



PC-Grundlagen

Technik und Aufbau moderner PCs

Im achten und abschließenden Teil dieser Artikelserie folgt die Beschreibung der Memory- und I/O-Adreßbelegungen des PCs sowie eine allgemeingültige Beschreibung von I/O-Adreßeinstellungen.

Teil 8

Die Speicherbelegung des PCs

Schon der Prozessor 8086 des PC-XTs konnte bis zu 1 MB-Speicher adressieren. Dieses wurde entsprechend bei der Konzeptionierung berücksichtigt. Im Speicherbereich 0 bis 640 K wurden RAMs vorgesehen, die aber nicht komplett bestückt sein mußten (der erste PC benötigte zum Betrieb lediglich 64 kByte RAM). Im Bereich zwischen 640 K und 1 MB befindet sich zunächst das Video-RAM, gefolgt von dem BIOS einzelner Erweiterungen. In den letzten 64 k vor der 1 MB-Grenze befindet sich grundsätzlich das Boot-ROM bzw. BIOS des Computers.

Computer der AT-Klasse können zudem noch den erweiterten RAM-Bereich über 1 MB nutzen.

Tabelle 8 zeigt die Speicherbelegung des PCs, die bis heute noch Gültigkeit besitzt. Ab der Adresse 0 kommt zunächst eine Tabelle der Interrupt-Vektoren, welche vom DOS-Betriebssystem bzw. von Anwenderprogrammen zur Ausführung von Eingabe- und Ausgabefunktionen genutzt werden. Danach folgt zunächst ein BIOS-Speicherbereich sowie anschließend der Speicherbereich, welcher vom DOS-Betriebssystem genutzt wird. In dem darauf folgenden Arbeitsspeicher werden dann die vom DOS aufgerufenen Anwenderprogramme in der Reihenfolge Ihres Aufrufs abgelegt.

Je nach Bestückung des Arbeitsspeichers kann dieser Bereich bis zur 640 k-Grenze reichen.

Ab der Adresse A0000H schließt sich der Speicherbereich der Grafikkarten an. Je nach Auflösung werden unterschiedliche Bereiche bis zu einer Größe von 128 kB für diese PC-Einsteckkarten benötigt. Daran anschließend folgen Bereiche, in denen verschiedene BIOS-Funktionen von Erweiterungskarten, wie z. B. einigen Festplatten-Controllern, Netzwerkkarten oder auch spezielle Videokarten. Diese BIOS-Bereiche lassen sich bei den meisten Erweiterungskarten in festgelegten Grenzen verändern, so daß auch mehrere dieser Karten gleichzeitig einsetzbar sind.

Im Bereich zwischen F0000H und FFFFFH liegt fest das ROM-BIOS des PCs. Dieser 64 kByte große Bereich wird

beim Start des Mikroprozessors aufgerufen und das dort implementierte Startprogramm abgearbeitet. Nachdem der Bootvorgang von der Diskette oder Festplatte abgeschlossen ist, werden noch einige dieser hier implementierten Funktionen vom

Tabelle 8: Speicherbelegung des IBM-PC/XT/ATs

FFFFFF	64 kB-ROM auf Hauptplatine	16 MB
FF0000	duplizierte Adresse von 0F0000	
FEFFFF	64 kB reserviert auf Hauptplatine	
FE0000	duplizierte Adresse von 0E0000	
FDFFFF	Maximales extended RAM (14,9 MB)	1 MB
100000	Speicherbereich über 1 MB	
FFFFF	ROM auf Hauptplatine	
F0000	und duplizierte Adresse von FF0000 BIOS (64 k)	
EFFFF	ROM Erweiterungen (XT) BIOS Erweiterungen (AT)	
E0000	oder duplizierte Adresse von FE0000	
DFFFF	ROM-Erweiterungs-Bereich z. B.	
C0000	C8000 - C9FFF (16k) XT Hard-Disk oder SCSI BIOS C0000 - C7FFF (64k) EGA/VGA BIOS	
BFFFF		
B0000		
ADFFF	B8000 - BFFFF (32 k) CGA Video Buffer B0000 - BFFFF (64k) Hercules Video Buffer B0000 - B7FFF (32k) MDA Video Buffer A0000 - BFFFF (128 k) EGA/VGA Video-Buffer	640 k
A0000		
9FFFF	DOS Stack	512 k
7FFFF	DOS Stack	
	Anwendungsprogramm COMMAND.COM Device-Treiber IBM DOS IBM IO	
600		
5FF		
500	DOS-Datenbereich	
4FF		
400	ROM-BIOS-Parameter	
3FF		
300	BIOS-Stack	
2FF		
000	Interrupt-Vektoren	0 k

Betriebssystem für die Ein-/Ausgabeeinheiten genutzt.

Die unterschiedlichen BIOS-Funktionen (Basic Input Output System) im PC haben grundlegende Bedeutung. Im BIOS ist das Startprogramm für den Mikroprozessor nach dem Einschalten der Versorgungsspannung abgelegt. Nachdem nun dieses Startprogramm das Betriebssystem von der Diskette oder Festplatte geladen hat, und die Kontrolle an das geladene Betriebssystem abgibt, stellt das BIOS weitere Ein-/Ausgaberroutinen zur Verfügung, damit das Betriebssystem und die Anwenderprogramme hardwareunabhängig funktionieren können. Über diese BIOS-Funktionen wird dann die vorhandene Hardware in der gewünschten Form angesprochen.

Der Speicherbereich über 1 MB wird vom DOS-Betriebssystem nicht direkt unterstützt. Für die verschiedenen DOS-Ver-

sionen gibt es nun aber spezielle Treiber, die diesen Speicherbereich für das DOS-Betriebssystem segmentweise zur Verfügung stellen. Die heutzutage gebräuchlichen Mikroprozessoren vom Typ 386 oder auch 486 unterstützen in speziellen Betriebsmodi diesen Speicherbereich direkt und ermöglichen somit eine effektive Nutzung des hier implementierten Erweiterungsspeichers.

Der I/O-Adreßbereich des PCs

Der IBM-PC/XT/AT kann einen I/O-Adreßbereich von bis zu 64 kByte adressieren. Dieses würde bedeuten, daß jede I/O-Adresse mit einem 16 Bit-I/O-Adreßdecoder ausdecodiert werden müßte. Da der Aufwand für jede PC-I/O-Karte zu hoch ist, wurden die Original-PC-I/O-Karten mit einem 10 Bit-Adreßdecoder ausge-

rüstet, so daß der tatsächlich nutzbare PC-I/O-Bereich von 1024 Byte (000H bis 3FFH) einen 10 Bit-Adreßdecoder benötigt.

Durch die unvollständige Auscodierung wiederholt sich natürlich ab der I/O-Ansprechadresse 400 Hex in 1024-Byte-Schritten dieser Bereich. Tabelle 9 zeigt die Belegung des PC-I/O-Bereichs. Der Bereich von 000H bis 0FFH ist für die Prozessorweiterungsbausteine wie DMA, Interrupt, Tastatur, Controller, Timer und Coprozessor vorgesehen. Diese Bausteine werden für den Betriebsablauf im PC direkt auf der Hauptplatine genutzt und sind somit nicht auf den PC-I/O-Karten vorhanden.

Der Bereich zwischen 100H und 1FFH ist größtenteils frei, so daß hier Erweiterungskarten oder Ähnliches adreßmäßig einsetzbar sind.

Tabelle 9: Der E/A-Adreßbereich des IBM-PC

I/O-Adresse PC/XT	I/O-Adresse AT	Funktion
000H - 00FH	000H - 01FH	DMA-Controller (8237)
020H - 021H	020H - 03FH	Interrupt-Controller (8259)
040H - 043H	040H - 05FH	Timer/Zeitgeber/Zähler (PC/XT: 8253, AT: 8254)
060H - 063H	-	Systemregister (8255)
-	060H - 06FH	Tastatur-Controller (8242)
-	070H - 07FH	Echtzeituhr
080H - 083H	080H - 09FH	DMA-Seitenregister (LS670, 74LS612)
0A0H	-	NMI-Interruptmaskenregister
-	0A0H - 0BFH	Interrupt-Controller 2 (8259)
0E0A - 0EFH	0E0H - 0EFH	reserviert für Systemplatine
-	0C0H - 0DFH	DMA-Controller 2 (8259)
-	0F0H - 0FFH	Coprozessor 80x87
100H - 1EFH	100A - 1EFH	nicht dokumentiert, zum Teil für Erweiterungen nutzbar
1F0H - 1F8H	(1F0H - 1F8H)	Festplatten-Controller (8 Bit)
200H - 20FH	200H - 207H	Game-Port
210H - 217H	-	Erweiterungseinheit
220H - 24FH	220H - 24FH	Reserviert, zum Teil für Erweiterungen nutzbar
278H - 27FH	278H - 27FH	Parallel-Drucker-Port, LPT 2 (LPT 3)
280H - 2AFH	280H - 2AFH	nicht dokumentiert, zum Teil für Erweiterungen nutzbar
2B0H - 2DFH	2B0H - 2DFH	2. EGA-Adapter
2E0H - 2E7H	2E0H - 2E7H	GPIP
2E8H - 2EFH	2E8H - 2EFH	serielle Schnittstelle 4, COM 4
2F0H - 2F7H	2F0H - 2F7H	Reserviert
2F8H - 2FFH	2F8H - 2FFH	serielle Schnittstelle 2, COM 2
300H - 30FH	300H - 30FH	Prototypkarte 1
310H - 31FH	310H - 31FH	Prototypkarte 2
320H - 32FH	320H - 32FH	Festplatten-Controller
330H - 35FH	330H - 35FH	nicht dokumentiert, zum Teil für Erweiterungen nutzbar
360H - 36FH	360H - 36FH	Netzwerkschnittstelle (LAN)
378H - 37FH	378H - 37FH	Parallel-Drucker-Port 1, LPT 1 (LPT 2)
380H - 38FH	380H - 38FH	Synchrone serielle Schnittstelle 2 (SDLC 2)
390H - 39FH	390H - 39FH	nicht dokumentiert, zum Teil für Erweiterungen nutzbar
3A0H - 3AFH	3A0H - 3AFH	Synchrone serielle Schnittstelle 1 (SDLC 1)
3B0H - 3B7H	3B0H - 3B7H	Monochrombildschirm
3BCH - 3BFH	3BCH - 3BFH	Druckerport LPT 1
3C0H - 3CFH	3C0H - 3CFH	EGA-Bildschirm
3D0H - 3DFH	3D0H - 3DFH	CGA-Bildschirm
3E0H - 3E7H	3E0H - 3E7H	Reserviert
3E8H - 3EFH	3E8H - 3EFH	serielle Schnittstelle 3, COM 3
3F0H - 3F7H	3F0H - 3F7H	Disketten-Controller
3F8H - 3FFH	3F8H - 3FFH	serielle Schnittstelle 1, COM 1

Tabelle 10:

Aufteilung der Basisadressen je nach verwendeter Grafikkarte

Basisadresse für	PC mit MDA/Hercules-Karte	PC mit Farbgrafikkarte
LPT 1:	03BCH	0378H
LPT 2:	0378 H	0278 H
LPT 3:	0278 H	-

Tabelle 11: Belegung der Interruptquellen am Erweiterungsloot des PCs

IRQ	Verwendung
0	Timer
1	Tastatur
2	kaskadierter 8259 oder EGA-Vertical retrace
3	2. serielle Schnittstelle COM 2
4	1. serielle Schnittstelle COM 1
5	XT: Hard-Disk; AT: LPT 2
6	Floppy Disk
7	LPT 1
8	Echtzeit-Uhr
9	nicht benutzt
10	nicht benutzt
11	nicht benutzt
12	nicht benutzt
13	Co-Prozessor 80 x87
14	Hard-Disk
15	nicht benutzt
PC/XT: IRQ 0..7	
AT : IRQ 0..15	

Im Bereich zwischen 200H und 3FFH befinden sich die Schnittstellenkarten sowie die Monochrom- oder Farbbildschirmadapter. Zwischen diesen einzelnen Bereichen besteht die Möglichkeit, zusätzliche Erweiterungskarten zu adressieren.

Ein PC kann im Normalfall bis zu 3 Parallel-Schnittstellen verwalten. Hierfür

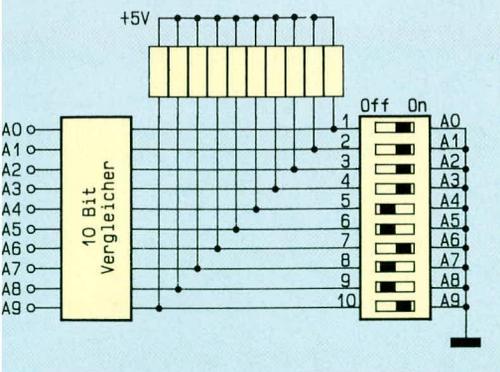


Bild 25: PC-Adreßdecoder für eine I/O-Adresse

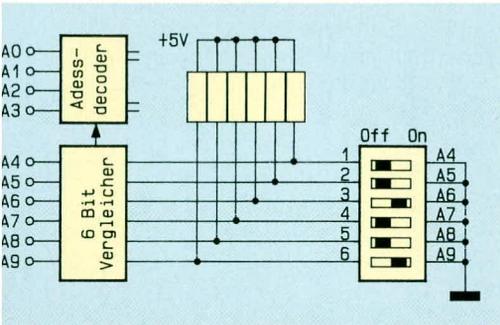


Bild 26: PC-Adreßdecoder für 16 aufeinanderfolgende I/O-Adressen

sind entsprechende I/O-Basisadressen, wie aus Tabelle 9 ersichtlich, vorgesehen. Tabelle 10 zeigt noch einmal in übersichtlicher Weise die Standard-Basisadressen für die 3 Parallel-Schnittstellen. PCs, die mit einer Monochrom bzw. Hercules-Karte ausgestattet sind, besitzen dabei eine geringfügige andere Verteilung der Basisadressen. Dies rührt daher, daß auf den meisten Monochrom-Karten bereits eine Parallel-Schnittstelle implementiert ist und diese im allgemeinen die Basisadresse 03BCH besitzt.

Computer mit einer Farbgrafik-Karte adressieren in den meisten Fällen ihre erste Parallel-Schnittstelle ab der Adresse 378H, und die darauffolgenden Adressen verschieben sich entsprechend.

Im Bereich zwischen 300H und 31FH ist von IBM bei der Konzeptionierung des PCs ein freier I/O-Adreßbereich für eigene Prototyp- oder auch PC-Erweiterungskarten vorgesehen worden.

Die Interruptzuordnungen

Tabelle 11 zeigt die Belegung der Interrupt-Quellen am PC-Erweiterungsslot. Die Interruptquellen 0 und 1 sind fest auf der Hauptplatine verschaltet, so daß diese nicht mehr auf dem Erweiterungsslot zugänglich sind. Die Interruptleitungen 2 bis 7 sind beim PC/XT und AT auf den 8Bit-Slot geführt und werden entsprechend von den PC-Einsteckkarten genutzt. Die Interruptleitungen IRQ 8 bis 15 sind nur beim AT zugänglich. Diese sind auf dem 16 Bit-Erweiterungsslot untergebracht.

Bei der Installation von PC-Erweiterungskarten, welche eine Interrupt-Adresse benötigen, ist darauf zu achten, daß diese nicht bereits von anderen Karten belegt sind, da die Interrupt-Leitungen auf dem Erweiterungsstecker jeweils nur an eine Interrupt-Quelle angeschlossen sein dürfen. Die zugehörige Treibersoftware muß entsprechend der Einstellung konfiguriert werden.

Adreßeinstellungen

In diesem Kapitel wenden wir uns der Konfiguration von PC-I/O-Karten zu.

Zunächst ist vor dem Einsetzen der Karte in den PC zu prüfen, welcher I/O-Adreßbereich des PCs hierfür genutzt werden soll. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß jede PC-Einsteckkarte einen eigenen I/O-Ansprechadreßbereich zur Verfügung hat. Sind Adressen doppelt vergeben, so führt dies zu Betriebsstörungen bis hin zum Totalausfall des PCs.

Es muß zunächst geprüft werden, welche PC-Einsteckkarten mit welchen I/O-Adreßbereichen arbeiten. Anhand dieser Information sollte man dann einen zusammenhängenden Adreßbereich für die neu zu installierende Karte auswählen.

Belegt die Karte z. B. 16 aufeinanderfolgende I/O-Adressen, so muß dadurch bedingt die letzte Stelle der Hexadezimalen I/O-Adresse 0 sein (z. B. 300H, 310H).

Belegt hingegen die Karte 8 aufeinanderfolgende Adressen, darf die letzte Ziffer eine 0 oder eine 8 sein. Bei der Belegung von nur einer einzigen I/O-Adresse darf die letzte Ziffer natürlich im Bereich zwischen 0,1,...,E,F liegen.

Daraus, daß die übliche PC-I/O-Adreßbreite bei 10 Bit liegt (d. h. es werden die untersten 10 Adreßleitungen zur Ausdecodierung genutzt), folgt, daß die erste Ziffer nur im Bereich zwischen 0 und 3 entsprechend 000H bis 3FFH liegen darf.

Abbildung 25 zeigt den Adreßdecoderteil einer PC-Einsteckkarte, die lediglich eine I/O-Adresse benötigt, während Abbildung 26 die Adreßeinstellung einer PC-I/O-Karte zeigt, die 16 aufeinanderfolgende Adressen benötigt. Die untersten Adreßleitungen A0 bis A3 werden bereits durch den Adreßdecoder auf der PC-Einsteckkarte auscodiert. Es verbleibt die Einstellung der oberen 6 Adreßbits.

Doch kommen wir jetzt zur Einstellung der I/O-Basisadresse. Besonders anschaulich läßt sich der Vorgang anhand eines Beispiels erläutern. Wir wählen hierzu die I/O-Basisadresse 1B0H, auf die wir unsere PC-Einsteckkarte einstellen wollen.

Zunächst sind die zugehörigen Binärzahlenwerte aus Tabelle 12 zu entnehmen - in unserem Fall die Binärzahlenfolge 01 1011 0000 B.

Im nächsten Schritt folgt die Übersetzung dieser binären Zahlenfolge auf die Einstellung der Brücken bzw. DIL-Schalter auf der PC-Einsteckkarte. Je nach Anzahl der einzustellenden DIL-Schalter sind dann die höchstwertigsten Adressen einzustellen, d. h. man ordnet den Ziffernwerten, von A 9 ausgehend, die abgelesenen Bit-Kombinationen zu.

Bezogen auf unser Beispiel aus Abbildung 25 wird dem Adreßbit A 9 der DIL-Schalter Nr. 10 und dem Adreßbit A 0 der DIL-Schalter Nr. 1 zugeordnet. Sind hingegen nur 6 Bit einzustellen gemäß unserem Beispiel aus Abbildung 26, so ist dem Adreßbit A 9 der DIL-Schalter 6 und dem Adreßbit A 4 der DIL-Schalter 1 zuzuordnen.

Sind, wie in unseren Beispielen, die DIL-Schalter bzw. Brücken nach Masse geschaltet, so ist für jede binäre „1“ die Brücke zu entfernen bzw. der DIL-Schalter auf OFF zu schalten, während für jede binäre „0“ die zugehörige Brücke zu schließen bzw. der betreffende DIL-Schalter auf ON zu schalten ist.

Nach abschließender Überprüfung kann die PC-Einsteckkarte ihrer Bestimmung übergeben werden.

Es bleibt noch nachzutragen, daß natürlich die zugehörige Steuersoftware entsprechend den Einstellungen zu konfigurieren ist.

Tabelle 12: Umsetzung von hexadezimal codierten Zahlen in das binäre Zahlenformat

Adreßleitung	gewünschte Ziffer:																Beispiel: 1B0H
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
A9	0	0	1	1													} 1. Ziffer 1
A8	0	1	0	1													
A7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	} 2. Ziffer B
A6	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
A5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
A4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	} 3. Ziffer 0
A2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
A1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
A0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	