



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 30. November 2009

Unterstützung des IEE-EU-Projekts „Development of the Market for Energy efficient Servers“

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Encontrol AG
Bremgartenstrasse 2
CH-5443 Niederrohrdorf
www.encontrol.ch

Autor:

Alois Huser, Encontrol AG, alois.huser@encontrol.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Programmleiter: Roland Brüniger

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 152431 / 101967

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	4
2	Resumé	4
3	Abstract.....	5
4	Einleitung.....	5
5	Server-Markt in Europa und Energieeffizienzpotential.....	6
5.1	Server-Markt in Europa	6
5.2	Server-Markt in der Schweiz.....	7
6	Markthindernisse und technische Massnahmen für eine verbesserte Energieeffizienz.....	8
7	Kriterien für Energieeffizienz und Benchmarks.....	9
8	Fallbeispiele	11
8.1	Übersicht Fallbeispiele	11
8.2	Fallbeispiel KMU in der Schweiz	11
9	Erarbeitete Umsetzungsmittel im Projekt	12
9.1	Werbeprospekt für die Motivation von Unternehmen	12
9.2	Guidelines für die Beschaffung und das Management von energieeffizienten Servern und Server-Infrastruktur	12
9.2.1	Voraussetzungen im Unternehmen für Energieeffizienz und Kosteneffizienz.....	12
9.2.2	Beschaffung und Betrieb der Server.....	13
9.2.3	Massnahmen im Bereich der Infrastruktur	16
10	Merkblatt „Energieeffizienz und Sicherheit bei IT-Servern in KMU-Betrieben“ in der Schweiz.	16
11	Vorschläge für weitere Aktivitäten in der Schweiz	17
12	Literaturverzeichnis	17
13	Anhang	19

Encontrol AG: gespeichert 30.11.09, gedruckt 30.11.09/SB-E-Server-2009-deutsch-Version1.doc/ahu

1 Zusammenfassung

Das im Rahmen des EU-Programms „Intelligent Energy Europe“ initiierte Projekt „Efficient Servers“ zielt darauf ab, die beträchtlichen Potenziale für Energieeinsparungen und Kostensenkungen bei Servern in der Praxis zu demonstrieren und die Marktentwicklung für energieeffiziente Server zu unterstützen. Von 2007 bis 2009 arbeiteten Energieexperten, IT-Fachleute aus der Industrie und Forscher aus verschiedenen europäischen Ländern in diesem Projekt zusammen und publizierten Empfehlungen für eine verbesserte Energieeffizienz bei der Nutzung von Servern. Die Schweiz war assoziiertes Mitglied und leistete mit eigenen Forschungsbeiträgen und der Durchführung eines Pilotprojekts einen aktiven Beitrag zum Erfolg des Projekts.

Die Marktübersicht und Zukunftsabschätzungen zeigen, dass sich der Stromverbrauch für Server zwischen 2006 und 2011 etwa verdoppeln wird, wenn nicht Massnahmen zu einer verbesserten Energieeffizienz eingeführt werden können. Mehrere durchgeführte Fallbeispiele demonstrieren, dass der Energieverbrauch von Servern um 50 bis 80 Prozent gesenkt werden kann. Dies in erster Linie dank der Konsolidierung und Virtualisierung von Server-Farmen.

Die publizierten Guidelines für die Beschaffung und das Management von energieeffizienten Servern und Server-Infrastruktur geben ausführliche Empfehlungen für die Praxis ab. Speziell für KMU's ist für Geschäftsführer und EDV-Verantwortliche ein zweiseitiges Merkblatt erarbeitet worden. Die wichtigsten Empfehlungen für eine bessere Energieeffizienz sind:

- mehrere physische Server auf einem Rechner konsolidieren mit Virtualisierungslösungen:
Energieeinsparungen von 50 bis 80 Prozent
- Beschaffung von bedarfsgangepasster und energieeffizienter Hardware:
Energieeinsparungen von 25 bis 30 Prozent
- Einsatz von Power-Management in Servern (Ausschalten oder Idle-Zustand von Servern in Schwachlastzeiten):
Energieeinsparungen von etwa 20 Prozent
- Optimierung der Infrastruktur wie Erhöhung des Temperaturniveaus, effiziente Kühlung und unterbruchsfreie Stromversorgung:
Energieeinsparungen von 25 bis 50 Prozent

2 Resumé

Le projet "Efficient Servers" initié dans le cadre du programme "Intelligent Energy Europe" de l'Union européenne, a pour but de démontrer les importants potentiels d'économie d'énergie et d'abaissement des coûts des serveurs dans la pratique et de soutenir le développement du marché des serveurs énergiquement plus efficents. Des experts en énergie, des spécialistes en informatique de l'industrie et des chercheurs de différents pays européens ont collaborés à ce projet de 2007 à 2009 et publié des recommandations pour l'amélioration de l'efficience énergétique lors de l'utilisation de serveurs. La Suisse était membre associé et a activement contribué au succès de ce projet par ses propres recherches et la réalisation d'un projet pilote.

L'étude du marché et les pronostics montrent, que la consommation d'électricité des serveurs devrait presque doubler entre 2006 et 2011 si des mesures pour une meilleure efficience énergétique ne sont pas introduites. Plusieurs simulations réalisées démontrent que la consommation d'énergie des serveurs peut être baissée de 50 à 80 pourcent. Ceci en premier lieu grâce à la consolidation et la virtualisation de fermes de serveurs.

Les lignes directrices publiées, pour l'acquisition et la gestion de serveurs et d'infrastructures de serveurs énergiquement plus efficents, offrent des recommandations détaillées pour la mise en

pratique. Une fiche technique de deux pages a été spécialement élaborée pour les directeurs et responsables GED des PMU. Les principales recommandations pour une meilleure efficience énergétique sont:

- Consolider plusieurs serveurs physiques sur un ordinateur avec des solutions de virtualisation: économies d'énergie allant de 50 à 80% pourcent.
- Acquisition de matériel informatique adapté aux besoins et énergiquement plus efficient: économies d'énergie allant de 25 à 30 pourcent.
- Utilisation d'une gestion de consommation pour les serveurs (déclenchement ou mise en état de veille des serveurs dans les périodes à faible charge) : économies d'énergie d'environ 20 pourcent.

Optimisation de l'infrastructure ainsi que augmentation du niveau de température, refroidissement efficace et alimentation sans interruption : économies d'énergie allant de 25 à 50 pourcent.

3 Abstract

The „Efficient Servers“ project initiated within the framework of the EU „Intelligent Energy Europe“ programme aims to demonstrate the considerable potential for energy saving and cost reductions for servers in practice, and to support the market development for energy efficient servers. From 2007 to 2009, energy experts, IT specialist from industry and researchers from various European countries worked together on this project, and published recommendations for improved energy efficiency in the use of servers. Switzerland was an associate member, and made an active contribution to the success of the project through its own research contributions and by carrying out a pilot project.

The market overview and future assessments indicate that the current consumption of servers will approximately double between 2006 and 2011 unless measures for an improved energy efficiency can be introduced. Many case examples that were carried out demonstrate that the energy consumption of servers can be reduced by 50 to 80 percent. This is primarily thanks to the consolidation and virtualisation of server farms.

The published guidelines for the procurement and management of energy efficient servers and server infrastructure provide detailed recommendations for practical use. A two-page leaflet has been specially drawn up for the managing directors and IT managers of SMCs. The most important recommendations for improved energy efficiency are:

- The consolidation of a number of physical servers onto a single computer using virtualisation solutions:
Energy savings of 50 to 80 percent
- Procurement of energy-efficient hardware that meets the actual requirements:
Energy savings of 25 to 30 percent
- The use of power management in servers (shutdown or idle status of servers in low load periods):
Energy savings of around 20 percent

Optimisation of the infrastructure, such as increasing the temperature level, efficient cooling and an uninterruptible power supply: Energy savings of 25 to 50 percent

4 Einleitung

Im Rahmen des EU-Programms *Intelligent Energy Europe* wurde das Projekt *Efficient Servers* ausgeführt. Es zielt darauf ab, die beträchtlichen Potenziale für Energieeinsparungen und Kostensenkungen bei Servern in der Praxis zu demonstrieren und die Marktentwicklung für energieeffiziente Server zu unterstützen. Dazu sind unter anderem folgende zentrale Arbeiten durchgeführt worden:

- Fallstudien über energieeffiziente Serveroptimierungen demonstrieren mit Einsparpotenzialen und Effekte hinsichtlich Performance, Kosten sowie Sicherheit
- Begleitend dazu werden Praxis-Guidelines für die Beschaffung und das Management von energieeffizienten Servern entwickelt.
- Als Basis für diese Maßnahmen werden herstellerunabhängige Kriterien oder Benchmarks für Energieeffizienz definiert und die technischen Optionen zur Optimierung der Energieeffizienz von Servern evaluiert.

Projektpartner sind:

- Austrian Energy Agency, Wien, Österreich, vertreten durch Bernd Schäppi und Thomas Bogner (Projektkoordination)
- University of Karlsruhe, Karsruhe, Deutschland, vertreten durch Frank Bellosa
- SUN Microsystems, Deutschland, vertreten durch Bernhard Przywara
- IBM, Deutschland, vertreten durch Silvio Weeren
- Französische Energieagentur ADEME, Frankreich, vertreten durch Alain Anglade
- Robert Harrison Associates LTD, England, vertreten durch Bob Harrison
- Bundesamt für Energie, Schweiz, vertreten durch Alois Huser

Als weiteren Beitrag ist ein Fallbeispiel im Segment der kleineren und mittleren Betriebe (KMU) erarbeitet worden.

Der Start des Projektes erfolgte im Jahre 2007 und wurde Mitte 2009 abgeschlossen.

Im Laufe des Projektes entstanden mehrere Publikationen über die Ergebnisse der Arbeiten. Diese sind im Anhang beigefügt und werden im Hauptteil dieses Berichtes zusammengefasst und zitiert.

Die Schweiz wurde dank den bereits durchgeföhrten Forschungsprojekten und daraus gewonnenen Resultate und Erkenntnisse als assoziiertes Mitglied akzeptiert und konnte am gemeinsamen Erfahrungsaustausch teilnehmen. Die Erkenntnisse und Erfahrungen, welche im Forschungsprogramm „Elektrizitätstechnologien & -anwendungen“ des Bundesamtes für Energie gewonnen wurden, sind den Projektpartnern zur Verfügung gestellt worden. Die Schweiz hat weiter im Rahmen dieses Projektes auch eigene Arbeiten ausgeführt und in das Projekt eingebracht. Diese sind in den folgenden Kapiteln dieses Berichtes dargestellt:

- 5.1 Server-Markt in der Schweiz
- 8.2 Fallbeispiel KMU in der Schweiz
- 10 Merkblatt „Energieeffizienz und Sicherheit bei IT-Servern in KMU-Betrieben“ in der Schweiz

Das Projektteam traf sich zweimal im Jahr, um die erarbeiteten Resultate auszutauschen. Die Protokolle dieser Treffen aus der Sicht des Autors sind in den Anhängen 9 - 13 beigefügt.

5 Server-Markt in Europa und Energieeffizienzpotential

5.1 Server-Markt in Europa

In der ersten Phase des Projektes wurde eine Studie über den Energieverbrauch von Servern in Europa mit einer Potenzialabschätzung über Einsparungen erarbeitet. Der jährliche Energiekonsum der Server in den EU-27-Ländern wurde abgeschätzt auf Grund von Marktdaten erhoben durch die Firma IDC und von Energieverbrauchszahlen der häufigsten Servern (Herstellerangaben). Die Anzahl Server in den EU-27-Ländern beträgt etwa 7 Millionen Stück. Diese Server und die dazu benötigte Infrastruktur ist für etwa 1.5% des Gesamtstromverbrauchs in Europa verantwortlich. Dies ist gleichbedeutend mit einem Stromverbrauch von etwa 40 TWh in der EU-27. Der Stromverbrauch für

Server ist zwischen 2003 und 2006 um etwa 37 % angestiegen. Dies ist vor allem auf eine grosse Zunahme der sogenannten „volume server“ (Server des untersten Preissegments) zurückzuführen. Der Stromverbrauch für Server wird sich zwischen 2006 und 2011 etwa verdoppeln, wenn nicht Massnahmen zu einer verbesserten Energieeffizienz eingeführt werden können. Die Energieeffizienz in Rechenzentren könnte um etwa 25 % verbessert werden (Virtualisierung, effiziente Hardware und Anwendung von Power Management). Mit einer verstärkten Nutzung von Virtualisierung und Power Management liegen mittelfristig sogar Einsparungen von 50 % drin. Die Resultate sind im Detail im Anhang 1 beigelegt.

5.2 Server-Markt in der Schweiz

In der Schweiz wurden die Resultate einer früheren Studie (Huser Alois (2002): Stromeinsparpotenzial durch Schalten von Servern) bis zum Jahre 2006 aufdatiert. Das wichtigste Segmentierungskriterium ist heute die Sicherheit respektive Redundanz. Eine häufig verwendete Einteilung hat drei Kategorien:

- Volume, Entry, Low-End, value, Einstieg, PC-Server usw.: Unteres Preissegment; werden an nicht kritischen Stellen eingesetzt und häufig in Kleinunternehmen. Einsatz vor allem für Datei-, Druck-, Kommunikations- und Web-Serverfunktionen.
- Mid-Range, Mid-sized, Enterprise, usw.: Mittleres Preissegment; haben häufig kritische Komponenten in redundanter Ausführung: redundante Power Supply, Hot-plug-Fähigkeit von Disks, Lüfter und Memory. Einsatz vor allem für Datei- und Anwendungsserver mit mittleren Datenvolumen und mittlerer Verfügbarkeitsanforderungen.
- High-End, Enterprise, mission critical: Oberes Preissegment; Die Geräte sind mit allen möglichen Sicherheitsmerkmalen versehen: redundante Komponenten, Hot-plug-Fähigkeit aller kritischen Elemente, Skalierbarkeit der Leistungen. Diese Geräte führen meist traditionelle Batch-Prozesse mit hohem Datenvolumen aus, wie zum Beispiel Massenrechnungsverarbeitung, Bankenapplikationen oder Reservationssysteme für Fluggesellschaften.

Diese neue Berechnung ergab die folgenden Resultate:

- Verkauf: ~ 70'000 Server pro Jahr
- Installierte Server in 2006: 330'000 Server
- Nachfrage:
 - Mitarbeiter in Firmen: 3.9 Mio. (davon Büroarbeitsplätze: 2.8 Mio.)
 - Arbeitsplätze: 372'000
 - Durchschnittliche Anzahl Mitarbeiter pro Server: 11.8
- Stromverbrauch: 740 GWh / Jahr (Bild 5.1)
 - Volume - Server: 600 GWh (durchschn. Leistung pro Server 219 W)
 - Mid range - Server: 90 GWh (durchschn. Leistung pro Server 625 W)
 - High end - Server: 50 GWh (durchschn. Leistung pro Server 7'651 W)

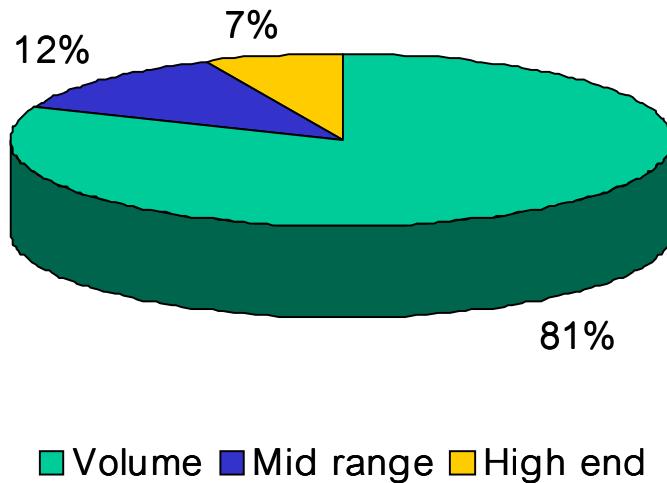


Bild 5-1 Verteilung des jährlichen Stromverbrauchs der Serverklassen in der Schweiz

Die Resultate der Projektarbeiten sind im Detail im Anhang 7 beigefügt.

6 Markthindernisse und technische Massnahmen für eine verbesserte Energieeffizienz

Mit Hilfe von Interviews und Erfahrungsberichte von Herstellern wurden die folgenden Markthindernisse evaluiert:

- Die Sensibilität der IT-Verantwortlichen gegenüber dem Energieverbrauch ist gering. Der Energieverbrauch für die IT wird nicht systematisch erhoben und beobachtet.
- Die Hersteller liefern keine genauen Angaben über den Energieverbrauch bei Servern. Bessere Produktinformationen und Labels, welche den Energieverbrauch beinhalten, würden zu einer Verbesserung führen.
- Die organisatorische Trennung der Verantwortlichkeiten zwischen der IT und der Infrastruktur (inkl. Energiekosten) behindern eine ganzheitliche Sichtweise bei Investitionsentscheidungen.
- Die gesamten Lebensdauerkosten (Total Cost of Ownership or Life cycle costs) werden bei Investitionsentscheidungen zu wenig berücksichtigt.
- Der Preis, die Leistungsfähigkeit und die Verfügbarkeit sind die wichtigsten Faktoren beim Kaufentscheid. Es wird befürchtet, dass die Energieeffizienz diese Hauptfaktoren negativ beeinflussen könnte. Fallbeispiele sind daher wichtig, diesen Befürchtungen entgegenzutreten.

In der Literatur sind viele technische Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz zu finden. Auf der Hardware-Seite sind durch technische Verbesserungen Einsparpotenziale zwischen 10 und 30 % zu erwarten. Durch die Einführung eines intelligenten Power-Managements sind weitere Einsparungen möglich. Das grösste Einsparpotenzial kann kurzfristig durch die Virtualisierung von Servern erreicht werden. Fallbeispiele zeigen, dass in Einzelfällen Einsparungen bis zu 80 % realisiert werden konnten.

Auf der Ebene der Rechenzentren wirkt sich der Energieverbrauch von Servern doppelt aus, weil die entstandene Wärme mit Hilfe von Strom abgeführt werden muss. Bei der Infrastruktur selber können Effizienzsteigerungen bis zu 50 % erzielt werden, durch

- Einsatz effizienter Kompressoren für die Kühlung

- Optimierung der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit oder
- Einsatz von Free Cooling.

Die Resultate der Projektarbeiten sind im Detail im Anhang 2 beigefügt.

7 Kriterien für Energieeffizienz und Benchmarks

„The Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)“ hat mit den Benchmarks „SPEC Power“ und „SPEC Virtualization“ Vergleichswerte für die Server-Hardware geschaffen. In SPECpower wird eine Arbeitslast des Systems kontinuierlich bis zum Idle-Mode¹ abgesenkt und dabei die elektrische Leistungsaufnahme gemessen (Bild 7.1).

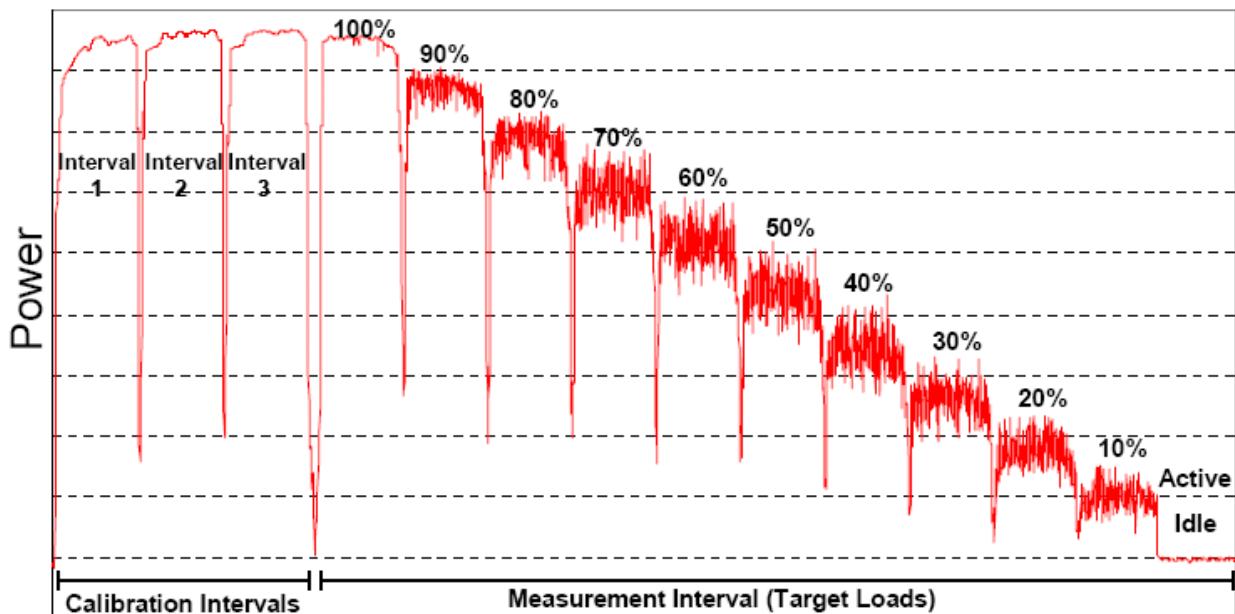


Bild 7-1 elektrische Leistungsmessung bei kontinuierlich abgesenkter Arbeitslast bei SPECpower

Die SPEC-Benchmarks sind nur geeignet, einzelne Systeme unter genau definierten Arbeitslasten zu charakterisieren. Sie lassen aber nur bedingt Rückschlüsse zu auf den Praxisbetrieb mit stark wechselnden und unterschiedlichen Arten von Arbeitslasten.

„Energy Star“ hat Anforderungen herausgegeben für die Low-End-Server (US EPA ENERGY STAR, Washington, DC 20460, USA). Dabei sind Grenzwerte definiert für die Energieeffizienz und den Leistungsfaktor der Netzteile. Weiter sind Grenzwerte für die Idle-Leistung vorgegeben, welche abhängig sind vom Typ und der Anzahl Prozessoren. Die Server müssen auch mit einer standardisierten Deklaration der Leistungen und der Energieeffizienz ausgeliefert werden. Bei mehr als zwei CPU-Steckplätzen muss der Server im Betrieb den Strombezug, die Luftansaugtemperatur und die Auslastung aller Prozessoren anzeigen.

Die Verantwortlichen der Rechenzentrumsbetreiber sind eher an Energieeffizienzpotenziale unter realen Betriebsbedingungen und Auslastungen interessiert als an Energieeffizienz-Kennwerten von einzelnen Hardware-Komponenten unter Labor-Bedingungen. Die Energieeffizienz von Servern hängt neben der verwendeten Hardware auch vom Betriebssystem und den aktuell laufenden Software-Anwendungen ab. Es wäre daher wünschenswert, wenn möglichst viele effektive Fallbeispiele (z.B.

¹ Definition von „Active Idle Power“: Ein Prozessor-Kern muss mindestens bereit sein, um eine Anfrage von aussen zu beantworten

altes System durch neues System ersetzen und Energieeffizienzsteigerung messen) publiziert würden. Solche Fallbeispiele müssen über ein Messverfahren ausgewertet werden, welches die Arbeitslast und den Energiebezug über eine längere Zeitperiode miteinander vergleicht. Heute stehen dafür erschwingliche Messgeräte zur Verfügung, welche die Messgrößen im Sekunden- oder Minutentakt über eine längere Zeitperiode aufzeichnen können. In modernen Systemen sind die Netzteile der Server oder die elektrischen Leistungsverteilungen im Rack häufig bereits mit Strommessgeräten ausgerüstet. Auch die Arbeitslast sollte qualitativ beschrieben und quantitativ über das Aufzeichnen von Systemparametern (Prozessorauslastung, Anzahl Input/Output-Vorgänge (z.B. Harddisk Lese-/Schreibvorgänge), Speicherauslastung, ein- und ausgehende Netzpakete) erfolgen. Diese Vergleichsgrößen sollten synchron (z.B. jede Minute) mit dem Energieverbrauch über die Dauer von mindestens einer typischen produktiven Woche (ganzer Arbeitszyklus) erhoben werden.

Die Resultate der Projektarbeiten sind im Detail im Anhang 3 beigefügt.

8 Fallbeispiele

8.1 Übersicht Fallbeispiele

Es fehlt an Anschauungsmaterial für wirksame Lösungen aus der Praxis. An Hand von 6 Fallbeispielen wird gezeigt, mit welchen Maßnahmen die Energieeffizienz von Servern wirksam optimiert und damit auch Kosteneinsparungen erzielt werden können. Es werden unterschiedliche Best-Practice-Beispiele aus privaten Unternehmen ebenso wie aus Einrichtungen der öffentlichen Hand präsentiert, die zeigen, wie Energieeffizienzstrategien für Server erfolgreich realisiert werden können, angefangen vom Kleinunternehmen mit 20 Mitarbeitern bis hin zu großen Rechenzentren. Ebenso breit ist die Palette der eingesetzten Technologien und Strategien, die reine Hardwarekonsolidierung, Virtualisierung und Powermanagement miteinschließt. Die Ergebnisse dieser Fallstudien zeigen, dass mittels geeigneter Strategien im Bereich Server und Rechenzentren Energieeffizienzpotenziale zwischen 25 und über 90% erschlossen werden können. Diese Potenziale lassen sich vor allem dann sehr effizient ausschöpfen, wenn sie im Zuge von Erneuerungsprozessen sowie auch in der Planung neuer Rechenzentren entsprechend berücksichtigt werden.

Die folgenden Berichte sind im Anhang 6 detailliert beschrieben:

- **Stadt Bad Soden am Taunus:** Energieeffiziente IT-Systeme durch Konsolidierung und Desktop-Virtualisierung in der Stadtverwaltung
- **STRATO AG:** 96 % Energieeinsparung durch effiziente und hochperformante Server bei Europas zweitgrößtem Webhoster
- **Bundesumweltministerium:** Energieeffiziente Server- und Storage-Systeme im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Bonn
- **„Padergreen“:** Energieeffizienz durch Bladekonsolidierung und Virtualisierung bei Wincor Nixdorf in Paderborn
- **Österreichische Energieagentur:** Effiziente Server-IT durch Konsolidierung, Virtualisierung und Power Management
- **Encontrol AG:** Steigerung der Energieeffizienz durch Server-Virtualisierung in einem Schweizer Dienstleistungsunternehmen des KMU-Bereiches

8.2 Fallbeispiel KMU in der Schweiz

Das Fallbeispiel der Encontrol AG wurde als Beitrag der Schweiz in das Projekt eingebracht. Dieses Beispiel beleuchtet speziell die Verhältnisse bei KMU's, bei welchen einen grossen Teil der Low-end-Server in der Schweiz installiert ist. Die elektrische Leistung konnte im neuen System um 24% gesenkt werden. Die Anzahl der physikalischen Server wurde dank der Virtualisierung um 50% reduziert. Die elektrische Leistung nahm somit nur etwa um die Hälfte ab wie die Anzahl Server. Der Grund liegt darin, dass die IT-Leistungsfähigkeit der neuen Server höher ist und der elektrische Leistungsbedarf von neuen Servern in den letzten Jahren generell angestiegen ist. So lag der typische elektrische Leistungsbezug eines Low-end-Servers vor einigen Jahren bei etwa 150 W – heute beträgt der durchschnittliche Leistungsbedarf etwa 200 – 250 W.

Das Fallbeispiel ist im Anhang 6 detailliert beschrieben.

9 Erarbeitete Umsetzungsmittel im Projekt

9.1 Werbeprospekt für die Motivation von Unternehmen

Das Projektteam erarbeitete einen zweiseitigen Prospekt zur Motivation von Unternehmen, dass sie im Bereich Energieeffizienz Massnahmen umsetzen. Der folgende Abschnitt gibt ein Zitat aus diesem Prospekt wieder:

Zitat: „Die Möglichkeiten für Effizienzverbesserungen im Bereich der Server-IT und Infrastruktur sind vielfältig und umfassen hardware- und softwaretechnische Maßnahmen ebenso wie Optimierungen im Bereich der Kühlung und Stromversorgung. Alleine durch die Beschaffung von energieeffizienter Hardware kann bereits kurzfristig ein Energieeffizienzpotenzial von 25 bis 30 % erschlossen werden. Eine weitere Energieverbrauchsreduktion von 20 % ist durch die Nutzung von Power-Management möglich. Power-Management auf CPU- und Harddisk-Ebene ist heute risikolos und effektiv auch bei Servern einsetzbar. Ein besonders effektives Einsparpotenzial bietet die Virtualisierung von Servern. Dabei werden mehrere physische Server auf einem Rechner konsolidiert und dadurch die Gesamtzahl benötigter physischer Server erheblich reduziert. Virtualisierungslösungen erfordern zwar leistungsfähigere Server. Dennoch können damit Energieeinsparungen von 50 bis 80 % erzielt werden. Ein verringelter Strombedarf für die Hardware bedeutet 1:1 auch reduzierten Bedarf im Bereich der Kühlung. Eine Erhöhung der Energieeffizienz an der Quelle macht sich somit doppelt bezahlt. Im Bereich der Kühlung und Infrastruktur bieten sich jedoch darüber hinaus weitere Ansatzpunkte zur Effizienzverbesserung beispielsweise durch effiziente Kühlaggregate und eine intelligente Luftführung, die eine Vermischung von Kalt- und Warmluft unterbindet.“

Der Prospekt ist im Anhang 4 beigefügt.

9.2 Guidelines für die Beschaffung und das Management von energieeffizienten Servern und Server-Infrastruktur

Die Empfehlungen (siehe Anhang 5) gliedern sich in drei Teilbereiche:

- Voraussetzungen im Unternehmen, damit die Themen Energieeffizienz und Kosteneffizienz effektiv verfolgt werden
- Optionen im Bereich der IT-Hardware-Beschaffung und entsprechende Empfehlungen für die Praxis
- Massnahmen im Bereich der Infrastruktur

Die folgenden Abschnitte enthalten Zitate aus den publizierten Empfehlungen und stellen eine Zusammenfassung der Inhalte dar:

9.2.1 Voraussetzungen im Unternehmen für Energieeffizienz und Kosteneffizienz

Die grössten Optimierungen können erzielt werden, wenn Massnahmen beim Verursacher des Energiebedarfes gesetzt werden. Für eine weitgehende Ausschöpfung der Effizienzpotenziale ist daher insbesondere die Auswahl der entsprechenden Server-Hardware und Software zentral. Die Praxis zeigt, dass in vielen Rechenzentren etwa die Hälfte der elektrischen Energie für Server-Hardware, Speicher- und Netzwerkkomponenten eingesetzt wird. Die übrigen 50 % entfallen auf Infrastrukturkomponenten wie Kühlung, Energieversorgung, Beleuchtung etc. Da der Energiebedarf in den Bereichen Kühlung und Energieversorgung (USV) unmittelbar vom Strombedarf und der Wärmeentwicklung an der Quelle, also im Bereich der IT-Hardware abhängt, können durch Effizienzmassnahmen im Hardwarebereich doppelt Energie und Kosten eingespart werden. Darüber hinaus lassen sich im Bereich der IT-Infrastruktur weitere Einsparungen in der Größenordnung von durchschnittlich 25–40 % erzielen. Die Optimierung der Kühlung bietet beispielsweise verschiedene Ansatzpunkte hierzu.

Um Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz im IT-Bereich erfolgreich durchführen zu können, sind ein entsprechendes Bewusstsein, Anreize und Handlungsbefugnisse bei den Verantwortlichen erforderlich. Eine Verankerung und Unterstützung des Themas im oberen Management ist daher wesentlich.

Eine häufig anzutreffende Barriere für die Nutzung von Energie- und Kosteneinsparungspotenzialen in Rechenzentren und zentralen IT-Bereichen in Unternehmen ist die fehlende Transparenz hinsichtlich des Energieverbrauches und der Energiekosten. Die Energiekosten gehen häufig in einem Gesamtopf von Infrastrukturkosten unter und werden den Verursachern nicht direkt zugeordnet. Durch dieses Fehlen von Informationen zur konkreten Energiebedarfs- und Kostensituation mangelt es häufig auch an Motivation für Effizienzmassnahmen. Wann immer möglich ist es daher zweckmäßig, den Energiebedarf und die Energiekosten der IT-Hardware und der IT-Infrastruktur konkret zu erfassen.

Um den Energiebedarf in Relation zur Performance und den konkreten IT-Dienstleistungen analysieren zu können, müssen zusätzlich die wesentlichen Arbeitslast-Parameter erfasst werden. In jedem Falle muss ein Messzeitraum gewählt werden, welcher der typischen Arbeitslast angepasst ist und gegebenenfalls periodische Lastspitzen (Workflows zum Monatsende wie Kunden-Informationen, Abrechnungen, etc.) mit einschließt. Auch bei zu erwartender relativ konstanter Arbeitslast des IT-Systems ist eine Messperiode von mindestens einer, besser zwei bis drei Wochen zu empfehlen.

Für ein umfassendes Benchmarking sind folgende Verbrauchergruppen zu berücksichtigen:

- IT-Hardware
- Unterbrechungsfreie Stromversorgungen
- Server-Raum-Beleuchtung
- Server-Klimaschränke
- Ventilation
- Kältemaschinen
- Rückkühler
- Pumpen für Kältemittel- bzw. Kaltwasserkreislauf

DCiE² sollte als Kennwert eingesetzt werden, wo die Zielsetzung darin besteht, die Effizienz der IT-Infrastruktur (Kühlung, Energieversorgung etc.) zu bewerten. Um die Energieeffizienz bezogen auf die IT-Dienstleistungen bewerten zu können, müssen Arbeitslast- oder serviceorientierte Benchmarks entwickelt und angewendet werden (z.B. kWh je IT-Dienstleistung in einem definierten Zeitraum).

9.2.2 Beschaffung und Betrieb der Server

Drei Optionen stehen im Vordergrund

- Einsatz energieeffizienter Hardware
- Konsolidierung und Virtualisierung
- Berücksichtigung von Optionen für Power-Management in der Beschaffung

Einsatz energieeffizienter Hardware

Für den IT-Verantwortlichen in der Praxis stellt sich die Frage, wie er mit möglichst geringem Aufwand die Energieeffizienz von Hardware, die heute am Markt angeboten wird, beurteilen kann. Die

² DCiE (Data Center infrastructure Efficiency) = Leistungsaufnahme der IT-Geräte / Gesamtleistungsaufnahme des Rechenzentrums x 100%

Orientierung im heutigen Marktangebot ist zurzeit noch relativ schwierig, da die Entwicklung von Effizienzstandards erst vor 2 Jahren begonnen hat. Die derzeit vorliegenden Kriterien und Benchmarks sind daher noch sehr jung und decken erst einen Teil der Effizienzaspekte ab. Eine entsprechende Markttransparenz hinsichtlich des Kriteriums „Energieeffizienz“ ist daher noch nicht gegeben. Als international anerkannte Benchmarks und Kriterien stehen derzeit „SPECpower“ und „Energy Star“ zur Verfügung.

Beim Kauf und in Ausschreibungen sollte das Energy Star – Label berücksichtigt oder mindestens die Kriterien entsprechend angewendet werden. Die Konfiguration bzw. auch das Ausbaupotenzial der Server-Hardware sollte dem Bedarf angepasst ausgewählt werden. Übertriebene Leistungsreserven und extreme Ausbaubarkeit bedeuten entsprechend üppige Dimensionierung der Energieversorgung und höheren Energiebedarf.

In der Vergangenheit waren im Serverbereich sehr niedrige Auslastungen die Standardsituation. Aufgrund fehlender geeigneter Konsolidierungstechnologien und relativ strenger Stabilitäts- und Sicherheitsanforderungen wurden die einzelnen Applikationen auf jeweils einem eigenen Server betrieben, mit entsprechend niedrigen Arbeitslasten und einer geringen Auslastung der Hardware. Auch heute werden in vielen Anwendungsbereichen, insbesondere dort wo aus bestimmten Gründen nicht konsolidiert werden kann (Dedicated Servers etc.), noch geringe Arbeitslasten angetroffen. Darüber hinaus sind die Perioden, in welchen sich die Server im Idle-Modus befinden, teilweise beträchtlich. Aus diesem Grunde adressiert „Energy Star“ in seinem ersten Kriteriensemset den Energieverbrauch im Idle-Modus.

Einsatz energieeffizienter Speichersysteme

Speicherkapazität und Speicherperformance sind ebenfalls Faktoren, die wesentlich zum Energiebedarf von IT-Systemen beitragen. Die Nachfrage für Speicherkapazität und der damit verknüpfte Energieverbrauch haben in den vergangenen Jahren aus mehreren Gründen rasch zugenommen. Der Energiebedarf von Speicherkomponenten in Rechenzentren kann bis zu 30 oder 40 % des Energieverbrauches der gesamten IT-Ausrüstung betragen. Eine Optimierung des Konzeptes für die Datenspeicherung und -verwaltung sollte nicht auf der Ebene von Festplatten beginnen. Für eine effiziente Konsolidierung müssen zunächst die Leistungsanforderungen erhoben werden. Wichtig ist dabei die Erhebung und Bewertung der aktuell genutzten Speicherkapazitäten unter Berücksichtigung des erforderlichen Service-Levels. Dazu zählen unter anderem Antwort- und Zugriffszeit, Sicherheit, Vertraulichkeit der Daten, maximale Downtime, Recovery-Optionen etc. In vielen Fällen werden nur 20 % oder weniger des gespeicherten Datenvolumens regelmäßig genutzt. Ein signifikanter Teil der Speicherkapazität (teilweise > 20 %) wird oft durch unabsichtlich duplizierte Daten blockiert. Ein erster sehr wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Effizienz der Datenspeicherung ist damit die De-Duplizierung. De-Duplizierung erlaubt eine Prüfung der Datenkonsistenz, eine leichtere Administration von Backups und bringt zusätzliche Festplattenkapazität für einen Teil der Backups. In vielen Unternehmen werden grosse Mengen an Daten in Archiven oder auf Festplatten vorrätig gehalten, die niemals wieder verwendet werden. Eine rigorose Beseitigung nicht mehr benötigter Daten ist daher ebenfalls eine wesentliche Massnahme, um die vorhandenen Effizienzpotenziale weitgehend ausschöpfen zu können.

Die Wahl der geeigneten Technologie muss auf Basis der Anwendungsanforderungen erfolgen. High-performance Speichersysteme mit entsprechend höherem Energieverbrauch werden oft nur für einen kleineren Teil des gesamten IT-Systems benötigt. Eine wesentliche Strategie zur Effizienzverbesserung ist im Weiteren die Speicherung selten genutzter Daten auf Band. In vielen Unternehmen wird ein grosser Teil auch sehr selten genutzter Daten auf Festplatten hochverfügbar gehalten. Das erfordert eine unnötig hohe fortlaufende Erweiterung der Festplattenkapazitäten.

Konsolidierung und Virtualisierung

Empfehlenswert ist daher in jedem Falle eine Analyse des Server-Bestandes und des jeweiligen Nutzungsgrades (CPU, Festplatten und Netzwerk). Mitunter können relativ einfach alte Server identifiziert werden, die ohne Beeinträchtigung der Services vom Netz genommen werden können. Auf Basis einer Analyse der Nutzungsgrade der Server-Hardware über die Zeit lässt sich beurteilen, welche Anzahl von Servern benötigt wird, um die erforderlichen Service-Levels und eine gewisse Bedarfsselbstzähligkeit zu gewährleisten. Damit werden die Voraussetzungen für eine Konzentration der Anwendungen im Konsolidierungsprozess geschaffen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Virtualisierung und Konsolidierung im allgemeinen kaum je nur mit dem Ziel der Verbesserung der Energieeffizienz betrieben werden. Es geht hier vor allem auch darum, Kapazitäten besser zu nutzen und das Management der Services zu optimieren und dementsprechend auch Infrastruktur- und Administrationsaufwand zu reduzieren. Konsolidierung und Virtualisierung bieten daher mehrfache Vorteile, die in der Planung von Maßnahmen entsprechend zu berücksichtigen und zu bewerten sind.

Die Energieeffizienzpotenziale von Virtualisierung liegen häufig in der Größenordnung von 70 bis 80 %. Die effektiven Einsparungen in Virtualisierungsprojekten hängen vom Virtualisierungsgrad ab, sowie vom Ausmaß der Erweiterung der Systeme mit neuen Applikationen und Systemkomponenten. Konsolidierungsprojekte sind oft mit Erweiterungen und Upgrades verknüpft, die wiederum teilweise die erzielten Energieeinsparungen kompensieren. Ein Nebeneffekt der Virtualisierung, der über längere Zeit zu Effizienzverlusten führen kann, ist der geringe Aufwand für die Implementierung zusätzlicher virtueller Server. Es besteht somit die Gefahr einer sehr rasch wachsenden Zahl von virtuellen Servern, mit entsprechend steigendem Ressourcen- und Energiebedarf. Sorgfältige Planung und Management der virtuellen Server ist daher wesentlich, um mittelfristig ungünstige gegenläufige Effekte zu vermeiden.

Da Konsolidierung und Virtualisierung auch das Risiko erhöht, dass im Falle eines technischen Defektes mehrere Anwendungen gleichzeitig betroffen sind, müssen geeignete Redundanz- und Ausfallskonzepte implementiert werden, die eine entsprechende Ausfallssicherheit gewährleisten. Dabei soll eine übertriebene Redundanz vermieden werden.

Um den Konsolidierungsgrad richtig abzuschätzen, sollte über mindestens ein Woche inklusiv Wochenende die Variabilität aller CPU-Auslastungen der alten Systeme im Minuten-Intervall aufgezeichnet werden. Den Rechenleistungsbedarf des neuen Systems kann folgendermassen ermittelt werden:

Rechenleistung in MHz: Anzahl Prozessoren x Anzahl Cores/Prozessoren x max. Frequenz x max. prozentuelle Auslastung

Gemäß einer internationalen Studie variiert die typische durchschnittliche benötigte Rechenleistung je Server Instanz zwischen ca. 250 und 600 MHz bei niedriger respektive hoher Arbeitslast. Ein moderner Server mit 4 Kernen und maximal 3.2 GHz Taktfrequenz hat eine maximale Rechenleistung von 12.8 GHz. Wenn die benötigte Rechenleistung bei maximaler Arbeitslast nur 50% betragen soll (z.B. 6.4 GHz) können ungefähr 10 der oben angeführten durchschnittlichen Arbeitslasten auf einem Server konsolidiert werden.

Der Bedarf an Arbeitsspeicher für das konsolidierte System ist ebenfalls abzuschätzen. Für konsolidierte Lösungen mit beispielsweise 10 virtuellen Servern pro Hardware Unit sind 16 GB RAM normalerweise ausreichend. Die Speichernutzung liegt häufig bei 40 bis 50 %.

Power-Management

Power-Management war in der Vergangenheit bei Servern (im Gegensatz zu PCs und Laptops) häufig unerwünscht, da die Verzögerungen für eine Reaktivierung aus dem Standby-Modus je nach

Anwendungsbereich nicht akzeptabel sind. Es gibt jedoch auch unkritische Anwendungen, die keine absolut verzögerungsfreie Ansprechbarkeit erfordern und den Einsatz von Power-Management durchaus vertretbar erscheinen lassen. Viele der heute in Servern eingesetzten Mehrkernprozessoren unterstützen laut Angaben der Hersteller prinzipiell Power-Management. Die Funktionstauglichkeit der Power-Management-Features in der Praxis hängt jedoch nicht nur von den CPUs ab, sondern auch vom Chipset und Betriebssystem. Dementsprechend ist es wesentlich, die Gegebenheiten für Power-Management bereits in der Hardwarebeschaffung zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass die Hardware- und Softwarekomponenten Power-Management in der gewünschten Form unterstützen. Bei Bedarf ist es daher sinnvoll, bei Angebotseinholungen oder in Ausschreibungen die gewünschten Power-Management-Features zu spezifizieren und eine entsprechende Konfiguration und Kompatibilität zu fordern.

Bei unkritischen Anwendungen ist teilweise auch eine Abschaltung gewisser Server über Nacht und an Wochenenden möglich. Bei virtuellen Servern besteht im Weiteren die Möglichkeit, Server in längeren Phasen geringer Auslastung auf eine bestimmte Hardware zu konzentrieren und die übrigen Hardware-Units temporär abzuschalten. Dieses Konzept bietet sich ebenfalls in vielen Fällen für Nacht- und Wochenendbetrieb an. Leider macht die gegenwärtige Lizenz- und Preispolitik der Virtualisierungs-System-Anbieter die Power-Management-Lösungen für kleine Unternehmen derzeit noch unwirtschaftlich.

9.2.3 Massnahmen im Bereich der Infrastruktur

Die Massnahmen im Bereich Infrastruktur sind aus Arbeiten anderer Organisationen und Autoren bekannt. Es wird daher hier verzichtet, diese nochmals zu beschreiben. Die Stichworte dazu sind:

- Optimales Temperaturniveau
- Freie Kühlung
- Server-Kühlung auf Rack-Ebene
- Auslegung des Klimatisierungssystems im Hinblick auf die tatsächliche bzw. erwartbare Bestückung mit Servern
- Energieeffiziente Kühlaggregate
- Getrennte Kalt- und Warmgänge
- Einhausung der Kalt- und Warmgänge
- Optimierung des Layouts der Serverraum-Architektur im Hinblick auf Luftströmung und Gesamteffizienz.
- modulare Konzepte berücksichtigen bzw. in der Reservehaltung angemessene Ausbaumöglichkeiten vorsehen
- dem Bedarf angepasste und energieeffiziente USV-Anlagen

10 Merkblatt „Energieeffizienz und Sicherheit bei IT-Servern in KMU-Betrieben“ in der Schweiz

Wie in Kapitel 6 ausgeführt haben die Entscheidungsträger von KMU meist zu wenig Wissen, um die Server energieeffizient und mit möglichst geringen Lebenskosten zu betreiben. Die Entscheidungsträger bei KMU's sind neben den eigentlichen EDV-Verantwortlichen meist die Geschäftsführer selber.

Die folgende Kernbotschaft soll an die KMU-Unternehmen übermittelt werden:

Durch eine periodische Überprüfung der Nutzung von zentralen Servern, der Ausserbetriebnahme von nicht mehr genutzter Hardware (Konsolidierung) und der Virtualisierung von Servern kann die Energieeffizienz der IT markant gesteigert werden. IT-Server sind meistens rund um die Uhr in

Betrieb, obwohl in der Nacht und am Wochenende die Server-Dienstleistungen oft wenig oder gar nicht genutzt werden. Durch Energiemanagement oder Ausschalten in dieser Zeit kann der Stromverbrauch um die Hälfte reduziert werden ohne Verlust an Zuverlässigkeit in der übrigen Zeit. 26 °C in EDV-Räumen ist eine Temperatur ohne Risiko. Eine Klimaanlage ist nur in wenigen Fällen notwendig.

Das Merkblatt fasst auf zwei A4-Seiten das wichtige Wissen konzentriert zusammen und ist im Anhang 8 beigelegt.

11 Vorschläge für weitere Aktivitäten in der Schweiz

Aus den Erkenntnissen dieses Projektes werden folgende Aktivitäten in der Schweiz vorgeschlagen:

- Veröffentlichung des Merkblattes „Energieeffizienz und Sicherheit bei IT-Servern in KMU-Betrieben“ in Tageszeitungen und Fachzeitschriften, welche von Geschäftsführern und EDV-Verantwortlichen von KMU-Betrieben gelesen werden.
- Durchführung eines Pilotprojekts „Virtualisierung von Servern in einem KMU-Betrieb mit energieeffizientem Ausfall- und Redundanzkonzept“. Wenn in einem KMU-Betrieb mehrere Server virtualisiert auf einem Server laufen, so muss ein spezielles Augenmerk auf die Hardware-Redundanz für einen Notfall gelegt werden. Dies soll aber nicht zu Lasten der Energieeffizienz gehen.
- Durchführung eines Pilotprojekts „Ausschalten von Servern an Wochenenden in virtualisierter Serverumgebung“: Bei mehreren physikalischen Servern werden bis auf einen alle Server ausgeschaltet. Die virtuellen Server werden während des Wochenendes bei schwacher Belastung automatisch auf einem physikalischen Server übertragen und nach dem Wochenende wieder auf alle Server verteilt.
- Der Anteil des Energieverbrauchs der Speichermedien im Server-Bereich wird immer höher. Ein Leitfaden wird erarbeitet, welcher eine optimale Backup-Strategie mit Berücksichtigung des Energieverbrauchs behandelt. Durch das möglichst frühe Verlagern von Dateien auf Speichermedien mit niedrigem Energieverbrauch (optische Speichermedien, magnetische Bänder) wird der Energieverbrauch gesenkt.

12 Literaturverzeichnis

Block Hansfried et al. (2008): Fujitsu Siemens Computers: "Padergreen" - Wincor Nixdorf in Paderborn; The Efficient Servers Consortium, Vienna, November 2008

Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460, USA, <http://www.epa.gov/>

European Commission Joint Reserach Centre, 21020 Ispra (VA), Italy, EU Stand-by Initiative
The European Actions to Improve the Energy Efficiency of Electrical Equipment while either OFF or in Stand-by,
http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_data_centers.htm

Herlitze Rudolf et al. (2008): IBM: IT infrastructure at "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU" in Bonn; The Efficient Servers Consortium, Vienna, Dezember 2008

Huser Alois (2002): Stromeinsparpotenzial durch Schalten von Servern; im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern; Mai 2002

Kaiser Manfred et al. (2009): IBM: Energy efficient IT infrastructure at "Sozialwerk Nürnberg"; The Efficient Servers Consortium, Vienna, März 2009

Przywara Bernhard et al. (2008): IT Infrastructure at City of Bad Soden am Taunus; The Efficient Servers Consortium, Vienna, September 2008

Przywara Bernhard et al. (2008): Webservices at Strato AG; The Efficient Servers Consortium, Vienna, September 2008

The Green Grid Administration, Beaverton, Oregon 97006 USA, <http://www.thegreengrid.org/>

The Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC), Warrenton, VA 20187, USA,
http://www.spec.org/power_ssj2008/

US EPA ENERGY STAR, Washington, DC 20460, USA, http://www.energystar.gov/index.cfm?c=ent_servers.pr_crit_enterprise_servers

13 Anhang

1. Bernd Schäppi et al. (2007): Energy efficient servers in Europe - Energy consumption, saving potentials, market barriers and measures - Part I: Energy consumption and saving potentials, The Efficient Servers Consortium, Vienna, November 2007, E-Server_Studie_PartI.pdf
2. Bernd Schäppi et al. (2008): Energy efficient servers in Europe - Energy consumption, saving potentials, market barriers and measures - Part II: Energy consumption and saving potentials, The Efficient Servers Consortium, Vienna, 2008, E-Server_Studie_PartII.pdf
3. Bernd Schäppi et al. (2008): Energy efficient servers in Europe - Energy efficiency criteria and benchmarks - Part III, The Efficient Servers Consortium, Vienna, 2008, E-Server_Studie_PartIII.pdf
4. Bernd Schäppi et al. (2009): Energieeffiziente Server sparen Strom und Geld, The Efficient Servers Consortium, Wien, 2009, E-Server_Prospekt.pdf
5. Bernd Schäppi et al. (2009): Guidelines für die Beschaffung und das Management von energieeffizienten Servern und Server-Infrastruktur, Wien, 2009, E-Server_Merkblatt_Beschaffung_Management.pdf
6. Bernd Schäppi et al. (2009): Fallstudien zu Energie- und Kosteneinsparungen durch energieeffiziente Server, The Efficient Servers Consortium, Wien, März 2009, E-Server_Fallstudien.pdf
7. Alois Huser (2007): Server im Marktgebiet Schweiz, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, Februar 2007, bfe_markt_server_CH_2007.pdf
8. Alois Huser (2009): Energieeffizienz und Sicherheit bei IT-Servern in KMU-Betrieben, Merkblatt im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, Februar 2009, bfe_Merkblatt_Server_2009_d.pdf
9. Erkenntnisse beim ersten Meeting am 15./16.01.2007 in Wien
10. Erkenntnisse beim zweiten Meeting am 25./26.06.2007 in Nizza
11. Erkenntnisse beim dritten Meeting am 24./25.01.2008 in München
12. Erkenntnisse beim vierten Meeting am 03./04.07.2008 in Nizza
13. Erkenntnisse beim fünften Meeting am 02./03.02.2009 in Wien

Die Anhänge 4, 5 und 6 sind auch in einer englischen Version erhältlich auf der Internet-Seite:
<http://www.efficient-servers.eu/>

Anhang 9: Erkenntnisse beim ersten Meeting am 15./16.01.2007 in Wien

Das Projektbudget beträgt etwa 930'000 €. Es stehen somit substanzielle Mittel zur Verfügung, welche gute Resultate versprechen. Die Mischung von Industriepartnern, Forschern von Universitäten und Beratern mit politischen Umsetzungserfahrungen ist eine gute Voraussetzung für ein erfolgreiches Projekt. Zwei Fragen blieben auch nach dem zweitägigen Treffen offen und müssen weiterhin kritisch beobachtet werden:

- Arbeiten die Industriepartner, welche am Markt Konkurrenten sind, offen und mit Engagement im Projekt mit?
- Werden die Low-end-Server, welche nach unseren Untersuchungen einen wichtigen Anteil am Energiebedarf haben, durch die Projektpartner genügend berücksichtigt?. Die beteiligten Industriepartner sind eher in den oberen Server-Segmenten tätig.

Die Schweiz wurde dank den bereits durchgeführten Forschungsprojekten und den daraus gewonnenen Resultate und Erkenntnisse als assoziiertes Mitglied akzeptiert. Wir werden unsere Erfahrungen einbringen, werden aber wahrscheinlich schon bald von den Projektresultaten profitieren und neue Erkenntnisse in die Schweiz übertragen können. Es wurde aber durch die Vertreterin des Auftraggebers (EU), Frau Lichtenvort, auch klar betont, dass die Schweiz nicht offiziell am Projekt teilnehmen kann, d.h. es dürfen beispielsweise keine Projektsitzungen in der Schweiz stattfinden oder die Schweiz darf keine von EU-Partnern bereits vorgesehene Arbeiten übernehmen.

Bereits im Kick-off-Meeting zeichnete sich ab, dass trotz der beträchtlichen zur Verfügung stehenden Mitteln es in diesem Projekt nicht möglich sein wird, ein Benchmark-System für den Energieverbrauch von Servern zu entwickeln.

Bei Servern existieren aus technischer Sicht international einige Konzepte zur Energieeinsparung, welche auch diskutiert sowie getestet werden (disc drive power management, idle operation, merging concepts (low capacity high capacity discs), Virtualisation usw.). Vor allem die Frage der Konsolidierung von Servern durch Virtualisierung und die Auswirkungen auf den Energieverbrauch erscheint mir sehr spannend. In diesem Bereich, fokussiert auf den Servereinsatz in KMU-Unternehmen, könnte auch ein ergänzendes Projekt in der Schweiz gestartet werden.

Die im Projekt involvierten Personen haben sehr fundierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Server. Sie diskutieren offen und tauschen Informationen und Erkenntnisse aus.

Anhang 10: Erkenntnisse beim zweiten Meeting am 25./26.06.2007 in Nizza

Marktübersicht

Bernd Schäppi zeigte die Server-Zahlen aus der Marktforschung von IDC für die EU₁₅. Die Verhandlungen über die Veröffentlichung der Daten mit IDC sind noch nicht abgeschlossen. Daher dürfen die Zahlen noch nicht weitergegeben werden. Die Einteilung in Server-Klassen wird etwas feiner gemacht als in unseren bisherigen Studien.

Verschiedene Teilnehmer sind der Ansicht, dass das grösste Einsparpotenzial bei der Virtualisierung liegt (Faktor 3 – 10). Mit der Hardware sei ein Potenzial von etwa 20 % zu erreichen.

Marktumfrage

In Österreich ist eine persönliche und telefonische Umfrage bei Server-Betreibern durchgeführt worden.

Die wichtigsten Anforderungen an zukünftige Systeme aus Sicht der Befragten:

- Homogene Systeme
- Flexible Plattformen
- Hohe Verfügbarkeiten

Die meisten Teilnehmer geben einen Anteil von 10-30% der Energiekosten an den gesamten TCO-Kosten an. Die Mehrheit der befragten Teilnehmer erwartet eine Energie-Einsparung von 25-50%.

Von den folgenden Technologien werden Einsparpotenziale erwartet:

- Virtualisierung
- Tiefere CPU-Takte
- Effiziente Netzteile
- Weniger Redundanz bei Netzteilen
- Zentralisierte Stromversorgung (Netzteile)
- Effizientere Komponenten (Lüfter, Hard Disk, RAM usw.)

Von den Teilnehmern genannte Hindernisse:

- keine Best Practice-Fälle bekannt
- keine differenzierte Produkte-Auswahl am Markt
- zu wenig unabhängige Hintergrund-Informationen zur Verfügung

In Frankreich ist die Umfrage noch in der Vorbereitungs-Phase.

Von England wird berichtet, dass gemäss ihren Erkenntnissen ein grosser Anteil der Server in Data centres stehen. Erst ein kleiner Anteil machen die Blade-Server aus (wenige Prozente). Bei einem Rack in den Data Centres ist die Kühlleistung auf 7 kW ausgelegt. Die effektive Messung zeigt am Tag eine Leistung von 2.5 kW und in der Nacht 2.0 kW. Die Variation von 10% zwischen Stark- und Schachlastzeiten deckt sich mit unseren Messungen an modernen Servern.

Benchmarks

SPECpower

Bei der SPEC-Organisation wird an Mess- und Vergleichsmethoden für Server gearbeitet (SPECpower):

- Single class of application (SPEC jbb, Linpack)
- Several application in serial order (SPEC CPU)

- Several application suites in parallel (SPEC Virtualization)

Modelle für den Energiebezugs-Vergleich der Server:

- Durchschnittsverbrauch über verschiedene Betriebspunkte
- Scale-Down-Verfahren: Anteil Fläche über Wirkungsradkurve (über CPU-Last) zu totaler Fläche

Es wird erwartet, dass in Zukunft das Netzteil ein intelligentes *Management Interface* enthalten wird, über welches man Messwerte (z.B. Temperatur oder elektrische Leistung) auslesen kann.

Energy Star - Vorschlag für PC's

Typical Energy Consumption TEC:

- $TEC\% = 10\% \text{ PowerOff} + 20\% \text{ Power Sleep} + 70\% \text{ Power-Idle}$
- $TEC\text{budget} = 0.34(\text{MaxPower} + 5W * \#DiskDrives)$
- $TEC\% < TEC\text{budget}$

MaxPower is determined with Linpack

Zusammenfassung

- Measurement is uncritical
- Disk drive variation is low ($5W-8W * \#Drives$) (DC-Power)
- Load: No application but running energy relevant events
- Any CPU-Memory-intensive throughput-based benchmark is sufficient for efficient characterization.
- A general accepted metric does not exist.

Best Practice - Fälle

Die ganze Hardware sollte betrachtet werden, d.h. inkl. Netzwerkgeräte und Speichersysteme.

Die Fälle sollten die Virtualisierung einbeziehen. Für die Virtualisierung müssen die Speicher von den Anwendungen getrennt werden (SAN und NAS). Dies erleichtert auch das Ausschalten von Servern.

Auch nach längerer Diskussion konnte keine Methode für die Beurteilung der Best Case-Fälle gefunden werden.

Aussage IBM: Die einfachste und effektivste Methode für eine massive Reduktion des Verbrauchs ist das Ausschalten während der Nacht und am Wochenende.

Die Messdauer sollte mindestens 1 Woche dauern.

Technische Verbesserungsoptionen

Verbesserungs-Optionen

- Ausschalten
- CPU Power Management
- Disk Drive Power Management
- Consolidation/Virtualization
- Thermal Balancing

Abschätzung Aufteilung von Idle Power

HP DL380 2 GB, 2xSATA, 2xDual-Core: 199 W (Datenblatt-Angaben)

- 2 x 18 W CPU HLT Power
- 2 x 9 W FB-DDR Memory

- 2 x 6 W Disk
- 13 W RAID Controller
- > 120 W:
 - Memory Controller Hub (20 W)
 - Internal graphic Adapter
 - 2 x Internal GBit-RAM LAN (20 W)
 - Service Processor with LOM (10 – 40 W)
 - I/O Chip Set
 - Power supply
 - Fans: 2x2 (16 W)

Desktop PC Pentium D Dual Core 3 GHz: 234 W (Datenblatt-Angaben)

- CPU (gemessen):
 - MaxPower: 150 W
 - HTLPower: 45 W
- Memory 2GB DDR: 6 W
- Disk 6W
- > 72 W:
 - 1 x Internal GBit LAN (10 W)
 - Memory Controller Hub
 - Internal graphic Adapter
 - 2 x Internal GBit-RAM LAN (20 W)
 - I/O Chip Set
 - Power supply
 - Fans: 4 W

Einzelne Komponenten

CPU:

- Power State: Übergang in HLT-State (Beispiel Core2 E6700: Thermal Design Power 65 W, HLT für alle Cores: 12 W)
- Frequency Scaling: Reduktion Frequenz und Spannung spart Energie für Pausen von 10-100 micro sec.)
- Clock modulation: Thermal Throttling ohne Energieeinsparung

Hard-Disk: Hard-Disks (wenn nur wenige vorhanden, z.B. 2-3) haben nur einen kleinen Anteil am gesamten Leistungskonsum.

Lüfter: Leistungsbezug 1-4 W pro Lüfter. Dynamische Steuerungen über Temperatursensoren sind ein wichtiges Thema. IBM und Sun sehen keine grossen Unterschiede im Lüftungsaufwand zwischen Tower- und Rack-Servers. In Rack- und Blade-Servern die Lüfter haben einen Energie-Anteil von 15-20% am Gesamtverbrauch.

Netzteile: Die Umwandlung von 230 V AC zur DC-Kleinspannung ist für die grössten Verluste verantwortlich. Die meisten Server-Netzteile liefern nur eine DC-Spannung von 12 V (im Gegensatz zu PC-Netzteile). Darum sollte der Wirkungsgrad von Server-Netzteilen grösser sein als von PC-Netzteilen. Die DC-DC-Umwandlung erfolgt auf dem Motherboard.

Netzwerkkarte: Es sind keine Studien bekannt. Theoretisch sollte es möglich sein, die Leistung bei geringem Datenverkehr herunterzufahren.

Chip Set: Es sind keine Studien bekannt.

Speicher:

- kein Power-Management in DDR
- Power-Management in RDRAM: 30%
- bzgl. Energiekonsum entscheidend ist die Anzahl Chip pro Modul (Kapazität hat keinen Einfluss)
- Bus Controller hat Konsum von etwa 6 W

Virtualisierung

Nachteile: Verlust in Performance wegen Overhead für Ablaufsteuerung und Kontrolle von I/O-Operations → Virtualisierung ist nicht gratis zu haben; im Vergleich zur Stilllegung von mehreren Servern ist der Mehraufwand aber sehr gering.

Clustering

Theoretisch könnte durch Lastverschiebung (z.B. ganze virtualisierte Maschine verschieben) in Clusters einige Server in einen Schlafzustand gebracht werden (Suspend-to-RAM ACPI S3). Gemäss IBM ist dies in der Praxis aber noch von Niemandem durchgeführt worden.

Design und Energieeffizienz

Die Hardware sollte nach den Anforderungen der Anwendungen ausgewählt werden (Green500.org veröffentlicht Liste von High end – Rechner mit Zusammenhang Energieverbrauch).

Nach IBM gibt es Unterschiede in der Effizienz von Betriebssystemen. Software-Architekten können den Energieverbrauch beeinflussen.

Vorschläge von IBM

- Virtualisierung
- Software-Architekturen
- Hardware:
 - Effiziente Netzteile
 - Luftförderung
 - Inline-Messung und Steuerung von Temperaturen und elektrischen Leistungen
 - Einsatz Blade Servers
 - Trennung von Berechnungen / Anwendungen vom Speicher
- IBM-Management Software: PowerExecutive

Zusammenfassung

Die Technologien mit dem grössten Potenzial in Zukunft:

- Virtualisierung (Potenzial 400 – 800% statt 30% mit Power Management)
- System Power States in Kombination mit Migration von Virtual Maschinen
- CPU Power States für kurzfristige Lastschwankungen

Es wurde mehrfach gesagt, dass die einfachste Massnahme das Ausschalten von nicht benutzten Servern ist.

Aussage Sun: 8%-10% der Server in Data Centers haben keine Funktion → Ausschalten und 90 Tage warten, dann eliminieren.

Strategie bei Server-Ersatz:

- mehrere Server durch Multi-Core Systeme ersetzen

- gleichzeitig Konsolidierung und Virtualisierung einführen
- Reduktion von Redundancy
- Keine Überdimensionierungen

Anhang 11: Erkenntnisse beim dritten Meeting am 24./25.01.2008 in München

Stand der Arbeiten

Die Arbeiten über die technischen Verbesserungsmöglichkeiten und das Marktpotential sind abgeschlossen und die Resultate veröffentlicht worden. Es geht jetzt darum, die Demonstrationsprojekte durchzuführen, welche von den beteiligten Industriepartner IBM und Sun geführt werden. Die Evaluation von Projekten war für IBM und Sun nicht einfach, denn die Bereitschaft der Kunden war nur gering. Vor allem IBM bekundet Mühe, geeignete Projekte einzubringen. Daher hat die Projektleitung uns angefragt, ob wir auch in der Schweiz nach einem geeigneten Projekt, wenn möglich mit IBM-Geräten, suchen könnten. Die KMU-Unternehmen sind in den Demonstrationsprojekten praktisch nicht vertreten. Es wäre daher gut, wenn in der Schweiz ein solches Projekt durchgeführt würde.

SPEC

Die ersten 12 Geräte sind getestet und die Resultate sind veröffentlicht worden.

SPECPower misst nur der Verbrauch der CPU und des Motherboards mit Netzwerkverbindung. Die Disks sind aber nicht dabei.

„Active Idle Power“: 1 Prozessor-Kern muss mindestens bereit sein, um eine Anfrage von aussen zu beantworten.

Der Fokus des Benchmarks ist ein hoher Durchsatz und nicht der „Active Idle Power“.

Konsolidierung, Virtualisierung

Es gibt Messungen, welche zeigen, dass die Virtualisierung mit VMWare einen etwa 20% höheren Verbrauch bei der CPU verursacht.

Entwicklungen

Die Server sind zunehmend mit mehreren Ethernet-Interfaces ausgerüstet. Damit deren Verbrauch gesenkt werden kann, sollte die Frequenz variiert werden können. Es wird an einer neuen Norm IEEE 802.3az (reducing link rate) gearbeitet.

IBM hat eine intelligente Steckdosenleiste für den Anschluss von Servern entwickelt (iPDU -intelligent power distribution units), über welche der Strombezug gemessen und aufgezeichnet werden kann.

Pilot- und Demoprojekte

Bis zum September müssen gemäss den Projektzielen mindestens 5 Projekte dokumentiert werden.

IBM und Sun führen die Demoprojekte bei grossen Servern oder Server-Farmen durch (Ausnahme Sun mit einem KMU-Projekt).

Messungen:

- Stromkonsum: Langzeitmessungen (mindestens 1 Woche) notwendig mit einer Auflösung von 1 Minute. Vorschlag für Messgeräte:
 - Voltcraft Energy Logger 3500 (Vertreiber Conrad: 60 € inkl. SD Card) erhältlich ab Februar 2008
 - EM1010PC (wireless Communication)
- Nutzungsdaten für den Bezugsvergleich:
 - Webserver: Logdaten auswerten
 - CPU-Auslastung

- Disk-Zugriffe
- System Time in VM (for Emulation)

Servereinteilung:

- Webserver
- Database / Fileserver
- Infrastructureserver / Mailserver
- Applicationserver / Terminalserver

Werkzeug für Nutzungsdaten im Windows-Bereich: „Perfmon“ mit den folgenden Parametern

- Cache
- IPv4
- Memory
- Physical Disk

Anhang 12: Erkenntnisse beim vierten Meeting am 03./04.07.2008 in Nizza

Stand der Arbeiten

Drei von fünf Demonstrationsprojekten sind abgeschlossen. Die restlichen müssen bis Ende September abgeschlossen sein.

Die KMU-Unternehmen sind in den Demonstrationsprojekten praktisch nicht vertreten. Die Schweiz hat zusammen mit Österreich die Aspekte der KMU mit Demonstrationsprojekte eingebracht.

Demoprojekte von SUN

Strato Rechenzentrum

Rechenzentren: Berlin und Karlsruhe, 480 Mitarbeiter, > 1. Mio. Kundenverträge, Platz für 43'000 Server, > 3.5 Petabyte Transfervolumen/Monat

Dienstleistungen Strato: Shared Hosting Services (Domains, mail, databases, shops ...)

Eingesetzte neue Hardware:

- Sun T2000
- Sun T5220, CPU:1x1.2GHz, 8 Cores, 64 Threads; 2x73GB; Netzteile 2x750W (idle-Mode 245 W)

Massnahmen:

- Konsolidierung von alten Systemen (Wechsel einer Generation nach drei Jahren)
- Lastausgleich durch automatische Verteilung von http-Anfragen auf verschiedene Servers (CPU Peak load: 90%, CPU average load: 50%)
- Messungen:
Einsatz Voltcraft-Messgerät (etwa 25% der Geräte müssen wegen Qualitätsproblemen ausgewechselt werden (bei 20 Geräten): unregelmässige fehlerhafte Daten (Spikes).
http-Requests wurden gemessen

Resultate:

- Die Abhängigkeit zwischen Stromverbrauch und Auslastung ist klein (Stromverbrauch schwankt um 5%).
- Hohe durchschnittliche CPU-Loads: 30-50%
- Der Betriebspunkt bei den Netzteilen liegt zwischen 10 und 20%
- Konsolidierung:
 - T2000: 5 Server → 1 Server: Energieeinsparung 90%
 - T5220: 14 Server → 1 Server: Energieeinsparung 96%
- Bei dieser Art von Dienstleistung (Web-Server, hohe CPU-Last) zahlt sich die Konsolidierung auf neue Server-Generationen nur mit den Energiekosten innerhalb von drei Jahren aus.

Stadt Bad Soden

Dienstleistungen für Stadtverwaltung (23'000 Einwohner).

Altes System: 16 Server (2003), 100 PC's, Windows-basiert

Neues System:

- 2 Server (VMWare, EXS-Server): Sun X4600, Storage: 2 Server: Sun StoreEdge mit 5 x 300 GB
- 80% der PC → Ultra Thin Client SunRay

Resultate:

- Altes System: Server 21'000 kWh/a, PC's 30'000 kWh/a
- Neues System: Server 17'000 kWh/a (Anteil Storage 10'000 kWh/a), Thin Clients 3'000 kWh/a → Reduktion von 60% über alles (auf Server-Seite 20%)
- CPU-Load bei neuem System: Messung durch Administrations-Tool von ESX-Server: Spitze 30%, Mittelwert 15-20%

Demoprojekte von IBM

Umwelt-Bundesamt UBA

Dienstleistungen in 2 Standorte: Berlin (15 Servers, 370 Nutzers) und Bonn (41 Servers, 800 Nutzers): Mailing, Windows-based-Application, Office

Projekt: Konsolidierung und Virtualisierung

Alte Systeme: HP Proliant DL380 / ML530

Anforderung: Erhöhung Computer-Leistung, Redundanz: VMWare/ESX-Server-Ausfall

Neue Systeme: IBM x3850 und Storage N5300

Resultate:

- Energieverbrauchsreduktion: 62%
- Auslastung: CPU ca. 20%, RAM ca. 55%
- Virtualisierung: neue Applikationen führen zu einer höheren CPU-Auslastung von ca. 50% (RAM ca. 80-100%) → RAM wird kritische Größe bzgl. Ressourcen
kritische Grenzen der Auslastung?: CPU ca. 80%, RAM ca. 75%
- Ausschalten an Wochenende von Teil Server (Übertrag virt. Server auf einen Server) wurde von Kunde abgelehnt wegen Angst vor Hardware-Ausfall und Angst vor kompliziertem Wiederhochfahren von Anwendungen nach dem Wochenende.

Weitere Projekte

Zwei weitere Projekte werden noch untersucht.

KMU-Demoprojekt in der Schweiz

In einem typischen KMU-Unternehmen (Ingenieurunternehmen mit 12 Mitarbeitern) wurden 4 physikalische Server auf 2 physikalische Server (4 virtuelle) reduziert. Die Stromverbrauchsreduktion beträgt 24%. Dank den detaillierten Messungen konnten IT-Probleme (stündliche sehr hohe CPU-Belastungen während drei Minuten) detektiert werden, welche weiter untersucht und behoben werden. Damit kann die IT-Qualität gesteigert werden.

KMU-Demoprojekt von der österreichischer Energieagentur

Dienstleistungen für 80 Mitarbeiter mit Windows Server 2003 und Office 2003.

Altes System: 6 Servers, (5 Server älter als 5 Jahre).

Neues System: VMWARE Virtual Centers

Zurzeit sind Messungen am alten System gemacht worden. Die Migration erfolgt erst in den nächsten Monaten.

Entwicklungen der Hersteller IBM und Sun

Sun wird in den Servern den Stromverbrauch vor und nach dem Netzgerät messen (→ Wirkungsgrad kann beobachtet werden).

IBM setzt die Applikation „IBM Director“ ein für das Energiemanagement (Messdaten ab der intelligenten Steckerleiste „IBM iPDU“).

Umsetzung

Zwischen September und Dezember 2008 sollen die Resultate der Demonstrationsprojekte veröffentlicht werden. Das Gesamtprojekt soll im April 2009 abgeschlossen werden.

Es wird ein Leitfaden (Guidelines) erarbeitet mit folgendem Inhalt:

- Energieeffizienzpotential
- Überwindung Hindernisse, TCO
- Messung und Überwachung des Energieverbrauchs und der Energiekosten
- Beschaffung von effizienter Hardware (Netzteile) mit Einbezug Energy Star:
 - SPECpower
 - Storage
 - Power Management
- Konsolidierung, Virtualisierung
- Infrastruktur
 - Modularität
 - Freie Kühlung
 - USV
 - Netzwerkgeräte (Router, Switch)
 - Benchmarks: DCIE (Data Center Infrastructur Efficiency)

Anhang 13: Erkenntnisse beim fünften Meeting am 02./03.01.2009 in Wien

Stand der Arbeiten

Die Arbeiten über die technischen Verbesserungsmöglichkeiten und das Marktpotential sind abgeschlossen und die Resultate veröffentlicht worden. Vier Demonstrationsprojekte (2 x Sun, 1 x IBM, 1 x FSC) sind abgeschlossen. Ein Projekt von IBM ist noch ausstehend.

Präsentation Aktivitäten der Schweiz

Die Teilnehmer waren an dem Messkonzept von Rechenzentren sehr interessiert. Das Free Cooling mit direkter Außenluft wurde kontrovers diskutiert. Die Hersteller machen auf mögliche Korrosionsprobleme beim Einsatz von Außenluft aufmerksam. Auch wird die Frage gestellt, ob der zusätzliche Energieaufwand für den Luftransport nicht die Einsparung der Kältemaschine stark reduziert.

Pilot- und Demoprojekte

Die AEA führt ein interessantes Demonstrationsprojekt im KMU-Bereich durch (siehe Anhang 2): 2 FSC Server mit VMware-basierten virtuellen Servern werden eingesetzt. Am Wochenende sollen die Anwendungen auf einen Server konzentriert werden und der zweite Server abgeschaltet werden. Die Steuerung des Schaltens wird durch die Steuertools von VMware übernommen. Diese Software führt auch das Load Balancing aus und führt das Evakuieren des herunter zu fahrenden Servers möglichst Ressourcen schonend aus. Die Lizenzkosten der VMware-Software für diese Lösung sind allerdings so hoch, dass sie für KMU-Betriebe alleine wegen der Energieeinsparung nicht tragbar sind.

Es wurde ein Versuch an einem Wochenende durchgeführt. Das System läuft aber noch nicht produktiv und Erfahrung fehlen zurzeit.

Umsetzung

Im Februar 2009 werden Broschüren mit den Resultaten produziert:

- Use Cases
- Procurement Guidelines

An der CEBIT im März 2009 werden die Resultate des Projekts vorgestellt. Am 6. März 2009 werden an einer Spezialveranstaltung der Bitcom (Data Centers and Energy Efficiency) 6 Beiträge veröffentlicht und es findet ein „Round Table“-Gespräch zum Thema statt.

Im Frühling werden von der Projektführung Presseartikel veröffentlicht.

Die Schlussdokumente werden bis im Juni auf der offiziellen Web-Seite publiziert werden.

Das Gesamtprojekt soll im Juni 2009 abgeschlossen werden.

Zukünftige Projekte der Projektpartner

- Universität Karlsruhe: Powermanagement im Kurzzeitbereich in den RAM-Speichern
- Sun und IBM:
 - Auswirkungen Cloud-Computing → stärkere Server in Data-Centers
 - In Zukunft sollte Energieeffizienz auch im Speicherbereich vermehrt beachtet werden.
 - IBM hat die Strategie, Unternehmensprozesse mit Hilfe IT effizienter und mit weniger Ressourcen zu gestalten.
- AEA:
 - Umsetzungsprojekt in Richtung KMU (Motivation, Ausbildung IT-Verantwortliche)

- Mit VMWare wird diskutiert, ob für KMU-Betriebe ein angepasstes Lizenzmodell geschaffen werden könnte (analog Small Business Server von Microsoft).
- UK: Verbreitung Radio- und Fernsehsendungen über Internet: Einfluss auf Energieverbrauch?
- France:
 - Data Center Initiative: Beobachtung und Austausch von Energieeffizienz-Benchmarks
 - Handbuch für den Bau von neuen Data Centers