



Intel Prozessoren

Die Firma Intel ist untrennbar mit der Geschichte des Personal Computers verbunden. Der erste Mikroprozessor von Intel aus dem Jahr 1971 war der 8008. Ein 4-Bit-Prozessor, der in Home-Computern Anwendung fand. Der Nachfolger 8080 im Jahr 1974 hatte mit 8 Bit die doppelte Verarbeitungskapazität. Seine flexible Programmierbarkeit fand in Bastlerkreisen sehr viel Interesse. In der Anlagensteuerung und in Mikrocomputern mit dem Betriebssystem CP/M wurde er verwendet. Die Weiterentwicklung, der 8085 fand keine weite Verbreitung. Dafür wird er auch heute noch gerne in Ausbildungs- und Schulungssystemen für die Mikroprozessortechnik eingesetzt.

1978 stellte Intel den 8086 einen Prozessor mit einem neuen Aufbau vor. Intern arbeitete er mit 16 Bit, wurde mit 4,77 MHz getaktet und verfügte mit 20 Adreßleitungen über die Möglichkeit 1 MByte Arbeitsspeicher anzusprechen. Für die relativ große Verbreitung von 8080-Systemen und 8 Bit-Peripherie war der 8086 nicht besonders geeignet. Die 16-Bit-Komponenten und die Peripherie waren sehr teuer. Deshalb schob Intel schnell eine abgespeckte Variante, den 8088, nach. Dieser arbeitete extern mit den gewohnten 8 Bit. Zu diesem Zeitpunkt trat die Firma IBM mit ihrem Personal Computer (PC) auf den Plan. Dieses offene Computer-System war mit dem Prozessor 8088 ausgerüstet.

Es folgten schnell Weiterentwicklungen, wie z. B. der 80186 und 80188. Beide bescherten Intel aber nur mäßigen Erfolg. Mit dem 80286 stellte Intel 1982 die neue Prozessor-Generation vor. Die Firma IBM stieg wiederum mit einem neuen Personal Computer (PC) in den Markt ein. Kaum drei Jahre später, die 80286-Systeme waren noch nicht voll ausgereizt, kam bereits der 80386 auf den Markt. Diesen ersten 32-Bit-Prozessor gab es auch in einer abgespeckten Variante, dem 80386SX, der mit 80286-Hardware funktionierte. 1989 war die Zeit für den 486er gekommen. Dieser Prozessor war ein 386er mit integriertem numerischen Coprozessor, 8-kByte-RAM-Cache (Pufferspeicher) und implementierten RISC-Befehlen. Weil sich die Bezeichnung 80586 nicht als Warenzeichen schützen ließ, stellte Intel seine Prozessor-Bezeichnung erstmals auf Namen um. Unter der Bezeichnung 80386 und 80486 waren bereits einige andere Firmen, u. a. AMD und Cyrix, mit eigenen kompatiblen Prozessoren auf den Markt gekommen. Deshalb bekam die 80586-Prozessor-Generation den Namen Pentium.

| Name | Einführung | Takt (MHz) | interne r Bus | externe r Bus | Transistore n | Technologi e | Coprozesso r |
|------------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 4004 | 1971 | | 4 Bit | | | | |
| 4040 | 1972 | | 4 Bit | | | | |
| 8008 | 1972 | 1,3 | 8 Bit | | | | |
| 8080 | 1974 | 1,3 - 3 | 8 Bit | | | | |
| 8085 | 1976 | | 8 Bit | | | | |
| 8086 | 1978 | 4,77 - 10 | 16-Bit | | | | |
| 8088 (XT) | 1981 | 4,77, 8 | 8/16-Bit | | | | 8087 |
| 80186 | 1981 | | | | | | |
| 80188 | 1981 | | | | | | |
| 286 (AT) | 1982 | 8, 12, | 16-Bit | | | | 287 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|----------|------------|------------|
| | | 16 | | | | | |
| 386 SX | 1985 (1988?) | 16, 20, 25 | 32-Bit | 16-Bit | | | 387 SX |
| 386 DX | Oktober 1985 | 16, 20, 25, 33 | 32-Bit | 32-Bit | 275.000 | 1 Micron | 387 DX |
| 486 DX | April 1989 | 25, 33 | 32-Bit | 32-Bit | 1,2 Mio. | 1 Micron | integriert |
| 486 SX | April 1991 | 16, 20, 25 | 32-Bit | 32-Bit | 1,2 Mio. | 1 Micron | 487 |
| 486 DX | Juni 1991 | 50 | 32-Bit | 32-Bit | 1,2 Mio. | 0,8 Micron | integriert |
| 486 DX2 | März 1992 | 50, 66 | 32-Bit | 32-Bit | 1,1 Mio | 0,8 Micron | integriert |
| 486 DX4 | 1992 | 75, 100 | 32-Bit | 32-Bit | 1,6 Mio. | 0,8 Micron | integriert |
| Pentium (P5) | 1993 | 60, 90, 100,.. | 32-Bit | 64-Bit | 3,3 Mio. | | |
| Pentium (P54) | 1994 | 70 - 200 | | | 3,2 Mio. | | |
| Pentium Pro | 1995 | 150 - 200 | | | 5,5 Mio. | | |
| Pentium MMX | 1997 | 133 - 300 | | | 4,5 Mio. | | |
| Pentium II | 1997 | 233 - 450 | | | 7,5 Mio. | | |
| Celeron | 1998 | | | | | | |
| Pentium Xeon | 1998 | | | | | | |
| Pentium III | 1999 | 533 - 1100 | | | 28 Mio. | | |
| Pentium 4 | 2000 | 1300 - 2000 | | | 42 Mio. | | |
| Pentium 4 | 2002 | 2000 - 2800 | | | 55 Mio. | | |
| Pentium 4 HT | 2002 | 3066 | | | 55 Mio. | | |
| Pentium M | 2003 | 900 - 1700 | | | 77 Mio. | | |
| Pentium 4 | 2004 | 2660 - 3800 | | | 125 Mio. | | |
| Pentium D | 2005 | 2660 - 3200 | | | 230 Mio. | | |

Intel Pentium Prozessoren

| | Pentium | Pentium MMX | Pentium Pro | Pentium II |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Transistoren | 3,3 Mio. | 4,5 Mio. | 5,5 Mio | 7,5 Mio. |
| Chip-Fläche | 90 mm ² | 141 mm ² | 196 mm ² | 204 mm ² |
| Level-1-Cache | 8 KB Daten 8 KB Code | 16 KB Daten 16 KB Code | 8 KB Daten 8 KB Code | 16 KB Daten 16 KB Code |
| Level-2-Cache | - | - | 256/512 KB | 512 KB |
| MMX | nein | ja | nein | ja |
| Befehle pro Takt | 2 | 2 | 5 | 5 |
| Taktfrequenzen | 60 - 200 | 166 - 233 | 150 - 200 | 233 - 450 |
| Systembus | 60/66 MHz | 66 MHz | 66 MHz | 66/100 MHz |
| Steckplatz | Sockel-5 | Sockel-7 | Sockel-8 | Slot-1 |

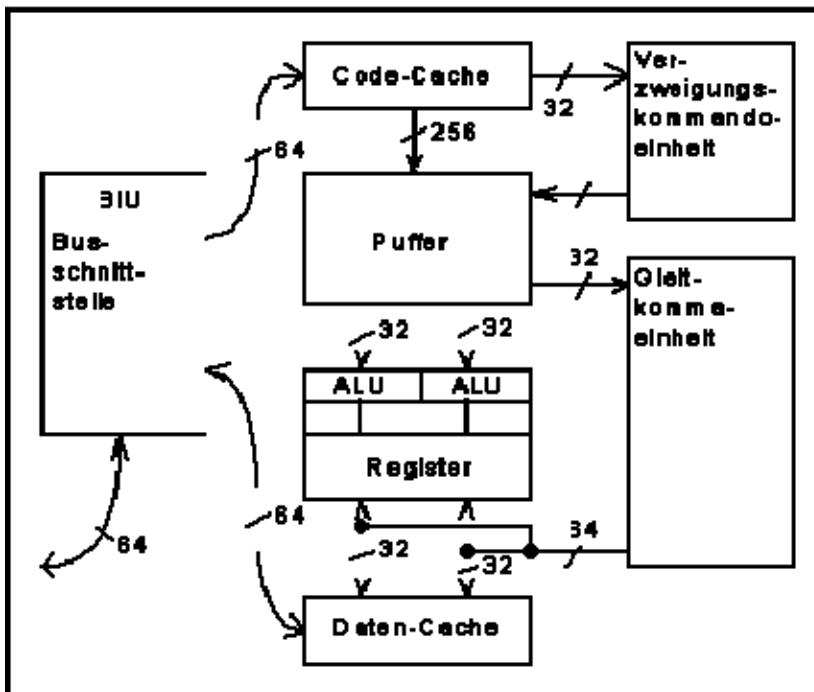
Intel Pentium



Mit dem Pentium hat Intel erstmals eine neue Computer-Architektur eingeführt. Dazu gehört der ATX-Formfaktor, PCI für Steckkarten und der Verzicht auf einen Koprozessor, der bei den Vorgänger x86er-Prozessoren immer dabei war. Der Befehlssatz des Pentiums ist bis auf die wichtigsten und häufigsten benutzten Operationen reduziert worden.

Ebenfalls neu, sind die voneinander getrennten internen Bus-Systeme und voneinander unabhängigen Verarbeitungseinheiten. Das ermöglicht Parallelverarbeitung und damit einen höheren Datendurchsatz.

Architektur des Pentium-Prozessors



Die BIU (Bus Interface Unit) ist das Verbindungsstück zwischen Arbeitsspeicher und dem Rest des Prozessors. Sie schickt die Daten im internen Bus zum Cache. Sie unterscheidet dabei zwischen dem Code-Cache für die Anwendungsprogramme und dem Daten-Cache. Beide Caches sind 8 kByte groß. In der MMX-Variante des Pentiums sind die Caches doppelt so groß.

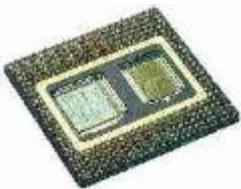
Die Verzweigungskommandoeinheit entscheidet darüber, welche der beiden ALUs den Programmcode ausführen soll. Sie achtet darauf, daß beide ALUs mit Programmcode versorgt werden.

Der Puffer holt den Programmcode zum Dekodieren aus dem Cache und übergibt ihn auf Anweisung der Verzweigungskommandoeinheit an eine der beiden ALUs.

Bei Gleitkommazahlen werden die Befehle an die Gleitkommaeinheit übergeben, die in der MMX-Version extra auf die Abarbeitung der 57 Multimediacommandos zugeschnitten ist. Die beide ALUs verarbeiten gleichzeitig die Daten, die vom Datencache in das Register transportiert worden sind. Sie und Gleitkommaeinheit schicken ihre Ergebnisse zum Datencache. Dieser wiederum an die BIU und diese an den Arbeitsspeicher.

Prozessor-Übersicht:

| Prozessor | Front-Side-Bus | Taktfrequenz (MHz) |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| Pentium | 50 MHz | 75 |
| Pentium | 60 MHz | 60 / 90 |
| Pentium | 66 MHz | 100 / 120 / 133 / 150 / 166 / 200 |
| Pentium MMX | 66 MHz | 166 / 200 / 233 |



Intel Pentium Pro

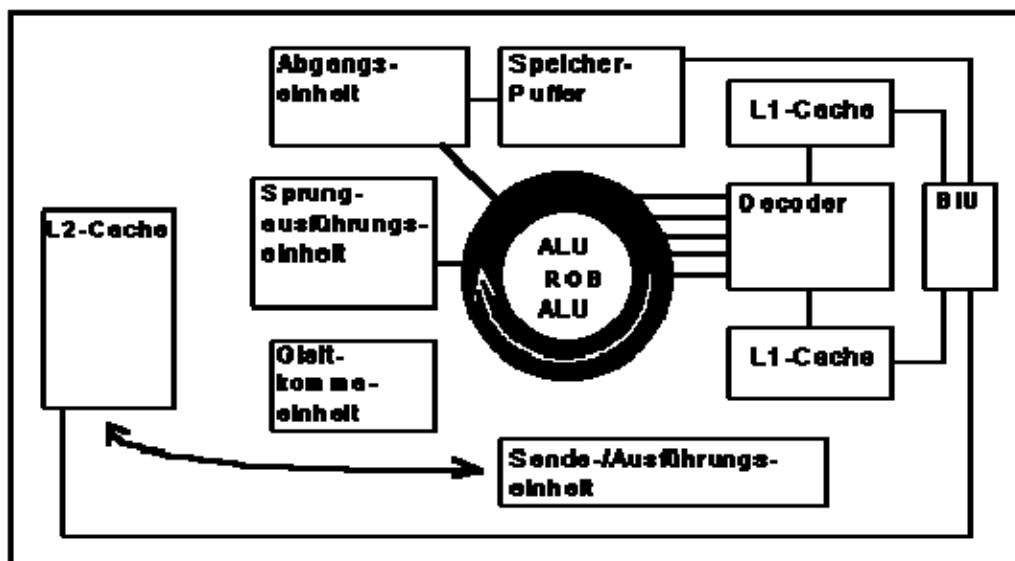
Der Pentium Pro wurde von Intel als High-End-Prozessor entwickelt und ist deshalb für Server- und Workstation-Anwendungen unter Windows NT geeignet.

Der Pentium Pro besteht aus zwei Silizium-Plättchen. Das eine ist der eigentliche Prozessor, das andere ist der maßgefertigte Hochgeschwindigkeitsspeicher Level-2-Cache. In vorherigen Computersystemen war der L2-Cache Bestandteil der Hauptplatine.

Besondere Leistungsmerkmale und Eigenschaften:

- asynchrone und spekulative Ausführung der Befehle
- RISC-Technologie
- integrierter L2-Cache von 256 oder 512 kByte
- Sockel-8-System
- Multiprozessor tauglich

Architektur des Pentium Pro



Wenn über die BIU(Bus Interface Unit) Informationen in den Prozessor gelangen, dupliziert die BIU die Informationen und legt sie in den Level-1-Cache und in den Level-2-Cache ab. Beim L1-Cache unterscheidet die BIU zwischen Daten und Programmcode.

Für die Programmausführung gibt es zwei Wege. Wenn vor der Decodierung eine Verzweigungsanweisung gefunden wird, wird versucht vorherzusagen, welchen weiteren Programmweg der Programmweg nimmt. Dazu werden die Informationen aus früheren Vorhersagen herangezogen, um herauszufinden, welcher Code als nächstes benutzt wird. Diese Vorhersage trifft in 90% der Fälle zu.

Drei parallel arbeitende Decoder teilen die komplexen Anweisungen in kleine 274 Bit große Mikrooperationen(μ OP - unit operation). Die μ OPs werden in den Anweisungspool(ROB - reorder buffer) gesendet. Dieser Buffer ist ringförmig angelegt, und der die μ OPs in der richtigen Reihenfolge enthält.

Die Senden-/Ausführungseinheit überprüft alle μ OPs auf alle zur Ausführung notwendigen Informationen. Fehlen noch Daten werden sie aus dem L1-Cache oder L2-Cache geholt. Weil

der L2-Cache im Prozessor integriert ist, können die Informationen zwei- bis viermal so schnell angefordert werden. Sind alle Daten vorhanden wird der Mikrocode ausgeführt und als ausgeführt markiert. Es können bis zu fünf µOPs gleichzeitig bearbeitet werden. Die Sprungausführungseinheit verschiebt im Falle einer falschen Vorhersage die Markierung für das Ende vom letzten µOP auf das falsch vorhergesagte. Alle µOPs hinter der Endmarkierung werden ignoriert und mit neuen µOPs überschrieben. Die Abgangseinheit überprüft, ob die µOPs ausgeführt worden sind und sendet immer drei gleichzeitig in den Speicherpuffer, wo sie dann an den richtigen Platz im RAM des Systems geschickt werden.



Intel Pentium II

In der Grundstruktur sind sich der Pentium II und der Pentium Pro sehr ähnlich.

Die wesentlichen Unterschiede sind der größere L1-Cache und die MMX-Erweiterung auf Seiten des Pentium II.

Dazu kommt noch, daß der L2-Cache von der CPU getrennt ist. Aus diesem Grund werden die Informationen zwischen

CPU und L2-Cache nur mit halber Prozessorgeschwindigkeit ausgetauscht.

Mit dem Pentium II wurde von Intel auch ein neues Stecksystem für Prozessoren eingeführt. Der Pentium II ist eine relativ große Kassette mit einem noch größeren Kühlkörper. Die Kassette nennt sich SEC Cartridge(Single Edge Contact) und erfordert einen neuen Steckplatz auf dem Motherboard. Dieser Steckplatz wird Slot-1 genannt. Die Steckkontakte sind an einer Seite der Kassette als Steckleiste herausgeführt.

Im Gegensatz zu anderen Prozessoren besteht der Pentium II aus mehreren einzelnen Chips, die auf einer gemeinsamen Platine integriert sind. Dadurch erreicht Intel eine bessere Ausbeute bei der Produktion, da bei fehlerhaftem Material nicht der gesamte Chip unbrauchbar ist. Intel verwendete den Pentium II-Kern auch für den Low-Cost-Prozessor Celeron und die Multiprozessor-Variante Pentium Xeon.



Prozessor-Übersicht:

| Pentium II | Prozessortakt/MHz | Systembus/MHz | L1-Cache Code/Daten | L2-Cache |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|------------------------|-------------|
| Klamath | 233, 266, 300 | 66 | 16k/16k | 512k extern |
| Deschutes | 333, 350, 400, 450, 500 | 66, 100 | 16k/16K | 512k extern |
| Celeron | 266, 300 | 66, 100(BX) | 16k/16k | - |
| Celeron A (Mendocino) | 300, 333, 366, 400, 433, 450, 500 | 66, 100(BX) | 16k/16k | 128k intern |



Intel Pentium Xeon

Was der Celeron für den Einsteiger-Markt ist, ist der Xeon für den Servermarkt. Er sollte den Pentium Pro ablösen und im Servermarkt für frischen Wind sorgen, der immer noch in festen Händen einiger Spezialhersteller war. Intel möchte vor allem die Anwender von Sun-, SGI-, DEC-, IBM- und HP-Workstations für sich gewinnen.

Das Bild links zeigt ein Multiprozessor-System mit 4 Pentium II Xeon auf einem Motherboard.



Architektur

Der erste Xeon ist intern aufgebaut wie der Pentium II-Kern. Dazu wird er aber mit einem bis zu 8 MB großen L2-Cache ausgeliefert. Der Arbeitstakt des Caches läuft mit vollem Prozessortakt.

Der Xeon ist mit einem PIROM ausgestattet. PIROM steht für Prozessor Informations ROM, und enthält Informationen über diesen Prozessor. Dort ist eine einzigartige elektronische Unterschrift gespeichert, die den Prozessor unverwechselbar macht. Zusätzlich gibt es noch ein Scratch EEPROM, in dem Informationen gespeichert werden können. Z.B. von dem System, in dem der Prozessor arbeitet, Besitzer, etc.

Am oberen Rand befinden sich die Cache-Bausteine. Bei insgesamt 8 MB L2-Cache, befinden sich dort 4 dieser Bausteine. Darunter liegt der eigentliche Prozessorkern. Auf der rechten Seite sind der Temperaturfühler, das PIROM und das Scratch EEPROM.

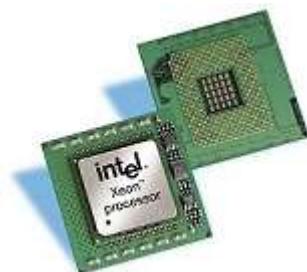
Mit dem Pentium III und dem Pentium 4 änderte sich der Prozessorkern des Xeon mehrmals. Es wurden auch Varianten mit 100 und 133 MHz Front-Side-Bus entwickelt.



Gehäuse

Das Gehäuse des Pentium Xeon hat je nach Generation unterschiedliche Bauformen. Die erste Generation ist besonders groß (siehe Bild links). Die Größe hat sehr viel mit der Kühlung zu tun. Besonders der Cache braucht sehr viel Luft, damit er wegen der Hitze nicht kaputt geht. Gegen die Gefahr des Überhitzens hat der Prozessor einen eigenen Temperaturfühler. Auf dem Motherboard gab es für diese Bauform einen oder mehrere Slot-Steckplätze.

Nachfolgende Xeon-Generationen wurden mit deutlich kleineren Strukturen produziert. Somit fand sich auch der Cache irgendwann wieder im Prozessorkern. Das Gehäuse in Sockel-Bauform (z. B. Sockel 603) wurde somit auch bei diesem Prozessor wieder aktuell.



Prozessor-Übersicht:

Stand: 20.08.2003, unvollständig

| Kern | Takt in MHz | Die-Größe | Transistoren | Struktur | FSB in MHz | Kern |
|-----------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|----------|------------|-------------|
| Deschutes | 400 / 450 | 131 mm ² | 7,5 Mio. | 0,25 µm | 100 | Pentium II |
| Tanner | 500 / 550 | 140 mm ² | 9 Mio. | 0,25 µm | 100 | Pentium III |
| Cascades | 600 / 667 / 733 / 800 / 866 / 933 | 106 mm ² | 9,5 + 18,6 Mio. | 0,18 µm | 133 | Pentium III |
| Cascades | 700 | - | 9,5 + 65 Mio. | 0,18 µm | 100 | Pentium III |



Intel Celeron / Intel Celeron D

Der erste Celeron von Intel bestand aus dem selben Prozessorkern wie der Pentium II. Ihm fehlte nur der L2-Cache, was ihn billiger machte, aber gleichzeitig die Performance reduzierte. Er konnte jedoch bei 3D-Spielen und Multimedia-Anwendungen hervorragend glänzen.

Er war eine preiswerte Lösung für den Low-Cost-Markt, und ein Konkurrenz-Produkt gegenüber den billigen AMD- und Cyrix-Prozessoren.

Die nachfolgenden Celeron-Generationen erben immer den gerade aussterbenden Pentium-Kern. Meist mit geringerer Taktrate und Front-Side-Bus und kleinerem Cache. Das reduziert die Herstellungskosten und somit den Verkaufspreis, aber auch die Leistung.

Durch dieses Vorgehen spart sich Intel die Entwicklung eines separaten Prozessors und kann die vorhandene Architektur für eine Zeitverwertung nutzen.

Celeron A (Mendocino)

Der Celeron A wurde mit einem 128 kByte großen L2-Cache ausgestattet. Er erfuhr so eine große Leistungssteigerung gegenüber seinem Vorgänger. Er wurde vor allem von Anwendern gekauft, die ihn Übertakten wollten, da es mit diesem Prozessor besonders einfach zu bewerkstelligen war. Er war deshalb sehr beliebt.

Taktraten bis zu 450 MHz waren mit ausreichender Kühlung kein Problem. Ob die Übertaktung gelang, war aber eher dem Zufall überlassen.

Coppermine / Tualatin (Pentium III)

Die dritte Celeron-Generation basiert auf dem Coppermine-Kern des Pentium III. Dadurch erhält die Multimedia-Erweiterung ISSE Einzug in den Celeron. Der Front-Side-Bus bleibt jedoch bei 66 MHz und der L2-Cache bei 128 kByte. Ab 800 MHz wurde der Front-Side-Bus (FSB) auf 100 MHz erhöht.

Die Seriennummer, die im Pentium III eingebaut ist, wurde beim Celeron hardwareseitig abgeschaltet.

Willamette / Nothwood (Pentium 4)

Intel stellt diese Generation des Celeron in 0,18-µm-Technik her. Sie laufen mit einem Front-Side-Bus (FSB) von 100 MHz. Sie besitzen denselben Kern wie der Pentium III, jedoch nur einen 128 KByte großen Level-2-Cache.

Fast alle Tualatin-Celerons sind mit dem FC-PGA2-Gehäuse ausgestattet. Hier sitzt das Die (Prozessorchip) unter einem Hitze-Verteilblech, dem Integrated Heat Spreader (IHS). Dieser schützt das empfindliche Die bei der Kühler-Montage und sorgt für eine bessere Wärmeverteilung.



Celeron D: Prescott (Pentium 4)

Der Celeron D hat trotz des D im Namen nichts mit einem Doppelkern-Prozessor zu tun, obwohl man das aufgrund der Namensgebung beim Pentium D annehmen könnte. Diese Namensverwirrung kann man als Versehen oder Absicht sehen.

Der Celeron D basiert auf dem 90-nm-Prescott-Kern des Pentium 4. Der L2-Cache ist auf 256 kByte reduziert und auf die Hyper-Threading-Technologie wird gleich verzichtet. Der Front-Side-Bus ist auf 533 MHz festgelegt. Wobei die Taktrate 133 MHz beträgt und über Quad-Speed 4 Bit pro Taktstschritt überträgt. So kommt man rechnerisch auf 533 MHz.

Da Intel in den Pentium-4-Kern immer wieder neue Leistungsmerkmale integriert hat, sind in den Celeron D auch einige Verbesserungen eingeflossen. Zum Beispiel Execute Disable Bit (XD) für den Schutz vor Buffer Overflows, die 64-Bit-Erweiterung EM64T und der LGA775-Sockel. Es gibt dann noch die J-Variante, die kein EM64T, dafür XD bzw. NX enthält.

Celeron M

Der Celeron M ist eine Sparvariante des Pentium M, der für Notebook- und Stromspar-Anwendungen im Zusammenhang mit Centrino verwendet wird. Der Celeron M zeichnet eine geringere Taktrate sowie größere Caches aus.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 23.01.2007

| CPU | Prozessortakt | L2-Cache | FSB | Struktur | Bemerkungen |
|----------------------------------|---|---------------|-------------------|----------|---|
| Celeron Covington (PII) | 266 / 300 MHz (SEPP) | - | 66 MHz | 0,35 µm | ohne L2-Cache |
| Celeron Mendocini (PII) | 300A / 333 / 366 / 400 / 433 / 466 / 500 / 533 MHz | 128 kByte | 66 MHz | 0,25 µm | in Steckkarten-Form (SEPP) und Sockel-Form (PGA 370) erhältlich |
| Celeron Coppermine (PIII) | 566 / 600 / 633 / 667 / 700 / 733 / 766 MHz (66 MHz FSB) 800 / 850 / 900 / 950 / 1000 / 1100 MHz (100 MHz FSB) | 128 kByte | 66/100 MHz | 0,18 µm | FC-PGA-Gehäuse, mit Befehlssatzerweiterung ISSE, teilweise im Einzelhandel nicht erhältlich |
| Celeron Tualatin (PIII) | 1000A / 1100A / 1200 / 1300 / 1400 MHz | 256 kByte | 100 MHz | 0,13 µm | Sockel-370 (FC-PGA-/FC-PGA2-Gehäuse), Kern basierend auf Pentium III |
| Celeron Willamette (P4) | 1600 / 1700 / 1800 MHz | 128 kByte | 400 (4x 100 MHz) | 0,18 µm | Sockel-478 (FC-PGA2) |
| Celeron Northwood (P4) | 2000 / 2100 / 2200 / 2300 / 2400 / 2500 / 2600 / 2700 / 2800 MHz | 128 kByte | 400 (4x 100 MHz) | 0,13 µm | Sockel-478 (FC-PGA2) |
| Celeron D Prescott (P4) | 2,26 / 2,4 / 2,53 / 2,66 / 2,8 / 2,93 / 3,06 / 3,2 / 3,33 GHz | 256/512 kByte | 533 (4x 133 MHz) | 0,09 µm | FC-PGA478 (Sockel-478) oder FC-LGA775 |
| Celeron D Cedar Mill (P4) | 3,2 / 3,33 GHz | 512 kByte | 533 (4x 133 MHz) | 0,065 µm | FC-LGA775 |
| Celeron D | Taktfrequenz | FSB | L2-Cache | Sockel | Besonderheiten |
| 315 | 2,26 GHz | 533 MHz | 256 kByte | S478 | - |
| 320 | 2,40 GHz | 533 MHz | 256 kByte | S478 | - |
| 325/325J | 2,53 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | J=NX-Flag |
| 326 | 2,53 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 330/330J | 2,66 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | J=NX-Flag |
| 331 | 2,66 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 335/335J | 2,80 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | J=NX-Flag |
| 336 | 2,80 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 340/340J | 2,93 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | J=NX-Flag |

| | | | | | |
|-----------------|----------|---------|-----------|--------|-----------|
| 341 | 2,93 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 345/345J | 3,06 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | J=NX-Flag |
| 346 | 3,06 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 347 | 3,06 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | 65 µm |
| 350 | 3,20 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 351 | 3,20 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 352 | 3,20 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 352 | 3,20 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | 65 µm |
| 355 | 3,33 GHz | 533 MHz | 256 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 356 | 3,33 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | EM64T, NX |
| 356 | 3,33 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | 65 µm |
| 360 | 3,46 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | 65 µm |
| 365 | 3,60 GHz | 533 MHz | 512 kByte | LGA775 | 65 µm |

| Celeron M | Taktfrequenz | FSB | L2-Cache | Modell | Struktur |
|------------|--------------|---------|-----------|--------|----------|
| 310 | 1,2 GHz | 400 MHz | 512 kByte | - | 130 nm |
| 320 | 1,3 GHz | 400 MHz | 512 kByte | - | 130 nm |
| 330 | 1,4 GHz | 400 MHz | 512 kByte | - | 130 nm |
| 333 | 0,9 GHz | 400 MHz | 512 kByte | ULV | 130 nm |
| 340 | 1,5 GHz | 400 MHz | 512 kByte | - | 130 nm |
| 350 | 1,3 GHz | 400 MHz | 1 MByte | - | 90 nm |
| 353 | 0,9 GHz | 400 MHz | 512 kByte | ULV | 90 nm |
| 360 | 1,4 GHz | 400 MHz | 1 MByte | - | 90 nm |
| 370 | 1,5 GHz | 400 MHz | 1 MByte | - | 90 nm |
| 373 | 1,0 GHz | 400 MHz | 512 kByte | ULV | 90 nm |

Intel Pentium III



Generell funktioniert der Pentium III genauso wie der Pentium II. Die Unterschiede in der Prozessorarchitektur finden sich nur im Detail.
Schon vor der Einführung des Pentium III war dieser wegen seiner

internen Seriennummer umstritten. Vor allem amerikanische Datenschützer kritisierten, daß sich diese Seriennummer auslesen ließe, ohne dass der Anwender davon weiß. Zwar lässt sich diese Funktion im BIOS abschalten, aber genau so leicht lässt sich das umgehen.

Im Spielebereich und bei Highend-Anwendungen kann er seine Stärken voll ausfahren. Die meisten Computer-Fachzeitschriften kommen zu dem Schluß, daß die volle Leistungsfähigkeit des Pentium III aber erst erreicht werden kann, wenn es entsprechende Software für diesen Prozessor gibt (basierend auf den ISSE-Befehlssatz).

Die Leistungsmerkmale des Pentium III

- 72 neue ISSE-Befehle (MMX)
- SECC2-Gehäuse
- Prozessortakt ab 450 MHz
- Front-Side-Bus 100 MHz (Katmai-Kern)
- 512 kByte großer L2-Cache (Katmai-Kern)

Architektur des Pentium III

Level-2-Cache Der 512 kByte große L2-Cache läuft mit halbem Prozessortakt (Katmai-Kern).

Systembus Der Systembus wird mit 100 MHz betrieben (Katmai-Kern).

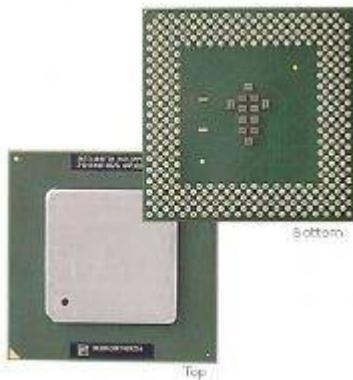
SIMD Die SIMD-Einheit (Single Instruction Multible Data) kommt bei der Bearbeitung großer Datenmengen zum Zuge, wie zum Beispiel 3D-Anwendungen.

Internet Streaming SIMD Extension (ISSE)

Die ursprünglich Katmai New Instructions (KNI) genannten 72 neuen MMX-Befehle, nennen sich Internet Streaming SIMD Extension (ISSE).

Die neuen Befehle sollen mehr Leistung bei 3D-Spielen und bei der MPEG2-Kodierung bringen. Einige Befehle davon sollen den Datentransfer zwischen Prozessor, Cache, AGP-Bus und dem Hauptspeicher beschleunigen. Außerdem soll das Surfen im Internet schneller werden.

Pentium III Tualatin



Obwohl Intel den Pentium 4 bereits im Rennen um die Megahertz-Krone hat, wurde dem Pentium III und dem Celeron ein neuer Kern spendiert. Die Tualatin-Ausführung ist im 0,13-µm-Prozess gefertigt und ist im Pentium III und Celeron mit 256 kByte L2-Cache integriert.

Dazu gibt es eine dual-taugliche Server-Version, den Pentium Processor-S mit 512 kByte L2-Cache.

Alle Tualatin-Prozessoren sind mit dem FC-PGA2-Gehäuse ausgestattet. Hier sitzt das Die (Prozessorchip) unter einem Hitze-Verteilblech, dem Integrated Heat Spreader (IHS).

Dieser schützt das empfindliche Die bei der Kühler-Montage und sorgt für eine bessere Wärmeverteilung.

Das Busprotokoll hat sich mit dem Tualatin-Kern geändert. Es nennt sich AGTL und hat als auffälligstes Merkmal eine auf nur noch 1,25V verminderte Signalspannung.

Prozessor-Übersicht:

| Prozessor | Pentium III | Pentium III EB | Pentium III E | Pentium III | Pentium III S |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| Codename | Katmai | Coppermine | Coppermine | Tualatin | Tualatin |
| Taktfrequenzen | 600 / 550 / 500 / 450 | 933 / 866 / 800 / 733 / 667 / 533 | 1100 / 1000 / 950 / 900 / 850 / 800 / 750 / 700 / 650 / 600 / 550 / 500 | 1333 / 1200 / 1133 | 1400 / 1266 / 1133 |
| Front-Side-Bus | 100 MHz | 133 MHz | 100 MHz | 133 MHz | 133 MHz |
| L2-Cache | 512 kByte | 256 kByte | 256 kByte | 256 kByte | 512 kByte |
| L2-Taktfrequenz | halber Prozessortakt | Prozessortakt | Prozessortakt | Prozessortakt | Prozessortakt |
| Die-Size | 140 mm ² | 106 mm ² | 106 mm ² | - | - |
| Transistoren | 9,5 Millionen | 28 Millionen | 28 Millionen | - | - |

Intel Pentium 4

Der Pentium 4 (Codename: Willamette) ist eine komplette Neuentwicklung von Intel. Die Frequenzen der Einstiegsmodelle liegen bei 1,4 und 1,5 GHz. Tatsächlich sollen Taktraten von bis zu 5 GHz möglich sein.

Der Pentium 4 hat mit seinem Vorgänger, dem Pentium 3, der auf den PentiumPro basiert, nur noch wenig gemeinsam.

Schaut man sich die innere Struktur des Pentium 4 genauer an, so wurde hier einiges umgekrepelt. Aber nicht nur Intern sieht es anders aus. Auch um den Prozessor herum hat sich einiges verändert.



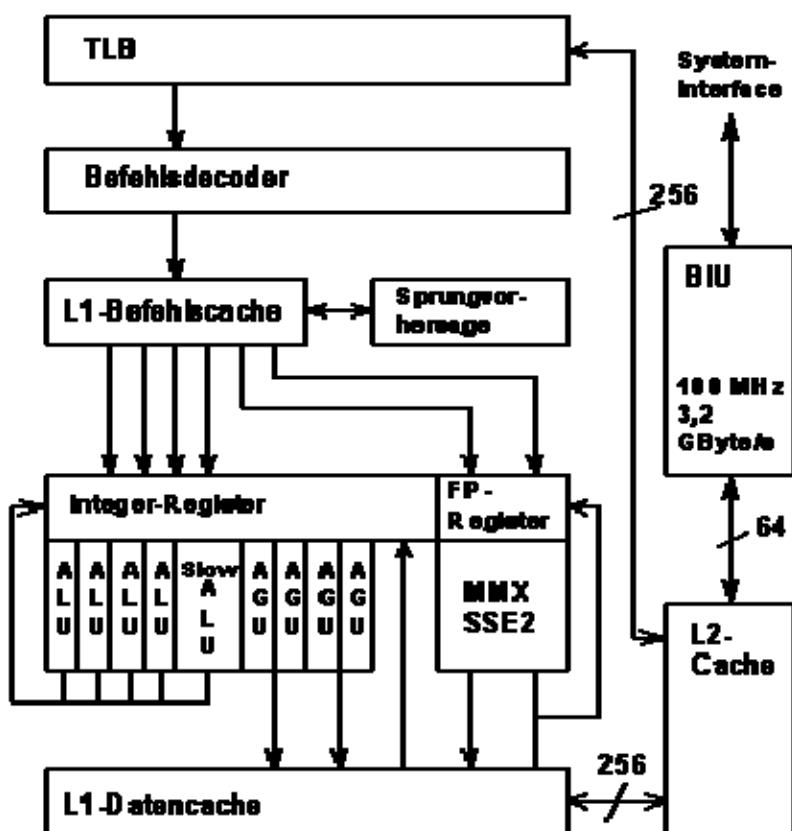
Der Pentium 4 ist zwar ein gewöhnlicher Sockel-Prozessor. Aber dafür braucht er ein neues Motherboard nebst Prozessorsockel (Sockel 423). Dazukommt ein riesiger Kühlkörper mit Lüfter. Das zusammen ist direkt mit dem PC-

Gehäuse verschraubt. Somit ist auch ein neues Gehäuse notwendig, das die entsprechenden Verschraubungen hat.

Das Gehäuse, sowie das Netzteil, müssen der ATX-Spezifikation Version 2.03 zugrunde liegen, da das Netzteil auch über zwei zusätzliche Stecker mit dem Motherboard verbunden werden muss. Diese Maßnahmen hat Intel aufgrund des hohen Strombedarfs seiner Prozessoren getroffen. Und somit Probleme durch die Stromversorgung, wie es bei den Athlon-Systemen ist, auszuschließen.

Der Pentium 4 ist auch in spezieller Small-Form-Factor-(SFF-)Ausführung, mit geringeren Abmessungen und Stromverbrauch, zu bekommen. Er ist für kompakte Computerbauformen gedacht.

Prozessorarchitektur



Damit alle Verarbeitungseinheiten möglichst ausgelastet sind, wurde der Befehlscache (L1) hinter den Befehlsdecoder angeordnet. Somit sind bereits die decodierten x86-Befehle (μ Ops) enthalten. Innerhalb des Befehlscaches wird eine Sprungvorhersageanalyse durchgeführt. Um die Effizienz des Caches zu steigern werden nur solche Befehle gespeichert, die auch wirklich gebraucht werden.

In der Integer-Unit hat Intel eine 20stufige Pipeline eingebaut, mit zwei gedoppelten ALUs (Arithmetical Logical Unit) und AGUs (Address Generation Unit), die in ihrer Wirkung jeweils zwei Einheiten entsprechen, aber über einen Multiplexer abgefragt werden. Der Multiplexer ist also doppelt so schnell, wie die Verarbeitungsgeschwindigkeit der ALUs und AGUs.

Der Datencache (L1) ist mit 8 KByte sehr klein ausgefallen. Dafür können Prozessorkern und L2-Cache gleichzeitig darauf zugreifen. Der L2-Cache ist mit 256 kByte ausgestattet.

Der Front-Side-Bus des Pentium 4 wird mit 100 MHz und 64 Bit breit betrieben. Pro Takt

werden 4 Datenwörter (quad pumped) zwischen Prozessor und Northbridge übertragen. Dadurch kommt man auf eine theoretische Datenrate von 3,2 GByte/s.

Vergleich der am Markt befindlichen Prozessoren:

Stand: 20.11.2000

| Prozessor | Pentium 3 | Athlon | Pentium 4 |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Codename | Coppermine | Thunderbird | Willamette |
| Transistoren | 28,1 Mio. | 37 Mio. | 42 Mio. |
| Die-Größe | 106 mm ² | 120 mm ² | 217 mm ² |
| multiprozessorfähig | ja | ja | nein |
| Integer-Pipeline(Stufen) | 10 | 11 | 20 |
| L1-Datencache | 16 kByte | 64 kByte | 8 kByte |
| L1-Befehlscache | 16 kByte | 64 kByte | 12 kµOPs |
| L2-Cache | 256 kByte | 256 kByte | 256/512 kByte |
| Busbreite L2 | 256 Bit | 64 Bit | 256 Bit |
| Bandbreite L2 | 16 GByte/s | 9,6 GByte/s | 48 GByte/s |
| Bandbreite FSB | 1 GByte/s | 2,1 GByte/s | 3,2 GByte/s |
| Verbrauch | ~ 33 W | ~ 66 W | ~ 60 W |

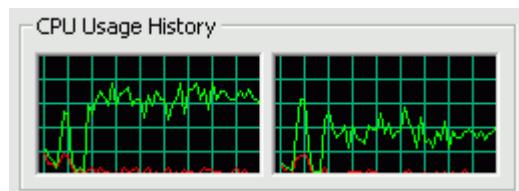
Intel Pentium 4 mit Northwood-Kern

Der Umstieg auf den Northwood-Kern brachte eine Verdopplung des L2-Caches auf 512 kByte und eine Taktanhebung des Front-Side-Busses auf 133 MHz. Gleichzeitig wechselte Intel den Fertigungsprozess von 0,18 µm auf 0,13µm um die Taktraten in Richtung 3 GHz zu steigern.

Intel Pentium 4 mit Hyper-Threading (HT)

Das Hyper-Threading (HT) im Intel Pentium 4 ab 3,06 GHz ermöglicht Software zwei anstatt eines Prozessors zu sehen. Die HT-Technologie ermöglicht mehrere Programme oder Anfragen des Computers gleichzeitig ohne Verzögerung auszuführen. Dabei soll sich die Leistung eines Computers um bis zu 25 Prozent steigern. Erforderlich für die Hyper-Threading-Technologie sind ein Computersystem mit einem Intel Pentium 4 mit Hyper-Threading, ein Chipsatz und BIOS, die das unterstützen, sowie ein Betriebssystem, das entsprechend optimiert ist. Die Leistungsteigerung kann trotzdem je nach verwendeter Hardware und Software unterschiedlich sein.

Hyper-Threading bietet dem Computeranwender auf zwei Arten eine gesteigerte Leistung: durch den Einsatz von multithreaded Software oder den Einsatz von Software in einer



Multitasking-Umgebung, wie Windows XP mit Service Pack 1 (SP1) oder Linux mit Kernel 2.4. Wenn ein Softwareprogramm so geschrieben wurde, dass es aus mehreren Programmteilen (Threads) besteht, bietet der Pentium 4 Prozessor ab 3,06 GHz und Hyper-Threading zwei logische Prozessoren an. Zwei Threads werden dann gleichzeitig bearbeitet. Das Resultat ist in beiden Fällen eine geringere Wartezeit und mehr Leistung. In Windows 2000 (mäßige Hyper-Threading-Unterstützung) sowie Windows XP wird die Prozessor-Auslastung in zwei Diagrammen angezeigt (Windows-Taskmanager / Systemleistung), anstatt nur in einem. So lässt sich auch ganz einfach prüfen, ob Hyper-Threading aktiviert ist, oder nicht.

Intel Pentium 4 Extreme Edition (Gallatin)

Weil AMD mit dem Athlon 64 FX einen speziellen Prozessor für prozessorleistungshungrige Spieler herausbrachte, wollte Intel dem in nichts nachstehen und hat den Pentium 4 Extreme Edition herausgebracht.

Der Kern hat den Namen Gallatin, der eigentlich für den XEON-Prozessor gedacht war und mit 178 Millionen Transistoren und 237 mm² sehr groß ausfällt.

Die Extreme Edition enthält keine SSE3-Befehlserweiterung.

Intel Pentium 4E (Prescott)

Der Prescott hat einen doppelt so großen L1-Daten- und einen auf 1 MByte verdoppelten L2-Cache sowie ein paar Verbesserungen in der Mikroarchitektur und 13 neue Befehle (SSE3). Er ist damit jedoch kaum vom derzeit schnellsten Pentium 4 Extreme Edition in der Performance zu unterscheiden.

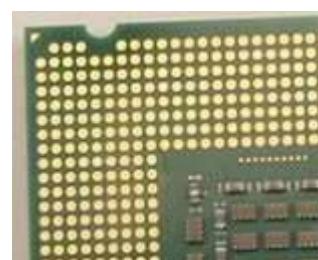
Rein äußerlich hat sich gegenüber dem Northwood-Kern nichts geändert. Außer der kleineren Halbleiterstrukturen von 90 nm hat der Prozessor die gleiche Größe und gleiches Pinout wie sein Vorgänger.



Pentium 4 vor dem Aus

Aufgrund des enormen Stromverbrauchs und der dadurch resultierenden Hitzeentwicklung beim Pentium 4 (Prescott) hat Intel die Weiterentwicklung des Pentium 4 Kerns eingestellt. Beim Pentium 4 570J mit 3,8 GHz ist Schluss. Stattdessen setzt Intel auf einen leicht modifizierten Prescott-Kern. Der neue Prozessor vereint Transistoren mit geringem Stromverbrauch, gestrecktem Silizium (Strained Silicon) schnelle Kupfer-Interconnects und ein neues dielektrischen Materials mit niedrigem K-Wert (low-k dielectric). Zusätzlich hat Intel einen neuen Stromsparfunktion mit dem Namen Enhanced Intel Speedstep Technology (EIST), kurz Speedstep, eingeführt. Im Betrieb reduzieren einige Pentium-4-Varianten ihre Taktfrequenz auf 2,8 GHz und die Versorgungsspannung (E0-Stepping), was deutliche Energieeinsparungen und geringeren Kühlungsaufwand bringt. Trotzdem sind noch leistungsfähigere Kühlern als beim Vorgänger notwendig.

Anstelle der 478 Kontakte kommt eine neue Prozessorbauform mit veränderter Verbindung zum Sockel. Statt Pins auf der Prozessorunterseite drücken flache Kontakte im Sockel auf kleine Blattfedern und stellen so eine Verbindung her. Ein Klappdeckel



mit modifiziertem Arretierverfahren presst die CPU fest in den Sockel. Dieses Verfahren soll für eine bessere Verbindung sorgen und verbogene Pins vorbeugen. Der Sockel T hat insgesamt 775 Kontakte. Der Formfaktor, die Bauform, wird LGA-775 genannt.

Der Buchstabe J in der Typenbezeichnung (z. B. Pentium 4 570J) steht für die Funktionserweiterung Execute-Disable-Marking. Es handelt sich um das NX-Flag, das als No-Execute-Speicherschutz bekannt ist und Betriebssysteme gegen Buffer-Overflow-Attacken durch Viren und Würmer schützen soll. Intel nennt diese Funktion auch XD.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 23.01.2007

| Codename | Taktfrequenzen in GHz | FSB (MHz) | Cache | Struktur |
|--------------------------------------|--|--|-------------------------------|----------|
| Willamette | 1,3 / 1,4 / 1,5 / 1,6 / 1,7 / 1,8 / 1,9 / 2,0 (FSB400) | 400 (4 x 100 MHz) | 256 kByte (L2) | 0,18 µm |
| Northwood | 1,8 / 2,0A / 2,2 / 2,4 / 2,5 / 2,6 (FSB400) 2,266 / 2,4B / 2,533 / 2,666 / 2,8 (FSB533) | 400 (3 x 133 MHz) 533 (4 x 133 MHz) | 512 kByte (L2) | 0,13 µm |
| Northwood HT | 3,066 (FSB533) 2,4 / 2,6 / 2,8 / 3,0 / 3,2 / 3,4 (FSB800) | 533 (4x 133 MHz) 800 (4x 200 MHz) | 512 kByte (L2) | 0,13 µm |
| Gallatin (Extreme Edition) | 3,2 / 3,4 (FSB800) 3,46 (FSB1066) | 800 (4x 200 MHz) 1066 | 512 kByte (L2) / 2 MByte (L3) | 0,13 µm |
| Prescott | 2,4A / 2,8A / 3,06 / 3,2 (FSB533, ohne HT) 2,8 / 3,0 / 3,2 / 3,4 / 3,6 / 3,8 (FSB800) | 533 (4x 133 MHz) 800 (4x 200 MHz) | 1024 kByte (L2) | 0,09 µm |
| Prescott 2M (Extreme Edition) | 3,73 (FSB1066) | 1066 | 2048 kByte (kein L3-Cache) | 0,09 µm |
| Prescott 2M | 2,8 / 3,0 / 3,2 / 3,4 / 3,6 / 3,8 (FSB800) | 800 (4x 200 MHz) | 2048 kByte | 0,09 µm |

| Modell | Kerntakt | FSB | L2-Cache | Besonderheiten |
|--|----------|---------|----------|----------------|
| Intel Pentium 4 (Kern: Northwood), 130 nm | | | | |
| 518 | 2,80 GHz | 533 MHz | 1 MByte | - |
| 524 | 3,06 GHz | 533 MHz | ? | ? |
| 531 | 3,00 GHz | 533 MHz | ? | ? |
| 532 | 3,06 GHz | 533 MHz | 1 MByte | EIST |
| 538 | 3,20 GHz | 533 MHz | 1 MByte | EIST |
| 541 | 3,20 GHz | 533 MHz | ? | ? |
| 548 | 3,33 GHz | 533 MHz | 1 MByte | EIST |

| | | | | |
|---|----------|---------|---------|-------------------------|
| 552 | 3,46 GHz | 533 MHz | 1 MByte | EIST |
| Intel Pentium 4 (Kern: Prescott), 90 nm | | | | |
| 506 | 2,66 GHz | 533 MHz | 1 MByte | - |
| 511 | 2,8 GHz | 533 MHz | 1 MByte | - |
| 520 | 2,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 520J | 2,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 521 | 2,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, EM64T, NX |
| 530 | 3,0 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 530J | 3,0 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 531 | 3,0 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, EM64T, NX, EIST |
| 540 | 3,2 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 540J | 3,2 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 541 | 3,2 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, EM64T, NX, EIST |
| 550 | 3,4 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 550J | 3,4 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 551 | 3,4 GHz | 800 MHz | 1 MByte | EM64T, NX, EIST |
| 560 | 3,6 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 560J | 3,6 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 561 | 3,6 GHz | 800 MHz | 1 MByte | EM64T, NX, EIST |
| 570 | 3,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT |
| 570J | 3,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | HT, NX |
| 571 | 3,8 GHz | 800 MHz | 1 MByte | EM64T, NX, EIST |
| Intel Pentium 4 (Kern: Prescott 2M), 90 nm | | | | |
| 620 | 2,8 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX |
| 630 | 3,0 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 640 | 3,2 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 650 | 3,4 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 660 | 3,6 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 662 | 3,6 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT, VT |
| 670 | 3,8 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 672 | 3,8 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT, VT |

| Intel Pentium 4 (Kern: Cedar Mill), 65 nm | | | | |
|--|----------|----------|--------------------------|---------------------|
| Modell | Kerntakt | FSB | L2-Cache | Besonderheiten |
| 631 | 3,0 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 641 | 3,2 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 651 | 3,4 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| 661 | 3,6 GHz | 800 MHz | 2 MByte | EM64T, NX, EIST, HT |
| Intel Pentium 4 Extreme Edition (Kern: Gallatin), 130 nm | | | | |
| 3,20 GHz | 3,20 GHz | 800 MHz | 2 MByte | HT |
| 3,40 GHz | 3,40 GHz | 800 MHz | 512 kByte / 2 MByte (L3) | HT |
| 3,46 GHz | 3,46 GHz | 1066 MHz | 512 kByte / 2 MByte (L3) | HT |
| Intel Pentium 4 Extreme Edition (Kern: Prescott 2M), 90 nm | | | | |
| 3,73 GHz | 3,73 GHz | 1066 MHz | 2 MByte | EM64T, HT, EIST |

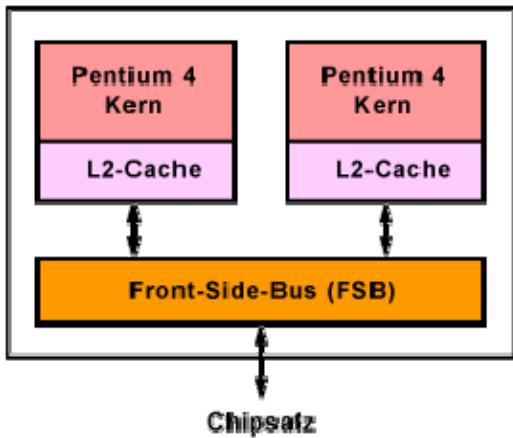
Intel Pentium D / Intel Pentium Extreme Edition

Die Entwicklung der immer schneller getakteten Prozessoren hat bei Intel ein rapides Ende genommen. Die magische Grenze von 4 GHz hat der Pentium 4 nicht erreicht. Zu groß war die Verlustleistung und die daraus entstehende ineffektive Wärmeenergie, die sich durch kaum eine Kühlmaßnahme in den Griff bekommen ließ. Auch die Reduzierung von Prozessortakt und -spannung zur Laufzeit führte nicht zum gewünschten Ergebnis. Der Wunsch seitens der Anwender nach leisen und kleineren Systemen konnte auch Intel nicht ignorieren und zwang zum Umdenken.

Doppelkern- bzw. Mehrkernprozessoren sind eine neue Strategie, die die Firmen Intel und AMD in ihren Entwicklungsabteilungen verfolgen.

Zur Einführung seiner Dualcore-Prozessoren hat Intel den Pentium Extreme Edition 840XE und den Pentium D angekündigt. Beide Prozessor-Modelle enthalten zwei Pentium-4-Kerne (Prescott) mit jeweils 1 MByte L2-Cache. Beide Kerne haben einen gemeinsamen Bus zum Chipsatz und teilen sich somit die gesamte Bandbreite des Front-Side-Bus (FSB) mit 800 MHz.





Die beiden neuen Prozessoren haben 230 Millionen Transistoren, was die Leistungsaufnahme enorm steigert und die Kühlung der Prozessoren erschwert. Deshalb sind die Prozessoren um 600 MHz langsamer getaktet, als die Singlecore-Prozessoren.

Der Pentium Extreme Edition (ohne 4) kommt im LGA775-Gehäuse auf den Markt. Er beherrscht die 64-Bit-Befehlssatzerweiterung EM64T und unterstützt Hyper-Threading (HT). Die Intel Doppelkern-Prozessoren bestehen aus zwei Pentium-4-Kernen (Netburst) mit jeweils eigenen L2-Caches. Der Abgleich der Caches wird über den Front-Side-Bus (FSB) abgewickelt. Darüber läuft auch der ein- und ausgehende Datenverkehr zum Chipsatz.

Das kann zu leichten Geschwindigkeitseinbußen führen.

Neben den zwei Kernen besteht der Pentium EE aus vier virtuellen Prozessorkernen. Der Pentium D, als direkter Nachfolger des Pentium 4, unterstützt kein Hyper-Threading. Trotzdem soll er eine ordentliche Leistungssteigerung bringen.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 22.07.2006

| Modell | Kerntakt | L2-Cache | FSB | Sonstiges |
|--|----------|-------------|-----|---------------------------|
| Intel Pentium D (Kern: Smithfield), 90 nm | | | | |
| 805 | 2,66 GHz | 2 x 1 MByte | 533 | EIST |
| 820 | 2,8 GHz | 2 x 1 MByte | 800 | EM64T, EIST |
| 830 | 3,0 GHz | 2 x 1 MByte | 800 | EM64T, EIST |
| 840 | 3,2 GHz | 2 x 1 MByte | 800 | EM64T, EIST |
| Intel Pentium Extreme Edition (Kern: Smithfield), 90 nm | | | | |
| 840 XE | 3,2 GHz | 2 x 1 MByte | 800 | EM64T, HT |
| Intel Pentium D (Kern: Presler), 65 nm | | | | |
| 915 | 2,8 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, ohne VT |
| 920 | 2,8 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, VT |
| 925 | 3,0 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, ohne VT |
| 930 | 3,0 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, VT |
| 940 | 3,2 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, VT |
| 945 | 3,4 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, ohne VT |
| 950 | 3,4 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, VT |
| 960 | 3,6 GHz | 2 x 2 MByte | 800 | EM64T, EIST, NX, C1E, TM2 |

| Intel Pentium Extreme Edition (Kern: Presler), 65 nm | | | | |
|--|----------|-------------|------|------------------------|
| 955 | 3,46 GHz | 2 x 2 MByte | 1066 | EM64T, NX, HT, VT |
| 965 | 3,73 GHz | 2 x 2 MByte | 1066 | EM64T, NX, HT, VT, C1E |

Intel Itanium

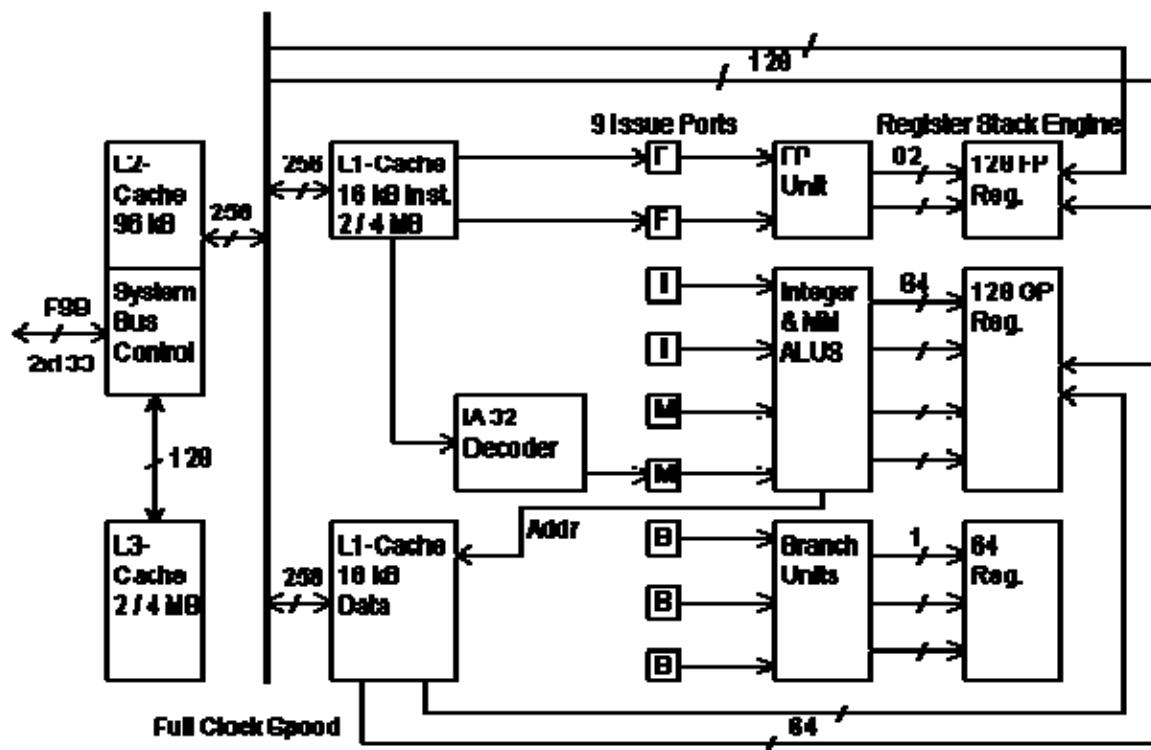


Im Jahr 1994 haben sich Intel und Hewlett-Packard zusammengesetzt, um die IA64-Architektur eines 64-Bit-Prozessors zu entwickeln. Intel hat aus diesem Ergebnis den Itanium, vormals als Merced bekannt, herausgebracht. Aufgrund einer Performanceschlacht, die sich Intel und AMD einige Monate zuvor lieferten, sind die ersten Taktraten des Itanium nicht besonders hoch (733 und 800 MHz).

Der Itanium ist ein reiner Server- und Dual-Prozessor, der seine Stärke im Gleitkommabereich hat und dort alles abhängt, was bisher dagewesen ist.

Ein Itanium-System lässt sich auf bis zu 512 Prozessoren skalieren.

Architektur



Das Innere der IA64-Architektur ist mit einem L3-Cache von 2 oder 4 MByte, einem L2-Cache mit 96 kByte und einem L1-Cache mit insgesamt 32 kByte ausgestattet. Intern laufen die Caches mit dem vollen Prozessortakt. Außerhalb des Gehäuses werden sie mit 2 x 133 MHz und 64 Bit angesprochen.

Der L1-Cache ist mit je 16 kByte für Instruktionen und Daten aufgeteilt. Die Instruktionen

werden im reinen IA-64 und IA-32 Code aufgeteilt und an die unterschiedlichen Ausführungseinheiten verteilt.

Die IA-64-Architektur hat 4 Integer-Einheiten (I und M), 4 Multimedia- und zwei Gleitkommaeinheiten. Die Gleitkommaeinheiten greifen direkt auf den L2-Cache zu, so daß der L1-Cache etwas entlastet wird.

Der L3-Cache befindet sich auf einem externen Modul, das aber mit 128 Bit und vollem Prozessortakt angesteuert wird.

Nachdem der Itanium in der Version 1 nicht so der Bringer war, hat Intel die Version 2 herausgebracht. Mit höheren Taktraten, einen Systembus mit 2 x 200 MHz (400 MHz) und 256 kByte L2-Cache.

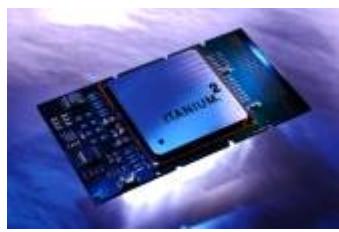
EPIC(Exlici Parallel Instruction Computing)

Nach EPIC muß der Compiler mit allen Mitteln versuchen den Code in parallel ausführbare Häppchen zu zerlegen. Dabei müssen einige Regeln beachtet werden.

In der IA-64-Architektur besteht ein Häppchen aus drei Befehlen zu je 41 Bit. Dazu kommen noch 5 Bit, die Auskunft über die Befehle geben und Informationen über das Ende der Parallelität enthalten.

Zwischen den parallel ausgeführten Befehlen darf keine Abhängigkeit bestehen. Ist das doch der Fall, unterbricht der Prozessor den Programmablauf.

Itanium 2



Der Itanium 2 mit dem Prozessorkern Madison ist 30 bis 60 Prozent schneller als sein Vorgänger McKinley. Um die höheren Taktraten bis 1,5 GHz zu erreichen hat Intel den Herstellungsprozess von 0,18 µm auf 0,13 µm umgestellt. Außerdem hilft ein L3-Cache bis 6 MByte dem Prozessor auf die Sprünge.

Doppelkern-Itanium

Der Itanium mit dem Kern Montecito hat bereits zwei Kerne und ist eine komplette Neuentwicklung. Dank seinem auf Doppelkern ausgelegten Design erreicht er die besten Benchmark-Ergebnisse. Allerdings ist er kein x86-Prozessor und spielt in Desktop-Computer keine Rolle.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 20.08.2003

| Prozessor-Kern | Taktrate / L3-Cache | L2-Cache | L1-Cache |
|-----------------------|---|-----------|----------|
| Merced (Itanium V1) | 733 MHz / 2 MByte 800 MHz / 4 MByte | 96 kByte | 32 kByte |
| McKinley (Itanium V2) | 900 MHz / 1,5 MByte 1000 MHz / 3 MByte | 256 kByte | 32 kByte |
| Madison (Itanium 2) | 1,3 GHz / 3 MByte | 256 kByte | 32 kByte |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | 1,4 GHz / 4 MByte 1,5 GHz / 6 MByte | | |
|--|--|--|--|



Intel Centrino / Pentium M

Im März 2003 hat Intel zur CeBIT eine große Marketing-Aktion gestartet, um den Kunden das neue Centrino-Konzept schmackhaft zu machen.

Centrino hat mit einem einzelnen Prozessor oder Chip erstmal wenig zu tun. Mit Centrino wird eine Kombination aus dem Pentium M, Chipsatz und WLAN-Modul bezeichnet. Alle drei Komponenten sind in einem tragbaren Computer, z. B. in einem Notebook, eingebaut. Wenn diese drei Komponenten von Intel sind, dann darf dieses Gerät das Centrino-Logo tragen.

Pentium M

Die Anforderungen eines Prozessors in einem mobilen Computer (Notebook, Laptop, Handheld) ist eine extrem niedrige Leistungsaufnahme. Nur dadurch lässt sich die Akku-Laufzeit verlängern. Der Pentium M wurde zu einer größtmöglichen Effizienz pro Taktstufe hin entwickelt und optimiert. So läuft der Pentium M mit einer deutlich geringeren Taktrate als der Pentium 4. Ein Pentium M/1,7 GHz (Codename: Banias) ist wegen seiner besonderen Architektur trotzdem mit einem Pentium 4/2,5 GHz vergleichbar. Ein Dothan Pentium M liegt von der Schnelligkeit her nur knapp hinter einem Athlon 64 3200+ und Pentium 4 mit 3 GHz. Vergleicht man ein Centrino-Notebook mit Prozessor-Kern Banias und ein Notebook mit Dothan Prozessor, so stellt man fest, dass das Dothan-Notebook unter ständiger Volllast länger, bei mittlerer Last kürzer und bei geringer Last fast gleich lange läuft.

Zusätzlich zu den Standard-Typen des Pentium M bietet Intel auch Low Voltage und Ultra Low Voltage Versionen an, deren Taktrate um einige MHz und die Stromaufnahme niedriger liegt.



Chipsatz und WLAN-Modul

Der zum Pentium M und dem Centrino-Konzept passenden Chipsatz nennt sich i855 (mit oder ohne integrierte Grafik) und hat einige Stromspar-Mechanismen, die aber die Gesamt-Leistungsaufnahme, z. B. eines Notebooks weniger beeinflusst.

Das WLAN-Modul, war zeitweise auf den Standard 802.11b beschränkt. Seit November 2003 ist auch ein WLAN-Modul mit IEEE 802.11a zu haben. Notebook-Hersteller bevorzugen nach wie vor ein WLAN-Modul mit IEEE 802.11g, das von einem anderen Hersteller kommt. Deshalb hat Intel im Mai 2004 mit einem 11g-Modul nachgezogen.

Fazit

Der Pentium M ist eine sehr interessante Prozessor-Entwicklung. In Geräten wo es weniger auf Rechenleistung, sondern mehr auf stromsparende Hardware ankommt ist der die erste Wahl. Günstiger, aber leistungsschwächer, gibt es noch Mobilprozessoren von AMD, Transmeta und VIA.

Die zusätzliche Intel-Hardware aus Chipsatz und WLAN-Modul braucht jedoch kein Mensch. Die gibt es billiger und leistungsfähiger von anderen Herstellern. Allerdings sind die Centrino-Komponenten gut aufeinander abgestimmt und stehen für Intel-Qualität. Wer das braucht zahlt dann auch entsprechend mehr.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 13.03.2005

| Prozessor-Kern | Taktrate (GHz) | FSB (MHz) | L2-Cache | Prozess | Die-Größe | Transistoren |
|----------------|---|-----------|----------|---------|----------------------|---------------|
| Banias | 0,9 / 1,0 / 1,1 / 1,2 / 1,3 / 1,4 / 1,5 / 1,6 / 1,7 | 400 | 1 MByte | 130 nm | 100 mm ² | 77 Millionen |
| Dothan | 1,0 / 1,1 / 1,4 / 1,5 / 1,6 / 1,7 / 1,8 / 2,0 / 2,1 | 400 | 2 MByte | 90 nm | 83,6 mm ² | 140 Millionen |
| | 1,6 / 1,73 / 1,86 / 2,0 / 2,13 | 533 | 2 MByte | 90 nm | - | - |

| Pentium M | Takt | FSB | L2-Cache | Struktur | Modell |
|-----------|----------|---------|----------|----------|-------------------|
| 705 | 1,5 GHz | 400 MHz | 1 MByte | ? | - |
| 713 | 1,1 GHz | 400 MHz | 1 MByte | 130 nm | Ultra Low Voltage |
| 715 | 1,5 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 718 | 1,3 GHz | 400 MHz | 1 MByte | 130 nm | Low Voltage |
| 723 | 1,1 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 725 | 1,6 GHz | 400 MHz | 1 MByte | 90 nm | - |
| 730 | 1,6 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 733 | 1,1 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 735 | 1,7 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 738 | 1,4 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Low Voltage |
| 740 | 1,73 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 745 | 1,8 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 750 | 1,86 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |

| | | | | | |
|------------|----------|---------|---------|-------|-------------------|
| 753 | 1,2 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 755 | 2,0 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 758 | 1,5 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Low Voltage |
| 760 | 2,0 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 765 | 2,1 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 770 | 2,13 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |

Intel Sonoma

Mit der Zeit ist der sehr erfolgreiche Centrino (Prozessor + Chipsatz) von Intel in die Jahre gekommen und entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Zumindest sind einige neue Technologien nicht berücksichtigt. Deshalb hat Intel den Centrino-Chipsatz eine Generalüberholung gegönnt, nachdem das WLAN-Modul und der Pentium M bereits überarbeitet wurden. Die neue Centrino-Generation nennt sich Sonoma.

Pentium M

Die neue Version des Pentium M hat einen Front-Side-Bus (FSB) von 4x 133 MHz (FSB533). Die Taktfrequenz reicht von 1,6 bis 2,13 GHz. Es gibt aber auch Exemplare mit einer geringeren Taktfrequenz und geringerer Spannung (Ultra Low Voltage/Low Voltage). Generell ist der neue Pentium M mit der 7xx bezeichnet. Der Prozessor-Kern (Dothan) hat sich nicht großartig geändert. Im Kern ist das XD-Bit berücksichtigt, das auch als NX-Flag bekannt ist. Und der Front-Side-Bus wurde auf 533 MHz erhöht.

Im Endeffekt erzeugen diese neuen Modelle mehr Abwärme, was bessere Kühlsysteme erfordert und zu lauterer Notebooks führt.

Ein aktueller Pentium M mit 2,13 GHz liegt etwa auf dem Niveau der Desktop-Prozessoren Intel Penium 4 mit 3,8 GHz und AMD Athlon 64 4000+ (2,4 GHz).

Chipsatz (Alviso)

Im Chipsatz wird zum Beispiel von den Desktop-Systemen bekannte DDR2-Speicher unterstützt. Das Speicher-Interface erkennt sowohl den alten DDR-Speicher und DDR2-400- und DDR2-533-Chips (PC2-3200, PC2-4300). Vor allem der PC2-4300-Speicher mit 266 MHz Taktfrequenz passt gut zum FSB533 des Pentium M. Die geringere Spannung von DDR2-Modulen eignet sich gut für Notebooks. Sie spart Akkuleistung.

Zusätzlich hat der Chipsatz (i915PM) zwei Speicherkanäle für jeweils zwei Speichermodule. So bleibt viel Luft für die Anbindung schneller Peripherie.

Der Grafikchip wird über PEG (PCI Express for Graphics) anstatt AGP angebunden. Alternativ gibt es eine Chipsatz-Variante mit integrierter Grafikfunktion. Diese unterstützt Pixel Shader 2.0 und hat vier Pixel-Pipelines.

Die Schnittstellen umfassen LVDS für das Display, einen analogen VGA-Ausgang und einen TV-Ausgang. Per Zusatzchip ist auch ein DVI-Anschluss möglich. Im Akku-Betrieb läuft der Chipsatz mit reduziertem Takt und Spannung. Für Subnotebooks gibt es eine kleinere Chipsatz-Variante mit nur einem Speicherkanal, FSB400 und geringerer Taktung.

Peripherie-Schnittstellen werden über einen separaten Chip angebunden. Beide sind über ein 1 GByte/s schnelles Direct Media Interface (DMI) verbunden. Eine SATA-Schnittstelle für

zwei Geräte, PCI-Express für Onboard-Komponenten und der PCMCIA-Standard ExpressCard werden zu Verfügung gestellt. Die Sound-Funktionen werden über High Definition Audio (HDA) ermöglicht.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 18.01.2006

| Pentium M | Takt | FSB | L2-Cache | Struktur | Modell |
|------------|----------|---------|----------|----------|-------------------|
| 713 | 1,1 GHz | 400 MHz | 1 MByte | 130 nm | Ultra Low Voltage |
| 718 | 1,3 GHz | 400 MHz | 1 MByte | 130 nm | Low Voltage |
| 723 | 1,1 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 730 | 1,6 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 733 | 1,1 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 738 | 1,4 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Low Voltage |
| 740 | 1,73 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 750 | 1,86 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 753 | 1,2 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |
| 758 | 1,5 GHz | 400 MHz | 2 MByte | 90 nm | Low Voltage |
| 760 | 2,0 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 770 | 2,13 GHz | 533 MHz | 2 MByte | 90 nm | - |
| 773 | 1,3 GHz | 400 MHz | 2 mByte | 90 nm | Ultra Low Voltage |

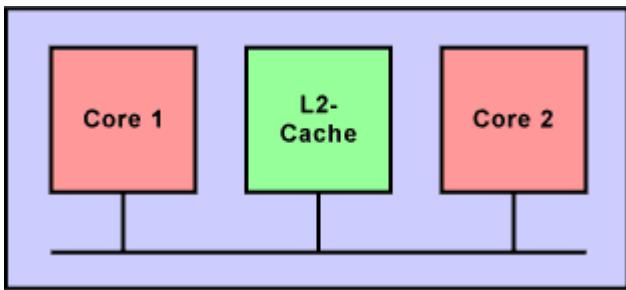
Intel Centrino Duo / Core Solo/Duo



Für den Umstieg vom Einkern-Prozessor auf Doppelkern-Prozessoren hat Intel den unscheinbaren Namen Napa für seine Notebook-Prozessor-Chipsatz-Architektur gewählt. Der Prozessor wird nicht mehr als Pentium M, sondern als Core Solo oder Core Duo bezeichnet. Je nach Anzahl der Prozessor-Kerne.

Zu Napa bzw. Centrino Duo gehört auch eine Kombination aus Chipsatz und Wireless-LAN-Modul. Beides wird wegen der sich ständig ändernden Modelle und Leistungsmerkmale verzichtet.

Core Duo (Yonah)



Der Kern des Zweikern-Mobilprozessors trägt den Name Yonah. Der Yonah ist Dank der 65 nm-Fertigung mit 90,3 mm² kaum größer als der Vorgänger Dothan mit 83,6 mm² (90 nm-Fertigung). Er hat einen L2-Cache von 2 MByte, den beide Kerne gemeinsam benutzen müssen.

Damit entfällt ein aufwendiges und

Geschwindigkeits-fressendes Synchronisierungsprotokoll für zwei Caches. Trotzdem gibt es nur einen Zugang zum L2-Cache. Zugriffe werden vor Ausführung zusammengefasst, damit die Daten nicht doppelt gespeichert werden.

Der Takt beider Kerne lässt sich unabhängig voneinander per SpeedStep bis auf 1 GHz senken. Die Spannungsversorgung ist für beide Kerne gemeinsam.

Der Front-Side-Bus hat 667 MHz. Was wegen der doppelten Anzahl an Speicherzugriffen auch notwendig ist. Damit beträgt die theoretische Transferleistung zum Chipsatz bis zu 5,3 GByte/s.

Beide Kerne beschleunigen einige der SSE-Befehle. Davon profitieren besonders rechenintensive Anwendungen. Ein besserer Decoder unterstützt SSE3-Befehle.

Auf 64-Bit (EM64T) und die Virtualisierungstechnik Vanderpool (VT) hat Intel verzichtet. Beides soll später hinzukommen. VT ist zwar in den Kernen vorhanden, aber nur als OEM-Option. Die Notebook-Hersteller müssen also VT im BIOS einschalten.

Außerdem enthält jeder Kern einen eigenen Temperatursensor, der die CPU vor Überhitzung schützen soll.

Leistungsmäßig hat der Yonah seinen Vorgänger Dothan eindeutig überflügelt. Das ist der einschlägigen Presse zu entnehmen.

Prozessor-Übersicht

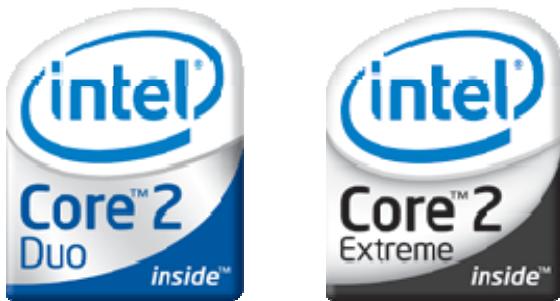
Stand: 19.11.2006

| Modell | Takt | Kerne | L2-Cache | FSB | Besonderheiten |
|---|----------|-------|----------|---------|----------------|
| Intel Centrino Duo (Kern: Yonah), 90,3 mm², 65 nm | | | | | |
| Core Solo T1300 | 1,66 GHz | 1 | 2 MByte | 667 MHz | - |
| Core Solo T1400 | 1,83 GHz | 1 | 2 MByte | 667 MHz | - |
| Core Duo T2300 | 1,66 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo T2300E | 1,66 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | - |
| Core Duo T2400 | 1,83 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo T2500 | 2,0 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo T2600 | 2,16 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo T2700 | 2,33 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo L2300 LV | 1,5 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |

| | | | | | |
|---------------------------|----------|---|---------|---------|----|
| Core Duo L2400 LV | 1,66 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |
| Core Duo U2500 ULV | 1,06 GHz | 2 | 2 MByte | 667 MHz | VT |

Dabei hat Intel gleich noch die Modellbezeichnung geändert. Die neue 5-stellige Bezeichnung vermittelt verschiedene Informationen. Der Buchstabe an erster Stelle steht für die Leistungsaufnahme (TDP). Das U steht für einen Ultra-Low-Voltage-Prozessor (ULV) mit weniger als 15 Watt. Das L steht für einen Low-Voltage-Prozessor (LV) mit 15 bis 25 Watt. Das T steht für den normalen Mobilprozessor mit mehr als 25 Watt. Die folgenden 4 Ziffern beschreiben die Leistungsfähigkeit des Prozessors. Rückschlüsse auf Taktrate, L2-Cache oder Leistungsmerkmale lassen sich keine ziehen. Zummindest lässt sich an der ersten Zahl die Anzahl der Kerne ablesen. Ein Vergleich zwischen den Modellreihen T, L und U ist nicht möglich!

Intel Core 2 Duo / Intel Core 2 Extreme



Die NetBurst-Architektur für die Intel-Prozessoren Pentium 4, Pentium D, Celeron D und Xeon DP/MP ist Tod. Bekannt ist das schon seit sich Intel nicht in der Lage sah, die Taktrate des Pentium 4 auf 4 GHz zu setzen. Stattdessen folgte man AMD in Richtung 64-Bit und Doppel-Kern.

Neben dem normalen Core 2 Duo gibt es die Extreme Edition als Core 2 Extreme, den höhere Prozessor- und Bustakte auszeichnen. Wegen der hohen Rechenleistung der Dual-Core-Prozessoren sind sie effizienter (Performance pro Watt) als die meisten AMD-CPUs.

- 64-Bit-Erweiterung EM64T
- Virtualisierungstechnologie Vanderpool
- La Grande für Trusted Computing
- iAMT Management-Technologie
- SSE Version 4

Core-Architektur

Wenn von der Core-Architektur die Rede ist, dann ist der Core 2 Duo/Extreme mit den Prozessorkernen Merom und Conroe gemeint. Der Prozessor mit dem Codenamen Yonah fällt nicht darunter, obwohl er die Bezeichnung Core Duo/Solo trägt.

Die Core-Architektur ist nicht vollständig neu, sondern stammt von einer Reihe von Intel-Prozessoren ab, die im Laufe der Zeit immer wieder verbessert wurden. Nicht nur die Taktrate hat sich immer wieder erhöht, sondern auch die Verarbeitungselemente wurden immer wieder

an die aktuellen Hardware- und Software-Bedingungen angepasst. So gehen der Core-Architektur die Prozessoren Pentium Pro, Pentium III, Timna (Codename für eine CPU, die nie auf den Markt kam), Banias und Yonah. Die Core-Architektur stammt also von stromsparenden Prozessoren für Notebooks ab.

Es ist wichtig zu wissen, dass die Core-Architektur mit der Netburst-Architektur des Pentium 4 nichts zu tun hat. Ursprünglich sollte der Pentium 4 bis 10 GHz hochgetrieben werden. Realistisch gesehen schien 5 GHz erreichbar. Doch Intel erkannte schnell, dass die physikalischen Grenzen schon bei 3,8 GHz erreicht waren. Das Problem: Mit zunehmender Taktrate wurde die Verlustleistung des Prozessors und das dadurch entstehende Wärmeproblem nicht in den Griff zu bekommen.

Das Ablaufprinzip innerhalb des Prozessors hat sich seit dem Ursprung nie verändert. Es wurden immer nur Detailverbesserungen vorgenommen. Die Architektur ist 4-fach superskalar ausgelegt und berücksichtigt das Out-of-Order-Verfahren. Die Pipeline zur Befehlsverarbeitung hat nur 14 Stufen. Da die Architektur zwei Prozessorkerne vorsieht, teilen sich die Kerne den Zugriff auf einen gemeinsamen L2-Cache. Dieser Cache soll je nach Modell variabel sein. Ein verbesserter Prefetch-Mechanismus für den Speicherzugriff und ein direkter L1-to-L1-Cache zwischen beiden Kernen soll die Cache-Koheranz schneller machen. Die Core-Architektur verzichtet auf Dinge, wie zum Beispiel Hyper-Threading. Dafür wurde die Pipeline zur Befehlausführung überarbeitet und optimiert und gleichzeitig auf den Energieverbrauch geachtet.

Prozessor-Übersicht:

Stand: 18.01.2007

| Modell | Kerne | Kerntakt | L2-Cache | FSB | Sonstiges |
|---|-------|----------|-------------|---------|-----------|
| Intel Core 2 Duo (Kern: Conroe), 65 nm, LGA775 | | | | | |
| E4300 | 2 | 1,8 GHz | 2 MByte | FSB800 | ? |
| E6300 | 2 | 1,86 GHz | 2 MByte | FSB1066 | EIST, VT |
| E6400 | 2 | 2,13 GHz | 2 MByte | FSB1066 | EIST, VT |
| E6600 | 2 | 2,40 GHz | 4 MByte | FSB1066 | EIST, VT |
| E6700 | 2 | 2,67 GHz | 4 MByte | FSB1066 | EIST, VT |
| Intel Core 2 Extreme (Kern: Conroe), 65 nm, LGA775 | | | | | |
| X6800 | 2 | 2,93 GHz | 4 MByte | FSB1066 | EIST, VT |
| QX6700 | 4 | 2,66 GHz | 2 x 4 MByte | FSB1066 | EIST, VT |

Prozessor für Notebooks

| Modell | Kerntakt | L2-Cache | FSB | Sonstiges |
|---|----------|----------|--------|-----------|
| Intel Core 2 Duo (Kern: Conroe), 65 nm | | | | |
| T5500 | 1,66 GHz | 2 MByte | FSB667 | VT |
| T5600 | 1,83 GHz | 2 MByte | FSB667 | VT |



| | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|----|
| T7200 | 2,00 GHz | 4 MByte | FSB667 | VT |
| T7400 | 2,16 GHz | 4 MByte | FSB667 | VT |
| T7600 | 2,33 GHz | 4 MByte | FSB667 | VT |

Intel Core 2 Quad

Der Intel Core 2 Quad Prozessor integriert vier Rechenkerne (Cores) auf einem Chip. Dieser Mehrkern-Prozessoren basiert auf der Core-Architektur von Intel, die auch schon beim Core 2 Duo und Core 2 Extreme verwendet wird. Der Quad-Core-Prozessoren kommt für PCs und Server (Intel Xeon) zum Einsatz.

Durch die vier Rechenkerne sind Quadcore-basierte PCs besonders für rechenintensive Applikationen geeignet, die Threading nutzen. Mehrere rechenintensive Multimedia-Applikationen laufen damit problemlos parallel auf demselben PC.



Prozessor-Übersicht:

Stand: 14.01.2007

| Modell | Kerne | Kerntakt | L2-Cache | FSB | Sonstiges |
|---|-------|----------|----------|-----|-----------|
| Intel Core 2 Quad, 65 nm, LGA775 | | | | | |
| Q6600 | 4 | 2,4 GHz | ? | ? | ? |

Intel-Nummernschema

Im Juni 2004 hat Intel ein neues Bezeichnungsschema für seine Prozessoren eingeführt und damit den Prozessortakt als primäres Verkaufsargument ausgemustert. Damit geht der Chipkonzern den selben Weg wie ihn bereits AMD mit seiner Prozessor-Produkt-Linie Athlon gegangen ist. Die Verbesserungen, die über die Jahre in die Prozessoren eingeflossen sind, sind weit über Taktfrequenzen hinaus gegangen.

| Desktop-Prozessoren | Ziffernfolge |
|--|---------------------|
| Pentium D und Pentium Extreme Edition (Dualcore-Prozessoren) | 8xx |
| Intel Pentium 4 mit Hyper-Threading-Technologie mit LGA-775-Formfaktor | 6xx |
| Intel Pentium 4 mit Hyper-Threading-Technologie | 5xx |
| Intel Celeron D | 3xx |

| Notebook-Prozessoren | Ziffernfolge |
|--|---------------------|
| Intel Pentium M | 7xx |
| Intel Pentium M Low Voltage (LV) | 7x3 |
| Intel Pentium M Ultra Low Voltage (ULV) | 7x8 |
| Intel Pentium 4 Notebook-Prozessor mit Hyper-Threading-Technologie | 5xx |
| Intel Celeron M | 3xx |
| Intel Celeron M Ultra Low Voltage (ULV) | 3xx |

Plattform-Strategie

Intel verfolgt seit ein paar Jahren die Plattform-Strategie. Damit will Intel die Wertschöpfung pro Computer steigern. Es geht also darum, nicht nur den Prozessor, sondern auch Chipsätze, Netzwerkchips und weitere Bauelemente zu verkaufen. Dabei geht es nicht nur darum, mehr zu verkaufen, sondern auch Konkurrenten auszustechen, die bereits vergleichbare Konzepte umsetzen. Das Konzept der Plattform-Strategie hat Intel bereits erfolgreich mit Centrino für Notebooks verfolgt. Inzwischen will Intel den Massenmarkt mit weiteren Namen und Konzepten auf seine Seite ziehen:

- Centrino: Notebooks
- Viiv: Wohnzimmer- und Multimedia-Computer
- vPro: Desktop-Systeme in Unternehmen
- Bensley: Server



Intel Viiv

Hinter Viiv steckt ein normaler Computer mit speziellen Schnittstellen und Erweiterungen, die ihn zum Multimedia-PC im Wohnzimmer auszeichnen. Dabei spielt die Windows XP Media Center Edition (MCE) eine entscheidende Rolle. Allerdings sind die Systeme noch zu teuer und viel zu kompliziert im Gegensatz zu den etablierten Systemen aus der Unterhaltungs-Elektronik.

Da normale Computer heute keine Probleme mit Multimedia haben, ist dieses Konzept aus Nutzersicht vollkommen überflüssig. Auf der Seite von Intel und Microsoft scheint man nur daran interessiert zu sein, restriktive DRM-Funktionen zu kaschieren, um deren Akzeptanz zu steigern.



Intel vPro

Die vPro-Plattform richtet sich an Großunternehmen und IT-Dienstleister, die sehr viele Computer verwalten. Hierbei geht es darum Computer unterschiedlicher Hersteller von der administrativen Seite unter einen Hut zu bringen. Dabei spielen Themen, wie Authentifizierung, Zugriffsschutz, Virtualisierung und Fernwartung eine Rolle. Bisher zeichnen sich die großen PC-Hersteller dadurch aus, dass sie ihre proprietären Verwaltungstools pflegen. Allerdings haben die kein Interesse daran ihre Produkte aneinander anzulegen.

Entwicklung

Intel versucht sich nicht nur mit der Performance, sondern auch mit dem Funktionsumfang abzusetzen. Doch der Erfolg des x86-Computers ist gerade seine absolute Kompatibilität und Austauschbarkeit. Der Anwender kann Software und Hardware fast beliebig untereinander tauschen.