



Stau auf der Umgehungsstraße

In grauer Vorzeit, als die Prozessoren noch mit 4 bis 8 Megahertz vor sich hin zuckelten, wurde DMA geboren, um der CPU die zeitraubende Arbeit des Datenschaukelns abzunehmen. Inzwischen sorgen PCI und schnelle Prozessoren für Highspeed auf dem Bus. Aber DMA gibt es immer noch.

Dauernd gibt es in einem PC etwas zu transportieren. Daten müssen vom Arbeitsspeicher zur Grafikkarte, vom Floppylaufwerk in den Speicher, vom CD-ROM-Laufwerk zur Soundkarte. Da der reine Transport von Daten keine besonders komplizierte, wohl aber eine zeitaufwendige Sache sein kann, haben die Entwicklungsingenieure schon sehr früh versucht, die Prozessoren von dieser Aufgabe zu entlasten.

Das Resultat dieser Bemühungen findet man heute in jedem Personalcomputer unter der Bezeichnung DMA. DMA steht für Direct Memory Access und beschreibt ein einfaches Verfahren, bei dem

ein spezieller Chip, der DMA-Controller, nach Aufforderung durch die CPU eine beliebige Menge Daten von einem Speicherplatz zu einem anderen kopiert. Nachdem die CPU diese Aktion durch Übermittlung von Start- und Zieladresse sowie der Blocklänge angestoßen hat, kann sie sich wieder anderen Dingen widmen.

DMA im Wandel der Zeit

In den ersten PC wurde von Direct Memory Access noch reger Gebrauch gemacht. Von den vier 8 Bit breiten DMA-



Info-Center: Der Gerätemanager von Windows 95 zeigt belegte DMA-Kanäle an und weist auf Konflikte hin

Kanälen des IBM PC/XT war nur einer, nämlich Kanal 1, frei. Kanal 0 besorgte den Speicherrefresh, also das regelmäßige Auffrischen aller Speicherzellen in den DRAM-Bausteinen, damit sie ihre Information nicht verlieren. Kanal 2 war für die Datenübertragung zwischen den Diskettenlaufwerken und dem Speicher zuständig, und Kanal 3 besorgte den Datentransfer zwischen Festplatten und Arbeitsspeicher.

In den Nachfolgemodellen sitzt seit dem IBM PC/AT (286er) noch ein zweiter DMA-Controller mit einer Datenbreite von 16 Bit. Von den neugewonnenen vier DMA-Kanälen muß allerdings einer (DMA 4) für die Koordination zwischen altem und neuem DMA-Chip geopfert werden. Neu seit dem AT ist auch, daß die Datenübertragung von und zu den Festplatten nicht mehr per DMA, sondern durch Programmed Input/Output (PIO) erfolgt.

Dieses Abrücken von der CPU-schonenderen Methode des Datentransports hatte im wesentlichen zwei Gründe: Zum einen waren die 80286-Prozessoren von Intel zwischenzeitlich so schnell gewor-

DMA und virtuelle Adressen

Die Prozessoren ab dem Intel 80386 verfügen über eine eigene **Memory Management Unit** (MMU). Sie rechnet logische in physikalische Adressen um. Dadurch sind auch in Rechnern mit wenig physikalischem Arbeitsspeicher große virtuelle Adreßräume möglich. Die MMU stellt bei jedem Speicherzugriff fest, ob sich die betreffende Speicherseite momentan im Arbeitsspeicher (RAM) oder in der Auslagerungsdatei befindet.

Die DMA-Controller „wissen“ nichts von diesen beiden verschiedenen Adreßwelten. Um DMA zusammen mit virtueller Speicherverwaltung einsetzen zu können, muß daher ein Speicherbereich im ersten Megabyte des Adreßraums, wo logische und physikalische Adressen übereinstimmen, als **DMA-Puffer** reserviert wer-

den. In diesen „sicheren Bereich“ schreibt der DMA-Controller die Daten, bevor sie von der CPU aus dem Puffer zu ihrem eigentlichen Bestimmungsort kopiert werden. Diese **Double-Buffering** genannte Technik ist unter dem Aspekt der CPU-Entlastung denkbar ineffektiv.

Doch die Alternative ist für den Programmierer der entsprechenden Betriebssystemtreiber wesentlich aufwendiger. Er muß über die Speichierzustimmungstabellen die jeweils korrekten physikalischen Gegenstücke der logischen Adressen ermitteln, die Ausgangs- oder Zielort von DMA-Transfers sind, und damit den DMA-Controller füttern. Zum Leidwesen des Anwenders offenbart erst der Betrieb, wie sorgfältig Treiber programmiert worden sind.

den, daß sie den Transport der Harddiskdaten ohne große Leistungseinbuße nebenher miterledigen konnten. Zum anderen war der Prozessor unter dem damaligen Betriebssystem MS-DOS 3.1 ohnehin nicht ausgelastet, während er auf einen DMA-Transfer wartete.

Die Entwicklung bei Speicherbausteinen und PC-Hauptplatinen hat inzwischen auch den DMA-Kanal 0 freigesetzt. Auf diesem wurde früher der Speicherrefresh ausgeführt. Nachdem allerdings immer raffiniertere Speicheradressierungs- und Refreshverfahren wie Page Interleave Mode und Hidden Refresh entwickelt wurden, kann die Auffrischung effektiver vom Chipsatz der Hauptplatine erledigt werden.

Viel geschmäht und doch gebraucht

Insgesamt stehen also sechs freie DMA-Kanäle zur Verfügung. Trotzdem wird DMA von den Hardware-Entwicklern heute nur noch selten genutzt. Die wichtigsten Geräte, bei denen man derzeit auf Jumper zur DMA-Einstellung stößt, sind Soundkarten und ältere CD-ROM-Laufwerke mit eigener Schnittstellenkarte. In beiden Fällen handelt es sich um den Datentransfer zu Peripheriegeräten mit relativ geringen Datenübertragungsraten bis etwa 500 Kilobyte pro Sekunde.

Wenn es zwischen zwei Stellen im Speicher schnell zur Sache gehen soll, spielt DMA inzwischen keine Rolle mehr. Denn moderne, hoch getaktete CPUs stellen mit dem Befehl »REP MOVSB« aus ihrem internen Befehlsatz jeden 8-Bit- oder 16-Bit-DMA-Transfer spielend in den Schatten.

Auch beim Datentransfer zwischen Peripherie (etwa Festplatten) und Arbeitsspeicher hat DMA heute seine Bedeutung weitgehend verloren. Zu Zeiten eines XT

waren DMA-Transfers noch deutlich schneller als die programmgesteuerte Datenübertragung via CPU (PIO). Doch heute wird die praktisch erreichbare, maximale DMA-Datentransferrate von rund 2 Megabyte pro Sekunde von jedem Prozessor weit übertroffen.

Soundkarten jedoch stört die Begrenzung der Transferrate nicht, denn sie



Wegweiser: Über die Icons »Arbeitsplatz«, »Systemsteuerung« und »System« kann der Gerätemanager aufgerufen werden

benötigen im Höchstfall 180 Kilobyte pro Sekunde, um Musik in Stereo und mit CD-Qualität wiederzugeben. Hier zeigt der DMA-Controller, was er kann. Einmal mit der Startadresse der Klangdaten versorgt, schiebt er diese präzise wie ein Uhrwerk zur Soundkarte. Die CPU widmet sich derweil ihren anderen Aufgaben. Auch ältere CD-ROM-Laufwerke mit eigenem Adapter benutzen häufig DMA. Mit 150 bis 300 Kilobyte pro Sekunde ist die Transferrate auch hier völlig unkritisch.

Bei der Installation von Soundkarten tauchen allerdings häufig Schwierigkeiten auf, vor allem, wenn sie auch Anschlußmöglichkeiten für ein CD-ROM-Laufwerk besitzen.

Auch hier wird ein DMA-Kanal benötigt. Da fast alle Soundkarten heute zu mehreren Standards wie Soundblaster, Soundblaster 16 oder Windows Sound System kompatibel sind, wird zu meist ein weiterer DMA-Kanal für diese Emula-

o Um unabhängig von der CPU hohen Datentransfer zu erreichen, setzte man bei **SCSI** (Small Computer Systems Interface) frühzeitig auf Busmaster-DMA. Zum Einsatz kam dabei nicht der träge DMA-Controller auf der Hauptplatine, sondern ein schneller Chip auf dem SCSI-Controller, der von sich aus die Kontrolle über den PC-Bus übernimmt. Die CPU wird dadurch wesentlich entlastet, doch bringt das nur dann einen Vorteil, wenn sie in der Zwischenzeit etwas anderes tun kann. Da die CPU während der DMA-Übertragung nicht auf den Speicher zugreifen kann, braucht sie einen genügend großen Cache (schnellen Zwischenspeicher), der während dessen die Daten liefert. Und nur unter einem Multitasking-Betriebssystem hat der Prozessor überhaupt etwas anderes zu tun, während er wartet.

o Auch **EIDE** (Enhanced Integrated Drive Electronics) kennt die DMA-Übertragung, die neben den PIO-Modi leicht vergessen wird (siehe »Neue Platte, neues Glück«, CHIP 11/95). Mit dem schnellen DMA-Modus 1 mit 13,3 Megabyte pro Sekunde stehen jetzt auch Platten mit dem neuen DMA-Modus 2 und theoretischen 16,6 Megabyte pro Sekunde zur Verfügung. Auch hier kommt natürlich nicht der alte AT-DMA-Controller zum Einsatz, sondern der PCI DMA Typ F oder spezielle EIDE-DMA-Controller, die für die hohen Datenraten moderner Festplatten ausgelegt sind.

tion belegt. Um Konflikte durch eine doppelte Belegung zu vermeiden, muß man wissen, welche DMA-Kanäle noch frei sind. Die Tabelle im Kasten »DMA-Kanäle« (siehe links unten) gibt Aufschluß darüber.

Den Überblick behalten

DMA-Kanäle sind Ressourcen wie Interrupts, IO-Ports oder Speicherbereiche. Belegt eine Erweiterungskarte einen oder mehrere DMA-Kanäle, so stehen sie für andere Karten nicht mehr zur Verfügung. Windows 95 zeigt im Gerätemanager die belegten Ressourcen übersichtlich an. Der Gerätemanager öffnet sich in der Systemsteuerung nach Anklicken des Icons »System«.

Unter Windows NT findet sich in der Gruppe »Administrative Tools« das Programm »Windows NT Diagnostics«. Auch dieses Utility liefert sämtliche benötigten Informationen auf übersichtliche Weise. *Ulrike Proeller (hfs)*

DMA-Kanäle

Kanal	Breite	Belegung
0	8	Speicherrefresh (frei)
1	8	frei (meistens von Soundkarten belegt)
2	8	Diskettencontroller
3	8	ab AT frei
4	16	Kaskadierung zum 8-Bit-Controller
5	16	frei (oft von 16-Bit-Soundkarten belegt)
6	16	frei
7	16	frei