



## Energieeffiziente Server- und Storagelösungen

BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft,  
Telekommunikation und neue Medien e.V.  
Dr. Wolfgang Gnettner

München, 24. Oktober 2008

## Die Bedeutung energieeffizienter IT in einer umweltbewussten Welt

- n “2% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen auf das Konto der IT - das entspricht dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß aller Flugzeuge der Welt.“

*Simon Mingay, Gartner*

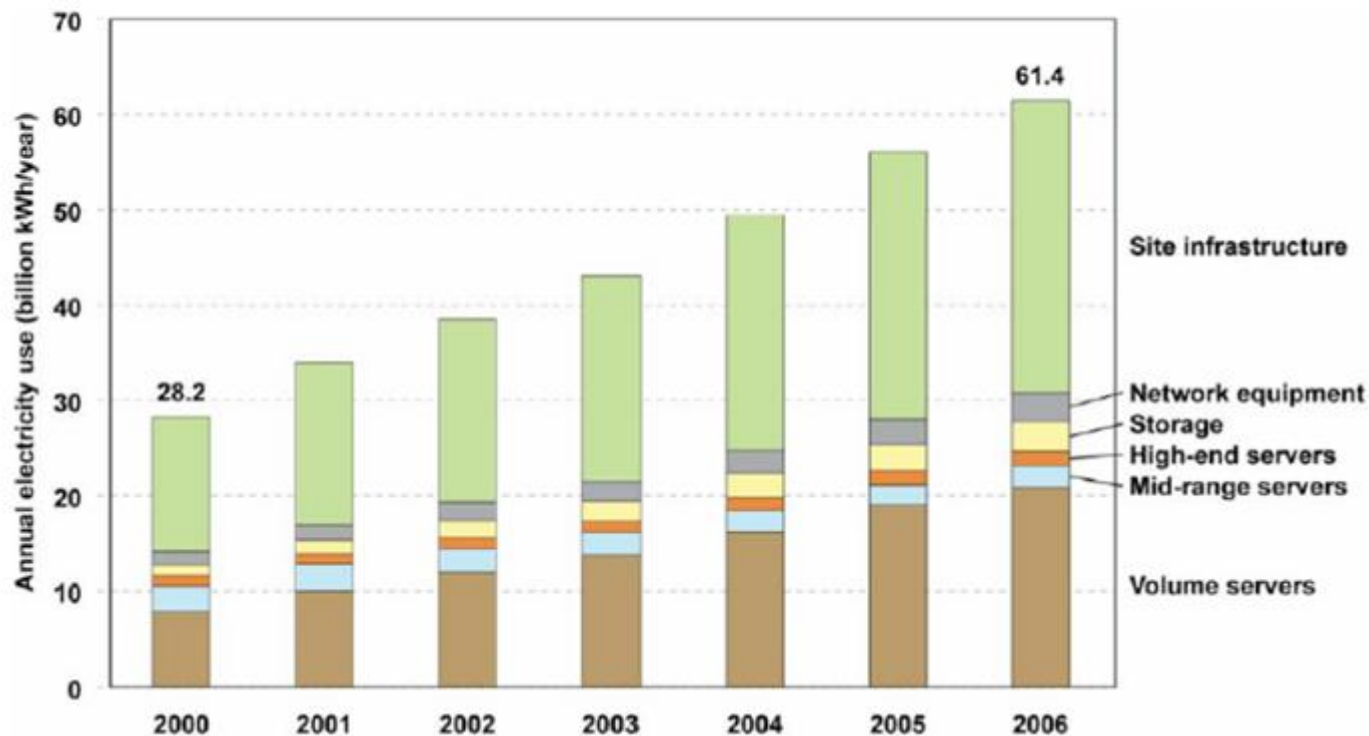
- n “Für jeden Euro, der in Computerhardware investiert wird, werden weitere ca. 50 Cent für den Stromverbrauch fällig. In den nächsten Jahren wird dieser Wert noch einmal um 54% ansteigen.”

*IDC, Worldwide Server Power and Cooling Expense 2006 – 2010*



## Fokus auf Produkte mit großer Stückzahl

- n PCs für Geschäfts- und Privatgebrauch sowie Displays sind am wichtigsten
- n Notebooks sind schon wegen der Batterielaufzeit sehr energieeffizient
- n Mainframes und High End Unix Servers haben eine sehr gute Ausnutzung
- n Volume Server sind im Rechenzentrum entscheidend



Quelle: EPA, Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, August 2007

# Server

### Energiekosten eines Industriestandardservers

„Ein Industriestandardserver mit typischen Investitionskosten von € 2.000,- verursacht im Jahr Stromkosten von ca. € 350,-.“

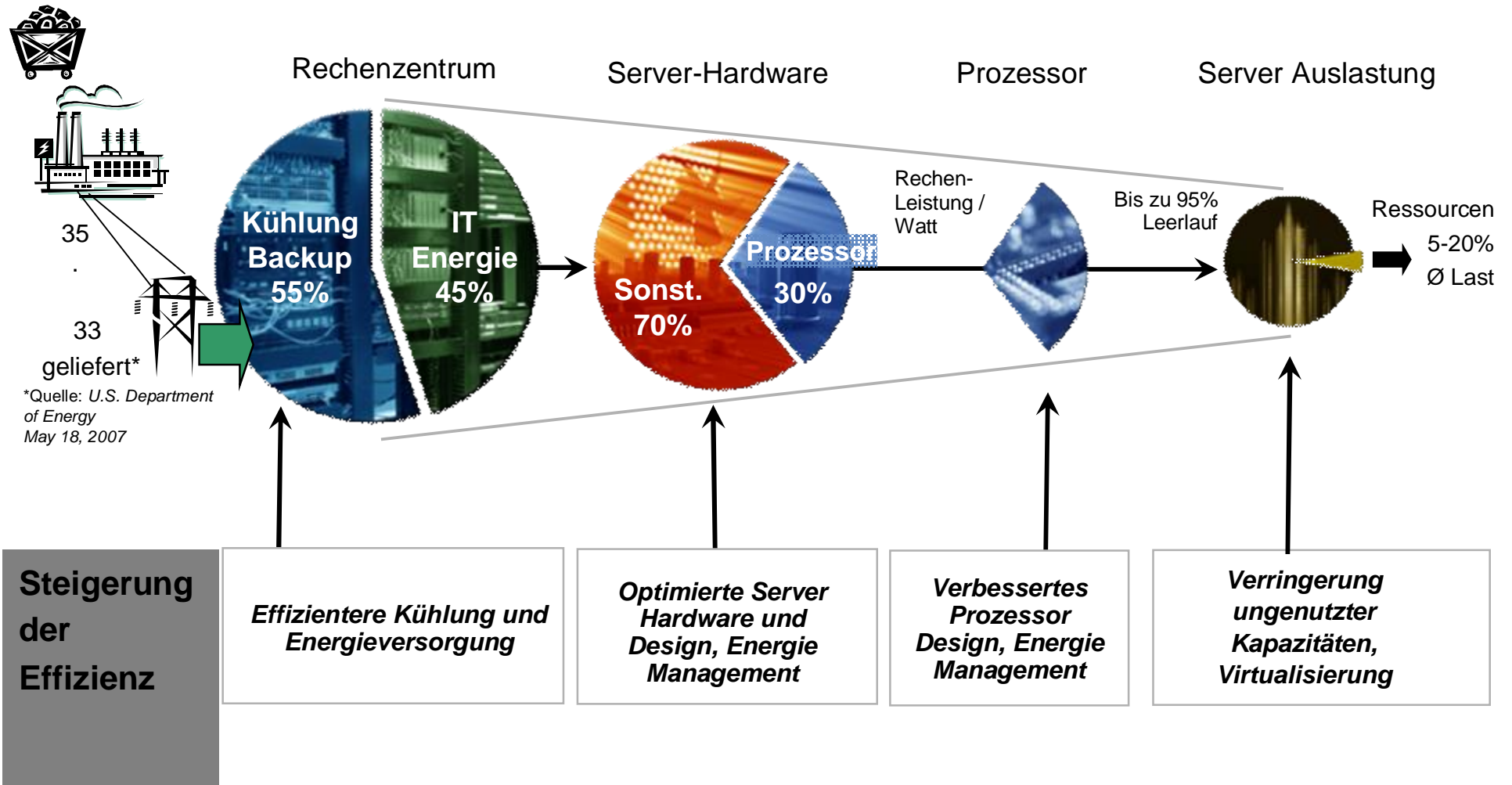
- § 400 W Stromverbrauch bei normaler Auslastung eines 2 Socket Servers
- § 24 Stunden
- § 365 Tage
- § 3.504 kWh
- § € 0,10 pro kWh
- § Gesamt € 350,- pro Jahr
- § Dazu: Energiekosten für Klimatisierung plus 70% ... 100% oder mehr

*„Wenn die Performance pro Watt in den nächsten Jahren gleich bleibt, könnte es leicht passieren, dass die Energiekosten die Kosten für die Hardware übertreffen und das möglicherweise sogar deutlich,“ meint Luiz Andre Barroso, Google*

Die Energiekosten steigen

# Viele Ansätze, Energie effizienter einzusetzen

## 100 Einheiten



## n Verbrauch reduzieren

- § Integration von effizienten Komponenten
- § Energiesparfunktionen
- § der richtige Server

## n Infrastruktur optimieren

- § Konsolidierung

## n Effiziente Nutzung der Ressourcen

- § Virtualisierung
- § Automatisierung (z. B. ungenutzte Server ausschalten)



Energie zu sparen hat im Wesentlichen einen zweifachen Nutzen. Zum einen die persönliche Zufriedenheit: das Wissen, dass der Einzelne zum Schutz der Umwelt beiträgt. Zum anderen Kosteneinsparungen: ein Gebiet, auf dem sich Energiesparen gravierend auswirken kann.

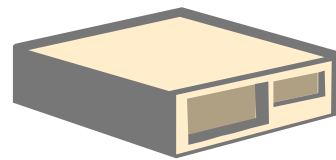
# Parameter bei der Serverauswahl



Kosten



Leistung



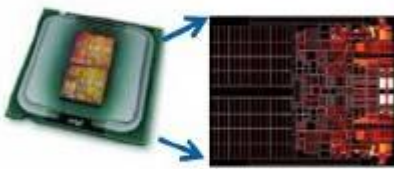
Stromverbrauch



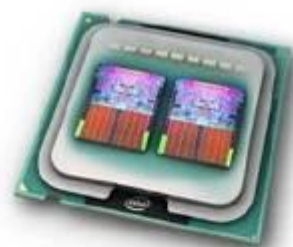
Zuverlässigkeit

Terascale computing vision

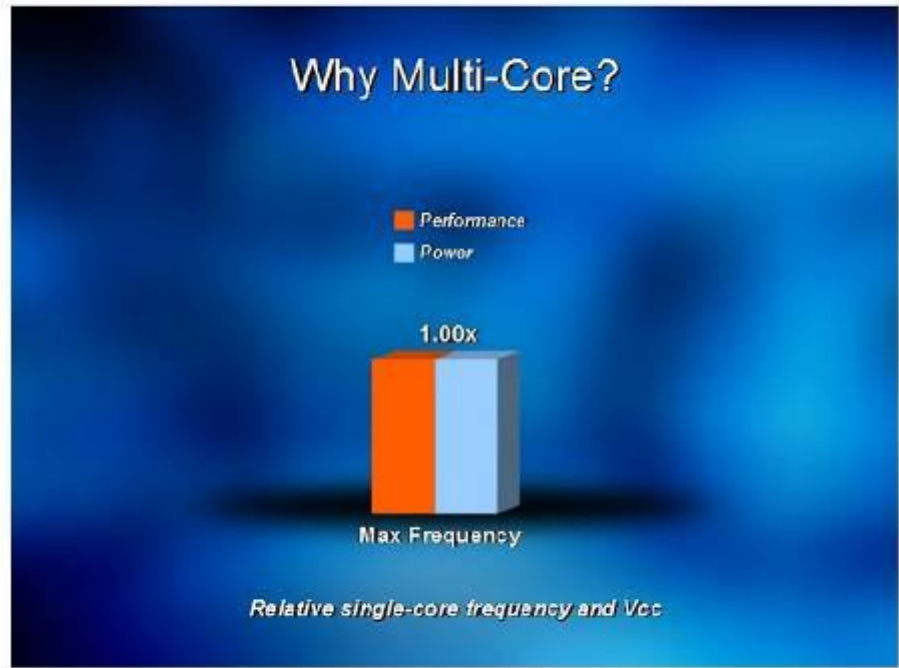
## Multi-core for energy efficiency



Intel® Core™ Duo



Intel® Core™ Quad



Why Multi-Core?

Performance  
Power


1.00x

Max Frequency

Relative single-core frequency and Vcc

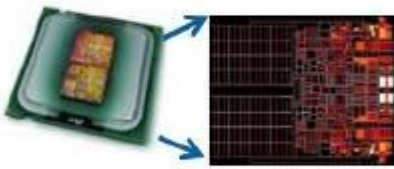
Source: Intel data analysis

Intel Developer FORUM

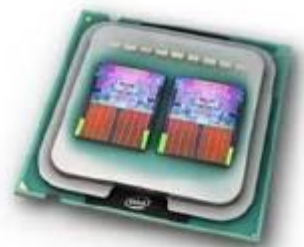


Terascale computing vision

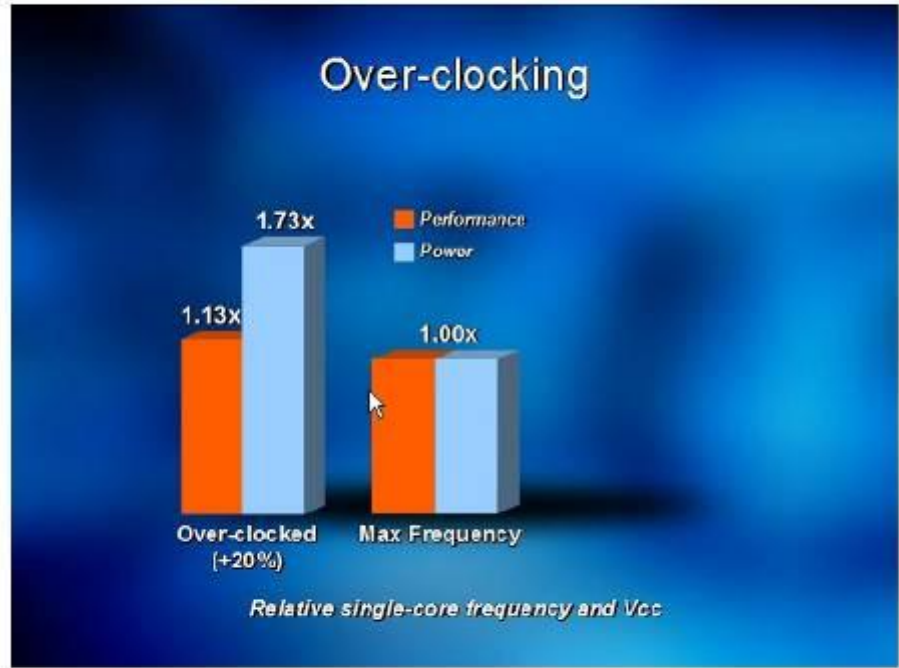
## Multi-core for energy efficiency



Intel® Core™ Duo




Intel® Core™ Quad



Configuration	Performance	Power
Over-clocked (+20%)	1.13x	1.73x
Max Frequency	1.00x	1.00x

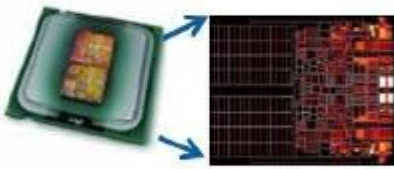
Source: Intel data analysis

Intel Developer FORUM

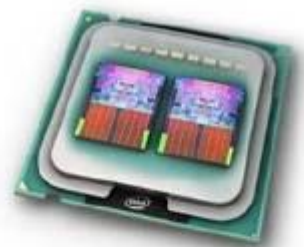


Terascale computing vision

## Multi-core for energy efficiency



Intel® Core™ Duo



Intel® Core™ Quad

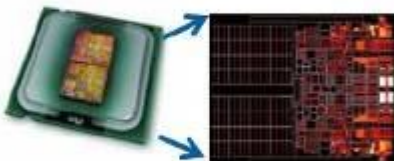
Configuration	Performance	Power
Over-clocked (+20%)	1.13x	1.73x
Max Frequency	1.00x	1.00x
Under-clocked (-20%)	0.87x	0.51x

Source: Intel data analysis


Intel Developer FORUM

Terascale computing vision

## Multi-core for energy efficiency



Intel® Core™ Duo



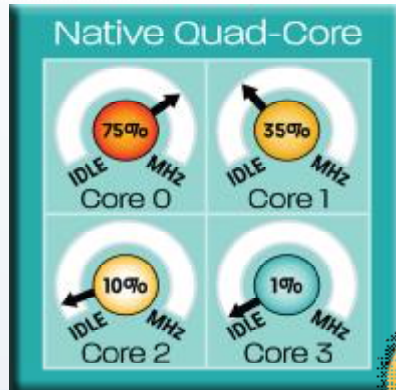
Intel® Core™ Quad

Scenario	Performance	Power
Over-clocked (+20%)	1.13x	1.73x
Max Frequency	1.00x	1.00x
Dual-core (-20%)	1.73x	1.02x

Source: Intel data analysis

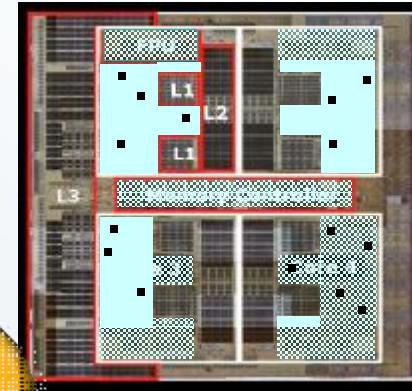
Intel Developer FORUM

## Independent Dynamic Core Technology



Same Power  
And Thermal Envelopes  
As Dual-Core!

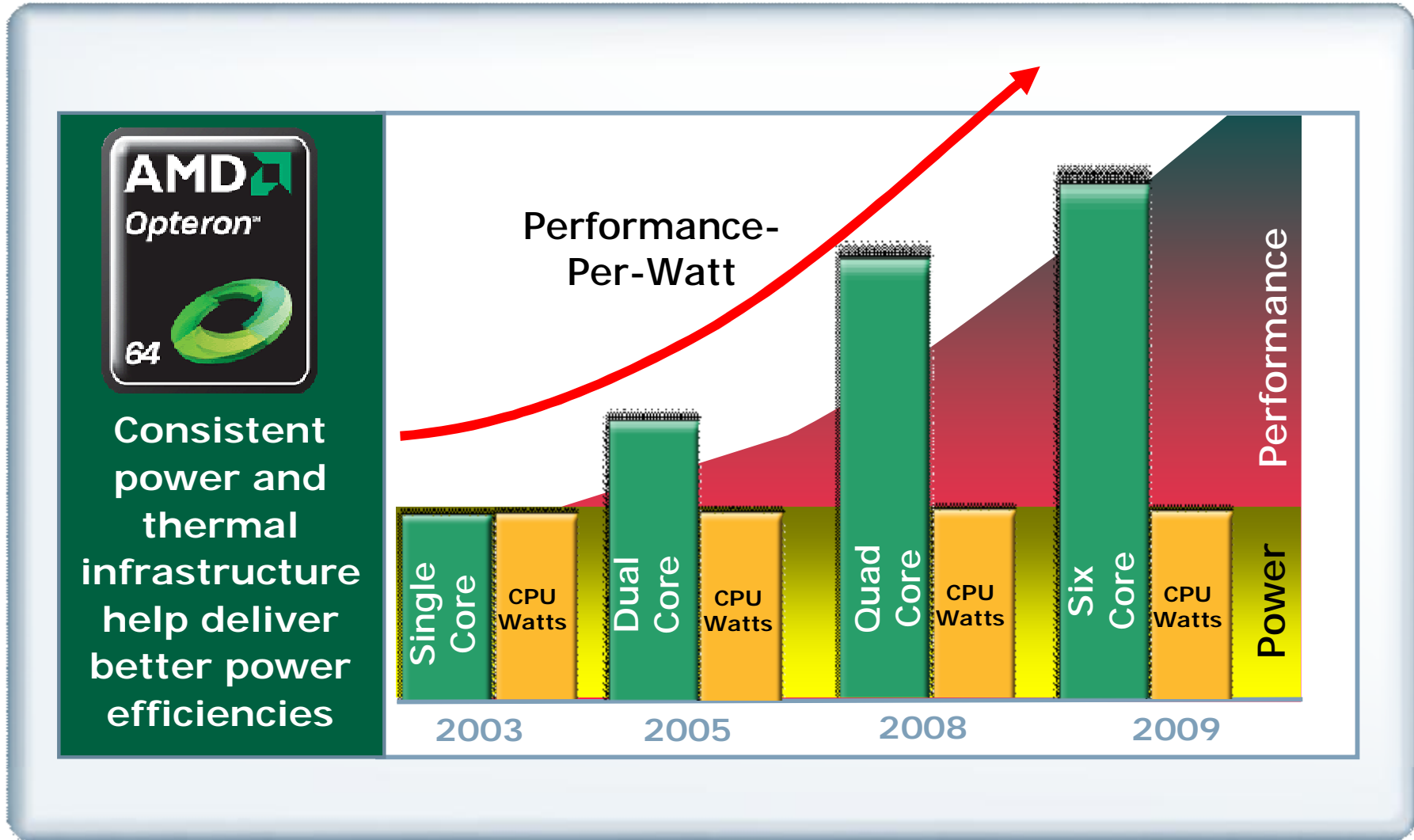
## AMD CoolCore™ Technology

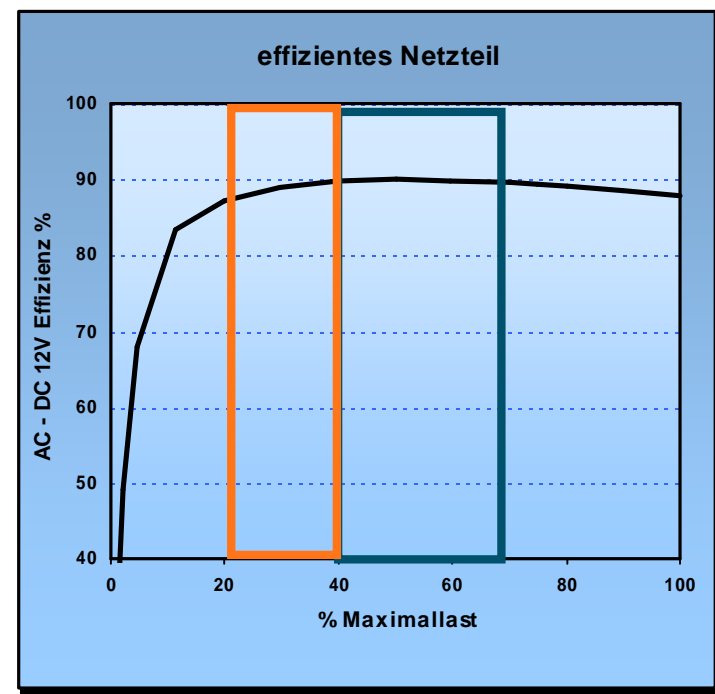
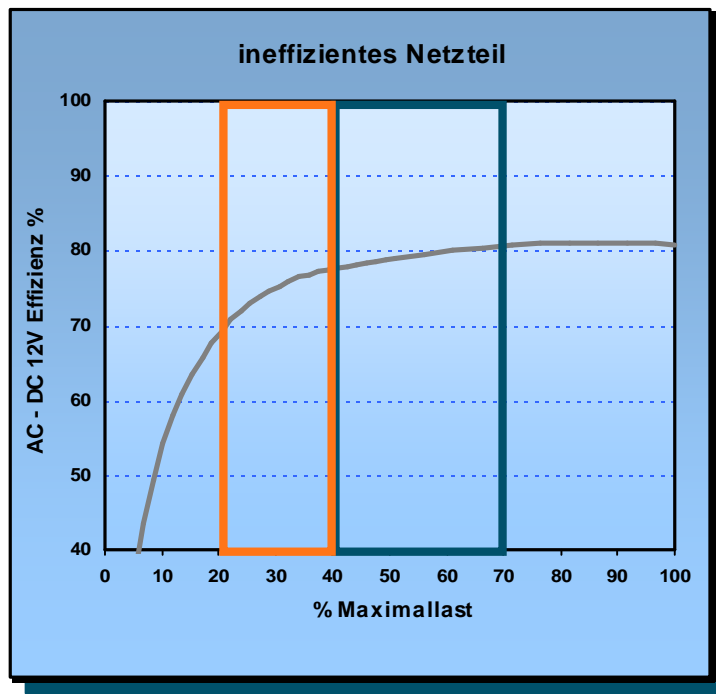


## Dual Dynamic Power Management™

## Low-Power DDR2 Memory







# Stromverbrauch pro Server



## n CPU ist größter Verbraucher

- § Prozessorhersteller steigern kontinuierlich Performance per Watt
- § Niedrige Leistungsaufnahme vs. Top-Performance

## n Speicher

- § Modulgröße
- § Hersteller
- § DDRx vs FB DIMM

## n Lüfter

- § Große Lüfter verbrauchen bei gleichem Luftstrom weniger Strom als kleinere

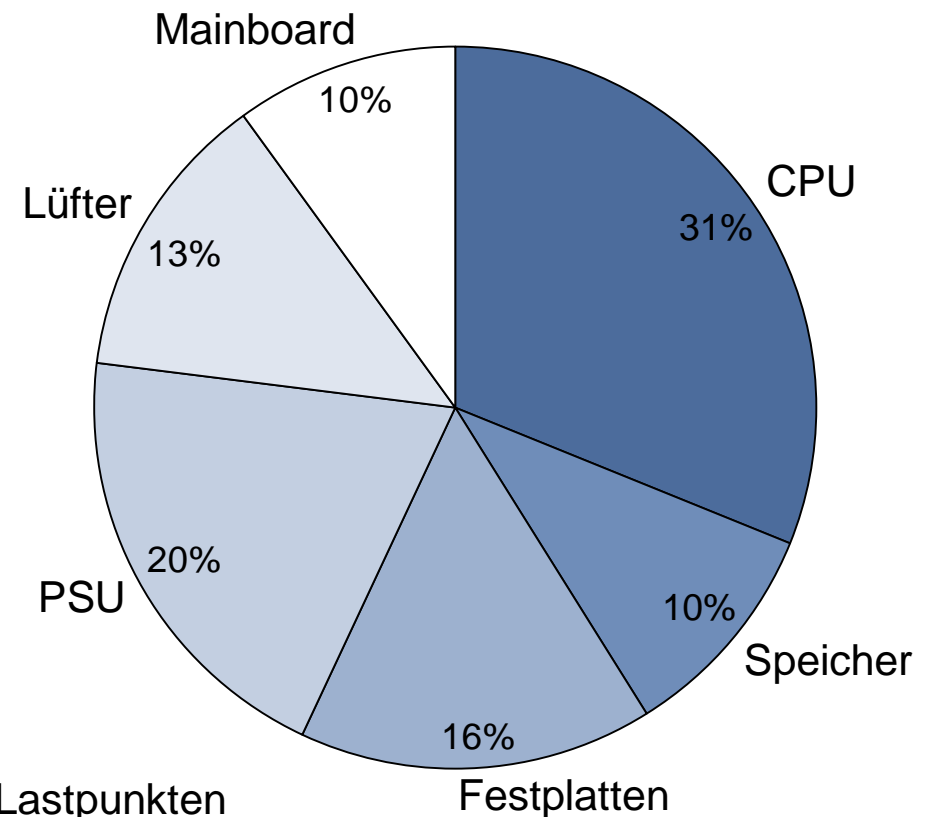
## n Festplatten

- § Format 3,5" vs. 2,5"
- § Geschwindigkeit 15k, 10k, 7,2k

## n Netzteil

- § Effizienz des Netzteils bei verschiedenen Lastpunkten
- § Betriebspunkt (N+1-Redundanz)

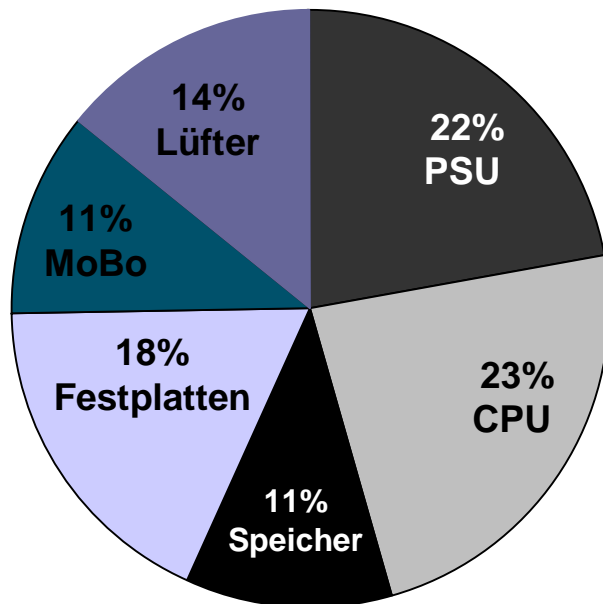
Verteilung des Stromverbrauchs  
(Beispiel 2CPU Rackserver 2U)



# Nutzen von energieoptimierten Servern

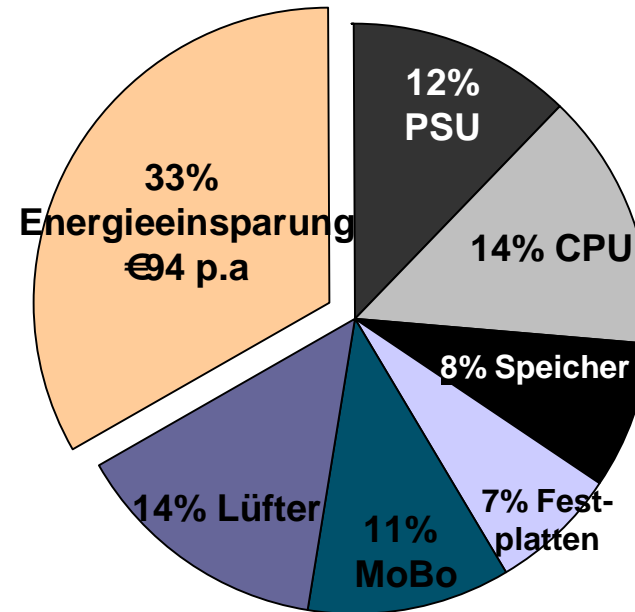


**Standard**  
E5320 CPU, 8x 1GB RAM, 6x HDD 3,5" 15K



SPECint\_rate\_base 148  
Energiekosten € 304,- / Jahr

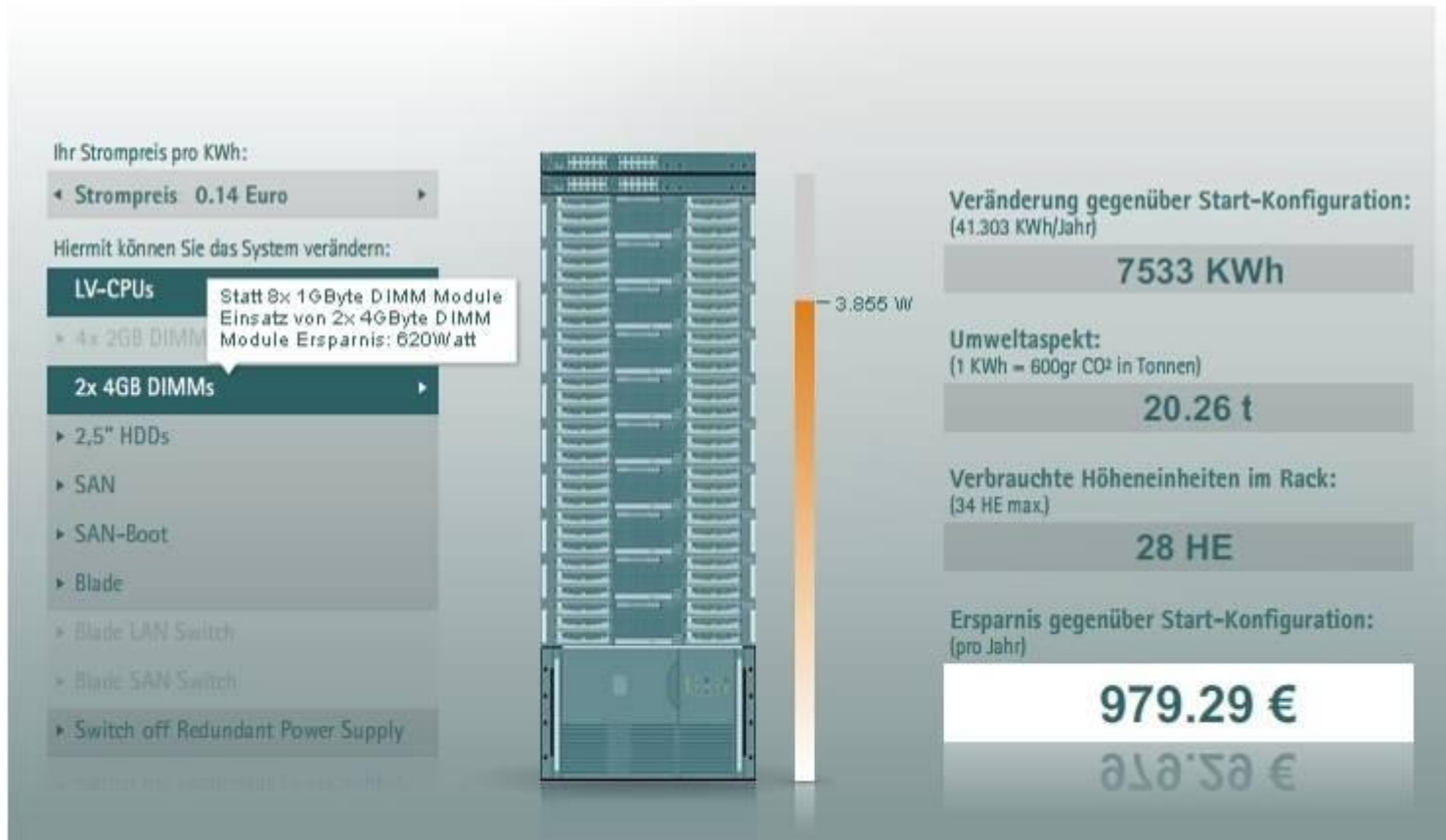
**Energieoptimiert**  
L5320 CPU, 4x 2GB RAM, 6x HDD 2,5" 10K



SPECint\_rate\_base 148  
Energiekosten € 210,- / Jahr

33 % Einsparung durch andere Komponenten, v.a. energieeffizienten Prozessoren

# Energierechner: bei der Auswahl schon auf den Energieverbrauch achten

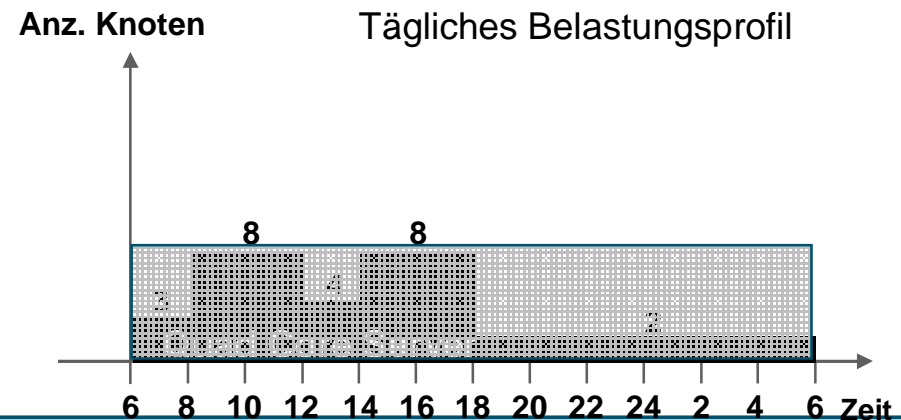
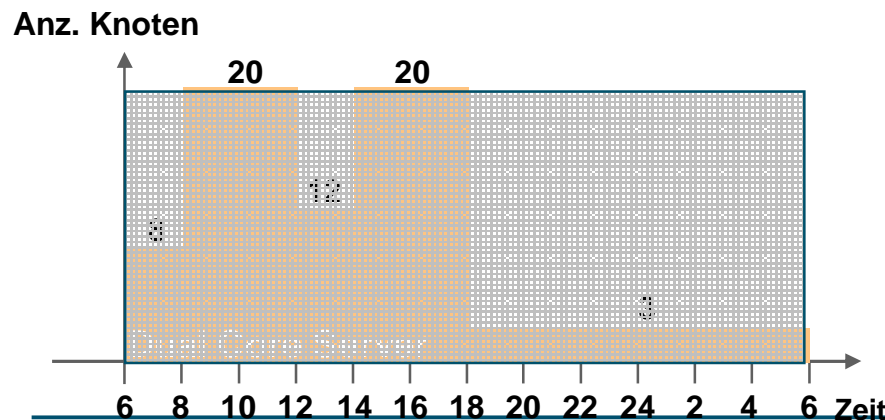




# Konsolidierung (ein Beispiel)



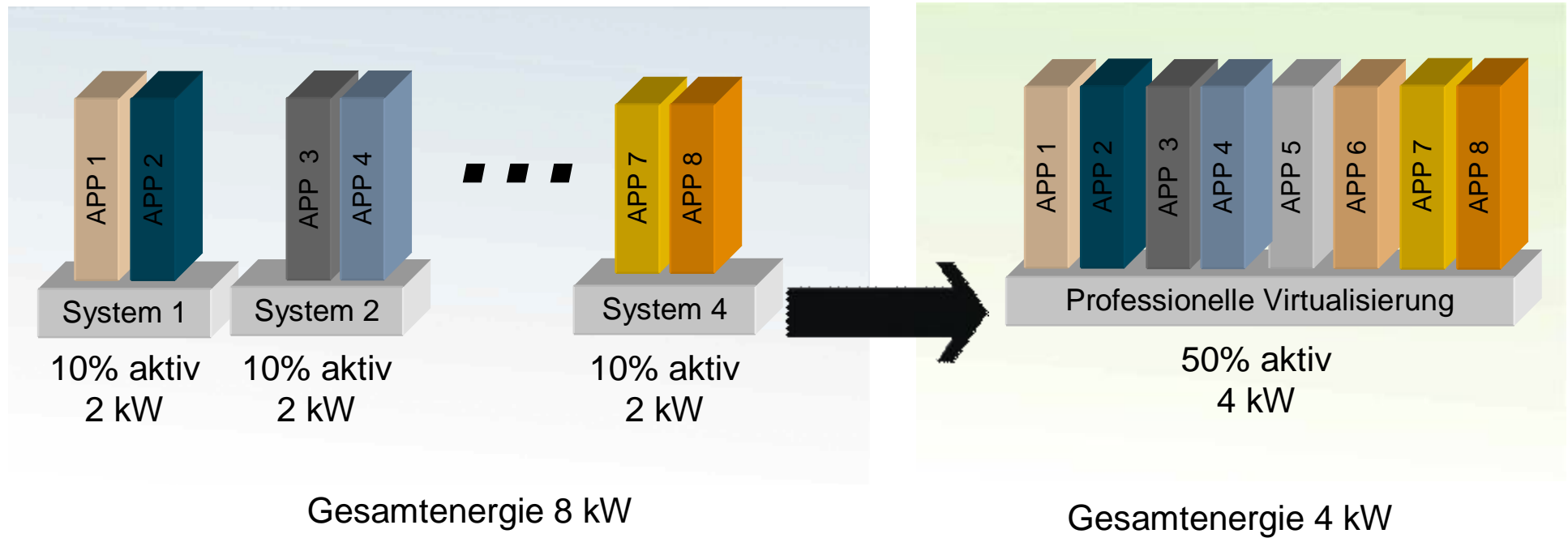
- n Terminal-Services werden von Dual Processor-Systemen bereitgestellt
- n Nutzungs-Szenario:
  - § 2.500 Benutzer des Terminal-Servers mit gleichem Service Level Agreement
  - § entweder 20 Dual Core (2004) oder 8 Quad Core Server (2007) erforderlich
- n 60% Stromverbrauch einsparen bei Versorgung der vorhandenen Benutzer
- n 75% Stromverbrauch einsparen durch Ausschalten nicht benötigter Server



# Virtualisierung ist ein starker Hebel für energieeffiziente Server



## Serverkonsolidierung spart Energie



Serverkonsolidierung mittels Virtualisierung ist ein sehr effektiver Ansatz für die Steigerung der Energieeffizienz

§ Ein Energie-Managementsystem ermöglicht, den Server-Energieverbrauch

§ zu messen

§ zu evaluieren

§ zu kontrollieren

§ und einen Zielkorridor vorzugeben



- n Verbrauch der Systeme reduzieren
  - § Effiziente Hardware hängt sehr stark vom Design ab
  - § Richtige Komponentenauswahl und Dimensionierung reduzieren den Energieverbrauch
  
- n Infrastruktur optimieren
  - § Konsolidierung auf neue leistungsfähige Systeme reduziert die Stromrechnung
  - § Poolbildung
  
- n Effiziente Nutzung der Ressourcen
  - § Virtualisierung kann den Energieverbrauch stark reduzieren
  - § Optimierte Infrastruktur erlaubt, dass nicht genutzte Maschinen ausgeschaltet werden können

# Storagelösungen

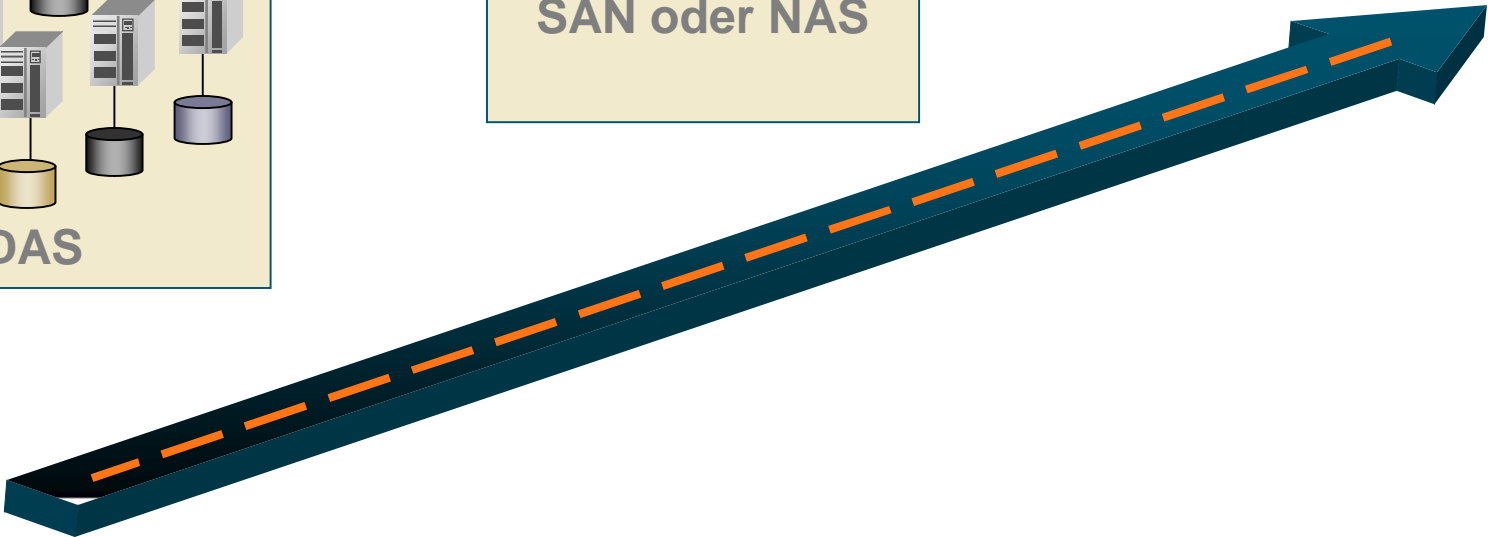
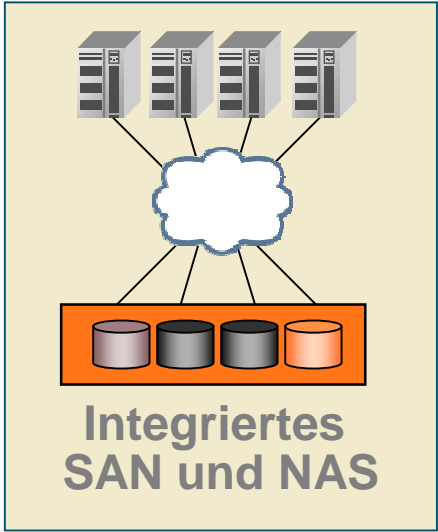
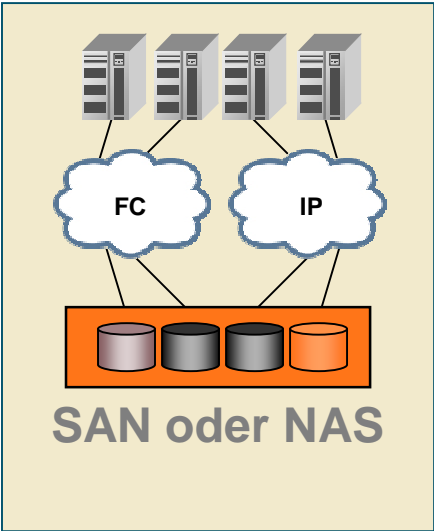
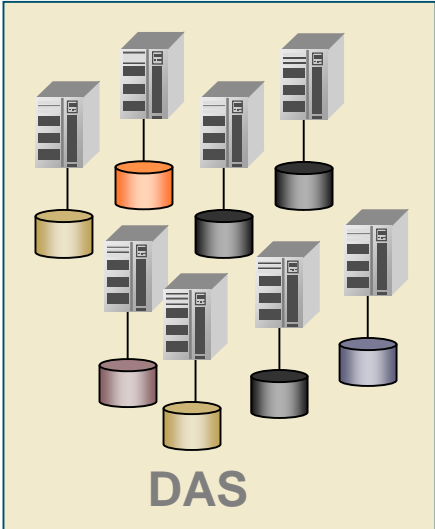
# Wie ist der Stromverbrauch in den Griff zu bekommen?



- n Daten-Management optimieren
  - § Geschäftsprozesse
  - § Information Lifecycle Management (ILM)
  
- n Infrastruktur optimieren
  - § Konsolidierung
  - § Virtualisierung
  
- n Geräte optimieren
  - § Integration effizienter Komponenten
  - § Überlegungen bei der Systemauswahl



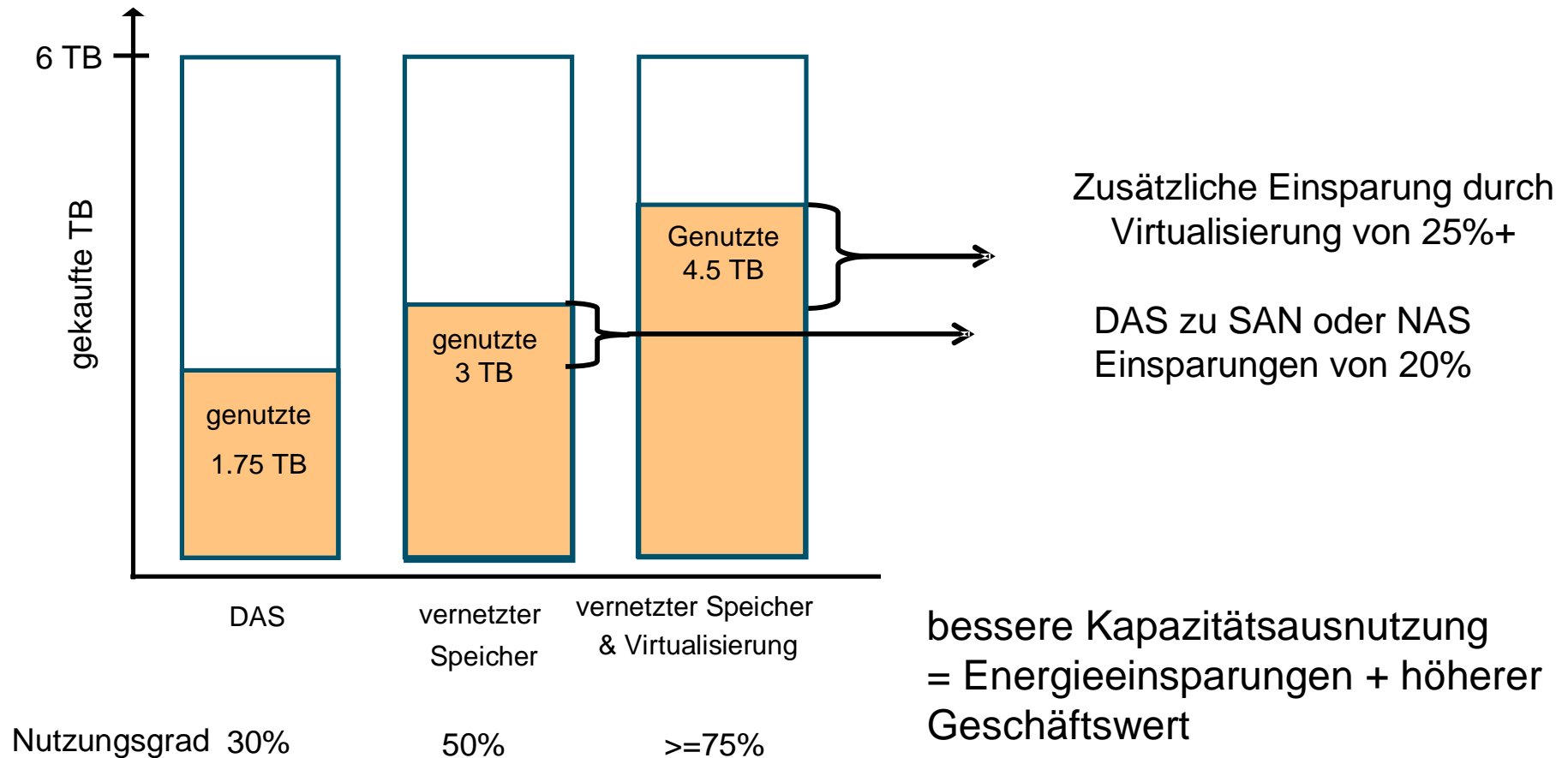
# Zentralisierung der Stagesysteme



# Der Nutzen von Zentralisierung und Virtualisierung: bessere Ausnutzung = Energie- und Kostenersparnis



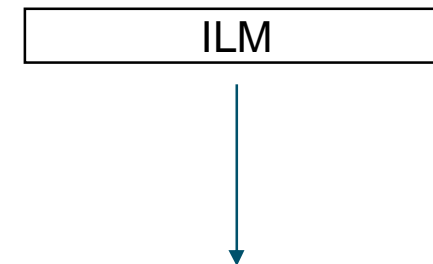
## 6 TB Bruttokapazität. Wie viel wird tatsächlich genutzt?



# Daten-Management optimieren (ILM = Information Lifecycle Management)

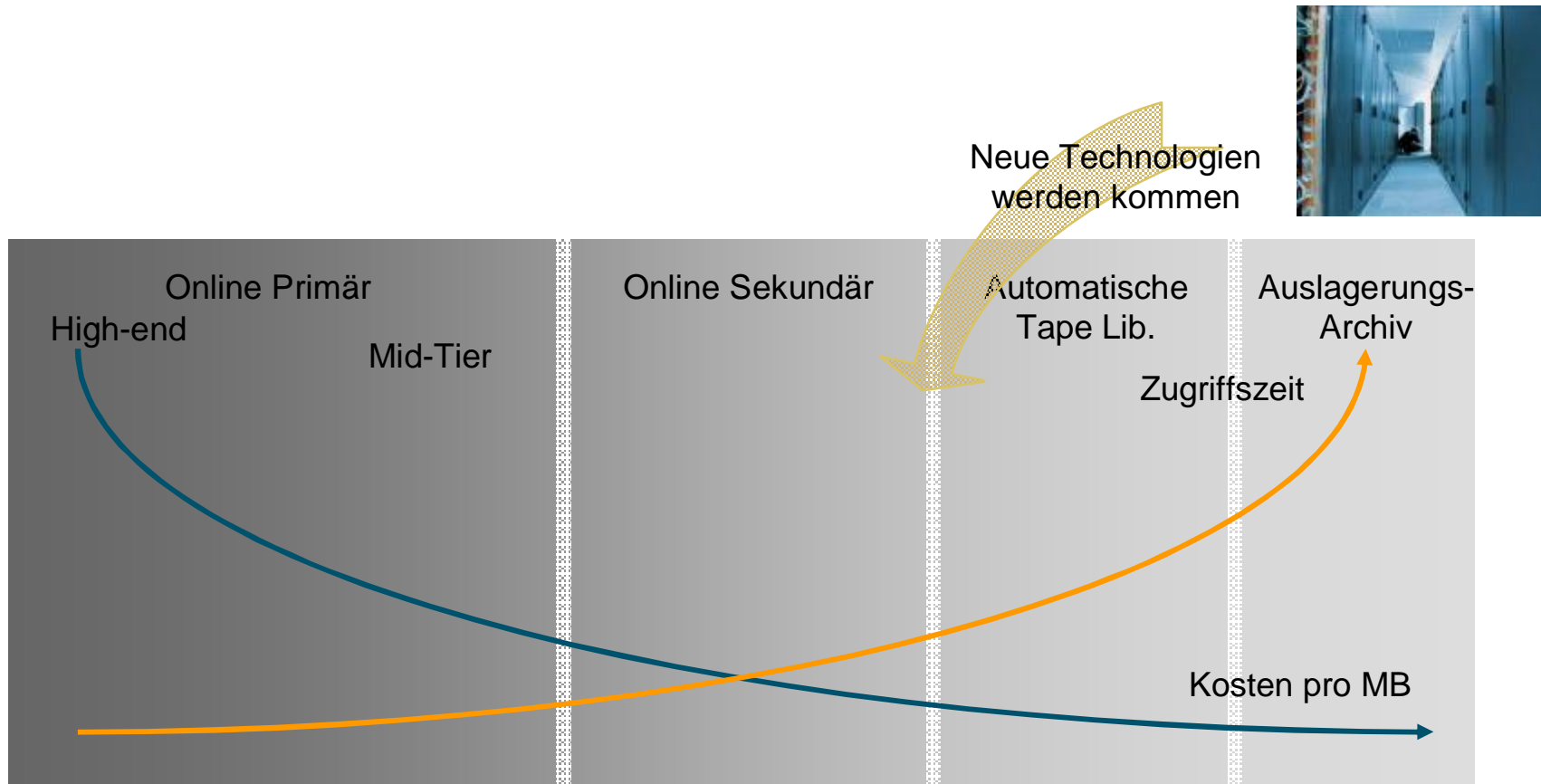


- n Zuordnung von Information zu Speicherressourcen entsprechend ihrem Wert
  - § unternehmenskritische Daten auf sehr performanten und verfügbaren FC- oder SAS-Platten
  - § weniger kritische Daten können auf billigen und energieeffizienten SATA-Platten gespeichert werden
  - § nicht vergessen: Bänder sind der kosten- und energieeffizienteste Datenspeicher




PERSPECTIVE	SCHEME	CLASSES	TIER	RULES
Application	Business Function Criticality	Mission Critical Business Data	1	99.9 - 99.999% available RTO = 0 - 1 hour RPO = Last committed DB Transaction or committed file system write
			2	98 - 99.8% available RTO = < 24 hours RPO = < 8 hours
			3	98 - 99.8% available RTO = < 24 hours RPO = < 24 hours
		Non-Critical Data	4	95 - 98% available RTO = < 24 hours RPO = < 24 hours
		Archive	5	85% available RTO = < 72 hours RPO = < 1 week

# Speicherebenen sind Realität



## Bänder brauchen (fast) keinen Strom

	Plattenspeichersystem (15 Plattencontroller, 105 Erweiterungseinheiten, SATA Platten, 9 Racks)	Bandbibliothek (1 LTO Bibliothek, 4 LTO 3 FC Bandlaufwerke, 683 LTO 3 Bandkassetten)
Kapazität	672 TB	672 TB
Listenpreis	1.250.059 €	193.464 €
Stellfläche	ca. 6 m <sup>2</sup>	ca. 1 m <sup>2</sup>
Energiekosten	81.334 €	3.140 €

SATA-Plattensysteme haben fast 26 mal so hohe Energiekosten wie Bandsysteme  
 SATA -Plattensysteme sind bei der Investition etwa 6.5 mal so teuer wie Bandsysteme  
 Die Kosten für Stromversorgung und Kühlung müssen beim TCO berücksichtigt werden

**VTL (virtual tape library) Appliances ermöglichen ILM mit Bändern  
 und damit dramatische Energieeinsparungen**





**Kompression und De-Duplikation können den Speicherbedarf beim Backup signifikant verringern**

- n DAS (Direct Attached Storage) auf ein externes Plattenarray konsolidieren
  - § durch bessere Ausnutzung wird weniger Speicherhardware benötigt
  - § spart Energie und administrative Kosten
  
- n Bandsicherung mit VTL Appliance konsolidieren
  - § nahtlose Integration aller Sicherungs-Infrastrukturen
  - § optimale Ausnutzung der Bibliotheken, Laufwerke und Bänder
  - § VTL Appliances ermöglichen ILM durch echte Bandvirtualisierung



# Neue Technologie spart Energie



	alte Generation 56x 	aktuelle Gen. (SATA) 5x 	aktuelle Gen. (SAS) 9x 
Jahr	2002	2008	2008
Kapazität	4,1 TB* 56 FC-Platten (73 GB)	5 TB** 5 SATA-Platten (1 TB)	4,05 TB** 9 SAS-Platten (450 GB)
Strom- verbrauch	3.257 W	282 W	579 W
Watt / TB	<b>795</b>	<b>48,73</b>	<b>142,96</b>
Energiekosten / Jahr	<b>2.853,13 €</b>	<b>243,65 €</b>	<b>500,26 €</b>

Echtes Sparpotential durch "state of the art" Storagetechnologie

\* max. Kapazität \*\* Kapazität zum Vergleich, max. Kapazität 56TB (SATA) / 16,8TB (SAS)  
 SATA-Platten sind billiger, verbrauchen weniger Strom, haben größere Kapazität  
 SAS-Platten sind schneller und zuverlässiger

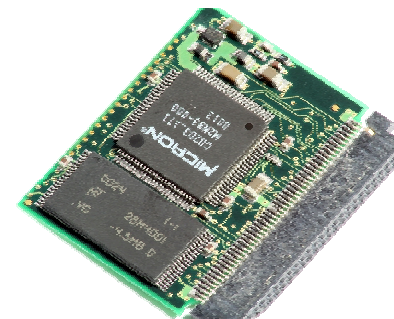
- n Festplatten haben in Speichergeräten den höchsten Energiebedarf
- n Die nächsten Folien zeigen, welche Technologien den Verbrauch in Zukunft noch weiter reduzieren können



- n MAID steht für “massive array of idle disks”
- n Festplatten im Leerlauf werden abgeschaltet
- n Kühlbedarf reduziert sich auf aktive Platten
- n Vorgeschlagene MAID Stufen
  - § *Level 1*: Köpfe abgeschaltet
    - § 15% bis 20% an Einsparungen
    - § weniger als 1 Sekunde Zugriffszeit
  - § *Level 2*: Köpfe abgeschaltet, Rotationsgeschwindigkeit reduziert sich auf 4000 RPM
    - § 35% bis 45% an Einsparungen
    - § 15 Sekunden Zugriffszeit
  - § *Level 3*: keine Rotation (Schlafmodus)
    - § 50% bis 70% an Einsparungen
    - § 30 Sekunden Zugriffszeit



- n Mechanische Festplatten (magnetische Laufwerke) werden immer mehr durch Systeme mit Flashspeicher (z.B. im Notebook) ersetzt
- n Die beiden Technologien sind
  - § hybride Platten (traditionelle Festplatte/Plattensubsystem mit Flashspeicher-Cache)
  - § flashbasierende Platten ohne mechanische Komponenten (SSD = Solid State Disk)
- n Vorteile
  - § schnellerer Zugriff (200 mal schneller als 15kRPM Platten)
  - § mechanische Robustheit
  - § geringerer Energieverbrauch, dadurch weniger Wärme im Rechenzentrum
- n Nachteile
  - § Flashspeicher für große Datenmengen teuer
  - § Speicher nur begrenzt neu beschreibbar



- n Storage ist nicht das Hauptthema
- n aber verbraucht ca 5% der Energie im Rechenzentrum, mit der größten Zuwachsrate
  
- n Drei empfohlene Schritte:
  1. Datenmanagement optimieren
    - à veraltete und überflüssige Daten löschen
    - à größtes Einsparpotential, kostet (fast) nichts
  2. Infrastruktur optimieren
    - à konsolidieren, ILM nutzen, Bänder nutzen
  3. Geräte optimieren
    - à “state of the art” Technologie spart Energie und Geld



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt:

[wolfgang.gnettner@online.de](mailto:wolfgang.gnettner@online.de)