



# ELV-PC-Modem PCM 1200

**Ein als PC-Einsteckkarte konzipiertes, voll duplex-fähiges Modem beschreibt dieser Artikel. Darüber hinaus gehen wir ausführlich auf die Grundlagen der Daten-Fernübertragung ein.**

## Allgemeines

Die Telekommunikation nimmt in unserer modernen Gesellschaft einen immer größeren Stellenwert ein. Über das Telefonnetz können aus Rechnersystemen in der ganzen Welt fast unerschöpfliche Datenbestände abgerufen werden. Man kann mit anderen Benutzern Programme tauschen, Nachrichten in alle Welt versenden und vieles andere mehr. Da solche Systeme einem elektronischen Briefkasten gleichkommen, hat sich für sie der Begriff „Mailbox“ eingebürgert. Kommerzielle Anbieter lassen sich die Benutzung jedoch recht teuer bezahlen, denn neben den Tele-

fonkosten sind auch noch Box-Benutzungsgebühren zu entrichten.

Dadurch braucht sich jedoch niemand entmutigen zu lassen, denn das Feld der privaten Mailboxen ist noch weit bunter und vielfältiger. Man kann dort Public-Domain-Software oder Shareware abrufen, sich über aktuelle Ereignisse informieren, an Diskussionsrunden zu verschiedensten Themen teilnehmen oder auch einfach nur die neuesten Computerwitze lesen. Es wird sicherlich für jeden Geschmack etwas dabei sein.

Die privaten Mailboxen sind inzwischen meist ebenfalls untereinander vernetzt, so daß Nachrichten auch auf diesem Wege nicht nur an Benutzer der jeweiligen Mail-

box, sondern fast in die gesamte Welt verschickt werden können.

Zum Einstieg in die faszinierende Welt der Datenfernübertragung (DFÜ) hat ELV ein preiswertes, leicht aufzubauendes Modem entwickelt, das wir Ihnen im folgenden vorstellen.

### Das ELV-PC-Modem PCM 1200

Das PCM 1200 ist als verblüffend kleine, doppelseitige Einsteckkarte für einen IBM-PC-XT/AT oder dazu kompatiblen Rechner konzipiert und bietet folgende wesentliche Leistungsmerkmale:

- Aufbau fast ohne Abgleich,
- Verwendung des bekannten Hayes-Befehlssatzes,
- Übertragungsraten 300 und 1200 Baud, sowohl in CCITT-V.21/V.22- als auch in Bell-103/212A-Norm,
- eingebauter Lautsprecher,
- Zusammenarbeit mit allen gängigen Kommunikationsprogrammen,
- unterstützt COM 1 - 4 des Rechners,
- Zusammenarbeit auch mit sehr schnellen PCs,
- Anschlußbuchse für Telefonapparat vorhanden.

Eines muß jedoch leider gesagt werden: Das Modem besitzt keine Zulassung der Deutschen Bundespost und darf daher nur an privaten Nebenstellenanlagen betrieben werden, die keinen Zugang zum öffentlichen Telefonnetz haben. Hinsichtlich der vollen technischen Funktion des Modems ist dies ohne jeden Belang: es arbeitet genauso gut wie ein „erlaubtes“ Modem. Wir müssen aber ordnungsgemäß darauf hinweisen, daß Nichtbeachtung der obigen Forderung strafrechtlich verfolgt werden kann.

Die Bedienung des Modems ist denkbar einfach. Über die Rechnertastatur wird neben der Telefonnummer ein dreiteiliger Parameter-Datensatz eingegeben (wird von den verschiedenen Mailbox-Betreibern normalerweise zusammen mit der Telefonnummer mitgeteilt). Danach kann der Verbindungsaufbau automatisiert durchgeführt werden.

Jedenfalls ist dies bei der komfortablen ELV-Modem-Software der Fall, die wir im kommenden ELVjournal vorstellen, zusammen mit Teil 2 dieses Artikels.

Bevor wir uns mit den Details des PCM 1200 näher befassen, gehen wir zunächst auf die allgemeinen Grundlagen der Datenfernübertragung ein.

### Grundlagen der Datenfernübertragung (DFÜ)

Das Wort „Modem“ ist eine Kombination der beiden Wörter „MODulator“ und „DE-Modulator“, was auch gleich die beiden wesentlichen Tätigkeiten eines solchen Bausteins beschreibt. Was macht man nun damit?

Der Rechner liefert seine Signale in binärer Form, entsprechend zweier Spannungswerte für „0“ und „1“. Derartige Daten sollen nun über das Telefonnetz zu einem entfernten Rechner übertragen werden. Dabei stellt sich aber heraus, daß das Telefonnetz mit seiner beschränkten Bandbreite von 300 bis 3400 Hz ziemlich ungeeignet zur Übertragung digitaler Signale ist, denn diese weisen erhebliche Frequenzkomponenten außerhalb dieses Bereiches auf.

An dieser Stelle setzt das Modem ein, indem es das digitale Signal in ein analoges umsetzt, welches dann über das Telefonnetz gut übertragen werden kann. Am anderen Ende der Leitung sitzt ein weiteres Modem, das in umgekehrter Richtung arbeitet, d. h. es regeneriert mit Hilfe seines Demodulators die ursprüngliche, digitale Information. Aufgrund entsprechender Geräteauslegung funktioniert das in jeder Richtung, ja sogar gleichzeitig.

Bei gleichzeitiger Datenübertragung in beide Richtungen wird das beim Telefonsystem zur Verfügung stehende Frequenzband in 2 getrennte Datenkanäle aufgespalten. Für diese Bänder haben sich die amerikanischen Bezeichnungen „Low-Band“ und „High-Band“ eingebürgert.

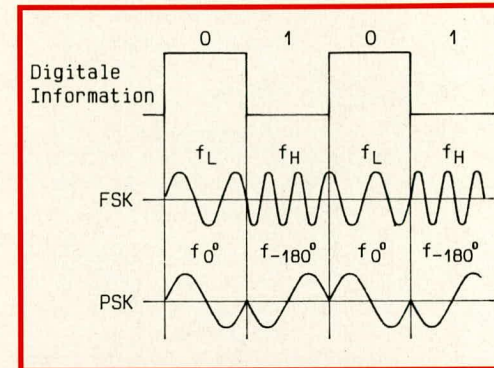
Die Betriebsart, in der beide Modems gleichzeitig senden und empfangen können, wird „Vollduplex-Betrieb“ genannt, der entsprechende Fachausdruck für das wechselseitige Senden von Daten lautet „Halbduplex“. Der Halbduplex-Modus besitzt den Nachteil, daß das jeweils emp-

fangende Modem keine Möglichkeit hat, das jeweils sendende Modem zu unterbrechen. Man strebt daher normalerweise eine Übertragung im Vollduplex-Verfahren an. Auch das hier vorgestellte ELV-Modem PCM 1200 arbeitet normalerweise im Vollduplex-Modus.

Der Rechner liefert seine Signale in binärer Form, entsprechend zweier Spannungswerte für „0“ und „1“. Derartige Daten sollen nun über das Telefonnetz zu einem entfernten Rechner übertragen werden. Dabei stellt sich aber heraus, daß das Telefonnetz mit seiner beschränkten Bandbreite von 300 bis 3400 Hz ziemlich ungeeignet zur Übertragung digitaler Signale ist, denn diese weisen erhebliche Frequenzkomponenten außerhalb dieses Bereiches auf.

Die bei Modems gängigen Übertragungsraten sind normalerweise 300 oder 1200 Baud; für die internationale Normung im Bereich der Telekommunikation ist die CCITT in Genf zuständig. Die von ihr ausgearbeiteten Normen der V-Reihe sind für die Datenübertragung mit Modems maßgebend.

Das ELV-Modem beherrscht beide Übertragungsraten, d. h. überträgt die Daten bei 300 Baud nach der Norm V.21 und bei 1200 Baud nach V.22. Die private amerikanische Telefongesellschaft Bell hatte leider etwas andere Vorstellungen und hat somit eine etwas andere Übertragungsform „in die Welt gesetzt“, die sich ebenfalls relativ weit verbreitet



**Bild 1: Das Übertragungsverfahren FSK codiert durch Frequenzumschaltung, PSK dagegen über Phasenwechsel.**

**Tabelle 1: Bell- und CCITT-Norm für Modems im Vergleich**

Modus	FSK (300 Baud)			4-phase PSK (1200 Baud)			
	übertragenes Datenbit	CCITT V.21	Bell 103	Träger-Frequenz	Datenbit-Paar	CCITT V.22	Bell 212 A
Anrufer	Mark „1“	980 Hz	1270 Hz	1200Hz	0 0	90°	90°
	Space „0“	1180 Hz	1070 Hz		0 1	0°	0°
Antwortworter	Mark „1“	1650 Hz	2225Hz	2400Hz	1 0	180°	180°
	Space „0“	1850 Hz	2025 Hz		1 1	270°	270°

fangende Modem keinerlei Möglichkeit hat, das jeweils sendende Modem zu unterbrechen. Man strebt daher normalerweise eine Übertragung im Vollduplex-Verfahren an. Auch das hier vorgestellte ELV-Modem PCM 1200 arbeitet normalerweise im Vollduplex-Modus.

Damit 2 Modems sich auch über große Entfernungen hinweg noch „verstehen“ können, müssen sie natürlich exakt gleiche Modulationsverfahren, Sendefrequenzen und Übertragungsraten benutzen. Diese Parameter sind in verschiedenen Normen festgelegt, die wir im folgenden näher erläutern wollen.

Wesentlicher Parameter der Datenfernübertragung ist die sogenannte Übertragungs-

rate. Daher existieren in den USA die Normen Bell 103 für 300 Baud und Bell 212A für 1200 Baud. Auch diese Normen werden vom ELV-Modem beherrscht, d. h. es kann sowohl nach CCITT- als auch nach Bell-Norm arbeiten. Der Unterschied liegt lediglich in den Sendefrequenzen, so daß die folgende Betrachtung der Übertragungsweise allgemeine Gültigkeit besitzt.

Bei 300 Baud erfolgt die Datenübertragung mit Hilfe einer Frequenzumtastung („Frequency Shift Keying“, FSK). Den digitalen Bits „0“ (Space) und „1“ (Mark) werden jeweils Schwingungen verschiedener Frequenzen zugeordnet (Bild 1), und zwar sowohl für den Sende- als auch für den Empfangskanal (Tabelle 1).

**Tabelle 2: Beschreibung der Hayes-Befehle**

**Präfix, Wiederholungs- und Escape-Befehl**

- AT Beginn eines Hayes-Befehls, Ausnahmen „A/“ und „+++“
- A/ Wiederholung des letzten Befehls
- +++ Rückkehr aus dem Datenübertragungs- in den Befehlsmodus; vor und nach dem Befehl eine Sekunde Pause, siehe Register S2 und S12

**Befehle zum Wählen**

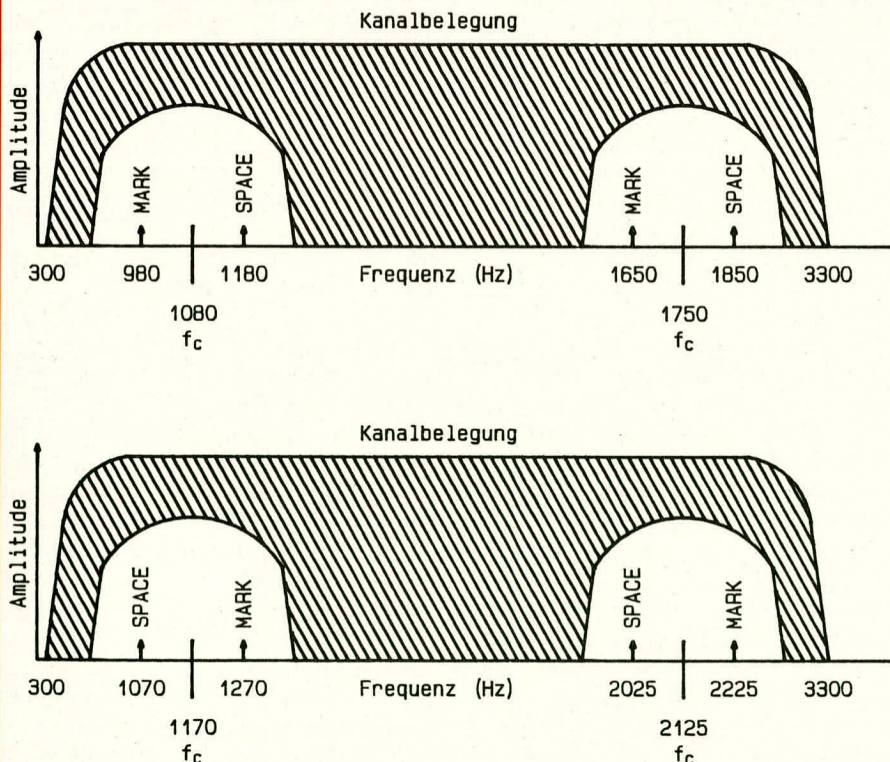
- D Wahl-Kennzeichnung (Dial), stets vorab!
- 0..9 Ziffer, die gewählt werden soll
- #, \* Zusatzwahlsymbole
- P\* Impulswahlverfahren
- T Mehrfrequenzwahlverfahren
- , Wählpause für 2 Sekunden, siehe Register S8
- / Wählpause für 1/8 Sekunde
- @ Auf 5 Sekunden Ruhe warten
- W Auf zweites Freizeichen warten
- ; Nach dem Wählen zurück in den Befehlsmodus
- R Ein Originate-Modem anrufen
- ! Auflegen für 1/2 Sekunde

**Verschiedene Befehle**

- A Anruf beantworten
- B0\* CCITT-V.21- oder -V.22-Modus (Europa)
- B1 Bell-103- oder -212A-Modus (USA)
- C0 Carrier (Sendeträger) aus
- C1\* Carrier an
- E0 Zeichen werden nicht geechot
- E1\* Zeichen werden geechot
- F0 Halbduplex-Betrieb
- F1\* Vollduplex-Betrieb
- H0 Auflegen (Telefonverbindung wird unterbrochen)

- H1 Abheben (Leitungs- und Hilfsrelais)
- H2 Abheben (nur Leitungsrelais)
- I0 Abfrage des Produktidentifizierungscode (130)
- I1 Firmware-Revisionsnummer
- I2 Test des internen Speichers
- L1 Lautstärke des Lautsprechers niedrig
- L2\* Lautstärke mittel
- L3 Lautstärke hoch
- M0 Lautsprecher immer aus
- M1\* Lautsprecher an, bis Carrier empfangen wird
- M2 Lautsprecher immer an
- O Rückkehr in Datenübertragungsmodus nach “+++”
- O1\* Remote Digital Loopback aus
- O2 Remote-Digital-Loopback-Anforderung
- Q0\* Ergebniscode wird angezeigt
- Q1 Ergebniscode wird nicht angezeigt
- Sr? Abfrage des Inhalts von Register Sr, (r = 0 - 16, Registerübersicht siehe Tabelle 3)
- Sr = n Der Wert n wird in das Register Sr geladen
- V0 Digitale Ergebniscode (numerisch)
- V1\* Ergebniscode als Text (eine Übersicht über die Ergebniscode zeigt Tabelle 4)
- X0\* Grundausswertung („OK“ und „CONNECT“)
- X1 Grundausswertung („CONNECT,<Baudrate>“)
- X2 zusätzlich Freizeichen (Fehlermeld. „NO DIAL TONE“)
- X3 zusätzlich Besetzzeichen (Fehlermeldung „BUSY“)
- X4 zusätzlich Frei- und Besetzzeichen
- Y0\* Unterbrechungssignal gesperrt
- Y1 Unterbrechungssignal freigegeben
- Z Software-Reset: Alle Register werden mit ihren Default-Werten geladen

Anmerkungen:  
 1. \* zeigt die Voreinstellung des Modems.  
 2. Bei Befehlen, auf die eine "0" folgt, muß diese nicht mit eingegeben werden, d. h. "X" entspricht "X0" usw.



**Bild 2: Im Telefonband festgelegte Frequenzen für high (MARK) und low (Space), links vom anrufenden, rechts vom antwortenden Modem. Oben ist der europäische, unten der US-Standard gezeigt (CCITT bzw. Bell).**

Wenn ein Modem ein anderes anruft, befindet es sich im „Originate“-Modus, d. h. es sendet im Low-Band und empfängt im High-Band. Das angewählte Modem befindet sich hingegen im „Answer“-Modus, wobei es Daten im Low-Band empfängt und im High-Band sendet. Außerdem muß das angerufene Modem noch einen ständigen Antwortton von 2100 Hz erzeugen, damit die automatischen Echo-Sperren im Telefonnetz ausgeschaltet bleiben. Bild 2 zeigt die Kanalbelegung für CCITT V.21 und Bell 103.

Da das Telefonnetz, wie oben bereits erwähnt, nur eine begrenzte Bandbreite aufweist, kann das FSK-Verfahren nur bis zu einer Datenrate von 600 Baud eingesetzt werden, denn mit steigender Übertragungsrates müssen immer höhere Frequenzen verwendet werden. Für eine Übertragungsrates von 1200 Baud muß man daher ein anderes Modulationsverfahren einsetzen, und zwar verwendet man eine sogenannte Phasenumtastung („Phase Shift Keying“, PSK).

Man arbeitet dabei nur noch mit je einer Trägerfrequenz (Carrier) im High-Band (2400 Hz, Antwort-Modem) und Low-Band (1200 Hz, anrufendes Modem). Gesendet werden die Wellen in kurzen, zusammenhängenden Zügen von 2 oder 4 Wellenlängen (anrufendes bzw. antwortendes Mo-

**Tabelle 3: Beschreibung der Software-Register**

Reg.	Bereich	Einheit	Beschreibung	Default
S0	0 - 255	Zahl	Anzahl Klingelzeichen, bis Modem automatisch abhebt	0
S1	0 - 255	Zahl	Zähler für Klingelzeichen	0
S2	0 - 127	ASCII	ASCII-Wert Escape-Zeichen	43(+)
S3	0 - 127	ASCII	ASCII-Wert Wagenrücklauf (Carriage Return)	13(CR)
S4	0 - 127	ASCII	ASCII-Wert Zeilenvorschub (Line Feed)	10(LF)
S5	0 - 32, 127	ASCII	ASCII-Wert Backspace	8(BS)
S6	2 - 255	Sek.	Wartezeit auf Freizeichen	2
S7	1 - 255	Sek.	Wartezeit auf Carrier	30
S8	0 - 255	Sek.	Wartezeit bei Komma	2
S9	1 - 255	1/10-Sek.	Zeit, bis Carrier erkannt wird	6
S10	1 - 255	1/10-Sek.	Zeit zwischen Verlust des Carriers und Auflegen	7
S11	50 - 255	Millisek.	Tondauer bei Multifrequenzwahl	70
S12	20 - 255	1/50-Sek.	Zeit vor und nach ESC-Code	50
S13	-Bit Map-	-	UART-Status-Register	-
S14	-Bit Map-	-	Option-Register	-
S15	-Bit Map-	-	Flag-Register	-
S16	0 - 4	Zahl	Testmodi	0

**Tabelle 4: Ergebniscodes (im Dialog mit dem eigenen Modem)**

Code	Wortcode	Beschreibung
0	OK	Befehl wurde ausgeführt
1	CONNECT	Verbindung mit 300 oder 1200 Baud
2	RING	Klingelzeichen erkannt
3	NO CARRIER	Carrier nicht erkannt oder verloren
4	ERROR	Illegaler Befehl, Fehler in Befehlszeile, Befehlszeile länger als 40 Zeichen, Ungültiges Zeichenformat bei 1200 Baud
5	CONNECT 1200	Verbindung mit 1200 Baud
6	NO DIALTONE	Freizeichen nicht erkannt
7	BUSY	Besetzzeichen erkannt
8	NO ANSWER	Ruhe nicht erkannt (nach Befehl „@“)

dem), die jeweils mit individueller, im 90°-Raster gestufter Phasenlage lückenlos aufeinanderfolgen. Diese Phasensprünge (4 Möglichkeiten) wertet das jeweilige Empfangsmodem aus und gewinnt dabei je 2 Bit Information.

Der entstandene Oberwellenanteil ist kein Problem, da er einerseits bereits durch das Modem, andererseits spätestens durch die begrenzte Telefon-Bandbreite abgeschnitten wird.

Den genannten Phasenwinkeln von 0°, 90°, 180° und 270° ordnet man die Bitkombinationen 01, 00, 10, 11 zu (Bild 1, Tabelle 1). Es können also pro übertragenem Wellenzug, d. h. mit jedem möglichen Phasensprung 2 Bits gleichzeitig übertragen werden (sog. Dibits). Bei einer maximalen Schrittfrequenz von 600 Baud (s. o.) ergibt sich daher eine effektive Übertragungsrate von 1200 Baud.

Natürlich muß dem Modem auch mitgeteilt werden, wie die Datenübertragung zu erfolgen hat, z. B., welche Telefonnummer es zu wählen hat. Diese Anweisungen erhält es als normale ASCII-Zeichen über die serielle Schnittstelle (COM 1 - 4).

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch, daß ein Modem als eigenständige V24-Schnittstelle fungiert und deshalb nicht parallel zu einer der bereits installier-

ten seriellen Schnittstellen liegen darf.

Da das Modem einen eigenen Mikrocontroller besitzt, kann es Befehle selbstständig auswerten, erkennen und die entsprechenden Reaktionen ausführen. Das PCM 1200 von ELV verwendet den sogenannten Hayes-Befehlssatz, der sich inzwischen nahezu weltweit als *der* Standard durchgesetzt hat. Dieser Befehlssatz ist benannt nach dem amerikanischen Modemhersteller Hayes, der ihn erstmalig bei seinem „Smartmodem“ eingeführt hat. Wegen seiner Einfachheit und Effizienz wurde er von fast allen anderen Modem-Herstellern übernommen.

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über den kompletten Hayes-Befehlssatz. Das Modem verhält sich dabei genau wie eine normale V24-Schnittstelle im PC, mit dem einen Unterschied, daß diese „intelligente“ Schnittstelle gewisse Befehlssequenzen ausfiltert und dann entsprechend interpretiert.

Ein Modem besitzt 2 Betriebsmodi, nämlich Übertragungs- und Befehlsmodus. Im Übertragungsmodus werden sämtliche zu sendende Daten direkt an die Schnittstelle zum Telefonnetz übertragen oder empfangene Signale direkt von der dort an das Bearbeitungsprogramm übergeben. Indem man das „Escape“-Zeichen dreimal kurz nacheinander an das Modem überträgt, gelangt man in den Befehlsmodus,

wo die Möglichkeit besteht, direkt mit dem Modem zu kommunizieren. Es ist in diesem Modus z. B. möglich, den gewünschten Teilnehmer anzuwählen und somit eine Kommunikationsstrecke aufzubauen.

Hierzu kann die Zeichenfolge „ATD0, uvwxyz“ eingegeben werden. Dieser Befehl würde das Modem veranlassen, eine „0“ zu wählen, eine kleine Pause zu machen und anschließend die Rufnummer „uvwxyz“ anzuwählen. Der Befehl „ATH0“ dagegen würde das Modem veranlassen, das Gespräch unverzüglich abzubrechen und „den Hörer aufzulegen“.

### Verbindungsaufbau

Am Beispiel des Anrufs einer Mailbox wollen wir erläutern, wie der Verbindungsaufbau zwischen den beteiligten Rechnern zustande kommt.

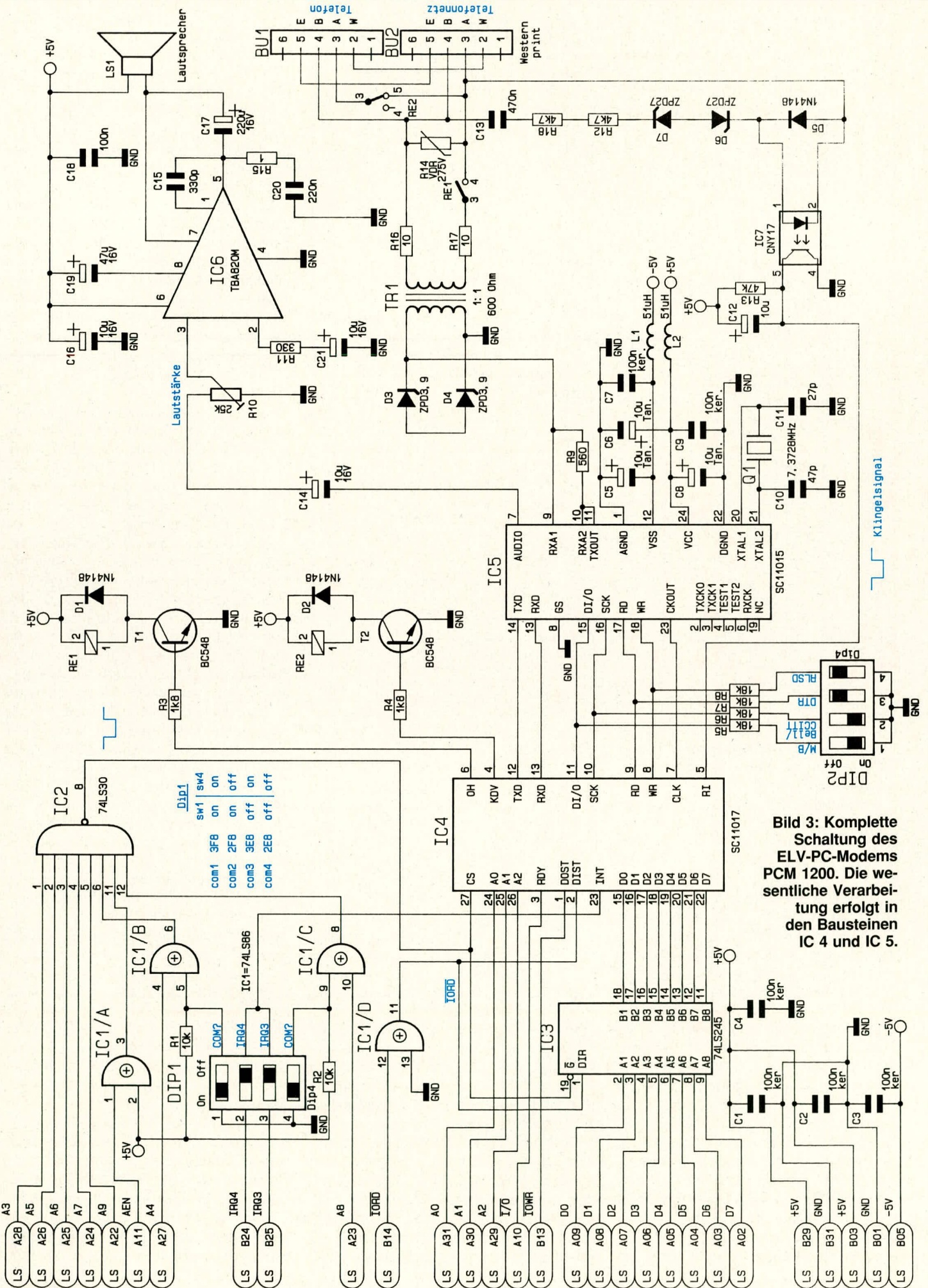
Zunächst muß die Datenübertragungsrate der Mailbox bekannt sein (300 oder 1200 Baud). Mailboxen mit größeren Datenraten (2400 Baud oder darüber) sind jedoch meistens in der Lage, die Übertragungsrates zu senken, wenn sie ein langsames Modem erkennen.

Die weiteren Parameter der jeweiligen Box werden meist in der schematischen Form x/y/z angegeben, z.B. 8/N/1 oder 7/E/2. x bedeutet dabei die Anzahl der pro Byte übertragenen Datenbits (7 oder 8), y gibt die Paritätsart an (E = Ergänzung auf gerade Summe, O = Ergänzung auf ungerade Summe, N = keine Paritätsergänzung), und z zeigt die Anzahl der angehängten Stopbits (1 oder 2). Diese Daten müssen Sie Ihrem Kommunikationsprogramm mitteilen, woraufhin sich das Modem automatisch entsprechend einstellt.

Nun wird mit „ATD xxx“ die Telefonnummer der gewünschten Box gewählt, wobei auch noch zusätzliche Parameter angegeben werden können. Mit „ATDT0,P3390“ wird z. B. zuerst nach dem Mehrfrequenzwahlverfahren eine Null gewählt, und nach einer Wartezeit von 2 Sekunden schaltet das Modem dann auf das Impulswahlverfahren um und wählt den Rest der Nummer.

Sofern der Teilnehmeranschluß nicht besetzt ist (was bei Mailboxen sehr häufig der Fall ist), müßte im Lautsprecher nun das Pfeifen des anderen Modems zu hören sein. Kurze Zeit danach sollte auf Ihrem Bildschirm die Meldung „CONNECT“ sowie die Einschaltmeldung der angewählten Mailbox erscheinen.

Erhalten Sie nur verstümmelte Zeichen, so kann das daran liegen, daß die Parameter der angerufenen Mailbox in Ihrem Kommunikationsprogramm falsch eingestellt sind. Zu deren Änderung müssen Sie zunächst den Datenübertragungsmodus mit „+++“ verlassen und geben die Parameter dann ein. Danach können Sie die Kommuni-



**Bild 3: Komplett  
Schaltung des  
ELV-PC-Modems  
PCM 1200. Die wes-  
entliche Verarbeitung  
erfolgt in den Bausteinen  
IC 4 und IC 5.**

kation nach Eingabe von „ATO“ fortsetzen.

Wollen Sie mit einem Anrufer Daten austauschen, so müssen vor Beginn der Übertragung beide Kommunikationsprogramme auf dieselben Parameter eingestellt werden (s. o.). Ein Anruf kann von Ihrer Leitungsseite aus entweder manuell oder automatisch beantwortet werden. Das Modem antwortet automatisch, wenn in das Software-Register S0 ein Wert größer als Null geladen wurde. Bei manueller Antwort müssen Sie, nachdem die Meldung „RING“ auf Ihrem Bildschirm erschienen ist, den Befehl „ATA“ eingeben.

Damit schließen wir die allgemeine Beschreibung ab in der Hoffnung, Ihnen hinreichende Einblicke in die Arbeitsweise von Modems gegeben zu haben, und kommen zur Schaltungsbeschreibung des ELV-PC-Modems PCM 1200.

## Zur Schaltung

Bild 3 zeigt die Schaltung des PCM 1200,

**Tabelle 5:  
Belegung des Schalters DIP 1**

Port	Adresse	IRQ	SW 1	SW 2	SW 3	SW 4
COM 1	03F8h	4	on	on	off	on
COM 2	02F8h	3	on	off	on	off
COM 3	03E8h	4	off	on	off	on
COM 4	02E8h	3	off	off	on	off

**Tabelle 6: Belegung des Konfigurationsschalters DIP 2**

- SW 1** Verhältnis Puls-Pause beim Impulswahlverfahren  
on\*: CCITT (33% Puls, 67% Pause)  
off: Bell (39% Puls, 61% Pause)
- SW 2** Betriebsmodus des Modems  
on\*: CCITT V.21/V.22  
off: Bell 103/212A
- SW 3** Status des DTR-Bits im UART-Modem-Control-Register  
on: Zustand des DTR-Bits wird ignoriert  
off\*: Modem reagiert auf Zustand des DTR-Bits
- SW 4** Received-Line-Signal-Detect- (RLSD)-Bit im Modem-Status-Register  
on: RLSD-Bit gesetzt  
off\*: RLSD-Bit zeigt aktuellen Carrier-Detect-Status

**Anmerkungen:**

Die mit \* markierten Stellungen zeigen an, wie die Schalter für den Gebrauch des Modems in Europa zu setzen sind. Für die Benutzung in den USA sind die Schalter 1 und 2 umzustellen. Änderungen der Schalter 3 und 4 sind für Standardanwendungen nicht erforderlich.

das im wesentlichen auf 2 hochintegrierten ICs der Firma Sierra Semiconductor basiert. Der Baustein IC 4 (SC 11017, Enhanced Parallel Bus Modem Controller) enthält einen kompletten Ein-Chip-Mikrocontroller mit internem ROM, außerdem noch einen seriellen Baustein (UART), der registerkompatibel zum bekannten 8250 von Intel ist. Daher arbeitet jegliche Kommunikationssoftware, die die serielle Schnittstelle unterstützt, mit dem PCM 1200 zusammen.

Die Verbindung zum PC-Bus wird ausschließlich über den UART hergestellt, wobei die Adreß-Decodierung durch das

8fach-NAND-Gatter IC 2 und 2 EXOR-Gatter von IC 1 erfolgt.

Die Auswahl der Ports COM 1 - 4 und des Interrupts IRQ 3/4 wird mit dem 4fach-Dip-Schalter DIP 1 vorgenommen; Tabelle 5 zeigt eine Übersicht der möglichen Kombinationen.

Liegt die Adresse an IC 2 an, so wechselt der Ausgang, und damit der CS-Eingang von IC 4, auf Low-Pegel. Gleichzeitig wird der bidirektionale Datentreiber IC 3 freigegeben. Die Richtung der Datenübertragung wird dabei durch das Signal  $\overline{IORC}$  vom PC-Bus bestimmt.

IC 4 erfüllt noch weitere wichtige Funktionen. So stellt es an Pin 3 das RDY-Signal zur Verfügung, das bei schnellen Rechnern zusätzliche Wartezyklen einfügt, wenn auf die serielle Schnittstelle zugegriffen wird. Das PCM 1200 ist dadurch in der Lage, auch mit sehr schnellen Rechnern zusammenzuarbeiten, bei denen zahlreiche andere Modems Probleme haben.

Der Mikrocontroller im IC 4 interpretiert die Hayes-Befehle und übernimmt deren Ausführung. Modulation und Demodulation der Daten besorgt IC 5 (SC 11015, 300/1200-Bit-Per-Second-Modem), angesteuert von IC 4 über einen internen Bus. Dessen Pins 8 - 11 werden in einer Zusatzfunktion außerdem dazu verwendet, beim Einschalten des Rechners oder bei einem Software-Reset (Befehl „ATZ“) den Zu-

stand der Konfigurationsschalter DIP 2 einzulesen, mit denen die Voreinstellung des ELV-Modems vorgenommen wird. Ihre Bedeutung geht aus Tabelle 6 hervor.

Abgehende Signale gelangen von IC 5, Pin 11 über den zur Impedanzanpassung dienenden Widerstand R 9 an die Sekundärwicklung des Übertragers. Seine Primärwicklung ist über die beiden Widerstände R 16, R 17 und die Buchse BU 2 mit der Telefonanlage verbunden.

Ankommende Signale durchlaufen den Übertrager in umgekehrter Richtung und gelangen an die Pins 9 und 10 von IC 5.

Dieses ist intern in der Lage, das Sendevom Empfangssignal zu trennen, so daß eine Vollduplex-Übertragung über eine Zweidrahtleitung möglich ist.

Zur Überwachung des Verbindungsaufbaus steht an Pin 7 von IC 5 das Audio-Signal der Telefonleitung an und wird von dort über C 14 und den Trimmer R 10 auf den integrierten Audioverstärkerbaustein TBA 820M gegeben. Der Trimmer dient dabei zur Lautstärkeeinstellung.

Bei der Entwicklung des ELV-PC-Modems wurde besonderer Wert auf die vollständige galvanische Trennung von Telefon- und Rechnerseite gelegt, so daß im Fehlerfall (z. B. Überspannung auf der Telefonleitung) keine gefährlichen Spannungen Modem oder Rechner gefährden können. Derartige Spannungen werden durch den Metalloxid-Varistor R 14 kurzgeschlossen, indem dieser seinen Widerstand bei deutlichen Überspannungen drastisch verringert und so den Übertrager schützt. Einen zusätzlichen Schutz bieten die beiden über die Sekundärwicklung des Übertragers geschalteten Z-Dioden D 3, D 4.

Die Anschaltung des Modems an die Leitung erfolgt durch das Leitungsrelais RE 1, angesteuert über Pin 6 von IC 4. Auch die Nummernwahl erfolgt über dieses Relais, sofern das (z. B. in Deutschland übliche) Impulswahlverfahren verwendet wird.

Damit das Modem nicht ständig Ihre Telefonleitung blockiert, besitzt das ELV-PC-Modem eine zweite Buchse, an die direkt der Telefonapparat angeschlossen werden kann. Dieses kann ganz normal benutzt werden, sofern das Modem nicht gerade aktiv ist. Die Umschaltung auf den Telefonausgang übernimmt das Hilfsrelais RE 2, angesteuert von Pin 4 des IC 4. Es unterbricht die Verbindung zu BU 1, sobald das Modem durch RE 1 an die Leitung anschaltet wird.

Ein ankommendes Klingelsignal (60 V) gelangt über C 13, R 12, D 6 und D 7 zum Optokoppler IC 7 und von dort zu Pin 5 des IC 4. Die antiparallel geschalteten Z-Dioden D 6 und D 7 bewirken hierbei ein Abblocken von Spannungen unter 27 V, so daß etwaige Störspannungen auf der Leitung nicht versehentlich als Klingelsignal interpretiert werden können.

Der Sendepiegel von Modems wird meist in der Maßeinheit „dBm“ angegeben, wobei der Bezugspegel 1 mW ist. Einem Sendepiegel von 0 dBm entspricht bei einer Leitungsimpedanz von 600  $\Omega$  somit eine Bezugsspannung von 0,775 V.

Das ELV-Modem sendet mit einem Pegel von ca. -9 dBm, empfängt aber noch Daten mit einem Pegel von bis zu -40 dBm.

Im kommenden ELVjournal beschreiben wir Nachbau und Inbetriebnahme dieses leistungsfähigen und außergewöhnlich preisgünstigen Modems. 