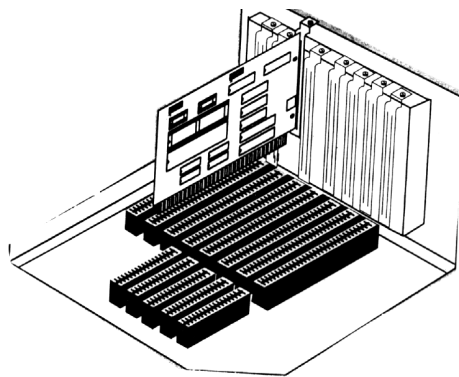


10 Ein-/Ausgabekarten und Schnittstellen (Interfaces)

Wir haben bereits gesagt, dass die wichtigsten Teile des Rechners auf dem Motherboard zu finden sind. Betrachtet man das Motherboard genauer, so bemerkt man eine Reihe von Einschüben (Steckplätzen), in denen verschiedene Karten stecken. Diese Karten stellen die Verbindung des Rechners zur Außenwelt dar, das heißt, sie ermöglichen den Anschluss von Peripheriegeräten. Ein-/Ausgabekarten erkennt man von außen immer an Steckmöglichkeiten an der Rückseite der Zentraleinheit (solche „Steckdosen“ bezeichnet man als **Schnittstellen**)

Auch für den Datentransfer vom Motherboard zur Schnittstellenkarte sind Standards nötig. Heute existieren folgende Standards:

10.1 ISA



Steckplätze auf der Hauptplatine, Einsetzen einer Steckkarte (Foto: VOBIS) – man erkennt die schmalen 8 bit- und die breiteren 16 bit-ISA-Steckplätze

Der ISA-Standard (Industry Standard Architecture) wurde mit dem AT (80286-Prozessor) eingeführt (der ISA-Bus wird daher auch oft als „AT-Bus“ bezeichnet) und seitdem nicht mehr verändert. Die Datenbusbreite beträgt hier 16 bit, die Adressbusbreite max. 24 bit.

Maximale Taktfrequenz: 8,3 MHz

Maximale Datentransferrate: 8 MB/s (wird aber in der Praxis nicht erreicht).

Während in modernen Systemen keine ISA-Steckplätze mehr ausgeführt werden, arbeiten doch Geräte wie Tastatur und Maus (auch wenn sie am PS/2- oder USB-Port angeschlossen sind) noch immer mit diesem Bus.

10.2 PCI

PCI = Peripheral Component Interface. Dieser Standard wurde von der Firma INTEL entwickelt und hat sich seither als **Standard-Bussystem** etabliert. Ab Anfang 1994 wurden immer mehr Systeme mit dieser lokalen Busnorm auf den Markt gebracht. Der PCI-Bus verbindet bis zu 4 Steckplätze und kann bei Bedarf auf eine Busbreite von 64 bit verbreitert werden, was der Datenbusbreite des Pentium-Prozessors entspricht. Der PCI-Bus ist mit dem Prozessor nicht direkt verbunden, sondern kommuniziert über einen Controller-Chip. Ein weiterer Vorteil ist, daß zum PCI-Bus ein Autokonfigurationsmechanismus gehört, bei dem sich Mutterplatine und Erweiterungskarten selbständig konfigurieren. (Anmerkung: Bei den herkömmlichen Systemen traten oft Probleme durch falsch gesetzte Jumper oder doppelt belegte Interrupts auf.)



Abbildung: Fünf PCI-Slots auf dem ASUS-Motherboard A7N8X Deluxe, rechts daneben der dunkler eingefärbte AGP2.0/3.0-Steckplatz (Quelle: www.planet3dnow.de)

10.3 PCI-X

Nachfolgestandard, 1999 beschlossen. Der neue Bus arbeitet mit bis zu 133 MHz und unterstützt 32 bit- und 64 bit-Karten. Auch herkömmliche PCI-Karten können weiterbetrieben werden.

10.4 AGP

Accelerated Graphics Port, eine von Intel entwickelte Schnittstelle für (3D-) Grafikkarten. Durch die gestiegenen Anforderungen der Software (CAD-Design, 3D-Spiele) waren große Speichermengen für die Graphikdarstellung auf den Graphikkarten notwendig, ebenso eine effizientere Kommunikation der CPU mit dem Graphikprozessor bzw. dem Graphikspeicher. Mit AGP kann ein Teil des Hauptspeichers für die Graphikdaten genutzt werden.

Ab Mitte 2004 löste der „PCI Express“-Standard den AGP-Bus ab.

10.5 PCI Express (PCIe)

PCIe ist der neueste, schnellste und beliebteste Erweiterungsbus, der heute im Einsatz ist. Statt der parallelen Kommunikation von PCI wird bei PCIe eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung verwendet. Diese Verbindungen werden durch Leitungspaare (Senden, Empfangen) ermöglicht, die als Bahnen (Lanes) bezeichnet werden. Jede Bahn läuft mit 2,5 Gbps, wobei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auch durch

mehrere Bahnen (1, 2, 4, ..., 32) realisiert werden können. Für Grafikkarten werden meist 16 Bahnen verwendet.

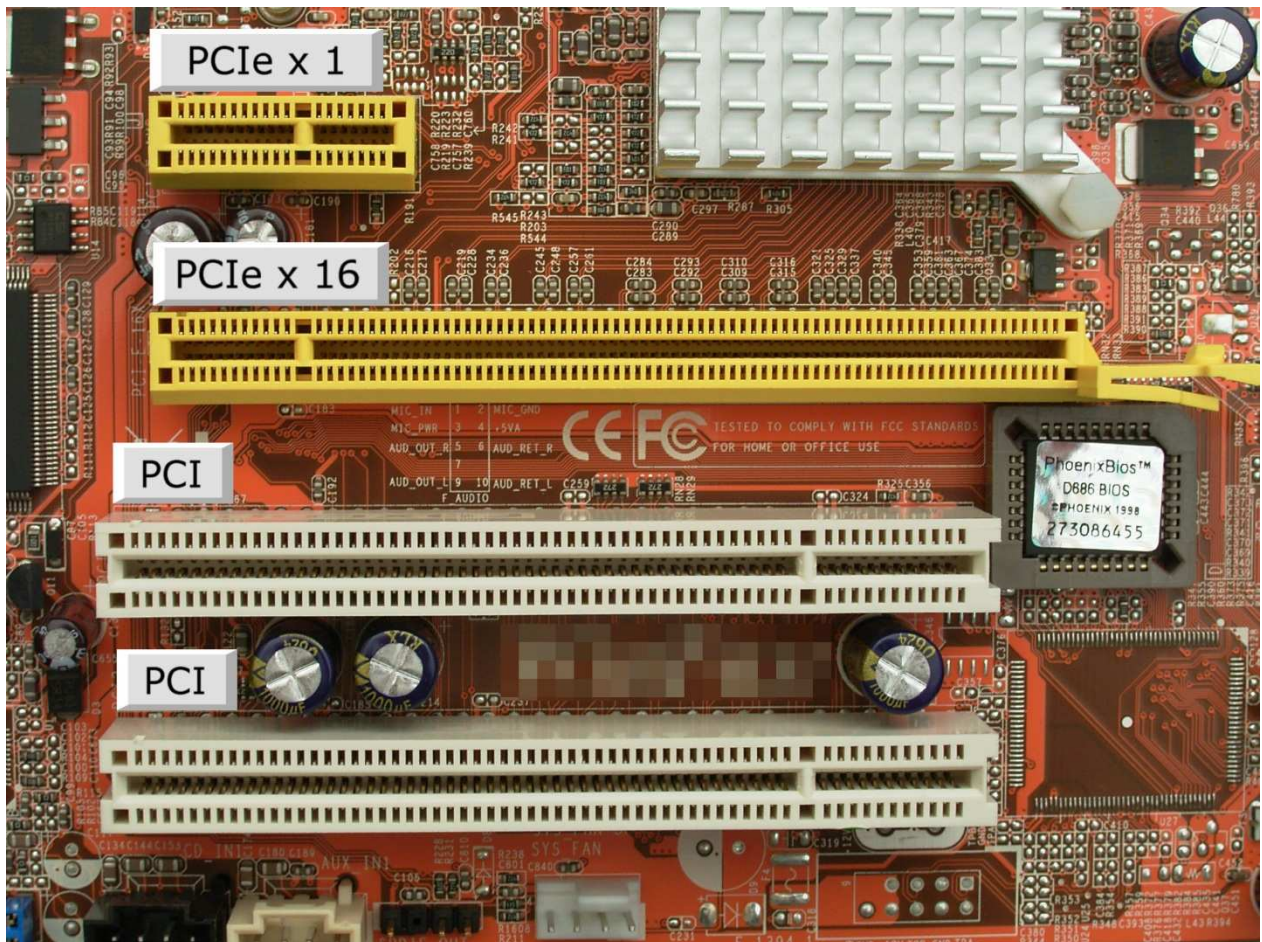


Abbildung: Die oberen beiden Slots stellen PCIe-Steckplätze dar, die unteren beiden „normale“ PCI-Steckplätze.

10.6 Kurzübersicht Ein-/Ausgabekarten

Grafikkarten (Grafikadapter, Bildschirmkarten): Man benötigt sie zur Ansteuerung des Bildschirms. Häufig verwendet werden VGA-Karten, Genaueres siehe Kap. 4.8!

Standard-Schnittstellenkarten (Interfaces): Erst durch diese ist der Anschluss einer Maus, eines Modems oder eines Druckers möglich. Um die angeschlossenen Geräte und Baugruppen richtig anzusteuern, ist meist noch ein eigenes Treiberprogramm nötig (Mautreiber, Druckertreiber usw.).

PCS-Schnittstellenkarten: Diese Karten zeichnen sich durch ein extrem kleines Format aus (Scheckkartengröße) und werden daher oft in Notebooks eingesetzt. Deren Norm wird als PCS-Norm (PC Card Standard, früher PCMCIA-Norm) bezeichnet. Die PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association⁵) ist ein Konsortium, dem unter anderem Firmen wie IBM, Intel und Microsoft angehören. Dieses Konsortium beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Standards für Schnittstellenkarten. Die PCMCIA-Standards werden mit römischen Zahlen bezeichnet und unterscheiden sich derzeit vor allem in der Höhe der Erweiterungskarte:

PCMCIA-I	3,3 mm RAM, Flash-Memory, OTP
PCMCIA-II	5,0 mm Modem, LAN-Karten, Host-Adapter
PCMCIA-III	10,5 mm Festplatten
PCMCIA-IV	18 mm 68polige Kontaktleiste

⁵ scherzhaft: „people can't memorize computer industries' acronyms“



16 MB Flash-Memory-Karte



PCMCIA- Netzwerkkarte

An die PCMCIA-Schnittstellen können Modems, Faxmodems, Speichererweiterungen (siehe Kap. 4.4.4), Festplatten, Funktelefone, Netzwerkkarten usw. angeschlossen werden.

Eine neue Norm soll die "Miniature Card" werden, eine 38 mm x 33 mm x 3,5 mm große Karte für Flash-, DRAM- oder ROM-Speicher bis zu 64 MB.

Disketten- und Festplattencontroller: Diese Karten dienen zur Ansteuerung von Disketten- und Festplattenlaufwerken und werden dort genauer behandelt. Es gibt auch Karten, die nur für die Festplatten- bzw. nur für die Diskettenstation-Ansteuerung verwendet werden können.

Soundkarten (Audiokarten): verfügen über eigene Klangerzeugungsfähigkeiten, meist sind eigene Synthesizer-Chips eingebaut.

Videokarten, Frame-Grabber: Mit diesen können Bilder vom Videorecorder, der Videokamera oder dem Fernseher abgetastet werden. Unter Umständen sind diese Bilder auch auf geeigneten Videorecordern speicherbar, wodurch Trickfilme erzeugt werden können.

Modem- und Faxkarten: Hier kann man den Computer an das Telefonnetz anschließen und so Datenfernübertragung durchführen.

Meß- und Steuerkarten: Dazu zählen Karten, die zur Messung von elektronischen Schaltungen, Temperatur etc. dienen bzw. Karten, mit denen eine Roboteransteuerung möglich ist. Solche Karten sind etwa auch für den Betrieb von Barcode- und Scheckkartenlesegeräten notwendig.

Scannerkarten: Über diese Karten wird ein Scanner (Gerät zum Abtasten von zweidimensionalen Text- und Bildvorlagen) angesteuert.

Netzwerkkarten: Über diese Karten kann man mehrere Computer miteinander verbinden, man spricht von „Vernetzung“. Diese Karten werden im Kapitel „Kommunikation“ näher erläutert.

Von den hier genannten Zusatzkarten sind Festplattencontroller seit Einführung des Pentium-Prozessors auf jedem Motherboard integriert, auf einigen auch Sound- und Netzwerkkarten.

10.7 Standard-Schnittstellen

Wir wollen nun im Speziellen auf die Standard-Schnittstellenkarten eingehen, also jene Vorrichtungen, die es gestatten, Maus, Drucker etc. an den Computer anzuschließen. Schnittstellen stellen demnach „Berührungspunkte“ zwischen Zentralgerät und Peripherie dar.



Abbildung: PC-Standard-Schnittstellen (links die beiden runden PS/2-Anschlüsse für Tastatur und Maus, daneben die beiden rechteckigen USB 1.1-Anschlüsse, rot eingefärbt die parallele Schnittstelle, darunter zwei 9poige serielle Schnittstellen, weiter rechts zwei USB 2.0-Anschlüsse, ganz rechts in den Farben blau, grün und rot Anschlüsse für Lautsprecher, Mikrofon und Kopfhörer. (Quelle: www.planet3dnow.de)

Man unterscheidet:

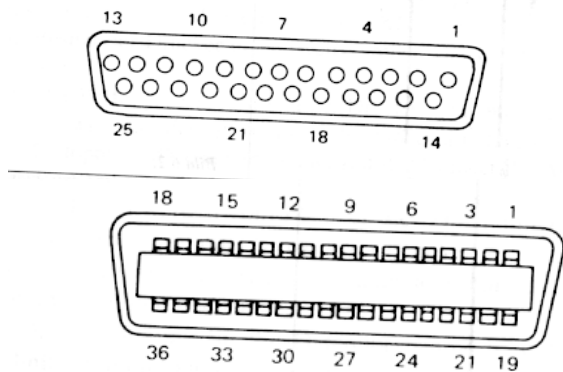
10.8 Parallele Schnittstellen

Werden üblicherweise als LPT1, LPT2, LPT3 bezeichnet (LPT = line printer); dienen meist zum Anschluss von Druckern.

Parallele Schnittstellen können 8 bits gleichzeitig übertragen, benötigen aber mehr als 8 parallele Leitungen (zusätzlich müssen Steuersignale etc. übertragen werden).

Bauarten:

- CENTRONICS: 25- oder 36polig (Pole = „pins“), Industriestandard, für Drucker- und Plotteranschluss, maximale Anschlusskabelänge ca. 4½ m.
- IEEE 488: 24 polig, von Hewlett Packard, auch als IEC-Bus (25polig) bezeichnet (IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEC = Internationale Elektrotechnische Kommission), maximale Länge ca. 20 m. Auch hier sind mehrere Geräte gleichzeitig anschließbar.



Heutige parallele Schnittstellen beherrschen auch den bidirektionalen **EPP-Mode** (Enhanced Parallel Port), mit dem auch ein schnellerer Datentransfer möglich ist (400 – 500 KB/s). Der **ECP-Mode** (Enhanced Capabilities Port) garantiert bidirektionale Übertragung bis 1 MB/s.

PC-Schnittstellen werden vom Betriebssystem über ihre Standarddateinamen (LPT1:, COM1:, usw.) angesprochen. Der Programmierer kann sie aber auch direkt über ihre Portadressen ansprechen. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, die Schnittstellen für Steuerungszwecke zu nutzen.

Beim Starten des Computers werden die Portadressen in der Reihenfolge 3BC, 378, 278 (hex) auf ihre Existenz überprüft und der Reihe nach LPT1, LPT2 und LPT3 zugeordnet (Parallele Schnittstellen). Ebenso werden die Adressen in der Reihenfolge 3F8, 2F8, 3E8, 2E8 (hex) auf ihre Existenz überprüft und der Reihe nach COM1, COM2, COM3, COM4 zugeordnet (Serielle Schnittstellen).

Diese Basisadressen können auf der Schnittstellenkarte (bzw. I/O-AT-Bus Controllerkarte) mit Jumpfern eingestellt werden.

Herculeskarten haben eine parallele Schnittstelle mit der Adresse 3BC, die als LPT1 installiert wird.

Für jede Schnittstelle sind mehrere Portadressen reserviert, beginnend mit den genannten Basisadressen. Zum Beispiel für LPT1: 378, 379, 37A hex.

Beispiele:

1 Schnittstelle mit 378h (alleine) wird als LPT1 installiert. Steckt man eine Herculeskarte dazu, so wird deren parallele Schnittstelle 3BCh als LPT1 installiert, 378h ist dann LPT2.

1 Schnittstelle mit 278h (alleine) wird als LPT1 installiert.

Meist übliche Zuordnung der Portadressen:

LPT1:	378h	COM1:	3F8h
LPT2:	278h (falls vorhanden)	COM2:	2F8h

Feststellen der Schnittstellenadressen:

- 1) Computer mit AMI-BIOS zeigen die Portadressen beim Starten an.
(Rechteck mit Pause-Taste stoppen - Ein schneller Finger ist notwendig!
Oder einen PAUSE-Befehl an den Anfang der AUTOEXEC.BAT schreiben.)
- 2) Mit einem Prüfprogramm, z.B. MSD (in DOS 6.2 enthalten) oder CHECKIT.

Die parallele Schnittstelle

Die parallele Schnittstelle ist als "Druckerschnittstelle" bekannt. Obwohl sie ursprünglich für 8 Bit Ein- und Ausgabe, also bidirektional, konzipiert war, sind die billigen parallelen Schnittstellen (z.B. auf I/O-AT-Bus-Controllern) nur für 8 Bit Datenausgabe eingerichtet. Jedoch können auch diese Standardschnittstellen wesentlich mehr, als nur Daten an einen Drucker zu senden.

Beispiele: Zugriff auf die Festplatte eines anderen Rechners mit INTERLINK (in DOS 6.2 enthalten) über die parallelen Schnittstellen, Datenübertragung mit LAPLINK (gleiches ausgekreuztes Kabel wie für INTERLINK); Netzwerkadapter (für Laptops statt einer Netzwerkkarte) und SCSI-Adapter (für externe Festplatten) am Markt erhältlich.

Für den nichtindustriellen Anwender sind Steuerungen und Regelungen über die parallele Schnittstelle deswegen interessant, weil der Aufwand sehr gering und die Handhabung besonders einfach ist: Eine parallele Schnittstelle ist auf jedem Computer verfügbar (25-polige Sub-D-Buchse), kein Hardwareeingriff, kein Softwaretreiber, keine Voreinstellungen notwendig!

Ausgabe: 8 Datenleitungen und 4 Steuerleitungen.

Eingabe: 5 Leitungen (entsprechend 5 Drucker-Steuerleitungen).

Die Eingabe von mehr als 5 Bit Datenbreite kann nur mit Hilfe eines Multiplexers in mehreren Schritten erfolgen. In diesem Fall kann eine Datenerfassungskarte die bessere Lösung sein.

Spannungen: Die parallele Schnittstelle hat TTL-Pegel:

Versorgung: +5V \pm 5%;

Eingang: Low < 0,8 V High > 2,0 V

Ausgang: Low < 0,4 V High > 2,4 V

Pufferung: Sollte grundsätzlich für alle Ein- und Ausgänge vorgesehen werden (auch wenn die Ausgänge kurzschlußfest sind). Dadurch werden nicht nur Beschädigungen im Kurzschlußfall, sondern auch Störungen durch Rückwirkung vermieden.

Geeignete Bausteine:

74HCT541	8-fach-Puffer, nichtinvertierend (Line Driver)
74HCT540	8-fach-Puffer, invertierend
74HCT245	8-fach-Puffer, bidirektional (Transceiver)

Pinbelegung der parallelen Schnittstelle (25-polige Sub-D-Buchse):

Pin Nr.:	Ansprechen mit Port-Adresse:			Signal-	name:
	port+0 (378h)	port+1 (379h)	port+2 (37Ah)		
1			Ausg./A0	2 ⁰ inv.	Strobe
2	Ausg. D0	2 ⁰			Data 0
3	Ausg. D1	2 ¹			Data 1
4	Ausg. D2	2 ²			Data 2
5	Ausg. D3	2 ³			Data 3
6	Ausg. D4	2 ⁴			Data 4
7	Ausg. D5	2 ⁵			Data 5
8	Ausg. D6	2 ⁶			Data 6
9	Ausg. D7	2 ⁷			Data 7
10		Eing. E6	2 ⁶		Acknowledge
11		Eing./E7	2 ⁷ inv.		Busy
12		Eing. E5	2 ⁵		Paper Empty
13		Eing. E4	2 ⁴		Offline
14			Ausg./A1	2 ¹ inv.	Auto Linefeed
15		Eing. E3	2 ³		Error
16			Ausg. A2	2 ²	Init
17			Ausg./A3	2 ³ inv.	Printer Select
18	Ground				
:	Ground				
25	Ground				inv...invertierte Polarität

Programmierung der parallelen Schnittstelle:

Ausgabe: Zahl (1 Byte = 0..255) auf Portadresse zuweisen.

Der Zustand der Portleitungen bleibt solange gespeichert (Latch), bis eine neue Zahl ausgegeben wird. Nach einem Reset sind alle Leitungen auf High (entspricht 255).

Eingabe: Zahl (1 Byte) von Portadresse einlesen.

Die Bits 2⁰, 2¹ und 2² sind irrelevant (keine entsprechenden Eingangsleitungen). Sie können z.B. durch ganzzahlige Division durch 8 entfernt werden.

Abfrage einzelner Leitungen (Bits) softwaremäßig durch bitweise UND-Verknüpfung:

z.B. wert & 0x08 (08 hex) liefert Bit 2³:

```

wert      1011 1001
& maske  0000 1000
-----
                0000 1000
    
```

Beispiel:	Ausgabe: D2 und D0 setzen	Eingabe:
Turbo-Pascal:	wert:=5; (Typ byte) port [\$378]:= wert;	wert:= port [\$379];
Turbo-C:	wert=5; (Typ unsigned char) outportb (0x378, wert);	wert= inportb (0x379);
Assembler: (8086)	Wert DB 5 (1 Byte) MOV AL, Wert MOV DX, 378h OUT DX, AL	Wert DB 0 MOV DX, 379h IN AL, DX MOV Wert, AL

Heutige parallele Schnittstellen beherrschen auch den bidirektionalen **EPP-Mode** (Enhanced Parallel Port), mit dem auch ein schnellerer Datentransfer möglich ist (400 – 500 KB/s). Der **ECP-Mode** (Enhanced Capabilities Port) garantiert bidirektionale Übertragung bis 1 MB/s.

10.9 Serielle Schnittstellen

Serielle Schnittstellen können nur jeweils ein Bit übertragen. (Die Datenbits werden daher nacheinander = seriell übertragen.)

Das Herz einer seriellen Schnittstelle ist der **UART-Chip** (Universal Asynchronous Transmitter). Dieser Chip ist für die Erzeugung der notwendigen Signale für die Datenübertragung der bereitgestellten Daten verantwortlich. Alte PCs enthielten den leistungsschwachen UART-8250-Chip, moderne PCs sollten den UART-16550-Baustein enthalten.

Serielle Schnittstellen werden üblicherweise mit COM1, COM2, COM3, COM4 bezeichnet (COM = communication port). An serielle Schnittstellen können Modem, Maus, Digitizer, fallweise Plotter usw. angeschlossen werden.

Für die Angabe der Übertragungsgeschwindigkeit verwendet man heute meist die Einheit **Bit pro Sekunde (bps)**⁶:

Die gebräuchlichsten Übertragungsraten sind 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 28800 und 57600 bps.

Bauarten:

- V.24: legt funktionelle Eigenschaften fest; 25polig, Reichweite maximal 35 m.

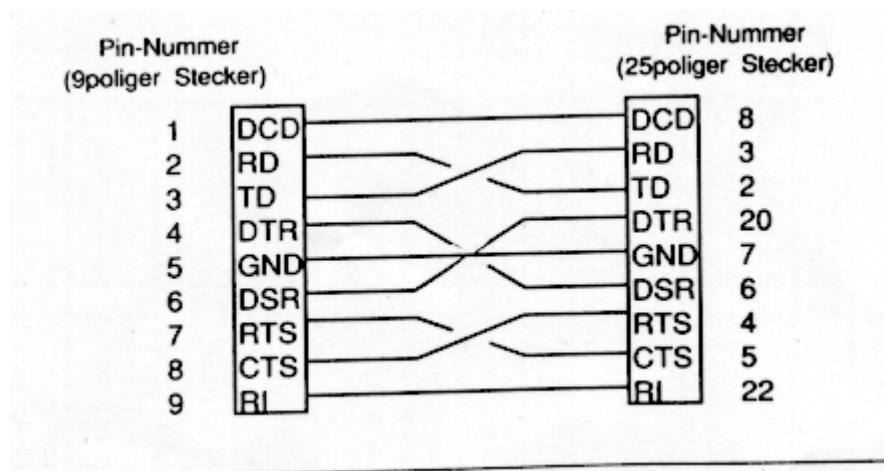
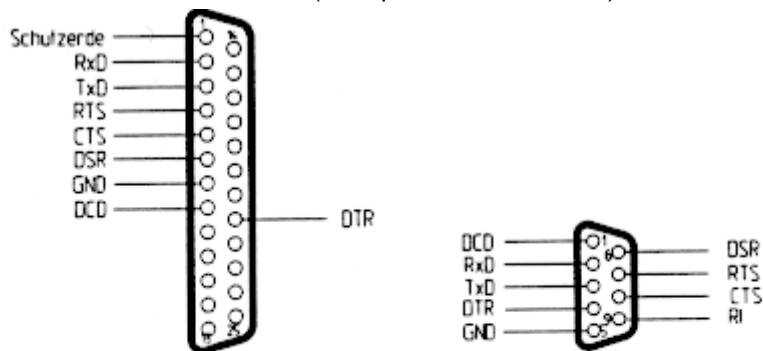
Die Leitungen der V.24-Schnittstelle:

Name der Leitung	Abkürzung	engl. Name	Position am 25poligen Stecker	Position am 9poligen Stecker
Schutzerde	GND	Protective Ground	1	
Sendedaten	TD	Transmitted Data	2	3
Empfangsdaten	RD	Received Data	3	2
Sendeanforderung	RTS	Request to Send	4	7
Sendebereitschaft	CTS	Clear to Send	5	8
Betriebsbereitschaft	DSR	Data Set Ready	6	6
Signalerde	GND	Signal Ground	7	5
Empfangssignal	(D)CD	(Data) Carrier Detect	8	1
Testspannung +			9	

⁶ Früher war der Begriff "Baud-Rate" üblich. 1 Baud = 1 Signalwechsel pro Sekunde, bei digitaler Übertragung (Übertragung von zwei Zuständen: 0/1) gilt: 1 Baud = 1 bit/s (bps)

Testspannung –			10	
Hohe Sendefrequenzlage einschalten			11	
Empfangssignalpegel			12	
2. Sendebereitschaft			13	
2. Sendedaten			14	
Sendeschrifttakt	TC		15	
2. Empfangsdaten			16	
Empfangsschrifttakt	RC		17	
Nicht definiert			18	
2. Sendeanforderung			19	
Betriebsbereit	DTR	Data Terminal Ready	20	4
Empfangsqualität	SQ		21	
Rufsignal	RI	Ring Indicator	22	9
Hohe Übertragungsgeschwindigkeit einschalten			23	
2. Sendeschrifttakt			24	
Nicht definiert			25	

- RS 232C: legt funktionelle und elektrische Eigenschaften fest; 25polig. RS steht für „recommended standard“ (= empfohlener Standard).



Port-Basisadresse für die 1. serielle Schnittstelle: 03f8 IRQ4

Port-Basisadresse für die 2. serielle Schnittstelle: 02f8 IRQ3

Port-Basisadresse für die 3. serielle Schnittstelle: 03e8 IRQ4

Port-Basisadresse für die 4. serielle Schnittstelle: 02e8 IRQ3

Die Informationslänge beträgt 8 Byte

03f8 = 03f8 + 00 ... Transmit and Receive buffer / Baud Rate

03f9 = 03f8 + 01 ... Interrupt enable register / Baud Rate

03fa = 03f8 + 02 ... Interrupt identification register

03fb = 03f8 + 03 ... LCR ... Line Control Register

03fc = 03f8 + 04 ... MCR ... Modem Control Register

03fd = 03f8 + 05 ... LSR ... Line Status Register

03fe = 03f8 + 06 ... MSR ... Modem Status Register

Baudratenbestimmung:

Die Register 03f8 und 03f9 werden doppelt verwendet, einerseits als Sende-/Empfangspuffer bzw. als Interrupt-Enable-Register, andererseits zum Einstellen der Übertragungsgeschwindigkeit.

Wie die Register konkret verwendet werden, hängt vom Bit 7 des LCR ab!

Die Geschwindigkeit der Übertragung wird durch einen Quarzkristall bestimmt, der einen Takt von 119 kHz liefert. Damit ist eine maximale Übertragungsrate von 115200 Baud möglich. Die tatsächliche Baudrate wird durch den „Baudratenteiler“ bestimmt. Dabei wird der Wert 115200 Baud (= Maximum) durch den Teiler dividiert.

Wenn das Bit 7 im LCR auf 1 gesetzt ist, gilt:

Der Baudratenteiler wird auf Adresse

03f8 + 00 unteres Byte des Teilers sowie

03f8 + 01 oberes Byte des Teilers gesetzt.

Wenn Bit 7 im LCR auf 0 gesetzt wird, haben die Register die „ursprüngliche Funktion“:

03f8 + 00 Sende-/Empfangsdatenregister

03f8 + 01 Interrupt enable register

Beispiel: Eine Baudrate von 9600 Baud = 115200 / 12 soll eingestellt werden. Daher muss der binäre Wert 12 auf die Adresse 03f8 geschrieben werden:

0	0	0	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Binär 0000 1100 = hexadezimal0C