

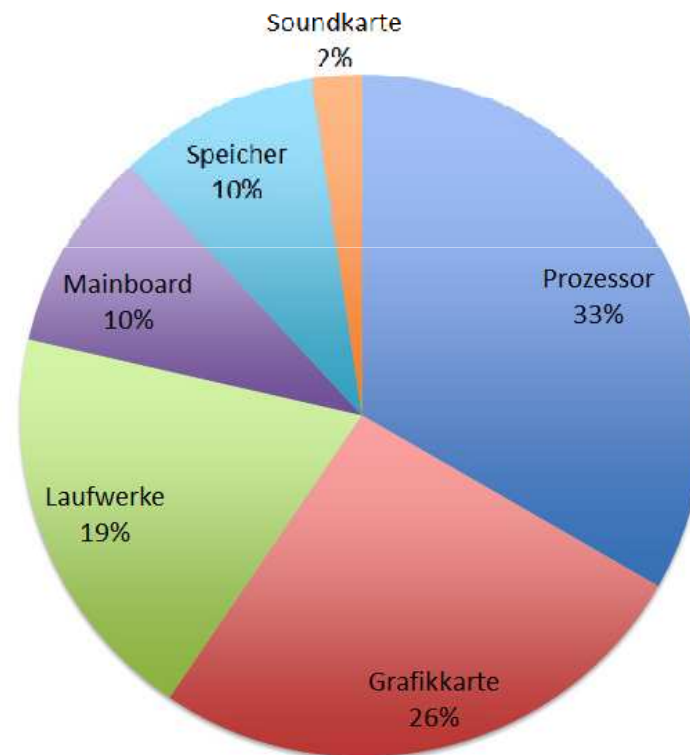
Energiesparmechanismen des Prozessors (x64)

Gliederung

- Motivation
- Einleitung
- Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)
 - P-States
 - C-States
 - Implementierung
 - Intel
 - AMD

Motivation

Anteil der einzelnen Komponenten im PC am Gesamtverbrauch



von Marius Eschen

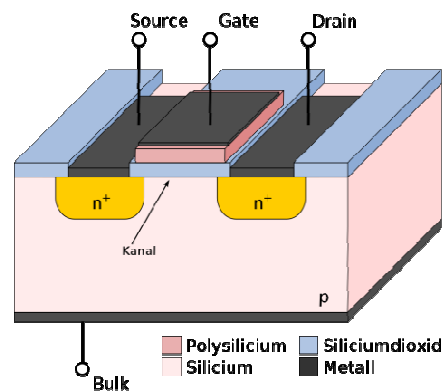
Einleitung

CPU Erscheinung	CPU Name (Intel)	CPU Takt
2. Februar 2004	Pentium 4 EE Gallatin	3,2–3,73 GHz
Juni 2004	Mobile Pentium 4	2,8 - 3,46 Ghz
Februar 2005	Pentium 4 EE Prescott 2M	3,2-3,7 GHz
27. Juli 2006	Core 2 Duo Allendale	1,6-2,4GHz
9. Januar 2011	Core i7 Sandy Bridge	2,8-3,4GHz

CPU Erscheinung	CPU Name (AMD)	CPU Takt
14. Oktober 2004	Athlon64 Winchester	1,8-2,2GHz
4. April 2005	Athlon64 Venice	1,8-2,4GHz
31. Mai 2005	Athlon64 X2 Manchester	2,0-2,2GHz
Oktober 2011	FX-81xx Zambezi	3,1–3,6 GHz

Einleitung

- Erhielten Anfang der 90er Jahre Einzug
- Ein Prozessor – mehrere Kerne
- Von mehr Takt zu mehr Kernen:
 - Problem Wärmeentwicklung:
 - Durch Leckströme und hohe Taktraten



Einleitung

- Großes Potential
 - Anwendungen müssen mehrere Kerne gleichzeitig beschäftigen können
- Kaum Anwendungen für Desktop – Computer vorhanden
- Vorteile der ersten Dualcore-Prozessoren
 - Geringerer Takt
 - Weniger Energieverbrauch pro Kern
 - -> weniger Kühlaufwand

Einleitung

- Parallel 2012:
 - Veranstalter: heise Developer, iX und der dpunkt.verlag
 - 23. und 24. Mai
 - Thema:
 - Parallel Programmierung
 - Multi - / Many-Core-Systeme

Einleitung

- Intel und AMD werben für die Parallelprogrammierung
- Die Verbreitung wächst, aber die Software verändert sich nur schleppend
- Problem:
 - Komplizierte Programmierung
 - Neue und ungewohnte Fehlerquellen
 - Keine Notwendigkeit der Parallelisierung

Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)

- Schnittstellen für die Hardwareerkennung, Gerätekonfiguration und das Energiemanagement
- Verschiedene Betriebszustände (S-States, C- und P-States sowie D-States)
- Wiederherstellung von Arbeitszuständen

P-States

- Performance States
- Ermöglichen ein Ändern von Frequenz und Spannung
- Prozessor spezifisch
- Feste Punkte
- Spart Strom
- Desto höher der P-State, desto langsamer die CPU

P-States

- Arbeitstakt = FSB * Multiplikator
- Beispiel des DKRZ:
 - Intel Xeon X5560
 - 2,801GHz; 2,8GHz; 2,667GHz; 2,533GHz; 2,4GHz;
2,267GHz; 2,133GHz; 2GHz; 1,867; 1,733GHz; 1,6GHz
 - AMD Opteron 6168
 - 1,9GHz; 1,5GHz; 1,3GHz; 1GHz; 800MHz

P-States Governor

- 3 wesentliche Governors unter Linux:
 - Performance
 - Vollast
 - Powersave
 - Taktet die CPU auf ihr Minimum für erhöhte Effizienz(Akku)
 - Ondemand
 - Anpassung an die Auslastung

P-States

- Ähnlich unter Windows
- Energieoptionen:
 - Ausbalanciert
 - CPU min. 5%, max. 100%
 - Aktive Kühlung
 - Höchstleistung
 - CPU Takt immer bei 100%
 - Energiesparmodus
 - CPU min. 5%, max. 100
 - Passive Kühlung

C-States Funktionsweise

- Prozessor befindet sich im Leerlauf -> Leistungsreduktion
- Unterschiedliche Schritte
- Anzahl der Schritte abhängig von der CPU-Architektur
- Unterschiede zwischen Desktop und Mobile Prozessoren

C-States

- Theoretisch könnte durch ständiges Wechseln ein Unterschied bemerkbar sein
- Kommt im Privatgebrauch nicht vor
- Dauer der Wechsel zeigt die folgende Tabelle:

C-States	Funktion	Intel	AMD	Volleistung	Leistungsaufnahme
C0	Volleistung	ALLE	ALLE	-	10 bis 130 Watt
C1	Halt	Takt teilweise per Software	Takt teilweise per Software	~ 10 ns	10 bis 30 Watt
C1E	Erweiterter Halt	Teilweise Takt per Software; CPU Spannung	Komplett per Software angehalten	> 10 ns	Keine Angaben
C2	Stopp	Takt per Hardware	Takt per Hardware	~ 100 ns	7 bis 15 Watt
C2E	Erweiterter Stopp	Takt per Hardware; CPU Spannung	Nicht vorhanden	> 100 ns	Keine Angaben

C-States	Funktion	Intel	AMD	Volleistung	Leistungsaufnahme
C3	Schlaf / Tiefschlaf	Interner und externer CPU Takt angehalten; Level 1 Cache geleert	Interner und externer CPU Takt angehalten CPU Spannung	~ 50 μ s	Keine Angaben
C4	Tieferer Schlaf	Deutliche Spannung Level 1 und 2 Cache geleert	Deutliche CPU Spannung	~ 150 μ s	5 bis 10 Watt
C4E / C5	Erweiterter Tieferer Schlaf	Reduziert die CPU Spannung Cache Abschaltung	Nicht vorhanden	~ 250 μ s	Keine Angaben
C6	Spannungsabschaltung	Reduziert die CPU Spannung nahe 0	Nicht vorhanden	> 250 μ s	Keine Angaben

C-States Fazit

- Abhängig vom Anwender und dem OS
- Gute Werbestrategie

Intel SpeedStep-Technologie

- Hier folgt noch ein Link:

<http://www.intel.com/technology/product/demos/eist/demo.htm>

Intel SpeedStep-Technologie

- Akkulaufzeit der Notebooks zu verlängern
- Senken der Taktfrequenz -> Reduzierung der Spannung -> weniger Abwärme -> langsames Drehen des Lüfters
- Energieumsatz quadratisch zur Kernspannung des Chips
- Bei Notebooks reguliert es ebenfalls andere Komponenten, wie z.B. die Bildschirmhelligkeit
- Inzwischen in eigentlich allen CPUs integriert

PowerNow!

- Notebookprozessoren von AMD
- Kernspannung und Taktrate werden an die Begebenheiten angepasst
- Umschaltung geschieht in Sekundenbruchteilen und ist vom User nicht bemerkbar

PowerNow!

- Folgen:
 - Akku hält länger
 - Notebook ist kühler durch weniger Abwärme
 - Geräuschpegel sinkt durch langsames drehen der Lüfter
 - Lebensdauer wird erhöht, da diese überproportional durch hohe Temperaturen sinkt

PowerNow!

- **Enhanced PowerNow! :**
 - Erweiterung des PowerNow!
 - Hinzu kommt die weitestgehende Abschaltung einzelner Prozessoren
 - Wobei sich alle Cores getrennt verwalten lassen

Cool'n Quiet

- Erhielt mit den Athlon64 CPUs Einzug(2004)
- Weiterentwicklung des bekannten PowerNow! (ebenfalls entwickelt von AMD), dass inzwischen auch in Desktop und Server CPUs zur Anwendung kommt
- Arbeitstakt wird gesenkt, Kernspannung und Taktmultiplikator werden in bis zu 32 Stufen verändert
- Das Bios muss die Technologie unterstützen

Cool'n Quiet

- Beispiel an einem Athlon64 3700+
- 2400MHz (1,550Volt, Multiplikator 12) auf 1000MHz (1,10Volt und Multi 5)
- Verminderung der Leistungsaufnahme von 89 Watt auf 22 Watt
- Ersparnis von 67 Watt
- Regulierung der Kühlerdrehzahl oder gegebenenfalls sogar Abschaltung der Kühler
- Angenehmeres Arbeiten

Cool'n Quiet in Zahlen

- $89\text{Watt} : 1000 = 0,089\text{kWh}$
- $0,089\text{kWh} * 0,2495\text{€/kWh} = 0,0222\text{€}$
- $1\text{ Jahr} * 0,0222 = 42,63\text{€}$

- $22\text{Watt} : 1000 = 0,022\text{kWh}$
- $0,022\text{kWh} * 0,2495\text{€/kWh} = 0,005489\text{€}$
- $1\text{ Jahr} * 0,0222 = 10,55\text{€}$

- *Ersparnis von 32,08Euro*

Quellenangabe

- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1203171.htm>
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1309151.htm>
- <http://www.computerwoche.de/hardware/data-center-server/1934771/index4.html>
- <http://www.computerwoche.de/hardware/data-center-server/1854320/>
- <http://www.computerwoche.de/hardware/data-center-server/2350731/index2.html>
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1309151.htm>
- <http://www.heise.de/newsticker/meldung/ISSCC-CPU-Caches-lernen-Platz-und-Strom-zu-sparen-Update-146231.html>
- <http://www.comptech-info.de/component/content/article/46-computer-infos/418-c-states-was-sind-das>
- <http://software.intel.com/en-us/blogs/2008/05/29/what-exactly-is-a-p-state-pt-1/>
- <https://sp.ts.fujitsu.com/dmsp/docs/wp-nehalem-memory-performance-de.pdf>
- <http://www.pc-erfahrung.de/prozessor/cpu-prozessortabelle.html>
- **Abbildungen:**
 - **Video:**
 - <http://www.intel.com/technology/product/demos/eist/demo.htm>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=aVr2ZWGdAHk>
 - **Transistor:**
 - http://www.spiderpig.de/wordpress/wp-content/uploads/1000px-N-Kanal-MOSFET_Schema.svg_.png