

Schlussbericht Juli 2004

# Erfahrungen in der Anwendung von ACPI bei Windows-Servern

ausgearbeitet durch  
Alois Huser, Thomas Grieder  
Encontrol GmbH  
Bremgartenstrasse 2, 5443 Niederrohrdorf

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

[www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)

## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	1
2	Einleitung.....	3
3	Grundlagen ACPI-Standard.....	3
3.1	System-Zustände.....	5
3.2	ACPI und Server.....	6
3.3	Kompatibilität mit Windows.....	7
3.4	Netzwerkkarten.....	8
4	Aufarbeiten internationaler Erfahrungen.....	9
4.1	Internet-Recherche.....	9
4.2	Internet-Foren der Hersteller.....	10
5	Erfahrungen bei in der Schweiz tätigen Vertriebsorganisationen.....	12
5.1	Dell 12	
5.2	IBM Schweiz.....	12
5.3	HP 13	
6	Testsystem.....	14
6.1	Hardware.....	14
6.2	Software.....	14
6.3	Erklärung produktbezogener Umwelteigenschaften gemäss ECMA.....	14
6.4	Messungen.....	15
7	Erfahrungen in der Anwendung von ACPI im Testsystem.....	16
7.1	Einstellungen BIOS.....	16
7.2	Einstellungen Betriebssystem.....	16
7.3	Einsatz als Dateiserver.....	18
7.4	Einsatz als Domaincontroller.....	19
7.5	Einsatz als DHCP-Server.....	20
7.6	Einsatz als Web-Server.....	20
7.7	Einsatz als RAS-Server.....	20
7.8	Einsatz des Servers in Clustern.....	21
7.9	Automatischer Start gemäss Fahrplan.....	21
8	Vergleich Ausschalten und Ruhezustände.....	23
9	Schlussfolgerungen.....	24
9.1	Handlungsspielraum des Bundesamtes für Energie.....	24
9.2	Empfehlungen an die Hersteller von Hard- und Software.....	24
	Literaturverzeichnis.....	26
	Anhang.....	27

## Kurzzusammenfassung

In einem Praxistest wurden die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von energiesparenden Ruhezuständen bei Servern des unteren Preissegmentes erarbeitet. Eine Vielzahl solcher Server sind bei Klein- und Mittelbetrieben im Einsatz und laufen rund um die Uhr, obwohl sie nachts und an Wochenenden nicht genutzt werden.

Die Implementation der Ruhezustände basiert auf der sogenannten *ACPI*-Spezifikation (*Advanced Configuration and Power Interface*), die von einem Industrie-Konsortium geschaffen wurde. Am weitesten fortgeschritten ist die Implementation beim Betriebssystem *Windows Server 2003*. Unter *Linux* stehen die Ruhezustände noch nicht vollumfänglich zur Verfügung. Daher wurde der Test mit dem Betriebssystem *Windows Server 2003* durchgeführt.

Bei vielen Anwendungen, speziell beim Einsatz des Servers als Datei- und Webserver, entstehen durch die Verwendung der Ruhezustände keinerlei betriebliche Nachteile.

Bei Nutzung des tiefstmöglichen Ruhezustandes nachts und an Wochenenden kann der Energiebedarf des Servers halbiert werden.

Für die Anwender wurden die Resultate in einem zweiseitigen Merkblatt zusammengefasst, das diesem Bericht als Anhang beigefügt ist.

## Abstract

In a practical test, the possibilities and limits of the use of energy-saving sleep modes were compiled for servers of the lower price segment. Many of these servers are used by small to medium-sized enterprises and are left running around the clock, although they are not used at night or during the weekend.

The implementation of the sleep modes is based on the so-called *ACPI* specification (*Advanced Configuration and Power Interface*), which was created by an industrial consortium. The most advanced of these is the implementation for the *Windows Server 2003* operating system. With *Linux*, the sleep modes are not yet fully available. The test was therefore carried out with the *Windows Server 2003* operating system.

In many applications, and in particular when the servers are used as file or web servers, no operational disadvantages result from the use of the rest states.

By making use of the lowest possible sleep mode during the night and at weekends, the energy consumption of the server can be halved.

For users, the results have been summarised in a two-page fact sheet, which is enclosed with this report as an appendix.

## Resumé

Au cours d'un test pratique ont été recherchées les possibilités et les limites de l'utilisation d'états de service à consommation d'énergie réduite (état de veille) pour des serveurs de la tranche de prix modérés. Une multitude de serveurs de cette catégorie sont en service dans des petites et moyennes entreprises fonctionnant 24 heures sur 24, bien que la nuit et les week-ends, ils ne soient pas utilisés.

La mise en oeuvre des états de veille s'appuie sur la spécification dite *ACPI (Advanced Configuration and Power Interface)* qui a été créée par un consortium industriel. La mise en application est la plus avancée actuellement dans le système d'exploitation *Windows Server 2003*. Sous *Linux*, les états de veille ne sont pas encore entièrement disponibles. Pour cette raison, le test a été réalisé avec le système d'exploitation *Windows Server 2003*.

Pour un grand nombre d'applications, spécialement lors de l'emploi du serveur comme serveur de fichiers et de Web, aucun inconvénient n'est généré par l'utilisation d'états de veille.

En tirant profit de l'état de veille le plus bas possible, la nuit et les week-ends, la consommation d'énergie du serveur peut être réduits de moitié.

Les résultats ont été résumés dans une fiche technique de deux pages jointe en annexe à ce rapport pour les utilisateurs.



# 1 Zusammenfassung

Energieverwaltung (engl. *Powermanagement*) kommt schon seit einigen Jahren im Desktop-Bereich zur Anwendung. Die Energieverwaltung von *Windows*<sup>®</sup> basiert auf der Spezifikation *Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)*, die von einem Industrie-Konsortium um *Intel*<sup>®</sup> und *Microsoft*<sup>®</sup> geschaffen wurde. *ACPI* betrifft gleichermassen die Hard- und Software der Computer. Alle Elemente, von den einzelnen Baugruppen über Gerätetreiber und das Betriebssystem bis hin zur Anwendungssoftware, sind einbezogen.

Das Ziel des Projektes ist es, Erfahrungen und Grenzen von *ACPI* bei Low-End-Servern<sup>1</sup> im Praxistest zu erarbeiten. Die Erkenntnisse dienen den Herstellern als Anregung zur Weiterentwicklung und den Anwendern als Motivation und Anleitung, *ACPI* einzusetzen und die vordefinierten Ruhezustände zu nutzen. Für die Anwender wurden die Resultate in einem zweiseitigen Merkblatt zusammengefasst.

Auf internationalem Gebiet sind keinerlei Erfahrungen aus der Praxis vorhanden, auch Kundenanfragen sind bei den schweizerischen Importeuren nicht bekannt. Es herrscht immer noch die Meinung vor, Server müssten zwingend rund um die Uhr durchlaufen. Die Internet-Recherche förderte immerhin einige Beiträge zu Tage, die sich mit Powermanagement in grossen Rechenzentren befassen. Aus dieser Richtung könnten in Zukunft neue Entwicklungsimpulse auch für den Low-End-Bereich kommen.

Durch die Kontakte mit den Produktmanagern in der Schweiz konnte schliesslich ein Low-End-Server gefunden werden, der zumindest gewisse *ACPI*-Ruhezustände unterstützt. Mit dieses Testsystem wurden verschiedene Betriebsarten realisiert und das Verhalten des Servers aufgenommen.

Der Server kennt zwei energiesparende Zustände, den *Standby*- und den *Ruhezustand*<sup>2</sup>. Im *Standby* ist die Reduktion der Leistungsaufnahme gegenüber dem unbelasteten Betrieb (keine Anwendung aktiv) nur marginal. Erst der *Ruhezustand* bringt eine Reduktion unter 10 W. Bei konsequenter Nutzung dieses Zustandes nachts und an Wochenenden kann der Energiebedarf des Servers halbiert werden.

Problemlös gestaltet sich der Einsatz als Datei- und Webserver. Geringe Einschränkungen sind bei der Nutzung als *Domain-Controller* und *DHCP-Server* aufgetreten, wobei die auftretenden Schwierigkeiten umgehbar sind, wenn der Server durch einen geplanten Task zu festen Tageszeiten geweckt wird. Nicht möglich ist der Einsatz der Ruhezustände bei *RAS-Servern* und beim Einsatz in *Clustern*.

Als Fazit dieser Arbeit kristallisieren sich mehrere Empfehlungen an die Hersteller von Hard- und Software heraus:

- Hersteller von Server-Hardware sollten konsequent die Ruhezustände S3 und S4 (*Suspend to RAM* und *Suspend to Disk*) implementieren. In diesem Zusammenhang muss auch die Stromversorgung der Server für den *Ruhezustand* optimiert werden.

---

<sup>1</sup> Low-End oder Entry-Level Server: Prozessor und Stromversorgung normalerweise nicht redundant, Preis unterhalb ca. Fr. 30'000.-

<sup>2</sup> *Windows* unterscheidet zwei energiesparende Zustände, den *Standby*- und den *Ruhezustand*. Der *Standby*-Zustand stellt die erste Stufe dar, Teile des Mainboards – im Minimum der RAM-Speicher- bleiben aktiviert. Im *Ruhezustand* wird der gesamte Systemkontext auf die Festplatte gespeichert, der Chipsatz (CPU, Cache, RAM) kann abgeschaltet werden. In der *ACPI*-Spezifikation wird der Begriff *Standby* auch als Überbegriff für *Standby*- und *Ruhezustand* im obigen Sinne verwendet (vgl. 3.1).

- Unter der Bezeichnung *Microsoft® Windows® Logo-Programm* hat *Microsoft* einen Satz minimaler Anforderungen an Systeme und Geräte formuliert, der eine qualitativ hochstehende System-Performance unter *Windows* garantieren soll. Im Rahmen dieses Programmes sollte *Microsoft* für Low-End-Server zwingend die Implementation der Zustände S3 und S4 fordern. Damit würde ein grosser Druck auf die Gerätehersteller ausgeübt, diese energiesparenden Zustände vollständig zu implementieren.
- Die Anwendungssoftware hat ebenfalls entscheidenden Einfluss auf die Nutzbarkeit der Ruhezustände. Die Entwickler der Programme sollten darauf achten, dass offene Netzwerkverbindungen nicht ein Herunterfahren von Client und Server verhindern.

Den Käufern und Betreibern von Low-End-Servern wird empfohlen, schon heute bei der Beschaffung die Kompatibilität mit *ACPI* zu verlangen. Die Anbieter sollen die Leistungsaufnahme im Betrieb und in den Ruhezuständen in ihren Angeboten angeben. Weitere Hinweise für Installation und Betrieb sind im Merkblatt enthalten.

Für das *Bundesamt für Energie* ergeben sich im Wesentlichen zwei Handlungsschwerpunkte:

- In erster Linie sollten die Resultate dieser Studie verbreitet werden, indem das Merkblatt bei den betroffenen Kreisen bekannt gemacht wird. Dadurch soll auf die Hersteller ein Nachfragedruck nach Servern mit implementierten Ruhezuständen erzeugt werden.
- Zusätzlich kann das *BfE* den Inhalt des Merkblattes in der eigenen IT-Infrastruktur anwenden. Das Vorgehen bei der Beschaffung und der Konfiguration solcher Server kann auch mit weiteren Bundesämtern koordiniert werden, um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen.

## 2 Einleitung

Im Rahmen des Forschungsprogramms Elektrizität des Bundesamtes für Energie (*BfE*) wurden bereits mehrere Studien zum Thema Schalten von Servern, resp. zur Nutzung energiesparender Zustände durchgeführt. In einer repräsentativen Umfrage bei 400 Klein- und Mittelbetrieben (KMU) wurde das Interesse an solchen Lösungen erfragt (Gubler M. & Peters M. 2000). Gemäss der Studie würden 57% der Befragten ein automatisches Ein- und Ausschalten begrüßen. Mehr als 90% der Server in den befragten Betrieben laufen rund um die Uhr durch. Die Gründe dafür sind selten sachlicher Natur, sondern liegen eher bei Unsicherheiten, Gewohnheiten und Zweifeln an der technischen Machbarkeit. Die vorliegende Studie soll mithelfen, diese Zweifel zu beseitigen und die technische Machbarkeit nachzuweisen.

Zur elektrischen Leistungsaufnahme von Servern sind keine Normen oder international anerkannten Richtlinien bekannt. Umso wichtiger ist daher ein implementiertes Energiemanagementsystem. Auf Herstellerseite sind verschiedene Ansätze für eine Energieverwaltung bei Servern vorhanden. Am deutlichsten präsentiert sich die Situation in der Windows®-Welt. Dort wird der von den Personal Computern her bekannte *ACPI*-Standard übernommen. Verschiedene Hersteller garantieren die Systemkompatibilität gewisser Low-End-Server mit dem *ACPI*-Standard. Wie aber die Ruhezustände von *ACPI* in der Serverumgebung in der Praxis funktionieren und wo die Grenzen liegen, ist nicht bekannt.

Das Ziel des Projektes ist es, Erfahrungen und Grenzen von *ACPI* bei Low-End-Servern im Praxistest zu erarbeiten. Die Erkenntnisse dienen den Herstellern als Anregung zur Weiterentwicklung und den Anwendern als Motivation und Anleitung, *ACPI* einzusetzen und die vordefinierten Ruhezustände zu nutzen.

Dieses Projekt beschreitet einen alternativen Weg zu den bereits fortgeschrittenen Studien, die sich mit einem gezielten Ausschalten von Servern befassen (Huser, A. 2001 und Sauter, B. 2003). Ein Vergleich der beiden Ansätze ist in Kapitel 8. enthalten.

## 3 Grundlagen ACPI-Standard

Die Energieverwaltung (engl. *Powermanagement*<sup>3</sup>) wird seit einigen Jahren bei Computern im Desktop-Bereich behandelt. Die Spezifikation *Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)* wurde von einem Industrie-Konsortium geschaffen mit dem Ziel, die Energieverwaltung vom *BIOS*<sup>4</sup> in das Betriebssystem zu verlagern (*Advanced Configuration and Power Interface Specification* 2004). Dabei richtet sich *ACPI* gleichzeitig an die Software und die Hardware. Alle Elemente eines Computers von der Hardware über die Software-Gerätetreiber bis zur Software-Anwendung sind einbezogen (Bild 3-1).

In der Spezifikation wurde nicht festgelegt, was die Kompatibilität mit *ACPI* zwingend beinhaltet. Ein Hersteller kann eine Kompatibilität mit *ACPI* angeben, ohne dass alle vordefinierten Zustände implementiert sind.

---

<sup>3</sup> Power Management-Definition in der *ACPI*-Spezifikation: Mechanisms in software and hardware to minimize system power consumption, manage system thermal limits, and maximize system battery life. Power management involves trade-offs among system speed, noise, battery life, processing speed, and alternating current (AC) power consumption. Power management is required for some system functions, such as appliance (for example, answering machine, furnace control) operations.

<sup>4</sup> **Basic Input Output System**

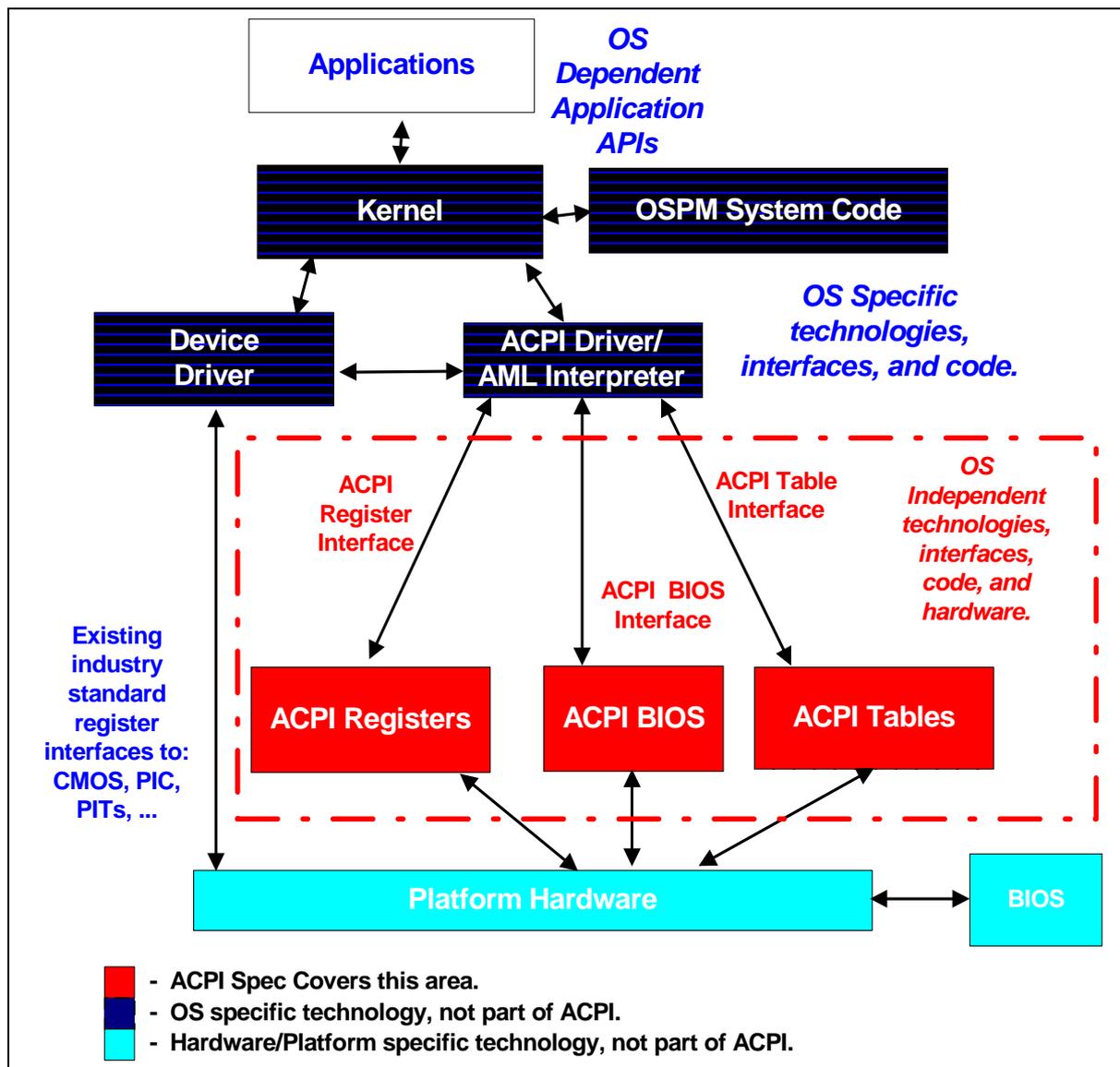


Bild 3-1 ACPI-Elemente (Begriffserklärung<sup>5</sup>)

<sup>5</sup> *ACPI Machine Language (AML)*: Pseudocode for a virtual machine supported by an ACPI-compatible OS and in which ACPI control methods and objects are written.

*Operating System (OS)*: Betriebssystem (z. B. Windows®, Linux)

*Operating System-directed Power Management (OSPM)* A model of power (and system) management in which the OS plays a central role and uses global information to optimize system behavior for the task at hand.

### 3.1 System-Zustände

Von aussen betrachtet kann das System Computer vier sogenannt globale Zustände, welche mit G0 bis G4 abgekürzt werden, einnehmen (Tab. 3-1).

Zustand	Anwendungs-SW läuft	Verzögerung für Wechsel in G0	Energiekonsum	Neustart Betriebssystem erforderlich	Zustand verlassen elektronisch <sup>6</sup>
G0 Betrieb (Working)	Ja	0	20 bis 500 W	Nein	Ja
G1 Standby (Sleeping)	Nein	< 1 s bis 1 min je nach Standby-Zustand	1 bis 100 W	Nein	Ja
G2/S5 Schein-Aus (Soft off)	Nein	> 10 s bis 1 min	1 bis 20 W	Ja	Ja
G3 Aus (Mechanical Off)	Nein	> 10 s bis 1 min	0 <sup>7</sup>	Ja	Nein

Tab. 3-1 Globale ACPI-Zustände

Für den Zustand G1 sind verschiedene Unterzustände definiert, welche mit S1 bis S4 abgekürzt werden (Tab. 3-2). Im Zustand G2 (*Schein-Aus*) wird der Systemzustand nicht gespeichert und das Betriebssystem wird bei einem Neustart vollständig neu aufgebaut.

Eine detaillierte Beschreibung der Zustände in Englisch ist im Anhang beigefügt.

Zustand	Anwendungs-SW läuft	Verzögerung für Wechsel in G0	Energiekonsum	deaktivierte Systemkomponenten
S1	Nein	< 1 s	20 bis 500 W	---
S2	Nein	< 1 s	20 bis 500 W	CPU, Cache
S3 (Suspend to RAM)	Nein	einige s	1 bis 50 W	CPU, Cache, Chip set
S4 Ruhezustand (Suspend to disk)	Nein	einige s bis 1 min	1 bis 20 W	alle Geräte, Systemkontext auf Harddisk gespeichert
S5 (Soft Off)	Nein	> 10 s bis 1 min	1 bis 20 W	alle Geräte, Systemkontext nicht gespeichert

Tab. 3-2 ACPI Standby-Zustände

<sup>6</sup> z. B. durch Mausbewegung, Tastendruck, Netzwerkanforderung etc.

<sup>7</sup> Ausnahmen: Stützbatterie für Systemuhr noch aktiv, bei PC und Laptop evtl. externes Netzteil noch aktiv

Jede Systemkomponente kann unabhängig vom Gesamtsystem-Zustand verschiedene Geräte-zustände, abgekürzt mit D0 (voll betriebsbereit) bis D3 (aus) einnehmen. Diese sind normalerweise für den Benutzer nicht sichtbar.

Für den Prozessor sind im globalen G0-Zustand (Betrieb) weitere Betriebszustände definiert, welche mit C0 (volle Belastung) bis Cn abgekürzt werden.

Normalerweise wechselt der Computer automatisch zwischen dem Betriebszustand G0 und dem *Standby*-Zustand G1 hin und her (Bild 3-2). Einzelne Systemkomponenten können unabhängig davon in einen Zustand mit reduzierter Leistungsaufnahme (D1 bis D3) geschaltet werden. Auch die CPU kann im Betriebszustand G0 je nach Belastung in energiesparende Zustände (C0 bis Cn) übergehen.

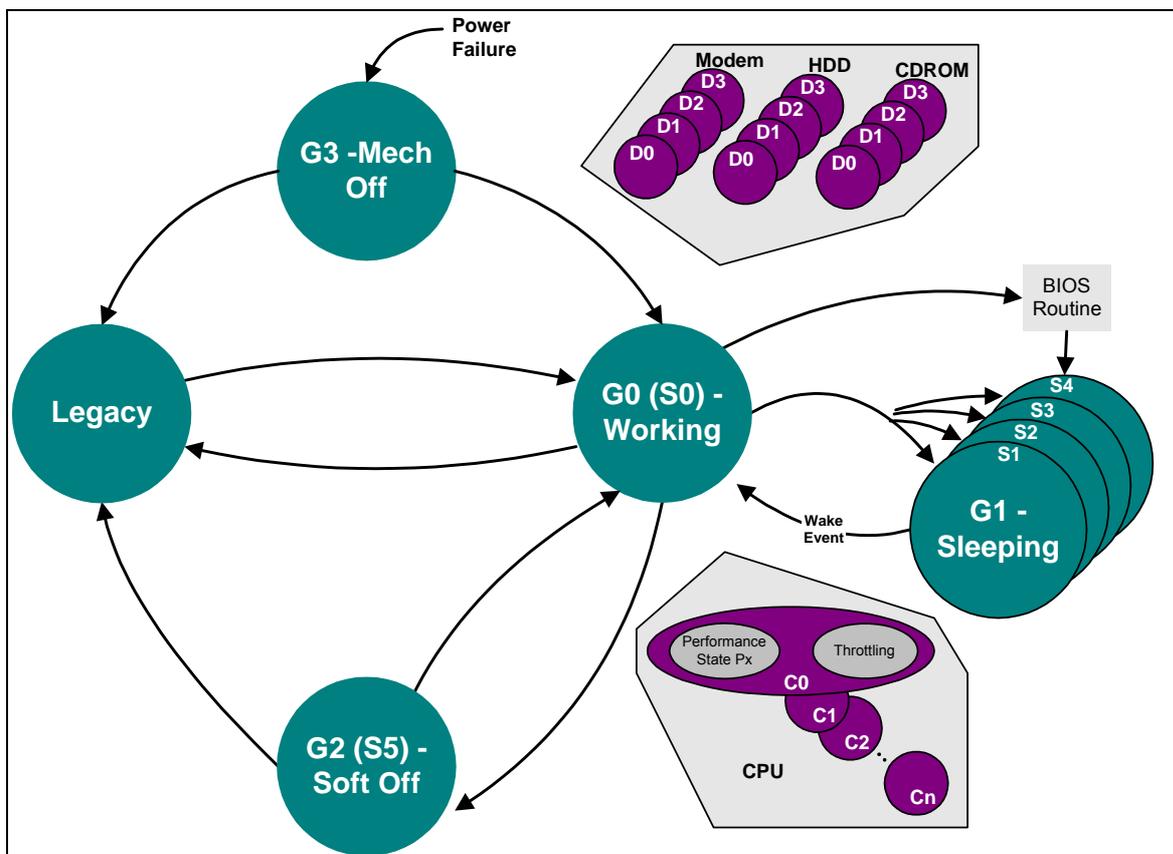


Bild 3-2 Übersicht der Betriebszustände gemäss ACPI

### 3.2 ACPI und Server

Server sind in der ACPI-Spezifikation mit eingeschlossen. Sie können gemäss der Spezifikation grundsätzlich gleich behandelt werden wie Computer am Arbeitsplatz. Der folgende Text stammt aus der ACPI-Spezifikation 2.0c und behandelt das Thema Server:

(Zitat) Perhaps surprisingly, server machines often get the largest absolute power savings. Why? Because they have the largest hardware configurations and because it's not practical for somebody to hit the off switch when they leave at night.

**Day Mode.** In day mode, servers are power-managed much like a corporate ordinary green PC, staying in the Working state all the time, but putting unused devices into low-power states whenever pos-

sible. Because servers can be very large and have, for example, many disk spindles, power management can result in large savings. OSPM allows careful tuning of when to do this, thus making it workable.

**Night Mode.** In night mode, servers look like home PCs. They sleep as deeply as they can and are still able to wake and answer service requests coming in over the network, phone links, and so on, within specified latencies. So, for example, a print server might go into deep sleep until it receives a print job at 3 A.M., at which point it wakes in perhaps less than 30 seconds, prints the job, and then goes back to sleep. If the print request comes over the LAN, then this scenario depends on an intelligent LAN adapter that can wake the system in response to an interesting received packet.

### 3.3 Kompatibilität mit Windows

Unter der Bezeichnung *Microsoft® Windows® Logo-Programm* (Abkürzung *WLP*) hat *Microsoft* einen Satz minimaler Anforderungen an Systeme und Geräte formuliert, der eine qualitativ hochstehende System-Performance unter *Windows* garantieren soll (Microsoft Windows Logo Program System and Device Requirements, 2004).

Für Server verlangt das Programm eine Kompatibilität mit der *ACPI*-Spezifikation Version 1.0b und im Minimum den *Ruhezustand* S5. Server der Einstiegsklasse, sog *SOHO*<sup>8</sup>-Server, müssen auch den Zustand S1 unterstützen. Die anderen *Standby*-Zustände (S1, S2 und S4) sind nicht zwingend vorgeschrieben<sup>9</sup>.



Bild 3-3 Microsoft-Label zur Auszeichnung von Servern

*Microsoft* hat ein Testverfahren für die Kompatibilität der Hardware mit ihren Betriebssystemen veröffentlicht<sup>10</sup>. Darin ist ein *ACPI*-Stress-Verfahren integriert, das auch auf Server angewendet werden kann. Ein Teil des Testes besteht darin, dass nach dem Aufwachen aus einem *Standby*-Zustand die Netzwerkverbindungen innerhalb von 20 Sekunden wieder aufgenommen werden.

---

<sup>8</sup> SOHO: Small Office, Home Office

<sup>9</sup> Server Note – Clarification: At a minimum, SOHO servers must support S1. Other server systems are not required to support S1 or S3. Server systems may choose not to support S4. All server systems must be ACPI-compliant and should support S5, which enables operating system support of S4. Servers with more than eight physical processors are not required to be ACPI-compliant.

<sup>10</sup> Microsoft Windows Hardware Compatibility Test Kit: <http://www.microsoft.com/whdc/hwtest>

Das Betriebssystem *Windows Server 2003* besteht aus verschiedenen Produkten:

- *Standard Edition*
- *Enterprise Edition*
- *Datacenter Edition*
- *Web Edition*
- *Small Business Server*

Die Produkte *Enterprise* und *Datacenter* unterstützen in speziellen Versionen die 64-Bit-Architektur. Erst die *ACPI*-Spezifikation 2.0 berücksichtigt diese Architektur. Unter *Windows Server 2003*, *Enterprise Edition 64-Bit-Version* und *Windows Server 2003, Datacenter Edition 64-Bit-Version* sind einige Funktionen nicht enthalten, die in den 32-Bit-Versionen dieser Betriebssysteme zur Verfügung stehen. Dazu gehört auch die *ACPI*-Funktionalität. Nur die *ACPI* 2.0-Tabellen, die für 64-Bit-Umgebungen angepasst wurden, werden unterstützt. Für Server der Einstiegsklasse, wie sie in einer KMU-Umgebung normalerweise anzutreffen sind, stehen diese 64-Bit-Versionen heute nicht zur Diskussion.

### 3.4 Netzwerkkarten

Netzwerkkarten müssen in der Lage sein, den Server aus den *Standby*-Zuständen aufzuwecken. Dazu genügt es, dass „sinnvolle“ Daten über das Netzwerk zum Server geleitet werden. Beispiele von sinnvollen Daten sind:<sup>11</sup>

- Empfang eines *Magic Packet*<sup>TM</sup>
- Fern-Zugriff eines Administrators
- Netzwerkdaten, die direkt an das System adressiert sind

---

<sup>11</sup> Auszug aus der *ACPI*-Spezifikation: Kapitel A.9.3.2: Wake frame events are used to wake the system whenever *meaningful* data is presented to the system over the network. Examples of meaningful data include the reception of a *Magic Packet*<sup>TM</sup>, a management request from a remote administrator, or simply network traffic directly targeted to the local system.

## 4 Aufarbeiten internationaler Erfahrungen

### 4.1 Internet-Recherche

Aus der Internet-Recherche zum Thema Powermanagement bei Servern resultierten nur sehr wenige relevante Beiträge.

#### 4.1.1 Intel

In einem *Technology Magazine* beschreibt der Chip-Hersteller seine Bemühungen in Bezug auf neue Technologien (Bodas D. 2004). Hauptziel der Anstrengungen ist es, die Wärmelast in grossen Server-Zentren in Grenzen zu halten. Dazu verfolgt *Intel* eine dreifache Strategie:

- *Demand-Based Switching (DBS)* passt die Leistungsaufnahme der Prozessoren der Auslastung an. Dies wird erreicht durch Anpassung der Betriebsspannung und der Taktrate. Ähnliche Techniken werden bei der Mobil-Technologie Centrino™ angewendet. Das Einsparpotential durch diese Technik wird mit bis zu 30% angegeben.
- Auf der Ebene des Data-Centers arbeitet *Intel* am *Automatic Control of Power Consumption (ACPC)*. Diese Technik ermöglicht es, durch einen Feedback-Mechanismus die Leistungsaufnahme eines Servers zu überwachen und von aussen gezielt zu beschränken. Dadurch wird den Administratoren die Möglichkeit gegeben, in Krisensituationen die Wärmelast im Data-Center zu begrenzen.
- Ergänzt wird *ACPC* durch den überlagerten *Enterprise Power and Thermal Manager (EPTM)*. *EPTM* ist ein Software-Tool, das die Möglichkeiten von *DBS* und *ACPC* kombiniert. Es erlaubt die dynamische Allokation der Leistungsaufnahme auf verschiedenen organisatorischen Ebenen, vom Rack bis zum kompletten Data-Center. Das Tool ermöglicht so die Optimierung von Performance und Leistungsaufnahme auf einer übergeordneten Ebene.

Obwohl die Motivation zu diesen Technologien aus der Welt der grossen Data-Centers kommt, könnte gerade das *Demand-Based Switching* auch bei Servern der Einstiegsklasse eine Wirkung entfalten.

#### 4.1.2 American Megatrends

Der *BIOS*-Hersteller präsentiert auf seiner Internet-Site das Produkt *AMIBIOS® Server* mit den folgenden Eigenschaften<sup>12</sup>:

- fully ACPI ready
- ACPI System States S1, S2, S3, S4 and S5
- ACPI Device States D1, D2 and D3
- Remote Wake Up Via Modem & Network

Für eine vollständige Implementation der energiesparenden Zustände von *ACPI* muss die ganze Kette von Betriebssystem, *BIOS*, Treiber und Hardware optimal zusammenarbeiten. *Windows Server 2003* erfüllt als Betriebssystem diese Anforderung. Mit *AMIBIOS Server* steht für die Hersteller von Servern auch ein *BIOS* zur Verfügung, das als nächstes Glied der Kette anschliesst und ebenfalls alle Voraussetzungen erfüllt. Die Tatsache, dass bisher kein Low-End-Server mit vollständiger

---

<sup>12</sup> Quelle: <http://www.ami.com/support/doc/amibiosserver2000.pdf>

Implementation der energiesparenden Zustände bekannt ist, lässt vermuten, dass noch Kompatibilitätsprobleme bei Treibern und Baugruppen bestehen oder dass das Interesse an einer vollständigen Implementation von Seiten der Hersteller nicht gegeben ist.

#### 4.1.3 Duke University

Interessante Aspekte sind in einem sog. *Position Summary* der *Duke University* (North Carolina, USA) dargestellt (Chase J. & Doyle R.). Der Fachartikel gibt einen Hinweis, dass die *ACPI*-Ruhezustände in Zukunft auch bei grösseren Server-Clustern von Bedeutung sein könnten. Dadurch würde ein grosser Entwicklungsschub ausgelöst, von dem auch die Server der Einstiegsklasse profitieren würden.

(Zitat, frei übersetzt) „... unter schwacher Belastung [eines Server-Clusters<sup>13</sup>] ist es äusserst wirkungsvoll, Server-Powermanagement (z. B. *ACPI*) zu nutzen, um einige Server in einen Zustand mit reduzierter Leistungsaufnahme überzuführen ... Unsere Prämisse ist es, dass einzelne Server eine angemessene ‚Körnung‘ für Energiemanagement in Clustern darstellen ... Einzelne Server in den Ruhezustand überzuführen, bietet eine angemessene Kontrolle über die Leistungsaufnahme in grossen Clustern und ist eine einfache Alternative zu Techniken, z. B. Spannungsreduktion, die die Leistungsaufnahme von Servern bei schwacher Last reduzieren ... Unser System basiert auf rekonfigurierbaren Switches, die die Anforderungen zu den [bereits] aktiven Servern leiten und von den inaktiven fernhält ... Dadurch erreicht das System, dass die Anforderungen auf eine Untermenge der Server konzentriert wird, die bei höherer Auslastung laufen.“

#### 4.1.4 HP Business Support Center

Zwei Einträge in *HP's Business Support Center* lassen vermuten, dass gewisse Produkte aus dem Serverangebot über *ACPI*-Funktionen verfügen. Das Produkt-Management in der Schweiz konnte dazu allerdings keine weiterführenden Auskünfte erteilen:

- In einem ersten *Support Document* wird erwähnt, dass die Produkte der *ProLiant*-Familie entsprechend den Anforderungen des *Microsoft Windows Logo-Programm* entwickelt wurden. Demgemäss müssten mindestens die Zustände S1 und S5 implementiert sein. In den Gerätedatenblättern wird Konformität mit *ACPI 1.0b* erwähnt, Angaben zu Ruhezuständen und dazugehörigen Verbrauchswerten fehlen.
- Ein zweites *Support Document* erwähnt Probleme mit dem Wiederaufwachen aus dem *Ruhezustand (Hibernation)* wiederum für *ProLiant-Server* in Verbindung mit mehreren *Virtual LANs (VLAN)*. Dies lässt vermuten, dass der Zustand S5 implementiert ist und auch vereinzelt benützt wird. Auch hier konnte das Produkt-Management in der Schweiz keine weiteren Auskünfte erteilen.

## 4.2 Internet-Foren der Hersteller

Bei zwei Herstellern wurde die Frage nach Powermanagement-Funktionen bei Servern in Benutzer-Foren platziert. Im einen Fall traf innerhalb von zwei Wochen keine einzige Rückmeldung ein. Im anderen Fall gingen zwei Antworten ein, wobei die erste auf eine generelle Beschreibung von Powermanagement bei Desktop PCs verwies. Die zweite Antwort mag stellvertretend für die immer noch vorherrschende Meinung zu diesem Thema sein:

---

<sup>13</sup> Ein Computercluster, meist einfach Cluster genannt, bezeichnet eine Anzahl von vernetzten Computern, die zur parallelen Abarbeitung von Teilaufgaben einer grösseren Gesamtaufgabe zusammenarbeiten.

(Zitat, frei übersetzt) „Es gibt kein Powermanagement bei *ProLiant* Servern ... die Hardware wird nicht verlangsamt oder in einen energiesparenden Zustand übergeführt ... [*ProLiant* Server] haben starke Lüfter, wirklich leistungsstarke Stromversorgungen, ein exzellentes thermisches Layout und thermische Abschaltung im Störfall ... das heisst, die ganze Hardware läuft zu jeder Zeit, das ist gut so und absolut notwendig für eine schnelle Reaktionszeit.“

## 5 Erfahrungen bei in der Schweiz tätigen Vertriebsorganisationen

Eine Umfrage bei den wichtigsten Vertriebsorganisationen in der Schweiz ergibt ein recht einheitliches Bild: Den Produktmanagern für Server der Einstiegsklasse ist beim ersten Kontakt der Begriff *ACPI* meistens unbekannt. Kundenanfragen oder Erfahrungen im Bereich des Powermanagements sind nicht bekannt. Erst nach internen Abklärungen bei den Support-Centern der Mutterhäuser konnte z. T. eine Stellungnahme abgegeben werden. Die folgenden Produkte wurden berücksichtigt:

- *Dell*
- *Fujitsu-Siemens*
- *IBM*
- *HP*

### 5.1 Dell

Stellungnahme des Produktmanagements H. P. Odermatt:

(Zitat) „Entry Level Server vieler Hersteller sind meistens Desktops im Servergewand und haben deshalb *ACPI* Unterstützung. *Dell's* Produkt für diesen Markt, der *PowerEdge 400SC* ist so ein Beispiel. Power Management auf Servern wird in der Regel vom Betriebssystem gesteuert. Sowohl *Windows XP client* wie *Windows 2003 Server* unterstützen *ACPI* Grundsätzlich stellt sich aber die Frage nach dem Sinn von Ruhezustandsfunktionen auf Servern. Diese sollten sich durch hohe Verfügbarkeit und schnellen Zugriff und nicht durch ständige Standby-Funktionen mit entsprechend langsamer Reaktion bei Reaktivierung auszeichnen.“

In der Gerätedokumentation zum *PowerEdge 400SC* sucht man dann allerdings vergeblich das Wort *ACPI*. Hinweise auf Ruhezustände oder Verbrauchswerte für diese Zustände fehlen.

### 5.2 IBM Schweiz

*IBM* verfügt als einziges der angesprochenen Unternehmen über einen Verantwortlichen für Produktsicherheit und Umweltaspekte in der Schweiz. Dadurch stand ein sehr kompetenter Ansprechpartner für diese Studie zur Verfügung.

Nach Auskunft von B. Oldani interessieren sich die Käufer von Servern kaum für Fragen der Energieverwaltung. *IBM Deutschland* wurde schon vereinzelt mit Fragen konfrontiert. In der Schweiz sind erst durch dieses Projekt eine Serie von Nachfragen bei den Entwicklungsabteilungen ausgelöst worden. Als Konsequenz soll in einer kommenden internen Konferenz das Thema der Energieverwaltung angesprochen werden<sup>14</sup>.

Angaben betreffend *ACPI* und Ruhezustände sucht man in der Datenblättern vergebens. Auf Anfrage stellt *IBM* auch sog. Umweltdeklarationen zur Verfügung. Diese basieren auf einer Vorlage der *ECMA*<sup>15</sup>. Auch in diesen Dokumenten fehlen Angaben zur Leistungsaufnahme in allfälligen Ruhezuständen, weil dies in der Vorlage nicht verlangt ist. Erst aus gewissen internen Spezifikationen ist ersichtlich, dass die Server der *xSerie* konform sind zur Spezifikation *ACPI 1.0b*.

---

<sup>14</sup> IBM: Environmental Leadership Conference, Washington DC, USA (Teilnehmer Silvio Wehren, IBM Deutschland)

<sup>15</sup> European Computer Manufacturing Association, <http://www.ecma-international.org/>

### 5.3 HP

Anfragen betreffend Ruhezustände wurden bisher nicht gestellt. Gemäss Rückmeldungen vom Support gibt es aber Kunden aus dem KMU-Bereich, die ihre Server über das Wochenende ausschalten möchten und dies auch ausprobiert haben. Probleme beim Wiederhochfahren haben aber jeweils dazu geführt, dass der Server wieder durchgehend betrieben wurde.

## 6 Testsystem

### 6.1 Hardware

Es wurde bei verschiedenen Händlern ein handelsüblicher Low-End-Server gesucht, welcher gemäss Produktbeschreibung die *ACPI*-Spezifikation unterstützt. Die *IBM* bietet einen solchen Server an, welcher inklusiv dem *RAID*<sup>16</sup> – Controller *ACPI*-tauglich ist. Der beschaffte Server weist die folgenden technischen Eigenschaften auf:

- Produktbezeichnung: IBM eServer xSeries 225 (Typ 8647)
- Prozessor: Xeon 2.67 GHz
- Mainboard: Dual Prozessor
- RAM: 512 MB
- HDD: 3 x 36.4 GB Ultra 320 SCSI Hot-Swap SC
- Netzwerkkarte: Broadcom NetXtreme Gigabit Ethernet
- Netzteil: max. Leistung 425 W
- Lüfter: drei Gehäuselüfter (keine Prozessorlüfter)
- BIOS: Phoenix V. 6.0

Die Netzwerkkarte ist auf dem Mainboard integriert und basiert auf einer *Single-Chip Gigabit Ethernet*-Lösung. In dieser integrierten Schaltung ist eine Steuerung für die Energieverwaltung und ein *Wake-on LAN* integriert<sup>17</sup>.

### 6.2 Software

Auf dem Server wurde das Betriebssystem *Windows® 2003 Server Standard Edition* installiert. Für ein fehlerfreies Funktionieren von *ACPI* sind die neuesten Gerätetreiber notwendig. Diese mussten zum Teil nachinstalliert werden.

### 6.3 Erklärung produktbezogener Umwelteigenschaften gemäss ECMA

Der Hersteller deklariert die folgenden produktbezogenen Umwelteigenschaften gemäss *ECMA*<sup>18</sup> (Auszug):

- **Gewicht:** 20,7 kg (max. Konfiguration)
- **Abmessungen:** 46,6 cm x 16,5 cm x 66 cm (Höhe, Breite, Tiefe)
- **Energieverbrauch:**
  - Betriebszustand: 425 W (Maximal)
  - Standby: 110 W
  - Aus: 10 W

---

<sup>16</sup> Ein RAID-System (Abk. Redundant Array of Inexpensive / Independent Disks) dient zur Organisation von mehreren Festplatten bei einem Computer. Dadurch kann man Betriebssicherheit, Leistung und/oder Kapazität erhöhen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten, die man als RAID-Levels definiert hat.

<sup>17</sup> Broadcom: On-chip power circuit controller and Wake-on LAN power switching circuit

<sup>18</sup> European Computer Manufacturing Association, <http://www.ecma-international.org/>

- Akustische Emission (Schalleistung und Schalldruck)  
 Betriebszustand: 6,1 Bel / 46 dB(A)  
 Standby: 6,0 Bel / 45 dB(A)
- Wärmeabgabe: 425 W

Das System ist kompatibel mit *ACPI*, Version 1.0a.

## 6.4 Messungen

### 6.4.1 Resultate

Mit dem Messgerät *EMU 124.K* wurde die elektrische Leistungsaufnahme in drei Konfigurationen und in verschiedenen Betriebszuständen gemessen:

- Konfiguration 1: 3 x SCSI-HDD mit RAID-Controller
- Konfiguration 2: 1 x IDE-HDD
- Konfiguration 3: 1 x IDE-HDD, 3 x SCSI-HDD mit RAID-Controller

Betriebszustand	Konfig. 1	Konfig. 2	Konfig. 3
G0 Betrieb, CPU ausgelastet	153 W	98 W	165 W
G0 Betrieb, keine aktive Anwendung	118 W (132 VA, Leistungsfakt. 0.89)	88 W (102 VA, Leistungsfakt. 0.86)	126 W
G1 Standby (ACPI S1 oder S2, Mainboard kennt Zustand S3 nicht)	116 W	82 W	121W
S4 Ruhezustand, (Suspend to Disk)	8 W (39 VA, Leistungsfaktor: 0.21)	8 W	8 W

Tab. 6-1 Messung der elektrischen Leistung in verschiedenen Betriebszuständen

Mit dem Messgerät *Digital Sound Level Meter TES1350* wurde der Schalldruck im Abstand von einem Meter gemessen. Im Betriebs-, wie auch im *Standby*-Zustand betrug der Wert 57 dB(A).

### 6.4.2 Beurteilung

Die Leistungsreduktion zwischen dem Betrieb ohne aktive Anwendung und dem *Standby*-Zustand beträgt lediglich 2%. Diese geringe Reduktion ist darauf zurückzuführen, dass die Hardware den Zustand S3 (*Suspend to RAM*) nicht unterstützt. Nach Aussage des Herstellers, ist S3 nur bei Mainboards mit einem einzelnen Prozessor implementiert, bei zwei Prozessoren müssten zusätzliche Entwicklungen gestartet werden.

Der Leistungsbedarf des *RAID*-Controllers und der drei *SCSI*-Festplatten beträgt 40 W. Im Betrieb ohne aktive Anwendung bedeutet dies einen Drittel der gesamten Serverleistung.

## 7 Erfahrungen in der Anwendung von ACPI im Testsystem

### 7.1 Einstellungen BIOS

Die Optionen des *Power Management* werden im *BIOS* eingestellt. Um die *Standby*- und *Ruhezustände* nutzbar zu machen, mussten zuerst die *Wake Up* – Funktionen durch *Enabled* aktiviert werden (Bild 7-1).

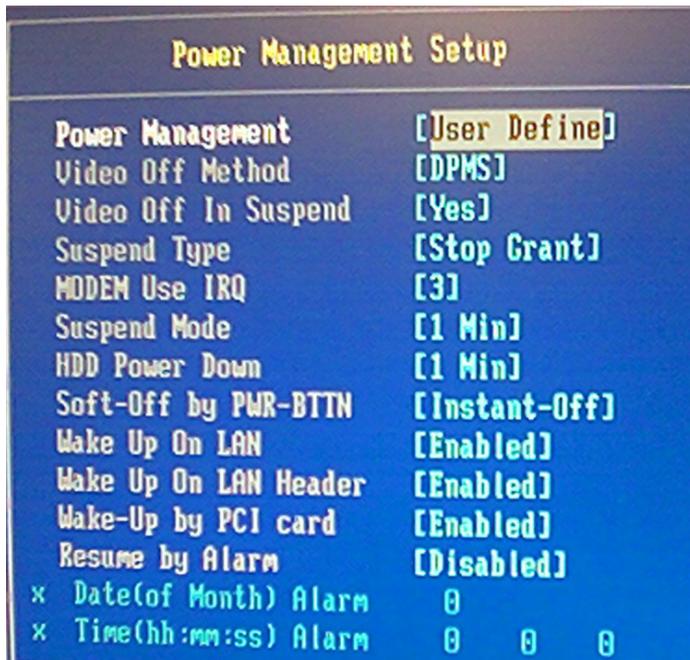


Bild 7-1 Einstellungen Power Management im BIOS

### 7.2 Einstellungen Betriebssystem

Die Energieverwaltung von *Windows* wird über den gleichen Weg erreicht, wie die Einstellungen des Bildschirmschoners (*Systemsteuerung* → *Anzeige* → *Bildschirmschoner* → *Energieverwaltung*, vgl. Bild 7-2). Hier können für alle verfügbaren energiesparenden Zustände die Verzögerungszeiten eingestellt werden, nach denen bei Inaktivität des Servers ein automatischer Übergang erfolgt.

Bei den Messungen hat sich gezeigt, dass das Hochfahren aus diesen Zuständen recht lange dauert, beim *Standby*-Zustand 15 bis 25 Sekunden und beim *Ruhezustand* rund 75 Sekunden. Daher wurden die Verzögerungszeiten so eingestellt, dass der *Ruhezustand* nur ausserhalb der Arbeitszeiten erreicht wird (*Standby* 15 Minuten, *Ruhezustand* 1 Stunde, vgl. Bild 7-3). Der *Standby*-Zustand kann so auch während der Arbeitszeit genutzt werden.

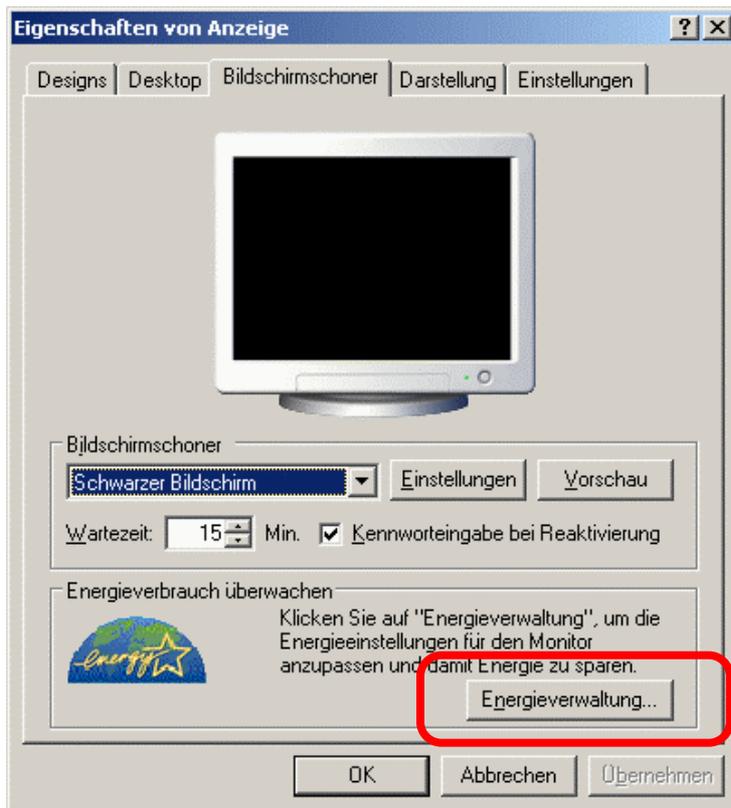


Bild 7-2 Energieverwaltung Windows

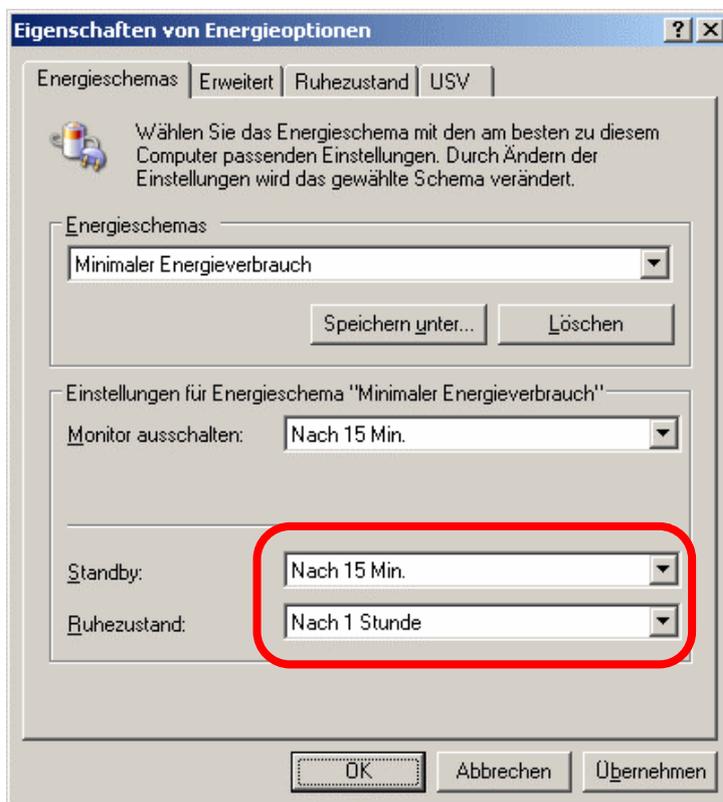


Bild 7-3 Einstellungen Energieoptionen

Damit der Server vom Netzwerk aus wieder reaktiviert werden kann, muss bei den Eigenschaften der Netzwerkkarte im Register „Energieverwaltung“ die Option „Gerät kann den Computer aus dem Standbymodus aktivieren“ gewählt werden (Bild 7-4).

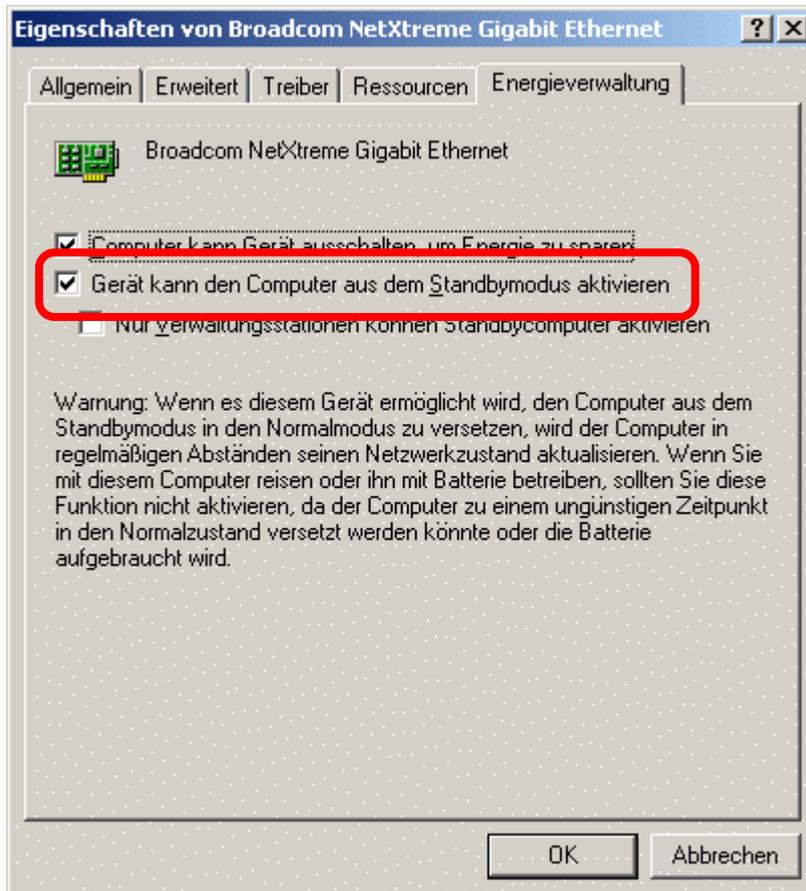


Bild 7-4 Eigenschaften Netzwerkkarte

### 7.3 Einsatz als Dateiserver

Der Server wurde während einer Woche als Dateiserver in einer Arbeitsgruppe von mehreren Personen eingesetzt. Am Abend ist der Server eine Stunde nach der letzten Benutzung automatisch in den *Ruhezustand* eingetreten. Am Morgen ist das System bei der Anmeldung des ersten Benutzers wieder hochgefahren. Der Stromverbrauch betrug während 7 Tagen 9.4 kWh. Dies entspricht einer durchschnittlichen Leistung von 56 Watt. Gegenüber dem Dauerbetrieb (118 W) bedeutet dies eine Reduktion um 52 Prozent.

Die Benutzer haben den Dateiserver als Netzlaufwerk im lokalen System eingebunden. Bei der Wiederanmeldung des ersten Benutzers am Morgen erscheint eine Warnung, dass dieser Netzwerkpfad nicht gefunden wurde und daher die Verbindung nicht wiederhergestellt wurde. Dies geschieht, da der Server noch nicht vollständig hochgefahren ist (dauert etwa 75 Sekunden). Beim nächsten Zugriff nach dem vollständigen Hochfahren steht dann die Verbindung wieder zur Verfügung ohne dass weitere Eingriffe des Benutzers notwendig wären. Auf die Arbeit mit dem Dateiserver nach dem Hochfahren hat dieses Verhalten somit keinen negativen Einfluss.

Falls dieses Verhalten nicht erwünscht ist, kann der Dateiserver mit einem automatischen Start zu einer fixen Zeit vor der ersten Anmeldung eines Benutzers hochgefahren werden (Kapitel 7.9).

Eine weitere Einschränkung tritt darin auf, dass sowohl der lokale Client-Rechner wie auch der Server nicht in den *Standbymodus* geschaltet werden, falls eine *Office*-Anwendung (Programme *Word*, *Excel*, *Access*, *Powerpoint*) noch auf Dokumente oder Applikationskomponenten auf dem Netzwerk zugreift (Bild 7-5).

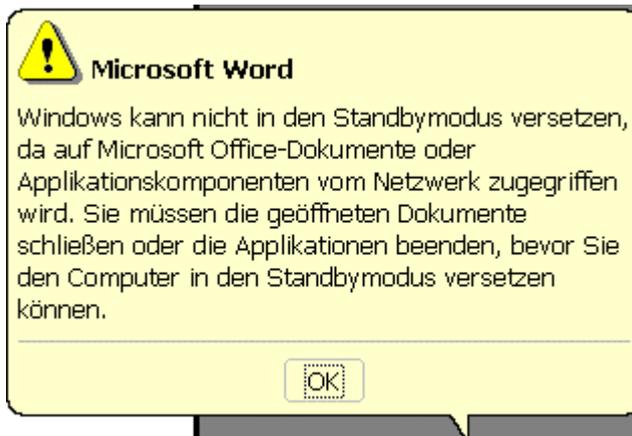


Bild 7-5 Warnung bei offenen Dokumenten oder Applikationskomponenten

## 7.4 Einsatz als Domaincontroller

Das *Windows*-Betriebssystem schaltet beim Installieren der Funktionalität des Domaincontrollers<sup>19</sup> das Energieschema automatisch auf *Dauerbetrieb* und inaktiviert damit das Schalten in den *Standby*-Zustand. Anschliessend muss das Energieschema über den gleichen Weg, wie in Kap. 7.2 beschrieben, wieder an die gewünschte Funktionalität angepasst werden.

Bei der Anmeldung am System fordern die Client-Computer vom *Domaincontroller* das auf dem Server gespeicherte Benutzerprofil an. Alle am Profil vorgenommenen Änderungen werden beim Herunterfahren des Client-Rechners automatisch auf dem Server gespeichert. Ist der *Domaincontroller* nicht verfügbar, so benützt der Client-Rechner eine lokal gespeicherte Kopie des Profils. Allfällige Änderungen werden dann nur lokal gespeichert und beim nächsten Hochfahren mit dem servergespeicherten Profil überschrieben.

Dieses Verhalten führt zu einer gewissen Einschränkung bei der Verwendung der Ruhezustände. Befindet sich der *Domaincontroller* nach einer Zeit der Inaktivität im *Standby*- oder *Ruhezustand*, so wird er bei der ersten Anmeldung eines Client-Rechners aufgeweckt und muss zuerst hochfahren. Während dieser Zeit stehen das servergespeicherte Profil nicht zur Verfügung und der Client-Rechner greift auf das lokal gespeicherte zurück. Solange an diesem Profil keine Veränderungen vorgenommen werden, führt dieses Verhalten nicht zu Problemen. Sollen jedoch Veränderungen vorgenommen und auf dem Server gespeichert werden, so muss der Benutzer seinen Client-Rechner **vor und nach** den Anpassungen bei **aktiviertem** Server neu starten. So ist gewährleistet, dass die Änderungen nicht verloren gehen.

---

<sup>19</sup> *Domain* (engl. *Bereich*) oder *Domäne* ist die Bezeichnung für eine Gruppe vernetzter Computer. Der Domaincontroller verwaltet den Zugang zu den Computern einer Domäne

## 7.5 Einsatz als DHCP-Server

Durch DHCP<sup>20</sup> ist die Einbindung eines neuen Computers in ein bestehendes Netzwerk ohne weitere Konfiguration möglich. Beim Aufstarten eines Client-Computers muss der Server vor der eigentlichen Benutzeranmeldung als erstes dem Client die IP-Adresse<sup>21</sup> vergeben. Dies hat ohne Verzögerung zu geschehen, sonst schlägt die Anmeldung fehl.

Bei der Verwendung von Ruhezuständen tritt hier ein Problem auf, das die DHCP-Funktionalität des Servers verhindert. Der erste Client-Computer, welcher sich am Netz anmeldet, weckt den Server durch die DHCP-Suche nicht schnell genug in den Normalzustand. Der Client-Computer vergibt sich damit eine eigene IP-Adresse (Autoconfiguration) und wird dann später vom Domaincontroller nicht erkannt. Somit steht der Rechner dem Netzwerk nicht zur Verfügung.

Als Alternative gibt es zwei Lösungen:

- Die Computer im Netzwerk werden mit einer fixen IP-Adresse konfiguriert. In einem kleinen Netzwerk mit wenigen angeschlossenen Computern ist dies machbar.
- Die DHCP-Funktionalität kann auch durch einen Router oder Firewall übernommen werden. Eine dieser Komponenten muss in diesem Fall dauernd eingeschaltet bleiben. Diese Geräte haben aber eine viel kleinere elektrische Leistungsaufnahme als ein Server (im Normalfall rund 10 bis 20 W).

## 7.6 Einsatz als Web-Server

Der Einsatz als Web-Server gestaltet sich in Bezug auf *ACPI* problemlos.

## 7.7 Einsatz als RAS-Server

Beim Einsatz als LAN- / WAN-Router oder RAS<sup>22</sup>-Server verhindert der RAS-Dienst den automatischen Übergang in einen der Ruhezustände. Nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit erscheint eine Fehlermeldung (Bild 7-6).



Bild 7-6 Fehlermeldung bei einem Einsatz als RAS-Server

---

<sup>20</sup> Das DHCP (*D*ynamic *H*ost *C*onfiguration *P*rotocol) ermöglicht die dynamische Zuweisung von IP-Adressen und von weiteren Konfigurationsparametern an die Computer in einem Netzwerk.

<sup>21</sup> IP-Adressen erlauben eine logische Adressierung von Computern in Netzwerken. IP-Adressen der Version 4 erscheinen normalerweise als Folgen von vier Zifferngruppen, die durch einen Punkt getrennt werden (z.B. 192.168.0.34 oder 127.0.0.1).

<sup>22</sup> RAS (*R*emote *A*ccess *S*ervice), ein Windows-Dienst zum entfernten Server-Zugriff

Der Server kann jedoch durch die Anforderung eines Benutzers mit entsprechender Berechtigung, z. B. durch einen Systemadministrator, gezielt in den *Standby*-Zustand versetzt werden. Dabei wird der betreffende Benutzer allerdings nicht auf eventuell bestehende Verbindungen zu externen Client-Rechnern hingewiesen und alle aktiven Verbindungen werden getrennt.

## 7.8 Einsatz des Servers in Clustern

Gemäss der Windows-Hilfe dürfen *ACPI*-Stromsparfunktionen nicht auf Mitglieder von Serverclustern<sup>23</sup> angewendet werden. Ein Clustermitglied, das Datenträgerlaufwerke deaktiviert oder in den Modus *Systemstandby* oder *Systemruhezustand* wechselt, kann einen Ausfall im Cluster auslösen. Wenn die Energiesparfunktion auf mehreren Clusterknoten aktiviert wird, kann dies zum Ausfall des ganzen Clusters führen. Clustermitglieder müssen ein Energieschema verwenden, bei dem die Option *Festplatten ausschalten* auf *Nie* festgelegt ist, z. B. das Energieschema *Dauerbetrieb*.

Der Einsatz mehrerer Server in einem Cluster dürfte bei KMUs sehr selten sein und ist daher für diese Studie nicht relevant.

## 7.9 Automatischer Start gemäss Fahrplan

Bei verschiedenen Anwendungen des Servers sind Einschränkungen aufgetreten, weil das Hochfahren aus den Ruhezuständen eine relativ lange Zeit benötigt. Diese Nachteile können vermieden werden, wenn der Server an Werktagen vor der ersten Client-Anmeldung automatisch hochgefahren wird. Zu diesem Zweck kann unter *Windows* eine geplante Aktion, eine sog. *Task* eingeführt werden.

Die Eröffnung der Aufgabe erfolgt unter *Start* → *Einstellungen* → *Systemsteuerung* → *geplante Tasks*. Dabei ist die Art der auszuführende Aufgabe letztlich ohne Belang, im Beispiel von Bild 7-7 wurde eine Eingabeaufforderung gewählt. Wichtig ist die Option „*Computer zum Ausführen des Tasks reaktivieren*“. Erst durch diese Auswahl ist gewährleistet, dass der Computer durch die Aufgabe reaktiviert wird. Damit diese Option zugänglich wird, muss vor Abschluss des Assistenten die Box „*Erweiterte Eigenschaften für diesen Task beim Klicken auf ‚Fertig stellen‘ öffnen*“ angewählt werden (Bild 7-7). In der darauffolgenden Eingabeaufforderung wählt man im Register „*Einstellungen*“ die Option „*Computer zum Ausführen des Tasks reaktivieren*“ (Bild 7-8).

---

<sup>23</sup> Ein Computercluster, meist einfach Cluster genannt, bezeichnet eine Anzahl von vernetzten Computern, die zur parallelen Abarbeitung von Teilaufgaben einer grösseren Gesamtaufgabe zusammenarbeiten.

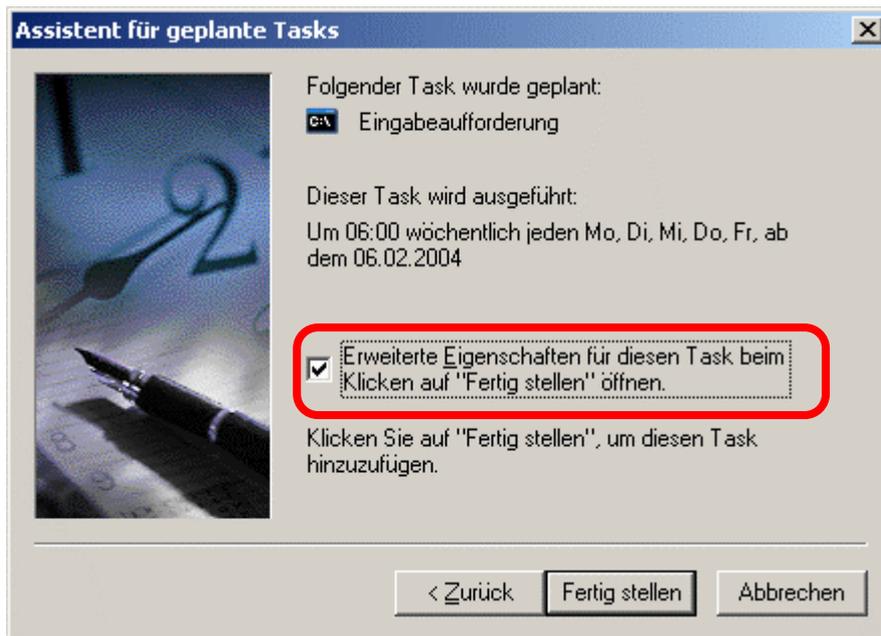


Bild 7-7 Assistent für geplante Tasks

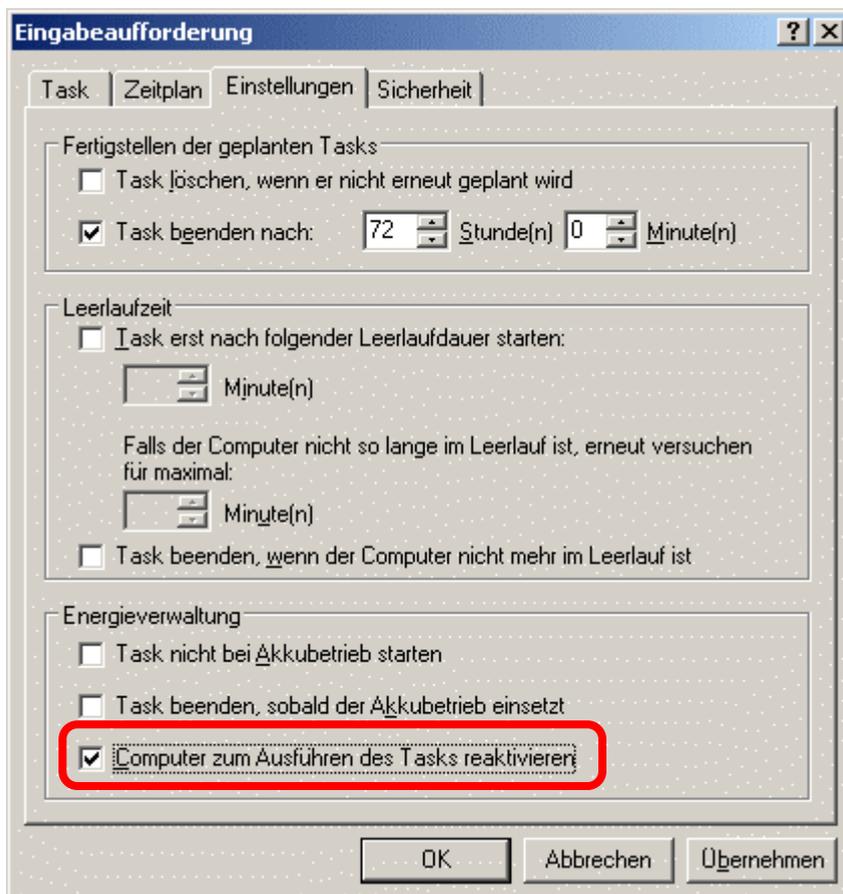


Bild 7-8 Aktivierung des Computers durch geplanten Task

## 8 Vergleich Ausschalten und Ruhezustände

Nachts und an Wochenenden erbringen viele Server keine Dienstleistung, bleiben aber trotzdem vollumfänglich aktiviert und weisen eine beträchtliche Leistungsaufnahme auf (vgl. Tab. 6-1, „G0 Betrieb, keine aktive Anwendung“). In der vorliegenden Studie wird der Ansatz verfolgt, den Server in diesen Zeiten durch eine *ACPI*-definierte Funktionalität automatisch in einen *Standby*- oder *Ruhezustand* mit reduzierter Leistungsaufnahme zu versetzen.

Als Alternative dazu kann der Server in diesen Zeiten auch gänzlich ausgeschaltet werden. Dies kann ebenfalls automatisiert erfolgen, z. B. über eine intelligente USV<sup>24</sup> oder über speziell dafür entwickelte elektronische Steckerleisten<sup>25</sup>. Machbarkeit und Auswirkungen solcher Lösungen wurden in den vergangenen Jahren in mehreren Pilotprojekten untersucht und dokumentiert (Held M. 2003, Huser A. 2001, Sauter B. 2003), die entsprechenden Geräte sind heute weitgehend bereit für den kommerziellen Einsatz.

Im *Ruhezustand* ist der Server nicht vollständig vom Netz getrennt und nimmt weiterhin gegen 10 W Leistung auf. Dieser Verbrauch kann mit dem vollständigen Ausschalten eliminiert werden. Darüber hinaus bringt die Netztrennung weitere Vorteile mit sich, die beim Ansatz mit den *ACPI*-Ruhezuständen nicht realisierbar sind:

- Die Netztrennung verringert das Risiko eines Brandes in Zeiten, wo das Büro nicht besetzt ist.
- Die Netztrennung verringert das Risiko von schädlichen Einwirkungen durch Netzstörungen (Blitzschlag, Schaltüberspannung, etc.).
- Vollständiges Ausschalten verhindert den unerlaubten Datenzugriff von Drittpersonen, sowohl lokal, wie auch von extern.
- Täglich neues Booten setzt eine einwandfreie Installation und Konfiguration des Servers voraus und erhöht die Zuverlässigkeit des Systems.

Als Nachteile dieser weitergehenden Lösungen sind zu erwähnen:

- Für eine automatisierte Lösung sind externe Geräte notwendig (USV, Steckerleiste).
- Der Server muss aktiv geschaltet werden, entweder durch ein Zeitprogramm oder durch manuelle Betätigung eines Benutzers vor Ort (z. B. entsprechende Taste an der USV drücken, Server über Steckerleiste aktivieren). Die Anmeldung an einem Client-Computer löst kein automatisches Hochfahren aus.

---

<sup>24</sup> USV: **U**nterbruchslose **S**trom**v**ersorgung. Gerät, das zusammen mit einer Batterie die Stromversorgung der angeschlossenen Verbraucher bei Ausfall der Netzspannung für eine gewisse Zeit aufrechterhalten kann.

<sup>25</sup> z.B. Memo Switch Netcontrol, [www.emt.ch](http://www.emt.ch)

## 9 Schlussfolgerungen

Das Forschungsprogramm Elektrizität des *Bundesamts für Energie (BfE)* hat durch verschiedene Studien nachgewiesen, dass sowohl das Schalten, wie auch die Verwendung von energiesparenden Zuständen bei Servern im Low-End-Segment sinnvoll sind, sowohl vom energetischen, wie auch vom betrieblichen Standpunkt aus. Mit der vorliegenden Studie wurden Betriebserfahrungen mit einem handelsüblichen Server dieses Segmentes erarbeitet.

Für die Käufer und Betreiber von Servern sind die Erfahrungen dieser Studie in einem zweiseitigen Merkblatt zusammengefasst worden (siehe Anhang). Darin sind wichtige Hinweise für die Nutzung der energiesparenden *Standby*- und *Ruhezustände* enthalten, beginnend bei der Beschaffung und weiterführend über Installation und Betrieb eines Servers.

### 9.1 Handlungsspielraum des Bundesamtes für Energie

Die vorliegende Studie zeigt auf, dass die ACPI-Ruhezustände für eine grosse Zahl von Servern ohne betriebliche Nachteile anwendbar sind. Diese Information sollte möglichst breit gestreut werden. Dazu dient das erarbeitete Merkblatt. Es soll allen interessierten Kreisen zur Kenntnis gebracht werden mit dem Ziel, einen Nachfragedruck auf die Hersteller aufzubauen.

Zusätzlich kann das *BfE* den Inhalt des Merkblattes in der eigenen IT-Infrastruktur anwenden. Das Vorgehen bei der Beschaffung und der Konfiguration solcher Server kann auch mit weiteren Bundesämtern koordiniert werden, um eine möglichst breite Wirkung zu erzielen.

### 9.2 Empfehlungen an die Hersteller von Hard- und Software

Die weiteren Schlussfolgerungen richten sich an die Hersteller von Server-Hard- und -Software und können als Anregung für weitere Entwicklungsanstrengungen in Richtung der Energieeffizienz dienen.

#### 9.2.1 Stromversorgung optimieren

In Untersuchungen von Aebischer B. & Huser A. (2002) wurde festgestellt, dass bei einer Belastung mit weniger als 20% des Nennwertes der Wirkungsgrad von Netzteilen drastisch abfällt. Bei der Entwicklung von Geräten sollte darauf geachtet werden, dass die Ausgangsleistung dem tatsächlichen Bedarf möglichst angepasst ist. Unnötig grosse Reserven führen zu erhöhten Verlusten. Beim ausgemessenen Server beträgt die maximale Leistungsaufnahme gemäss Datenblatt 425 W. Bei voller Auslastung und einer Konfiguration mit zwei Prozessoren und 4 Harddisk-Drives betrug der Leistungsbedarf nur gerade 165 W, die Stromversorgung ist also um mehr als 100% überdimensioniert.

Ausserdem sollte bei der Entwicklung der Stromversorgung auch der *Ruhezustand* in Betracht gezogen werden. Beim ausgemessenen Server liegt die elektrische Leistung in diesem Zustand immer noch bei knapp 10 Watt. Dieser Wert könnte mit technischen Mitteln auf unter 1 Watt reduziert werden. Dazu muss in der Stromversorgung ein separater 5V-Pfad vorhanden sein, der speziell auf tiefstmögliche Leistungsaufnahme optimiert ist. Entsprechende Schaltungen sind heute bei PC-Netzteilen weit verbreitet.

#### 9.2.2 ACPI-Zustände S3 und S4 implementieren

Die Mainboards von Servern, welche mehrere Prozessoren aufnehmen können, haben, wenn überhaupt, nur die ACPI-Funktionalität S1 eingebaut. Die daraus resultierende Reduktion der Leistungs-

aufnahme ist sehr beschränkt. Erst die Zustände S3 und S4 (*Suspend to RAM* und *Suspend to Disk*) schaffen die technische Voraussetzung für nennenswerte Reduktionen und sollten ebenfalls implementiert werden.

### 9.2.3 Betriebssysteme

*Microsoft* stellt in ihrem Logo-Programm (Microsoft Windows Logo Program System and Device Requirements, 2004) sehr schwache Anforderungen an die Implementation von *ACPI*-Ruhezuständen<sup>26</sup>. Wenn die Zustände S1 – S4, wie bei Desktop-Computern, in die Liste der Anforderungen aufgenommen würden, ergäbe dies einen starken Druck auf die Hersteller, *ACPI* vollständig zu implementieren.

### 9.2.4 Anwendungen

Die Versuche mit dem Testserver haben gezeigt, dass bei der Anwendung als Dateiserver sowohl der lokale Client-Rechner, wie auch der Server nicht in den *Standbymodus* übergehen, solange eine *Office*-Anwendung auf Dokumente oder Applikationskomponenten auf dem Netzwerk zugreift. Ein einziger Client-Benutzer, der ein *Office*-Programm nicht schliesst, verhindert also den Übergang in die energiesparenden *Standby*- oder *Ruhezustände*. Anwendungen sollten daher so entwickelt werden, dass sie nach einer gewissen Zeit der Inaktivität Dateien auf einem Netzlaufwerk automatisch schliessen.

---

<sup>26</sup> At a minimum, SOHO servers must support S1. Other server systems are not required to support S1 or S3. Server systems may choose not to support S4. All server systems must be ACPI-compliant and should support S5, which enables operating system support of S4. Servers with more than eight physical processors are not required to be ACPI-compliant.

## Literaturverzeichnis

- Aebischer B. & Huser A. (2002): *Energieeffizienz von Computer Netzgeräten*, CEPE & Encontrol, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2002, <http://www.electricity-research.ch>
- Advanced Configuration and Power Interface Specification (2004): Compaq Computer Corporation, Intel Corporation, Microsoft Corporation, Phoenix Technologies Ltd., Toshiba Corporation, Revision 2.0c, August 2003
- Bodas D. (2004): *New Server Power-Management Technologies Address Power and Cooling Challenges*, Technology@Intel Magazine, 2004, <http://www.intel.com/update/contents/sv09031.htm>
- Chase J. & Doyle R.: *Position Summary: Energy Management for Server Clusters*, Department for Computer Science, Duke University, USA, [www.cs.duke.edu/ari/publications/bop-statement.pdf](http://www.cs.duke.edu/ari/publications/bop-statement.pdf)
- Gubler M. & Peters M. (2000): *Servernutzung in Klein – und Mittelbetrieben*, IPSO, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2000,
- Held M. (2003): *Auswirkungen von periodischem Ein- und Ausschalten auf die Server-Hardware-Zuverlässigkeit*, EMPA, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, 2003, <http://www.electricity-research.ch>
- Huser A. (2001): *Schalten von Servern in KMU's, Marktbedarf und Pilotanlagen*, Encontrol, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, Januar 2001, <http://www.electricity-research.ch>
- Microsoft Windows Logo Program System and Device Requirements (2004): *Design and testing requirements for server, desktop, and mobile systems and devices that run the Microsoft Windows family of operating system*. Microsoft, Version 2.2, January 2004
- Sauter B. (2003): *Energieeffizientes Servermanagement*, Energy Management Team AG, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, September 2003, <http://www.electricity-research.ch>

## Anhang

### Anhang 1: Beschreibung der System-Zustände (Auszug aus der ACPI-Spezifikation)

#### Globale Zustände

##### *G3 Mechanical Off*

A computer state that is entered and left by a mechanical means (for example, turning off the system's power through the movement of a large red switch). Various government agencies and countries require this operating mode. It is implied by the entry of this off state through a mechanical means that no electrical current is running through the circuitry and that it can be worked on without damaging the hardware or endangering service personnel. The OS must be restarted to return to the Working state. No hardware context is retained. Except for the real-time clock, power consumption is zero.

##### *G2/S5 Soft Off*

A computer state where the computer consumes a minimal amount of power. No user mode or system mode code is run. This state requires a large latency in order to return to the Working state. The system's context will not be preserved by the hardware. The system must be restarted to return to the Working state. It is not safe to disassemble the machine in this state.

##### *G1 Sleeping*

A computer state where the computer consumes a small amount of power, user mode threads are not being executed, and the system "appears" to be off (from an end user's perspective, the display is off, and so on). Latency for returning to the Working state varies on the wake environment selected prior to entry of this state (for example, whether the system should answer phone calls). Work can be resumed without rebooting the OS because large elements of system context are saved by the hardware and the rest by system software. It is not safe to disassemble the machine in this state.

##### *G0 Working*

A computer state where the system dispatches user mode (application) threads and they execute. In this state, peripheral devices (peripherals) are having their power state changed dynamically. The user can select, through some UI, various performance/power characteristics of the system to have the software optimize for performance or battery life. The system responds to external events in real time. It is not safe to disassemble the machine in this state.

##### *S4 Non-Volatile Sleep*

A special global system state that allows system context to be saved and restored (relatively slowly) when power is lost to the motherboard. If the system has been commanded to enter S4, the OS will write all system context to a file on non-volatile storage media and leave appropriate context markers. The machine will then enter the S4 state. When the system leaves the Soft Off or Mechanical Off state, transitioning to Working (G0) and restarting the OS, a restore from a NVS file can occur. This will only happen if a valid non-volatile sleep data set is found, certain aspects of the configuration of the machine have not changed, and the user has not manually aborted the restore. If all these conditions are met, as part of the OS restarting, it will reload the system context and activate it. The net effect for the user is what looks

like a resume from a Sleeping (G1) state (albeit slower). The aspects of the machine configuration that must not change include, but are not limited to, disk layout and memory size. It might be possible for the user to swap a PC Card or a Device Bay device, however.

Notice that for the machine to transition directly from the Soft Off or Sleeping states to S4, the system context must be written to non-volatile storage by the hardware; entering the Working state first so that the OS or BIOS can save the system context takes too long from the user's point of view. The transition from Mechanical Off to S4 is likely to be done when the user is not there to see it.

Because the S4 state relies only on non-volatile storage, a machine can save its system context for an arbitrary period of time (on the order of many years).

Global system state	Software runs	Latency	Power consumption	OS restart required	Safe to disassemble computer	Exit state electronically
G0 Working	Yes	0	Large	No	No	Yes
G1 Sleeping	No	>0, varies with sleep state	Smaller	No	No	Yes
G2/S5 Soft Off	No	Long	Very near 0	Yes	No	Yes
G3 Mechanical Off	No	Long	RTC battery	Yes	Yes	No

Notice that the entries for G2/S5 and G3 in the Latency column of the above table are "Long." This implies that a platform designed to give the user the appearance of "instant-on," similar to a home appliance device, will use the G0 and G1 states almost exclusively (the G3 state may be used for moving the machine or repairing it).

## Standby-Zustände

Sleeping states (Sx states) are types of sleeping states within the global sleeping state, G1. The Sx states are briefly defined below. For a detailed definition of the system behavior within each Sx state, see section 7.3.4, "System \\_Sx States." For a detailed definition of the transitions between each of the Sx states, see section 9.1, "Sleeping States."

### ***S1 Sleeping State***

The S1 sleeping state is a low wake latency sleeping state. In this state, no system context is lost (CPU or chip set) and hardware maintains all system context.

### ***S2 Sleeping State***

The S2 sleeping state is a low wake latency sleeping state. This state is similar to the S1 sleeping state except that the CPU and system cache context is lost (the OS is responsible for maintaining the caches and CPU context). Control starts from the processor's reset vector after the wake event.

### ***S3 Sleeping State***

The S3 sleeping state is a low wake latency sleeping state where all system context is lost except system memory. CPU, cache, and chip set context are lost in this state. Hardware maintains memory context and restores some CPU and L2 configuration context. Control starts from the processor's reset vector after the wake event.

### ***S4 Sleeping State***

The S4 sleeping state is the lowest power, longest wake latency sleeping state supported by *ACPI*. In order to reduce power to a minimum, it is assumed that the hardware platform has powered off all devices. Platform context is maintained.

### ***S5 Soft Off State***

The S5 state is similar to the S4 state except that the OS does not save any context. The system is in the "soft" off state and requires a complete boot when it wakes. Software uses a different state value to distinguish between the S5 state and the S4 state to allow for initial boot operations within the BIOS to distinguish whether or not the boot is going to wake from a saved memory image.

## Anhang 2: Microsoft Windows Logo Program System and Device Requirements

Design and testing requirements for server, desktop, and mobile systems and devices that run the Microsoft Windows family of operating system. Version 2.2, January 2004

### A1.1.2 ACPI system board and ACPI firmware

ACPI BIOS must be Windows-ready:

x86-based client and server systems: ACPI-compliant as defined in ACPI 1.0b, Section 1.6  
The system board and BIOS must support Advanced Configuration and Power Interface Specification, Revision 1.0b.

System board devices not power managed or configured via standard bus specifications must comply with ACPI 1.0b.

Itanium-based systems: ACPI 2.0 plus 64-bit fixed tables; see A5.4.1.

#### A1.1.2.2 Power management and Plug and Play capabilities are ACPI compliant.

##### A1.1.2.2.1 All system-board power management or Plug and Play features comply with the ACPI 1.0b.

This requirement applies even if a particular feature is not a specific requirement or recommendation in ACPI 1.0b.

##### A1.1.2.2.2 System supports S3, S4, and S5 states.

Desktop and single-processor workstation systems must support the S5 (soft-off) state as required in the ACPI 1.0b specification, plus the S3 and S4 states. Every system must support wake from all implemented sleep states, except S4 and S5, for all wake-capable devices and buses.

##### Mobile PC Note

Mobile PCs are required to support S1 or S3, in addition to S4 and S5. Mobile PCs are not required to wake from S3 or S4.

##### Server Note - Clarification

At a minimum, SOHO servers must support S1. Other server systems are not required to support S1 or S3. Server systems may choose not to support S4. All server systems must be ACPI-compliant and should support S5, which enables operating system support of S4. Servers with more than eight physical processors are not required to be ACPI-compliant.

##### A1.1.2.2.3 If software fan control is implemented, thermal design and fan control comply with ACPI 1.0b.

A thermal model and fan control must be implemented as defined in Section 12 of the ACPI 1.0b specification as a means of running the PC quietly while it is working and of turning the fan off while it is sleeping. Notice that hardware override is permitted only to handle thermal conditions when the operating system is not running, the operating system has put the system in a sleep state, or safe operating parameters have been exceeded.

### Anhang 3: Merkblatt: Energieverwaltung mit Windows Server 2003

(folgende zwei Seiten)

# Energieverwaltung mit Windows<sup>®</sup> Server 2003

Merkblatt für System-Betreuer



Programm  
Elektrizität

Die Benutzung der Energieverwaltung in Servern bietet Ihnen drei wesentliche Vorteile:

- ① Im Serverraum wird weniger Wärme produziert, möglicherweise kann auf eine Klimaanlage verzichtet werden.
- ② Der Server ist nachts und an Wochenenden gegen Stromausfall immun.
- ③ Sie sparen 50% Stromkosten.

## Energieverbrauch eines Servers

Ein Server der Einstiegsklasse mit einem Prozessor und drei Festplatten benötigt je nach Auslastung eine elektrische Leistung von 120 bis 160 W (ohne Bildschirm) (Fig. 1).

Ein Server mit ACPI<sup>1</sup>-Funktionalität geht bei länger dauernder Inaktivität automatisch in einen Zustand mit reduzierter Leistungsaufnahme über (Fig. 1):

**Standby:** Teile des Servers laufen reduziert oder sind abgeschaltet (z.B. reduzierte Taktfrequenz, ausgeschaltete Festplatten), dadurch resultiert ein geringerer Energieverbrauch.

**Ruhezustand:** Die aktuell verwendeten Daten werden auf die Festplatte geschrieben und alle Komponenten, die nicht zum Wiederaufwecken benötigt werden, sind abgeschaltet. Der Server befindet sich im Betriebszustand mit dem tiefstmöglichen Energieverbrauch. Das Wechseln in den Normalbetrieb dauert länger als beim *Standby*-Modus.

## Vorteile der aktiven Energieverwaltung

*Standby*- und *Ruhezustand* werden von der Energieverwaltung des Betriebssystems Windows<sup>®</sup> verwaltet.

Grundsätzlich sollte die Energieverwaltung bei allen Servern aktiviert werden, die nicht permanent eine Dienstleistung erbringen und z.B. während der Nacht für einige Stunden inaktiv sind. Dafür in Frage kommen z. B. lokal eingesetzte *Datei-* und *Datenbankserver*, welche nur zu bestimmten Zeiten genutzt werden.

Dank dem Schalten in den *Ruhezustand*

- kann eventuell auf eine Klimaanlage im Serverraum verzichtet werden
- ist der Server abends und an Wochenenden gegen Stromausfälle immun
- wird über 50 Prozent des Stromverbrauches eingespart

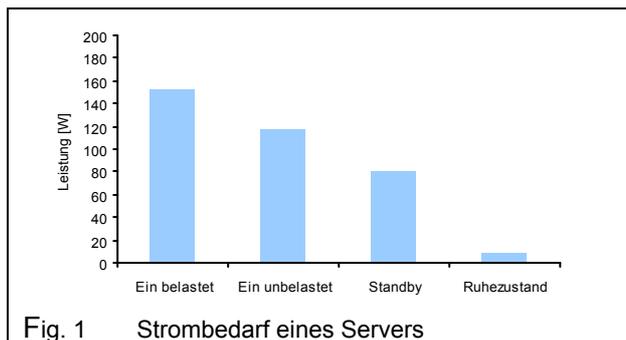


Fig. 1 Strombedarf eines Servers

## Gültig für neue Betriebssysteme

Das nachfolgend beschriebene Vorgehen wurde getestet mit Windows<sup>®</sup> Server 2003, Standard Edition.

Die Energieverwaltung ist nicht verfügbar beim Einsatz als *RAS*<sup>2</sup>-Server und nur beschränkt beim Einsatz als *DHCP*<sup>3</sup>-Server (bei Anmeldung eines Clients muss der Server im normalen Betriebszustand sein). Der Einsatz als *Domain-Controller* ist möglich.

## Vorgehen bei Beschaffung, Installation und Betrieb

Gehen Sie nach den folgenden Schritten vor. Die empfohlenen Einstellwerte sind direkt den Bildern zu entnehmen (Fig. 2,3,4).

### 1. Kauf von ACPI-tauglicher Hardware

Lassen Sie sich von Ihrem Lieferanten bestätigen, dass der Server in der von Ihnen gewünschten Endkonfiguration zumindest einen der beiden ACPI-Zustände S3 (*Suspend to RAM*) oder S4 (*Suspend to Disk*) unterstützt. Lassen Sie sich die elektrischen Leistungsdaten im Betrieb und im *Standby*- respektive *Ruhezustand* geben. Vergleichen Sie die Angaben der verschiedenen Anbieter.

Versichern Sie Sich, dass die Netzwerkkarte ein Aktivieren des Servers über das Netzwerk ermöglicht.

<sup>1</sup> ACPI: Advanced Configuration and Power Interface

Windows ist ein eingetragenes Markenzeichen der Microsoft Corporation

<sup>2</sup> RAS: Remote Access Service

<sup>3</sup> DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

## 2. Installation

Aktivieren Sie im *BIOS-Setup* alle Funktionen des *Power Managements*. Achten Sie darauf, dass bei der Installation des Betriebssystems die *ACPI*-Funktionalität integriert wird.

Installieren Sie von allen Komponenten die neusten Treiberversionen. Damit erhöht sich die Chance, dass die energiesparenden Zustände voll unterstützt werden.

Aktivieren Sie in den Geräteeigenschaften der Netzwerkkarte die Optionen *Computer kann Geräte ausschalten, um Energie zu sparen* und *Gerät kann den Computer aus dem Standby-Modus aktivieren* (Fig. 2).

## 3. Einstellen des Energieschemas

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf der freien Desktop-Oberfläche und wählen den Punkt *Eigenschaften*. Öffnen Sie das Register *Energieverwaltung* und wählen das Energieschema *Minimaler Energieverbrauch*. Geben Sie nun die Zeiten gemäss Figur 3 ein. Mit diesen Einstellungen sollte der Server nur bei längerer Inaktivität, d.h. am Abend, in den *Ruhezustand* übergehen.

## 4. Einstellen des Ruhezustandes

Für den *Ruhezustand* muss Platz auf der Festplatte reserviert werden. Dazu aktivieren Sie im Register *Ruhezustand* das Feld *Ruhezustand aktivieren* (Fig. 4). Der benötigte Speicherplatz ist abhängig von der Grösse des RAM-Speichers.

Im *Ruhezustand* ist der Server nicht vollständig vom elektrischen Netz getrennt. Vollständiges Ausschalten über ein externes Gerät (z.B. USV-Anlage oder intelligente Steckerleiste netcontrol, [www.emt.ch](http://www.emt.ch)) bietet weitere Vorteile:

- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch täglich neues Booten des Systems
- Verhindern eines Zugriffs von Drittpersonen
- Schutz vor Netzstörungen

Für weitere Informationen siehe das unten erwähnte Merkblatt „Schalten von IT-Servern“.

## 5. Betrieb

Der Server schaltet nur in den Ruhezustand, falls kein Client-Computer mehr Dateien des Servers benutzt. Schliessen Sie daher am Abend alle Programme auf den angeschlossenen Client-Computern und schalten Sie diese aus.

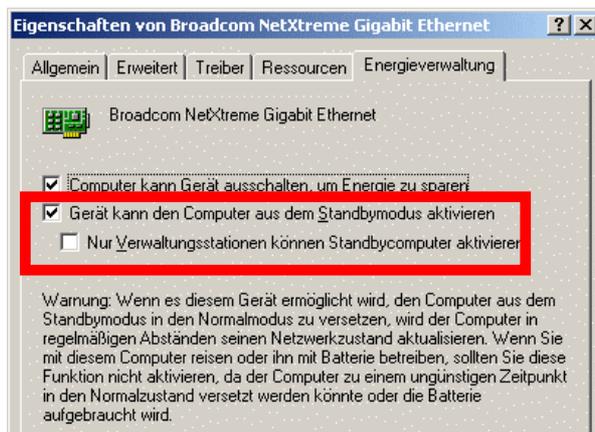


Fig. 2 Einstellungen Netzwerkkarte

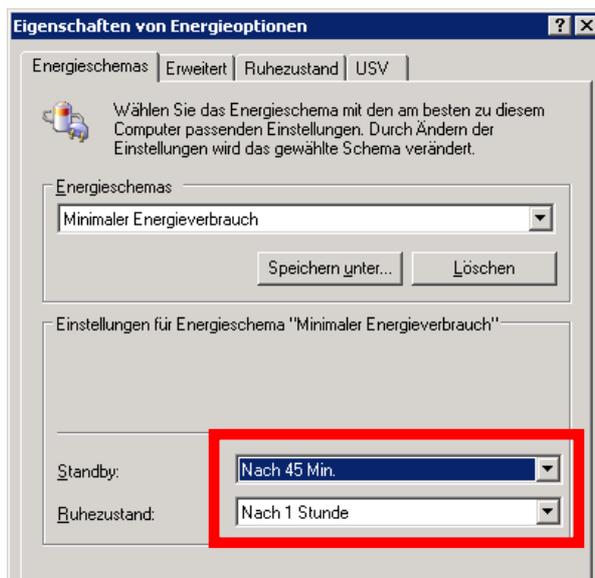


Fig. 3 Einstellungen Energieschema



Fig. 4 Einstellungen Ruhezustand

## Um mehr zu erfahren...

- Entsprechende Hilfe-Themen in Windows: *Übersicht Energieoptionen*, *Übersicht über ACPI*
- Erfahrungen in der Anwendung von ACPI bei Windows-Servern, 2004  
Download: [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)
- Merkblatt *Energieeffizienz bei der Ausschreibung von IT-Geräten*, 2004  
Download: [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)
- Merkblatt *Schalten von IT-Servern*, 2004  
Download: [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)