



Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Winkler, Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Sciences, FB Informationstechnik & Elektrotechnik

 [Win@htwm.de](mailto:Win@htwm.de)

 <http://telecom.htwm.de>

- Motivation und Ziel:

Das analoge Fernsprechnetz stellt den Nutzern einen Kanal mit einer Bandbreite von 3,1 KHz in einem Band zwischen 0,3 und 3,4 kHz zur Verfügung. Eine Datenübertragung kann deshalb nur dadurch stattfinden, indem man die Binärzeichen “0” und “1” in Töne umsetzt, sie überträgt und auf der Empfängerseite aus Tönen wieder Binärzeichen herstellt.

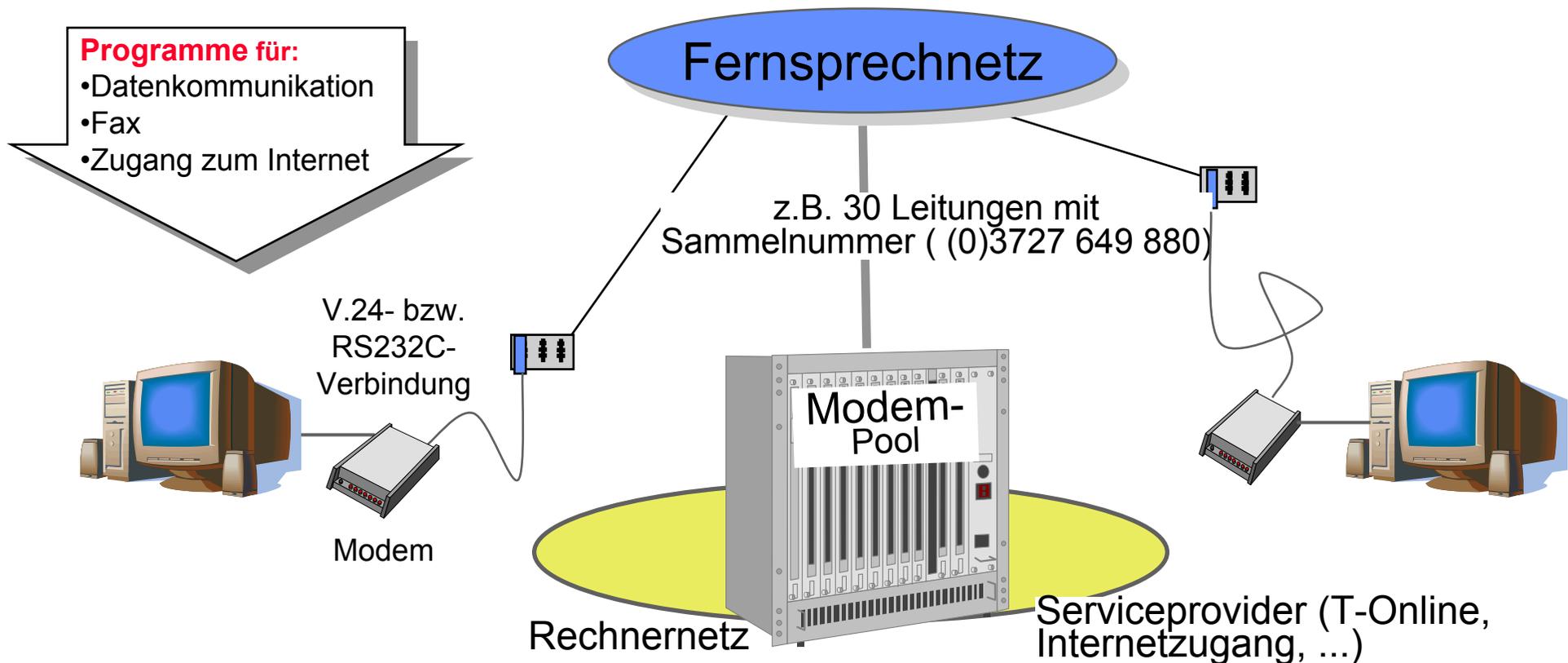
Die Vorlesung soll einen Überblick zu Problemen und Verfahren der Datenübertragung mittels Modulation über das Fernsprechnetz vermitteln. Die Hörer sollen anschließend in der Lage sein, Modems an PC's anzuschalten, die notwendigen Einstellungen des V.24-Interfaces zu beherrschen und eine Datenübertragung zu realisieren.

- Inhaltsübersicht :

• Das Prinzip der DÜ über das Fernsprechnetz.....	1
• Modemtypen, Aufbau und Hauptfunktionen .....	3
• Modulationsverfahren und Übertragungsverfahren .....	6
• Das V.24-Interface.....	10
• Intelligente Modems und der Hayes-Befehlssatz .....	13
• Wie wird ein Modem angeschlossen und installiert? .....	17
• PC-Protokolle zur Datenübertragung .....	23
• Fehlersicherungs- und Kompressionsprotokolle von Modems .....	24
• Direkte PC-Kopplung über Nullmodems .....	26

# Das Prinzip der Datenübertragung über das Fernsprechnetz

- Datenübertragung über das analoge Fernsprechnetz findet beim Filetransfer, dem Senden einer Faxnachricht, dem T-Online-Zugang und dem Internetzugang usw. statt.
- Das häufigst eingesetzte Dateneinrichtung (DEE) ist ein Personalcomputer.
- Die Datenübertragungs-einrichtung (DÜE) ist in diesen Fällen der Modem.
- Modem ist ein Kunstwort, zusammengesetzt aus Modulator Demodulator.





- Modems werden unterschieden nach der Bauart:
  - Tischmodems,
  - Pocket-Modems (Westentaschen-Modems),
  - PC-Karten-Modems, weil sie in auf einer PC-Karte untergebracht sind.
- Modems werden unterschieden nach dem Einsatzzweck:
  - in Datenübertragungsmodems,
  - in Faxmodems; diese sind gegenüber den normalen Modems komplexer und sind einsetzbar sowohl für das Senden und Empfangen von Faxsendungen als auch für Datensendungen.
- Modems werden unterschieden nach dem Übertragungsverfahren:
  - asynchron arbeitende Modems,
  - synchron arbeitende Modems,
  - Duplex- oder Halbduplex-Modems.
- Modems werden unterschieden nach der Geschwindigkeit der Datenübertragung:
  - angefangen bei 300 bit/s,
  - bis zu 28 800 bit/s.





- Ein Modem ist ein Telefon, bei dem "Mikrofon" und "Hörer" etwas anders als beim Telefon gestaltet sind. Der Sender übernimmt die Funktion des Mikrofons und der Empfänger die des Hörers (siehe Blockschaltung).
- Die Telefonschaltung besteht aus dem 2-4-Draht-Wandler, der Leitungsnachbildung, der Einrichtung zum Wählen, dem sogenannten Gabelumschalter und dem Wecker.
- Alle Teile der Telefonschaltung können durch die Mikrorechnersteuerung bezüglich ihres Zustandes abgefragt bzw. gesteuert werden.
- Das V.24-Modul realisiert die Zusammenarbeit mit dem PC:
  - Vermittels der Datenleitungen schickt der Computer zu sendende Daten oder Steuerbefehle zum Modem und umgekehrt.
  - Zusätzliche Steuerleitungen unterstützen die Zusammenarbeit. Die Funktion der einzelnen Leitungen sind standardisiert. Dieser Standard heißt V.24.
- Zu sendende Daten, also binäre Signale ("0" und "1"), werden im Modulator in Töne umgesetzt, damit sie über das Fernsprechnetzt übertragbar sind. Der Sender verstärkt oder dämpft das Sendesignal und speist es in die Telefonschaltung ein.
- Die im Empfänger ankommenden Tonsignale werden im Demodulator in binäre Signale gewandelt und über die V.24-Datenleitung zum Computer übertragen.
- Die Gesamtkoordinierung erfolgt durch die Mikrorechnersteuerung. Das Netzteil übernimmt die Speisung der Baugruppen.



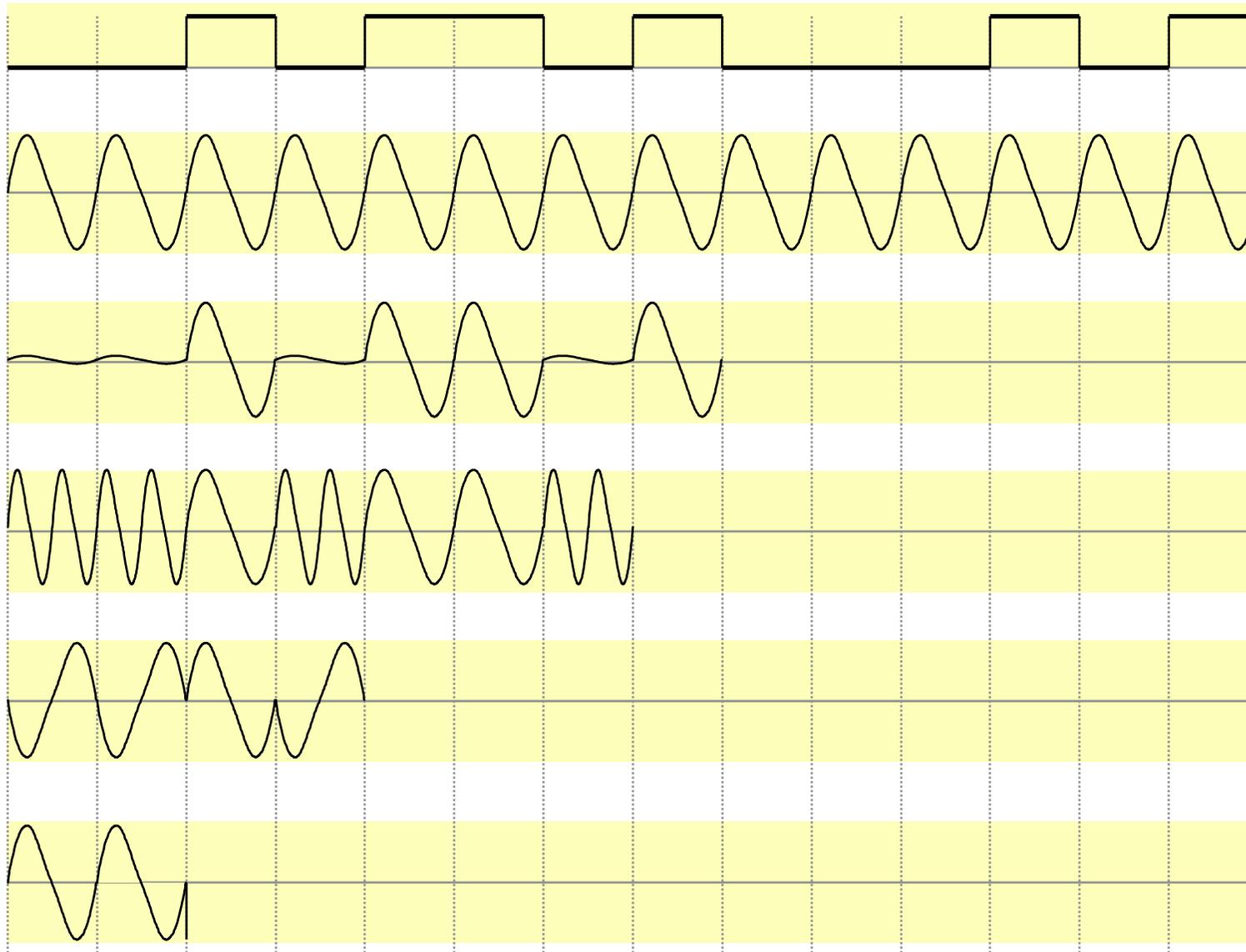
- Man unterscheidet drei Hauptverfahren:
  - die Amplitudenumtastung (amplitude shift keying - ASK),
  - die Frequenzumtastung (frequency shift keying - FSK) und
  - die Phasenumtastung (phase shift keying - PSK).
- FSK wird für Modems mit 200 bis 1200 bit/s eingesetzt. (D)PSK kommt bei Modems mit 2400 bzw. 4800 bit/s zum Einsatz.
- Bei höheren Übertragungsgeschwindigkeiten wird eine kombinierte Amplituden-Phasendifferenz-Modulation eingesetzt. Diese nennt man Quadratur-Amplituden-Modulation, QAM.  
Damit können Modems mit einer Übertragungsgeschwindigkeit bis 28.800 bit/s aufgebaut werden.

**Beispiel:**

Bitcodierung nach V.26, 2400 bit/s,  
quarternäre DPSK

	Phasensprung von der momentanen Phase um	
Dibit	Variante A	Variante B
00	+0	+45
01	+90	+135
10	+180	+225
11	+270	+315

# Und so funktioniert die Modulation



binäre Daten, die  
gesendet werden  
sollen

Trägerfrequenz des  
Modems, z.B. 1800 Hz

ASK



FSK

PSK

DPSK nach V.26,  
Variante A

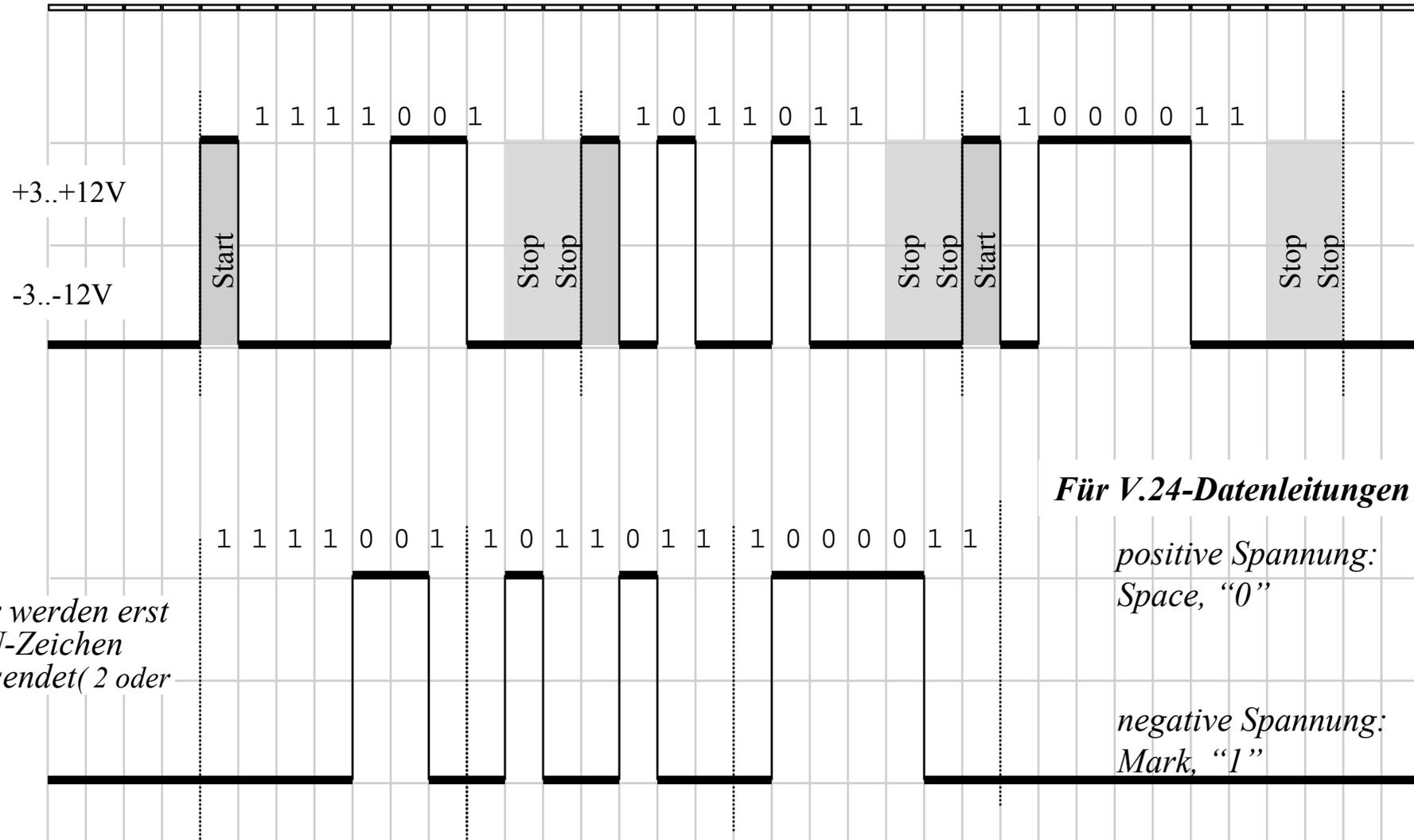


- **Asynchronverfahren:**
  - Der zu sendende Text oder andere Daten sind in 7- bzw. werden in 8-Bit-Zeichen geordnet.
  - Diese Zeichen werden mit einer Umhüllung (envelope) versehen und dann zeichenweise mit beliebig langen Zwischenräumen übertragen.
  - Die Umhüllung ist so gestaltet, damit der Empfänger den Beginn eines Zeichens einfach erkennen kann. Dieser Beginn wird Startschritt genannt.
  - Der freilaufende Empfängertakt wird 4|8|16|32\* schneller gewählt als die Übertragungsgeschwindigkeit des Modems. Durch den Startschritt synchronisiert, werden die Biträume der Zeichen ausgezählt. In der Bitraummitte wird der Ausgang des Demodulators abgetastet und das Ergebnis ("0"|"1") in einen Zwischenspeicher eingelesen.
- **Synchronverfahren:**
  - Bei der synchronen Datenübertragung wird sichergestellt, daß der Empfänger genau zwischen den einzelnen Bits unterscheiden kann (er ist synchron zum Sender).
  - Der Sender braucht deshalb keine Umhüllung um die 7- oder 8-Bit-Zeichen legen, sondern er sendet Zeichen für Zeichen ohne Zwischenräume, das heißt dicht hintereinander.
- **Vor- und Nachteile:**
  - Beim Asynchronverfahren sind Sende- und Empfangsseite technisch einfacher realisierbar.
  - Synchrone Modems erlauben bedeutend höhere Übertragungsgeschwindigkeiten.

Anhand eines Beispiels soll gezeigt werden, wie der Text "Oma" asynchron und synchron übertragen wird. Beim Asynchronverfahren sollen zwei Stopbits und kein Paritätsbit verwendet werden. Es wird die V.24-Leitung beobachtet!

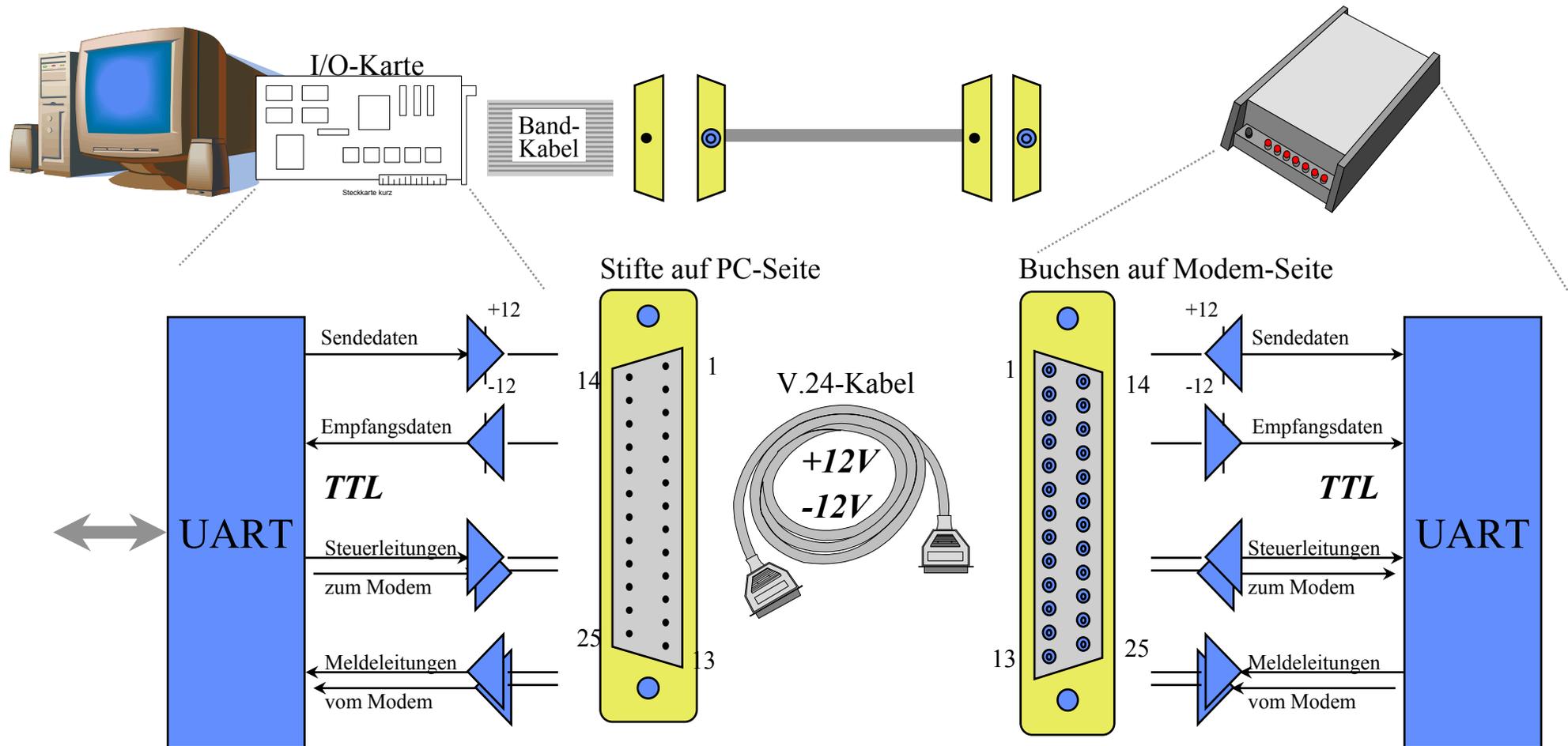


- Die Codierung des Textes "Oma" im ASCII lautet: "O" = 4fh = 100 1111<sub>b</sub>  
 "m" = 6dh = 110 1101<sub>b</sub>                      "a" = 61h = 110 0001<sub>b</sub>



# Wenn Modem ein „Telefon für Computer“ ist, wie bedient der Computer dieses “Telefon”, wie "hört" der Computer z.B. das Amtszeichen oder das Klingeln?

- PC und Modem sind per V.24-Kabel verbunden. In diesem vielpaarigen Kabel gibt es Daten-, Steuer- bzw. Meldeleitungen sowie Takt- und Masseleitungen.



Ein Universal Asynchronous Receiver Transmitter ist ein Schaltkreis, der in jedem PC und Modem vorhanden ist und wichtige Funktionen der seriellen Schnittstelle “COM” realisiert.

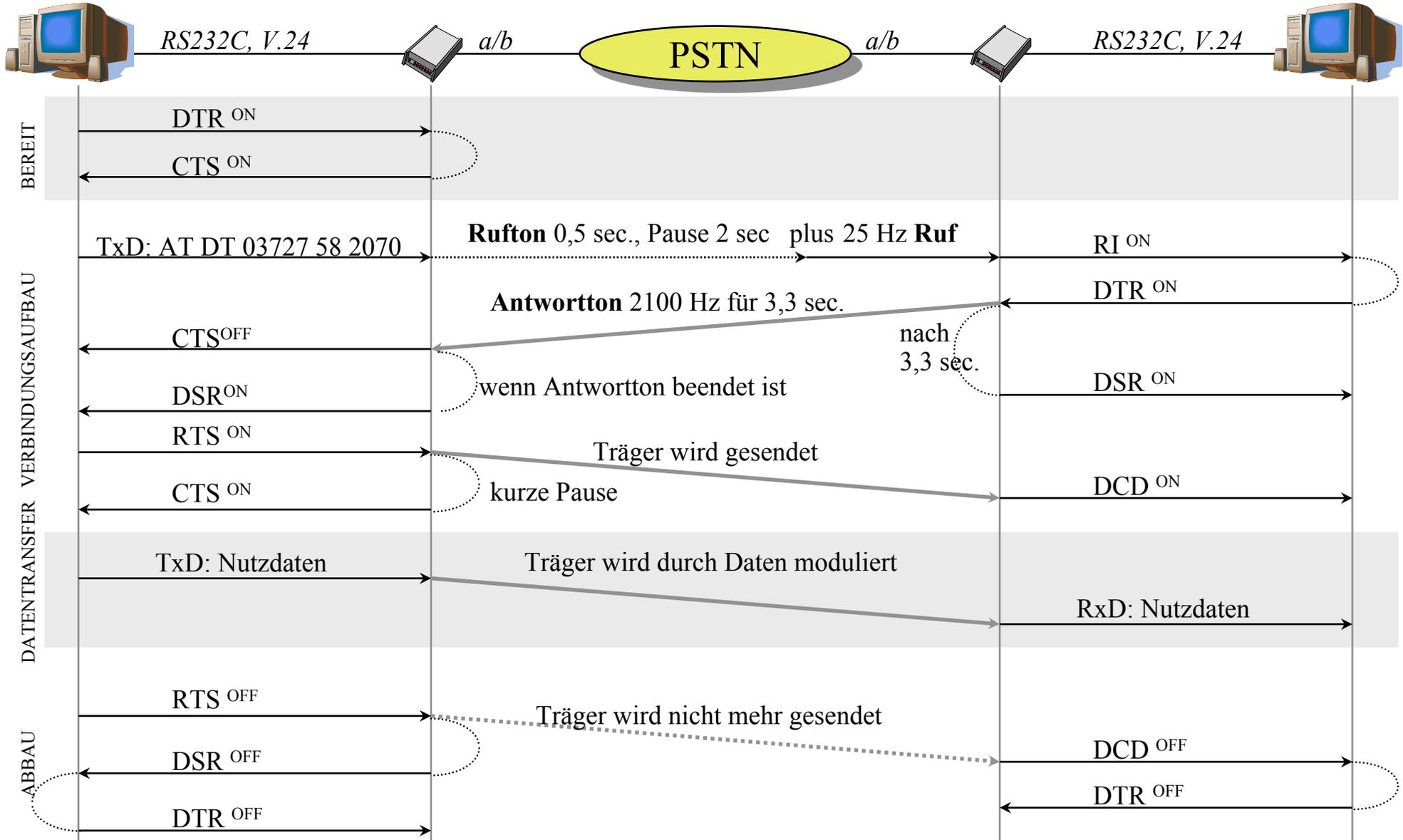
# Welche Leitungen gibt es, welche Funktion haben sie und auf welchem Kontakt der V.24-Verbindung liegen sie?

- V.24-Verbindungen können 25-polig, 9-polig oder gemischt ausgeführt sein.
- Nachfolgend Bezeichnungen, Kontakte und Funktionen wichtiger V.24-Leitungen.

25-pol.	9-pol.	Leitung	Kürzel	V.24	PC - Modem	Funktion
-	-	Shield Ground	SHG	101	↔	Gerätemasse
7	5	Signal Ground	SIG	102	↔	Signalmasse
2	2	Transmitted Data	TxD	103	→	Daten vom PC zum Modem, werden keine Daten gesendet liegt die Leitung auf „Mark“ („1“), d.h. auf dem Kontakt mißt man -3.. -15V
3	3	Received Data	RxD	104	←	Daten vom Modem zum PC, werden keine Daten gesendet liegt die Leitung auf „Mark“ („1“), d.h. auf dem Kontakt mißt man -3.. -15V
4	7	Request To Send	RTS	105	→	Wenn Leitung auf EIN geht soll der Modem Sendeteil einschalten und den Träger senden. RTS kann vom Modem als immer gesetzt betrachtet werden, wenn sie zur Datenflußsteuerung verwendet wird (RTS-CTS).
5	8	Clear To Send	CTS	106	←	Wenn Leitung auf EIN geht, ist der Modem bereit Daten zu senden. CTS kann verzögert auf RTS antworten
6	6	Data Set Ready	DSR	107	←	Mit EIN zeigt Modem an, daß er an Übertragungsleitung angeschlossen und der Modem betriebsbereit ist.
20	4	Data Terminal Ready	DTR	108	→	Mit EIN zeigt der PC seine Sendebereitschaft an   wenn DTR von AUS auf EIN geht wählt Modem oder wenn Modem gerufen wird nimmt der PC mit AUS-EIN den Ruf an
8	1	Data Carrier Detect	DCD	109	←	Vom angerufenen Modem wird der Träger empfangen. Kann aber auch immer auf EIN sein.
22	9	Ring Indicator	RI	125	←	Am eigenen Modem kommt ein Ruf an (es bimmelt).

- Die einfachste V.24-Verbindung besteht aus den Leitungen 2, 3, 7 beim 25-poligem System oder aus 2,3,5 beim 9-poligen System.

# Und so "Telefonieren" Modems





- Die Funktionen von Modems waren begrenzt. Sie wurden über Jumper oder DIL-Schalter eingestellt. Die Steuerung der Modems erfolgte ausschließlich über spezialisierte V.24-Leitungen.
- Moderne Modems sind rechnergesteuert. Dadurch kann die ursprüngliche Funktionalität, Binärzeichen in Töne umzusetzen und umgekehrt, wesentlich erweitert werden.
- Ein modernes Modem kann vom PC aus konfiguriert werden, es unterstützt Datenkompression, Datensicherung, Parameterraushandlung mit dem entfernten Modem, Wählen und Annahme von Anrufen vom PC aus, Kurzwahl, Sprachansagen usw.
- Das V.24-Interface zwischen PC und Modem wird dazu in zwei Modi betrieben:
  - im **Befehlsmodus**, der PC nutzt TxD zur Übertragung von Kommandos und Einstellbefehle an den Modem, und der Modem sendet Meldungen über TxR an den PC,
  - im **Übertragungsmodus**, der PC sendet über TxD Daten, die vom Modem an das entfernte Modem gesendet werden, der PC empfängt über RxD Daten, die der Modem vom entfernten Modem empfangen hat.
- Die erste Firma, die diese Methode verwendete, war der Modemhersteller Hayes.
- Diese Firma entwickelte auch einen speziellen Satz von Befehlen (Hayes-Befehle), die über das Interface im Befehlsmodus ausgetauscht werden können. Alle Modemhersteller halten sich daran, fügen aber eigene Befehle dazu.
- Viele Befehle beginnen mit AT (von Attention), weshalb diese Kommandosprache auch oft als AT-Befehlssatz bezeichnet wird.

- Beachte: bei jeder Datenübertragung arbeitet ein Modem als Sender oder A-Tln., das andere als Empfänger oder B-Tln. Für jede Rolle gibt es spezielle Befehle.
- Die Befehle können in Groß- oder Kleinschreibung eingegeben werden.
- In einer Befehlszeile können mehrere Befehle, getrennt durch Leerzeichen, stehen.
- Befehle bzw. Befehlszeilen werden in der Regel mit ENTER zum Modem gesendet.
- Befehle zum Umschalten in den Befehls- bzw. Übertragungsmodus:
  - +++ Umschaltung vom Übertragungsmodus in den Befehlsmodus (ESC-Sequenz),
  - ATO wieder Online gehen, das heißt vom Befehls- in den Übertragungsmodus.
- Befehle zur Wahl bzw. zur Annahme eines Rufes vom PC aus:
  - ATA Der Modem soll den Hörer abnehmen (bei einem ankommenden Ruf, d.h. es bimmelt und der Modem ist der sogenannte B-Teilnehmer).
  - ATH Der Modem soll den Hörer auflegen (Abbruch einer Wahl oder einer Verbindung).
  - AT1 Der Modem soll den Hörer abnehmen (als A-Teilnehmer).
  - ATD Der Modem soll wählen (Dial).
  - ATDSn die unter n=0 .. 9 im Modem gespeicherte Rufnummer (mit &Zn) wählen.
  - ATDL Der Modem soll die Wahl wiederholen.
  - A/ Der Modem soll den letzten Befehl einmal wiederholen.
  - A> Die Wahl der zuletzt gewählten Rufnummer n\* wiederholen.



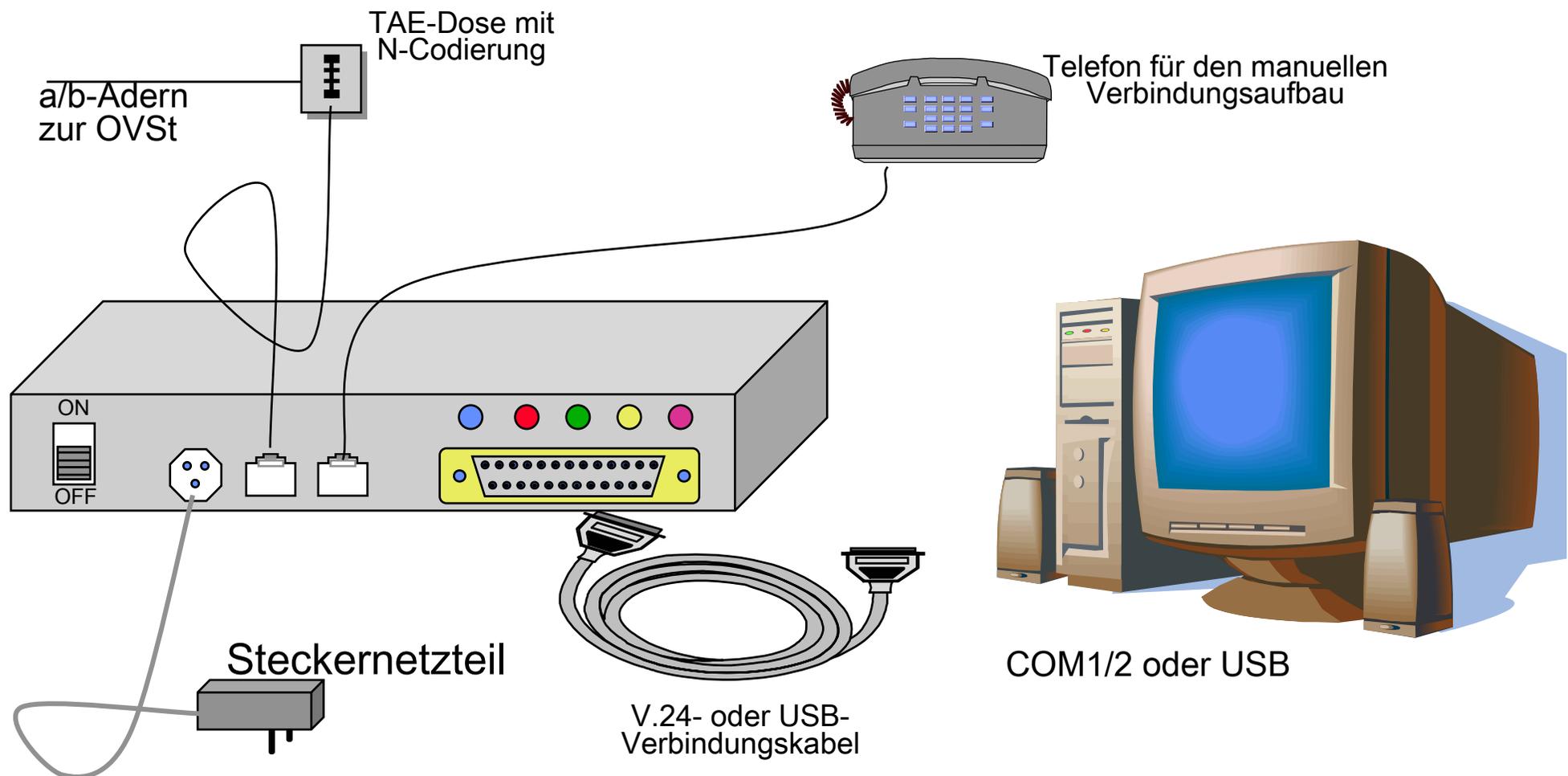
- In einem Wahlbefehl (ATD) sind folgende Zeichen zulässig:
  - 0,1,2,3, .. ,8,9
  - \*, #, A, B, C, D, E      zusätzliche Zeichen nur bei Tonwahl
  - ,      Komma heißt, eine Sekunde Pause,
  - W      Wähltonerkennung, der Modem wählt nur weiter, wenn er den Wählton von der OVSt “hört” (400 Hz Dauerton).
  - @      5 Sekunden Stille abwarten, z.B. nach Abheben des Hörers,
  - !      Amtsholung durch Flashsignal (kurze Schleifenunterbrechung, 170-310 ms),
  - P      als Wahlverfahren ist Impulswahl zu verwenden,
  - T      als Wahlverfahren ist Tonwahl zu verwenden.
- Beispiel: **ATDP0371 5511**  
*Modem soll mittel Impulswahl die Rufnummer 03727 5511 wählen.*
- Beispiel: **AT DT 0 W P 03727 58 2070**  
*Der Modem soll mit Tonwahl die Null wählen, das Amtszeichen abwarten und dann mit Impulswahl die Rufnummer 03727 58 2070 aussenden.*
- Beispiel: Wenn Sie irgendwann mit dem Befehl **AT &Z3=P 0371 724466** den Kurzwahlspeicher des Modems programmiert haben, können Sie die Wahl dieser Rufnummer mit **AT S3** veranlassen.



- ATE0 Der Modem soll die vom PC gesendeten Befehle nicht als Echo zurücksenden.
  - ATE1 Der Modem soll die vom PC gesendeten Befehle als Echo zurücksenden.
  - ATM0 Der im Modem (zur Mithörkontrolle) eingebaute Lautsprecher soll abgeschaltet werden.
  - ATM1 Lautsprecher soll bis zur Erkennung des Datenträgers an sein, danach aus.
  - ATM2 Lautsprecher soll immer an sein.
  - ATM3 Lautsprecher nach dem Wählen der letzten Ziffer an, nach Erkennen des Datenträgers aus.
  - ATN0..7 Lautstärke des "Klingelns" bei einem ankommenden Ruf einstellen.
  - ATQ0 Der Modem soll über die Ausführung eines Befehles berichten.
  - ATQ1 Der Modem gibt kein Ergebnis zurück.
  - ATQ2 Der Modem gibt ein Ergebnis zurück, außer beim Beantworten eines Anrufes.
- 
- Folgende Ergebnisse können vom Modem als Echo zurückgegeben werden:
    - OK Befehl ausgeführt
    - RING Es bimmelt, bitte den Ruf (mit AT A) annehmen.
    - ERROR falsches Kommando
    - NO CARRIER Es wird kein Datenträger vom Partner empfangen.
    - NO DIALTONE Der Modem hat den "Hörer abgenommen", bekommt aber keinen Amtston.
    - BUSY Der angerufene Anschluß ist besetzt.
    - RINGING Es bimmelt beim angerufenen Teilnehmer.
    - NO ANSWER Der angerufene Teilnehmer antwortet innerhalb einer bestimmten Zeit nicht.
    - CONNECT1200 Die Verbindung mit 1200 bit/s ist hergestellt.
    - CONNECT2400 Die Verbindung mit 2400 bit/s ist hergestellt usw.

## Wie wird der Modem an den PC angeschlossen?

- Zu jedem Modem gibt es ein Handbuch, in dem die Installation und der Betrieb auf mehr oder weniger kryptische Art und Weise beschrieben werden.
- Was man aber an jedem Modem vorfindet, sei nachfolgend dargestellt:



- Gehen Sie in EINSTELLUNGEN, SYSTEMSTEUERUNG, MODEMS

**1 Eigenschaften für Modems**

Allgemein Diagnose

Die folgenden Modems sind auf diesem Computer installiert:

Hinzufügen... Entfernen Eigenschaften

Wahlparameter definieren, wie Modemverb... hergestellt werden.

Wahlparameter

Schließen

**2 Neues Modem installieren**

Windows versucht jetzt, das installierte Modem zu identifizieren. Zuvor sollten Sie jedoch folgende Sicherstellungen:

1. Stellen Sie bei einem externen Modem sicher, daß dieses eingeschaltet ist.
2. Beenden Sie die Anwendungen, die das Modem verwenden.

Klicken Sie auf "Weiter", sobald Sie bereit sind.

Modem auswählen (Keine automatische Erkennung)

**3 Neues Modem installieren**

Klicken Sie auf den Hersteller und das Modell des zu installierenden Modems. Wenn das betreffende Modem nicht aufgeführt wird und Sie den Treiber von der Diskette installieren möchten, klicken Sie auf "Diskette".

Hersteller:	Modelle:
Yoriko	ZyXEL U-1496EA external with LEDs, 16k8, Aust...
Zoltrix	ZyXEL U-1496EA+ external with LEDs, 19k2, Aus...
Zoom Telephonics, Inc.	<b>ZyXEL U-1496EG external with LEDs, 16k8, Ger...</b>
Zypcom	ZyXEL U-1496EG+ external with LEDs, 19k2, Ger...
ZyXEL (Nordic)	ZyXEL U-1496P external Pocket, 16k8, Fax + V...
ZyXEL Comm. Corp.	ZyXEL U-1496R Rack-mounted Card, 16k8, Fax...

Diskette...

< Zurück Weiter > Abbrechen

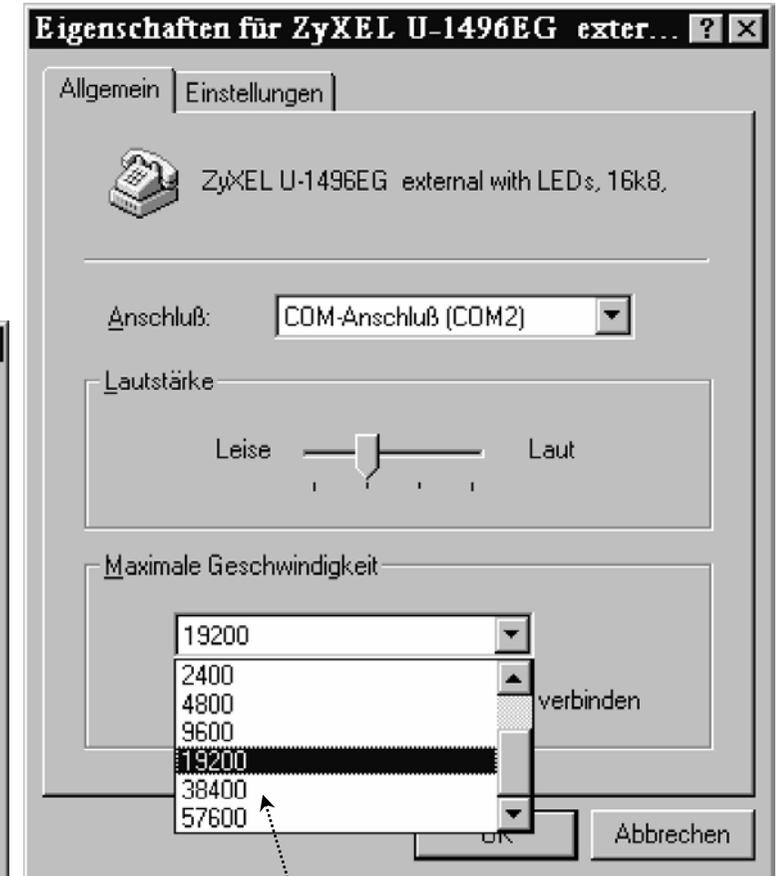
# Wie wird der Modem unter WINDOWS installiert?



4

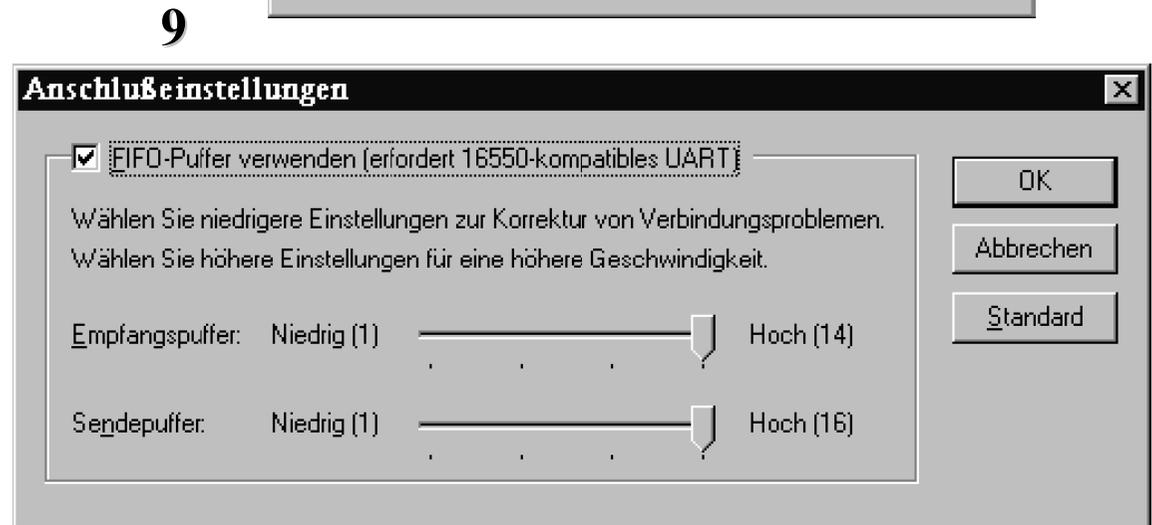
6

5



Das ist die Geschwindigkeit zwischen PC und Modem. Diese sollte größer sein als die Datenübertragungsgeschwindigkeit des Modems (eingestellt über AT &N1, AT &N2 usw.)!!!

# Wie wird der Modem unter WINDOWS installiert?



- Unter WINDOWS'95 verwendet man dazu das Programm Hyper<sup>1)</sup> Terminal, welches selbiges man unter PROGRAMME, ZUBEHÖR, HYPERTERMINAL findet.



1) Übertreibung



```
Rechenzentrum HTW Mittweida - HyperTerminal
Datei Bearbeiten Ansicht Anruf Übertragung ?
[at]
OK
at dt 0 ,w 03727 58 2070
CONNECT 57600/V32b 14400/V42b

MiNIC's NetBlazer Version 3.2

dialup login: win
Password:
Connect (ppp, slip, login): login

HP-UX lumi A.09.04 B 9000/832 (ttyp2)

login: win
Password: _
```



- Hyper Terminal unterstützt folgende Programme zur Datenübertragung:
  - **Xmodem:** ist ein relativ langsames Protokoll. Die Daten werden zu 128 Byte großen Blöcken zusammengefaßt, mit einer CRC-Prüfsumme versehen zum Partner geschickt. Dieser erkennt an der Prüfsumme, ob die Daten korrekt übertragen wurden. Ist dies der Fall, gibt B an A eine Quittung, worauf A den nächsten Block sendet.
  - **1K Xmodem :** dieses Protokoll ist identisch mit Xmodem, es werden aber Blöcke zu 1kByte gesendet. Bei guten Verbindungen sind damit höhere Übertragungsraten erzielbar als beim Xmodem.
  - **Ymodem:** ist fast identisch mit 1K Xmodem, es werden aber zusätzlich Dateattribute (Datum, Uhrzeit) mit übertragen.
  - **Zmodem:** ist das leistungsfähigste Protokoll. Es kann sowohl bitorientiert als auch blockorientiert arbeiten. Die Blockgröße wird in Abhängigkeit von der Qualität der Verbindung zwischen 64 Byte und 2 Kbyte festgelegt.
  - **Kermit:** ist das flexibelste, aber langsamste Protokoll. Fast alle Mailbox- und Hostrechner unterstützen es. Es verwendet eine geringe Blockgröße und relativ viele Protokollsteuerinformationen.

## ✗ Beachten Sie:

- Es gibt Protokolle zur gesicherten Datenübertragung, die auf dem PC laufen. Der Modem fungiert als Binärzeichen-Ton-Umsetzer. Solche Protokolle sind zum Beispiel die vorstehend aufgeführten (Xmodem, .., Kermit).
- Es gibt Protokolle zur gesicherten Datenübertragung und zur Kompression, die auf dem Modem laufen (V.42, MNP). PC und Modem arbeiten asynchron, zeichenorientiert zusammen.



- Viele moderne Modems unterstützen spezielle Protokolle zur Datenübertragung und zur Datenkompression. Allgemein gilt: Datenkompression sollte nur im Kontext mit einer gesicherten Datenübertragung<sup>1)</sup> stattfinden. Ein Bitfehler in einem komprimierten Datenstrom hat verheerende Folgen. Ein Bitfehler bei einer unkomprimierten Datei verfälscht “nur” ein Zeichen bzw. Byte.
- Der erste Hersteller, der Fehlersicherung und später Kompression bei der Datenübertragung einsetzte, war die US-Firma Microcom. Diese Klasse von Protokollen nennt man deshalb **MNP** (Microm Networking Protocol):
  - **MNP 3**: Die Daten werden synchron in Blöcken übertragen und durch ein CRC-Zeichen gesichert. Die Blockgröße kann entsprechend der Qualität der Verbindung, von Hand variiert werden.
  - **MNP 4**: Die Daten werden synchron und CRC-gesichert gesendet. Die Blockgröße kann auf folgende maximale Werte eingestellt werden: 64, 128, 192, 256 Bytes (AT-Befehle \A0, \A1, \A2, \A3). Die Blockgröße wird während der Übertragung dynamisch angepaßt.
  - **MNP 5**: Bei diesem Verfahren werden die Daten erst komprimiert<sup>2)</sup> und dann synchron, gesichert entsprechend MNP 4 übertragen. Je nach Inhalt der Daten kann man Kompressionsfaktoren bis 4 erreichen. Bei der Übertragung bereits komprimierter Daten, sollte die Kompression im Modem ausgeschaltet werden, da diese keinen weiteren Vorteil bringt, aber Zeit kostet.

<sup>1)</sup> Aus diesem Grund werden MNP 5 nur zusammen mit MNP 4 und V.42bis nur mit V.42 verwendet.

<sup>2)</sup> Es wird eine adaptive Lauflängencodierung (Run Length Encoding, RLE) durchgeführt. Die Zeichen erhalten eine Codierung entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens. Häufig auftretende Zeichen erhalten Codes kleiner als 8 Bit, selten auftretende Zeichen größere Codierungen.



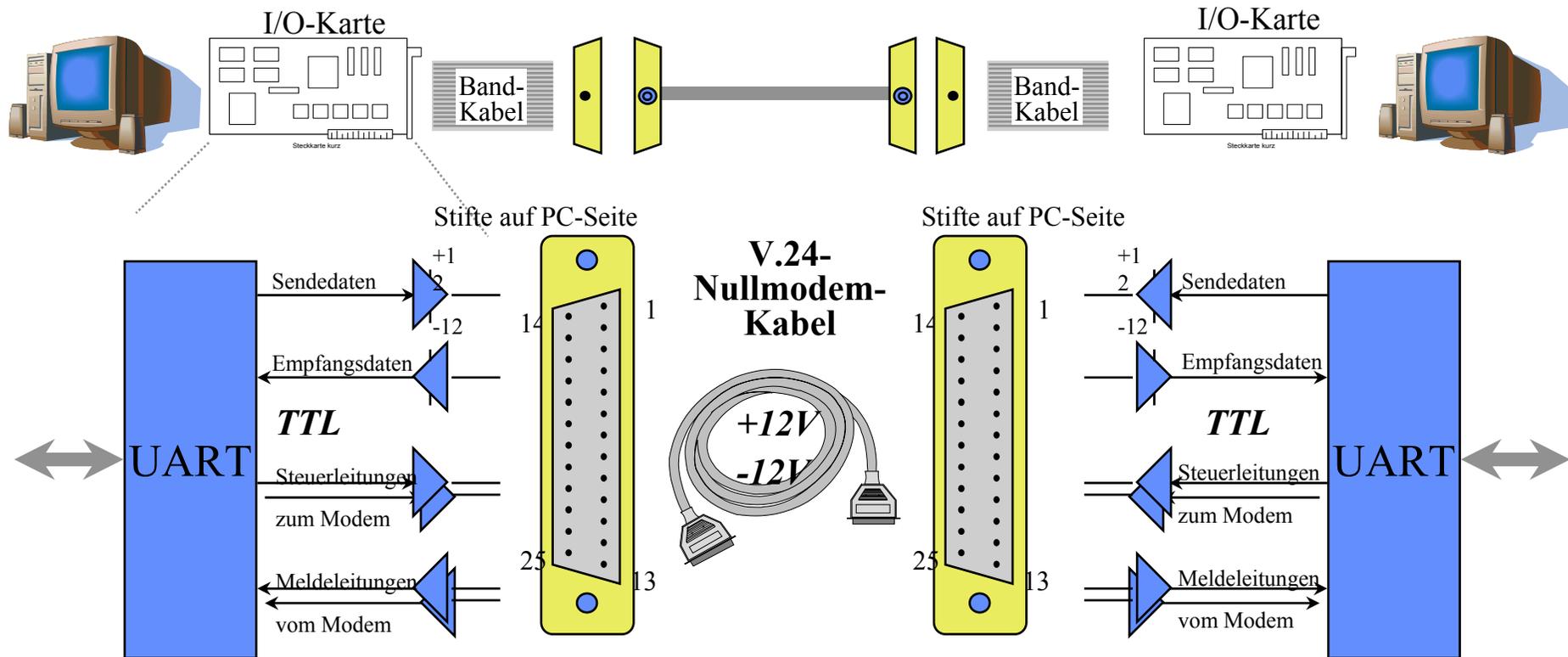
- Die leistungsfähigsten Datensicherungsprotokolle und Kompressionsverfahren wurden bisher vom ITU-TS standardisiert (V.42, V.42bis).
- **V.42:** ist für Duplexmodems gedacht, wo die Daten vom/zum PC asynchron ausgetauscht, aber zum entfernten Modem synchron gesendet werden.
  - Es wird ein HDLC-basiertes Protokoll verwendet, das als LAPM (Link Access Procedure for Modems) bezeichnet wird.
  - LAPM ist weitestgehend identisch zu LAPD, erweitert um die Parameteraushandlung.
  - V.42 enthält aber auch Festlegungen für eine blockorientierte zeichenweise Übertragung entsprechend MNP 4 und für eine bitorientierte Übertragung (LAPM).
- Ein Modem mit V.42 versucht zuerst eine Verbindung nach LAPM aufzubauen. Mißlingt dies, wird es mit MNP 4 versucht. V.42 ist mit MNP 4 kompatibel.
- **V.42bis:** verwendet einen Codieralgorithmus nach Lempel und Ziv (LZ-Algorithmus). Bei diesem Verfahren werden die Daten nach ganzen Zeichenketten untersucht. Diese werden nach Häufigkeit des Auftretens codiert. Häufig auftretende Ketten erhalten kurze Codes. Beispielsweise beträgt die Häufigkeit folgender Silben auf diesem Sheet:
  - ist, cht 5\*
  - ier 6\*
  - ung 9\*
  - es 14\*
  - de 14\*.
- Während also V.42 ein Protokoll nach MNP 4 unterstützt, sind die Kompressionsverfahren nach V.42bis und MNP 5 nicht kompatibel.

# Die V.24 kann aber auch zur direkten PC-PC-Kopplung verwendet werden!



Wie das Kabel aussehen muß, und was man so noch wissen sollte ...

- Wenn man zwei PC's direkt, das heißt ohne Verwendung von Modems zusammenschaltet, hat man ein Problem. Beide Seiten sehen gleich aus.
- Zur Verbindung benötigt man deshalb ein sogenanntes **Nullmodemkabel**.



- Die Datenübertragung zwischen PC und Modem oder einem anderen Gerät über die Datenleitungen TxD bzw. RxD kann hardware- oder softwaregesteuert erfolgen.
  - **Hardware-Handshake** wird durch die V.24-Leitungen RTS/CTS realisiert.
  - **Software-Handshake** durch Übertragung spezieller Zeichen über TxD bzw. RxD. Verwendet werden die ASCII-Zeichen 11h für  $X^{\text{ON}}$  (ich kann von dir noch Daten empfangen) und 13h für  $X^{\text{OFF}}$  (ich kann von dir momentan keine Daten empfangen).

