

## **Hauptspeicher: Begriffe und Bauformen**

In einem Rechner nimmt neben der CPU der Speicher eine zentrale Rolle ein. Da bei jedem von der CPU bearbeiteten Befehl im allgemeinen mehrere Speicherzugriffe stattfinden, kommt der Leistungsfähigkeit des Speichersystems bei der Betrachtung der gesamten Systemleistung eine entscheidende Bedeutung zu.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Speichermedien sind:

### **Permanenz**

Man unterscheidet flüchtigen Speicher, der nur beim Anliegen der Versorgungsspannung seine Daten hält, von nichtflüchtigem (d.h. permanentem) Speicher.

### **Zugriffsrichtung**

RAM (Random Access Memory) kann gelesen und beschrieben, ROM (Read Only Memory) nur gelesen werden.

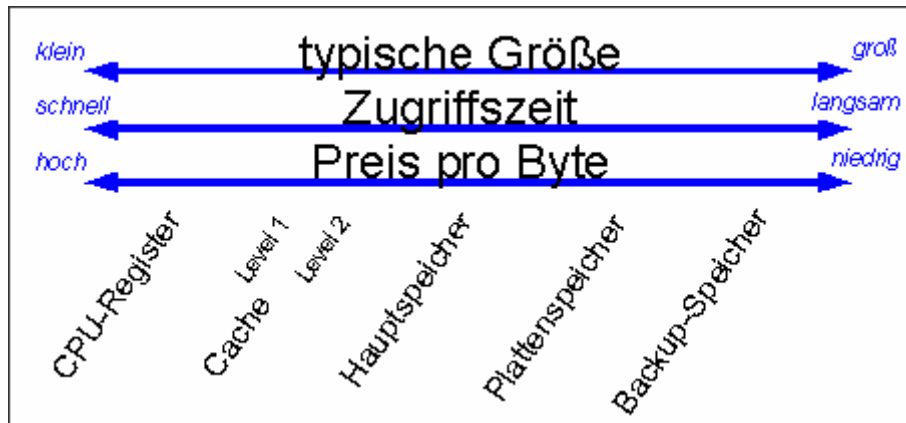
### **Zugriffszeit**

Zeit, die zwischen dem Senden einer Speicheranfrage und dem Eintreffen des Speicherwertes vergeht. Die Zugriffszeit des Speichers begrenzt den maximal möglichen Bustakt, mit dem der Speicher angesprochen werden kann. Beim Hauptspeicher besteht daher ein Zusammenhang, wie hoch der Systemtakt bei Verwendung von Speicherchips mit einer bestimmten Zugriffszeit sein kann:

### **Datenrate**

Anzahl von Werten, die in einer Zeiteinheit von einem Speicher geliefert oder dort abgelegt werden können. Wird bestimmt durch die Zykluszeit des Speichers, d.h. die Zeit, die minimal zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zugriffen verstreichen muss.

Da die heute üblichen Speichertechniken sich unter diesen Gesichtspunkten erheblich unterscheiden, die Anforderungen an Speichermedien je nach Einsatzzweck ebenso unterschiedlich sind und nicht zuletzt erhebliche Preisunterschiede zwischen den Technologien bestehen, werden verschiedene Speichermedien zur sogenannten **Speicherhierarchie** kombiniert.



Der Grundgedanke besteht darin, dass mit zunehmender Nähe der CPU schnellerer Speicher benötigt wird, der wegen höherer Kosten eher klein zu wählen ist. »In der Mitte« liegt der Hauptspeicher, der einen hinreichend schnellen Zugriff auf wichtige Programm- und Datenteile erlaubt. Am Ende der Speicherhierarchie steht der Massenspeicher, der dauerhaft größere Datenmengen speichern soll.

## Speicher-Organisation

### Bank

Logisch zusammengehörende Einheit des Hauptspeichers. Ganz oder gar nicht bestückt; bei SIMMs 1 Bank = 2 Module.

### Memory-Interleaving

Abwechselnd werden zwei Speicherbänke angesprochen. Bei Grafikkarten üblich. Es ist darauf zu achten, dass je zwei identisch ausgestattete Speicherbänke vorliegen.

## **Cache-Speicher**

Häufiger Hauptspeicherzugriffe erfordert eine sehr effiziente Organisation der Speicheranordnung. Man setzt daher zwischen CPU und Hauptspeicher häufig Cache-Speicher ein.

## **Cache-Prinzip**

Unter dem Cache-Prinzip versteht man, dass ein großer, langsamerer Speicher von einem kleinerem, schnellen Speicher (Cache) gepuffert wird. Dabei werden Daten, die mit dem größeren Speicher ausgetauscht werden, im Cache zwischengespeichert. Soll auf diese Daten noch einmal zugegriffen werden, muss nicht auf den langsameren Speicher zurückgegriffen werden, sondern können dem Cache entnommen werden. Woher die Daten nun kommen, kann dem Zugreifenden wegen der »transparenten« Organisation des Caches egal sein: er braucht vom Cache keine Notiz zu nehmen.

Dass der Einsatz eines Hauptspeichercaches für die Systemleistung zentral ist, sieht man auch daran, dass der Cache selbst nochmals gecached wird: Ein kleinerer, noch schnellerer »First Level«-Cache wird dem größeren »Second Level«-Cache vorgeschaltet und häufig in den Prozessor integriert.

## **Cache-Zugriffsarten**

Man unterscheidet zwei Varianten von Cache-Zugriffen. Welche eingesetzt wird, hängt vom Prozessor und Chipsatz ab.

### **Write Through**

Sollen Daten in den Hauptspeicher geschrieben werden, so werden sie in den Cache und direkt in den Hauptspeicher geschrieben. Write Through-Schreibzugriffe sind deshalb bei gecacheten Speichern nicht schneller als bei cachelosen Systemen.

### **Write Back**

Daten werden nur in den Cache geschrieben und erst dann an den Hauptspeicher übergeben, wenn dies notwendig wird (wenn die Daten im Cache ersetzt werden). Der Schreibzugriff ist deshalb schneller als bei Write-Through-Cache.

## Speicherbausteine:

### Speichermodule

Wurden früher noch einzelne Speicherbausteine in Standardsockeln auf dem Mainboard untergebracht, so hat sich mittlerweile die Zusammenfassung von Speicherbausteinen (evtl. mit Zusatzschaltungen) auf einer eigenen Platine (Modul) durchgesetzt.

#### Modultypen

##### **Standard-SIMM** (Single Inline Memory Module)

Das »kleine« SIMM-Modul hat 30 Anschlüsse und ist 8-bittig oder (wenn ein Paritätsbit vorgesehen ist) 9bittig organisiert. Moderne Boards unterstützen diese Bauform nicht mehr. Für Standard-SIMMs werden auch Adapter angeboten, damit diese in PS/2-SIMM-Sockel passen. Dabei entstehen allerdings Signalverzögerungen, so dass in Situationen mit kritischem Timing<sup>?</sup> von diesen Adaptern abgeraten werden muss.

Ihren Namen bezogen die SIMMs übrigens durch die Tatsache, dass auf dem Modul gegenüberliegende Anschlußpins miteinander verbunden sind.

##### **PS/2-SIMM**

Die Module mit 72pins (Anschlüssen) werden erstmals in IBM PS/2-Systemen verwendet und sind heute die Standard-Bauform. Sie sind 32bittig (mit Parität 36bittig) organisiert.

##### **DIMM** (Dual Inline Memory Module)

168 Anschlüsse kennzeichnen die neue Generation der Speichermodule, die nicht mit D-SIMMs zu verwechseln sind. DIMMs sind 64 bittig organisiert, so daß Prozessoren mit der gängigen Datenbusbreite von 64 bit (im Gegensatz zu SIMMs) mit nur einem DIMM-Modul betrieben werden können.

Da DIMMs in Systemen eingesetzt werden, die schon lange einen Systemtakt (>66 MHz) haben, ist die Einhaltung genauester Spezifikationen für diese Speichermodule sehr wichtig. Unterschiedliche Zugriffszeiten bei der Verwendung mehrerer Module verbieten sich von selbst; oft ist es nicht einmal möglich, Module verschiedener Hersteller gemeinsam zu verwenden (was an unterschiedlich langen Signalwegen der Module liegen kann).

Eine solche Spezifikation ist die PC100-Spezifikation von Intel, die festlegt, wie DIMMs für einen Systemtakt von 100 MHz aufgebaut sein müssen. Sie ist Bestandteil einer Reihe von Richtlinien, die DIMMs vom Typ PC-SDRAM erfüllen müssen. (Jetzt PC133 Spez.)

### **SO-DIMM** (Small Outline-DIMM)

SO-DIMMs sind wie DIMMs aufgebaut, haben aber ähnliche Abmessungen wie DIMMs. Sie werden daher überwiegend in tragbaren Rechnern eingesetzt.

### **RIMM** (Rambus Inline Memory Module)

Diese Module waren ursprünglich nur für RDRAM vorgesehen, sollen aber auch mit SDRAM bestückt werden.

### Modulgrößen

Heute findet man 1,2,4,8,16,32,64 und 128 MB-SIMM-Module. Die Verwendbarkeit hängt von der Unterstützung durch das Board und die Zahl der freien SIMM-Steckplätze ab. DIMMs werden als Module zu 32-128 MB angeboten.

### Organisationsform

Bei SIMM-Modulen herrscht bezüglich der Verwendung des Begriffs »Seite« größere Verwirrung: Für die Bauform ist es nicht entscheidend, ob die SIMM-Platine auf einer oder auf beiden Flächen bestückt ist; wichtig ist beim Seitenbegriff die Organisationsform und die Ansteuerung des Speichers.

#### single-sided (S-SIMM)

1,4,16, 32, 64 MB-Module. Diese »Normalform« der SIMM-Organisation wird von allen Boards unterstützt. Alle Bänke eines Moduls werden über eine gemeinsame RAS-Leitung (für die Speicherzeile) angesprochen.

#### double-sided (D-SIMM)

2, 8, 32, 64, 128, 256, 512MB-Module. Indem man doppelt soviel Speicher auf ein Modul packt, kann ein Modulsockel eingespart werden. Dabei befinden sich zwei Speicherbänke auf einem Modul, die über getrennte RAS-Leitungen abwechselnd angesprochen werden können. Dieser Speicherzugriff ist allerdings nicht ganz unproblematisch: er muss vom Board unterstützt werden. Ein weiteres Problem tritt in Pentium-Systemen auf, die mit nur einem double-sided-Modul ausgestattet sind (»single-bank-modus«): hier ist kein effizienter Speicherzugriff mehr möglich, die Systemleistung kann deutlich einbrechen!

Ein weiteres Problem ist, dass von der Modulgröße nicht mehr unbedingt auf die Bauform geschlossen werden kann: So gibt es mittlerweile 8 und 32 MB-Module, die single-sided organisiert sind, andererseits 16 MB als double-sided: Ansteuerungsprobleme durch das Board sind hier vorprogrammiert.

Moderne Boards erkennen den Speichertyp automatisch. Bei SIMMs werden dazu einfach verschiedene Zugriffsverfahren durchprobiert; für

DIMMs gibt es mit SPD (Serial Presence Detect) eine wesentlich "sauberere" Möglichkeit: In einem kleinen Lesespeicher wird der Modultyp vom Hersteller abgelegt und vom BIOS beim Systemstart ausgelesen.

## Parity

Zur Erkennung von Speicherfehlern, die durch einzelne »umgekippte« Bits zustande kommen, war es lange Zeit üblich, dass jede Speicherstelle über ein Parity-Bit verfügte und somit aus 9bits bestand. Sei es durch die größere Zuverlässigkeit heutiger Speicherbausteine oder durch reine Sparabsicht: Heute sind parity-lose Speichermodule Standard. Soll trotzdem Speicher mit Paritätsprüfung eingesetzt werden (zum Beispiel weil das Board nur solchen Speicher unterstützt), ist von Modulen mit

Pseudo-Parity abzuraten: hier wird das Paritätsbit durch eine Logikschaltung errechnet, stimmt also immer - eine Fehlererkennung ist so nicht möglich.

Fortgeschrittene Chipsätze? können das Paritätsbit nicht nur für die Fehlererkennung, sondern auch für deren Behebung einsetzen (ECC). Das hat eine Steigerung der Zuverlässigkeit dieser Systeme gegenüber solchen mit paritätslosem Speicher zur Folge und ist mit Pseudo-Parity ebenfalls nicht möglich.

## Spannungsversorgung

Während SIMMs mit 5V Versorgungsspannung betrieben werden, gibt es bei DIMMs 3,3 und 5V-Typen. Nur erstere werden von modernen Chipsätzen korrekt unterstützt!

EDO-Ram 72 Pin	SD-Ram 168 Pin (bis 100 Mhz)	DDR-Ram 184 Pin ( bis 333 MHz)	Rimm 184 Pin (600 – 800 Mhz)
