

Die RS232/V24 Schnittstelle

Dieser Beitrag beschreibt die klassische COM1/COM2 Schnittstelle eines PCs und deren Nutzung in vereinfachter Form. Ein Hinweis gleich an erster Stelle: Wenn diese "legacy (alten)" COM1/COM2 von "legacy (alten)" DOS Programmen benutzt werden sollen, kann es unter Windows-Systemen sinnvoll bzw. notwendig sein, diese Schnittstelle im Windows Gerätemanager zu deaktivieren.

Belegung der PC Schnittstelle							
Pin (male)							
9er DB9P	25er DB25P	RS232		PC	CCITT	FNI	Kommentar
1	8	(D)CD =RLSD	data carrier detected	in	109	M5	RLSD, rx Pegel ok
2	3	RxD	receive data	in	104	D2	
3	2	TxD	transmit data	out	103	D1	
4	20	DTR	data terminal ready	out	108,2	S1.2	DEE betriebsbereit
5	7 (1)	Ground	Rückleitung Abschirmung	n/a	102 (101)	E2 E1	
6	6	DSR	data set ready	in	107	M1	DÜE betriebsbereit
7	4	RTS	request to send	out	105	S2	ON mit OPEN ... DEE sendebereit
8	5	CTS =RFS	clear (ready) to (for) send	in	106	M2	
9	22	RI	ring indicator	in	125	M3	Rufsignal empfangen

Bezeichnungen:

DCE **D**ata **C**arrier **E**quipment, DÜE **D**aten **Ü**bertragungs **E**inrichtung = Modem, TNC,

DTE **D**ata **T**erminal **E**quipment, DEE **D**aten **E**nd **E**inrichtung = PC, Fernschreiber,

Für den Datenaustausch ist lediglich RxD und TxD mit dem Bezugspunkt "Ground" bzw. der Rückleitung via "Ground" erforderlich. Alle anderen Signale sind Steuersignale und werden in einem einfachen Beispiel beschrieben. Ohne Steuersignale erfolgt die Steuerung des Datenflusses durch vereinbarte Steuerzeichen im Datenstrom -- dies wird hier nicht weiter ausgeführt (als separates Kapitel geplant).

Verbindungen mit Schnittstellen sind inzwischen frei programmierbar und es gibt einiges an "Wildwuchs", der eine Wiederholung der Anfangszeiten der Datenübertragung der 60er und 70er Jahre ist. Während früher alles "hart verdrahtet" war und ein Standard zwingend nötig wurde, - Differenzen wurden per Werkzeug inklusive LötKolben bereinigt - , werden in den heutigen Programmen (Treiber und Anwendungen) so ziemlich alle alten Fehler wiederholt. Die Bezeichnungen und Funktionen sind historischen Ursprungs, aber nach wie vor sinnvoll.

DTR/DSR-"Handshaking" Ablauf, vereinfacht:

Anhand eines einfachen Ablaufs wird die Reihenfolge und Funktion der Steuersignale erklärt. Es ist eine freie Übersetzung aus [1] übertragen auf eine serielle RS232/V24 Verbindung von einem PC zu einem Amateurfunkgerät bzw. einem Vorschaltgerät wie TNC, PK232 und anderen. In dieser Kombination arbeitet in der Regel der PC als DTE bzw. DEE und die Amateurfunkstation mit Vorschaltgerät ersetzt Modem als DCE bzw. DÜE mit Leitung.

Einschalten: Bei einer Verbindung mit Anwahl (switched line, Wählverbindung) werden mit Einschalten des DCE keine Signale gesetzt. Bei einer "festen" Verbindung (leased line, Standleitung, ...) wird vom DCE das Signal DSR auf ON gesetzt (Standard bei PR-TNCs). Sogenannte "dummy terminals" melden beim Einschalten DTR ON, während dies bei programmierbarem DTE wie dem PC in der Regel erst mit Aktivierung per Programm ("OPEN"-Befehl) geschieht.

Einwahl: Im Beispiel einer Wählverbindung wird ein "Anruf" von außen angenommen, d.h. über das Funkgerät ("Leitung") wird das Steuergerät DCE (TNC,) angesprochen. Damit wird RI auf ON gesetzt und nach kurzer Zeit ebenfalls DSR auf ON.

Bereitschaft: Nach dem Einschalten und eventueller Einwahl sind auf beiden Seiten DTR und DSR auf ON. Jetzt kann das DTE (PC Programm) RTS (request to send) auf ON setzen. Damit wird das Steuergerät (DCE) "auf Sendung präpariert", vergleichbar mit AM ohne Modulation würde jetzt bei einer Leitung ein Träger gesetzt, der auf der Gegenstation DCD bzw. RLSD setzt (Pegelsignal entdeckt). Außerdem antwortet das DCE an das DTE Bereitschaft mit CTS bzw. RFS auf ON.

RxD/TxD: Mit den ON-Signalen DTR, DSR, RTS und CTS kann der Datenverkehr via Pin 2 und 3 beginnen. Bei Verlust (OFF) eines dieser Signale wird in der Regel der Datenverkehr abgebrochen, weil eine Fehlfunktion mit möglichem Datenverlust angenommen wird -- auch wenn die RxD-, TxD- und Ground- Verbindung weiterhin intakt ist und je nach Daten-Protokoll ausreichend wäre.

Bei (Voll-)Duplex Verbindungen bleiben RTS und CTS auf ON. Bei Simplex Verbindungen wird die RTS-CTS Folge bei jedem Wechsel von Receive auf Send geschaltet, typische Verzögerungszeiten 15-200 msec (RTS-CTS delay). Auf der DCE-Gegenseite wird mit Erkennung des Trägersignals DCD bzw. RSLD gesetzt, die Erkennungszeit in der Regel 0-180 msec (DCD delay). Zur Vermeidung von Fehlsignalen sind erst mit DCD/RLSD auf ON Daten auf RxD verfügbar. Diese Steuersignale können auch zur Datenflußsteuerung benutzt werden. Weitere Hinweise siehe "Strapping".

Besonderheiten:

Strapping: "Straps" sind geplante Kontaktbrücken (Bügel) mit fest geschalteten Verzögerungszeiten oder Kurzschlußbrücken. Bei einer (Voll-)Duplex Verbindung - heutiger Standard - sind beide Seiten ständig betriebsbereit. Probleme können bei Simplex-Verbindungen entstehen, wenn Umschaltzeiten und Einschwingvorgänge nicht abgestimmt sind. Wenn das "Carrier Delay" (Einschwingvorgang) noch nicht abgeschlossen ist, aber durch bereits abgelaufenes "RTS-CTS Delay" eine Übertragung gestartet wird, gehen möglicherweise Anfangszeichen verloren oder werden fehlerhaft erkannt. Es ist vergleichbar mit Packet Radio, wenn nach dem PTT Signal der TNC sofort Daten abgeschickt, aber der TX noch nicht "voll hochgefahren" ist. Hier wird mangels Rückmeldung des TX ein TXDelay eingesetzt, je nach Geräten von 0 bis >600 msec - TNC-1 default 160 msec, PK232 default 300 msec.

Null-Modem, lokale Verbindung: Man hat bereits sehr früh "modem eliminator" (Nullmodem) zur direkten Verbindung zweier Endgeräte (DTE/DEE) bei kurzer Entfernung benutzt. Dazu werden je nach Verbindungsprotokoll im Kabel Signale gekreuzt und auch "strapped" (im Stecker kurzgeschlossen) werden. Als Mindestvoraussetzung wird RxD und TxD gekreuzt (Pin 2 x 3), zusätzlich kann Pin 4 x 5 sowie Pin 6 x 20 gekreuzt oder kurzgeschlossen ("strapped") werden. Das DCD Signal Pin 8 wird zusätzlich entweder überkreuzt mit lokalem RTS-CTS Strap verbunden oder jeweils lokal mit dem DTR-DSR Strap.

Gnd 5 ----- 5 Gnd	Gnd 5 ----- 5 Gnd
RxD 2 ----- 3 TxD	RxD 2 ----- 3 TxD
TxD 3 ----- 2 RxD	TxD 3 ----- 2 RxD
RTS 7 --	RTS 7 -- -- 7 RTS
CTS 8 -- ----- 1 DCD	CTS 8 -- -- 8 CTS
DCD 1 ----- -- 8 CTS	DCD 1 -- -- 1 DCD
-- 7 RTS	DSR 6 -- -- 6 DSR
DSR 6 -- ----- 6 DSR	DTR 4 -- -- 4 DTR
DTR 4 --	RI 9
RI 9	9 RI
Local Attach	Null Modem (M. Eleminator)

Das "Local Attach" Beispiel ist unsymmetrisch. Der Vorteil ist für die rechte Seite (Terminal), daß erkannt wird, ob die linke Seite (Host, Server) betriebsbereit ist. Ein Ausschalten einer der beiden Seiten mit DTR auf OFF setzt auf der anderen Seite DCD auf OFF. Im "Null Modem" Beispiel mit maximalem Strapping ist beiden Seiten unbekannt, ob die Gegenstation betriebsbereit ist. Als Vorteil ist die Symmetrie zu sehen, die Installationsprobleme ausschließt.

Spannungspegel: Es gibt Unterschiede in den Normungen bzw. Standards bezüglich des Spannungspegels. V und X sind CCITT-Standards (analog und digital), RS sind Standards der EIA. Die elektrischen (Grund-)Werte sind bei CCITT in V10 und V11 definiert. Mit V24 und RS232 sind für die serielle Schnittstelle außerdem noch Funktionen je Signalleitung definiert (siehe Anhangsseite).

	1, Mark, OFF	0, Space, ON	
RS-232-C	-12V bis -3V	+3V bis +12V	V24 max. $\pm 15V$
RS-232-C,D	-25V bis -3V	+3V bis +25V	Obergrenze $\pm 25V$
RS422	-6V	+6V	differentielles Signal
V.35	+0.55V $\pm 20\%$	-0.55V $\pm 20\%$	differentielles Signal
USB			5V $\pm 5\%$
TTL	0V bis +0.8V low	+2.4V bis +5V high	

Die Commodore Modelle 64, 64C, 128 und VIC20 verwendeten TTL und wurden per "signal level converter" an die TNC, angeschlossen.

RS-422/449 bzw. CCITT V.36(V.11): wurde von Apple Macintosh mit diesem seriellen Anschluß verwendet. Nach Handbuch war mit entsprechend geschaltetem Kabel der Betrieb des PK232 möglich. Dazu wurden die -RxD/-TxD Leitungen mit RxD/TxD bei RS232 verbunden und +RxD/+TxD mit dessen Ground. Die Leitung des "Mac"-Gpi Signals wird mit dem DCD Pin von RS232 verbunden.

RS422/449 ist definiert bis 1.544 Mbps (T1 Verbindung), V.36 bis 2.048 Mbps (E1 Verbindung), symmetrisch, d.h. differentielles Signal mit jeweils getrennter plus und minus Leitung für RxD und TxD (V24/RS232 ist unsymmetrisch, je eine Leitung für RxD und TxD, die Rückleitung ist gleichzeitig die Betriebs Erde).

Beispiele für Packet Radio:

Die weiteren Beispiele beschreiben Schnittstelle der PR-Steuergeräte zum PC.

TNC-1

Dieser Urahn der TNCs (1983/84, Modell des Autors "second hand", wurde von DJ0QN gebaut) wird per 25-pin DB25 Stecker (DB25S female DCE) angeschlossen (Pin 1 bis 8 und 20), lt. TAPR Handbuch [5] RS232C kompatibel und nicht für TTL-Level geeignet. Es werden Datenraten ab 75 bis 4800 (7200 ?) baud zum PC unterstützt, für 7200(?), 9600 und 19200 muß eine besondere Clock Option installiert werden. Die Verbindung PC <-> TNC-1 ist für "full-duplex" ausgelegt worden. Hardware Handshaking (Datenfluß Steuerung) wird per CTS und RTS unterstützt, Software Handshaking ist ebenfalls, Das serielle Verbindungskabel zum PC ist 1:1 ohne Überkreuzungen und Straps. Eine weitere parallele Schnittstelle wird für den Anschluß eines Druckers (Fax und Diagnose) verwendet. Signal Ground (7) und Protective Ground (1, Abschirmung) wird getrennt geführt.

Im Modus "FULLDUP ON" wird DCD des internen Modems ignoriert, bei "FULLDUP OFF" wird nur gesendet, wenn DCD OFF ist, um Kollisionen zu vermeiden (Simplex-Betrieb nur auf einer QRG). Das DCD Signal wird nicht zur Schnittstelle durchgereicht.

PK232[MBX]

Das Pakratt (™) Model PK-232 (1988) verwendet RS232C (CCITT V24/V28) per 25-pin DB25 Stecker und unterstützt sowohl Hardware- als auch Software-Handshaking mit Datenraten ab 110 bis 9600 baud zum PC. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen im 25-pin Stecker nur Pin 1 bis 8 plus Pin 20 zu verwenden. Als Minimum bei eigenen Kabel ist Pin 2,3 und 7 festgelegt, d.h. TxD, RxD und Signal Ground.

Die Verkabelung PC-Schnittstelle ist im OP-Handbuch [6] sehr ausführlich für diverse PCs ab Seite 43 beschrieben. Der Apple Macintosh benutzt RS-422 und kann entsprechend verkabelt ebenfalls mit dem PK232 arbeiten. Mit dem Befehl DCDCONN ON/OFF kann DCD Pin 1 (DB9) der Schnittstelle geschaltet werden. Im Fall ON wird entsprechend dem CONNECT-LED auch DCD geschaltet, bei OFF ist DCD ständig "high, active"*1. Im Modus "FULLDUP ON" wird DCD ignoriert, bei "FULLDUP OFF" wird nur gesendet, wenn DCD OFF ist, um Kollisionen zu vermeiden (Simplex-Betrieb nur auf einer QRG).

*1) Im Handbuch ist "active" mißverständlich, da ein hoher Pegel für die Schnittstelle "OFF" bedeutet. Für die Funktion wäre dieses OFF richtig, damit immer - auch bei RxD-Signal - gesendet werden kann.

Literatur:

Diese Liste ist unvollständig, da auch alte IBM PC Unterlagen (Asynch Card) und QRL Unterlagen (Restbestände aus den 70ern und 80ern) herangezogen wurden. Anscheinend wurde die RS232/V24 Schnittstelle seit den 90ern als bekannt und überholt vorausgesetzt und es gibt aus neuerer Zeit kaum verwendbare Beschreibungen --- und der Wildwuchs wuchert wieder. Der Verfasser hat seit 1969/70 die Entwicklung der DFV (Datenfernverarbeitung) im Service Außendienst (IT Hersteller) mit begleitet, insbesondere später mit "Laborbegleitung" und Zusammenarbeit mit der DBP die Einführung von Datex-P (X.25) in der IT-Welt und Implementierung durch die DBP. Zu BTX war Datex-P Voraussetzung und der Durchbruch für X.25, welches vorher in erster Linie aus Tarifgründen (DBP Leitungsgebühren) benutzt wurde.

[1] GG24-3016-00 Feb.1986, Asynchronus ASCII Guide, ITSC Red Book, vergriffen. Hier werden insbesondere die Anschlüsse der damaligen ASCII Terminals und PCs an IT-Rechner beschrieben.

[2] SG24-4456-00 Sep.1996, Personal Communication for Mobile Users, ITSC Red Book, verfügbar als free download [sg244456.pdf](http://www.redbooks.ibm.com/redbooks.nsf/portals) via www.redbooks.ibm.com/redbooks.nsf/portals . Ab Seite 341 (pdf Seite 355) Appendix B und C, allgemeine Definitionen und Beispiele, u.a. AT commands für Modems und Schnittstellenbeschreibungen.

[3] Von den Datex-P und Datex-L Handbüchern der Deutschen Bundes Post (RegTP, BNA) sind nur noch Einzelseiten beim Autor. Hier wurde sehr detailliert die deutsche Implementierung im DBP-Netz beschrieben.

[4] Sonderheft Nr. 211 "Daten-Kommunikation", 1985, Franzis Verlag, 3. Auflage.

[5] System Manual TAPR TNC-1, 2. Druckversion Feb.1984, mit Schaltbild und Bauanleitung.

[6] AEA PK232 OP Manual, Rev. 10/88 und AEA Technical Reference Manual PK232, prelim. Release, Printausgabe Ricofunk, Hannover, Rev.A 5/87.