

Die wichtigsten Geräte des „Mobile Computing“ sind Laptop, Notebook und Tablet-PC (PAD), auch PDAs (Personal Digital Assistant), Palmtop- oder Handheld-PCs. Hinzu kommen Smartphones (Mobiltelefone mit Organizerfunktionen wie PDAs), herkömmliche Handys und Gerätekombinationen (z.B. Laptop plus Handy).

Die unterschiedlichen Netz-Technologien

Damit sich solche Geräte ins Kommunikationsnetz und damit ins Internet einwählen können, muss eine drahtlose Verbindung aufgebaut werden. Je nach Distanz und Konfiguration sind dies WPANs (Wireless Personal Area Networks, 0 bis 10 m), also z.B. DECT (Digital European bzw. Enhanced Cordless Technology), IrDA (Infrared Data Association) oder Bluetooth (nach den Richtlinien der Bluetooth Special Interest Group, SIG) und bald auch ZigBee [19]. Größere Distanzen in Gebäuden oder bis 1 km in freiem Gelände werden mit WLANs (Wireless Local Area Networks) realisiert. Sie sind heute nach den IEEE-Standards 802.11x genormt. Sind die Zugänge zu einem WLAN öffentlich, werden die Netzwerke „Public Wireless LAN“ (PWLAN) in so genannten „Hotspots“ genannt. WANs (Wide Area Networks) verbinden Computersysteme untereinander, welche 100 bis mehrere 1000 km voneinander entfernt sind (Mobilfunknetze, z.B. GSM/GPRS oder auch UMTS). GANs schließlich (Global Area Networks) vereinen Netzwerke unterschiedlicher Länder über verschiedene Kontinente hinweg und rund um den Globus (über Kurzwelle oder Satelliten). Da über PANs, WLANs und WANs sehr viele Informationen vorliegen [17, 18, 19], wird im Folgenden nur auf die Kurzwelldienste für den Datentransport und auf Satellitennetzwerke eingegangen.

Details zu Kurzwelldiensten

Über Kurzwellen (KW, 3 bis 30 MHz) Daten zu transportieren, ist eine alte und bekannte Anwendung des „Funkens“. Zu Beginn der Rundfunktechnik wurden vor allem Morsezeichen per

Mobile Computing „anywhere“

Kurzwellen- und Satellitendienste als Netzzugänge – 1. Teil: Grundlagen und Kurzwelldienste

Die moderne Gesellschaft wird immer mobiler – deshalb will der zeitgemäße Mensch immer und überall („anytime and anywhere“) seine Aufgaben erledigen und kommunizieren können, also „Mobile Computing“ via Internet betreiben. Hier alle Details zu den nutzbaren Geräten und den Kommunikationstechniken im Kurzwellen- und Satellitenfunk-Bereich.

Von Jean-Marie Zogg

KW übertragen. Kurzwellenverbindungen von Punkt zu Punkt sind von Kommunikationsfirmen und Drittstaaten unabhängig und immer dann besonders sinnvoll, wenn sichere Verbindungen in Krisen oder in Katastrophenfällen erforderlich sind. Kurzwellen überbrücken sehr große Distanzen. An der Ionosphäre in 50 bis 100 km Höhe werden die Funkwellen je nach Wellenlänge und Sonneneinstrahlung reflektiert, gebeugt oder gebrochen. Auf der Senderseite werden der Frequenzbereich, die Sendezeit und die Abstrahlrichtung der Antenne so ausgewählt, dass die Funkwellen bis ins Zielgebiet reflektiert werden. Da die Erde die Funkwellen ebenfalls reflektiert, sind auch mehrere Sprünge hintereinander über viele tausend Kilometer hinweg bis auf die andere Seite des Globus möglich (Bild 1).

Kurzwellenverbindungen sind aber nicht zu jeder beliebigen Zeit möglich: Die Übertragung ist vom Sonnenstand abhängig, da der Zustand der Ionosphäre vom Wechsel von Tag und Nacht und

von der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung im Jahresverlauf beeinflusst wird. Für jede Strecke müssen daher je nach Tages- und Jahreszeit unterschiedliche Frequenzbänder benutzt werden. Aber auch Art und Ausmaß der Sonnenaktivität beeinflussen die Bedingungen.

Allerdings: Unzählige Sender, dicht nebeneinander oder sich überlagernd, sind hörbar. Zu diesem Chaos kommen noch atmosphärische und terrestrische Störungen hinzu. Da die Übertragungsbandbreite von den Gesetzgebern auf ca. 3000 Hz begrenzt wurde, kann die



Einsatz eines „Mobile Computers“ nach einem Erdbeben in einem Gebiet ohne herkömmliches Mobilfunknetz.

(Foto: TSFI [1])

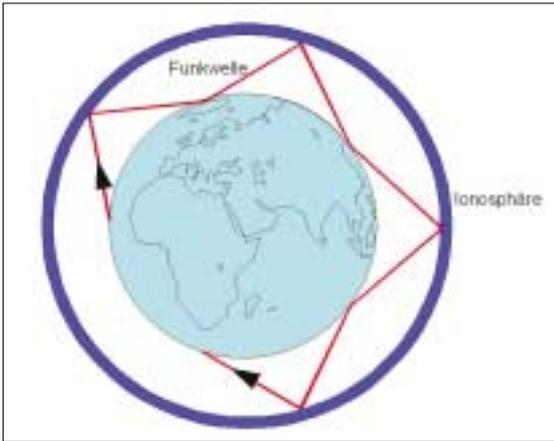


Bild 1. Ausbreitungsprinzip von Kurzwellen: Durch Reflexionen an der Ionosphäre und der Erdoberfläche lassen sich enorme Distanzen überbrücken.

Datenrate nicht beliebig hoch sein. Deshalb wurde das einstige KW-Funkgerät perfektioniert: Mit Fehlerkorrekturtechnik und DSPs (digitale Signalprozessoren) wurden die Nutzdatenraten von wenigen unsicheren 10 bit/s auf über 5000 fehlerfreie bit/s gesteigert. Intelligente Algorithmen passen Übertragungsparameter der Kanalqualität an oder wechseln zu „besseren“ Frequenzen. Als derzeit modernste Art der KW-Telegrafie wird weltweit PACTOR (ein von Funkamateuren „erfundenes“, fehlerkorrigierendes Übermittlungsverfahren) auch im kommerziellen Bereich genutzt.

► **Das PACTOR-Verfahren**

PACTOR-II wird seit 1995 eingesetzt und nutzt ein Zwei-Ton-DPSK-Modulationsverfahren (Differential Phase Shift Keying). Je nach Qualität der Übertragungstrecke wird DBPSK (Differential-Bi-Phase Shift Keying, im Einsatz bei starken Störungen) bis zu 16-DPSK (16 Phasenzustände, verwendet bei störungsarmen Übertragungstrecken) eingesetzt. Die Frequenz beider Töne beträgt 1200 bzw. 1400 Hz. Die festgelegte Bandbreite von 500 Hz (Mittenfrequenz 1300 Hz, Bandbreite ±250 Hz) erlaubt einen Nettodurch-



Bild 2. Pactor-Modem der Firma SCS und seine Anordnung in einer Sendeanlage zwischen Laptop und KW-Transceiver. (Bild: SCS)

satz von 589 bit/s, unkomprimiert. Dank einer Daten-Online-Kompression (Pseudo-Markow) kann die Datenrate bei Textübertragung auf 1200 bit/s gesteigert werden. Die Hanauer Firma SCS [3] stellt die Modems „PTC“ (Pactor Controller) her. In diesem Modem (Bild 2 zeigt die Einfügung in eine Sendeanlage) wird das Fehlerkorrekturverfahren CRC (Cyclic Redundancy Check) mit einer Checksumme von 16 bit (CRC-16) genutzt.

Im Jahr 2002 kam Pactor-III auf dem Markt. Der wesentliche Unter-

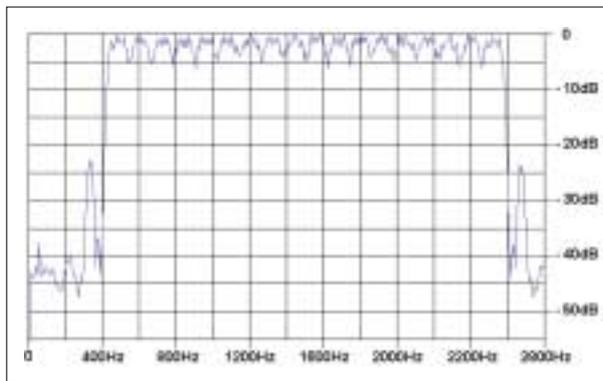


Bild 3. Ein Pactor-III-Spektrum.

schied zu PACTOR-II besteht darin, dass eine 18-Ton-DBPSK bzw. DQPSK (Differential-Quad-PSK, vier Phasenzustände) eingesetzt wird. Die Verbindung wird mit 2-Ton-FSK gestartet, dieses Tonpaar kann festgelegt werden.

PACTOR-III selbst arbeitet immer mit 1500 Hz Mittenfrequenz, die Bandbreite umfasst den Bereich von 400 bis 2600 Hz (Bild 3). Mit der Netto-Bitrate von 2722 bit/s können bei Datenonline-Kompression 5200 bit/s erreicht werden. Stationen des Typs Pactor-III können ohne Schwierigkeiten mit Stationen des Typs Pactor-II zusammenarbeiten. Die höhere Baudrate und die bessere Datenkompression werden automatisch nur dann ein-

geschaltet, wenn Stationen mit gleichem Pactor-Level kommunizieren.

Details zu FSK, PSK und DPSK

Frequency Shift Keying (FSK) bzw. Frequenzumtastung ist eine Art

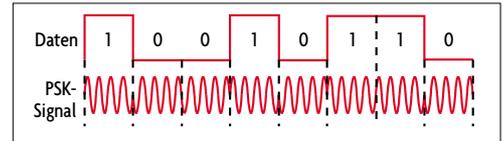


Bild 4. Prinzip von BPSK (Bi-Phase Shift Keying).

der Frequenzmodulation: Die eine Frequenz repräsentiert die digitale „Eins“, die andere die digitale „Null“. Beide Frequenzen sind dabei im gleichen Frequenzabstand um eine Trägerfrequenz angeordnet. Der Abstand zwischen den beiden Frequenzen wird Frequenzhub genannt. Realisiert wird eine solche Frequenzumtastung durch zwei Oszil-

latoren mit den beiden unterschiedlichen Frequenzen.

Bei Phase Shift Keying (PSK) bzw. Phasenumtastung handelt es sich um eine Phasenmodulation für digitale Signale. Bei diesem Verfahren hat das Signal eine kon-

stante Frequenz und eine konstante Amplitude. Die Phasenlage des Trägersignals ändert sich sprunghaft im Rhythmus des digitalen Modulationssignals. Bei einer zweiwertigen Phasenumtastung (Bi-Phase Shift Keying, BPSK bzw. 2PSK) wird dem Digitalwert 0 eine Phasenlage zugeordnet, beispielsweise 180°, und der digitalen 1 die Phasenlage von 0°. Dadurch kommt es bei jedem Wechsel von einem Zustand in den anderen zu einem Phasensprung von 180° (Bild 4). Bei QPSK bzw. 4PSK (Quadratur-Phasenmodulation bzw. Quadrature Phase Shift Keying) wird eine Phasenumtastung mit vier diskreten Phasenlagen für die Umtastung verwendet. Das Digitalsignal wird in den vier Phasenlagen von 45°, 135°, 225° und 315° umgetastet. Jeder Phasenzustand repräsentiert zwei zusammengefasste Bits, ein so genanntes Dibit (Bild 5). Mit dieser Vierphasenumtastung wird die Übertragungsgeschwindigkeit gegenüber der Zweiphasenumtastung verdoppelt.

Da die PSK-Techniken keine Takt-rückgewinnung unterstützen, wurde

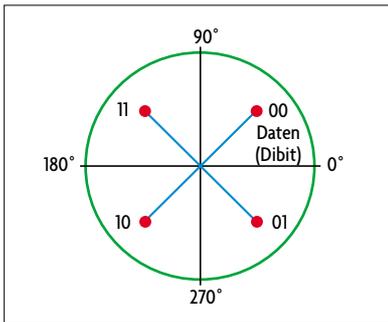


Bild 5. „Phasenstern“ bei QPSK (Modulation eines Dibit).

Symbol (Dibit)	Phasensprung
00	0°
01	+90°
11	180°
10	-90°

Die vier verschiedenen Phasensprung-Codes bei DQPSK bzw. D4PSK

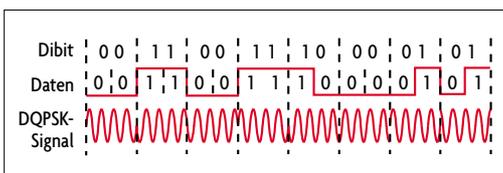


Bild 6. Eine Bitfolge bei DQPSK.

mit 4 DPSK (vierwertige Differential Phase Shift Keying) eine Weiterentwicklung von 4 PSK erarbeitet. Dabei handelt es sich um eine Codierung, die sich die Phasenverschiebung zu Nutzen macht. Beim Differential Quadrature-Phase Shift Keying-Modulationsverfahren (DQPSK bzw. D4PSK) werden jeweils zwei aufeinanderfolgende Datenbits zu einem Symbol zusammengefasst und als Phasensprung gemäß der *Tabelle* codiert (*Bild 6* veranschaulicht eine Bitfolge bei DQPSK).

Die KW-Provider

Um mit KW Mails zu versenden bzw. Internetseiten zu betrachten, muss der Zugang zum Netz über einen speziellen KW-Provider geschehen. KW-Provider sind automatische Systeme für Dateien-Vermittlungen auf KW und weltweit verteilt. „Bern Radio“ z.B. [4] verfügt über eine automatische Vermittlungsanlage. Für den Betrieb muss die Kurzwellen-Funkanlage mit einem Modem (Pactor) und einem PC ausgerüstet sein. Mit einer speziell konfigurierten DTS-Software muss, um Mails ab-

zusetzen, die Adresse des Empfängers eingegeben werden. Ist die Meldung abgeschlossen und wird „Senden“ aktiviert, ruft die Funkstation vollautomatisch Bern Radio oder die in der Adresse gewählte Relaisstation auf. Wenn nötig, wird dieser Aufruf wiederholt, auch auf verschiedenen Frequenzen, bis die Nachricht abgesetzt werden konnte. Bern Radio sendet zu bestimmten Zeiten eine Liste derjenigen Stationen, für die eine Nachricht eingegangen ist (Traffic-Listen). Sobald der Anwender mit Bern Radio in Verbindung tritt, werden die eingetroffenen Nachrichten automatisch weitergeleitet oder können abgerufen werden.

Eine Kurzwellenstation kann, wenn sie z.B. den Dienst von Kiel Radio [5] verwendet, E-Mails verschicken bzw. empfangen und beliebige Internetseiten anwählen. Die Anwahl geschieht in der Regel durch die direkte Eingabe der IP-Nummer (z.B. 192.67.198.35). Kiel Radio arbeitet ausschließlich im Pactor-II- und Pactor-III-Modus. Durch das spezielle Modulationsverfahren sind

Datenübertragungsraten bis hin zu 5200 bit/s (Pactor-III, mit Online-Datenkompression) möglich. Mit jedem Standard-E-Mail-Programm können E-Mails erstellt, gesendet und empfangen werden. Der direkte Zugriff auf eine persönliche E-Mail-Adresse ist möglich. Kiel Radio arbeitet mit Roaming-Stationen in den USA und den Philippinen zusammen, um die Verfügbarkeit zu erhöhen. *Bild 7* zeigt den 19-Zoll-Steuerschrank des Senders. *ha*

Links und Literatur

- [1] Télécoms sans Frontières: www.tsfi.org
- [2] www.sonyericsson.com/P800/
- [3] www.scs-ptc.com
- [4] www.bernradio.ch/
- [5] www.kielradio.de/
- [6] Zogg, J.-M.: Telemetrie mit GSM/SMS und GPS-Einführung. Franzis-Verlag, Poing.
- [7] www.iridium.com/corp/iri_corp-understand.asp
- [8] www.iridium.com/
- [9] www.globalstar.com/view_page.jsp?page=coverage
- [10] www.ericsson.com
- [11] www.globalstar.com/downloads/mcm_3.pdf
- [12] www.thuraya.com/tech/coveragemap_industry.htm



Bild 7. Steuerschrank des Senders von Kiel Radio. Unten sichtbar: der Server und zehn Pactor-Modems. (Foto: Kiel Radio)

- [13] Wie Literatur [6].
- [14] www.acesinternational.com
- [15] www.inmarsat.com/support_maps.cfm
- [16] www.tt.dk/products/landmobile/MessengerGAN.asp
- [17] Sikora, A.: IEEE 802.11 – WLAN bald überall verfügbar. *Elektronik Wireless*, Oktober 2003, S. 29 bis 31.
- [18] Khan, H.: Bluetooth mit mehr Power. *Elektronik Wireless*, Oktober 2003, S. 32 bis 37.
- [19] Hascher, W.: ZigBee: Ein neuer Funkstandard etabliert sich. *Elektronik Wireless*, Oktober 2003, S. 38 bis 40.



Dipl.-Ing. FH Jean-Marie Zogg

ist Professor für Elektronik und Elektrotechnik an der Fachhochschule HTW Chur (Schweiz). An der Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur hat er sich vertieft mit dem Gebieten Satellitennavigation (GPS) und Kurznachrichtendienst (SMS) auseinandergesetzt. Er hat zu diesem Thema (GPS, SMS) in namhaften Fachzeitschriften publiziert und verfasste ein Fachbuch zum Thema „Telemetrie mit GSM/SMS und GPS-Einführung“. Er ist Mitglied der Fachgruppe Übermittlung beim Schweizerischen Korps für humanitäre Hilfe (SKH).
 ▶ E-Mail: jean-marie.zogg@fh-htwchur.ch