

Informationen zum Power Management

(Dezember 2003)

Weitere Informationen:
www.thema-energie.de/energy-star

INHALTSVERZEICHNIS

1	Was ist Power Management ?	3
2	Wie funktioniert Power Management ?	3
2.1	Power Management unter verschiedenen Hardwareplattformen und Betriebssystemen.....	3
2.2	ACPI und Windows98 / Windows98 SE	5
2.3	Definition der ACPI-Betriebszustände.....	5
2.5	Übergang des Rechner-Systems in einen Stand-by Modus (S1-S3) – kurze Ablaufbeschreibung	8
2.6	Übergang des Rechner-Systems in den Ruhemodus (S4 – suspend to disk) – kurze Ablaufbeschreibung	8
3	Verbesserung der Energieeffizienz durch Power Management	9
3.1	Energieeinsparpotential	9
3.2	Verminderung der Leistungsaufnahme durch Power Management bei gängigen Rechner-Systemen.....	9
3.3	Power Management für Monitore, Festplatten und externe Geräte	11
3.3.1	Power Management für Monitore	11
3.3.2	Power Management für Festplatten.....	11
3.3.3	Power Management für externe Geräte.....	11
4	Der Ruhezustand (Modus S4)	12
4.1	Eigenschaften des Ruhezustands.....	12
4.2	Besonderheiten des Ruhzustands	12
5	Welche Power-Management-Konfiguration ist sinnvoll ?.....	12
6	Welche Anforderungen stellt Power Management an die Hardware ?	13
7	Power Management unter Macintosh-Systemen.....	14
8	Häufig gestellte Fragen	14
9	Weiterführende Internetseiten zum Power Management	16

1 Was ist Power Management ?

Das Power Management ist ein Werkzeug zur Reduzierung des Energieverbrauchs von Rechner-Systemen. Es steuert die Systemkomponenten in Abhängigkeit von den Anforderungen so, dass der Energieverbrauch möglichst gering gehalten wird. Dazu werden gerade nicht benötigte Komponenten abgeschaltet oder in einen Betriebsmodus mit verringertem Energieverbrauch geschaltet.

Beispiel: Während der Mittagspause erkennt das Power Management eines Büro-Rechners, dass an ihm nicht gearbeitet wird. Das Power Management schaltet daher zunächst den Bildschirm aus. Erhält der Rechner längere Zeit keine Anforderung – z.B. über Tastatur, Maus oder durch eine Netzwerkanforderung – versetzt das Power Management den Rechner in einen Stand-by- oder Ruhemodus mit geringem Energieverbrauch. Nach der Mittagspause wird das Rechner-System z.B. durch Tastendruck oder Mausbewegung in kurzer Zeit wieder aktiviert.

Durch sinnvolles Konfigurieren des Power Management kann der Energieverbrauch von Rechner-Systemen erheblich gesenkt werden. Dies entlastet nicht nur die Stromrechnung, sondern trägt auch zum Klimaschutz bei: Die Erzeugung von Strom aus fossilen Energieträgern hat Kohlendioxid-Emissionen zur Folge, die als mitverantwortlich für den Klimawandel gelten. Zudem wird weniger Wärme produziert. Dies kann für ein angenehmeres Raumklima sorgen und die Lebensdauer der Geräte erhöhen.

2 Wie funktioniert Power Management ?

2.1 Power Management unter verschiedenen Hardwareplattformen und Betriebssystemen

Den unterschiedlichen technischen Realisierungen von Power Management liegt dasselbe Funktionsprinzip zu Grunde: erfolgt während einer gewissen Zeitspanne keine Anforderung an den Rechner, schaltet das Power Management nicht benötigte Systemkomponenten in einen verbrauchsverminderten Betriebszustand. Auf Anforderung – z.B. durch Tastendruck oder Bewegen der Maus – werden diese wieder in den Vollbetriebs-Modus versetzt. Die verschiedenen gängigen Hardwareplattformen und Betriebssysteme (Rechner mit Windows- oder Linux-Betriebssystemen, Macintosh-Systeme mit „OS“-Betriebssystemen) verwenden zum Teil unterschiedliche Technologien zur Implementierung von Power-Management. Im Folgenden werden die Unterschiede erläutert.

Das so genannte „Advanced Configuration and Power Interface“ (ACPI) hat das bisher eingesetzte so genannte „Advanced Power Management“ (APM) abgelöst. ACPI definiert die Schnittstellen zwischen Betriebssystem, Hardware und BIOS. Während APM lediglich Prozessor, Festplatte und Monitor verwaltet, steuert ACPI zusätzlich dazu auch noch externe Peripheriegeräte wie Drucker, externe Laufwerke oder Scanner

Während APM ausschließlich im so genannten „Basic Input/Output System“ (BIOS) integriert war, sind wesentliche Teile des ACPI im Betriebssystem enthalten. Damit wird Power Management einfacher zu handhaben, effizienter und zuverlässiger. So ist z.B. der so genannte Ruhezustand („Suspend to Disk“, siehe Tabelle 3) nur für ACPI-basiertes Power Management definiert. Zudem unterstützt ACPI auch die automatische Konfiguration von Steckkarten und steuert die Ventilatoren des Systems.

Das vollständige ACPI-System besteht aus

- Softwaremodulen wie z.B. der Anwendung zur Verwaltung durch den Benutzer (in der Windows-Systemsteuerung unter „Energieoptionen“) oder der Implementierung in das Betriebssystem;
- den Schnittstellen – dem Grundgerüst des ACPI-Systems – zwischen ACPI-kompatiblen Hard- und Softwarekomponenten;
- der Hardware, die die Ausführung der Befehle durch das Power Management im ACPI selbstständig übernimmt.

Abbildung 1 zeigt schematisch die Funktionsweise von ACPI.

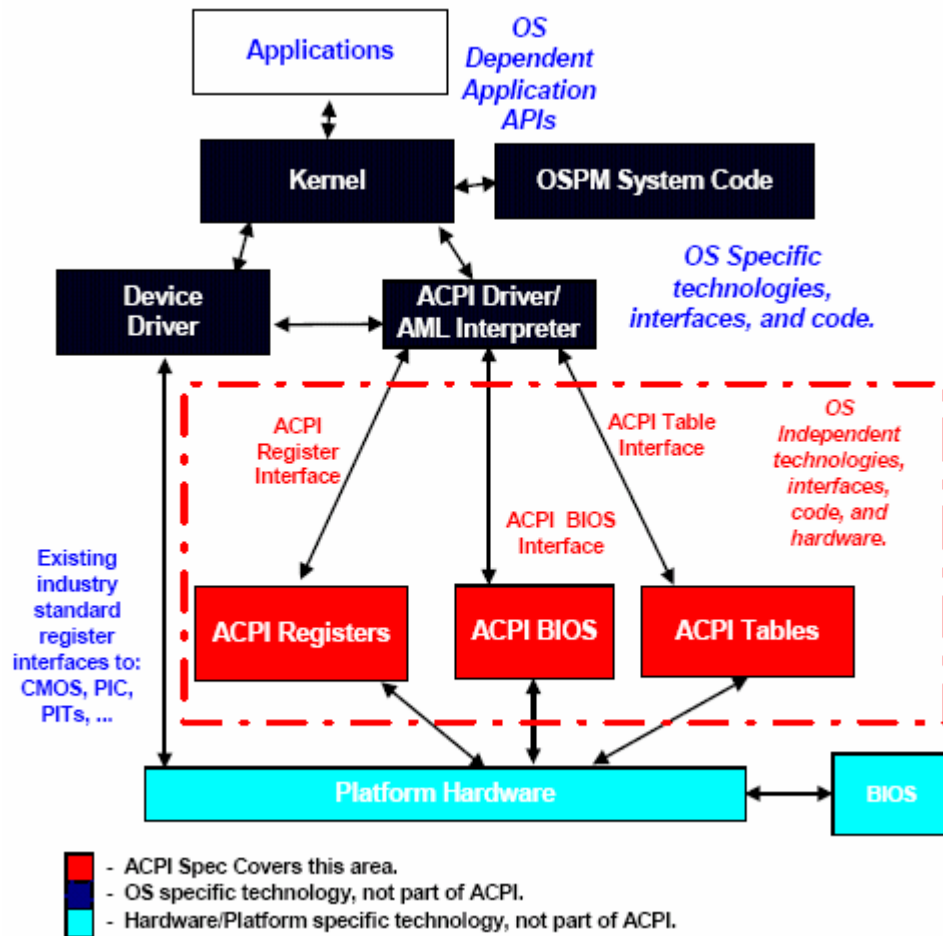


Abbildung 1: Schematische Funktionsweise ACPI (Quelle: <http://www.acpi.info>)

Dieser Aufbau des ACPI gewährt eine hohe Flexibilität: Der Anwender bestimmt in der Systemsteuerung, wie das Power Management funktionieren soll. Das Betriebssystem übergibt im Rahmen der Schnittstelle die Befehle über die Treiber an die zugehörigen Hardware-Komponente, die für die Ausführung der Befehle sorgt. Der Anwender muss sich dabei nicht darum kümmern, *wie* die Geräte den entsprechenden Befehl ausführen.

Das Power Management derzeit gängiger Betriebssysteme für Desk-Top- und Notebook-Rechner basiert entweder auf ACPI oder APM. Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick:

Betriebssystem	Power Management	Bemerkung
Windows 95	APM	
Windows 98	APM	ACPI kann eventuell mit entsprechenden Updates installiert werden
Windows 98 SE	ACPI	
Windows ME	ACPI	
Windows 2000	ACPI	ACPI muss beim Installieren des Betriebssystems eingerichtet werden. Ein nachträgliches Einrichten ist nicht möglich.
Windows XP	ACPI	
Linux Kernel 2.4 (SuSE) ¹	ACPI / APM	ACPI zunächst nur als Konfigurationshilfe, kein Power Management. ACPI kann aber auch in ältere Kernelversionen eingebaut werden (Patch).
Linux Kernel 2.5 (Developer) Linux Kernel 2.6	ACPI / APM	

Tabelle 1: Power-Management-Technologien verschiedener Betriebssysteme

Systeme der Firma Macintosh besitzen keine ACPI-Schnittstelle, das Power Management ist jedoch über andere Funktionen im Betriebssystem eingebunden. Kapitel 7 enthält weitere Informationen zur Anwendung von Power Management bei Macintosh-Systemen.

2.2 ACPI und Windows98 / Windows98 SE

Ein spezielles Programm des Software-Herstellers Microsoft prüft, ob ein System unter Windows98 / Windows98 SE einwandfrei mit ACPI zu konfigurieren ist. Das Programm „pmtshoot.exe“ („Power Management Trouble Shooter Tool“) steht z.B. unter <http://download.t-online.de/download/dn/46OhCHVuz8ksg/20814> zum Download bereit. Sollte das Programm Probleme bezüglich der ACPI-Kompatibilität entdecken, ist in der Regel eine Aktualisierung der entsprechenden Treiberdateien notwendig. Gelingt der Betrieb unter Windows98 nicht, kann das APM-basierte Power-Management benutzt werden. Empfehlungen zur Konfiguration des Power Management gibt Abschnitt 5.

2.3 Definition der ACPI-Betriebszustände

Im ACPI sind in Abhängigkeit von den Nutzer- oder Netzwerk-Anforderungen Betriebszustände definiert. Dabei wird zwischen Betriebszuständen des Gesamtsystems, des Prozessors und der Systemkomponenten unterschieden. Die Betriebszustände werden im Folgenden definiert.

Gesamtsystem-Zustände nach ACPI-Standard

Die folgenden Zustände beziehen sich auf das gesamte Rechner-System:

¹ ACPI wurde von der Firma SuSE vom Kernel 2.5 auf 2.4 zurückportiert

G0	Working	Der Rechner führt Nutzer-Anwendungen aus. Das System reagiert auf externe Anforderungen ohne Zeitverzug.
G1	Sleeping	Der Rechner führt keine Nutzer-Anwendungen aus. Das System reagiert auf externe Anforderungen mit Zeitverzug. Die Arbeitsumgebung wird beim Übergang von G0 nach G1 erhalten, so dass das System bei der Rückkehr in den Zustand G0 nicht neu hochgefahren werden muss. Der Energieverbrauch ist gegenüber G0 deutlich reduziert.
G2	Soft Off	Der Rechner führt weder nutzer- noch systeminitiierte Anwendungen aus. Die Arbeitsumgebung wird nicht erhalten. Der Rechner muss bei der Rückkehr in den Zustand G0 neu hochgefahren werden. Der Energieverbrauch ist minimal (siehe auch Anmerkungen weiter unten)
G3	Mechanical Off	Der Rechner ist durch einen Netzschalter komplett vom Stromnetz getrennt. Nur die interne Uhr verbraucht – batteriebetrieben – etwas Strom.

Tabelle 2: ACPI-Systemzustände für das Rechner-Gesamtsystem

Sleeping-Zustände nach ACPI-Standard

Der Gesamtsystem-Zustand G1 „Sleeping“ wird in die folgenden Zustände untergliedert:

S1	Sleeping-Zustand 1	Das System kann durch eine externe Anforderung – etwa über die Tastatur, die Maus oder das Modem – in den Zustand G1 versetzt werden. Prozessor und Chipsatz bleiben initialisiert.
S2	Sleeping-Zustand 2	Wie S1, jedoch sind Prozessor und interner Cache abgeschaltet; die Reinitialisierung von Prozessor und Cache erfolgt durch das Betriebssystem ²
S3	Sleeping-Zustand 3 (Suspend to RAM)	Wie S1, jedoch sind Prozessor, alle Caches (intern und extern) sowie der Chipsatz ausgeschaltet. Das BIOS erhält die Speicherinhalte, das Betriebssystem die restlichen Systemzustände.
S4	Sleeping-Zustand 4 (Suspend to Disk)	Das System verbraucht kaum noch Energie, die Systemkomponenten sind abgeschaltet. Die Arbeitsumgebung bleibt erhalten. Das Betriebssystem reinitialisiert den Systemzustand so, wie er vor dem Übergang von G0 nach G1 vorgelegen hat..
S5	Soft Off	Wie S4, jedoch bleibt die Arbeitsumgebung nicht erhalten und der Rechner muss beim Übergang in den Zustand G0 neu hochgefahren werden (siehe auch Definition des Zustands G2 in Tabelle 1 und die Anmerkung unten).

Tabelle 3: Untergliederung des Zustands G1 aus Tabelle 2

In der Regel werden Rechner über einen elektronischen Schalter bedient, der ein Signal an die Systemplatine sendet, um das Netzteil ein- oder auszuschalten. Das Signal kann auch vom Betriebssystem erfolgen, ohne dass der elektronische Schalter bedient wird. Damit der Rechner ein Signal an die Systemplatine senden kann, wird eine Spannung von etwa 5 Volt

² Der Cache bildet einen internen Zwischenspeicher, in dem Daten und Befehle abgelegt werden. Wenn der PC aus dem S2 Modus wieder zum Arbeitsmodus G0 zurückkehrt, müssen die Inhalte des Cache aktualisiert werden.

benötigt. Dies bedeutet, dass das Netzteil im Zustand G2 unter Spannung steht und Leerlaufverluste verursacht. Dies ist auch bei Peripheriegeräten der Fall. So werden z.B. LCD- (Liquid crystal display – zu Deutsch „Flüssigkristallanzeige“) Monitore mit externen Netzteilen betrieben, die – wenn sie auch bei Nichtgebrauch am Netz angeschlossen sind – ebenfalls Leerlaufverluste verursachen. Daher sollten die Systemkomponenten an eine schaltbare Steckdosenleiste angeschlossen werden. Damit kann das System nach dem Herunterfahren – wenn die Funktion „Wake on LAN“ bzw. „Wake on Modem“ (siehe unten) nicht benötigt wird – bequem vom Netz getrennt werden. Eine Ausnahme sind Tintenstrahldrucker. Werden sie vollständig vom Netz getrennt kann es sein, dass der Druckkopf beim Wiedereinschalten mit Tinte gespült wird. Dieser Vorgang verursacht Kosten, die bei üblichen Nutzungsbedingungen höher sind als die eingesparten Stromkosten.

Prozessor-Zustände nach ACPI-Standard

Die folgenden Zustände sind eine Prozessor-spezifische Untergliederung des Gesamtsystem-Zustandes G0:

C0	Der Prozessor führt Anweisungen aus.
C1	Der Prozessor führt keine Anwender-spezifischen Anweisungen aus, erhält jedoch die Cache-Integrität.
C2	Speziell für Multi-Prozessor-Systeme: ein Prozessor führt keine Anweisungen aus, alle anderen arbeiten weiter im Modus C0.
C3	Der Prozessor ist quasi abgeschaltet und erhält auch die Cache-Integrität nicht. Das Betriebssystem muss alle Prozessor-Register und die Caches restaurieren, wenn ein Zugriff auf den Hauptspeicher erfolgt.

Tabelle 4: Prozessor-Betriebszustände

Gerätezustände nach ACPI Standard

ACPI steuert nicht nur den Betriebszustand von Monitor, Prozessor und Festplatte, sondern kann auch andere (externe) Hardwarebausteine verwalten. Beispiele hierfür sind die Funktion „Wake on LAN“ oder „Wake on Modem“, bei denen der Rechner durch Anforderungen aus dem Netzwerk oder durch ein Modem aktiviert werden kann. Diese Funktionen müssen im BIOS konfiguriert werden. ACPI definiert daher auch – sehr allgemein gehaltene – Betriebszustände für Peripheriekomponenten. Die Zustände können je nach Gerät variieren.

D0	Full On	Das Gerät ist eingeschaltet und vollständig betriebsbereit .
D1/ D2	Sleep Modus	Das Gerät ist in einem verbrauchsverminderten Zustand. Der Unterschied zwischen D1 und D2 besteht in dem niedrigeren Energieverbrauch und der längeren Einschaltlatenz im Zustand D2.
D3	Off	Das Gerät wird nicht mit Strom versorgt. Das Betriebssystem reinitialisiert das Gerät bei Bedarf.

Tabelle 5: Peripheriegeräte-Zustände

Beispiel: Ein Rechner ist in ein Netzwerk eingebunden. Nachts ist der Rechner im Zustand G2. Im BIOS wurde die Funktion „Wake on LAN“ aktiviert. In der Nacht möchte der Netzwerkadministrator einen Softwareupdate auf dem Rechner installieren. Durch die Netzwerkanforderung wird das System in den Zustand G0 versetzt und ist für den Update bereit, ohne dass der Netzwerkadministrator den Rechner vor Ort einschalten muss.

2.5 Übergang des Rechner-Systems in einen Stand-by Modus (S1-S3)³ – kurze Ablaufbeschreibung

Schritt 1: Das Betriebssystem⁴ erkennt – entweder durch Benutzereingabe oder an der der in der Systemsteuerung z.B. unter „Energieoptionen“ definierten Zeitspanne – dass der Rechner in den Stand-by-Modus geschaltet werden soll.

Schritt 2: Das Betriebssystem prüft diejenigen Rechner-Komponenten, die das Rechner-Gesamtsystem aus dem Stand-by-Modus heraus reinitialisieren können, und findet deren Zustand mit dem niedrigsten Energieverbrauch. Der Anwender kann also nicht entscheiden, welcher der Sleep-Zustände⁵ S1 bis S3 aktiviert werden soll.

Schritt 3: Die Rechner-Komponenten werden über ihre Treiber in einen der Zustände D1 bis D3 geschaltet. Soll eine bestimmte Komponente in der Lage sein, das Rechner-System zu reinitialisieren, wird sie in den Modus D1 oder D2 versetzt.. Alle anderen Komponenten werden in den Zustand D3 geschaltet.

Schritt 4: Das Betriebssystem veranlasst den Rechner, sich in den Zustand mit dem geringsten Energieverbrauch zu schalten.

Schritt 5: Die zur Prozessor- und Cache-Verwaltung notwendigen Vorgänge werden ausgeführt.

Schritt 6: Das Betriebssystem beginnt die Überwachung der zur System-Reinitialisierung benötigten Komponenten.

Schritt 7: Der Rechner schaltet sich in den Stand-by-Zustand.

2.6 Übergang des Rechner-Systems in den Ruhemodus (S4 – suspend to disk)⁶ – kurze Ablaufbeschreibung

Der Übergang des Rechner-Systems in den Ruhezustand verläuft ähnlich wie der Übergang in einen Stand-by-Zustand. Der S4-Modus kann entweder durch das Betriebssystem oder durch das BIOS aktiviert werden.

Schritt 1: Das Betriebssystem erkennt an der in der Systemsteuerung z.B. unter „Energieoptionen“ definierten Zeitspanne, dass der Rechner in den Ruhezustand geschaltet werden soll.

Schritt 2: Das Betriebssystem untersucht, ob bei der vorliegenden Hardwarekonfiguration der Ruhezustand überhaupt aktiviert werden kann.

Schritt 3: Wird der Ruhemodus durch das Betriebssystem verwaltet, ist dieses für die Speicherung aller systemrelevanten Informationen auf die Festplatte zuständig. Steuert das BIOS den Ruhemodus, übergibt das Betriebssystem an dieser Stelle die Kontrolle an das BIOS, das dann die Datensicherung vornimmt.

³ Nach „Advanced Configuration and Power Interface Specification“, Compaq Computer Corporation, Intel Corporation, Microsoft Corporation, Phoenix Technologies Ltd., Toshiba Corporation; Revision 2.0b; Oktober 2002.

⁴ Die Steuerung der Abläufe erfolgt eigentlich durch das „Operating systemdirected configuration and power management“ (OSPM). OSPM ist ein Bestandteil des Betriebssystems.

⁵ Für den Anwender sind die Zustände S1 bis S3 nicht zu unterscheiden. Der Modus S3 ist aber am energieeffizienteste.

⁶ Nach „Advanced Configuration and Power Interface Specification“, Compaq Computer Corporation, Intel Corporation, Microsoft Corporation, Phoenix Technologies Ltd., Toshiba Corporation; Revision 2.0b; Oktober 2002.

Schritt 4: Alle Systemkomponenten werden – in Abhängigkeit an die Anforderungen zur System-Reinitialisierung, siehe Abschnitt 2.5 – in einen D-Modus versetzt.

Schritt 5: Das Betriebssystem beginnt die Überwachung der zur System-Reinitialisierung benötigten Komponenten.

Schritt 6: Der Rechner schaltet sich in den Ruhezustand.

3 Verbesserung der Energieeffizienz durch Power Management

3.1 Energieeinsparpotential

Ein sinnvoll konfiguriertes Power Management kann zu erheblichen Energieeinsparungen führen. Der tatsächliche Umfang hängt von den folgenden Parametern ab:

- **Konfiguration des Rechner-Systems:** Um die Funktionen des ACPI-Power-Management nutzen zu können, müssen die Hardwarekomponenten über kompatible Treiber verfügen. Rechner-Systeme mit LCD-Monitor haben ein geringeres Einsparpotential als solche mit CRT- (Cathode ray tube – zu Deutsch Kathodenstrahlröhre) Monitor, da LCD-Monitore in der Regel weniger Energie verbrauchen als vergleichbare CRT-Monitore.
- **Energieverbrauch in den Sleep-Betriebszuständen** (siehe Tabelle 3): Der Energieverbrauch des Rechners ist abhängig vom Design der Hardwarekomponenten. Bei einem Rechner mit energieeffizientem Netzteil und weniger leistungsfähigem Prozessor z.B. ist die durch Power Management erzielbare Effizienzsteigerung geringer als bei einem System mit ineffizientem Netzteil und leistungsfähigem Prozessor. Notebook-Rechner sind in der Regel mit energieeffizienten Komponenten ausgestattet, um lange Betriebszeiten bei der Stromversorgung durch die Batterie zu erzielen.
- **Akzeptanz des Power Management beim Benutzer:** Die Konfiguration des Power-Management muss an die individuellen Nutzungsgewohnheiten angepasst sein, da der Nutzer es sonst möglicherweise deaktiviert. Bei Nutzern, die das Rechner-System bei Nichtgebrauch auch ohne Power Management abschalten, ist das Energieeinsparpotential geringer.
- **Nutzungsbedingungen:** Wird ein Rechner-System ständig genutzt, ist die durch Power Management erzielbare Energieeinsparung geringer als bei gelegentlicher Rechner-Nutzung.

3.2 Verminderung der Leistungsaufnahme durch Power Management bei gängigen Rechner-Systemen

Durch den Einsatz des Power Management lässt sich die Leistungsaufnahme eines Rechner-Systems bei Nichtgebrauch erheblich reduzieren. In klimatisierten Räumen können weitere Einsparungen entstehen, da Rechner und Monitor die Umgebung nicht unnötig aufheizen. Abbildung 2 und Tabelle 6 verdeutlichen exemplarisch die Leistungsaufnahme eines gängigen Rechner-Systems in mehreren Betriebszuständen bei Verwendung verschiedener Monitore:

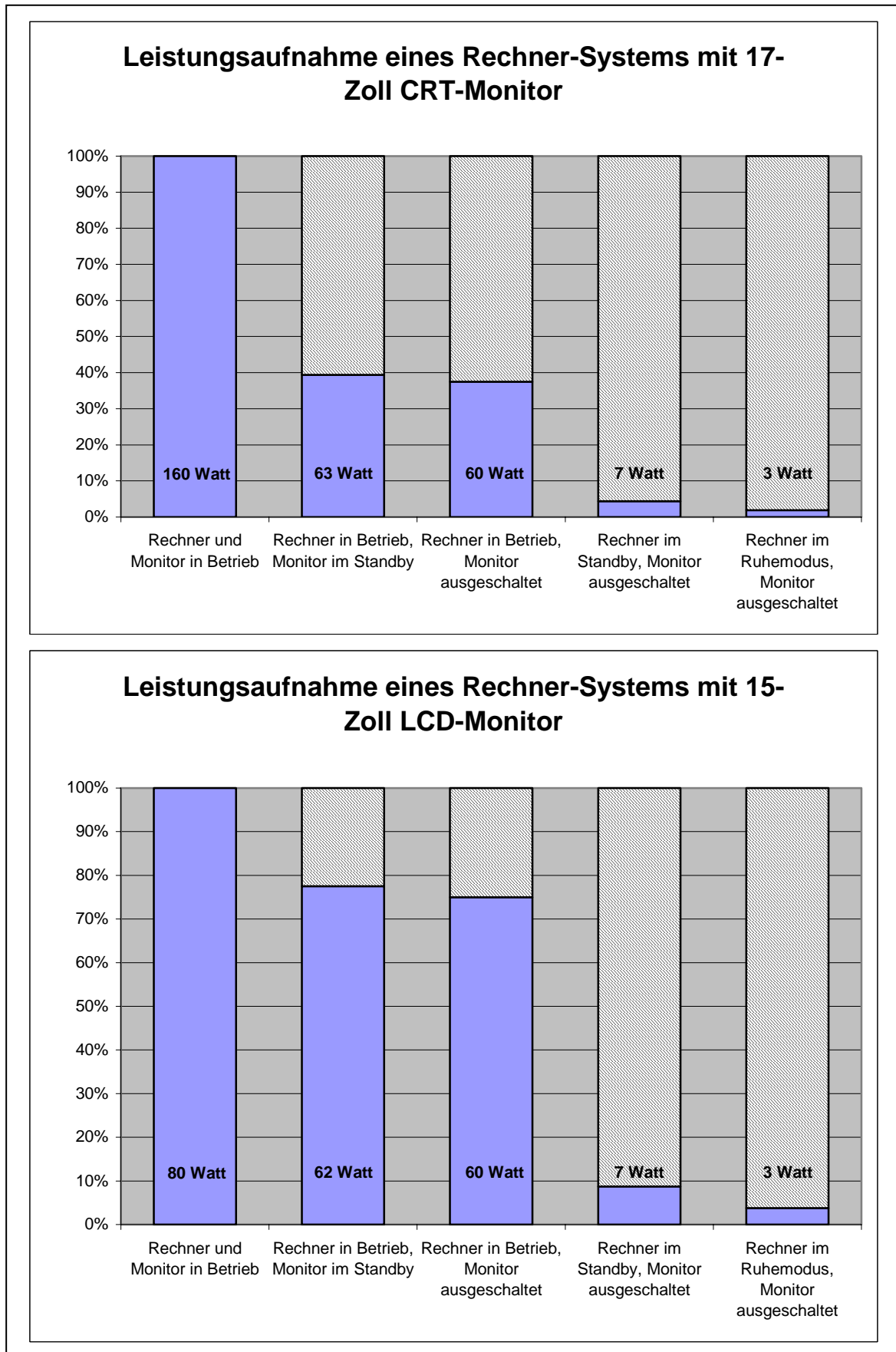


Abbildung 2: Beispiel für die Leistungsaufnahme eines Rechner-Systems mit CRT- bzw. LCD-Monitor in verschiedenen Betriebszuständen

	Rechner (ohne Monitor)	Rechner-System mit 15-Zoll LCD-Monitor	Rechner-System mit 17-Zoll CRT-Monitor I	Rechner –System mit 19-Zoll CRT-Monitor
On	60.0 W	80.0 W	160.0 W	190.0 W
Stand-by	7.0 W	9.0 W	10.0 W	12.0 W
Ruhemodus	3.0 W	3.0 W (Monitor aus) ⁷	3.0 W (Monitor aus)	3.0 W (Monitor aus)

Tabelle 6: Beispiel für die Reduzierung der System-Leistungsaufnahme (in Watt) durch Power Management

3.3 Power Management für Monitore, Festplatten und externe Geräte

3.3.1 Power Management für Monitore

Besonders wichtig ist es, die Energiesparfunktionen für den Monitor zu aktivieren. Ein CRT-Monitor beansprucht oft über die Hälfte des Energieverbrauchs eines Rechner-Systems. Die Höhe des Stromverbrauchs eines Monitors hängt im Wesentlichen von seiner Größe und der Auflösung ab. Ein 19-Zoll CRT-Monitor verbraucht etwa doppelt so viel Strom wie ein 15-Zoll CRT-Monitor. LCD-Monitore verbrauchen deutlich weniger Strom als vergleichbare CRT-Monitore. Die Energiesparfunktionen für den Monitor sind besonders einfach zu handhaben und auch bei älteren Betriebssystemversionen vorhanden. Monitore sollten – wenn sie nicht genutzt werden – nach etwa 15 Minuten abgeschaltet werden.

3.3.2 Power Management für Festplatten

ACPI erlaubt es, auch Festplattenlaufwerke z.B. während einer längeren Arbeitspause nach einer benutzerdefinierten Zeit abzuschalten. Der Energiespareffekt ist allerdings deutlich geringer als beim Abschalten des Monitors. Allerdings kann durch sinnvolles Abschalten der Festplatte deren Lebensdauer verlängert werden. Zusätzlich entfällt das Geräusch der laufenden Festplatte. Bei Notebook-Rechnern kann durch Abschalten der Festplatte die Laufzeit im Batteriebetrieb verlängert werden.

3.3.3 Power Management für externe Geräte

ACPI verwaltet auch externe Geräte, die über den universellen seriellen Bus (USB) an den Rechner angeschlossen sind. Wird z.B. eine Funkmaus über einen USB-Anschluss betrieben, schaltet sich der Empfänger der Maus ab, sobald sich der Rechner in den Stand-by oder Ruhemodus schaltet. Mit der Reinitialisierung des Rechners wird auch der Funkempfänger wieder aktiviert und die Maus ist wieder betriebsbereit. Über den USB-Anschluss können weitere Geräte wie z.B. Scanner oder Drucker ein- und ausgeschaltet werden.

⁷ Im Ruhemodus sollte der Monitor auf jeden Fall ausgeschaltet sein. Die Leistungsaufnahme eines CRT-Monitors beträgt dann typischerweise 0,1 Watt oder weniger. LCD-Monitore dagegen werden mit externen Netzteilen betrieben. Externe Netzteile nehmen – wenn sie nicht vollständig vom Netz getrennt werden – typischerweise 1 Watt bis 3 Watt Leistung auf (siehe auch Seite 7).

4 Der Ruhezustand (Modus S4)

4.1 Eigenschaften des Ruhezustands

Die Betriebssysteme Windows 2000 und Windows XP unterstützen in Verbindung mit aktiviertem Power Management den **Ruhezustand (Modus S4)**. Wird der Rechner während der im Power Management vom Nutzer individuell vordefinierten Zeitspanne nicht benutzt, speichert der Rechner den Systemstatus komplett auf der Festplatte und schaltet sich dann in den Zustand Soft Off (S5). Bei der Reinitialisierung des Rechners werden diese Daten von der Festplatte wieder in den Arbeitsspeicher geladen und der Systemzustand so wieder hergestellt, wie er vor dem Übergang in den Zustand S5 vorgelegen hatte. Insbesondere werden auch alle beim Übergang nach S5 geöffneten Anwendungen wiederhergestellt.

Der Systemstart verläuft aus dem Ruhezustand schneller ab als bei einem vollständigen System-Neustart. Der Hardware-Hersteller Intel prägte den Begriff „Instantly Available“ (sofort verfügbar), der besagt, dass die Hardware innerhalb weniger Sekunden nach dem Einschalten zur Verfügung stehen soll. ACPI in Verbindung mit dem Ruhezustand ist ein wichtiger Baustein für die „Instantly-Available“-Technologie.

4.2 Besonderheiten des Ruhzustands

Änderungen der Systemkonfiguration während des Verbleibs im Ruhemodus

Für den Ruhemodus werden neben den Informationen über geöffnete Anwendungen und Dateien auch alle systemrelevanten Informationen auf der Festplatte gespeichert. Wird an einem Rechner-System im Ruhemodus Änderungen der Hardwarekonfiguration vorgenommen, kann sich das System unter Umständen nicht einwandfrei reinitialisieren. Soll die Hardwarekonfiguration geändert werden, sollte das System vollständig heruntergefahren werden. Nach ACPI Definition ist der Austausch von PCMCIA Karten während des Ruhemodus erlaubt und sollte zu keiner Fehlfunktion führen.

Fehler beim Starten aus dem Ruhemodus

Erkennt das Betriebssystem, dass der Rechner nicht aus dem Ruhemodus initialisiert werden kann – z.B. weil durch einen Stromausfall die Daten nicht vollständig auf der Festplatte gespeichert werden konnten – wird das System ohne Berücksichtigung der gespeicherten Daten gestartet. Da das Betriebssystem in diesem Fall einen herkömmlichen Systemstart durchführt, sind Dokumente, die vor dem Übergang in den Ruhemodus nicht gesichert wurden, nicht auf dem aktuellen Stand und Änderungen seit dem letzten Abspeichern sind verloren.

Erzwungener Neustart ohne Berücksichtigung der Daten aus dem Ruhemodus

Soll das System ohne Berücksichtigung der für den Ruhemodus gespeicherten Daten gestartet werden, können unter den Windows-Betriebssystemen mit Hilfe der Taste „F8“ die erweiterten Optionen zum Hochfahren des Rechner-Systems geöffnet werden. Bei Wahl der Option „Wiederherstellungsdaten löschen und starten“ wird das System vollständig neu hochgefahren.

5 Welche Power-Management-Konfiguration ist sinnvoll ?

Dieser Abschnitt gibt Anhaltspunkte für die Konfiguration des Power Management unter den Windows-Betriebssystemen. Die vorgeschlagenen Einstellungen weichen von den voreingestellten ab, um den Energieeinspareffekt zu erhöhen. Das Power Management wird in der Systemsteuerung des Rechners unter „Energieoptionen“ konfiguriert. Die dort aufgeführten Energie-Schemata kennzeichnen vordefinierte Konfigurationssätze. Die Energie-Schemata sind nicht an die tatsächlich vorhandene Hardware gebunden. So können z.B. auch

für einen Desktop-Rechner die Einstellungen für Notebook-Rechner gewählt werden. Auch kann ein Notebook-Rechner z.B. mit dem Schema „Immer an“ betrieben werden, falls ein durchgehender Betrieb des Rechners notwendig ist.

Die vordefinierten Zeiteinstellungen können an die individuelle Arbeitsweise angepasst werden. Sinnvolle Zeitvorgaben für das Power Management könnten z.B. sein:

	Desktop PC	Mobiler PC (Netzbetrieb)	Mobiler PC (Batteriebetrieb)
Monitor	15 Minuten	15 Minuten	2 Minuten
Festplatte	Nie	Nie	5 Minuten
Stand-by	20 Minuten	20 Minuten	10 Minuten
Ruhezustand	1 Stunde	1 Stunde	30 Minuten

Tabelle 7: Beispiele für die Zeitvorwahl des Power Management

Ein Abschalten der Festplatte vor dem Übergang in den Stand-by-Zustand ist hauptsächlich für Notebook-Rechner im Batteriebetrieb sinnvoll (siehe Abschnitt 3.3.2).

6 Welche Anforderungen stellt Power Management an die Hardware ?

Um Probleme beim Verwenden des Power Management zu vermeiden, sollte bei Systemerweiterungen auf ACPI Kompatibilität der zusätzlichen Systemkomponenten geachtet werden. Allerdings existiert kein einheitliches Logo, das auf ACPI konforme Geräte hinweist. Meist helfen Handbücher und Produktbeschreibungen weiter. Die meisten heute angebotenen Erweiterungen sind aber ACPI-kompatibel. Wird das Rechner-System durch ältere Hardwarekomponenten erweitert, sollten aktualisierte Gerätetreiber vom Hersteller besorgt werden. Diese machen oft auch ältere Geräte ACPI-kompatibel. Auch die Systemplatine (das so genannte „Motherboard“) muss ACPI unterstützen. Bei älteren Systemplatinen kann eine BIOS-Aktualisierung notwendig sein. Ist dies nicht möglich, muss die Systemplatine ausgetauscht werden, um den Rechner ACPI-kompatibel zu machen.

Ältere Notebook-Rechner unterstützen bereits seit einigen Jahren einen so genannten „Hibernation Mode“, der im Grundsatz dem „Ruhemodus“ von ACPI entspricht. Obwohl die Funktion dieselbe ist – alle Daten werden aus dem Arbeitsspeicher auf die Festplatte geschrieben und bei der Reinitialisierung des Rechners wieder ausgelesen – handelt es sich hierbei jedoch um eine herstellereigene Lösung.

Im Zusammenhang mit dem Power Management tritt häufig auch die Frage nach Hardwareschäden durch die häufigeren Schaltvorgänge – insbesondere bei Festplatten und Monitoren – auf. In der Regel schadet ein sinnvolles Ein- und Ausschalten modernen Geräten nicht. Power Management kann die Lebensdauer sogar verlängern, denn ausgeschaltete Geräte erzeugen weniger Abwärme, saugen weniger Staub an und erleiden damit weniger schädliche mechanische Einflüsse.

Beispiel: *Moderne Festplatten sind für mindestens 50.000 Schaltzyklen ausgelegt. Selbst wenn das Power Management 20 Schaltzyklen pro Tag veranlasst, entspricht das etwa einer Nutzungsdauer von etwa sieben Jahren. Für Monitore gibt es Berechnungen, nach denen CRT-Monitore auch bei häufigem Schalten bei 10 Zyklen pro Werktag 8 Jahre halten.*

7 Power Management unter Macintosh-Systemen

Macintosh-Systeme verfügen ebenfalls über Power Management. Da bei Macintosh-Rechnern der Nutzer keinen Zugriff auf das BIOS hat, erfolgt die Power-Management-Verwaltung generell über das Betriebssystem. Das durch Power Management erschließbare Energieeinsparpotential ist vergleichbar mit dem von Intel-kompatiblen Systemen. Das Einsparpotential des Prozessors ist allerdings geringer, da Macintosh-Systeme im Vollbetrieb weniger Strom verbrauchen.

Das Power Management wird bei Macintosh Systemen – ähnlich wie bei Windows-Betriebssystemen – über ein Dialogfenster konfiguriert, in dem der Nutzer die Zeitvorgaben für den Übergang in Zustände mit vermindertem Energieverbrauch definieren kann. Moderne Macintosh Systeme verfügen unter dem Betriebssystem OS 9 ebenfalls über einen Ruhezustand mit den gleichen Eigenschaften wie der Windows-Ruhezustand. Unter dem Betriebssystem OS-X ist der Ruhezustand standardmäßig nicht verfügbar, er kann aber nachgerüstet werden. Hinweise dazu sind zu finden unter <http://developer.apple.com/technotes/tn2002/tn2075.html>.

8 Häufig gestellte Fragen

Frage: Wie wird der Rechner aus dem Stand-by-oder Ruhezustand reinitialisiert ?

Antwort: Sobald ACPI auf dem Rechner aktiviert ist, muss das System durch Drücken der Leertaste oder des Ein-Schalters reinitialisiert werden. Das Bewegen der Maus z.B. hat im Stand-by- oder Ruhezustand keine Auswirkung. Insbesondere bei Notebook-Rechnern gibt es manchmal auch einen speziellen Schalter für den Stand-by oder Ruhezustand. Wird nur der Monitor durch das Power Management abgeschaltet worden, reicht eine Bewegung mit der Maus, um weiterarbeiten zu können.

Frage: Ist es sinnvoll, Power Management auch dann zu aktivieren, wenn bereits ein Bildschirmschoner verwendet wird ?

Antwort: Einfache Bildschirmschoner beeinflussen die Funktionsweise des Power Management in der Regel nicht. Manche Bildschirmschoner benötigen eine hohe Rechenleistung und verbrauchen viel Energie. Bildschirmschoner, die häufig auf die Festplatte oder auf das Internet zugreifen, verhindern, dass der Rechner in den Stand-by- oder den Ruhemodus wechselt.

Frage: Warum sind alte Hardwarekomponenten nicht ACPI-kompatibel ?

Antwort: ACPI benötigt Hardware, deren Treiberprogramme über die ACPI Schnittstelle kommunizieren können. Neue Treiberprogramme können manchmal auch ältere Hardwarekomponenten ACPI-kompatibel machen.

Frage: Wie aktiviert man den Ruhezustand bei Windows-Betriebssystemen ?

Antwort: In der Systemsteuerung muss unter „Energieverwaltung“ die Option „Ruhezustand aktivieren“ ausgewählt werden. Falls keine Schaltfläche für den Wechsel in den Ruhezustand auffindbar ist, sollte man bei gedrückter „Shift“-Taste mit der Maustaste über den Schalter „Stand-by“ fahren. Der Schalter sollte dann die Aufschrift „Ruhezustand“ tragen.

Frage: Funktioniert ACPI im Netzwerk ?

Antwort: ACPI stellt gerade für den Rechner-Betrieb im Netzwerk erweiterte Optionen zur Verfügung.. Ein Netzwerk-Administrator z.B. kann einen bestimmten Rechner über das Netzwerk aus dem Zustand „Soft Off“ aktivieren (siehe Seite 7).

Frage: Welche Betriebssysteme unterstützen ACPI ?

Antwort: Energiemanagement mit ACPI ist grundsätzlich bei allen Betriebssystemen möglich, die für Intel-kompatible Rechner-Systeme entwickelt wurden. Zurzeit unterstützen die aktuellen Windows-Betriebssysteme und neue Linux-Versionen ACPI. Da Macintosh-Systeme keine ACPI Schnittstelle besitzen, ist das Power Management über andere Funktionen im Betriebssystem eingebunden.

Frage: Kann Power Management bei Windows-NT-Betriebssystemen eingesetzt werden ?

Antwort: Windows NT unterstützt keine ACPI-Funktionen. Der Hersteller Microsoft rät auch von der Benutzung von APM (siehe Seite 3) ab, da es zu Systemabstürzen führen kann.

Frage: Ein Rechner – unter dem Betriebssystem Windows XP betrieben – lässt sich nicht mehr herunterfahren. Kann das am Power Management liegen ?

Antwort: Ja. Falls Windows XP bei der Installation feststellt, dass die Hardware ACPI nicht unterstützt, wird statt ACPI APM installiert. In der Systemsteuerung muss unter „Energieoptionen“ die Option „Unterstützung für das Advanced Power Management aktivieren“ ausgewählt sein. Grundsätzlich arbeitet APM jedoch unzuverlässiger als ACPI.

Frage: Kann der Rechner im Ruhemodus vollständig vom Netz getrennt werden ?

Antwort: Ja. Das vollständige Trennen vom Netz bringt keine Schwierigkeiten mit sich. Allerdings kann ein Rechner in einem Netzwerk dann nicht mehr über die Netzwerkkarte reinitialisiert werden.

Frage: Kann der Ruhezustand auch dann benutzt werden, wenn auf dem Rechner ein zweites Betriebssystem (Linux) installiert ist ?

Antwort: Ist auf dem Rechner ein zweites Betriebssystem installiert entscheidet der Nutzer mit Hilfe eines so genannten „Bootloader“, welches Betriebssystem hochgefahren werden soll. Für das Hochfahren spielt die Anzahl der installierten Betriebssysteme keine Rolle, so dass der Ruhemodus auch auf Rechnern mit mehreren Betriebssystemen einwandfrei funktioniert.

9 Weiterführende Internetseiten zum Power Management

Webseite	Sprache	Link
Microsoft: Power Management mit Windows XP	Deutsch	http://www.microsoft.com/germany/ms/windowsxp/professional/energiesparmodi.htm
Toms Hardware: Power Management bei AMD Prozessoren	Deutsch	http://www.de.tomshardware.com/mobile/20021225/Compaq_Evo_N1015v-03.html
Intel: Informationen zum Thema „Instantly Available Technology“	Englisch	http://www.intel.com/technology/iapc/acpi/index.htm
ACPI-Spezifikationen	Englisch	http://www.acpi.info/DOWNLOADS/ACPIspec-2-0b.pdf
Apple: Power Management for Macintosh	Englisch	http://developer.apple.com/technotes/tn2002/tn2075.html
Energy Star: Häufig gestellte Fragen zum Thema Power Management	Englisch	http://yosemite.epa.gov/Estar/consumers.nsf/webprintview/powerfaq.htm
SuSE: ACPI Support für Linux	Englisch	http://www.suse.de/en/private/products/suse_linux/i386/acpi.html
Microsoft: ACPI / Power Management für Windows	English	http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/tech/onnow/default.mspx
Microsoft: Power Management bei Windows NT	English	http://support.microsoft.com/support/kb/articles/q158/9/42.asp
WeboPedia: Informationen zum Thema Power Management, Betriebssysteme und Hardware	Englisch	http://www.webopedia.com/Mobile_Computing/power_management.htm