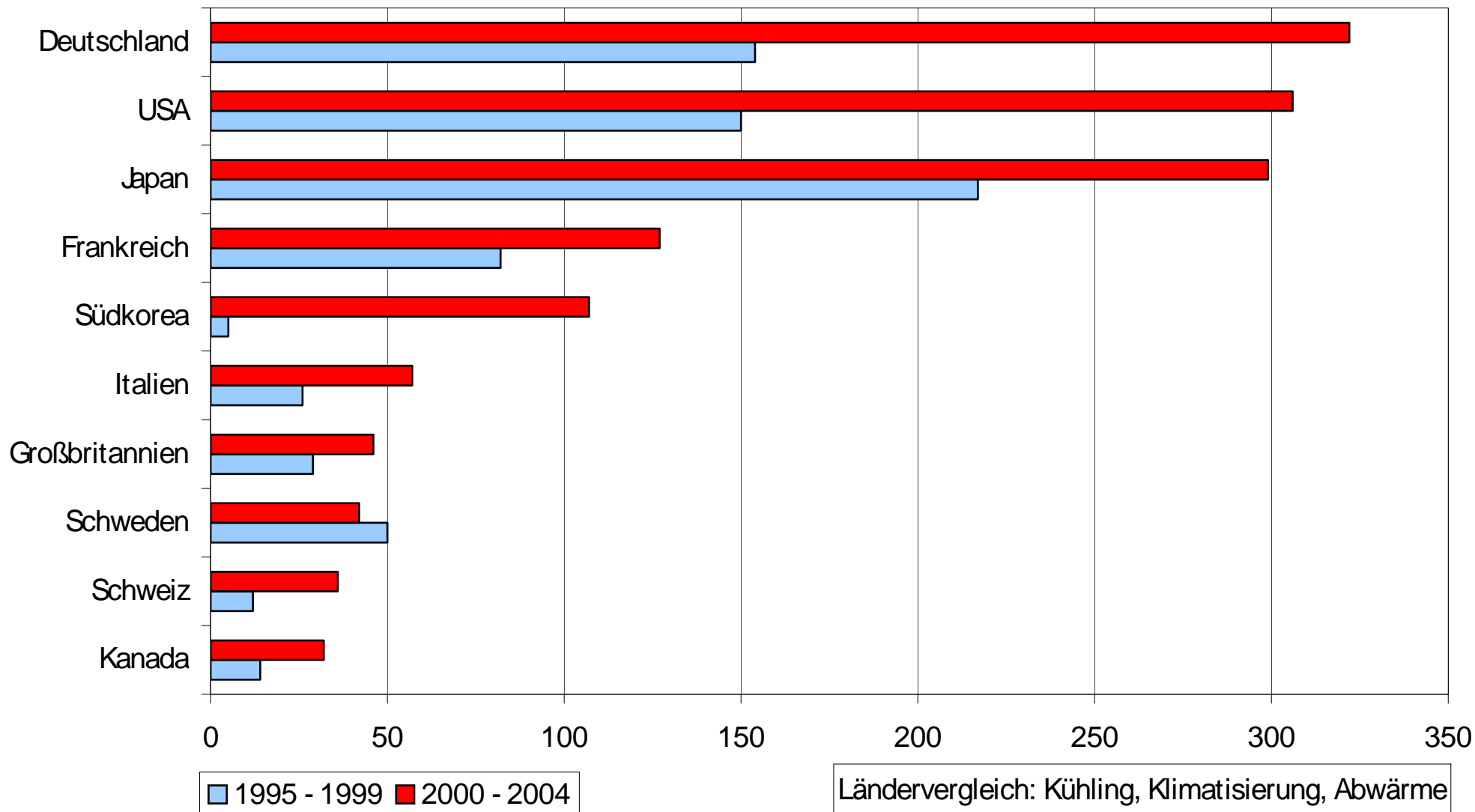
Image und Differenzierung: Beispiele

- GE.NET Rechenzentrum Frankfurt des Internetdienstleisters Green Energy Network Technology
 - ➔ wird bereits seit Ende 2006 ausschließlich Ökostrom betrieben und dies mit bis zu 90% weniger Ausstoß von CO2 Emissionen.
- Internetprovider Strato
 - ➔ Tritt im Juli 2007 mit der Meldung an die Öffentlichkeit, dass er als erster großer Webhoster seine Rechenzentren komplett auf Strom aus erneuerbaren Energien umstellt

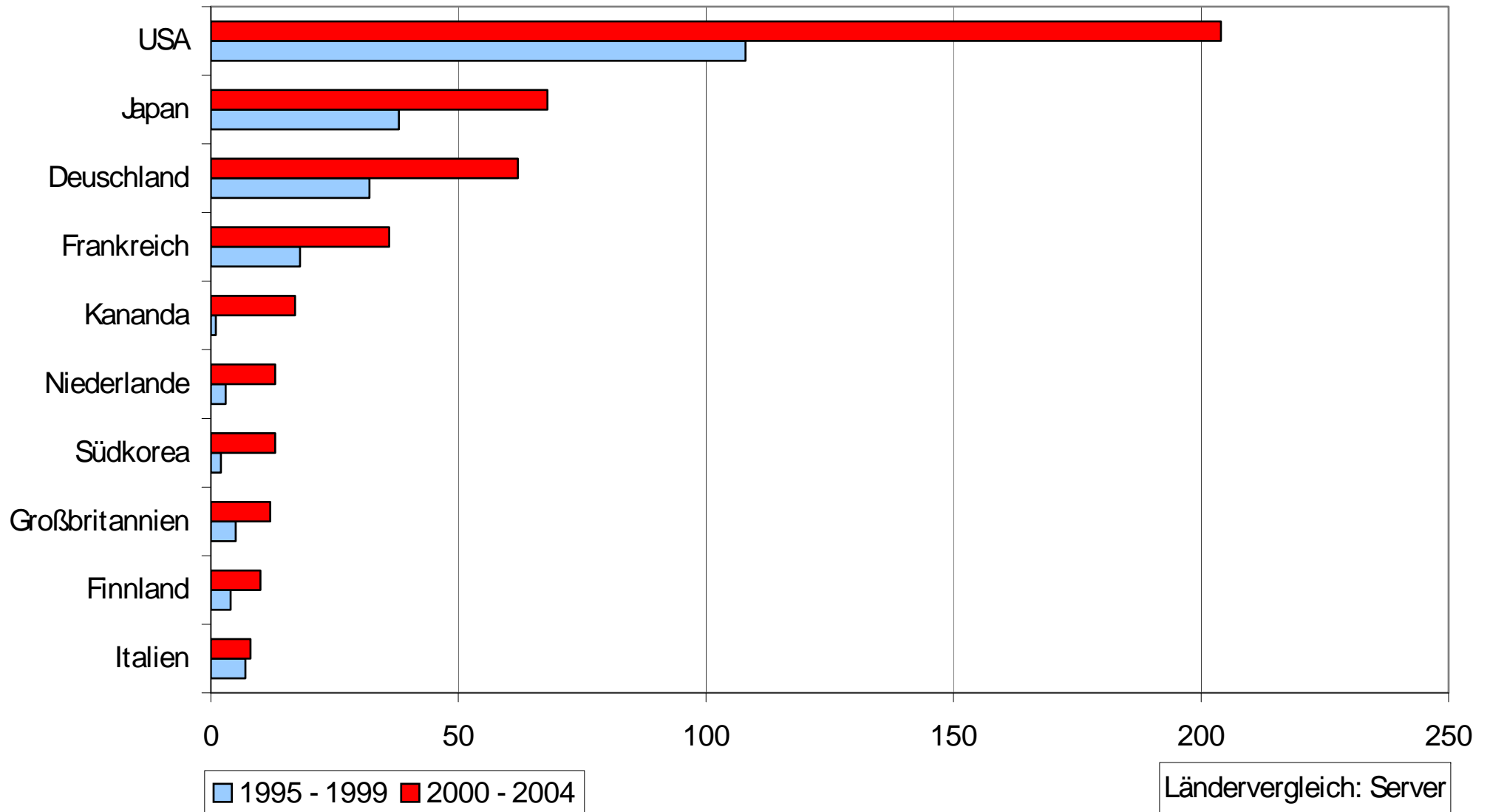
Weltweite Patentanmeldungen mit Relevanz für energieeffiziente Rechenzentren



Ländervergleich Energieeffizienz-relevante Patentanmeldungen im Bereich Kühlung, Klimatisierung, Abwärmenutzung



Ländervergleich Energieeffizienz-relevante Patentanmeldungen im Bereich Server



Anbieterbefragung zu energieeffizienten Rechenzentren: Methodik

- Befragung von Anbietern von RZ-Lösungen (Server-, Schrank-, Strom- und Klimatisierungslösungen)
 - ➔ Befragung deutscher Unternehmen und dt. Niederlassungen internationaler Unternehmen
- In Zusammenarbeit von Borderstep Institut und BITKOM
 - ➔ Versand des Fragebogens durch BITKOM
- Befragungszeitraum
 - ➔ 13. – 27. Juni 2007
- Anzahl befragter Unternehmen (Verteiler BITKOM)
 - ➔ 55 im Bereich Serverlösungen
 - ➔ 49 im Bereich Schrank-, Strom-, Klimatisierungslösungen
- Rücklauf
 - ➔ 25 auswertbare Antwortbögen (10 Server, 15 SSK)
 - ➔ Rücklaufquote: 24 %

Anbieterbefragung

Servermarkt

- Wie hoch ist Ihrer Meinung nach die jährliche Wachstumsrate des Marktvolumens für Server in Rechenzentren? (n=10)
- In Deutschland:
 - ➔ 2005 – 2010: 9% p.a.
 - ➔ 2010 – 2015: 8% p.a.
- Weltweit
 - ➔ 2005 – 2010: 11% p.a.
 - ➔ 2010 – 2015: 12% p.a.
- Wie beurteilen Sie die Wettbewerbsposition europäischer Hersteller/Anbieter im internationalen Vergleich? (n=10)
von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schwach)
 - ➔ Im Markt für Volume-Server: heute: 2,8 in 2010: 2,9
 - ➔ Im Markt für Mid-range Server: heute: 2,9 in 2010: 2,9
 - ➔ Im Markt für High-End Server: heute: 2,3 in 2010: 2,3

Anbieterbefragung

Markt Rack-, Power-, Cooling-Lösungen

- Wie hoch ist Ihrer Meinung nach die jährliche Wachstumsrate des Marktvolumens bei Rack-, Strom- und Klimatisierungslösungen für Rechenzentren? (n=15)
- In Deutschland:
 - ➔ 2005 – 2010: 11% p.a.
 - ➔ 2010 – 2015: 9% p.a.
- Weltweit
 - ➔ 2005 – 2010: 17% p.a.
 - ➔ 2010 – 2015: 17% p.a.
- Wie beurteilen Sie die Wettbewerbsposition europäischer Hersteller/Anbieter im internationalen Vergleich? (n=15) von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schwach)
 - ➔ Im Markt für Racksysteme für Rechenzentren: heute: 1,6 in 2010: 2,0
 - ➔ Im Markt für Stromlösungen (USV, Stromverteilung etc.): heute: 2,2 in 2010: 2,2
 - ➔ Im Markt für Klimatisierungs-/Kühlungslösungen: heute: 1,8 in 2010: 2,2

Fazit

Handlungsbedarf und Handlungsempfehlungen

- Verbesserung der Information von RZ-Betreibern: z.B. Best Practice-Broschüre
- Verbesserung der Datenbasis: Energieeffizienzmonitoring
- Prüfung neuer Energiemanagementmodelle: Energie-Contracting
- Leuchtturmprojekt „Faktor 100“: Demonstration des weltweit energieeffizientesten Rechenzentrums (100-fach energieeffizienter als heute üblich)
- Regelmäßige Energie-Checks und Energie-Audits
- EU Code of Conduct for Data Centre
- EU Energy Star für energieeffiziente Server
- Entwicklung einer Branchenroadmap „Innovative Energieversorgungssysteme-, Kühlungs- und Abwärmesysteme für Rechenzentren“
- Entwicklung einer Branchenroadmap „Thin client & server based computing: Leitmärkte für ressourceneffiziente ITK-Anwendungen“

Literatur: Fichter, K. (2007): Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren, Berlin
Kostenlos verfügbar unter www.borderstep.de