

1. Grundlagen

Die herkömmliche IDE/ATA-Schnittstelle (Parallel ATA) ist ein E-A-Interface mit einem 16 Bits breiten Datenbus und asynchroner Datenübertragung, die durch Strobe-Signale gesteuert wird. Serial ATA (SATA) ist die Weiterentwicklung zum seriellen Hochgeschwindigkeits-Interface (gleiche Software-Schnittstelle und gleicher Anwendungsbereich, aber schneller und mit dünnem Kabel).

1.1 Zweckbestimmung

IDE/ATA dient dazu, in den PC eingebaute Geräte mit dem Motherboard zu verbinden (Abb. 1.1 bis 1.3). Zum Anschließen externer Geräte ist es nicht geeignet. Es wurde ursprünglich für Festplatten entwickelt. Seit längerem gibt es eine Vielzahl anderer Geräte, die an dieses Interface angeschlossen werden können. IDE/ATA ist vor allem für Geräte des Massenmarktes vorgesehen.

Typische Merkmale der herkömmlichen IDE/ATA-Schnittstelle (Parallel ATA):

- Verkabelung: vorzugsweise Flachbandkabel mit 40 bzw. (für Ultra DMA) 80 Leitungen,
- Steckverbinder: vorzugsweise 40polige, zweireihige Pfosten-Steckverbinder (Buchse am Kabel, Stecker auf Motherboard bzw. am Gerät),
- Anzahl der anschließbaren Geräte: zwei je Kabel,
- maximale Kabellänge: 45 cm (18"),
- anschließbare Kabel in üblichen PCs: zwei. Erweiterung: über Steckkarten.

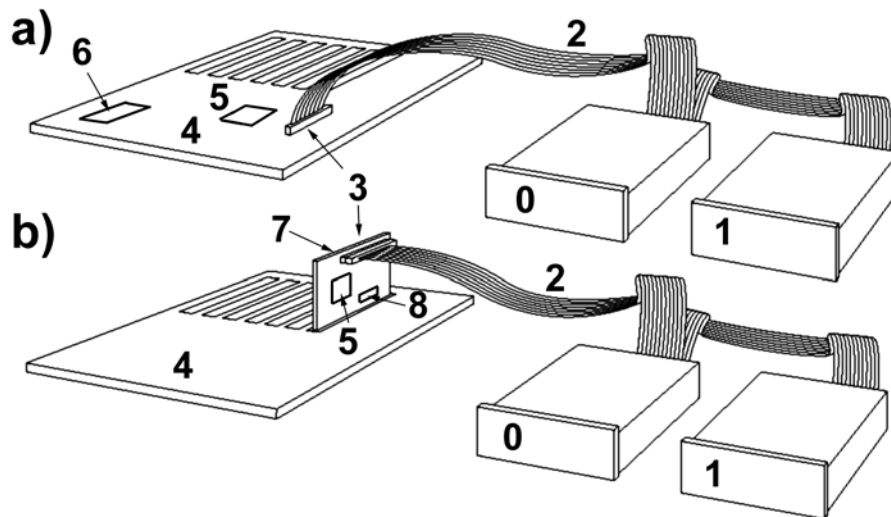
Typische Merkmale von Serial ATA:

- Verkabelung: dünne Kabel mit zwei Leitungspaaren,
- miniaturisierte Steckverbinder für Signal- und Stromversorgungsanschluß,
- ein Gerät je Kabel (Punkt-zu-Punkt-Verbindung),
- maximale Kabellänge: 1 m,
- Beschränkung auf Geräteanschluß im Innern des PCs. Somit können Hardware und Übertragungsprotokolle vergleichsweise einfach ausgelegt werden (nur Verbindung zwischen Host und Gerät, nur ein Host (keine Vernetzung), keine isochrone Übertragung).
- softwareseitig kompatibel zur herkömmlichen IDE/ATA-Schnittstelle (gleicher Registersatz, gleiche Kommandos),
- mit der herkömmlichen IDE/ATA-Schnittstelle kombinierbar (über Zwischenadapter (Abb. 1.3)).

Wichtige Abkürzungen und Fachbegriffe:

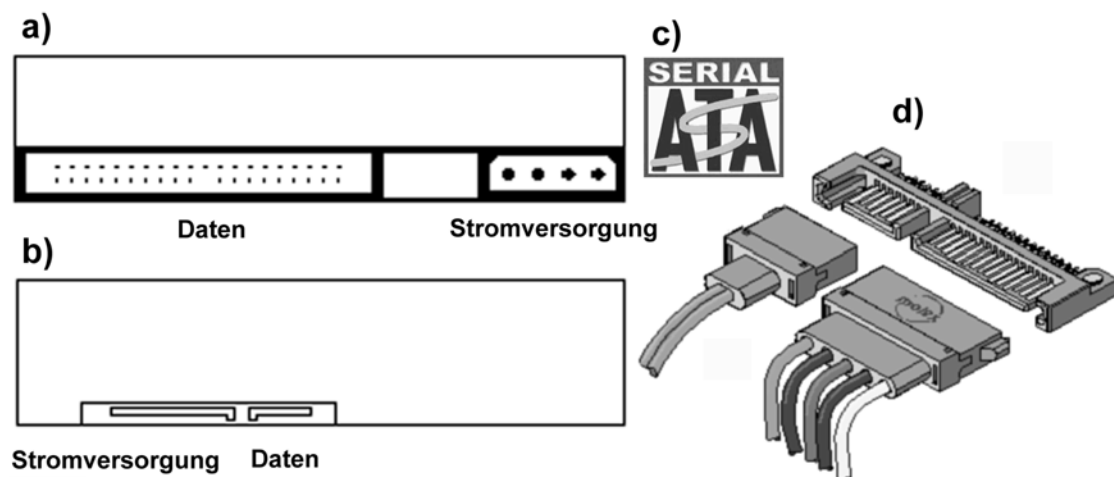
- IDE = Integrated Drive Electronics,
- ATA = AT Attachment,
- EIDE = Enhanced IDE (weiterentwickelter IDE-Anschluß),
- Ultra DMA = leistungsgesteigertes Interface (auch: Ultra ATA),
- ATAPI = ATA Packet Interface. Eine Spezifikation die das Anschließen von Geräten mit wechselbarem Datenträger (CD, DVD, ZIP, LS-120, Bandlaufwerke usw.) an ATA-Schnittstellen betrifft.
- Device: Sammelbegriff für die anschließbaren Geräte.
- Host: Sammelbegriff für die zentrale Steuerung. Die Host-Funktionen werden von Prozessor und Hostadapter ausgeführt. Hierbei gibt es verschiedene Formen der Arbeitsteilung (Abschnitt 1.4). Der Hostadapter befindet sich auf dem Motherboard oder auf einer Steckkarte (Abb. 1.1).

Manche Hersteller bezeichnen ihre Schnittstellen mit eigenen Handelsnamen, z. B. Fast ATA oder Enhanced IDE. "IDE" und "ATA" bedeuten im wesentlichen das gleiche. Genaugenommen bezeichnet ATA einen ANSI-Standard, von dem es verschiedene Versionen gibt (ATA-1 bis ATA/ATAPI-7 usw.). Vgl. weiterhin Abschnitt 1.5.



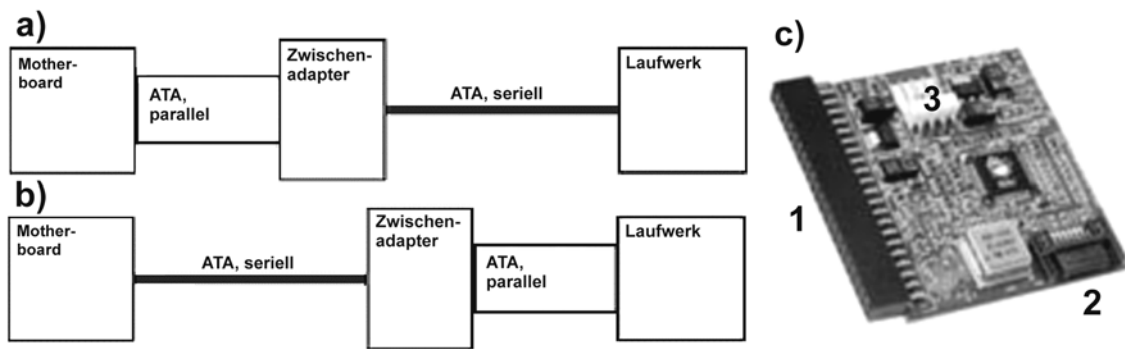
a) Hostadapter auf Motherboard; b) Hostadapter auf Steckkarte. 0, 1 - Geräte; 2 - Flachbandkabel; 3 - hostseitiger Interfaceanschluß; 4 - Motherboard; 5 - Steuerschaltkreis; 6 - BIOS-ROM; 7 - Steckkarte; 8 - ROM mit BIOS-Erweiterung (z. B. zwecks Modernisierung (BIOS Upgrade)).

Abb. 1.1 Geräteanschluß über IDE/ATA (Prinzip)



a) die Anschlüsse eines herkömmlichen Gerätes; b) Gerät mit Serial-ATA-Schnittstelle. Kleine Steckverbinder und dünne Kabel erleichtern das Installieren. c) das Serial-ATA-Logo; d) geräteseitige Steckverbinder.

Abb. 1.2 Serial ATA im Überblick



a) herkömmliches Motherboard und modernes Gerät; b) modernes Motherboard und herkömmliches Gerät; c) Beispiel eines Zwischenadapters. 1 - herkömmliche ATA-Schnittstelle; 2 - Serial-ATA-Anschluß; 3 - Stromversorgungsanschluß.

Abb. 1.3 Parallel und Serial ATA. Alte und neue Hardware wird über Zwischenadapter (Interfacewandler) miteinander verbunden

1.2 Zur Entwicklungsgeschichte

Anfänglich (Mitte der 80er Jahre) hatten die in PCs eingesetzten Festplattenlaufwerke eine einfache, dem Interface der Diskettenlaufwerke ähnliche Schnittstelle, das sog. ST-506-Interface. Zum Anschluß solcher Laufwerke war eine Controller-Steckkarte erforderlich. Mit dem Fortschritt der Schaltungsintegration wurde es möglich, den Controller so klein zu bauen, daß man ihn im Laufwerk unterbringen konnte (daher "Integrated Drive Electronics" = "ins Laufwerk eingebaute Elektronik"). Um ein solches Laufwerk mit eingebautem Controller ansteuern zu können, hat man die erforderlichen Signale des ISA-Bus (AT-Bus) einfach über ein Flachbandkabel geführt (daher "AT-Attachment" = "Anschluß an den AT-Bus"). Hierzu war es notwendig, den Datenweg über Bustreiber zu entkoppeln. Um mit möglichst wenig Leitungen auszukommen, wurde der Adreßbereich des Festplattencontrollers bereits auf dem Motherboard decodiert; das Interface enthält nur so viele Adreßleitungen, wie zur Auswahl der einzelnen Register im Laufwerks-Controller notwendig sind. Auf diese Weise konnte man sowohl die Laufwerke als auch die PCs kostengünstig auslegen. 1987 erschien die erste IDE-Hardware (Laufwerke und Adapter-Steckkarten) am Markt. Anfang der 90er Jahre wurden die Bemühungen um eine herstellerunabhängige Standardisierung wirksam (ANSI-Standard ATA-1). Der weitere Entwicklungsweg ist durch eine Folge verschiedener Betriebsarten, durch Erweiterungen des Kommandosatzes und durch immer höhere Datenraten gekennzeichnet (Tabelle 19.1). Von Zeit zu Zeit wurde das alsbaldige Verschwinden von ATA vorausgesagt: Mitte der 90er Jahre sollte SCSI und Ende der 90er Jahre Firewire die ATA-Schnittstelle ablösen. Den Entwicklern ist es aber immer wieder gelungen, das Leistungsvermögen zu steigern und dabei die Kosten konkurrenzlos niedrig zu halten. Alternative Interfaces sind hardwareseitig teurer (Schaltkreise, Kabel) und softwareseitig komplizierter. Zudem werden deren Vorteile¹⁾ in den typischen PCs des Massenmarktes (die oft nur mit einer Festplatte und einem CD- oder DVD-Laufwerk ausgeliefert werden) gar nicht wirksam. Deshalb hat man sich, nachdem die tatsächlichen Grenzen der Datenrate erreicht wurde (Ultra DMA/133), dazu entschlossen, die Schnittstelle in ihrer technischen Auslegung radikal umzustellen, aber die Beschränkung auf das vergleichsweise bescheidene Einsatzgebiet beizubehalten und die softwareseitige Kompatibilität zu gewährleisten (Serial ATA).

1) Anschließbarkeit mehrerer Geräte, Kabellängen von mehreren Metern, Kabelverlegung außerhalb des Gehäuses (zu extern aufgestellten Geräten), gleichzeitige (überlappte) Ausführung mehrerer Kommandos, Hot Swapping.

Bezeichnung	erste Ausgabe ^{*)}	zum Inhalt
ATA-1	1991	erster ANSI-Standard der IDE-Schnittstelle, PIO bis Mode 2, Single Word DMA bis Mode 2, Multiword DMA Mode 0
ATA-2	1994	schnellere PIO- und DMA-Betriebsarten, verbesserte Geräte-Identifikation, Geräteadressregister entfallen, LBA-Sektoradressierung, PIO bis Mode 4 und Multiword DMA bis Mode 2
ATA Attachment Packet Interface (ATAPI)	1994	Paketorientierter Kommandosatz (für CD-ROM, ZIP, LS-120 usw.)
ATA-3	1995	IOCS16 entfallen, Geräte unterstützen Slave-Only-Betrieb
ATA/ATAPI-4	1996	Spindle Sync entfallen, Ultra DMA bis Mode 2, Kommandoüberlappung und -Verkettung, Einführung des Kabels mit 80 Leitungen
ATA/ATAPI-5	1998	verschiedene Einzelheiten verbessert
ATA/ATAPI-6	2000	CHS-Adressierung entfallen, Ultra DMA bis Mode 5, 48-Bit-LBA
ATA/ATAPI Host Adapter Standard	2000	Hostadapter mit automatischer DMA-Übertragung (Ausführung von Kommandoketten ohne Eingriff des Prozessors)
ATA/ATAPI-7	2001	Ultra DMA Mode 6
Serial ATA	2001	Ablösung des herkömmlichen (parallelen) Interfaces durch ein serielles Hochgeschwindigkeits-Interface

*) Wirksamkeit am Markt: typischerweise 1...2 Jahre später

Tabelle 1.1 ATA-Standards im Überblick

1.3 Betriebsarten

Die verschiedenen Betriebsarten des IDE/ATA-Interfaces werden durch die Zugriffsweise der Datenübertragung (PIO- oder DMA-Betrieb) und durch eine laufende Nummer gekennzeichnet. Zudem gibt es einige „werb wirksame“ Allgemeinbegriffe, die in Prospekten, Anzeigen und Katalogen gern verwendet werden, um eine bestimmte Leistungsklasse (hinsichtlich der maximalen Datenrate) zu kennzeichnen (Tabelle 1.2).

Allgemeinbegriff	unterstützte Betriebsarten	maximale Datenrate
Fast ATA	PIO Mode 3, Multiword DMA Mode 1	11,1 bzw. 13,1 MBytes/s
Fast ATA-2	PIO Mode 4, Multiword DMA Mode 2	16,67 MBytes/s
Ultra ATA/33	Ultra DMA Mode 2	33,33 MBytes/s
Ultra ATA/66	Ultra DMA Mode 4	66,67 MBytes/s
Ultra ATA/100	Ultra DMA Mode 5	100 MBytes/s
Ultra ATA/133	Ultra DMA Mode 6	133 MBytes/s

Tabelle 1.2 Allgemeinbezeichnungen für IDE/ATA-Betriebsarten

Die PIO-Betriebsarten

Mit PIO-Zugriffen werden Kommandos und Steuerangaben in die Register des Gerätes geschrieben bzw. Zustandsmeldungen gelesen. Es ist aber auch möglich, auf diese Weise Datenzugriffe auszuführen. Solche Zugriffe laufen ähnlich ab wie die E-A-Zugriffe am ISA-Bus. Die einzelnen PIO-Betriebsarten unterscheiden sich in der Spezifikation der minimalen Zykluszeit (Tabelle 1.3).

Betriebsart	minimale Zykluszeit t_c	maximale Datenrate ^{*)}
PIO Mode 0	600 ns	3,33 MBytes/s
PIO Mode 1	383 ns	5,22 MBytes/s
PIO Mode 2	240 ns	8,33 MBytes/s
PIO Mode 3	180 ns	11,11 MBytes/s
PIO Mode 4	120 ns	16,67 MBytes/s

*) in jedem Zyklus werden 2 Bytes übertragen; Datenrate = $2 : t_c$

Tabelle 1.3 PIO-Betriebsarten

Die herkömmlichen DMA-Betriebsarten

DMA-Zugriffe dienen lediglich zur Datenübertragung. Die Abläufe entsprechen den DMA-Zugriffen am ISA-Bus. Die verschiedenen DMA-Betriebsarten unterscheiden sich in der Spezifikation der minimalen Zykluszeit (Tabelle 1.4).

Betriebsart	Einzelübertragung (Single Word DMA)		Mehrfachübertragung (Multiword DMA)	
	minimale Zykluszeit t_c	maximale Datenrate ¹⁾	minimale Zykluszeit t_c	maximale Datenrate ¹⁾
DMA Mode 0	960 ns	2,08 MBytes/s ²⁾	480 ns	4,17 MBytes/s
DMA Mode 1	480 ns	4,17 MBytes/s	150 ns	13,33 MBytes/s
DMA Mode 2	240 ns	8,33 MBytes/s	120 ns	16,67 MBytes/s

1): in jedem Zyklus werden 2 Bytes übertragen; Datenrate = $2 : t_c$; 2): noch als DMA-Zugriff über ISA-Bus möglich

Tabelle 1.4 Herkömmliche DMA-Betriebsarten

Die Ultra-Betriebsarten (Ultra DMA bzw. Ultra ATA)

Um die Datenübertragung weiter zu beschleunigen, hat man neuartige Signalprotokolle eingeführt (Tabellen 1.5, 1.6).

Serial ATA

Es sind drei Generationen vorgesehen (Tabelle 1.7). Generation 2 ist zu Generation 1 anschlussseitig kompatibel (gleiche Steckverbinder, gleiche Kabel, gleiche Spezifikationen).

Merkmale	herkömmliche Betriebsarten	Ultra DMA
Richtung der Strobe-Signale	vom PC zum Gerät	in Richtung des jeweiligen Datenflusses
Datenübertragung	mit Low-High-Flanke des jeweiligen Strobe-Signals	mit beiden Flanken des jeweiligen Strobe-Signals
wer bestimmt das Zeitraster der Datenübertragung?	der Hostadapter	der jeweilige Sender
mit einem Strobe-Impuls werden übertragen	2 Bytes	4 Bytes
Fehlerkontrolle bei der Datenübertragung	nicht vorgesehen	mittels CRC

Tabelle 1.5 Wesentliche Unterschiede zwischen den herkömmlichen und den Ultra-Betriebsarten

Betriebsart	minimale Zykluszeit t_{2c}	maximale Datenrate^{*)}
Ultra DMA Mode 0	240 ns	16,67 MBytes/s
Ultra DMA Mode 1	160 ns	25 MBytes/s
Ultra DMA Mode 2 (Ultra DMA/33)	120 ns	33,33 MBytes/s
Ultra DMA Mode 3	90 ns	44,44 MBytes/s
Ultra DMA Mode 4 (Ultra DMA/66)	60 ns	66,67 MBytes/s
Ultra DMA Mode 5 (Ultra DMA/100)	40 ns	100 MBytes/s
Ultra DMA Mode 6 (Ultra DMA/133)	30 ns	133 MBytes/s

*) in jedem Zyklus werden 2 @ = 4 Bytes übertragen; Datenrate = $4 : t_{2c}$

Tabelle 1.6 Ultra-DMA-Betriebsarten

Generation	Datenrate, pauschal	Datenrate am Interface (10 Bits/Byte)
1	150 MBytes/ss	1,5 GBits/s
2	300 MBytes/s	3 GBits/s
3	600 MBytes/s	6 GBits/s

Tabelle 1.7 Serial-ATA-Generationen

1.4 Aufbau und Wirkungsweise

ATA als Programmschnittstelle und Geräte-Interface

Die ATA-Standards beschreiben nicht nur verschiedene Interfaces, sondern auch die Programmschnittstelle zu den angeschlossenen Geräten (Abb. 1.4).

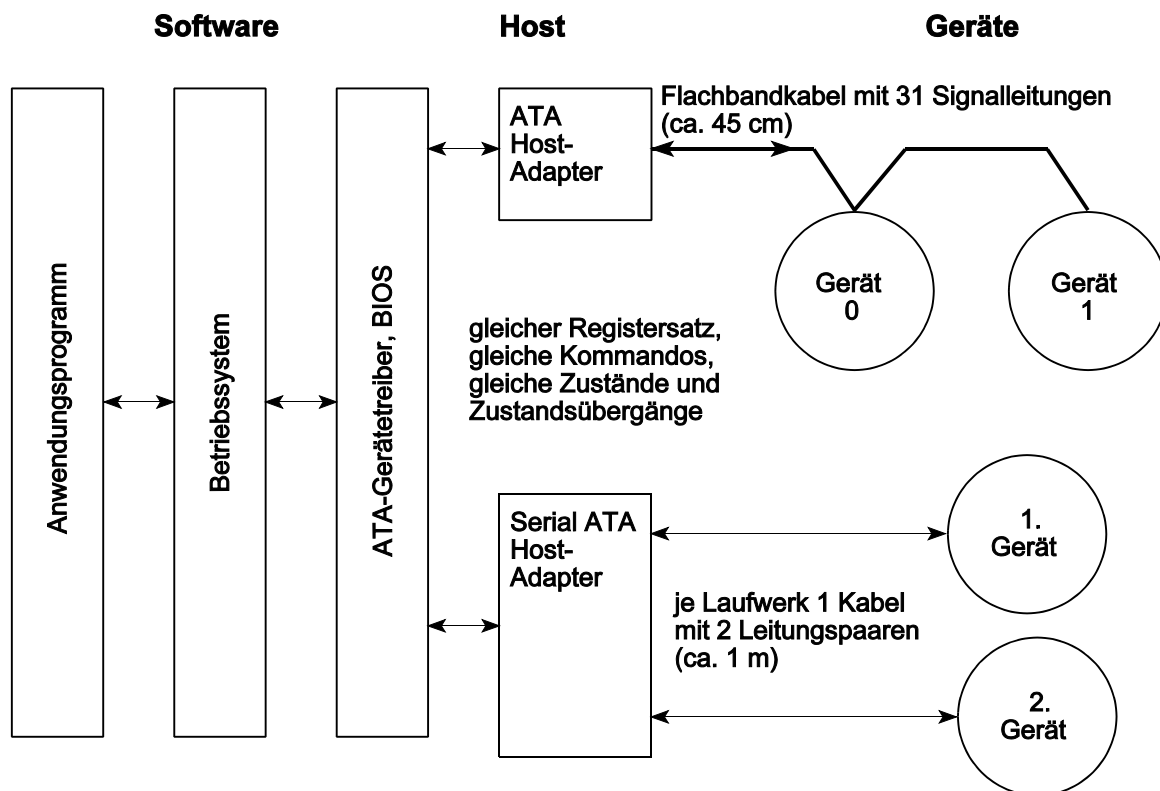


Abb. 1.4 ATA als Programmschnittstelle und Geräte-Interface. Oben das herkömmliche (parallele) Interface, darunter Serial ATA

Um Dateizugriffe auszuführen, ruft das Anwendungsprogramm das Betriebssystem. Dieses greift seinerseits auf entsprechende Gerätetreiber (und erforderlichenfalls auf das BIOS) zurück. Diese Programme sprechen die Hardware direkt an. Die eigentliche Schnittstelle zwischen Soft- und Hardware ist vergleichsweise elementar: es handelt sich um einen standardisierten Registersatz, der über den E-A-Adreßraum zugänglich ist. Zudem können die Geräte Interrupts auslösen.

Kanäle und Ports

Der Zugriffsweg zu einem Registersatz wird auch als *ATA-Kanal* (Channel) oder als *Port* bezeichnet. Der ATA-Kanal ist ein vom Host zentral gesteuerter E-A-Bus (also *kein* Multimaster-Bussystem - der Hostadapter ist der einzige Master). An einen herkömmlichen (parallelen) ATA-Kanal können zwei Geräte angeschlossen werden. Ein typischer PC ist mit zwei ATA-Kanälen bestückt.

Serial ATA ist ein Punkt-zu-Punkt-Interface. An einen Kanal bzw. Port kann nur ein Gerät angeschlossen werden.

Die Anordnung des Registersatzes

Der Registersatz des herkömmlichen (parallelen) Interfaces befindet sich in den Geräten (jedes Gerät hat eine Kopie). Das ATA-Interface ist nur eine Art Durchreiche vom Host zum Registersatz im Gerät. Der Hostadapter besteht – im einfachsten Fall – nur aus einem Adreßdecoder und aus Buskoppelstufen.

Beim Serial-ATA-Interface befindet sich eine Kopie des Registersatzes im Hostadapter („Schattenregister“). Der Prozessor greift auf die Register im Hostadapter zu. Die Interface-Hardware sorgt dafür, daß die Registerinhalte von Hostadapter und Gerät auf gleichem Stand gehalten werden.

Die Software sieht stets denselben Registersatz, gleichgültig ob das Gerät über ein paralleles oder über ein serielles Interface angeschlossen ist.

Zugriffsbreite:

- bei Zugriffen auf Register, die Kommando-, Steuer- und Zustandsangaben enthalten: 8 Bits,
- bei Zugriffen auf das Datenregister (Datenübertragung beim Ausführen von Schreib- oder Lesekommandos): 16 Bits.

Geräteauswahl am gleichen Kanal

An einem Kanal gibt es zwei Geräteadressen: Gerät 0 und Gerät 1 (Devices 0, 1).

Programmseitige Geräteauswahl: über Auswahlbit DEV im Registersatz (Näheres in Kapitel 2).

Zuordnung der Geräteadressen: grundsätzlich manuell über Steckbrücken (Jumper) in den einzelnen Geräten. Typischerweise gibt es folgende Wahlmöglichkeiten:

- Direktauswahl. Dem Gerät wird seine Adresse (0 oder 1) unmittelbar zugeordnet. Handelt es sich um Gerät 0, so ist typischerweise zusätzlich einzustellen, ob dieses Gerät allein oder zusammen mit einem Gerät 1 an das Interfacekabel angeschlossen wird.
- Kabelauswahl (Cable Select). Das Gerät wird auf Kabelauswahl eingestellt. Die eigentliche Geräteadresse wird dann über das Interfacekabel vorgegeben.

Master und Slave

Das sind veraltete, unexakte Begriffe (sie sind unzutreffend, weil ATA kein Multimaster-Bussystem ist). Sie sind aber seit Beginn der IDE/ATA-Entwicklung in Gebrauch:

- Master = Gerät 0,
- Slave = Gerät 1.

Master-Slave-Konfiguration

Das ist die Allgemeinbezeichnung für den Betrieb zweier Geräte am Interfacekabel (Geräte 0 und 1).

Geräteauswahl an verschiedenen Kanälen

Jeder Kanal hat seinen Registersatz. Die einzelnen Kanäle unterscheiden sich durch die E-A-Adressen ihrer Registersätze (Näheres in Kapitel 2).

Nur ein Gerät am Interface

Es sind zwei Fälle zu betrachten:

- Betrieb als Gerät 0. Die Allgemeinbezeichnung: Master-Only- oder Device-0-Only-Konfiguration. Das ist die grundsätzlich unterstützte Betriebsweise (funktioniert immer...).
- Betrieb als Gerät 1. Die Allgemeinbezeichnung: Slave-Only- oder Device-1-Only-Konfiguration. Es ist dem Host überlassen, ob er diese Betriebsweise unterstützt oder nicht. Entsprechende Vorkehrungen im Gerät sind von ATA-3 an spezifiziert worden.

Geräteauswahl an Serial-ATA-Schnittstellen

Jedes Gerät hängt an einem eigenen Interface (Punkt-zu-Punkt-Verbindung). Somit hat jedes Gerät die Geräteadresse 0 (Master) an einem eigenen Kanal (Master-Only-Konfiguration). Der Standard läßt es aber zu, daß der Hostadapter Master-Slave-Konfigurationen unterstützt. Hierzu werden zwei Ports mit ihren Registersätzen wie ein einziger Registersatz mit Geräteauswahl verwaltet (die steuernde Software sieht nur einen E-A-Adreßbereich und unterscheidet beide Geräte anhand des Auswahlbits DEV im Registersatz, der Hostadapter muß die Zugriffe auf die beiden beteiligten Registersätze umsetzen).

Arbeitsteilung zwischen Prozessor und Hostadapter

Es gibt verschiedene Betriebsarten. Ursprünglich wurde die Schnittstelle ausschließlich vom Prozessor angesteuert; der Hostadapter war im Grunde nur ein Adreßdecoder. Im Laufe der Entwicklung wurden dem Hostadapter immer mehr Funktionen übertragen (Abb. 1.5 bis 1.7).

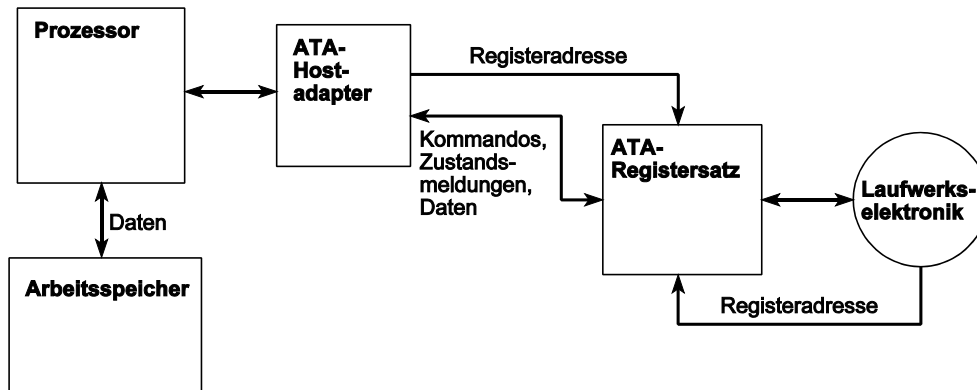


Abb. 1.5 Arbeitsteilung zwischen Prozessor und Hostadapter (1): PIO-Betrieb

Die ATA-Schnittstelle ist nicht mehr als ein vereinfachter ISA-Bus, und der Prozessor tut alles selbst. Kommandos, Daten und Zustandsmeldungen werden ausschließlich mit programmseitigen E-A-Zugriffen übertragen (PIO = Programmed Input/Output). Neben der Adreßdecodierung hat der Hostadapter vor allem die Aufgabe, das jeweils gewählte PIO-Zeitraster des ATA-Interfaces zu unterstützen. Dies ist die herkömmliche Betriebsweise (Legacy Mode). Alle – auch die modernsten – Hostadapter sind anfänglich (nach dem Hardware-Rücksetzen) auf diese Betriebsweise eingestellt.

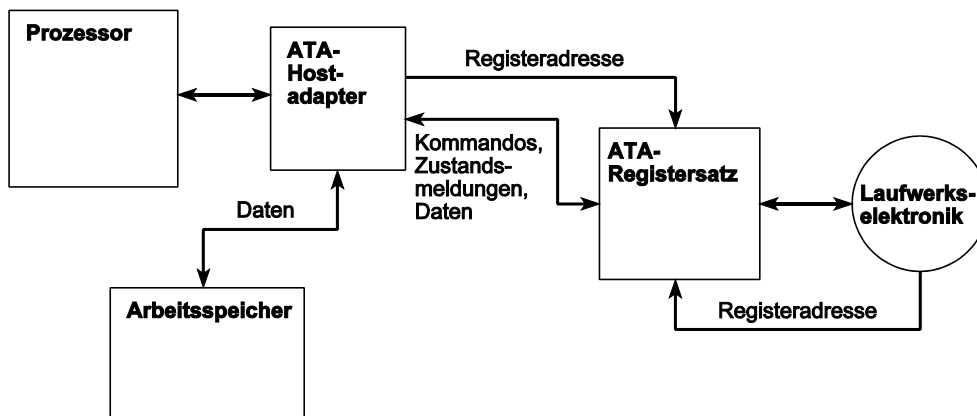


Abb. 1.6 Arbeitsteilung zwischen Prozessor und Hostadapter (2): DMA-Betrieb

Der Prozessor sendet die Kommandos und wertet die Zustandsmeldungen aus. Die eigentliche Datenübertragung wird aber vom Hostadapter autonom ausgeführt. Wenn in Zusammenhang mit ATA von DMA die Rede ist, kann es um zweierlei gehen:

1. um die Betriebsweise des Interfaces,
2. um die Arbeitsweise des Hostadapters in Hinsicht auf die Arbeitsspeicherzugriffe.

DMA-Betriebsweisen am Interface:

- Single-Word-DMA. Die ursprüngliche Lösung, der Adapter nutzt die DMA-Vorkehrungen im Host. Mit jedem DMA-Signalspiel wird ein 16-Bit-Wort übertragen. Veraltet.
- Multiword-DMA. Die typische herkömmliche Betriebsweise. Es werden jeweils mehrere 16-Bit-Worte aufeinanderfolgend übertragen.
- Ultra DMA. Eine Betriebsart zur besonders schnellen Datenübertragung. Dabei werden einige Interfaceleitungen in neuartiger Weise ausgenutzt. Das DMA-Handshaking wird verwendet, um diese Betriebsart einzuleiten und von der herkömmlichen Nutzung des Interfaces zu unterscheiden (im DMA-Betrieb neuartige Nutzung des Interfaces, außerhalb des DMA-Betriebs herkömmliche Nutzung (PIO-Betrieb)).

Arbeitsspeicherzugriffe des Hostadapters:

- DMA-Betrieb im eigentlichen Sinne (wie am ISA-Bus). Hierzu wird einer der herkömmlichen DMA-Controller auf dem Motherboard ausgenutzt. Veraltet (und auch nicht zu empfehlen – vom 386 an ist PIO typischerweise deutlich schneller).
- BMIDE-Betrieb (Busmaster-IDE). Die typische Betriebsweise eines Hostadapters am PCI-Bus. Der Prozessor löst nach wie vor die Kommandos aus, der Hostadapter steuert die Datenübertragung. Hierzu führt er die nötigen Speicherzugriffe als Busmaster selbst aus. Das Geräte-Interface wird hierbei in einem an sich beliebigen Modus betrieben (vorzugsweise Multiword DMA oder Ultra DMA). Nach dem Hardware-Rücksetzen sind solche Adapter typischerweise auf Multiword-DMA Mode 0 eingestellt.
- ADMA-Betrieb (Abb. 1.7). ADMA = Automatic Direct Memory Access. Der Hostadapter kann ganze Kommandoketten (Folgen verschiedener Kommandos) selbsttätig steuern. Hierzu muß der Prozessor lediglich steuernde und beschreibende Datenstrukturen im Arbeitsspeicher aufbauen.

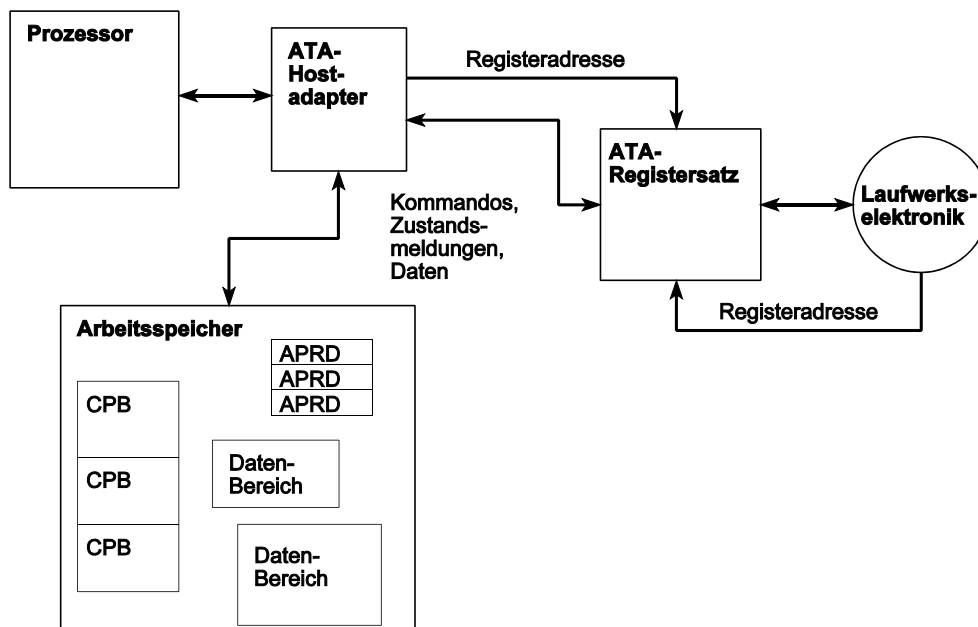


Abb. 1.7 Arbeitsteilung zwischen Prozessor und Hostadapter (3): ADMA-Betrieb

Datenstrukturen des ADMA-Betriebs:

- CPB = Command Parameter Block. Diese Datenstruktur enthält alle Angaben, die erforderlich sind, um ein Kommando einzuleiten und zu beenden (Steuerbits, Zeiger auf den folgenden CPB, Zeiger auf die betreffenden APRDs sowie Felder mit ATA-Registerbelegungen).
- APRD = ADMA Physical Region Descriptor. Eine solche Datenstruktur ist 16 Bytes lang. Sie beschreibt jeweils einen Datenbereich (Anfangsadresse und Länge). Darüber hinaus enthält sie verschiedene Angaben zur Interrupt- und Betriebsartensteuerung sowie einen Zeiger auf den jeweils nachfolgenden APRD.

Der Vorteil des ADMA-Betriebs: hat der Prozessor die Datenstrukturen aufgebaut, so muß er die einzelnen Abläufe nur noch auslösen (wobei sich Änderungen in den Datenstrukturen typischerweise nur auf Adressen und Längenangaben beschränken). Auch die PIO-Zugriffe (zum Laden des ATA-Registersatzes im Gerät) werden vom Hostadapter selbständig ausgeführt.

Betriebsarten des ADMA-Hostadapters:

- ATA Register Mode. Der Prozessor hat direkten Zugriff auf den ATA-Registersatz. Der Hostadapter wirkt gemäß Abb. 1.6 (nur Adreßdecodierung und Unterstützung des jeweiligen PIO-Zeitrasters).
- ADMA Mode. Der Prozessor hat keinen Zugriff auf den ATA-Registersatz (Lesezugriffe werden mit gesetztem BUSY-Bit oder mit 00H beantwortet, Schreibzugriffe werden ignoriert). Der Hostadapter arbeitet selbständig (und lädt ggf. den ATA-Registersatz aus den Registerfeldern der CPBs).

Ansteuerung des ATA-Interfaces im ADMA Mode:

- für Registerzugriffe: PIO,
- für Datenzugriffe: Ultra DMA,
- für Datenzugriffe auf Geräte, die kein Ultra DMA unterstützen: PIO.

Wahl der PIO- oder Ultra-DMA-Betriebsart: über Steuerregister bzw. (bei der Datenübertragung) über entsprechende Felder in den APRDs.

1.5 Informationsquellen

Das zuständige ANSI-Gremium: das Technische Komitee T13 beim Standardisierungskomitee NCITS (<http://www.t13.org>).

Die parallele ATA-Schnittstelle ist z. B. dokumentiert im Standard 1532D: AT Attachment-7 with Packet Interface (ATA/ATAPI - 7). Vorläufige Dokumentation (Draft Documents): d1532v1r4b (Band 1), d1532v2r4b (Band 2), d1532v3r4a (Band 3).

Serial ATA ist z. B. dokumentiert im Standard 1697D: AT Attachment-8 Serial Transport (ATA8-ST). Vorläufige Dokumentation (Draft Document): D1697r0-ATA8-ST.

Die ADMA-Betriebsart wird z. B. beschrieben im ATA/ATAPI Host Adapter Standard T13/510.