

Drahtlose Datenübertragung mit Packet-Radio

Wenn codierte Informationen (ASCII, EBCDIC) drahtlos und fehlerfrei übermittelt werden sollen, kommen verschiedenste Verfahren zur Anwendung. Ein ganz besonderes Prinzip haben sich aber weltweit die Amateurfunker zu eigen gemacht. «Packet-Radio» heißt das Verfahren, das die Funker benützen, um über große Distanzen drahtlose Verbindungen zwischen zwei Terminals oder Personal-Computern herzustellen, um Programme, Texte, Daten aber auch codierte Sprache fehlerfrei zu übertragen.

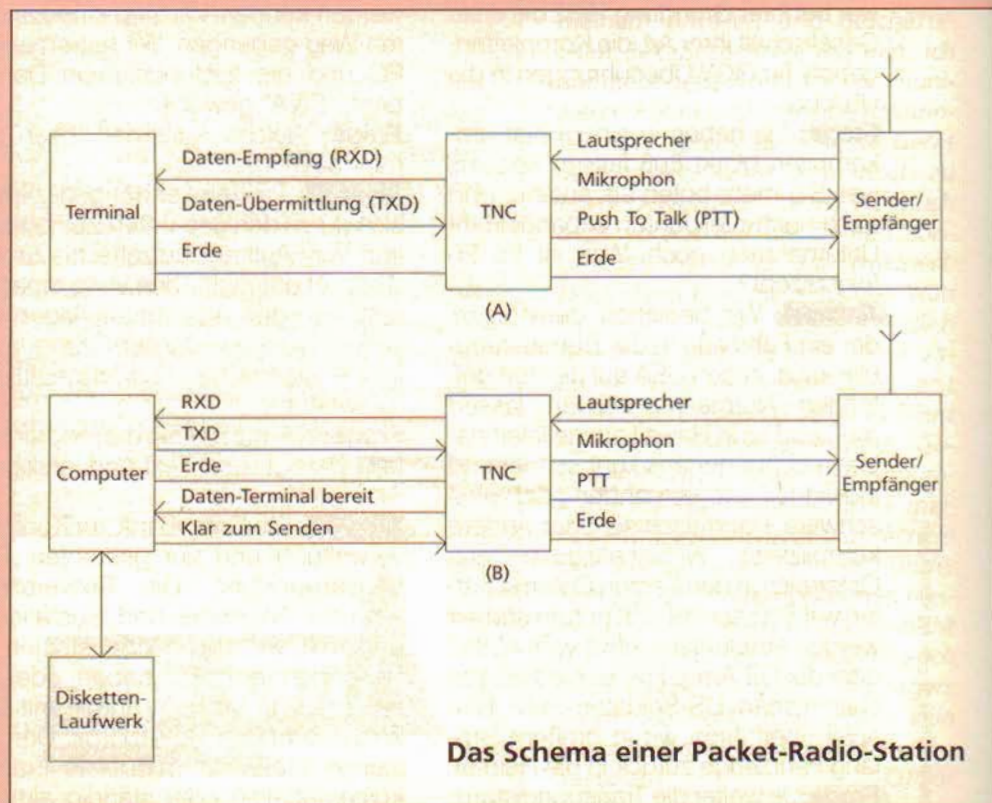
Kennzeichnend für das Übertragungsverfahren Packet-Radio sind folgende Merkmale: Daten werden zu Packets, also kurzen Datenpaketen (in der Datenübertragungstechnik auch «Frames» genannt) zusammengefaßt und in Form eines «Bursts» mit hoher Geschwindigkeit übertragen (im VHF/UHF-Bereich sind 1200 Baud üblich). Die Aussendung der Packets kann beispielsweise nach dem Eintippen einer Zeile auf der Tastatur geschehen. Da die Übertragung eines derartigen Packets nur Sekundenbruchteile in Anspruch nimmt, sind die Kanalbelegungszeiten sehr kurz, so daß die gleiche Frequenz sozusagen im Time-Sharing-Verfahren von mehreren Stationen gleichzeitig benutzt werden kann. Da der Operator jedoch wesentlich mehr Zeit zum Schreiben oder Lesen einer Mitteilung benötigt, als die Übertragung erfordert, hat er das Gefühl, ständig mit der Gegenstation verbunden zu sein.

Mit Sicherheit fehlerfrei

Um die Unversehrtheit der empfangenen Daten zu überprüfen, wird aus den erhaltenen Informationen ein Prüfcode gebildet, der mit einem beim Senden von der Gegenstation eingeführten Prüfcode verglichen wird. Bei Übereinstimmung sendet die Empfangsstation ein Bestätigungssignal (ACK-Acknowledge) als Rückmeldung. Trifft dieses Signal innerhalb

einer bestimmten Zeitspanne bei der Gegenstation ein, die inzwischen wieder auf Empfang geschaltet hat, wird das nächste Packet übertragen. Bleibt es aus, werden nach einer mit einem Zufallsgenerator erzeugten Wartezeit solange erneute Übertragungsversuche durchgeführt, bis entweder ein ACK-Signal empfangen wurde, oder die vorgegebenen maximale Anzahl von Versuchen, die programmierbar ist, verstrichen ist. Das auf diese Weise realisierte «Handshake-Verfahren» garantiert, daß Da-

ten, deren Empfang bestätigt wurde, zu 100 % von der Gegenstation aufgenommen worden sind. Dies ist vor allem bei der Übertragung von Zahlungangaben von höchster Bedeutung. Schwierigkeiten bei der Übertragung können natürlich auch auftreten: So zum Beispiel durch atmosphärische Störungen, oder durch die «Kollision» von zwei Paketen. Zwar wird vor der Aussendung immer geprüft, ob der Kanal frei ist, trotzdem besteht die Möglichkeit, daß zwei Stationen genau gleichzeitig mit einer Übertragung beginnen. In diesem Fall geht das übertragene Paket verloren, und es erfolgt ein erneuter Versuch. Wird ein Datenpaket fehlerhaft empfangen, da der benutzte Kanal zu stark belegt oder gestört ist – was vor allem auf Kurzwelle meist der Fall ist – besteht die Möglichkeit, die Paketlänge in geeigneter Weise zu ändern, da die Chance einer störungsfreien Übertragung für ein sehr kurzes Paket wesentlich größer ist. Die programmierbare Länge des pro Paket übermittelten Datenfeldes ist einer der grossen Vorteile von Packet-Radio.



Das Schema einer Packet-Radio-Station



Bild Felix Walker

Die typische Packet-Radio-Station eines Amateurfunkers: Hier die Gerätschaften des Autors.

Hardwarevoraussetzungen

Die gesamte Abwicklung der Datenübertragung, der Sende-/Empfangsumschaltung, der Daten-codierung und der Formatierung der Packets übernimmt ein sogenannter «Terminal Node Controller» (TNC), bei dem es sich im Prinzip um einen spezialisierten Mikrocomputer mit der zugehörigen Software handelt. Der von der «Tucson Amateur Packet Radio Group Corporation» entwickelte TNC arbeitet mit einer CPU des Typs 6809 und enthält in seinen 24 KByte ROM alle erforderlichen Programme. Vor kurzem wurde der TNC-2 vorgestellt, welcher mit einem Z80 arbeitet und jetzt mit einem hochwertigen Modemfilter ausgerüstet wurde. Auch die Software wurde modifiziert und es stehen einige neue Befehle zur Verfügung.

Die Verbindung zwischen dem TNC und dem zur Übertragung verwendeten Funkgerät erfolgt über ein Modem, das einerseits beim Empfang als FSK-Demodulator arbeitet, beim Senden jedoch die zur

Übertragung verwendeten Tonfrequenzen von 1200 Hz und 2200 Hz erzeugt (Übertragungsrate maximal 9600 Baud). Ein spezielles Switched-Capacitor-Filter im Modem sorgt für eine Anpassung der Charakteristik der Empfänger-durchlaßkurve an den Demodulator, um einen möglichst ausgeglichenen Amplitudenverlauf zu erzielen, was für eine einwandfreie Datenübertragung sehr wichtig ist. Zur Eingabe von Daten in den TNC sowie zur Anzeige der empfangenen Mitteilungen auf dem Bildschirm ist ein geeignetes Terminal mit Tastatur erforderlich, das über die vorhandene serielle RS-232C-Schnittstelle angeschlossen werden kann. Es ist also kein zusätzlicher Computer erforderlich, da die gesamte benötigte «Intelligenz» im TNC konzentriert ist. Allerdings läßt sich jeder Personal-Computer als Terminal einsetzen, sofern er über eine serielle Schnittstelle verfügt. Das Bindeglied zwischen dem Modem und dem Computer ist ein sogenannter HDLC-Controller.

Dabei handelt es sich um einen hochintegrierten Steuer-Baustein, der alle Funktionen übernimmt, die das international in der Datenübertragung verwendete «High Level Data Link Control»-Protokoll vorschreibt. Dieses Protokoll ist auch als X.25 gemäß CCITT-Vorschrift bekannt. Erst durch die Verwendung eines kompletten HDLC-Bausteins konnte eine derart komplexe Baugruppe wie der TNC überhaupt zu amateurgerechten Preisen realisiert werden, da allein der HDLC-Controller zwei Dutzend digitaler integrierter Schaltungen ersetzt.

Übertragungsprotokoll

Der HDLC-Controller übernimmt die vom Terminal kommenden Daten und fügt sie, gemäß Protokoll, vor der Übertragung in ein festehendes Schema ein. In gleicher Weise entnimmt er auch empfangenen Packets die übermittelten Informationen und leitet sie über die RS-232-Schnittstelle zum Sichtgerät weiter.

Verschiedene Betriebsarten

Der für den Amateurfunk zur Zeit wohl wichtigste Packet-Radio-Betriebsmodus ist sicherlich der sogenannte «Converse-Mode». In dieser Betriebsart kann der Operator Meldungen für die Aussendung vorbereiten und auf dem Bildschirm korrigieren aber auch empfangene Meldungen lesen. Der Converse-Mode bietet zwei Sub-Modis:

Im «Connected-Mode» erfolgt die Übertragung der Pakete zwischen zwei definierten Stationen, deren Rufzeichen im Adreßfeld eines Pakets festgelegt werden können. Die jeweilige Sendestation erwartet dabei unbedingt eine Bestätigung der Gegenstation und führt die vorgegebene Anzahl von Wiederholungen aus, bis sie ein ACK-Signal empfängt. Dieser Modus ermöglicht beispielsweise die automatische Übermittlung einer Mitteilung an eine gewünschte Station. Die Sendung wird dabei so oft wiederholt, bis die andere Station in Betrieb ist und den Erhalt bestätigt. Anrufe und Mitteilungen anderer Stationen werden ignoriert.

Der «Unconnected-Mode» dient zur Aussendung von Packets an beliebig viele Stationen, was zum Beispiel für Rundsprüche geeignet ist. Dabei wird keine Rückmeldung zur Bestätigung erwartet, so daß für die Fehlerfreiheit keine Gewähr gegeben ist. Allerdings wird auf der Empfangsseite ermittelt, ob das Paket korrekt empfangen wurde oder nicht; eine Möglichkeit zur Anforderung einer Wiederholung ist aber nicht gegeben.

Verschiedene Anwendungen

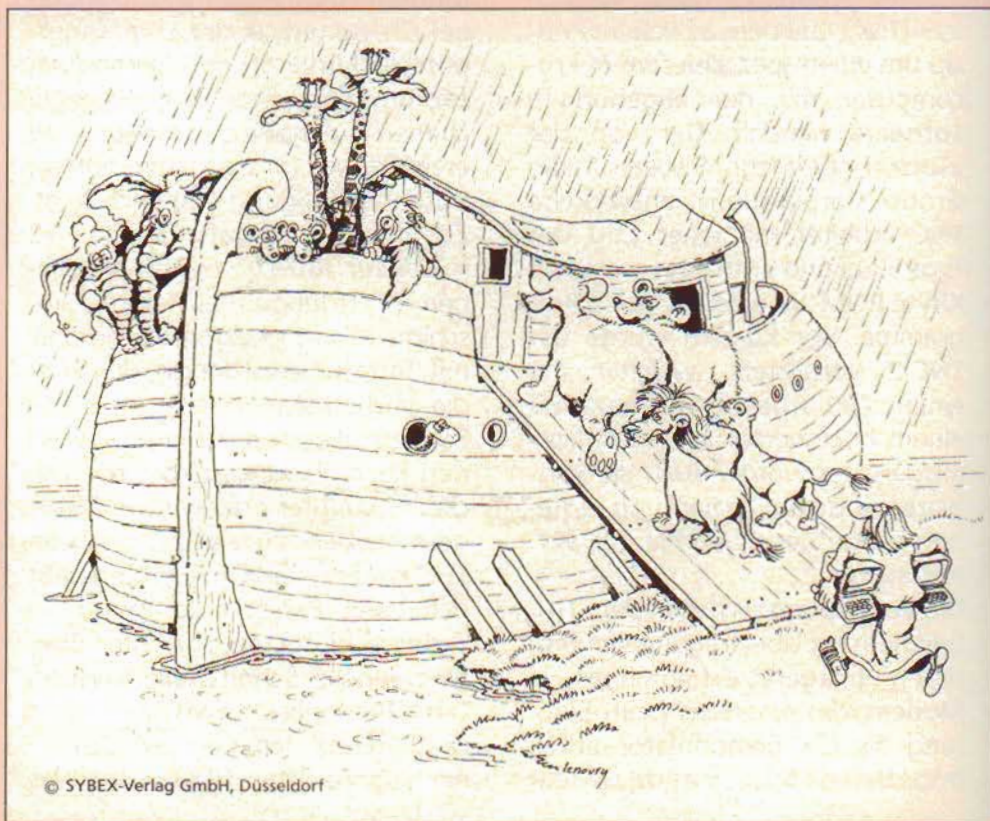
Für Packet-Radio sind sehr vielfältige Anwendungsmöglichkeiten denkbar, was unter anderem auf den äußerst flexiblen Terminal Node Controller zurückzuführen ist. So ist beispielsweise, neben gezieltem Funkverkehr zwischen zwei Stationen, die Realisierung von lokalen Daten-Netzwerken, die Abstrahlung von VHF/UHF-Rund-

sprüchen sowie die Bildung von räumlichen weit ausgedehnten Netzwerken, z.B. unter Einbeziehung einer Kurzwellenstation denkbar. Darüberhinaus besteht auch die Möglichkeit zur Übertragung über einen Amateurfunk-Satelliten, wobei vor allem der speziell für Packet-Radio vorgesehene PACSAT, dessen Start für diesen Sommer geplant ist, neue Wege im Amateurfunkverkehr eröffnen dürfte. Schon heute sind über den 1983 gestarteten Amateurfunk-Satelliten OSCAR 10 erste Packet-Radio Verbindungen zwischen den USA und Australien getätigt worden. Dazu gehört beispielsweise auch die vorübergehende Abspeicherung von Packets im Satelliten (Mail-Boxing) und die Möglichkeit zum Abruf durch den Adressaten, wenn der Satellit von seinem Standort aus erreichbar ist. In den USA gibt es schon heute ein großes Netzwerk von Packet-Radio «Digipeaters». Über diese Netzwerke können Stationen aus dem Norden der USA Informationen bis in den Süden, Westen und Osten übermitteln und das in einem 24 Stunden Betrieb, da die Digipeaters nicht bemannt sein müssen.

Jedes Daten-Frame beginnt mit einem sogenannten Eröffnungs-Flag und

endet mit einem Schluß-Flag. Diese vom Controller erzeugten und an die richtige Position gesetzten Bitfolgen dienen zur Taktsynchronisation beim Empfang. Auf das Eröffnungs-Flag folgt ein Adreßfeld, in dem das Rufzeichen der Gegenstation und der Absender enthalten sind. Vor dem eigentlichen Datenfeld steht noch ein Kontrollfeld, das die Anzahl der übertragenen Frames, Beginn oder Ende der Verbindung, die Empfangsquittierung oder eine Aufforderung zur nochmaligen Übertragung angibt. Das Datenfeld selbst hat eine Länge von maximal 128 Bytes im ASCII-Code. Der HDLC-Controller unterteilt alle vom Operator eingegebenen Texte automatisch in Pakete mit einer Länge von maximal 128 Bytes; kürzere Packets sind ebenfalls möglich. An das Datenfeld schließt sich das «Frame Check Sequence»-Feld an, das eine Prüfsumme enthält, die bei der Übertragung aus allen anderen Feldern eines Frames gebildet wird. Beim Empfang eines Frames errechnet der HDLC-Controller diese Prüfsumme erneut und erlernt aus Abweichungen, daß ein Übertragungsfehler vorlag. Stimmt der errechnete Wert mit dem Inhalt des FCS-Feldes überein, wird das Packet durch ACK quittiert.

Wolfgang Sidler



© SYBEX-Verlag GmbH, Düsseldorf