



ITWissen

Das große Online-Lexikon
für Informationstechnologie

E-Book

Power-Management

- **ABM**, *advanced battery management*
- **ACPI**, *advanced configuration and power interface*
- **APM**, *advanced power management*
- **AVS**, *adaptive voltage scaling*
- **BMC**, *baseboard management controller*
- **Clock-Gating**
- **DCiE**, *datacenter infrastructure efficiency*
- **DPM**, *dynamic power management*
- **DPMS**, *display power management system*
- **DPTC**, *dynamic process and temperature compensation*
- **DVFS**, *dynamic voltage and frequency scaling*
- **DVS**, *dynamic voltage scaling*
- **Energiesparsystem**
- **Energy Star**
- **EPA**, *environmental protection agency*
- **Hibernation**
- **IPMI**, *intelligent platform management interface*
- **Leistungsfaktorkorrektur LFK**
- **Nutek**
- **PMC**, *power managed component*
- **Power-Gating**
- **Power-Management**
- **Power-Management-Bus**
- **PUE**, *power usage effectiveness*
- **PWI**, *powerWise interface*
- **SPMI**, *system power management interface*
- **STD**, *suspend to disk*
- **STR**, *suspend to RAM*

Power-Management

ABM, *advanced battery management*

Unter Advanced Battery Management (ABM) sind alle Maßnahmen zur Steuerung der Ladung und Entladung von Batterien in *USV-Systemen*. Das Batteriemangement soll die Lebensdauer der Batterien verlängern und gleichzeitig die Batterieladung kontrollieren, damit diese nicht zu schnell geladen werden und keine Überladung stattfindet. Andererseits wird auch die Entladung kontrolliert um eine Tiefenentladung und damit eine Beschädigung der Batterien zu verhindern. Darüber hinaus gibt das Batteriemagementsystem dem Benutzer Informationen über die verbleibende Batteriekapazität und damit über die restliche Betriebszeit.

ACPI, *advanced configuration and power interface*

Komplettes System	Funktion
ACPI S0	Normale Arbeitsweise
ACPI S1	Display aus, keine Eingabe
ACPI S2	wie ACPI S1
ACPI S3	Hibernation, Daten gepuffert
ACPI S4	Hibernation, Hauptspeicher-Inhalt auf HD
ACPI S5	Soft-Off, PC kann per Taster gestartet werden
ACPI G3	Global State
CPU	
ACPI C0	Prozessor in Betrieb
ACPI C1	Prozessor schläft leicht
ACPI C2/3	Prozessor schläft tiefer
ACPI S4 ..	noch tieferer Schlafzustand

ACPI-Energiemodi

Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) ist eine Schnittstelle für das *Power-Management* in Personal Computern. Bei dem 1997 spezifizierten ACPI werden die Energiesparfunktionen vom Betriebssystem ausgeführt und nicht vom BIOS. Damit die angeschlossenen Geräte gesteuert werden können, müssen diese ACPI-fähig sein. Sie können dann einzeln und bedarfsabhängig softwaremäßig in

den Ruhe- und Sleep-Zustand versetzt und wieder reaktiviert werden. Allerdings ist dazu unter Windows das Windows Driver Modul (WDM) als Gerätetreiber erforderlich.

ACPI ist ein offener Standard, entwickelt von Intel, Toshiba und Microsoft, der bereits mehrfach überarbeitet wurde. Er unterscheidet mehrere Energiesparfunktionen, so das *Hibernation*, den Ruhezustand mit Standby-Betrieb, in dem wesentliche Hardware-Komponenten wie die Festplatten und das Display abgeschaltet, der Arbeitsspeicher aber weiter gepuffert wird, den Ruhezustand oder die On-Now-Funktion, bei der ohne Neuladen direkt vom Sparbetrieb in die Anwendungsprogramme umgeschaltet wird.

Die wichtigsten ACPI-Modi sind Suspend to RAM (*STR*), der als S3-Modus bezeichnet wird, der S1-Modus Suspend to Disk (*STD*), Hibernation ist der S4-Modus und der Soft-Off-Zustand ist der S5-Modus.

Im Standby-Modus S3 wird der gesamte Inhalt im Arbeitsspeicher und im S1-Modus auf der Festplatte abgelegt. Der Energieverbrauch differiert in diesen beiden Betriebsarten zwar nur um ein halbes Watt oder etwas mehr, was sich allerdings über ein Jahr betrachtet zu mehreren Kilowatt kumuliert. Der Soft-Off-Modus S5 schreibt für das Jahr 2010 in diesem Modus einen Verbrauch von lediglich 2 W vor, 2014 ist der Grenzwert nur noch 1 W.

ACPI steuert mit einer weiteren Energiesparfunktion die Helligkeit und Farbtemperatur von Displays in Abhängigkeit vom Umgebungslicht. Diese Funktion wird durch einen Ambient Light Sensor (ALS) gesteuert und passt die Helligkeit des Displays immer dem Umgebungslicht an.

<http://www.acpi.info>

APM, *advanced power management*

Das von Intel und Microsoft entwickelte *Advanced Power Management* (APM) dient der Senkung der Stromverbrauchs von PCs, im Besonderen von akkubetriebenen Laptops und Notebooks. Bei diesem Power-Management hat die Firmware und die Hardware direkten

Power-Management

Zugriff auf die Werte für die Stromaufnahme und können nicht aktiv in den
Verarbeitungsprozess eingebundene Hardware-Komponenten in einen Stand-by-Modus

Betriebsart	Funktion, Eigenschaften
Dynamic Power Management (DPM)	Steuerung der Betriebszustände von Hardware-Komponenten zur Minimierung des Energieverbrauchs. DVS, DVFS, DPTC.
Advanced Power Management (APM)	Betriebsmodi zur Verringerung der Leistungsaufnahme. Modi: Run, Idle-State, Sleep-Mode.
Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)	Steuerung der Betriebsmodi über das Betriebssystem. Komponenten müssen ACPI-fähig sein.
Dynamic Voltage Scaling (DVS)	Verringerung der Taktfrequenz.
Adaptive Voltage Scaling (AVS)	Steuerung der Versorgungsspannung in Abhängigkeit von der Anwendung, Temperatur, Chip-Design. Höchste Energie-Einsparung.
Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS)	Verringerung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz.
Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC)	Anpassung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz in Abhängigkeit von der Prozessortemperatur.
Clock Gating	Abschaltung der Taktfrequenz bei temporär nicht benötigten Komponenten.
Power Gating	Reduktion von Leckströmen bei nicht benötigten Funktionseinheiten.
Display Power Management System (DPMS)	Abschaltung des Displays wenn keine Änderungen auftreten. Modi: Stand-by, Suspend, Sleep

Betriebsarten des Power Managements (PM)

schalten. Da die Eingabegeräte wie Tastatur und Maus ebenso wie die Schnittstellen überwacht werden, schaltet APM bei eingehenden Aktionen die jeweilige Komponente wieder in den Normalbetrieb. Von der Funktionalität her bietet APM nur einfachere Regelungen gegenüber *ACPI*.

Bei den Betriebsarten unterscheidet man zwischen dem *Hibernation*, das bei sinkender Akkuspannung oder auch nach einer voreingestellten Zeitspanne in der keine Bedienung erfolgt ist, aktiviert wird, den Suspend-Betriebsarten *Suspend-to-Disk* und *Suspend-to-RAM*, und dem Aufweckbetrieb, dem Wake-up-Modus. Im Suspend-Modus arbeiten die Geräte nicht mehr aktiv, achten aber noch auf die Wake-up-Signale.

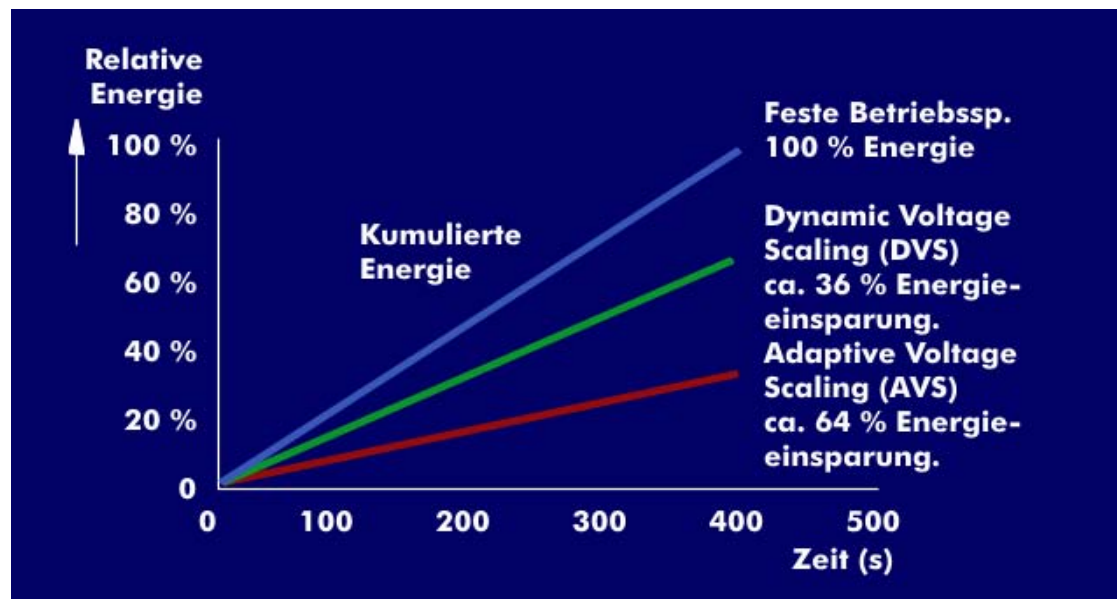
Das Power-Management bietet bei akkubetriebenen Geräten besondere Vorteile, wird aber auch bei Displays als Display Power Management System (*DPMS*) eingesetzt.

AVS, *adaptive voltage scaling*

Adaptive Voltage Scaling (*AVS*) ist eine von National Semiconductor entwickelte Technologie für das optimale *Power-Management* von Prozessoren, ASICs und System-on-Chips (SoC). Die *AVS*-Technologie arbeitet in Echtzeit und sorgt für Energieeinsparung durch kontinuierliche Optimierung der Versorgungsspannung in Abhängigkeit von den Arbeitsprozessen und den Temperaturänderungen der Prozessoren. *AVS* bildet ein Regelsystem mit der Versorgungsspannung und kontrolliert die Auswirkungen des Regelprozesses kontinuierlich, was zu einer wesentlichen Energieeinsparung führt.

AVS kann in alle Geräte mit Prozessoren oder ASICs implementiert werden, so in Mobilgeräte, Konsumergeräte, Server in Rechenzentren und Peripheriegeräte, die über die USB-Schnittstelle versorgt werden.

Im Gegensatz zum Adaptive Voltage Scaling optimiert Dynamic Voltage Scaling (*DVS*) die Versorgungsspannung über die Taktfrequenz. Die vom Hersteller dokumentierten



Energieeinsparungen bei DVS und AVS

Energieeinsparungen betragen bei DVS über 30 %, bei AVS sogar über 60 %. Sie hängen im Wesentlichen vom geometrischen Aufbau des Prozessors, von der Implementierung des Designs, der Skalierung, der Taktfrequenz und anderen Faktoren ab.

BMC, baseboard management controller

Das Intelligent Platform Management Interface (*IPMI*) ist eine Arbeitsplattform für Netzwerk-Administratoren, mit der diese administrierbare Systemkomponenten wie *Netzteile*, Lüfter oder LAN-Controller über die Temperatur, die Versorgungsspannungen oder andere Kennwerte, verwalten.

Die Implementierung von IPMI sieht einen Chip auf dem Motherboard des entsprechenden Systems vor, den Baseboard Management Controller (BMC). Er bildet das Herzstück von IPMI und die Brücke zwischen dem IPMI-System und dem Platform Management. Als zentrale Komponente unterstützt der BMC-Controller das Event-Logging und das Recovery-Control. Der BMC enthält ein nichtflüchtiges RAM, NVRAM, das auch nach dem Ausschalten seine Daten speichert. In diesem NVRAM werden die Sensor Data Records (SDR) und die System Event

Logging (SEL) gespeichert.

Der Baseboard Management Controller ist über den Intelligent Platform Management Bus (IPMB) mit dem Netzteil oder einem anderen Controller verbunden.

Clock-Gating

Clock-Gating und *Power-Gating* sind Verfahren des *Power-Managements* zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Funktionseinheiten. Mit ihnen kann die Leistungsaufnahme von mobilen Computern, von Notebooks, Netbooks oder anderen Mobilgeräten verringert und dadurch die Betriebszeit verlängert werden.

Beim Clock-Gating wird die Leistungsaufnahme dadurch reduziert, indem die Taktfrequenz an temporär nicht mehr benötigten Funktionseinheiten abgeschaltet wird. Die Funktion des Clock-Gatings wird vorwiegend in Registern angewandt, bei dem der Taktimpuls über ein Gatter ausgeblendet wird.

DCiE, datacenter infrastructure efficiency

Es gibt verschiedene Ansätze für die quantitative Bewertung der Effizienz der in Rechenzentren eingesetzten Energie. Der von der The-Green-Grid-Organisation gewählte Ansatz kennt zwei Kennwerte: die Power Usage Effectivness (*PUE*) und die Datacenter Infrastructure Efficiency (DCiE).

Während bei der Power Usage Effectivness die Effizienz des Energieeinsatzes ermittelt wird, wird mit dem DCiE-Wert der Wirkungsgrad der im Datenzentrum eingesetzten Energie bewertet. Die beiden Werte berechnen sich aus der gesamten eingesetzten Energie und der Leistung der IT-Geräte. Der PUE-Wert ergibt sich aus dem Quotienten der Gesamtenergie des Rechenzentrums zum Energieverbrauch aller IT-Geräte. Der DCiE-Wert ist der Kehrwert des PUE-Wertes und entspricht damit $1/PUE$. Er gibt prozentual an, wie sich der Energiebedarf der IT-Geräte zum gesamten Energieverbrauch verhält.

DPM, *dynamic power management*

Das dynamische *Power-Management (DPM)* ist eine Technik zum Stromsparen, die in Mobilgeräten angewendet wird. Dabei werden die Betriebszustände der Hardware-Module in Echtzeit so gesteuert, dass der Energieverbrauch minimiert wird. Die DPM-Technik setzt voraus, dass die Hardware-Komponenten in ihrem Leistungsverhalten softwaremäßig gesteuert und auf das Optimum zwischen Leistungsaufnahme und Rechenleistung eingestellt werden können. Entsprechende Komponenten werden als Power Managed Component (*PMC*) bezeichnet.

Es gibt verschiedene Optimierungstechniken, die im dynamischen Power-Management eingesetzt werden. So die dynamische Frequenzskalierung, die Skalierung von Spannung und Frequenz, *DVFS*, und die dynamische Prozess- und Temperaturkompensation, *DPTC*. Bei der dynamischen Skalierung der Frequenz geht es darum durch Reduzierung der Taktfrequenz die Leistungsaufnahme der Prozessoren zu verringern, da diese mit steigender Taktfrequenz ansteigt bzw. mit sinkender abnimmt. Mit der Taktfrequenzskalierung wird diese auf den geringst möglichen Wert abgesenkt, bei dem der Prozessor die geforderte Rechenleistung gerade noch erbringt. Allerdings erhöht sich bei dieser Methode die Dauer in der der Prozessor die Anweisungen abarbeitet.

DPMS, *display power management system*

Display *Power Management System (DPMS)* ist ein von der Grafikkarte aus gesteuertes Power-Management, eine Energie-Sparfunktion, die dann aktiviert wird, wenn für eine festgelegte Zeit keine Bildänderungen erkannt werden. Die Richtlinien für den DPMS-Standard wurden von der VESA ausgearbeitet. Es gibt drei unterschiedliche Abschaltstufen: in der ersten Abschaltstufe, dem Standby, wird der Bildschirm abgedunkelt; in der zweiten Stufe, dem Suspend, wird die Spannung stark reduziert und die dritte Stromsparstufe, der Sleep-Modus, ist mit dem Abschalten der Versorgungsspannung vom Display verbunden.

Die Zeiteinstellung für die einzelnen Stromsparstufen kann vom Benutzer konfiguriert werden. Das DPMS-Management reduziert die benötigte Leistung von Monitoren mit Kathodenstrahlröhre von beispielsweise 150 W im Vollbetrieb, über 120 W im Standby und etwa 20 W im Suspend, bis hin zu weniger als 5 W im Sleep-Modus.

DPMS wurde bereits 1992 in die TCO-Richtlinien aufgenommen. Ab Windows 2000 unterstützt das Betriebsprogramm Advanced Power Management (*APM*) und Advanced Configuration and Power Interface (*ACPI*).

DPTC, *dynamic process and temperature compensation*

Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC) ist eine Technik für das dynamische *Power-Management (DPM)* von Mobilgeräten. Die DPTC-Technik ist als Optimierung von *DVFS* anzusehen, da sie Einfluss auf die Betriebsspannung und die Taktfrequenz der energiesparenden Prozessoren nimmt. Bei dieser Technik werden die entsprechenden Prozessoren mit einer integrierten prozess- und temperaturabhängigen Struktur überwacht. Daraus wird eine mögliche Reduzierung der Betriebsspannung ermittelt, die soweit reicht, dass die Betriebstemperatur nahe der Umgebungstemperatur liegt.

DVFS, *dynamic voltage and frequency scaling*

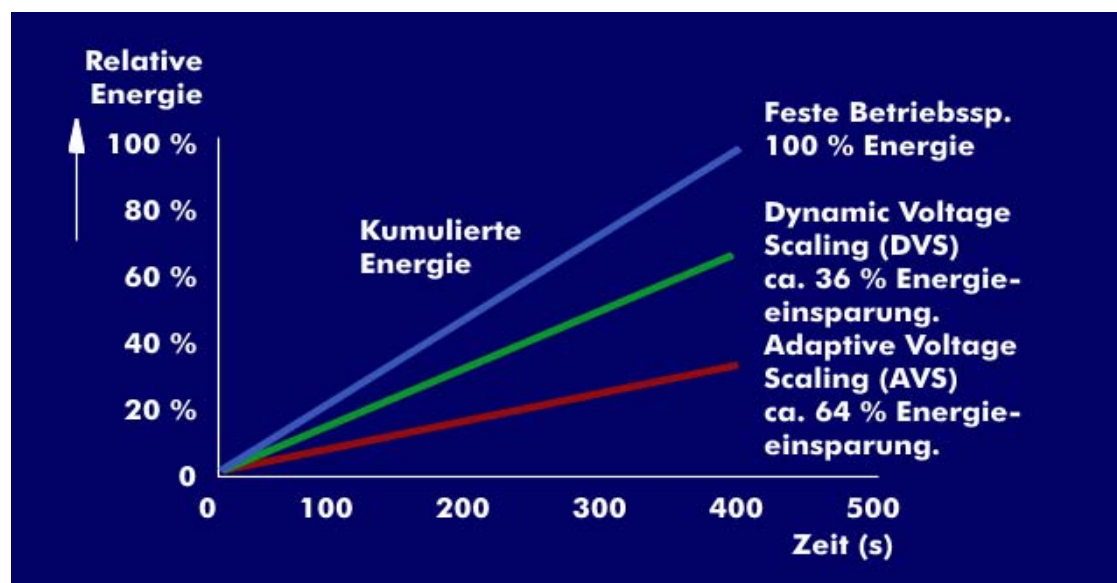
Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) ist eine von mehreren Techniken für das dynamische *Power-Management (DPM)* zur Reduzierung der Leistungsaufnahme. Bei dieser Technik geht es um die Skalierung der Taktfrequenz und der Betriebsspannung. Zwischen der Taktfrequenz und der Prozessorleistung besteht eine Proportionalität: Eine höhere Taktfrequenz verursacht eine proportional höhere Leistungsaufnahme des Prozessor. Zwischen der Betriebsspannung und der Leistungsaufnahme besteht sogar ein quadratischer Zusammenhang. Eine Reduzierung der Betriebsspannung hat somit eine wesentlich geringere Leistungsaufnahme zur Folge. Werden beide Parameter, die Taktfrequenz und die

Betriebsspannung gleichzeitig verringert, erfolgt die Reduzierung der Leistungsaufnahme sogar in der dritten Potenz.

Diese Erkenntnisse werden in der DVFS-Technik umgesetzt indem die maximal mögliche Taktfrequenz und Betriebsspannung für die Prozessoren definiert und während des Betriebs softwaremäßig gesteuert werden. Die DVFS-Technik arbeitet daher mit verschiedenen Algorithmen, die die mögliche Auslastung und Ruhephasen einschätzen und daraus ihre Steuerungsmechanismen ableiten.

DVS, *dynamic voltage scaling*

Dynamic Voltage Scaling (DVS) ist ein Verfahren für das dynamische *Power-Management* (DPM) von Notebooks und Netbooks mit dem eine höhere Energieeffizienz erzielt wird. Beim



Energieeinsparungen bei DVS und AVS

DVS-Verfahren wird die Versorgungsspannung der Prozessoren verringert. Da die Spannung quadratisch in die Leistungsaufnahme eingeht, wird mit dem Dynamic Voltage Scaling eine starke Reduzierung der Leistungsaufnahme erreicht. Das hat

Power-Management

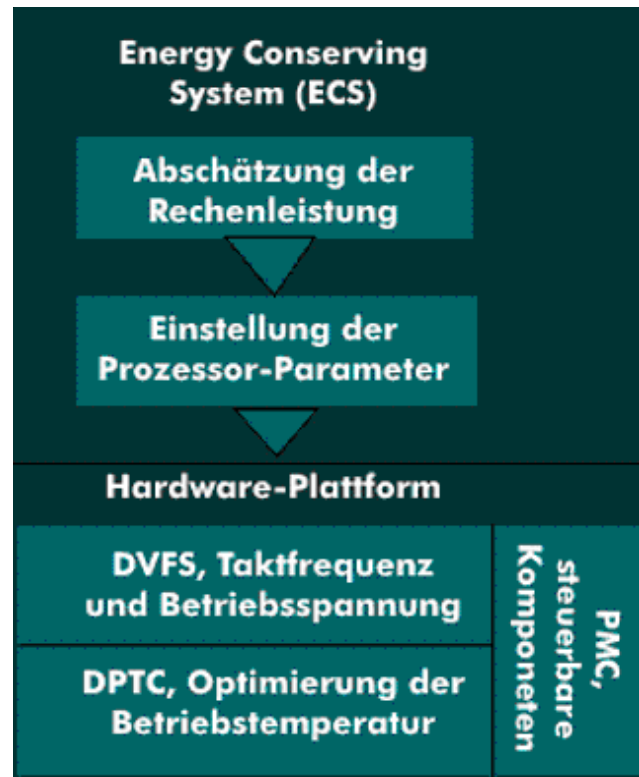
allerdings zur Folge, dass die Rechenleistung der Prozessoren sinkt. DVS benutzt für die Energieeinsparung Schemen aus denen die Prozessorleistung in Abhängigkeit von der Taktfrequenz der Prozessoren hervorgeht und optimiert danach die Versorgungsspannung. Sind die Mobilgeräte mit Doppelkernprozessoren ausgestattet, dann kann die Spannungsreduzierung für jeden Prozessorkern unabhängig voneinander optimiert werden,

ohne dass dadurch die Rechenleistung beeinträchtigt wird.

Im Gegensatz zum Dynamic Voltage Scaling arbeitet das Adaptive Voltage Scaling (AVS) in Echtzeit und optimiert in Echtzeit die Energie anhand des Arbeitsprozesses und der Temperaturänderung der Prozessoren.

Energiesparsystem

ECS, energy conserving system



Energiesparsystem mit steuerbaren Komponenten

Energy Conserving Systems (ECS) sind elektronische Schaltungen, die das *Power-Management* (PM) in Mobilgeräten unterstützen und deren Leistungsaufnahme minimieren. Dadurch wird den Akkus weniger Strom entnommen und die Akkubetriebszeit verlängert sich entsprechend. Solche Energiesparsysteme nutzen Energiespartechniken wie Dynamic Voltage and Frequency Scaling (*DVFS*), bei der die Taktfrequenz und die Betriebsspannung von Prozessoren skaliert werden, oder Dynamic

Process and Temperature Compensation (*DPTC*), das mit der Temperaturoptimierung arbeitet. Die Skalierung und Optimierung der Betriebsdaten ist eine Grundlage von Energiesparsystemen, *Power Managed Components* (PMC) eine weitere. Da die Leistungsaufnahme von Prozessoren wesentlich von der Anwendung abhängt, gibt es mit Adaptive Voltage Scaling (*AVS*) eine weitere Technik, die anwendungsspezifische Leistungsdaten für die Skalierung der Leistungsaufnahme nutzt.

Energy Star

Zur Bewertung der Energienutzung von Personal Computern wurden von den verschiedensten Organisationen und Arbeitskreisen Bewertungs-Labels kreiert: Energy Star gehört dazu, ebenso wie der Blaue Engel, des EU-Eco-Label oder die TCO-Richtlinie für Personal Computer. Die Energy-Star-Richtlinien wurden von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde, der *Environmental Protection Agency* (EPA), erarbeitet. Das entsprechende Energy-Star-Label ist international anerkannt. Die Richtlinien wurden mehrfach ergänzt und klassifizieren in der aktuellen Version den Leistungsverbrauch von Desktops, Notebooks und Peripheriegeräten,



Logo von Energy Star

sowohl im Standby-Modus als auch im Betrieb und schreiben Maximalwerte für den Standby-Betrieb vor. Es gibt verschiedene Energy-Star-Klassen für Desktops und Notebooks, die mit den Buchstaben „A“, „B“ und „C“ bezeichnet werden und die sich in der Prozessortechnik unterscheiden.

Danach dürfen Desktops mit Mehrkernprozessoren im Leerlauf 65 W verbrauchen, sind sie mit einer Grafikkarte mit mindestens 1 Gigabyte (GB) ausgestattet, kann die Energieaufnahme auf 95 W steigen.

Die Energy-Star-Richtlinien befassen sich auch mit dem

Wirkungsgrad von *Netzteilen*. Nach der Version aus Mitte 2007 schreibt die Richtlinie einen Wirkungsgrad von mindestens 80 %, bei einer Auslastung von 20 % der maximal zulässigen Auslastung vor.

EPA, *environmental protection agency*

Die Environmental Protection Agency (EPA) ist die US-amerikanische Umweltschutzbehörde. Die EPA hat Standards für den Stromsparbetrieb von Personal Computern definiert. Computer, die die Richtlinien für das *Power-Management* erfüllen, können den *Energy Star*, das ist das Zertifizierungszeichen der EPA, benutzen.

Hibernation

Hibernation, zu Deutsch Überwinterung, ist ein Verfahren des *Power-Managements* zur Datensicherung bei sinkender Akkuleistung. Fällt die Betriebsspannung der Akkus unter einen Defaultwert, werden die Daten des Arbeitsspeichers auf die Festplatte gespeichert. Darüber hinaus wird auch der aktuelle Zustand des Betriebssystems mit allen Anwendungsprogrammen in einer Datei auf der Festplatte gespeichert. Die Hibernation-Funktion kann auch nach Ablauf einer voreingestellten Zeit erfolgen in der keine Tasteneingabe oder Mausbewegung vorgenommen wurde.

Im Hibernation-Betrieb ist das Gerät ausgeschaltet, im Gegensatz zum Ruhezustand im Standby. Das Wiedereinschalten ist mit dem Auslesen der ausgelagerten Dateien und Daten von der Festplatte in den Arbeitsspeicher verbunden.

IPMI, *intelligent platform management interface*

Das Intelligent Platform Management Interface (IPMI) ist eine Arbeitsplattform für Netzwerk-Administratoren, mit der diese Server-Komponenten wie *Netzteile* oder Lüfter aber ebenso Temperaturen und Spannungen administrieren können. Das IPMI-Interface bietet dem Administrator die Möglichkeit Statusmeldungen zu empfangen, Anweisungen an Server zu

senden, Alarme auszulösen und über das Netzwerk Diagnosen und automatische Recoverys durchzuführen. Voraussetzung ist, dass die Server IPMI unterstützen.

IPMI ist ein allgemein akzeptierter Industriestandard, der festlegt, wie Systemmanagement-Daten erfasst, gespeichert und übertragen werden. Er bietet eine durchgehende Fernzugriffsmöglichkeit und ist unabhängig vom Betriebssystem.

Die zentrale IPMI-Komponente ist der Baseboard Management Controller (*BMC*) an den die einzelnen dedizierten Busse angeschlossen sind. So der SMBus, der I2C-Bus, der LPC-Bus und die seriellen Ports. IPMI definiert für die Nachrichtenübermittlung über mehrere Server hinweg intelligente Management-Busse, den Intelligent Platform Management Bus (IPMB) und den Intelligent Chassis Management Bus (ICMB), die im SMBus implementiert sind. Neben den Administrationsfunktionen unterstützt IPMI sicherheitsrelevante Funktionen wie die Authentifizierung und Verschlüsselung, ebenso wie das Login und das *Power-Management* mit *ACPI*. Eingesetzt wird IPMI u.a. in Servern, Personal Computern (PC) und ATCA. Die Kommunikation erfolgt über das Remote Management Control Protocol (RMCP).

IPMI wird von namhaften Unternehmen aus der Bus- und Servertechnik unterstützt. Dazu gehören Intel, Hewlett-Packard, NEC und Dell und viele weitere.

Leistungsfaktorkorrektur

LFK

PFC, power factor correction

Die Leistungsfaktorkorrektur (LFK) ist eine Funktion von *Netzteilen* um diese an sich ändernde Leistungsabgaben anzupassen. Da die Leistungsaufnahme von Personal Computern (PC) wesentlich vom Motherboard und von den weiteren Komponenten wie Grafikkarten abhängt, darüber hinaus die betriebsbedingte Auslastung zu einer Mehrleistung von 100 W führen kann, gibt es Netzteile und *Schaltnetzeile* die sich mit der Power Factor Correction (PFC) der aktuellen Leistungsaufnahme anpassen. Man unterscheidet dabei zwischen passiver und aktiver Leistungskorrektur.

Die passive Leistungskorrektur arbeitet mit einer Drossel als niederfrequenten Tiefpass. Durch die Drossel werden auftretende Spannungsspitzen gedämpft. Der Leistungsfaktorwert liegt bei diesem Verfahren zwischen 0,7 und 0,8. Die aktive Leistungsanpassung arbeitet mit Thyristoren, die durch die Leistungsabnahme gesteuert werden. Die Leistungsfaktorwerte sind besser als beim passiven Verfahren und liegen zwischen 0,9 und 1.

Nutec

Nutec ist ein Energiesparstandard für Bildschirme, vergleichbar dem Display *Power Management System (DPMS)* der VESA. Nutec ist nach einer schwedischen Vereinigung benannt und arbeitet mit einem speziellen Bildschirmschoner.

Displays, die den Nutec-Modus unterstützen, reduzieren ihre Leistung in zwei Stufen um über 90 %. Die maximalen Verbrauchswerte sind vorgegeben ebenso wie die Ansprechzeit für die Energiesparschaltung und das Wiederansprechen bei der Aktivierung von Funktionen.

<http://www.nutec.se/>

PMC, power managed component

Energiesparsysteme (ECS) steuern die Leistung, die die Prozessoren benötigen, über diverse Parameter wie die Betriebsspannung und die Taktfrequenz. Voraussetzung für alle Energiespartechniken ist, dass es sich um spezielle Prozessoren handelt, die in ihren Parametern steuerbar sind, um sogenannte Power Managed Components (PMC). Die PMC-Prozessoren sind softwaremäßig steuerbar, ihre Arbeitspunkte können in Abhängigkeit von den verschiedenen Parametern, von Vorhersagen und Abschätzungen eingestellt werden.

Power-Gating

Das Power-Gating ist wie das *Clock-Gating* ein Verfahren, dass im *Power-Management (PM)* zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von mobilen Computern eingesetzt wird. Das Power-Gating zielt auf die Reduzierung der Leckströme bei Chips mit hoher

Integrationsdichte und Strukturbreiten von unter 100 nm. Beim Power-Gating wird die Stromversorgung von nicht benutzten Funktionseinheiten temporär abgeschaltet, wodurch die Leckströme reduziert werden.

Power-Management

PM, power management

Der Begriff Power-Management (PM) wird in der Computertechnik benutzt und umfasst alle Maßnahmen zur Reduzierung der Leistungsaufnahme von Computern, Peripherie- und Mobilgeräten. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Stromsparbetrieb und Energieverwaltung.

Das Power-Management zielt primär auf mobile Computer, auf Laptops, Notebooks, Netbooks und Handhelds, weil dadurch die Betriebsdauer im Batteriebetrieb erhöht wird; es zielt aber ebenso auf stationäre Desktops um Energie einzusparen.

Bei den Energiesparmaßnahmen geht es um den Einsatz stromsparender Komponenten, wie ULV-Prozessoren (Ultra Low Voltage), um Energiesparmodi, wie den Idle State oder den Sleep-Modus, oder um andere Maßnahmen wie beispielsweise die Reduzierung der CPU-Taktfrequenz oder der CPU-Versorgungsspannung, das mit Dynamic Voltage Scaling (DVS) und dem effektiveren Adaptive Voltage Scaling (AVS) durchgeführt wird. Weitere energiesparende Techniken sind die zeitweise Abschaltung der Taktfrequenz, das sogenannte *Clock Gating*, und die kurzzeitige Abschaltung der Stromversorgung von nicht benutzten Komponenten, dem *Power Gating*.

Beim Betrieb eines Computers sind immer nur einige wenige Komponenten und Peripheriegeräte in Funktion. Die für die Verarbeitung nicht aktivierten Komponenten und nicht relevanten Peripheriegeräte können so lange abgeschaltet oder in Stand-by geschaltet werden, solange sie nicht benötigt werden. Für Mobilgeräte gibt es mehrere Energiesparverfahren wie die dynamische Anpassung von Spannung und Frequenz, *DVFS*, die

Power-Management

dynamische Prozess- und Temperaturkompensation, *DPTC*, die Vorhersage von Leerlaufzeiten, mit der stromsparende Leerlaufmodi aktiviert werden oder das *Dynamic Power Management*

Betriebsart	Funktion, Eigenschaften
Dynamic Power Management (DPM)	Steuerung der Betriebszustände von Hardware-Komponenten zur Minimierung des Energieverbrauchs. DVS, DVFS, DPTC.
Advanced Power Management (APM)	Betriebsmodi zur Verringerung der Leistungsaufnahme. Modi: Run, Idle-State, Sleep-Mode.
Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)	Steuerung der Betriebsmodi über das Betriebssystem. Komponenten müssen ACPI-fähig sein.
Dynamic Voltage Scaling (DVS)	Verringerung der Taktfrequenz.
Adaptive Voltage Scaling (AVS)	Steuerung der Versorgungsspannung in Abhängigkeit von der Anwendung, Temperatur, Chip-Design. Höchste Energie-Einsparung.
Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS)	Verringerung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz.
Dynamic Process and Temperature Compensation (DPTC)	Anpassung der Versorgungsspannung und der Taktfrequenz in Abhängigkeit von der Prozessortemperatur.
Clock Gating	Abschaltung der Taktfrequenz bei temporär nicht benötigten Komponenten.
Power Gating	Reduktion von Leckströmen bei nicht benötigten Funktionseinheiten.
Display Power Management System (DPMS)	Abschaltung des Displays wenn keine Änderungen auftreten. Modi: Stand-by, Suspend, Sleep

Betriebsarten des Power Managements (PM)

(DMP). Darüber hinaus gibt es noch das Gating der Taktfrequenz und der Versorgungsspannung sowie das Advanced Power Management (*APM*) und das Advanced Configuration and Power Interface (*ACPI*). Für die Senkung der Leistungsaufnahme von Displays gibt es das Display Power Management System (*DPMS*). Dieses von der VESA standardisierte Verfahren findet seinen Ursprung in der hohen Leistungsaufnahme von Bildschirmen mit Kathodenstrahlröhren (CRT).

Bei Mobilgeräten liegt der Anteil an statischer Leistung, die immer benötigt wird, noch weit unter dem dynamischen Leistungsanteil, er steigt aber zunehmend an, da immer mehr Komponenten im Ruhezustand mit Strom versorgt werden müssen. Eine Reduzierung des statischen Anteils erhöht die Zeit in der die Mobilgeräte im Akkubetrieb arbeiten können.

Power-Management-Bus

PMBus, power management bus

Der *Power-Management-Bus* (PMBus) dient der Kommunikation zwischen den Komponenten der Stromversorgung; zwischen Spannungsreglern, Power Management (PM) und System-Controller. Diese Kommunikation wird im PMBus *Netzteile*-übergreifend standardisiert und bietet besondere Vorteile bei verteilten Stromversorgungen.

Der PMBus imitiert die bereits im *SBS-Standard* festgelegten Steuer- und Kontrollfunktionen, stellt allerdings als offener Standard die Befehls- und Datenformate für den Datentransport zur Verfügung. Darüber hinaus wurden im PMBus die Spezifikationen des SMBus übernommen.

Der PMBus ist vom Konzept her vergleichbar dem SMBus und besteht aus zwei Kommunikationsleitungen und drei Signalleitungen für Steuer- und Kontrollsignale. Über die Kommunikationsleitungen werden das Taktsignal und die Daten übertragen, über drei Signalleitungen können Fehler angezeigt und Spannungen abgeschaltet werden.

Die PMBus-Standardisierung wird vom SMIF, einem Zusammenschluss der SBS- und der PMBus-Konsortien, vorangetrieben. <http://pmbus.org>

PUE, *power usage effectiveness*

Rechenzentren sind äußerst energie- und damit kostenintensiv. Zur Bewertung der Effizienz der in Rechenzentren eingesetzten Energie, gibt es mehrere Ansätze, die auf organisatorischen oder reinen energietechnische Bilanzen basieren. Mit diesen Ansätzen kann eine Quantifizierung der Energie-Effizienz vorgenommen werden.

Der von der The-Green-Grid-Organisation gewählte Ansatz kennt zwei Kennwerte: die Power Usage Effectivness (PUE) und die *Datacenter Infrastructure Efficiency* (DCiE). Der PUE-Wert setzt die insgesamt im Rechenzentrum verbrauchte Energie ins Verhältnis mit der Energieaufnahme der Rechner. Mit dem PUE-Wert wird somit die Effizienz des Energieeinsatzes ermittelt. Wenn sich dieses Verhältnis der Zahl 1 nähert, ist sichergestellt, dass das Rechenzentrum äußerst effizient arbeitet. PUE-Werte von 1,3 sind bereits ausgezeichnet und bedeuten, dass 30 % der eingesetzten Energie ineffizient verbraucht werden.

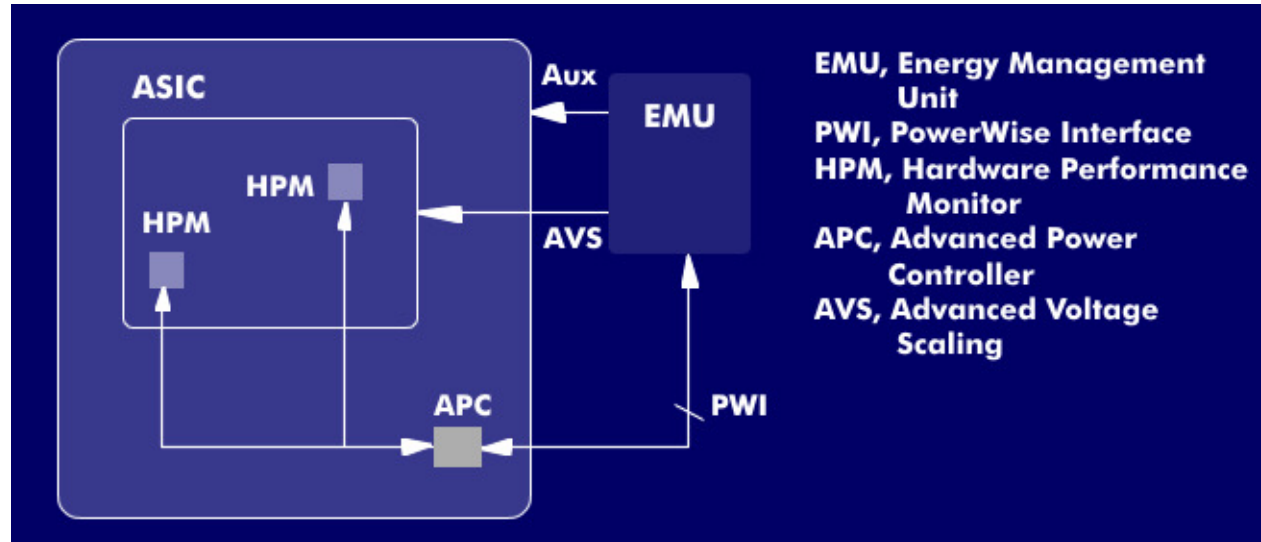
Der DCiE-Wert wird dagegen der Wirkungsgrad der im Datenzentrum eingesetzten Energie bewertet. Die beiden Werte berechnen sich aus der gesamten eingesetzten Energie und der Leistung der IT-Geräte. Wobei sich die Power Usage Effectivness aus dem Quotienten der Gesamtenergie des Rechenzentrums zum Energieverbrauch der IT-Geräte berechnet. Der DCiE ist der Kehrwert der PUE, also $1/PUE$.

In der Gesamtenergie ist die Energie für die Schaltanlagen, die *unterbrechungsfreie Stromversorgung* (USV), die Batterien usw. und auch die Energie für die Kühlungen, die Klimaanlage sowie die für alle IT-Geräte, für Rechner, Speicher, Telekommunikations- und Peripheriegeräten enthalten.

PWI, *powerWise interface*

PowerWise Interface (PWI) ist ein Bussystem, vergleichbar I2C, dem SPI-Bus und dem SMBus, der von ARM und National Semiconductor in Zusammenarbeit mit namhaften Unternehmen der

Power-Management



Komponenten von PowerWise

Unterhaltungs- und Mobilgeräte-Industrie entwickelt und als offener Standard für das *Energiemanagement* von Prozessoren etabliert wurde. Der PWI-Bus arbeitet mit einem aktiven, effizienten Power-Management, dem Adaptive Voltage Scaling (AVS), und unterstützt Punkt-zu-Punkt- und Mehrpunktverbindungen.

Der PWI-Bus ist ein Zweidraht-Bus, der aus mehreren Hardware-Komponenten wie dem Hardware Performance Monitor (HPM) und dem Advanced Power Controller (APC) besteht, die in Prozessoren, ASICs oder System-on-Chips (SoC) eingebettet sind und die Steuerung in Abhängigkeit von der Anwendung und dem Temperaturprofil durchführen. Neben diesen beiden Einheiten gibt es die Energy Management Unit (EMU), eine eigenständige Einheit, die für die optimalen Versorgungsspannungen sorgt. Die Advanced Power Controller und die Energy Management Unit kommunizieren miteinander.

Der PWI-Bus arbeitet in Echtzeit im Master-Slave-Betrieb. In den PWI-Spezifikationen sind die Funktionalitäten der PWI-Slaves festgelegt, deren Betriebszustände, das physikalischen Interface, die Register- und Befehlssätze und das Übertragungsprotokoll für die Benachrichtigungen zwischen PWI-Master und PWI-Slaves. Bei der ersten PWI-Version 1.0 handelte es sich um ein Punkt-zu-Punkt-Interface, während PWI 2.0 zwei PWI-Master und bis zu 16 PWI-Slaves als Mehrpunkt-Interface definiert.

SPMI, *system power management interface*

Der Inter-IC-Bus, bekannt als I2C-Bus, ist ein inzwischen betagter Steuerbus für die Kommunikation zwischen integrierten Schaltungen (IC) eines Systems. Er stammt aus den 80er Jahren und wird daher den gestiegenen Anforderungen an die immer komplexer werdenden Prozessoren, ASICs und System-on-Chips (SoC) nicht mehr gerecht. Daher hat National Semiconductor schnellere und agilere Bus-Techniken entwickelt um den I2C-Bus abzulösen.

2003 hat das Unternehmen gemeinsam mit ARM und anderen Firmen das *PWI-Interface*, PowerWise Interface, mit dem Adaptive Voltage Scaling (AVS) für das *Power Management* entwickelt. Später, im Jahr 2008, wurde unter Federführung der MIPI-Allianz, Mobile Industry Processor Interface, das SPMI-Interface, System Power Management Interface, eingeführt. Das SPMI-Interface ist ein Power-Management-Standard für die Mobilelektronik. Dieses zweiadrige, serielle Interface ist für das Energiemanagement und für allgemeine Steuerungsaufgaben optimiert. Es ist hinreichend flexibel in den Taktfrequenzen, die zwischen 32 kHz und 26 MHz betragen können, ohne, dass die einzelnen Bausteine untereinander synchronisiert werden müssen. Die an den Steuerbus angeschlossenen Teilnehmer werden verschiedenen Klassen zugeordnet. Es gibt den Master und zwei verschiedene Slaves, von denen einer Request senden kann, der andere nicht. Die einzelnen an den Bus

angeschlossenen Komponenten haben eine gleichberechtigte Arbitrierung und der Datenverkehr kann durch Priorisierungen gesteuert werden.

<http://www.mipi.org>

STD, *suspend to disk*

Der Suspend-to-Disk-Modus (STD) ist ein Programm für das *Power-Management*. In dieser Betriebsart wird das laufende Programm unterbrochen und die im Arbeitsspeicher abgelegten Daten auf die Festplatte gespeichert. Bei dem als Ruhezustand bekannten Suspend-to-Disk-Modus bleiben alle Programme in dem vorherigen Zustand, wodurch der Startvorgang beim Wiedereinschalten wesentlich beschleunigt wird.

Diese Betriebsart bietet vor Allem in tragbaren Computern, in Laptops und Notebooks, ein gewisses Energiesparpotential, da vom Sparbetrieb direkt in die Anwendungsprogramme umgeschaltet wird.

STR, *suspend to RAM*

Der Suspend-to-RAM-Betrieb (STR) ist eine Betriebsart des *Power-Managements* von Personal Computern. In dieser Betriebsart werden nach einer voreingestellten Zeit, während der keine Funktionseingaben erfolgt sind, stromverbrauchende Hardware-Komponenten wie die Festplatten, der Prozessor und das Display in einen Sparmodus geschaltet. Dieser Zustand des Einfrierens ist ein Standby-Modus. Da der Arbeitsspeicher in dieser Betriebsart gepuffert wird, wird für das Refresh des Arbeitsspeichers und die Kontrollfunktionen der Hardware-Komponenten eine geringe Restenergie benötigt.

Herausgeber

Klaus Lipinski
Datacom-Buchverlag GmbH
84378 Dietersburg

ISBN: 978-3-89238-216-4

Power-Management

Copyright 2011

Alle Rechte vorbehalten.

Keine Haftung für die angegebenen Informationen.



Creative Commons

Namensnennung- Keine
Kommerzielle Nutzung - Keine
Bearbeitung 3.0 Deutschland

Hinweis — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle
Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten.
Das E-Book darf nur dann auf fremde Webseiten gestellt werden,
wenn ein Backlink auf www.itwissen.info gesetzt ist.

Produktion: www.media-schmid.de

Titelbild: © Ayvengo - Fotolia.com

Weitere Informationen unter www.itwissen.info