

1 Bussysteme

In diesem Kapitel lernen Sie

- ▶ grundlegende Architekturen von Bus-Systemen kennen.
- ▶ die Eigenschaften der ISA- und PCI-Busse kennen.
- ▶ die Benutzung von ISA Plug and Play.
- ▶ die Diagnosemöglichkeiten von PCI und ISA kennen.
- ▶ die Eigenschaften von ATA, S-ATA und SCSI kennen.
- ▶ die Diagnosemöglichkeiten von ATA, S-ATA und SCSI kennen.

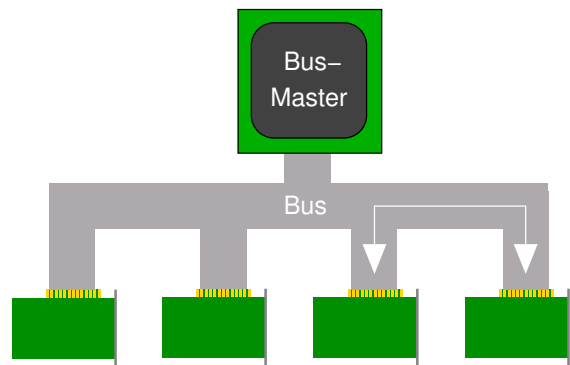
1.1 Grundarchitekturen

Das in diesem Kapitel dargestellte Grundlagenwissen hilft Ihnen, zu verstehen, wo es in einem Rechner zu Engpässen (Flaschenhälsen) kommen kann. Das erleichtert Ihnen die Auswahl passender Hardware für einen festgelegten Zweck.

Bussysteme sind die Nervenbahnen, die die verschiedenen Organe eines Rechners miteinander verbinden. Die Rechnerbusse lassen sich mit dem Rückenmark vergleichen: Sie verbinden den Prozessor und Speicher (Gehirn) mit den Peripheriegeräten (Organe).

1.1.1 Shared-Bus-Systeme

Bei einem Shared-Bus-System (shared=geteilt) sind die Einheiten eines Rechners über ein gemeinsames Medium verbunden (meistens: elektrische Leitungen). Können in einem Bus-System zwei Verbindungspartner gleichzeitig senden und empfangen, so spricht man von Vollduplexbetrieb. Kann dagegen entweder nur gesendet oder empfangen werden, so spricht man von *Halbduplexbetrieb*. Am besten lässt sich ein Shared-Bus-System mit der Luft in einer Diskussionsrunde vergleichen. Die Luft dient dort als Kommunikationsmedium. Auch hier kann nur einer senden (sprechen), ansonsten kommt es zu Verständigungsproblemen. Allerdings sind in diesem Beispiel auch Rundsprüche an alle (*Broadcasts*) möglich.



Unter Umständen ist ein Bus-Master vorhanden, der die Kommunikation auf dem Bus koordiniert. Während zwei Geräte auf dem Bus miteinander kommunizieren, können andere Geräte nicht auf den Bus zugreifen, weil es sonst zu einer Kollision käme; die Signale zweier Geräte würden sich überlagern, die gesendeten Informationen würden unbrauchbar. Da sich auf einem Shared-Bus alle verständigen können müssen, ist die Geschwindigkeit des Busses auf die Geschwindigkeit des langsamsten Gerätes beschränkt. Ferner sind wegen elektrischem Rauschen, elektromagnetischen Einstrahlungen und Leitungsverzögerungen die Kabellängen von Bussystemen im Allgemeinen begrenzt.

Beispiele für Shared-Bus-Architekturen liefern ISA, PCI und Ethernet-Knoten an einem Hub.

Die Vorteile eines Shared-Bus-Systems sind:

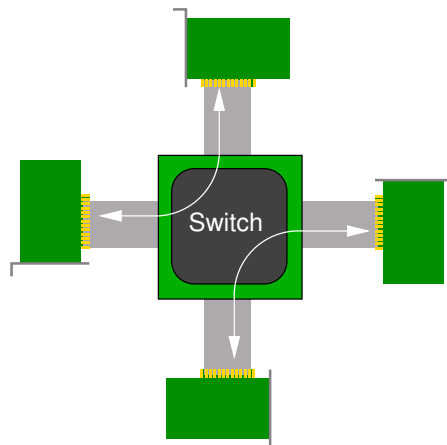
- Vergleichsweise einfach im Aufbau, da wenig Verwaltungselektronik notwendig

Die Nachteile dagegen:

- Nur zwei Geräte können kommunizieren
- Die Geschwindigkeit des Busses ist auf die des langsamsten Knotens beschränkt
- Kollisionen sind möglich

1.1.2 Switched-Bus-Systeme

Anders als bei einem Shared-Bus-System wird bei einem Switched-Bus-System (switched=geschaltet) mittels einer Schaltzentrale auf Anforderung eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zweier Kommunikationspartner hergestellt. Ein solches System entspricht ungefähr einer Telefonzentrale. Je zwei gewünschte Verbindungspartner bekommen eine eigene exklusive Leitung, wobei mehrere Verbindungen gleichzeitig stattfinden können.



Die Vorteile einer Switched-Bus-Architektur sind:

- Es können mehrere Geräte gleichzeitig mit voller Geschwindigkeit kommunizieren
- Es gibt keine Kollisionen

Nachteile:

- Aufwändige Switch-Elektronik notwendig
- Bei Ausfall des Switches ist keine Kommunikation mehr möglich

Beispiele für Switched-Bus-Architekturen sind PCI-Express (PCIe) oder Ethernet-Knoten an einem Switch.

1.2 Rechner-Busse

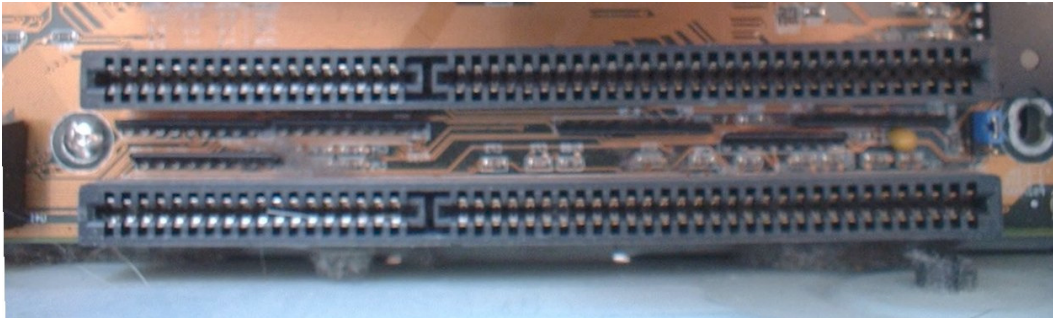
1.2.1 Der ISA-Bus

Der ISA-Bus ist das Bus-System, das IBM in den *AT*-Rechnern (Advanced-Technology) verwendete. Daher hat ISA auch den Beinamen *AT-Bus*.

Die Abkürzung *ISA* stand einst für Industry Standard Architecture. Da mittlerweile der PCI-Bus den Industriestandard darstellt, wird er heute als *Legacy-Bus* bezeichnet.

Die Architektur des ISA-Busses ist ein paralleler Shared-Bus mit 8 bzw. 16 Bit Breite.

ISA-Stecker auf der Hauptplatine sehen wie folgt aus:



16-Bit ISA-Ports lassen sich leicht daran erkennen, dass zwei Kontaktreihen vorhanden sind. Auch bei folgender ISA-Karte (einer Teles S0 ISDN-Karte) handelt es sich um eine 16-Bit-Karte:



Mit 4.77 MHz bei 8 Bit bzw. 8 MHz bei 16 Bit kommt der ISA-Bus auf eine reale Datenübertragungsrate von etwa 1–2 MBit/s, was in etwa der niedrigsten USB-Geschwindigkeit gleichkommt.

Bei traditionellen Geräten teilt man den ISA-Bus in einen internen und einen externen Teil. Der interne Teil bindet den Tastaturcontroller, das Floppylaufwerk und die

seriellen bzw. parallelen Schnittstellen an. Der externe Teil besteht aus den Erweiterungssteckplätzen.

Die Nachteile des ISA-Busses:

- für heutige Verhältnisse sehr langsam
- keine Autokonfiguration von Interrupts und IO-Ports

Unter ISA mussten also Interrupts und IO-Ports per Steckbrücke auf der Karte eingestellt werden. Beispielsweise findet sich auf der oben abgebildeten Karte links oben neben den zwei quadratischen Chips eine 2x2-Steckbrücke zur Einstellung der IO-Ports.

In der späten ISA-Ära setzten sich allmählich so genannte ISA-Plug-and-Play-Karten (*ISA-PnP*) durch, bei denen das Betriebssystem die Interrupts und IO-Ports der Karte zuteilt. Da solche ISA-PnP-Karten häufig mit normalen ISA-Karten gemischt wurden, war auch das nicht problemlos, denn bei Konflikten funktionierten die beteiligten Karten nicht oder nicht richtig.

Unter Linux lassen sich ISA-PnP-Karten wie folgt konfigurieren:

ISA-PnP-Konfiguration



1. Die vorhandenen ISA-PnP-Karten sowie deren Einstellungen werden ausgelesen:

```
# pnpdump > /etc/isapnp.conf
```

2. Man passe die Datei `/etc/isapnp.conf` mittels eines Texteditors an. Die Datei ist wie folgt aufgebaut (Wesentliche Teile unterstrichen):

```
# Release isapnptools-1.21 (library isapnptools-1.21)

...

(READPORT 0x0273)
(ISOLATE PRESERVE)
(IDENTIFY *)
(VERBOSITY 2)
(CONFLICT (IO FATAL) (IRQ FATAL) (DMA FATAL) (MEM FATAL))

# Card 1: (serial identifier cb 80 86 00 01 30 00 a8 65)
# Vendor Id YMH0030, Serial Number 2156265473, checksum 0xCB.
```

```
# Version 1.0, Vendor version 0.0
# ANSI string -->OPL3-SA3 Snd System<--
#
# Logical device id YMH0021
#
# Edit the entries below to uncomment out the configuration required.
# Note that only the first value of any range is given,
# this may be changed if required
# Don't forget to uncomment the activate (ACT Y) when happy

# Beginn des Konfigurationsabschnittes einer Karte:
(CONFIGURE YMH0030/2156265473 (LD 0

# Multiple choice time, choose one only!

#     Start dependent functions: priority preferred
#     Logical device decodes 16 bit IO address lines
#         Minimum IO base address 0x0220
#         Maximum IO base address 0x0220
#         IO base alignment 16 bytes
#         Number of IO addresses required: 16
# IO-Port der Karte konfigurieren:
# (IO 0 (SIZE 16) (BASE 0x0220))

...

#     IRQ 5.
#         High true, edge sensitive interrupt
# Interrupt der Karte einstellen
# (INT 0 (IRQ 5 (MODE +E)))

...

#     Next DMA channel 0.
#         8 bit DMA only
#         Logical device is not a bus master
#         DMA may execute in count by byte mode
#         DMA may not execute in count by word mode
#         DMA channel speed type F
# DMA-Kanal konfigurieren:
# (DMA 1 (CHANNEL 0))

...
```

```
# ID/Name der Karte:  
(NAME "YMH0030/2156265473[0]OPL3-SA3 Snd System ")  
# Einstellungen aktivieren:  
# (ACT Y)  
# Den Abschnitt abschließende Klammern:  
))
```

Vor den gewünschten IO-Ports, Interrupts und DMA-Adressen entfernt man einfach das Kommentarzeichen, sowie auch bei (ACT Y).

3. Dann werden die Einstellungen entsprechend der Konfigurationsdatei in die Karte geschrieben mittels:

```
# isapnp
```

Da die Einstellungen in der Karte flüchtig sind, muss dieser Vorgang bei jedem Booten wiederholt werden (am Besten per Startskript).

Der ISA-Bus spielt in modernen Systemen keine Rolle mehr. Er ist jedoch noch häufig in Wirtschaft und Industrie in derzeit noch laufenden Konfigurationen anzutreffen.

1.2.2 Der PCI-Bus

Die Spezifikation des *PCI-Busses* (PCI=Peripheral Component Interconnect) wurde am 30. April 1993 von Intel freigegeben. Anfangs in High-End-Servern eingesetzt, verdrängte er dort die proprietären Standards EISA und MCA, und später (1996) verdrängte er den damals populären VESA Local Bus. In vielen Systemen dieser Übergangszeit findet sich noch der alte ISA-Bus neben PCI. In modernen Systemen findet sich nur noch der PCI-Bus zusammen mit PCI-Erweiterungen, wie z.B. AGP. Heute sind fast alle gängigen Computerarchitekturen wie PCs, Apple Macintosh und Unix-Workstations mit PCI ausgestattet.

Architektur Der PCI ist ein 32 Bit breiter Shared-Bus, an den bis zu acht Geräte angeschlossen werden können (CPU, Speicher, Grafikkarte und 5 Erweiterungskarten).

Stärken Zu seinen Stärken zählt vor allem die Autokonfiguration. Interrupts, IO-Ports und Speicherbereiche für Memory Mapped IO handeln PCI-Erweiterungskarten selbständig mit dem Bussystem aus. Prozessor und Systemkomponenten werden über so genannte *PCI-Bridges* an den PCI-Bus angebunden, wodurch PCI an beliebige Architekturen angebunden werden kann.

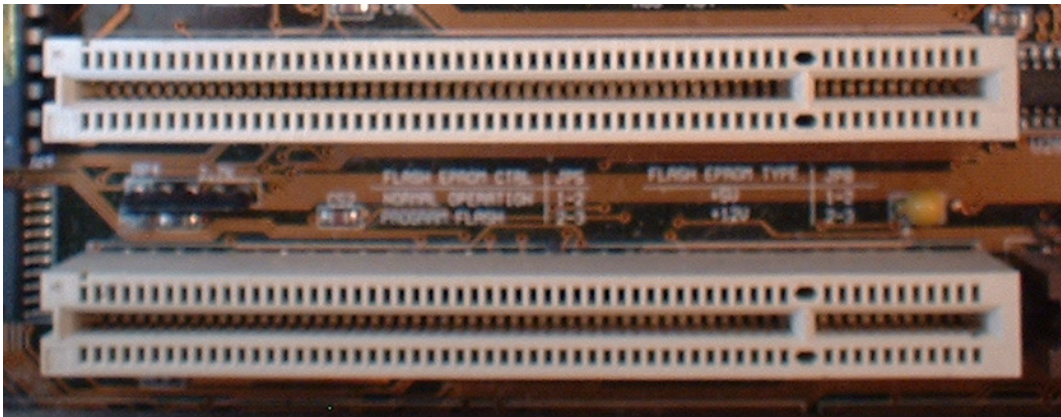
Schwächen Seine Schwächen bestehen in der für heutige Verhältnisse niedrigen Bandbreite. Selbst die PCI-Erweiterung PCI-X hat nur eine Bandbreite von 1066 MB/s (Version 2.0: 2133 MB/s), die mit einer Gigabit-Ethernet-Karte, USB 2.0 und Firewire sowie einer schnellen Festplatte schnell ausgeschöpft sind.

Außerdem kennt PCI kein *Quality of Service*. Das bedeutet, dass verschiedene Daten unterschiedliche Prioritäten genießen. Beispielsweise müssen Audio- und Videodaten mit möglichst geringer Verzögerungszeit übermittelt werden. Bei normalen Datentransfers jedoch kommt es nicht so sehr auf kleine Verzögerungszeiten an; dort ist der durchschnittliche Datendurchsatz wichtiger.

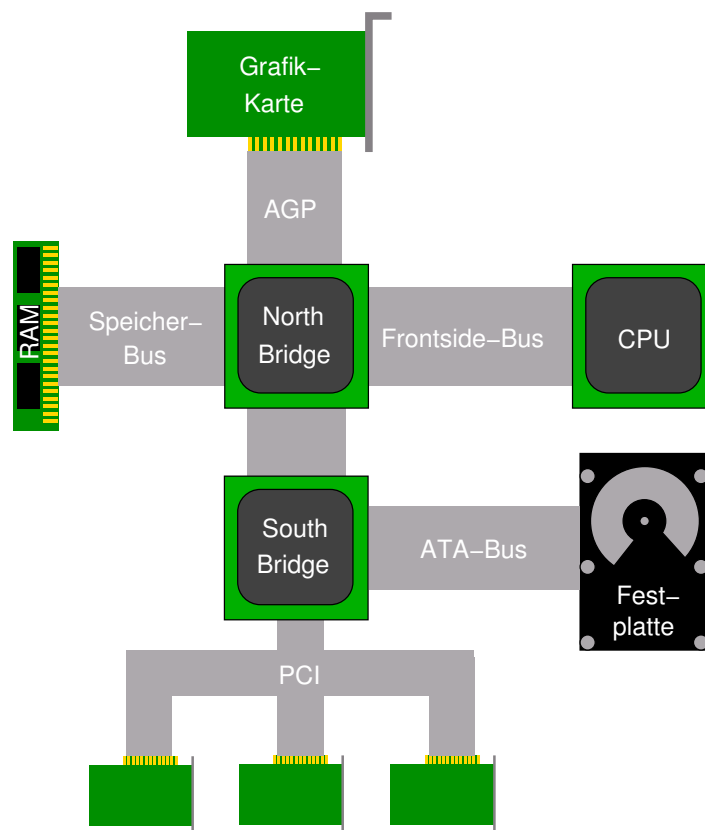
Das folgende Bild zeigt eine klassische RealTek 8139-basierte PCI-Ethernetkarte:



Und so sehen die PCI-Slots (Slot=Steckplatz) aus:



PCI-Standardarchitektur Ein klassisches PCI-Rechnersystem ist wie folgt strukturiert:

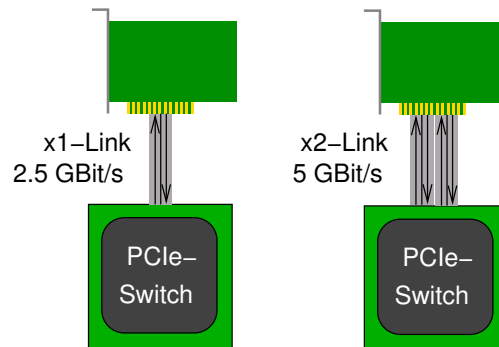


CPU, Grafikkarte und RAM sind mittels North Bridge verbunden, da diese die höchsten Übertragungsgeschwindigkeiten benötigen und es sich daher nicht leisten können,

von einer langsamen Erweiterungskarte ausgebremst zu werden. Die Anbindung der CPU erfolgt durch den *Frontside-Bus*, die Anbindung der Grafikkarte durch den für Grafikkarten optimierten AGP-Bus. Der Speicher ist ebenfalls über einen eigenen Bus an die North Bridge angebunden.

Alle anderen Erweiterungen wie Festplatten-Controller, USB, Firewire, und Erweiterungskarten sind an die *South Bridge* angeschlossen. Der eigentliche PCI-Bus ist erst an der South Bridge angebunden und bietet in der Regel Anschluss für bis zu fünf Geräte.

PCI-Express (PCIe) PCI wird wohl von *PCI-Express* in absehbarer Zeit verdrängt werden. Die Architektur des PCIe besteht aus einer seriellen (Busbreite=1 Bit) Switched-Bus-Architektur:



Dabei lassen sich mehrere serielle *PCIe-Links* bündeln. Ein PCIe-Link hat eine Datenübertragungsrate von 2.5 GBit/s (312 MB/s) in beide Richtungen gleichzeitig (bidirektional), und durch Bündelung zu x2-, x4-, x8-, x16- oder x32-Links entstehen Datenübertragungsraten von bis zu 80 GBit/s (10 GB/s), wobei höhere Datenübertragungsraten für die Zukunft in Vorbereitung sind.

Schließlich ist PCIe softwaremäßig völlig zu PCI kompatibel; das bedeutet, dass nur die Hardware ausgetauscht zu werden braucht. Das Betriebssystem läuft dabei unverändert weiter und merkt von der Änderung nichts. Dieser Umstand trägt sehr dazu bei, dass sich PCIe gegenüber konkurrierenden Bussystemen wie z.B. Infiniband durchsetzt.

PCI-Diagnosewerkzeuge Linux stellt einige Werkzeuge bereit, mit deren Hilfe man sich Informationen über die verfügbaren PCI-Geräte verschaffen kann. Das wohl nützlichste ist das Kommando `lspci`. Mit dessen Hilfe kann man sich in gut lesbarer Form eine Übersicht über eingebaute PCI-Karten verschaffen: