

Energie-effiziente Infrastrukturen für das Rechenzentrum Ein gemeinsames Whitepaper von Fujitsu Siemens Computers und Knürr

Ausgabe Juli 2007

Seiten 16

Der weltweite Energiebedarf für den Betrieb von Rechenzentren steigt unaufhaltsam an und hat heute Ausmaße erreicht, die auch im Vergleich zu anderen Industrie-segmenten nicht mehr vernachlässigt werden können. Stetig steigender Bedarf an IT-Unterstützung für bestehende und neue Geschäftsprozesse lässt die Anzahl der weltweit betriebenen Server und Storage-Systeme immer weiter zunehmen.

Die damit verbundene CO₂-Problematik rückt die Betreiber von Rechenzentren in den Blickpunkt des öffentlichen Interesses. In der internen Betrachtung der Gesamtbetriebskosten wird Strom aufgrund ständig steigender Energiepreise zu einem zunehmend größeren Kostenfaktor. Der wichtigste Aspekt für viele Unternehmen ist allerdings die Tatsache, dass viele Rechenzentren mit den Anforderungen, die neue Generationen von IT-Geräten an Platz-, Energie- und Klimatisierungsbedarf mitbringen, zunehmend überfordert sind. Ohne entsprechende Konzepte werden Rechenzentren zu einem limitierenden Faktor bei der Ausweitung des Geschäfts. Seit einigen Jahren ist zum Beispiel die Wärmebelastung für Rechenzentren bzw. einzelne Serverschränke so weit angestiegen, dass die klassische Präzisionsklimatisierung auf Raumebene nicht mehr funktioniert.

Es müssen daher sowohl für die IT-Systeme als auch für die umgebende physische Infrastruktur schnell wirksame Maßnahmen gefunden und umgesetzt werden, um die Energieeffizienz von Rechenzentren nachhaltig zu verbessern. Viele der dazu erforderlichen Bausteine sind bereits heute schon verfügbar. Jeder Baustein für sich bietet konkrete Optimierungspotentiale mit zum Teil erheblichen Auswirkungen auf die TCO (Total Cost of Ownership).

Auf der IT-Ebene tragen dazu folgende Maßnahmen bei:

- Minimierung des Energieverbrauchs durch Einsatz energieeffizienterer Systeme
- Einsatz von kühlungsoptimierten Systemen
- Konsolidierung auf weniger und leistungsfähigeren Systemen (z. B. Blade Server Architekturen)
- Bessere Auslastung von IT-Systemen mit Hilfe von Virtualisierungstechnologie
- Flexible Steuerung des Energieverbrauchs von IT-Systemen durch Einsatz von dynamischen IT-Lösungen

Auf der Infrastrukturebene sind dies:

- Aufstellung der Racks in Kalt- / Warmgang-Anordnung
- Geschlossene, direkt gekühlte Racks
- Sorgfältige Führung der Kühlluft im Rack wie auch im Rechenzentrum
- Ständige Anpassung der Kühlungsanlage an die jeweiligen Betriebszustände
- Einsatz verlustarmer USV-Systeme
- Richtige Wahl der Raumtemperatur (jedes Grad Celsius weniger sorgt für einen höheren Energieeinsatz)
- Richtige Standortwahl und Isolierung der Gebäude- / Raumhülle

Aus heutiger Sicht wird allerdings eine Kombination verschiedener Maßnahmen auf IT- und Infrastrukturebene nötig sein, um den Anstieg der Energiekosten im Rechenzentrum zu stoppen oder sogar zu senken. Aus diesem Grund arbeiten Fujitsu Siemens Computers und Knürr an gemeinsamen Konzepten für integrierte Gesamtlösungen, mit dem Ziel, die Energiekosten im Rechenzentrum auch in Zukunft nachhaltig in den Griff zu bekommen.

Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Das Rechenzentrum im Spannungsfeld zwischen klassischen Anforderungen und Energieeffizienz	3
1.2	Der öffentliche Druck steigt	3
1.2.1	US-Umweltschutzbehörde nimmt Energiebedarf von Rechenzentren unter die Lupe	3
1.2.2	Energy Star für Server	4
1.2.3	BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.)	4
1.3	Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten eines Rechenzentrums steigen	4
1.4	Rechenzentren stoßen an die Grenzen ihrer Kapazität - Ursachen für die Energieproblematik im Rechenzentrum	4
1.4.1	Steigende Anforderungen nach mehr Performance und der Trend zu immer dichter gepackten Systemen	4
1.4.2	Energieverschwendung durch ineffiziente Komponenten und ineffizienten Betrieb	5
2	Lösungen für eine Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der IT-Infrastruktur	6
2.1	Fokus auf Industrie Standard Server	6
2.2	Reduzierung des Energieverbrauchs durch Einsatz energieeffizienter Komponenten	7
2.2.1	Aufbau eines energieeffizienten Servers	7
2.2.2	Der Unterschied zwischen amerikanischen und europäischen Herstellern	7
2.2.3	Weltweit energieeffizientester Server: PRIMERGY TX120	7
2.2.4	Multi-core Prozessoren: Mehr Performance pro Watt	8
2.2.5	Massive Steigerung der Energieeffizienz durch PRIMERGY RX300 S3 Quad-Core Server	8
2.3	Optimierungspotentiale beim Betrieb einer statischen IT-Infrastruktur	9
2.3.1	Höher ausgelastete Systeme nutzen Energie effizienter	9
2.3.2	Virtualisierung reduziert den Energieverbrauch	9
2.4	Übergang von einer statischen zu einer dynamischen IT-Umgebung	10
2.4.1	Einen Schritt voraus: Die Dynamic Data Center Strategie von Fujitsu Siemens Computers	10
2.4.2	Kunden profitieren zweifach – Dynamic Data Center Lösungen kombinieren Blade Server und Virtualisierungstechnologie	10
2.4.3	Flexibilisierung des Energieverbrauchs von IT-Systemen durch Einsatz dynamischer IT-Lösungen	11
3	Lösungen für eine Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Kühlungsinfrastruktur	12
3.1	Optimierung von Komponenten und Systemen	12
3.1.1	Klassische Kühllösungen	12
3.1.2	Kühllösungen für höhere Kühlleistungen	14
3.1.2.1	Die Wahl des richtigen Racks macht den Unterschied: PRIMECENTER Racks von Fujitsu Siemens Computers und Knürr	14
3.1.2.2	PRIMECENTER Liquid Cooling Racks mit Cool-save™ Technologie / Knürr CoolTherm™	14
3.2	Statische Systemoptimierung	15
3.3	Dynamische Systemoptimierung	15
4	Data Center Quality Services	16
4.1	Über 20 Jahre Erfahrung im Rechenzentrumsbau	16
5	Ausblick	16
6	Quellenverzeichnis	16

1 Einleitung

1.1 Das Rechenzentrum im Spannungsfeld zwischen klassischen Anforderungen und Energieeffizienz

Performance, Funktionalität und Verfügbarkeit der IT bei möglichst hohem ROI (Return on Investment) waren seit je her die Hauptkriterien an denen CIOs und IT-Manager gemessen wurden und dementsprechend auch die wichtigsten Faktoren bei der Auswahl von Server- und Storage-Systemen für den Einsatz im Rechenzentrum. Die anfallenden Energiekosten waren einfach der Preis den man für ein Mehr an Leistung bezahlen musste. Ein richtiges Bewusstsein für die Problematik konnte sich nicht entwickeln, da die Stromrechnung für ein Rechenzentrum selten über den Schreibtisch des Rechenzentrumsleiters bzw. CIOs ging. Mittlerweile existieren allerdings konkrete Zahlen, Trends und Prognosen von verschiedenen Seiten, die CIOs dazu veranlassen, das Thema Energieeffizienz ihres Rechenzentrums mit auf ihre Agenda zu nehmen.

In diesem White Paper sollen die wichtigsten Ursachen, die diesen Trends zugrunde liegen, aber auch konkrete Lösungsansätze für eine Optimierung der Energieeffizienz eines Rechenzentrums vorgestellt werden. In den meisten Fällen können dadurch Investitionen wie der Bau eines komplett neuen Rechenzentrums oder der Austausch eines Großteils der bestehenden Infrastruktur für Energieversorgung und Klimatisierung vermieden oder auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

Auch wenn das Thema Energieeffizienz derzeit eine zunehmende Bedeutung gewinnt, werden sich die Prioritäten bei der Auswahl von IT-Systemen für ein Rechenzentrum nur langsam verschieben. Ein wesentliches Ziel der beschriebenen Lösungsansätze ist es deshalb, nicht nur die Potentiale für einen energieeffizienteren Betrieb aufzuzeigen, sondern auch den klassischen Anforderungen an eine Rechenzentrumsinfrastruktur gerecht zu werden und eine ausreichende Performance, Funktionalität und Verfügbarkeit zu gewährleisten.

1.2 Der öffentliche Druck steigt

Unternehmen sehen sich einem immer größer werdenden finanziellen, umweltpolitischen und gesetzgeberischen Druck gegenüber, ihrer gesellschaftlichen Verantwortung gerecht zu werden. Sie sind aufgefordert, vermehrt Maßnahmen zu ergreifen, die neben einer Reduzierung von Kohlendioxidemissionen oder der Verwendung von wieder verwendbaren Materialien auch die energieeffizienten Aspekte bei der Nutzung von IT-Technologie in den Vordergrund stellen. Betroffen ist hiervon die komplette Bandbreite an IT-Systemen. Der Fokus aller Energiesparmaßnahmen lag bisher allerdings im Bereich der Produkte für Endanwender. In letzter Zeit rückt aber vor allem die Energieeffizienz des Rechenzentrums in den Blickpunkt, angefangen von der IT-Infrastruktur bis hin zur Infrastruktur für Energieversorgung und Kühlung.

1.2.1 US-Umweltschutzbehörde nimmt Energiebedarf von Rechenzentren unter die Lupe

Laut einer Studie von Jonathan G. Koomey von der Stanford University platzierten sich Rechenzentren mit einem Stromverbrauch von insgesamt 45 Milliarden Kilowattstunden oder 1,2% des kompletten US amerikanischen Energieverbrauchs im Jahr 2005 unter den größten Energieverbrauchern in den USA⁵. Das entspricht der jährlichen Gesamtkapazität von fünf 1000 Megawatt Kraftwerken. Grund genug für die US-Regierung, im Dezember 2006 ein Gesetz zu unterzeichnen, mit dem die Umweltschutzbehörde Environmental Protection Agency (EPA) angewiesen wurde, den Energiebedarf von Rechenzentren zu ermitteln. Das Gesetz beauftragte die EPA damit, innerhalb von 180 Tagen dem Kongress einen Bericht über den rapide wachsenden Energiebedarf von privaten und Behörden-Rechenzentren vorzulegen. Dabei soll die Behörde auch erkunden, wie bestehende und neue Programme genutzt werden können, damit es für Unternehmen und Behörden Anreize für die Anwendung energiesparender Techniken gibt.

Stromverbrauch von Servern einschließlich der Infrastruktur für Kühlung und Energieversorgung

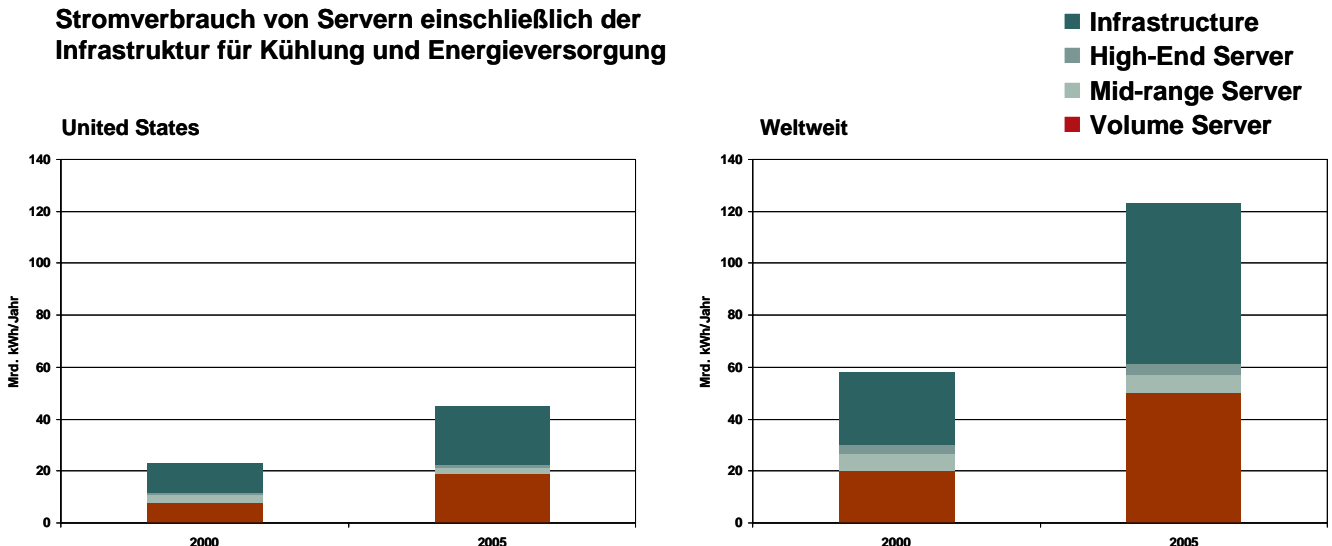


Abbildung 1: Rechenzentren verbrauchen viel Strom - ungefähr genauso viel wie alle Farbfernseher in den USA⁵

1.2.2 Energy Star für Server

Nach Ansicht der US Umweltschutzbehörde besteht eine zwingende Notwendigkeit, Server ähnlich wie PCs, Kühlschränke, DVD-Spieler oder Klimaanlage in ein Klassifizierungsprogramm aufzunehmen, um energieeffiziente Produkte zu kennzeichnen. In einem Brief an Vertreter der Computerindustrie erklärte die Behörde, dass sie damit begonnen habe, eine Energy-Star-Spezifikation für Unternehmensserver zu entwickeln. Seit 2002 gilt das Energy Star-Kennzeichen für PCs offiziell auch in der EU.

1.2.3 BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.)

Auch in Europa gibt es Anstrengungen zur Kennzeichnung von IT-Produkten bezüglich des Energieverbrauchs, um die Energieeffizienz zu steigern. Fujitsu Siemens Computers hat dem deutschen Bundesminister Sigmar Gabriel einen Vorschlag unterbreitet, der es ermöglicht, über einen typischen Jahresverbrauch für Computer, unter Einbeziehung der Energy-Star-Spezifikationen, den Energieverbrauch zu vergleichen. Der Bundesminister ist dem Vorschlag gegenüber sehr aufgeschlossen und ist bereit mit Fujitsu Siemens Computers und/oder der BITKOM über Verbrauchskennzeichnungen auf der Grundlage der vorhandenen Labels zu diskutieren. Die Fortschritte in diesem Prozess sind jedoch durch die gleichgültige, bzw. ablehnende Haltung verschiedener amerikanischer Unternehmensvertreter in den Gremien ins Stocken geraten. Fujitsu Siemens Computers erhofft sich durch diesen Vorstoß eine europaweit gültige und verbraucherfreundliche Kennzeichnungspflicht von IT Systemen.

1.3 Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten eines Rechenzentrums steigen

Der wachsende finanzielle Druck auf die Betreiber von IT ergibt sich aus einem global steigenden Bedarf an Energie mit dem Resultat weltweit steigender Energiepreise. Wirtschaftswissenschaftler verweisen hier neben dem gewaltigen Energiebedarf von expandierenden Staaten wie China und Indien auch auf die starke Zunahme von immer leistungsstärkeren Computern. Eurostat hat eine Studie veröffentlicht, wonach zwischen dem 1. Juli 2005 und dem 1. Juli 2006 der aggregierte EU-25-Strompreis (in €/kWh) für industrielle Abnehmer um 16% angestiegen ist². Für den in Abbildung 1 dargestellten Verbrauch von 45 Milliarden kWh an Strom mussten US Rechenzentrumsbetreiber im Jahr 2005 bereits Kosten von insgesamt 2.7 Milliarden US Dollar aufwenden. Weltweit werden die Kosten auf etwa 7.2 Milliarden US Dollar geschätzt⁵.

Analysten behaupten, dass das Thema Energieversorgung und Klimatisierung von Server- und Storage-Systemen mittelfristig einer der dominierenden Faktoren im Rechenzentrum werden wird. Laut IDC ist Energie heute schon mit steigender Tendenz der zweitgrößte Kostenfaktor neben den Wartungs- und Administrationsaufwänden bei den Betriebskosten eines Rechenzentrums¹⁰. Einige große Rechenzentrumsbetreiber ziehen bereits ihre Konsequenzen aus diesem Trend und verlegen den Neubau von Rechenzentren in die Nähe von großen und vor allem günstigen Kraftwerken.

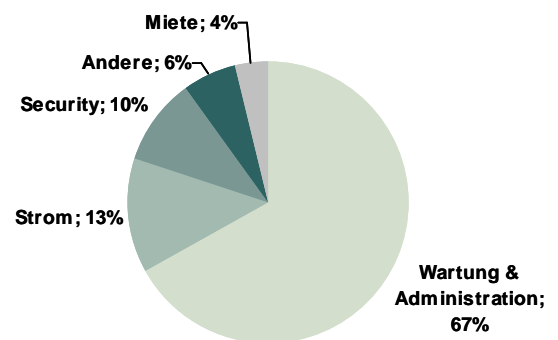


Abbildung 2: Verteilung der Betriebskosten (Quelle IDC)

1.4 Rechenzentren stoßen an die Grenzen ihrer Kapazität - Ursachen für die Energieproblematik im Rechenzentrum

Analysten sagen voraus, dass Rechenzentren im Hinblick auf Energieversorgung und Klimatisierung in naher Zukunft an die Grenzen ihrer Kapazitäten stoßen werden. Dies kann Unternehmen, die in wachsenden Marktsegmenten eine deutliche Ausweitung der IT-Unterstützung benötigen, bei der Ausweitung ihres Geschäfts stark einschränken. Wenn sich an der Energieeffizienz von IT-Systemen und deren Betrieb nichts ändert, prognostiziert Gartner, dass 50% aller Rechenzentren 2008 den Anforderungen nach Energie und Kühlung ihrer IT-Systeme nicht mehr gerecht werden können¹.

1.4.1 Steigende Anforderungen nach mehr Performance und der Trend zu immer dichter gepackten Systemen

Als wesentliche Ursachen neben den steigenden Energiekosten sind hier die nach wie vor steigenden Forderungen nach mehr Performance und der Trend zu immer dichter gepackten Systemen zu nennen.

Die wachsende Nutzung von Internetmedien und die zunehmende elektronische Kommunikation über das Internet sind für viele Experten die Bereiche mit dem stärksten zukünftigen Bedarf an IT-Unterstützung. Aber auch die zunehmende Digitalisierung von Geschäftsprozessen und andere Einflüsse wie staatliche Regulierungsbestimmungen (z. B. Sarbanes-Oxley Act, Basel II) oder Maßnahmen im Bereich von Disaster Recovery sind starke, treibende Faktoren.

Eine Einführung neuer noch leistungsfähigerer Applikationen für all diese Anwendungsbereiche zwingt die IT oft, auf neueste Hardwaretechnologie zu setzen. Server aber auch Storage-Systeme der letzten Generation bieten dabei regelmäßig mehr Performance und Kapazität auf noch engerem Raum als die vergleichbaren Vorgängersysteme. Laut einer Veröffentlichung der „American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)³⁴“ über die Entwicklung der Energiedichte für IT-Systeme ist die Energiedichte von Servern in den letzten 10 Jahren um den Faktor 10 gestiegen und wird auch zukünftig weiter steigen, wenn auch mit geringerer Geschwindigkeit.

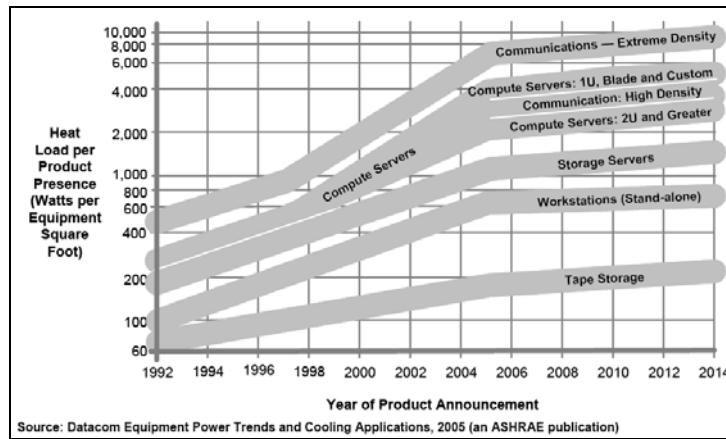


Abbildung 3: Energiedichte von Servern ist in den letzten 10 Jahren um den Faktor 10 gestiegen¹

Speziell der dramatische Anstieg der Energiedichte, der durch das überproportionale Wachstum an Blade Servern verursacht wird, wird laut Gartner die Energieaufnahme eines komplett mit Blade Servern bestückten Racks von 15 kW (2005) auf annähernd 52 kW (2011) erhöhen¹. Der gestiegene Energiebedarf aufgrund der erhöhten Serverdichte ist dabei aber nur eine Seite der Medaille. Rechenzentrumsbetreiber müssen darüber hinaus noch zusätzliche Energie für die gestiegenen Anforderungen an die Rechenzentrumsinfrastruktur wie größere Klimaanlage, Lüfter und Stromversorgungen zur Verfügung stellen.

Der wachsende Energiebedarf durch höhere Energiedichten von IT-Systemen im Rechenzentrum bei gleichzeitig ständig steigenden Energiepreisen führt zu einer Energiekostenspirale, die bei vielen Unternehmen zur Folge hat, dass bereits heute schon die Kosten für die Energie zum Betrieb und Kühlung der Systeme die reinen Anschaffungskosten übersteigen. Laut Uptime Institut liegen die 3-Jahres-Kosten für die Stromversorgung und Kühlung heute bereits beim 1–1,5-fachen der Anschaffungskosten eines Servers. Die Projektion auf das Jahr 2012 liegt im schlechtesten Fall bei einem Verhältnis 22:1 und im besten Fall bei einem Verhältnis von 3:1, immer noch einer Verdoppelung des heutigen Verhältnisses⁴.

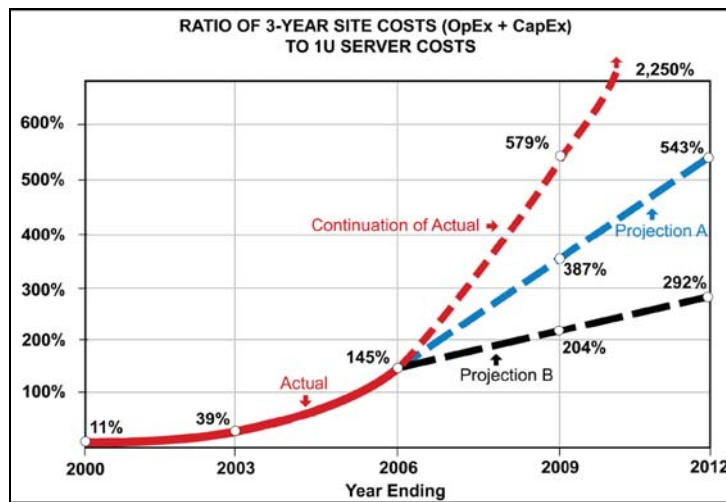


Abbildung 4: Infrastrukturkosten für Energieversorgung und Kühlung eines Rechenzentrums steigen stärker als die Anschaffungskosten für neue Server⁴

1.4.2 Energieverschwendung durch ineffiziente Komponenten und ineffizienten Betrieb

Ein Großteil der Energie, die für den Betrieb der IT aufgewendet wird, wird nicht in Rechenleistung umgesetzt, sondern geht als Abwärme verloren. Die bisherige Praxis, IT-Systeme eher überzudimensionieren oder nur für eine einzige Applikation zu verwenden, führt zumindest im Standard Server Bereich zu extrem schlecht ausgelasteten Systemen. Ein Server im Leerlauf-Betrieb verbraucht ca. 60% bis 70% der Energie wie ein Server im normalen Produktivbetrieb.

2 Lösungen für eine Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der IT-Infrastruktur

Im Folgenden sollen einige Maßnahmen aufgezeigt werden, die dazu beitragen können, der Energieproblematik im Rechenzentrum wirksam zu begegnen. In diesem Zusammenhang bietet sich natürlich ein Blick auf das Umfeld der Clientsysteme an, in deren Bereich bisher die meisten Energiesparmaßnahmen angesiedelt waren. Der Einsatz von energiesparenden Komponenten und Energiemanagementfunktionen hat dort schon eine lange Tradition. Während sich die Maßnahmen im Clientumfeld naturgemäß auf die System- und Komponentenebene beschränken, erfordert die Lösung der Herausforderungen im Rechenzentrum dagegen eine Kombination verschiedener Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen.

Ein erster Schritt dabei ist sicherlich der Einsatz energieeffizienterer Hardwaretechnologie auf Systemebene. Server- und Storage-Systeme auf Basis neuester Komponententechnologie sind deutlich energieeffizienter und liefern ständig ein Mehr an Leistung bei nahezu konstantem oder sogar reduziertem Energieverbrauch. Hersteller können durch den Einsatz von stromeffizienten Komponenten (Speicher, CPU, Stromversorgung und Lüfter), aber auch durch stromeffizienten Aufbau von Systemen erheblich zur Reduzierung des Energieverbrauchs beitragen.

Noch massiveres Optimierungspotential für den Betrieb einer eher statischen IT-Infrastruktur bieten Technologien, die auf der Infrastrukturebene durch eine Reduzierung von IT-Systemen zu erheblichen Energieeinsparungen führen. Der Umstieg auf multi-core Server, aber auch der Einsatz von Virtualisierungslösungen spielt dabei für eine Konsolidierung von IT-Systemen eine wesentliche Rolle. Die Virtualisierung von IT-Ressourcen ist aber nicht nur ein Mittel, um in statischen Umgebungen durch eine bessere Auslastung der IT-Ressourcen und deren Konsolidierung einen effizienteren Betrieb der IT-Ressourcen zu gewährleisten. Virtualisierungstechnologie ist die Schlüsselkomponente, wenn es um den Aufbau dynamischer IT-Infrastrukturen geht.

Als skalierbare Computing-Basis bildet Virtualisierungstechnologie die ideale Grundlage für die Implementierung von Serverpoolkonzepten, die in Verbindung mit Automatisierungstechnologie eine noch flexiblere Steuerung der benötigten IT-Ressourcen gegenüber einer statischen Umgebung und damit einen noch energieeffizienteren IT-Betrieb ermöglichen. Ein hoher Integrationsgrad von Applikations- und IT-Ressourcenmanagement erlaubt dabei eine deutlich bessere Abstimmung der benötigten IT-Ressourcen auf die Bedürfnisse der Applikationen.

Eine zusätzliche Integration des IT-Ressourcenmanagements in das Management der Kühlungsinfrastruktur stellt eine weitere Stufe zur Optimierung der Energieeffizienz der Rechenzentrumsinfrastruktur dar. IT-Systeme können damit eine Veränderung des Kühlungsbedarfs signalisieren. Durch die frühzeitige Information werden die trägeren Kühlsysteme in die Lage versetzt, ihre Kühlleistung rechtzeitig an die kommenden Bedürfnisse anzupassen. Das hat den Vorteil, dass erhebliche Mengen an Strom für den Betrieb der Kühlungsanlagen gespart werden können, weil sie nicht mehr ständig mit maximaler Kühlleistung betrieben werden müssen.

Viele der möglichen Maßnahmen sind dabei, verglichen mit einer Hochrüstung der Infrastruktur für Rechenzentrumsinfrastruktur oder einem kompletten Neubau eines zeitgemäßen Rechenzentrums, mit geringerem Investment verbunden. Letztendlich geht es darum, dass Unternehmen ihre bestehende Rechenzentrumskapazität weiterhin nutzen und teure Investitionen in eine neue Infrastruktur für Energieversorgung und Klimatisierung so lange wie möglich hinausschieben können.

2.1 Fokus auf Industrie Standard Server

Das größte Potential für Energiesparmaßnahmen liegt neben Maßnahmen bei der Infrastruktur für Energieversorgung und Kühlung aufgrund des großen Marktanteils eindeutig im Bereich der Volume Server (laut IDC Kosten pro System unter \$25.000), wobei Industrie Standard Server auf Basis von Intel und AMD Technologie den weitaus größten Anteil in dieser Kategorie bilden. Über 40% der Energie, die weltweit im Jahr 2005 für Server Systeme aufgewendet werden musste, wurde von dieser Serverklasse verbraucht. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Steigerung von 20% verzeichneten Volume Server auch die größten Wachstumsraten im Energieverbrauch. Zwischen 2000 und 2005 hat sich der Verbrauch mehr als verdoppelt⁵. Auch die starken jährlichen Wachstumsraten von nahezu 40% bei Blade Servern verschärfen laut Gartner die Problematik im Bereich der Volume Server durch einen Trend zu immer größerer Energiedichte im Rechenzentrum noch zusätzlich¹.

Ein weiterer Grund für die Konzentration auf den Bereich der Volume Server ist sicherlich auch, dass in diesem Segment aus technologischer Sicht der größte Nachholbedarf besteht. Die meisten Server aus dem mid-range (\$25000 - \$500000) und high-end (> \$500000) Bereich sind bereits stärker ausgelastet. Der Einsatz von derzeit im Volume Server Bereich stark wachsenden Virtualisierungstechnologien ist bei mid-range und high-end Servern schon seit vielen Jahren Stand der Technik. Durch eine Kombination aus hardware- und softwarebasierter Virtualisierung lassen sich hier Auslastungsraten von bis zu 90% erreichen.

Verbraucher	2000		2005		Energieverbrauch CAGR
	Energieverbrauch (Mrd. kWh)	%	Energieverbrauch (Mrd. kWh)	%	
Volume Server	20	34	50	41	20
Mid-range Server	7	12	7	6	0
High-end Server	3	4	4	3	5
Infrastruktur	28	50	62	50	17
Total	58		123		17

Abbildung 5: Server und Infrastruktur Energieverbrauch weltweit: Neben der Infrastruktur für Energieversorgung und Kühlung liegt das größte Energiesparpotential im Bereich der Volume Server⁵

2.2 Reduzierung des Energieverbrauchs durch Einsatz energieeffizienter Komponenten

2.2.1 Aufbau eines energieeffizienten Servers

Fujitsu Siemens Computers hat zur Ermittlung der Energiewerte eines Servers mit dem „PRIMERGY Power Configurator“ ein Werkzeug zur Verfügung, das es erlaubt, den Energieverbrauch abhängig von einem bestimmten Komponentenausbau zu ermitteln. Abbildung 6 und 7 zeigen den Vergleich zwischen einem PRIMERGY RX300 S3 System mit Standardausbau und einer energie-optimierten Variante bei identischen Performancewerten. Durch den Einsatz von Low-Voltage-Prozessoren, kleineren Festplatten (2,5" statt 3,5"), nur einem Netzteil und vier RAM-Bausteinen mit 2 GB statt acht mit jeweils 1 GB können schon rund ein Drittel des Verbrauchs gesenkt werden. Dem stehen Mehrinvestitionen für den Server von lediglich 220 Euro gegenüber. Die Stromkosten für den Betrieb lassen sich dadurch von durchschnittlich 304 Euro auf 210 Euro im Jahr senken. Berücksichtigt man zusätzlich, dass etwa der gleiche Anteil an Energie im Bereich der Kühlungsinfrastruktur gespart werden kann, amortisieren sich die Mehrkosten für die Anschaffung des energieeffizienteren Systems schon nach etwa einem Jahr.

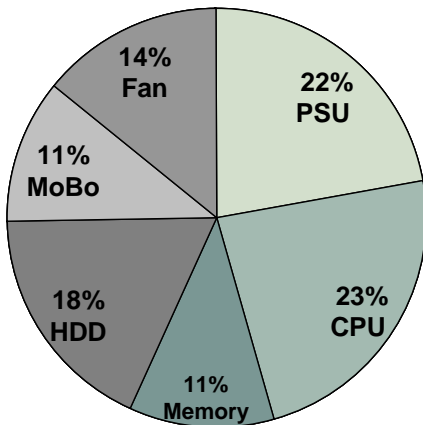


Abbildung 6: Standardsystem
E5320 CPU, 8x 1GB RAM, 6x HDD 3.5" 15K

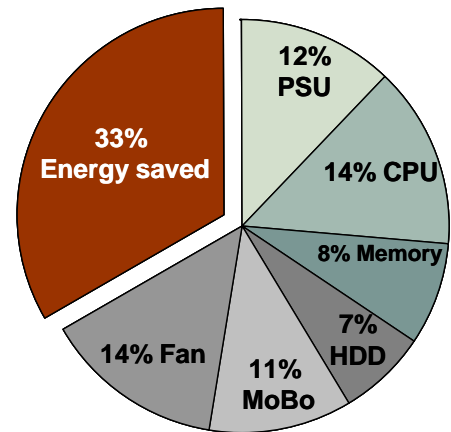


Abbildung 7: Energie-optimiertes System
L5320 CPU, 4x 2GB RAM, 6x HDD 2.5" 10K

2.2.2 Der Unterschied zwischen amerikanischen und europäischen Herstellern

Obwohl noch keine offiziellen Vergleichs- und Benchmarktests vorliegen, besteht schon heute die Möglichkeit anhand von Herstellerangaben die unterschiedlichen Energiewerte der verschiedenen Serverklassen miteinander zu vergleichen. Diese Vergleiche zeigen folgende Ergebnisse. Server von einem großen amerikanischen Hersteller verbrauchen im Durchschnitt 21% mehr Energie, als vergleichbare Server von Fujitsu Siemens Computers. Dies bedeutet bei einem Lebenszyklus eines Volume Servers von mindestens drei Jahren, Mehrkosten von ca. 500 Euro. Der Grund hierfür liegt aller Wahrscheinlichkeit nach an dem Effizienzgrad der verbauten Stromversorgung, einer ineffizienteren Kühlung und dem Design der Systeme. Dem Durchschnittswert liegt ein Vergleich von 55 unterschiedlichen Konfigurationen zugrunde. Diese Konfigurationen wurden nach einem Zufallsprinzip ausgesucht. Die Tabelle stellt für einige ausgewählte Serverklassen den zusätzlichen Energieverbrauch gegenüber Servern von Fujitsu Siemens Computers dar (Stand Juli 2007).

1 HE – 1 Socket Intel Server	+24 %
1 HE – 2 Socket Intel Server	+35 %
2 HE – 2 Socket Intel Server	+11 %
2 HE – 2 Socket AMD Server	+20 %
Blade – 2 Socket Intel Server	+13 %

Durch die jahrelange Sensibilität europäischer und japanischer Unternehmen, privater und politischer Organisationen den Themen Energieeinsparung und Umweltfreundlichkeit gegenüber, hat Fujitsu Siemens Computers eine Vorreiterrolle gegenüber diesen Anforderungen übernommen. Dies wird auch in diesem Vergleich deutlich.

2.2.3 Weltweit energieeffizientester Server: PRIMERGY TX120

Mit dem PRIMERGY TX120 bietet Fujitsu Siemens Computers den derzeit energieeffizientesten Server auf dem Markt. Voll ausgestattet verbraucht dieses System nur 163 Watt. Die geringen Kühlungsanforderungen in Verbindung mit hochqualitativen Lüftern ermöglichen dabei extrem niedrige Geräuschpegel von 28 Dezibel im Leerlauf-Betrieb und lediglich 31 Dezibel im operativen Betrieb.



2.2.4 Multi-core Prozessoren: Mehr Performance pro Watt

Der Einsatz von Multi-Core Prozesortechnologie ist sicherlich eine der effektivsten Strategien, um mehr Rechenleistung bei konstantem oder reduziertem Energieverbrauch zu erreichen. Eine deutliche Optimierung des Verhältnisses von Performance pro Watt ermöglicht es IT-Managern, die Packungsdichte zu erhöhen, ohne an die Grenzen der Energieversorgung gehen zu müssen.

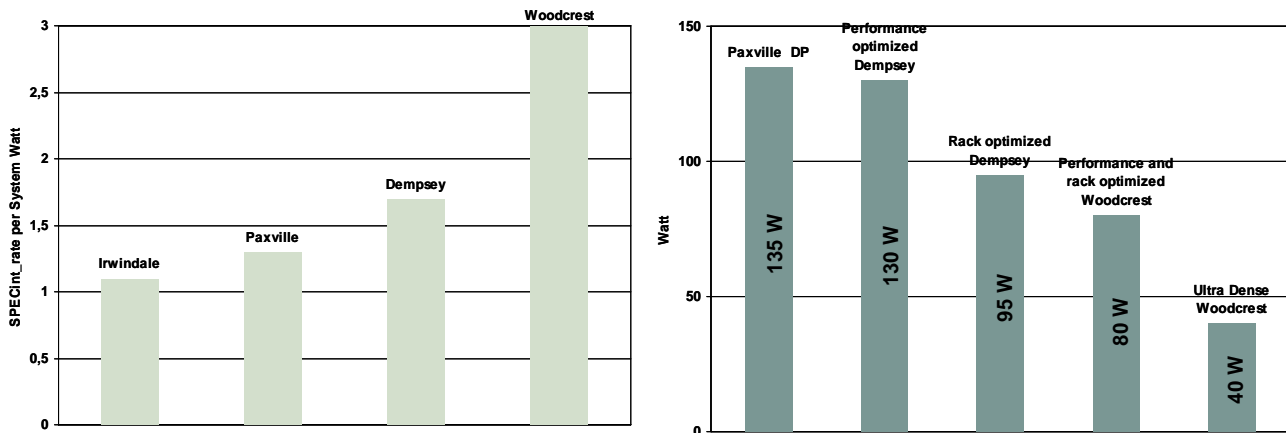


Abbildung 8: Ständig steigende Rechenleistung bei konstantem oder reduziertem Energieverbrauch

2.2.5 Massive Steigerung der Energieeffizienz durch PRIMERGY RX300 S3 Quad-Core Server

Vergleichsmessungen von Fujitsu Siemens Computers zwischen einem Single-Core PRIMERGY Server RX300 S2 (Markteinführung 2004) und einem Quad-Core PRIMERGY Server RX300 S3 haben ergeben, dass der SPECint_rate_base2000-Benchmark beim Übergang von RX300 S2 zu RX300 S3 eine Zunahme der Leistung bei gleicher Energieaufnahme um das 7,6-fache zeigt. Das heißt, bei gleichem Stromverbrauch können deutlich mehr Nutzer bedient werden. Oder umgerechnet: um die gleiche Leistung zu erzielen, braucht der RX300 S3 nur 13% des Strombedarfs eines RX300 S2.

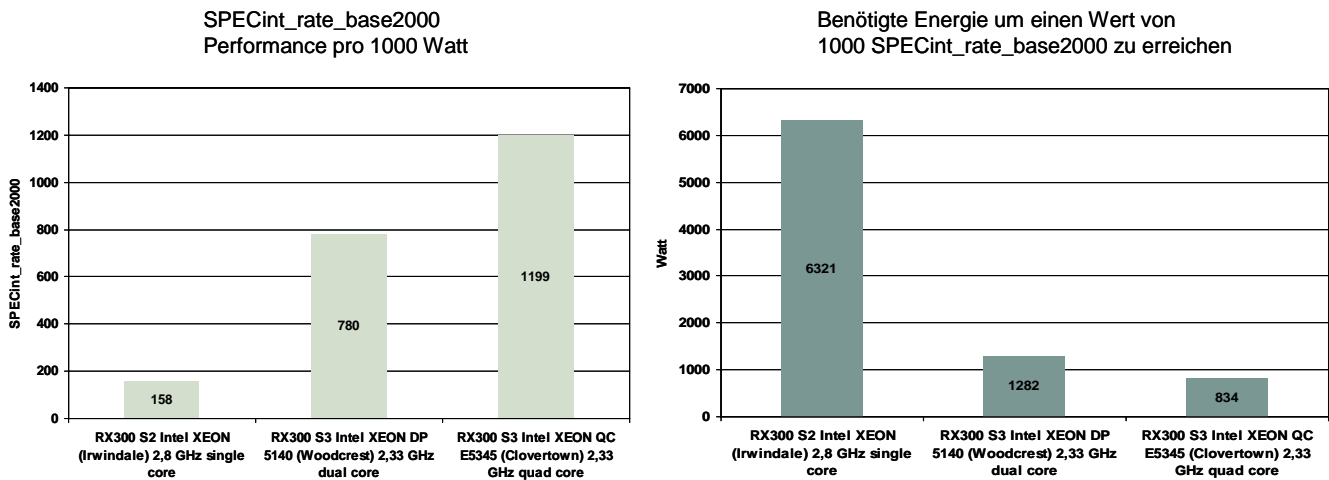


Abbildung 9: 7,6-fache Leistungssteigerung bei gleicher Energieaufnahme oder 87% weniger Strom bei gleicher Nutzerzahl

In einem Terminal-Service-Szenario ergab sich daraus eine konkrete Energieersparnis von über 60% und ein Kosteneinsparpotential von 8.460 Euro pro Jahr, um die gleiche Anzahl an Benutzern zu bedienen. Ein PRIMERGY RX300 Single-Core war hier in der Lage 127 Benutzer zu bedienen, während der RX300 S3 Quad-Core auf 300 Nutzer kam. Um die Service Level Agreements für 2.500 Nutzer zu garantieren, waren deshalb anstatt 20 Single-Core Servern nur noch 8 Quad-Core Server nötig.

2.3 Optimierungspotentiale beim Betrieb einer statischen IT-Infrastruktur

2.3.1 Höher ausgelastete Systeme nutzen Energie effizienter

Die in vielen Rechenzentren weitverbreitete Praxis, einen Server nur für eine ganz spezielle Aufgabe einzusetzen, stellt neben den Kosten für Anschaffung und Management auch aus Sicht der Energieeffizienz ein wachsendes Problem dar. Der Ansatz, jeder Anwendung ihren eigenen Server zu geben, vermeidet zwar Softwarekonflikte und bietet dadurch einen pragmatischen Weg die Zuverlässigkeit der Systeme steigern, führt aber auch dazu, dass viele dieser Server mit den auf ihnen ablaufenden Lasten deutlich unterfordert sind und sich über große Zeiträume hinweg schlicht langweilen. Durchschnittliche Auslastungsraten bei Standard basierten Servern von lediglich 5 bis 10% sind hier nichts Ungewöhnliches.

Da der Unterschied im Energieverbrauch zwischen einem Server unter normaler Last und einem Server bei reduzierter Auslastung nur sehr gering ist, trägt eine derartige Architektur zu einer massiven Energieverschwendung und zu unnötigen Kosten für unproduktive Systeme bei.

Ein Server, der komplett im Leerlauf-Betrieb läuft, verbraucht immer noch eine große Menge an Energie. Messungen an einem typischen Datenbankserver haben ergeben, dass dieser Server, der unter maximaler Last 550 Watt und im normalen Produktivbetrieb 400 Watt verbraucht, im Leerlauf-Betrieb immer noch 350 Watt benötigt. Des Weiteren wird eine zusätzliche Menge an Energie für eine Kühlung von Servern verschwendet, die nicht produktiv arbeiten und nur heiße Luft erzeugen.

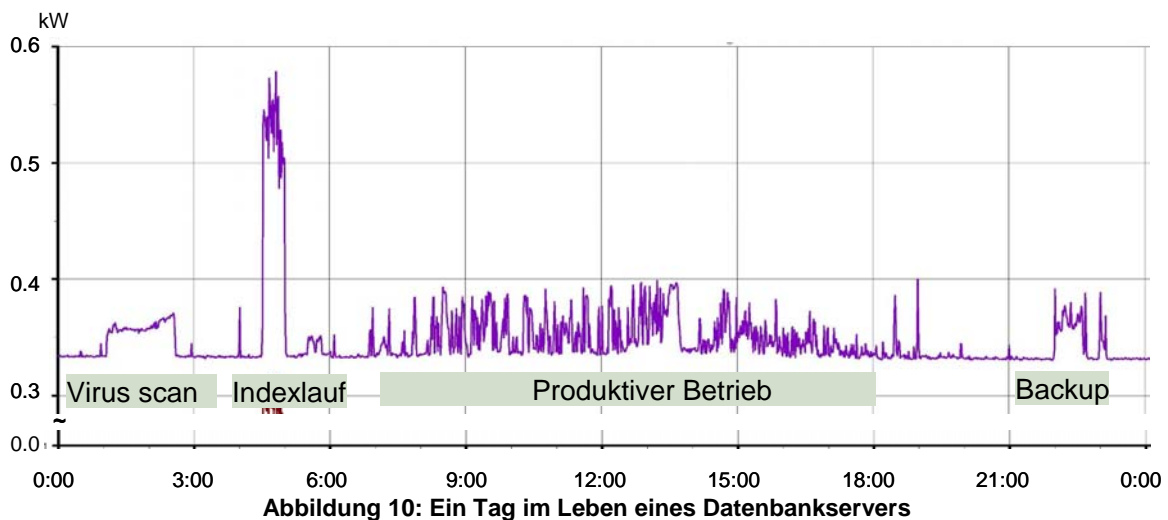


Abbildung 10: Ein Tag im Leben eines Datenbankservers

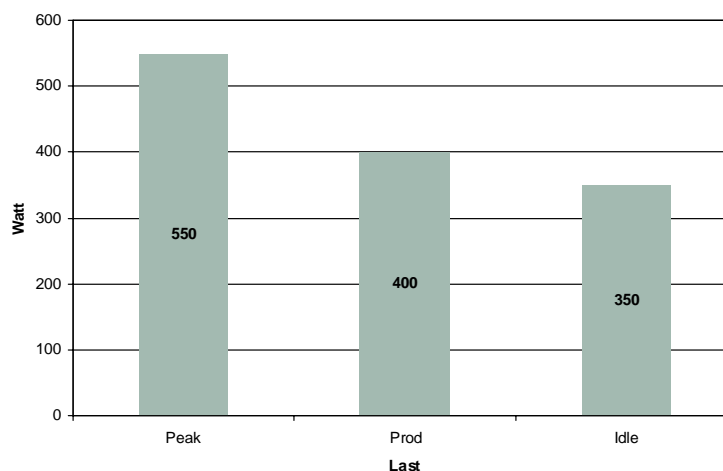


Abbildung 11: Ein Server verbraucht im Leerlauf nahezu genauso viel Energie wie im Produktivbetrieb

2.3.2 Virtualisierung reduziert den Energieverbrauch

Auf der Suche nach einem Ausweg aus diesem Dilemma setzen viele Unternehmen heute auf das gewaltige Potential, das ihnen Virtualisierungstechnologie jeglicher Art bietet, um die Auslastung ihrer Systeme zu erhöhen.

Ein Server, der durch den Betrieb zahlreicher virtueller Instanzen höher ausgelastet ist, nutzt die zugeführte Energie wesentlich effizienter aus. Netzteile arbeiten zum Beispiel bei hoher Beanspruchung deutlich effizienter als bei der Versorgung eines bloßen Leerlauf-Betriebs. VMware ist heute die am weitesten verbreitete Servervirtualisierungslösung für standardbasierte Server im Markt. Daneben gibt es weitere Softwarelösungen, wie z.B. Xen (Open Source) und Virtual Server von Microsoft. Fujitsu Siemens Computers bietet darüber hinaus seit Längerem im Midrange und Highend Bereich auf seinen PRIMERGY BladeFrame, BS2000/OSD, PRIMEQUEST, PRIMEPOWER und SPARC Enterprise Plattformen sogar eine Kombination aus softwarebasierenden und hardwaregestützten Virtualisierungskonzepten. Mit Mainframe-Plattformen lassen sich Auslastungsraten von über 90% erreichen. Sie gehören damit zu den effizientesten Plattformen überhaupt. Gartner schätzt,

dass Virtualisierungstechnologie in den nächsten 3 bis 5 Jahren die Auslastungsraten auch für standard-basierten Server von heutigen 10 – 20% auf mindestens 50 bis 60% steigert⁶.

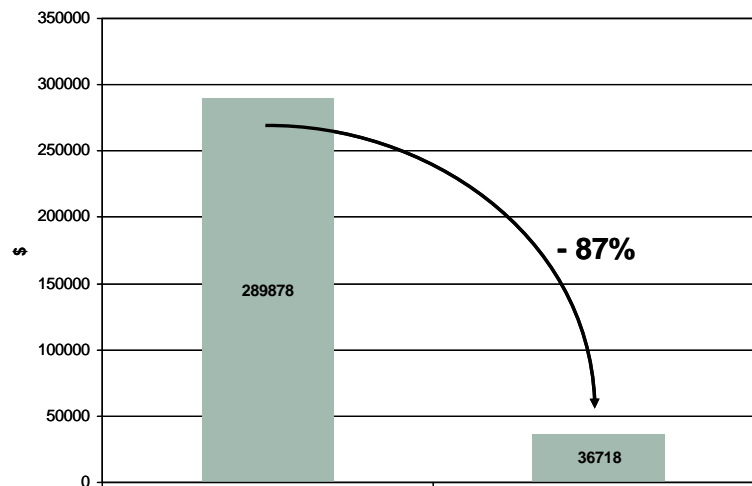


Abbildung 12: Jährliche Energiesparpotentiale durch Servervirtualisierung mit VMware bei einer Konsolidierungsrate von 12,5:1¹¹

2.4 Übergang von einer statischen zu einer dynamischen IT-Umgebung

Einen weiteren Schritt über die Verwendung von energieeffizienten Komponenten und die Virtualisierung von Servern hinaus zu noch mehr Energieeffizienz bietet der Einsatz von dynamischen Infrastrukturen. Durch eine Flexibilisierung des IT-Betriebs lassen sich IT-Ressourcen noch genauer dem aktuell notwendigen Bedarf anpassen. Unnötiger Energieverbrauch nicht benötigter Systeme kann noch weiter reduziert werden. Abbildung 13 zeigt am Beispiel einer Terminal Server Umgebung, wie der Einsatz modernster quad-core Prozessortechnologie in Verbindung mit Managementtools, die einen flexibleren Betrieb ermöglichen, die Energiekosten um 74,5% senken kann.

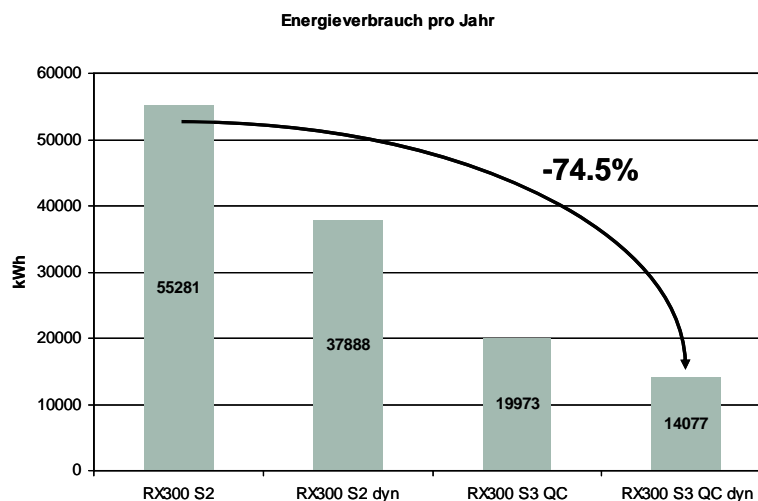


Abbildung 13: Energieeinsparung durch Kombination von neuester Prozessortechnologie und dynamischem Betrieb für eine Terminal Server Umgebung

2.4.1 Einen Schritt voraus: Die Dynamic Data Center Strategie von Fujitsu Siemens Computers

Die Überführung vieler kleinerer Applikationsinseln, jeweils bestehend aus Produktiv-, Backup- und Testsystemen, in eine Architektur, die auf einem Pool von gleichartigen IT-Ressourcen basiert, reduziert die Anzahl benötigter Server erheblich und trägt deshalb maßgeblich dazu bei, große Mengen an Energie zu sparen. Auch hier sorgt der Einsatz von Virtualisierungstechnologie dafür, dass alle Services komplett von einzelnen Servern entkoppelt sind und deswegen jeder Service auf jedem Server aus dem Pool ablaufen kann.

2.4.2 Kunden profitieren zweifach – Dynamic Data Center Lösungen kombinieren Blade Server und Virtualisierungstechnologie

Blade Server wie auch Virtualisierungstechnologie adressieren viele gemeinsame Themenbereiche, die maßgeblich dazu beitragen, die Energieeffizienz einer IT-Umgebung zu steigern. Blade Server Architekturen ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Komponenten wie Stromversorgungen und Lüftern und dadurch energie-technische Vorteile auf Systemebene. Die einzelnen Komponenten werden besser ausgelastet und es werden insgesamt weniger Komponenten für den Betrieb benötigt.

Analog hierzu führt der Einsatz von Virtualisierungstechnologie auf der Infrastrukturebene zu weniger und besser ausgelasteten Gesamtsystemen. Durch die Kombination beider Technologien in einer integrierten Lösung bietet sich für Kunden die einzigartige Möglichkeit, innerhalb einer einzigen Implementierung doppelt zu profitieren.

2.4.3 Flexibilisierung des Energieverbrauchs von IT-Systemen durch Einsatz dynamischer IT-Lösungen

Die Integration der Managementwerkzeuge, die nötig sind um die IT-Infrastruktur zu kontrollieren, in die Managementumgebung der Applikationshersteller, ermöglicht eine bessere Reaktion auf die Ressourcenbedürfnisse der Applikationen und damit auch eine flexiblere Zuteilung von IT-Ressourcen.

- Bei einer notwendigen Skalierung einer Serverfarm aufgrund von Hochlastsituationen aber auch bei der Reaktion auf Fehlersituationen kann dadurch sicher gestellt werden, dass zusätzliche Server erst aktiviert werden, wenn sie auch wirklich benötigt werden und nicht schon vorher in irgendeinem Leerlauf-Modus ungenutzt Energie verbrauchen.
- IT-Administratoren erhalten zudem Unterstützung bei der Optimierung der Auslastung ihrer IT-Ressourcen. Nicht benötigte Server können einfach abgeschaltet werden, wenn die Last sinkt. Automatisierungstechnologie erleichtert dabei zum Beispiel die Einführung eines energieeffizienten Tag/Nacht-Betriebs.
- Dynamic Data Center Lösungen realisieren zudem ein energieeffizientes N:1 Redundanzkonzept. Innerhalb einer Serverfarm muss hier nur noch ein Ersatzserver zur Verfügung gestellt werden. Dieser Server wird im Fehlerfall automatisch aktiviert. Wenn das Service Level Agreement es zulässt, muss dieser Server nicht einmal eingeschaltet sein und verbraucht so auch nicht unnötig Energie.
- Gemeinsam genutzte Storage Systeme in einer NAS/SAN-Umgebung führen zu einer besseren Auslastung der Plattenkapazität und damit auch zu einem energieeffizienteren Betrieb.

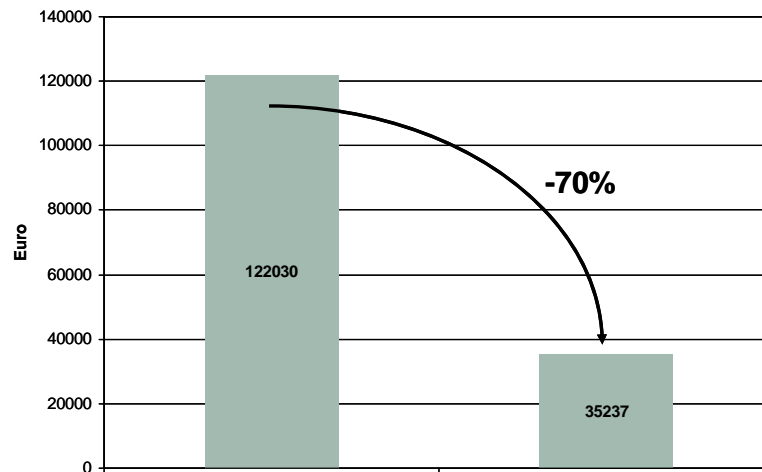


Abbildung 14: Energiekosteneinsparung durch Einsatz der Dynamic Data Center Lösung „FlexFrame for Oracle“ an Hand eines konkreten Kundenszenarios

3 Lösungen für eine Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Kühlungsinfrastruktur

Trotz der bezüglich Stromaufnahme deutlich verbesserten Leistung von Servern ist in den vergangenen Jahren der Gesamtenergiebedarf für den Betrieb von Servern in Rechenzentren dramatisch angestiegen. „Stromfresser“ sind dabei nicht nur die Server und andere IT-Komponenten selbst, sondern insbesondere auch die physische Infrastruktur. Insgesamt wird für Stromzuführung und Kühlung noch einmal soviel Energie verbraucht wie für das gesamte IT-Equipment, die gesamte elektrisch zugeführte Energie muss letztlich als Wärme wieder nach draußen geführt werden. Das heißt zunächst einmal, dass jedes auf der IT-Seite eingesparte Watt doppelt zählt, weil damit auch bei der Infrastruktur ein Watt eingespart wird. Aber das bedeutet auch, dass für die Verbesserung der Energieeffizienz der Infrastruktur dringender Handlungsbedarf besteht.

Die meisten dazu erforderlichen Technologien und Lösungen existieren bereits, sie müssen lediglich konsequent angewendet und aufeinander abgestimmt werden. Für die Zukunft besteht allerdings darüber hinaus noch enormes Optimierungspotential.

3.1 Optimierung von Komponenten und Systemen

3.1.1 Klassische Kühllösungen

Rechenzentren sind derzeit fast immer noch luftgekühlt. Server und andere IT-Komponenten werden meist so in Serverracks eingebaut, dass sie frontseitig kühle Luft aus dem Raum ansaugen und erwärmte Luft rückseitig ausblasen. Sofern ausreichend Kühlluft zur Verfügung steht und die Wärmeabfuhr per Luft durch den Rechneraum funktioniert, sind selbst Hochleistungsrechner wie Blade Server einwandfrei mit Luft kühlbar. Aktuelle Serverracks sind so konstruiert, dass die Türen durch die Qualität ihrer Perforation (> 80% freie Luftdurchtrittsfläche) keinen nennenswerten Strömungswiderstand leisten. Neben Anforderungen an die zulässige relative Luftfeuchtigkeit soll laut ASHRAE die Luftansaugtemperatur für IT-Equipment zwischen 20 und 25°C liegen⁷, die Server von Fujitsu Siemens Computers lassen heute aber einen wesentlich weiteren Temperaturbereich zwischen 5 und 35°C zu, ohne dass der Betreiber dabei Einschränkungen in der MTBF (Mean Time Between Failure) befürchten zu muss.

Die technisch maximal mögliche Kühlleistung pro Rack findet ihre Grenzen in der Fähigkeit des umgebenden Raumes, ausreichend Kühlluft zu den Frontseiten der Racks zu schaffen und die Warmluft von den Rückseiten wieder aus dem Raum heraus zu den meist an der Peripherie der Rechenzentrumsfläche aufgestellten Umluftkühlgeräten zurückzuführen.

Abbildung 15 zeigt die bezüglich der Kühlung beste Aufstellung der Schränke in Kaltgang- / Warmgang-Anordnung⁸. Die Kühlluft wird von den Umluftkühlgeräten unter den Doppelboden gedrückt, dort verteilt und durch perforierte Platten in die kalten Gänge vor die Ansaugseite der Schränke geblasen.

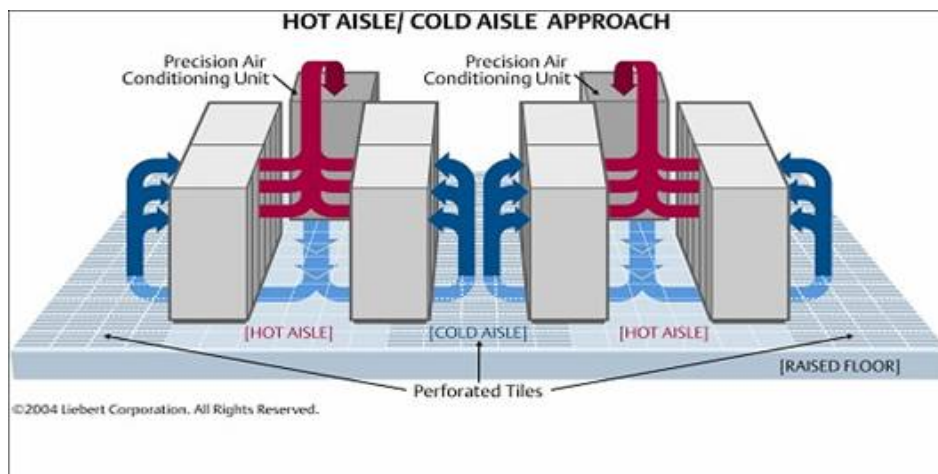


Abbildung 15: Kaltgang- /Warmgang-Anordnung für optimale Kühlungsergebnisse

Besonders in kleineren aber insbesondere auch in älteren Rechenzentren findet man häufig noch andere Anordnungen der Schränke, zum Teil auch ohne Doppelboden. Die hier dargestellten Optimierungsansätze lassen sich aber auch auf solche Fälle grundsätzlich übertragen.

Mit der Kaltgang- / Warmgang-Anordnung lassen sich, sorgfältige Planung und Ausführung vorausgesetzt, etwa 3 bis 5 kW Kühlleistung pro Rack abführen. In älteren Rechenzentren liegen diese Werte meist erheblich niedriger, etwa bei 1 bis 2 kW pro Rack. Die Kaltgänge sind dann vollständig mit kühler Luft gefüllt (die von den Betreibern gewünschte Temperatur liegt meist um die 20°C) und die Warmluft wird über den Schränken gesammelt und zu den Kühlgeräten zurückgeführt.

Für höheren Kühlleistungsbedarf reicht die herangeführte Kühlluftmenge nicht mehr aus, zum Teil wird Warmluft über die Schränke hinweg auf die kalte Seite zurückgesaugt. So kann die Lufttemperatur im oberen Bereich der Schränke unzulässig hohe Werte erreichen, es entstehen sogenannte „Wärmenester“.

Um diese Temperatur herunterzudrücken, wird häufig die Ausblastemperatur auf niedrigere Werte eingestellt, etwa in den Bereich 15 bis 18°C. Diese Maßnahme verbessert die Situation im oberen Bereich der Schränke, kostet aber viel zusätzliche Energie.

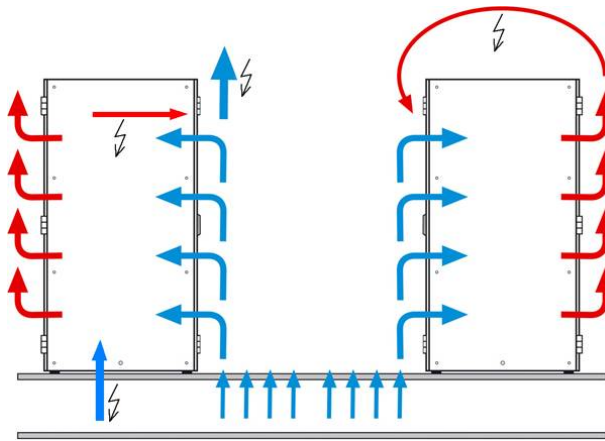


Abbildung 16: Warmluft wird über die Schränke hinweg auf die kalte Seite zurückgesaugt

Die Ursache dieses zusätzlichen Energiebedarfs für die Kühlung liegt im Kühlsystem außerhalb des Raumes.

Abbildung 17 zeigt einen typischen Aufbau des Kühlsystems außerhalb des Computerraumes. In den Umluftkühlgeräten befindet sich ein Wärmetauscher, der von den außerhalb des Gebäudes aufgestellten Chillern mit Kaltwasser oder Kältemittel versorgt wird. Im Chiller hebt eine Kompressionskältemaschine die Temperatur des Kühlmediums (etwa 10°C) soweit an, dass es mit Umgebungsluft rückgekühlt werden kann. Selbst in Mitteleuropa muss das auch bei Außentemperaturen bis 40°C funktionieren, das heißt, das Kühlmedium muss auf etwa 45 – 50°C erwärmt werden, um eine effektive Wärmeabfuhr zu gewährleisten.

Bei niedrigeren Umgebungstemperaturen (in diesem Beispiel etwa unter 8°C) kann das Kühlmittel direkt, ohne Einsatz der Kältemaschine, mit der Außenluft heruntergekühlt werden („freie Kühlung“).

Kompressionskältemaschinen benötigen für ihren Antrieb relativ viel Energie, als Daumenwert können etwa 30 – 40% der Kühlleistung angenommen werden. Diese Antriebsleistung liegt umso höher, je niedriger die erforderliche Temperatur des Kühlmediums ist.

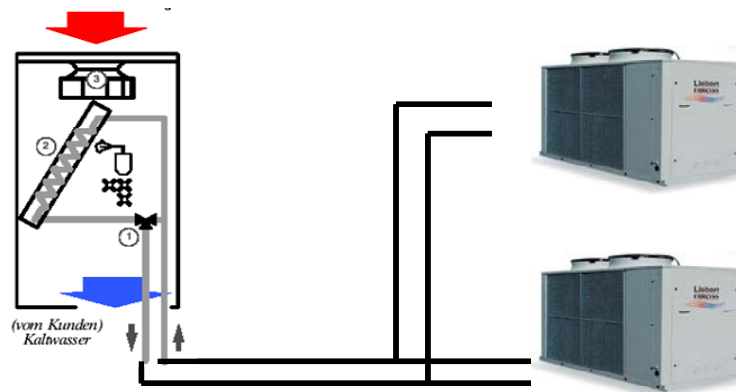


Abbildung 17: Typischen Aufbau eines Kühlsystems außerhalb des Computerraumes

Der Energiebedarf zum Antrieb des Kühlsystems verteilt sich folgendermaßen auf die einzelnen Komponenten:

Hoch:

Antrieb der Kältemaschinen in den Chillern. Der Energiebedarf ist umso geringer, je höher die erforderliche Temperatur des Kühlmediums liegt und je niedriger die Außentemperatur ist. Der Wirkungsgrad der Chiller steigt mit jedem Grad, und die möglichen Freikühlungsperioden (ohne Antriebsleistung für die Kältemaschinen) werden überproportional länger. Daneben sind optimale Wirkungsgrade der beteiligten Komponenten (Kompressoren, Elektroantriebe) und deren energieoptimierte Regelung wichtig.

Mittel:

Antriebsleistung für die Gebläse (in den Umluftkühlgeräten und in den Chillern), sie ist proportional zum Luftvolumenstrom (m³/h) und zur Druckdifferenz zwischen der Raumluftansaugung und dem Druck (Pa) im Doppelboden. Daneben spielt die strömungstechnische Optimierung der Gebläse, der Antriebsmotoren (am besten EC Motore) und deren energieoptimierte Regelung eine große Rolle.

Gering:

Antriebsleistung der Flüssigkeitspumpen im Kühlmittelsystem, der Energiebedarf kann beinahe vernachlässigt werden, trotzdem sollten auch hier die einzelnen Komponenten, das Rohrleitungssystem (geringer Durchflusswiderstand) und die Regelung optimiert werden. Die Pumpen sollten unbedingt druckgeregelt sein.

Daneben spielt auch die Be- und Entfeuchtung der Raumluft eine gelegentlich sehr bedeutende Rolle, die gründlich betrachtet werden muss. Das wird hier aber wegen der Komplexität der Thematik nicht weiter vertieft.

Abbildung 18 zeigt eine typische Verteilung des Energiebedarfs für ein sauber geplantes Rechenzentrum. Die IT-Komponenten benötigen etwa 50%, das Kühlsystem etwa 25% und die Gebläse für die Luftumwälzung etwa 12%. Der Anteil für die Stromversorgung (USV Anlage, Transformatoren) ist mit ca. 10% relativ gering, kann aber auch erheblich optimiert werden.

Daraus ergeben sich klare Prioritäten für die Energieoptimierung:

1. IT-Komponenten und System
2. Optimierung des Kühlsystems, indem alle Temperaturniveaus so hoch wie möglich werden
3. Optimierung der Luftumwälzung durch Vermeidung von Kühlluftverlusten. Die umgewälzte Luftmenge sollte so gering wie möglich gehalten werden.

Zu beachten ist auch, die gesamte Kühlungsinfrastruktur nicht überzudimensionieren. Die tatsächlich von den Servern aufgenommene elektrische Leistung – und somit die Kühllast – liegt etwa 30 – 40% unter den auf den Typenschildern angegebenen Werten.

3.1.2 Kühlösungen für höhere Kühlleistungen

Durch den enormen Anstieg der Rechnerleistung während der letzten Jahre und trotz der erheblich verbesserten Energieeffizienz der Server (s. Abschnitt 2.2) ist gleichzeitig die Packungsdichte der Elektronik so weit angestiegen, dass die Wärmebelastung einzelner Schränke von ca. 1-2 kW (2000) auf Werte zwischen 10 und mehr als 20 kW angestiegen ist (2007). Diese Wärmelasten liegen in einem Bereich, die die klassische Präzisionsklimatisierung bei weitem überfordern (s. Abschnitt 3.1.1). Schon bei erforderlichen Kühlleistungen über 5 kW pro Rack reicht in den meisten Fällen die klassische Präzisionsklimatisierung des Raumes nicht mehr aus, um die von den Racks produzierte Abwärme abzuführen. Um einen Hot Spot im Rechenzentrum zu vermeiden, gibt es eine Reihe gut funktionierender Ansätze (Einhausung von Gängen, Zusatz-Kühlgeräte bei oder an den Racks) mit offener Kühlarchitektur, die aber hier nicht näher betrachtet werden sollen. Aber auch auf Schrankebene sind intelligentere Lösungen gefordert.

3.1.2.1 Die Wahl des richtigen Racks macht den Unterschied: PRIMECENTER Racks von Fujitsu Siemens Computers und Knürr

Auf Schrankebene ist es entscheidend, für eine möglichst widerstandsarme Luftführung zu sorgen. Der Einsatz von luftgekühlten PRIMECENTER Racks mit widerstandsarmen Türen, einer größeren Schrankbreite (700 statt 600 mm) und strukturierter Verkabelung bietet hier durch eine Optimierung der Strömungsverhältnisse in entsprechend optimierten Räumen maximale Kapazitäten von bis zu 10 kW und ist damit sogar in der Lage, die Abwärme eines mit Servern vollbestückten Racks nach außen zu führen.

3.1.2.2 PRIMECENTER Liquid Cooling Racks mit Cool-save™ Technologie / Knürr CoolTherm™

Für sehr hohe Kühlleistungen über 20 kW pro Rack funktionieren nur geschlossene direkt gekühlte Racks technisch verlässlich und wirtschaftlich optimal. Wegen der günstigen Eigenschaften werden solche Produkte aber auch schon für Kühlleistungen ab 10 kW eingesetzt.

Knürr CoolTherm™ bzw. PRIMECENTER Liquid Cooling Racks mit Cool-save™ Technologie führen nahezu die gesamte Wärme im Kühlwasser ab. Das bedeutet eine minimale Wärmeabgabe an den Aufstellungsraum und somit eine deutliche Entlastung der Klimatisierungsinfrastruktur im Rechenzentrum. Damit lassen sich auch zukünftige Servergenerationen noch sicher betreiben und die Grenzen der konventionellen Luftkühlung überschreiten.

Der höhere Wirkungsgrad der Kühlungsinfrastruktur durch Wasserkreislauf (Wasser ist ein 3.500 mal besserer Wärmeträger als Luft) erlaubt die Erhöhung der Packungsdichte, nicht nur innerhalb der wassergekühlten PRIMECENTER LC Racks, sondern auch die Rechenzentren sind „wärmeneutral“ mit Racks und Servern zu füllen, unabhängig von der Kühlleistung. Jetzt hängt die Packungsdichte nur noch von den geometrischen Eigenschaften im Rechenzentrum und der Kapazität des Kaltwassersatzes ab. Mit PRIMECENTER Liquid Cooling Racks ist eine Flächeneinsparung von mehr als Faktor 3 oder eine Verdreifachung der Stellfläche im Rechenzentrum und damit ein erhebliches Einsparungspotential möglich.

Das Bild zeigt einen solchen Schrank. In den Schrank ist ein Luft-Wasser Wärmetauscher integriert, der ganz unten im Schrank angeordnet ist, um jedes Leckagerisiko für die IT-Komponenten auszuschließen.

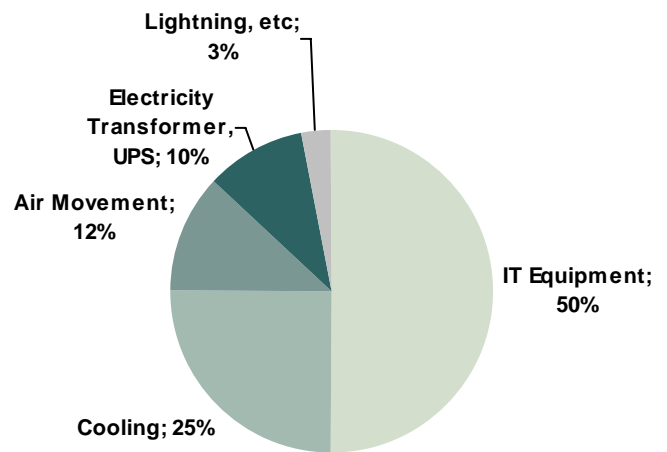
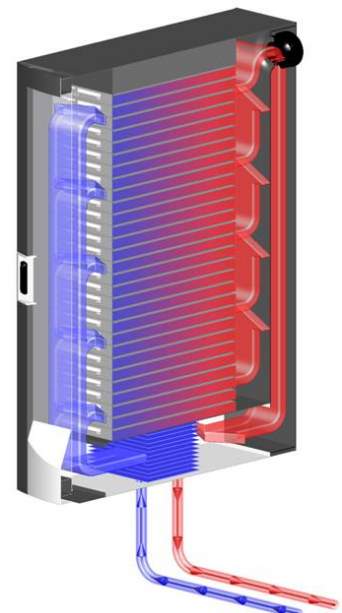


Abbildung 18: Verteilung des Energiebedarfs für ein sauber geplantes Rechenzentrum



Das Rack ist luftseitig geschlossen, die Kühlluft wird in einem geschlossenen Kreislauf bei einem festen Temperatursollwert vor die Luftansaugung der IT-Komponenten geführt. Durch eine strikte Trennung der kalten von der warmen Seite ist die Kühllufttemperatur von unten bis oben gleich, es gibt prinzipbedingt keine Wärmenester, auch nicht bei höchsten Kühlleistungen.

Durch die durchgehende strikte Führung der Kühlluft, den sehr kurzen Luftweg und die in den Schrank integrierten Lüfter wird eine sehr hohe Kühlleistung erreicht. Die Lüfter selbst sind energieoptimiert (Lüfterräder, EC Motoren), der Wärmetauscher ist bezüglich Wärmeübergang und Strömungswiderstand sehr großzügig dimensioniert. Die Kühlleistung und die Lüfterdrehzahl werden stufenlos so geregelt, dass immer gerade die Leistung zur Verfügung steht, die tatsächlich gebraucht wird.

Mit diesem Konzept ist der Energiebedarf für die Luftumwälzung bereits energieoptimiert, es sind dafür keine speziellen Maßnahmen außerhalb der Schränke erforderlich.

Für die Optimierung des Kühlsystems besteht ein erhebliches Potential, da die notwendige Kühlwasservorlauftemperatur hierbei wesentlich höher liegt als für die „klassische“ Lösung erforderlich.

3.2 Statische Systemoptimierung

Das Optimierungspotential der klassischen Lösung liegt vor allem in der sorgfältigen Führung der Kühlluft. Die konsequente Abdichtung aller Lecks im Doppelboden, die sorgfältige Auswahl und Platzierung der Doppelbodenplatten sowie die Kalt- / Warmtrennung innerhalb der Racks sind die Grundlage für den energieoptimierten Betrieb.

Um Rückströmungen von Warmluft zu vermeiden, ist ein sorgfältiges Ausbalancieren der zulässigen Wärmelasten (und damit der IT-Bestückung) je Schrank unerlässlich. Kein Umluftkühlsystem lässt sich so auslegen, dass an jedem Schrank die gleiche Kühlluftmenge zur Verfügung steht bzw. dass die Abfuhr der Warmluft überall gleichgut funktioniert. Es steht also ein je Schrank individuelles Leistungsbudget zur Verfügung, das bei der Bestückung mit IT-Komponenten berücksichtigt werden muss.

So kann dafür gesorgt werden, dass nur die Luftmenge bewegt werden muss, die tatsächlich gebraucht wird. Zusätzlich sollten die Gebläse in den Umluftkühlgeräten über Referenztemperatursensoren im Raum drehzahlregelt werden. Auf diese Weise kann der Energiebedarf für die Luftumwälzung minimiert werden.

Weitere Potentiale stecken in der Möglichkeit, mit höheren Ausblastemperaturen aus dem Doppelboden zu fahren. 20 – 22°C sollten ausreichen, damit kann das gesamte Kühlsystem, wie weiter oben dargestellt, mit erheblich geringerem Strombedarf gefahren werden (günstigerer Chillerwirkungsgrad, längere Freikühlungsperiode).

Beim geschlossenen System (wassergekühlte Serverschränke) ist die Luftumwälzung bereits für alle Betriebszustände optimiert. Die möglichen Vorlauftemperaturen liegen noch höher als bei der optimierten klassischen Kühllösung. Noch mehr Potential in dieser Hinsicht kann genutzt werden durch eine Bestückung der Schränke unterhalb der maximalen Kühllast. So reicht beispielsweise für einen mit ca. 15 kW bestückten 25 kW Schrank eine Kühlwassertemperatur von etwa 20°C aus, um die Kühllufttemperatur im Inneren konstant und über die gesamte Höhe gleich bei 25°C zu halten.

Abhängig von den eingesetzten Servern kann dann noch die Kühllufttemperatur weiter hochgesetzt werden. 25°C Dauertemperatur sind meist unproblematisch. Einige Server sind für noch höhere Dauertemperaturen bis etwa 30°C ausgelegt. Damit ist, zumindest mit geschlossenen Schränken, denkbar, auf Chiller im Kühlsystem ganz zu verzichten und das ganze Jahr über mit Nasskühltürmen zu fahren. Damit wären die größten Energiefresser vollständig eliminiert.

Besonders günstig ist dabei, dass hohe Leistungsdichte durch hohe Packungsdichte der Elektronik und die konsequente Auslastung von Servern durch Virtualisierung gleichzeitig zu besonders energieeffizienten Kühllösungen führen. Gegenüber herkömmlichen Kühllösungen können, je nach Ausgangssituation, bis zu 40% des Energieaufwandes für Kühlsystem und Luftumwälzung eingespart werden.

3.3 Dynamische Systemoptimierung

Da sowohl der aktuelle Strombedarf – und damit die abzuführende Wärme – als auch die Außentemperatur und –feuchte ständig schwanken, steckt sehr viel weiteres Einsparpotential in der ständigen Anpassung der Anlage an die jeweiligen Betriebszustände. Ziel dabei ist, ständig die Kühlwassertemperatur so hoch wie möglich und die umgewälzte Luftmenge so klein wie möglich zu halten. Kaum nennenswertes Potential steckt in der Anpassung des Kühlmedienstroms, dafür rechnen sich oft die nötigen Zusatzinvestitionen nicht.

Im Bereich der physikalischen Infrastruktur werden dafür hauptsächlich in Raum oder Schränken platzierte Temperatursensoren ausgewertet, evtl. auch die aktuelle Stromaufnahme der Server und gelegentlich auch Druckdifferenzen und Strömungsgeschwindigkeiten. Besondere Bedeutung gewinnt eine dynamische physikalische Infrastruktur in Verbindung mit einer dynamischen IT Umgebung. Nur so lassen sich die möglichen Energieeinsparungspotenziale vollständig nutzen.

Aufbauend auf diese Entwicklung der IT- und Infrastrukturtechnologien wird in Zukunft auch die Nutzung der Abwärme, z.B. zur Gebäudebeheizung, eine wichtige Rolle spielen. Zwar ist die Abwärme auch bei höheren Kühlwassertemperaturen von etwa 20°C nicht direkt nutzbar, aber von diesem Niveau kann die Temperatur mit Hilfe einer Wärmepumpe mit einer sehr guten Leistungsziffer auf die erforderlichen 50 - 55°C angehoben werden.

4 Data Center Quality Services

4.1 Über 20 Jahre Erfahrung im Rechenzentrumsbau

Mit den Data Center Quality Services bietet Fujitsu Siemens Computers IT Product Services für alle Bereiche eines Rechenzentrums (Klimaanlagen, Stromversorgung, Brandschutz, Wasserversorgung, Sicherheitseinrichtungen) ein modular aufgebautes Leistungsportfolio mit mehreren Bausteinen an, welche miteinander verknüpft einen ganzheitlichen Ansatz für die Schaffung sicherer und wirtschaftlicher Rechenzentrums-Infrastrukturen realisieren. Neben Beratung, Risikoanalyse, Design und Konzeption umfasst der Leistungskatalog auch Projektmanagement und die Realisierung von individuellen Lösungen.



Speziell beim Design und der Konzeption im Bereich von Klima- und Elektrotechnik werden energieeffizienten Lösungen höchste Priorität beigemessen. Potentiale zur Energieeinsparung werden bei der Auswahl von Klima- und Kälteanlagen, aber auch bei der Auslegung von Energietransport und Energieumwandlung betrachtet und berechnet.

Mit über 20-jähriger Erfahrung im Rechenzentrumsbau ist Fujitsu Siemens Computers für Rechenzentrumsbetreiber der kompetente Partner, der alle Produkte, Lösungen und Dienstleistungen aus einer Hand anbieten kann.

5 Ausblick

Sowohl auf der IT-Seite als auch auf der Infrastrukturseite besteht großes weiteres Optimierungspotential. Viele namhafte Hersteller haben sich deshalb in jüngster Zeit zu offenen, gemeinnützigen Organisationen wie „Green Grid“ und der „Climate Savers Initiative“ zusammengeschlossen, um neue Techniken für das Stromsparen in Rechenzentren zu entwickeln. Der Fokus von „Green Grid“ liegt hier auf der Optimierung der Rechenzentrums-Infrastruktur und der Erarbeitung von „Best Practices“. Unter anderem sollen Kennzahlen und Messverfahren für Stromverbrauch und Abwärmeerzeugung etabliert werden. Demgegenüber hat die „Climate Savers Initiative“ mehr die Energieeffizienz der einzelnen Geräte (PCs und Server) im Blick. Ziel dieser Initiative ist es, bis zum Jahr 2010 den Energieverbrauch von Computern zu halbieren und dadurch den Kohlendioxidausstoß um 54 Millionen Tonnen pro Jahr zu senken. Parallel dazu ist das „SPEC Power-Performance Committee“ gerade dabei, einen ersten Benchmark zur Evaluierung der Energieeffizienz von Servern zu entwickeln. Damit könnten dann erstmals faire und konsistente Aussagen über den Energieverbrauch von Servern getroffen werden.

Um die teils ehrgeizigen Ziele all dieser Initiativen zu erreichen, werden signifikante Verbesserungen auf allen Ebenen nötig sein. Auf Komponentenebene arbeiten zum Beispiel alle Hersteller daran, den Energieverbrauch ihre Produkte vor allem bei niedrigen oder mittleren Auslastungsraten zu optimieren. Managementwerkzeuge werden in Zukunft in der Lage sein, den Energieverbrauch zu messen und darzustellen. Energieverbrauch wird als eine zusätzliche wichtige Metrik beim Management einer IT-Umgebung einfließen um den Einsatz von IT Systemen noch stärker am tatsächlichen Bedarf auszurichten.

Darüber hinaus wird in Zukunft ein intelligentes Zusammenwirken der IT-Systeme mit der physischen Infrastruktur weitere Energieeinsparungen im zweistelligen Prozentbereich bringen. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen IT- und Infrastrukturherstellern erforderlich, wie sie Fujitsu Siemens Computers und Knürr seit Jahren erfolgreich betreiben.

6 Quellenverzeichnis

1. „Meeting the Data Center Power and Cooling Challenge“, Gartner, 19. Dezember 2006
2. „Strompreise für private Haushalte und industrielle Verbraucher zum 1. Januar 2006“, Eurostat - Umwelt und Energie — Statistik kurz gefasst, 11. November 2006
3. „Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications“, ASHRAE, 2005
4. „Data Center Energy Efficiency and Productivity“, The Uptime Institute, 2007
5. „Estimating total power consumption by servers in the U.S: and the world“, Jonathan G. Koomey, Februar 2007
6. „Important Power, Cooling and Green IT Concerns“, Gartner, 23 January 2007
7. „Thermal Guidelines for Data Processing Environments“, ASHRAE, 2004
8. „Design Considerations for Datacom Equipment“, ASHRAE, 2005
9. „Liquid Cooling Guidelines for Datacom Equipment Centers“, ASHRAE, 2006
10. „Managing the Data Center of the Future – Aufbau und Betrieb von Service-orientierten Infrastrukturen“, Thomas Meyer, IDC's Dynamic IT Conference, München, Juli 2007
11. „Virtualization: The Best Initiative for Alleviating the Power Crisis in the Data Center“, VMware, 2007