

Drahtlose, Digitale Tele

Das DE

Reinhold Wehner

Für manche Benutzer ist das „Schnurlose“ ein unverzichtbares Hilfsmittel geworden. Schnurlose Telefone erfreuen sich einer großen Beliebtheit in der Bevölkerung. Der Fachmann spricht dagegen von „Funkbasierten Telekommunikationssystemen“. Das wohl bekannteste System ist DECT, der digitale Standard für drahtlose Tele-kommunikation. Ende der 80-er Jahre konzipiert, hat DECT die veralteten analogen schnurlosen Systeme wie CT0, CT1, CT1+ abgelöst und auch die digitalen Systeme der ersten Generation wie CT2 und CT3 erfolgreich vom Markt verdrängt. DECT ist heute im Bereich der schnurlosen Telefonie quasi der de-facto-Standard in Europa.

Zusammenfassung

DECT hat seine Vielseitigkeit im privaten, geschäftlichen und öffentlichen Bereich klar unter Beweis gestellt. Der Nutzeffekt dieses Standards, der sich durch eine hochwertige Zugangstechnologie auszeichnet, wird sowohl von den Endnutzern als auch Reguliierungsbehörden, Standardisierungsgremien, Netzbetreibern und Geräteherstellern anerkannt. Eine im Vergleich zu analogen Systemen sehr gute Sprachqualität sowie ein Sicherheitsstandard der, konsequent angewandt, umfassenden Schutz gegen Missbrauch bietet, runden das positive Bild ab. Insofern ist es nur folgerichtig, wenn der DECT-Standard mittlerweile in mehr als 110 Ländern genutzt wird. Mit den sogenannten „Access-Profilen“ wurde im Standard zudem ein mächtiges und flexibles Instrument

implementiert, mit dessen Hilfe das DECT-System Zugang zu anderen Systemen wie GSM, UMTS oder Internet findet.

Drahtlose Telefonsysteme

Gemeinsames Merkmal drahtloser Telefonsysteme ist, dass die Funkverbindung in der Regel zwischen einer am Telefonnetz (analog, digital) angeschlossenen Basisstation und mindestens einem Mobilteil stattfindet. Ihr Einsatz ist räumlich rund um die Basisstation begrenzt.

Ein kurzer historischer Rückblick siehe S. 45.

Der DECT-Standard

Die Idee, einen neuen digitalen Standard für drahtlose Telefonie zu erarbeiten, fällt mit dem Gründungsjahr des European Telecommunications Standards Institute (ETSI) zusammen. Da mit CT2 und CT3 bereits zwei digitale Systeme vorhanden waren, entschloss man sich, zumindest wesentliche Elemente dieser Systeme wie z. B. die dezentrale Organisation des Kanalzugriffs mittels TDMA, den Duplexbetrieb oder das Authentifizierungsverfahren in den neuen Standard zu integrieren, diesen ansonsten aber weiter zu fassen. Offiziell verabschiedet wurde der DECT-(Digital European Cordless Telephone) Standard 1992.

In der Spezifikation ETSI EN 300 175, Teile 1 bis 8, sind die grundlegenden Zugangstechnologien der Luftschnittstelle beschrieben. Um sowohl den technologisch bedingten Veränderungen als auch der globalen Akzeptanz Rechnung zu tragen, wurde der Standard überarbeitet, im Jahr 1995 die 2nd Edition veröffentlicht und nicht zuletzt wegen der weltweiten



kommunikation: CT-System

Analoge drahtlose Systeme (CT0, CT1, CT1+)

CT0 ist ein Synonym für erste in den 70er-Jahren in den USA und Asien betriebene analoge Systeme für die drahtlose Telefonie. Es handelt sich hierbei um keinen Standard, sondern vielmehr um nationale, von Seiten der Hersteller sehr stark geprägte proprietäre Lösungen. CT0 arbeitet im Frequenzbereich 1,6 - 47 MHz mit FDMA als Zugriffsverfahren. Die Reichweite zwischen Basisstation und Mobilteil beträgt bis zu einem Kilometer. Die Kommunikation erfolgt zwischen dem Basisteil und einem Mobilteil. Einfaches Abhören sowie die Möglichkeit über fremde Basisstationen auf das Fernnetz zuzugreifen waren signifikante Gründe dafür, dass dieses System in einigen europäischen Ländern nicht zugelassen wurde.

Mit **CT1** wurde 1984 der erste europäische Standard für drahtlose Telefonie von der CEPT verabschiedet, von elf europäischen Ländern anerkannt und eingeführt. CT1 arbeitet in den Frequenzbereichen 914.0125 - 914.9875 MHz (Uplink: Mobilteil sendet) und 959,0125 MHz – 959,9875 MHz (Downlink: Basisstation sendet). Die Anzahl der Kanäle beträgt 40, der Kanalabstand ist 25 kHz. Auf die Kanäle wird mit FDMA zugegriffen. Im Gegensatz zu DECT sendet die Basisstation nur während des Telefongesprächs. Die Sendeleistung beträgt maximal 10 mW. Interne Gespräche von Mobilteil zu Mobilteil sind nicht möglich. Aufgrund der analogen Sprachcodierung ist dieses System wie CT0 einfach abhörbar. Darüber hinaus muss teilweise eine schlechte Sprachqualität in Kauf genommen werden. Da am 1. Januar 1998 der bisher für CT1 reservierte Frequenzbereich an GSM übergeben wurde, sind seit diesem Datum CT1-Geräte in Deutschland nicht mehr zugelassen.

CT1+ ist eine Variante von CT1, die in Belgien, Deutschland, Luxemburg und der Schweiz genutzt wird. CT1+ arbeitet nach dem gleichen Verfahren wie CT1, jedoch in den Frequenzbereichen 885,0125 - 886,9875 MHz (Uplink) und 930,0125 - 931,9875 MHz (Downlink). Die Kanalzahl wurde auf 80 verdoppelt, der Kanalabstand bleibt mit 25 kHz gleich ebenso die Sendeleistung mit maximal 10 mW. Als Kanalzugriffsverfahren kommt ebenfalls FDMA zum Einsatz. Hinsichtlich Abhörsicherheit und Sprachgüte gilt die gleiche Aussage wie bei CT1.

Die analogen CT1- und CT1+-Geräte wurden in Europa inzwischen von den digitalen DECT-Geräten vom Markt gedrängt. Gemäß Amtsblattverfügung 51/2000 der Regulierungsbehörde RegTP dürfen ab 1. Januar 2009 Drahtlostelefone nach dem technisch veralteten Standard CT1+ nicht mehr betrieben werden.

Digitale drahtlose Systeme (CT2, CT3)

CT2 (entspricht dem britischen Standard MPT1375) ist eine in England entwickelte digitale Variante des drahtlosen Telefon-Standards CT1 und wurde 1985 als erster Standard für digitale drahtlose Telefone in Großbritannien standardisiert (I-ETS 300 131). Aufgrund der Digitalisierung ist CT2 in seinen Sicherheits- und Abhöreigenschaften analogen Systemen wie CT0/CT1/CT1+ deutlich überlegen. Das CT2-System arbeitet im Frequenzbereich 864,1 - 868,1 MHz mit 40 Kanälen bei einem Kanalabstand von 100 kHz und TDMA als Kanalzugriffsverfahren. Die Sprachcodierung erfolgt mittels ADPCM mit 32 KBit/s, moduliert wird mit GFSK. Die bidirektionale Kommunikation erfolgt mit TDD (Time Division Duplex). Die Sendeleistung der Geräte beträgt maximal 10 mW, die Reichweite liegt bei 200 m. Gesendet wird nur während des Telefonats und nicht – wie bei DECT – auch im Ruhezustand, wobei das Sendesignal mit einer Frequenz von 500 Hz gepulst wird. CT2 kann als Einzellen- und für größere Systeme als Mehrzellen-Netz aufgebaut werden. Daten können mit der vergleichsweise niedrigen Geschwindigkeit von 2400 bit/s übertragen werden. Das Mobilteil kann den Kontakt nur zu einer Basisstation halten. Eine unterbrechungsfreie Gesprächsführung durch mehrere Zellen hindurch (Roaming) ist somit nicht möglich. CT2-Geräte dürfen gemäß Amtsblattverfügung 51/2000 der Reg TP ab 1. Januar 2009 nicht mehr in Betrieb genommen werden.

CT3 (DCT 900) ist ein von Ericsson entwickeltes System das aber von ETSI nicht standardisiert wurde. CT3 arbeitet als Zellulernetz im Frequenzbereich 900 – 1000 MHz. Der Kanalzugriff erfolgt mittels TDMA, der Duplexbetrieb erfolgt mit TDD. Die Sprache wird mit ADPCM codiert, als Modulationsverfahren wird GMSK eingesetzt. Ähnlich wie bei DECT kommen bei CT3 Verschlüsselungs- und Authentifizierungsverfahren zum Einsatz. Konzeptionell ist CT3 auf größere Nebenstellenanlagen ausgerichtet. Es können bis zu 50.000 Nutzer auf einem Quadratkilometer ohne gegenseitige Beeinträchtigung arbeiten. Seit der Einführung des DECT-Standards haben CT3-Geräte aber keine praktische Bedeutung mehr.

Bedeutung in **D**igital **E**nhanced **C**ordless **T**elecommunications umbenannt. Bis zum Jahr 2005 wurden die einzelnen Teile bereits mehrfach überarbeitet. Genutzt wird der DECT-Standard in über 110 Ländern. Bis Ende 1995 wurde der Standard um sog. Access-Profile wie GAP (Generic Access Profile), DECT/GSM, DECT/ISDN, DECT/Radio Local Loop, Cordless Terminal Mobility (CTM) und verschiedene Datenprofile erweitert. Aufgrund der flexiblen Ausrichtung des Standards können solche Erweiterungsmöglichkeiten (Profile) jederzeit problemlos auch für andere Dienste und Systeme implementiert werden.

Die originäre Arbeit am DECT-Standard wurde vom ETSI-Komitee Radio Equipment & Systems 3, RES-3 geleistet, das für die Standardisierung von drahtlosen Telekommunikationssystemen verantwortlich war. Da sich über die Jahre hinweg die Struktur von ETSI und seinen Komitees verändert hat, wurde die Verantwortlichkeit auf das so genannte ETSI DECT Projekt ETSI DP übertragen. Hier kümmern sich Experten hauptamtlich um die Belange des DECT-Standards, wobei sie durch verschiedene Arbeitsgruppen zu den einzelnen aktuellen Standardisierungsthemen unterstützt werden.

DECT Grundlagen

Der DECT-Standard stellt eine Zugangstechnologie für die drahtlose Telekommunikation dar. Er beschreibt weder ein Netz noch Anwendungen hierfür, sondern ausschließlich den Zugang zu einem Netz, also die Luftschnittstelle zwischen der Basisstation (FP, Fixed Part) und dem Mobilteil (PP, Portable Part). Unterstützt wird neben der reinen Sprach- auch die Datenübertragung. Bei den Mobilteilen kann es sich auch um mobile Dateneinrichtungen handeln. In Europa arbeiten DECT-Systeme im Frequenzband von 1880 MHz bis 1900 MHz. In Ländern, in denen dieses Band von anderen Systemen besetzt ist (z. B. USA), musste man auf andere Frequenzen ausweichen. DECT-Systeme beschränken sich im Gegensatz zu nationalen und internationalen Funksystemen wie GSM nur auf lokale Netze.

Die einfachste Variante, die der DECT-Standard vorsieht, besteht aus zwei Mobilteilen, die direkt mitei-

nander kommunizieren. Mangels vorhandener Geräte ist dieser Fall in der Praxis allerdings kaum von Bedeutung. Den Regelfall bilden Einzellen- bzw. Mehrzellensysteme.

Als Einzellensystem werden Anlagen bezeichnet, die aus einer Basisstation und einem oder mehreren Mobilteilen bestehen. Die Basisstation ist über ein Interface an das Telefonnetz (analog, digital) angeschlossen, die Kommunikation mit dem (den) Mobilteil(en) erfolgt über die Luftschnittstelle. Einzellensysteme werden vorwiegend im privaten Bereich genutzt.

Bei Mehrzellensystemen sind mehrere Basisstationen über eine zentrale Steuerungseinheit miteinander verbunden und an eine Nebenstellenanlage angeschlossen. Mit Mehrzellensystemen soll eine flächendeckende Kommunikation ermöglicht werden, so dass ein Teilnehmer unabhängig von seiner örtlichen Lage mit dem oder über das System kommunizieren kann. Durch Funküberschneidung der einzelnen Sender wird sichergestellt, dass trotz bestehender Kommunikation die Mobilität des einzelnen Teilnehmers bestehen bleibt. Hierbei wird eine Eigenschaft des DECT-Standards, nämlich die der dynamischen Kanalwahl, ausgenutzt, das bedeutet, dass die Mobilteile permanent alle Träger scannen und den mit den besten Empfangseigenschaften auswählen. Mehrzellensysteme werden bevorzugt im Büro- oder Firmenbereich eingesetzt.

Bevor die Kommunikation zwischen Mobilteil und Basisstation erfolgen kann, muss sich das Mobilteil im jeweiligen System anmelden. Jedes Mobilteil besitzt eine eindeutige Kennung, die es dem System mitteilt. Die Anmeldeprozeduren sind von System zu System unterschiedlich, die Vorgehensweise nicht. Durch den Anmeldevorgang erhält das Mobilteil temporär eine eindeutige Rufnummer im System. Durch dieses Verfahren ist ein nicht autorisierter Zugriff durch ein fremdes Mobilteil auf das Netz ausgeschlossen. Je nach Art des einspeisenden Netzes, z. B. ISDN, werden auch spezifische Leistungsmerkmale weitergegeben.

Externe Telekommunikationsverbindungen über den „Amtsanschluss“ sind gebührenpflichtig. Innerhalb



des Funkzellenbereichs ist die interne Kommunikation zwischen den Endgeräten mit der Basisstation als Schaltzentrale dagegen gebührenfrei.

Wesentliche Vorteile des DECT-Standards bestehen in einer relativ hohen Abhörsicherheit, der sehr guten Sprachqualität und der Nutzung von ISDN-Leistungsmerkmalen. Die zu überbrückende Reichweite beträgt im Haus etwa 50 m, im Freien bis circa 300 m. Durch den Einsatz von Verstärkern lässt sich die Reichweite eines DECT-Systems sogar auf mehrere km erweitern. DECT unterscheidet sich von GSM durch eine hohe Teilnehmerdichte. Bis zu 100.000 Teilnehmer pro Quadratkilometer können auf einer relativ kleinen Fläche kommunizieren.

DECT-Technik

Das DECT-Frequenzband ist in 10 Trägerfrequenzen eingeteilt, der Kanalabstand beträgt 1728 kHz.

Jeder Träger enthält einen Rahmen (Frame) mit 24 Kanälen. Die Rahmendauer beträgt 10 ms. Durch Verwendung des TDMA-Verfahrens und bedingt durch die Rahmenstruktur des Protokolls werden keine weiteren Steuer- oder Sonderkanäle benötigt. Der Duplexbetrieb erfolgt mittels TDD, wobei die ersten 12 Zeitschlitz eines Frames für den Downlink, die verbleibenden 12 für den Uplink verwendet werden. Damit stehen 120 Duplexkanäle zur Verfügung.

Zur Modulation wird bei DECT GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) verwendet. Mit diesem Verfahren erreicht man auf jeder Trägerfrequenz eine maximale Bitrate von 1152 KBit/s. In einem Slot ($416,7 \frac{1}{4}s$) können also theoretisch 480 Bit übertragen werden. Real werden jedoch nur 420 Bit Nutz- und Signalisierungsdaten übertragen, 60 Bit (das entspricht $52,1 \frac{1}{4}s$) dienen als Schutzzeit zwischen den Datenpaketen. Das verbleibende 420 Bit Datenpaket besteht somit aus 320 Bit Nutzdaten (Sprach- oder Dateninformation), der Rest (100 Bit) ist für die Synchronisation (32 Bit), die Signalisierung (64 Bit) sowie die Übertragungsqualität (4 Bit) erforderlich.

DECT-Anwendungsprofile

DECT ist eine reine Zugangstechnologie und definiert weder die Netzinfrastruktur, noch die Dienste, die

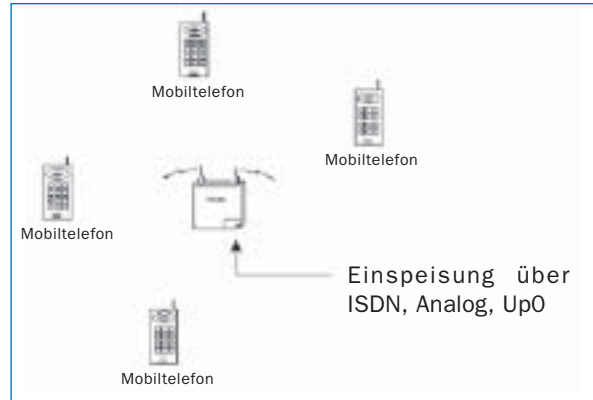


Abb. Einzellsystem

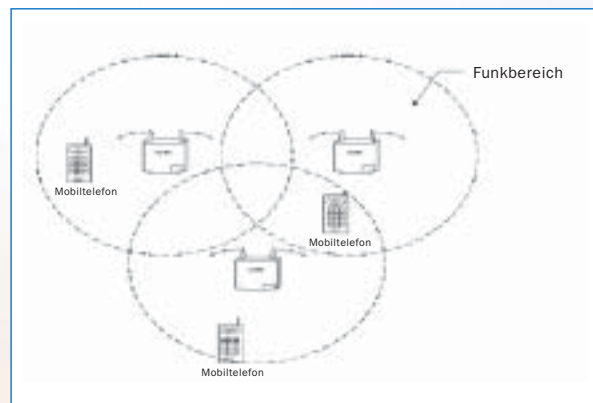


Abb. Mehrzellsystem

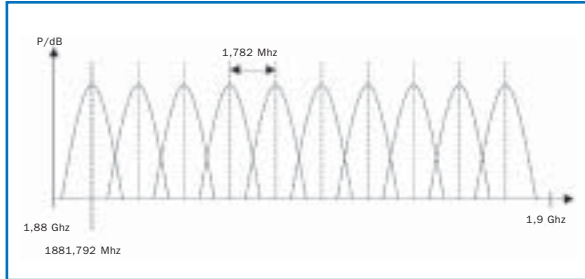


Abb. Trägerfrequenzen

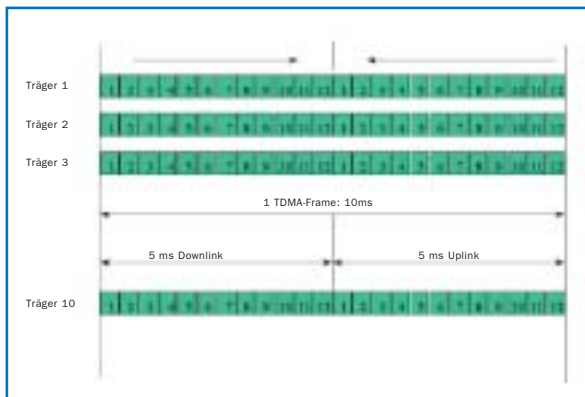


Abb. Rahmenaufbau

über das Netz angeboten werden. ETSI hat nun mit dem Instrument von sogenannten Anwendungsprofilen die Möglichkeit geschaffen, die unterschiedlichsten Anwendungen abzudecken. Hierdurch wurde ein mächtiges Instrument für die kommerzielle Nutzung von DECT generiert, das dazu beiträgt, dass DECT stets der technischen Entwicklung und den Marktanforderungen folgen kann. Nachfolgend werden die bekannten Profile vorgestellt.

- **Public Access Profile (PAP)**

Das PAP war das erste Profil, das für DECT spezifiziert wurde (ETSI EN 300 175-9 vom Dezember 1992). Es war für die Verwendung in Telepoint-Netzen gedacht. Es wurde jedoch vom allgemeineren und mächtigeren GAP abgelöst.

- **Generic Access Profile (GAP)**

GAP ist das bekannteste Zugriffsprofil und wurde als erstes Ende 1994 spezifiziert (ETSI EN 300 444). GAP stellt die Kompatibilität von Geräten unterschiedlicher Hersteller untereinander sicher. Alle GAP-kompatiblen Mobilteile lassen sich somit herstellerunabhängig mit den Telefon-Grundfunktionen an allen GAP-fähigen Basisstationen betreiben. DECT-Geräte müssen ab Oktober 1997 das GAP-Profil standardmäßig implementieren.

- **DECT/GSM Interworking Profile (GIP)**

Dieses Zugriffsprofil spezifiziert in ETS 300 370 (zusammen mit ETS 300 499 und ETS 300 703) regelt

Sync.: Synchronisation

Signal.: Signalisierung

Qual.: Übertragungsqualität

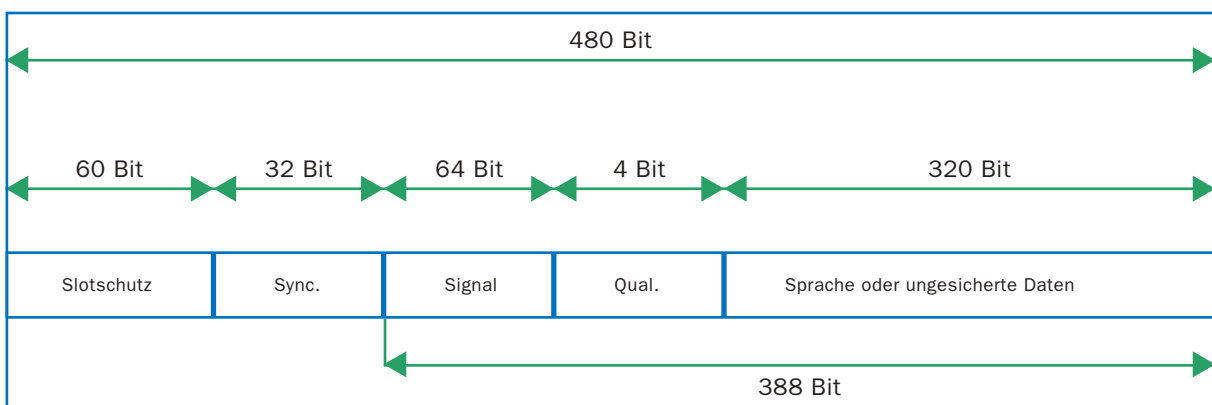



Abb. Bit-Struktur eines Slots



die Zusammenarbeit mit digitalen Mobilfunknetzen, die dem GSM-Standard entsprechen. Die Kombination ermöglicht die Integration von Mobilfunknetzen und Festnetzen mittels eines Dualmode-Handys. Dadurch lässt sich zu Hause das Festnetz nutzen und unterwegs das Mobilfunknetz. Unterstützen die beiden Netzbetreiber (Mobilfunk und Festnetz) entsprechende Routing-Techniken, können die Netzbetreiber eine Telefonnummer für beide Netze bieten. Gegenüber dem GAP muss das GIP noch folgende weitere Anforderungen wie GSM-Verschlüsselungen, GSM IDs (z. B. IMSI), GSM-Authentisierung und Protokollanpassungen erfüllen.

- **DECT/UMTS Interworking Profile (UIP)**

Dieses Profil regelt den Zugang auf ein UMTS-Netz. Es ist in den Spezifikationen TS 101 863-1 bis TS 101 863-6 beschrieben. Die DECT-Basisstation wird über das lu-Interface an das UMTS Core Network angeschlossen, so dass es für das UMTS-Netz als Radio Network Controller (RNC) erscheint.

- **ISDN Interworking Profile (IAP, IIP)**

Das IAP (ISDN Access Interworking Profile) wird benutzt, wenn ein DECT-Telefon an einer ISDN-Nebenstellenanlage betrieben wird und ISDN-Dienste, wie Rufnummernanzeige, Anklopfen, Dreierkonferenz oder Rufumleitung, nutzen soll. Basisstation und Mobilteil zusammen erscheinen dem Netz als ein einziges ISDN-Gerät. ISDN-Dienste werden über das ISDN-Netz an das Mobilteil und von dort zur Basisstation geleitet. Beschrieben ist IAP in ETSI EN 300 434-1 und ETSI EN 300 434-2.

Das IIP (ISDN Interworking Profile) gemäß ETSI EN 300 822 dagegen definiert den Fall, dass Basisstation und Mobilteil eine transparente Verbindung zwischen dem ISDN-Netz und einem oder mehreren ISDN-Terminals herstellen. Die Terminals sind hierbei am SO-Interface des DECT Intermediate Portable System (DIPS) angeschlossen. Wenn mehrere ISDN-Terminals nun gleichzeitig auf das DIPS zugreifen, können dynamisch mehrere DECT-Zeitschlitz angefordert werden. Im Falle von Sprachtelefonie erfolgt automatisch eine Umcodierung von den ISDN-typischen

64 KBit/s auf die DECT-typischen 32 KBit/s, so dass nur ein einziger Zeitschlitz pro Sprachverbindung verwendet werden muss.

- **Radio local loop Access Profile (RAP)**

Das RAP definiert eine drahtlose Zugangstechnologie für die letzte Meile zwischen Vermittlungsstelle und Telefonanschluss. Damit steht dem Telefon-Netzbetreiber eine kostengünstige Alternative zur Verkabelung seiner Kunden zur Verfügung. Im Allgemeinen wird der Telefonanschluss durch eine normale Telefonbuchse in der Wohnung des Kunden realisiert. Von dort führt jedoch nicht, wie üblich, ein unterirdisches Kabel zur Vermittlungsstelle sondern zum Cordless Terminal Adapter (CTA), einer festinstallierten Mobilstation. Diese übernimmt die Funkverbindung zur DECT-Basisstation. Der CTA ist im Allgemeinen auf dem Dach installiert und besitzt eine Richtantenne, die auf die Basisstation ausgerichtet ist. Unter günstigen Bedingungen können Entfernungen bis zu 5 km überbrückt werden, bei Verwendung eines Repeaters (Wireless Relay Station WRS) verdoppelt sich diese Entfernung. Im Dokument ETSI EN 300 765-1 werden die grundlegenden Anwendungen (Telefonie und Modem) beschrieben, in ETSI EN 300 765-2 weiterführende Anwendungen, wie z. B. ISDN oder Breitband-Datenübertragung.

- **CTM Access Profile (CAP)**

CTM bedeutet Cordless Telephone Mobility. Dieses Profil stellt sicher, dass sich die Benutzer von drahtlosen Terminals innerhalb der Netzabdeckung frei bewegen (roamen) können. Das CAP (ETSI EN 300 824) definiert die Funktionen für Basisstation und Mobilteil in solch einem Netz. CAP basiert auf GAP, definiert darüber hinaus aber noch Erweiterungen, wie z. B. externes Handover, Notrufe und Geräteanzeigen.

- **DECT Packet Radio System (DPRS)**

Für die paketvermittelte Übertragung von Datenpaketen wurde im Standard ETSI EN 301 649 der DPRS-Dienst spezifiziert, der einerseits den Zugang zu Datennetzen definiert, andererseits auch die Grundlage für andere Datenprofile sein kann. Es werden zwei

Mobilitätsklassen unterstützt: Klasse 1 bedeutet eingeschränkte Mobilität für private Einzellen-Netze, Klasse 2 unterstützt die volle Mobilität auch in Mehrzellen-Netzen inklusive Handover und Roaming. DPRS bildet hierbei die Grundlage für alle paketorientierten Datenanwendungen, unabhängig von der Art des Netzes. DPRS unterstützt die gleichzeitige Übertragung von Sprache und Daten, sowie unterschiedliche Dienstgüten (Priorität, Geschwindigkeit) für verschiedene Datenanwendungen. Typische Bitfehlerraten liegen bei stabiler Funkverbindung unter 10^{-9} . Ein wichtiger Beitrag zur sparsamen Verwendung des Spektrums ist die Tatsache, dass ein Funkkanal nur aufgebaut wird, wenn Daten zur Übertragung anstehen. Der Kanalaufbau erfolgt dabei in weniger als 50 ms. Eine erneute Anforderung von fehlerhaft empfangenen Datenpaketen ist ebenso enthalten wie Authentisierung und Verschlüsselung. DPRS unterstützt Ethernet, Token Ring, Internet Protocol, Point-to-point Protocol und V.24. Darüber hinaus unterstützt DPRS



auch die direkte Datenübertragung zwischen Mobilgeräten ohne Vermittlung durch eine Basisstation.

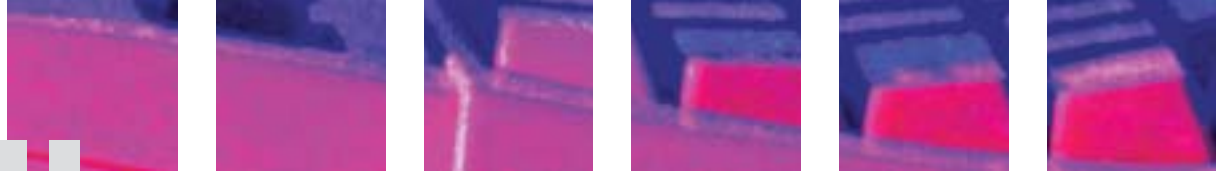
DPRS beinhaltet auch die früheren Profile A/B.1, A/B.2, C.1 und C.2, die in den Standards ETSI EN 300 435, ETSI EN 300 701, ETSI EN 300 699 bzw. ETSI EN 300 651 definiert waren. Durch Kanalbündelung kann die Übertragungsrate vervielfacht werden, bis zu einem Maximum von 23 Zeitschlitz in eine Richtung, wodurch 552 KBit/s erreicht werden können. Bei guter Funkqualität kann auf eine höherwertige Modulation geschaltet werden (vorausgesetzt, dass die Endgeräte dies unterstützen), wodurch sich die Datenrate verdoppeln oder verdreifachen kann. Das Maximum beträgt für eine symmetrische Verbindung circa 1,1 MBit/s, für eine asymmetrische Verbindung circa 2,1 MBit/s.

- **DECT Multimedia Profile (DMAP)**

DMAP kombiniert einige wichtige GAP- und DPRS-Funktionen. Dadurch soll es den Herstellern ermöglicht werden, einfache und billige DECT-Datenmodule zu entwickeln, die für die Datenübertragung im Privatbereich oder in kleineren Firmen verwendet werden können. DMAP definiert LAN-Zugang, Telefonie, Dateitransfer und die Verwendung eines Funkmodems. Für Multimedia-Anwendungen (Sprache und Daten) soll DMAP als de-facto-Standard die gleiche Rolle spielen wie GAP für die Sprachübertragung. DMAP ist in ETSI EN 301 650 spezifiziert.

- **Data Services Profiles (DSPS)**

Neben DPRS und DMAP gibt es noch weitere Datenprofile, die alle auf bestimmte Anwendungen optimiert sind. Diese sind die Profile D.2, D.1, E.2 und F.2. Profil D.2 ist in ETSI EN 301 238 definiert und unterstützt die transparente Übertragung von isochronen Daten. Die Video-Telefonie oder verschlüsselte Telefonie wären mögliche Anwendungen für diese Dienste. Die Dienste, die über das Profil D.1 übertragen werden, entsprechen denen von D.2. Der Unterschied liegt in der eingeschränkten Mobilität: Endgeräte müssen mit ihren festen Parametern im Voraus an der Basisstation angemeldet werden. Die Mobilitätsklasse 1 entspricht also einer geschlossenen



Benutzergruppe. Profil D.1 ist in ETSI EN 301 239 definiert. Das Profil E.2 (ETSI EN 300 757) definiert die Übertragung von Nachrichten mit niedriger Datenrate, z. B. SMS. Optimiert wurde hier im Hinblick auf die Leistungsaufnahme des Endgerätes. F.2 basiert auf DPRS und ermöglicht die Übertragung von Fax (Gruppe 3 und Gruppe 4), E-Mail, SMS und WWW-Inhalten. Das Profil wird in ETSI EN 300 755 definiert. Die Profile A/B.1, A/B.2, C.1 und C.2 sind inzwischen in DPRS aufgegangen.

- **DECT-over-IP**

Bei der Überführung der Telefonie in Voice-over-IP kommt die drahtlose Telefonie noch zu kurz. Zwar ist Voice-over-WLAN bereits möglich. Allerdings sind brauchbare Endgeräte noch sehr teuer und das klassische WLAN nach IEEE-802.11b oder IEEE-802.11g ist nicht für Voice-over-IP ausgelegt. Sobald viele Endgeräte auf die Luftschnittstelle zugreifen, bricht die empfindliche Sprachübertragung zusammen. Mit IEEE-802.11e ist ein für Sprache optimiertes WLAN bereits in Planung. Bis dahin empfiehlt sich eine Zwischenlösung, die die Vorteile von DECT konsequent ausnutzt. In der DECT-over-IP-Architektur dienen DECT-Access-Points (DAP) als Funkbasisstationen. Die Anschaltung erfolgt über die Netzwerkverkabelung am LAN. Vorteilhaft ist bereits eine bestehende und großzügig geplant ausgelegte Verkabelung.

Der Funktions- und Leistungsumfang der DECT-Mobilteile ist durch den DECT-Standard bestimmt. Die Reichweite des DECT-Funkzellennetzes wird durch das vorhandene lokale Netzwerk bestimmt. Der DAP-Controller in der Architektur übernimmt die Steuerung der DAP-Basisstationen und den Kontakt zum VoIP-Server. Über WAN (Wide Area Network) lassen sich auch Außenstandorte (Filialen) mit DECT-over-IP anbinden.

DECT-Sicherheit

DECT als funkbasiertes System ist nicht immun gegenüber unbefugtem Abhören. Um jedoch potenzielle Angriffe zu erschweren, sieht der Standard die Möglichkeit von kryptographischen Authentisierungs- und Verschlüsselungsverfahren vor. Eine Vielzahl von Optionen, die in der Spezifikation beschrieben sind, er-

leichtern es zudem den Herstellern von DECT-Geräten, diese Sicherheitsmechanismen zu implementieren. Einer dieser Mechanismen ist das „Challenge-Response“-Verfahren. Dabei findet vor einem Verbindungsaufbau zwischen Basisstation und Mobilteil ein Authentisierungsprozess statt. Da in der Regel der Rufaufbau vom Mobilteil initiiert wird, muss sich das Mobilteil gegenüber der Basisstation authentisieren. Hierbei sendet die Basisstation im ersten Schritt zwei Zufallszahlen an das Mobilteil. Basisstation und Mobilteil errechnen dann mit Hilfe des sogenannten User Authentication Keys (UAK) nach einem bestimmten Algorithmus einen Zahlenwert. Die Basisstation vergleicht nun den vom Mobilteil zurückgesandten Wert mit dem eigenen Ergebnis. Bei Übereinstimmung ist die Authentisierung erfolgreich abgeschlossen und die Netzverbindung kann hergestellt werden. Grundsätzlich möglich ist auch, dass ein Mobilteil eine Authentisierung von der Basisstation fordert. In diesem Fall findet der oben beschriebene Prozess nur in die umgekehrte Richtung statt. Wenn aus Sicherheitsaspekten Sprachsignale oder Daten nicht im Klartext sondern verschlüsselt übertragen werden müssen, kann während des Authentisierungsprozesses auf beiden Seiten ein Schlüssel errechnet werden, der nicht über die Funkschnittstelle übertragen wird und mit dessen Hilfe die Sendesignale codiert und im Empfänger wieder decodiert werden. Dieses Verfahren ist allerdings nicht zwingend vorgeschrieben.

Bei analogen schnurlosen Systemen genügen in der Regel Funkscanner um den Telefonverkehr abzuhören. Im Vergleich hierzu bietet DECT eine deutlich höhere Abhörsicherheit, vorausgesetzt die im Standard vorgesehene Möglichkeit der Verschlüsselung wurde von den Herstellern gerätetechnisch umgesetzt und die Verschlüsselung durch den Nutzer aktiviert. Obwohl das für DECT reservierte Frequenzband Störungen durch andere, legal betriebene und nach Funkstandards arbeitende Geräte ausschließt, können DECT-Systeme durch den bewussten Einsatz von Störsendern empfindlich gestört werden.

Das Abhören von Telefonaten oder des Datenverkehrs andererseits ist mit handelsüblichen manipulierten DECT-Geräten möglich.

Eine einfache Schutzmaßnahme besteht z. B. darin, die von den Herstellern oft unsicheren Gerätekonfigurationen zu überprüfen und diese, gegebenenfalls unter Beachtung sicherheitsrelevanter Aspekte, soweit möglich, zu ändern. Weitere individuelle Absicherungsmaßnahmen wie Benutzerauthentisierung, Virenschutz, der Einsatz von Firewalls und/oder zusätzliche und von DECT-Mechanismen unabhängig greifende Verschlüsselungsmaßnahmen erschweren potenziellen Angreifern den Zugang zu persönlichen Daten.

DECT und EMVU

Mobilfunkanlagen unterliegen in Deutschland dem „Bundesimmissionsschutzgesetz“ im Allgemeinen und der 26. BImSchV Verordnung über elektromagnetische Felder im Besonderen. Diese Verordnung gilt für die Errichtung und den Betrieb von Hochfrequenzanlagen und Niederfrequenzanlagen, die gewerblichen Zwecken dienen und nicht einer Genehmigung nach §4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes bedürfen. Sie enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder. Die Verordnung berücksichtigt nicht die Wirkungen elektromagnetischer Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate. Unter Hochfrequenzanlagen im Sinne dieser Verordnung werden ortsfeste Sendefunkanlagen verstanden, mit einer Sendeleistung von 10 W EIRP (Equivalent Isotropic Radiation Power) oder mehr, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 10 MHz bis 300 GHz erzeugen. Bei Sendeanlagen im 1900 MHz-Bereich dürfen die elektrische Feldstärke 59,9 V/m und die magnetische Feldstärke 0,161 A/m entsprechend einer Leistungsdichte von 9,7 W/m² im zeitlichen Mittel nicht überschreiten. Bei gepulsten Sendern muss der Spitzenwert unter dem 32-fachen der oben genannten Werte bleiben. DECT-Systeme unterliegen somit nicht dieser Verordnung, orientieren sich aber an diesen Werten.

Ein DECT-Gerät sendet bei einer Rahmendauer von 10 ms jeweils circa 0,4 ms (entsprechend 4 % der

Rahmendauer) mit einer Spitzenleistung von 250 mW. Das ergibt eine mittlere Leistung von etwa 10 mW, falls nur ein Zeitschlitz belegt wird. Wenn an einer Basisstation mehrere Mobilgeräte angemeldet sind, erhöht sich die Leistung entsprechend der Anzahl der bestehenden Verbindungen. Eine Leistungsregelung wie bei GSM findet nicht statt. Der DECT-Standard unterstützt zwar bis zu 12 Mobilteile, die gleichzeitig mit einer Basisstation verbunden sind, Basisstationen die im deutschen Handel erhältlich sind, unterstützen aber nur bis zu 6 Mobilteile.

Während das Mobilteil lediglich in der Telekommunikationsphase aktiv ist, sendet die Basisstation kontinuierlich. Damit alle Mobilteile, die sich im Sendebereich der Basisstation befinden, identifiziert werden können, sendet diese im Bereitschaftszustand für eine Zeitdauer von etwa 0,1 ms ein sogenanntes Bakensignal. Damit reduziert sich die mittlere Sendeleistung auf 2,5 mW.

Der Einfluss elektromagnetischer gepulster Strahlung auf den Menschen wird in der Öffentlichkeit oftmals als stärkere Gesundheitsgefährdung angesehen als von kontinuierlicher. Nach Einschätzung des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS), das sich auf die Expertise nationaler und internationaler Expertengremien stützt, gibt es nach aktuellem Wissenstand nur vage Hinweise auf biologische Wirkungen, aber keine fundierten experimentellen Nachweise für eine Gesundheitsgefährdung durch DECT-Systeme. Ein Verbot des DECT-Standards aus gesundheitlichen Gründen ist daher aus Sicht des BfS nicht gerechtfertigt.

Dipl. Ing. Reinold Wehner, Deutsche Telekom AG

Fußnoten

- [1] „DECT, Gefährdung und Sicherheitsmaßnahmen“, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
- [2] „DECT: The Standard explained“, DECT-Forum
- [3] „DECT-Standard Digital Enhanced Cordless Telecommunication“, Seminar Vortrag Richard Lazar
- [4] Stellungnahme zum Test von DECT-Telefonen in der Zeitschrift Ökotest „Hier geht der Funk ab“ (Ausgabe)22994), Bundesamt für Strahlenschutz, 23.3.2005
- [5] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV)

Weblinks:

<http://home.tiscali.de/kozlik/dect/dect.html>

<http://lexikon.bmwa.bund.de>

<http://www.bfs.de>

<http://wikipedia.de>

<http://www.dafu.de>

<http://www.dect.cht/abaoutdect/futureevolution>

<http://www.drahtlosekommunikation.de/summary.htm>

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0505231.htm>

<http://www.hetzner.com/beer/pdf/funknetz.pdf>

http://www.iis.fraunhofer.de/ec/drahtlos/dect/index_d.html

<http://www.itas.fzk.de/deu/itaslit/rieh96a.htm>

<http://www.network.siemens.de/>

Glossar

- **ADPCM/Adaptive Delta Pulse Code Modulation**
Mit Hilfe eines Vorhersagemechanismus (Prädiktion) wird versucht, die mögliche Signalform zu ermitteln, und daraus die Differenz mit dem tatsächlichen Signal gebildet. Das vorhergesagte Signal wird kontinuierlich an das tatsächlich vorhandene Signal angepasst.
- **Birdie/Telepoint**
Ein ehemaliger drahtloser Telefondienst der Deutschen Telekom, der mit einem schnurlosen Handgerät im Umkreis von 50-200 m um eine Vermittlungsstation Anrufe ermöglichte.
- **CAP, CTM Access Profile**
Ein Profil, das die Mobilität eines Nutzers innerhalb des Netzes gewährleistet.
- **CCITT, Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique**
Ein ständiges, beratendes Organ der Internationalen Fernmeldeunion (ITU), das u. a. für Empfehlungen und Standardisierungen im Fernmeldewesen zuständig ist.
- **CEPT, Conférence Européenne de Administration des Postes**
Diese europäische Konferenz der Post- und Fernmeldeverwaltungen wurde 1959 gegründet und hat bis 1988 Empfehlungen für die Telekommunikation erarbeitet.
- **CT, Cordless Telephone**
Drahtloses Telefon.
- **CT0, Cordless Telephone 0**
Synonym für drahtlose analoge proprietäre Telefonsysteme Anfang der 70-er Jahre.
- **CT1/CT1 +, Cordless Telephone 1/1+**
Erster Standard für analoge drahtlose Telefonsysteme.
- **CT2, Cordless Telephone 2**
Standard für digitale drahtlose Telefonie im Frequenzband 864.1- 868.1 MHz.
- **CT3, Cordless Telephone 3**
Drahtloses digitales Telefonssystem, das von Ericsson entwickelt wurde.
- **CTM, Cordless Telephone Mobility**
Mobilität mittels drahtloser Telefone.
- **DAP, DECT Access Point**
Funkbasisstation bei DECT over IP.
- **DECT, Digital Enhanced Cordless Telecommunications**
Standard für digitale drahtlose Telekommunikation, der 1992 verabschiedet wurde.
- **DIPS, DECT Intermediate Portable System**
Ermöglicht Basisstation und Mobilteil eine transparente Verbindung
- **DMAP, DECT Multimedia Access Profile**
DMAP ist eine Multimediaerweiterung des DECT-Standards.
- **DPRS, DECT Packet Radio Service**
Definiert den Zugang zu Datennetzen.
- **DSPS, Data Services Profiles**
Datenprofile vom Typ D.x, E.x, F.x., die für spezifische Anwendungen optimiert sind.
- **EIRP, Equivalent Isotropic Power**
Äquivalente isotropische Strahlungsleistung
- **EN, European Norm**
Europäische Norm
- **ETS, European Telecommunications Standard**
Standards, die von ETSI herausgegeben werden.
- **ETSI, European Telecommunications Standards Institute**
Europäisches Standardisierungsinstitut mit Sitz in Genf.
- **FDD, Frequency Division Duplex**
Verfahren zur Realisierung von Duplex-Verbindungen über Funkkanäle. Bei diesem Verfahren, werden Uplink und Downlink auf zwei verschiedenen Frequenzen realisiert.
- **FDMA, Frequency Division Multiple Access**
Kanalzugriffsstrategie nach dem Frequenzmultiplex-Verfahren, bei der die Einzelkanäle innerhalb einer verfügbaren Bandbreite auf einen Teilbereich dieser Bandbreite zugreifen.

- **FP, Fixed Part**
DECT Basisstation
- **GAP, Generic Access Profile**
Durch GAP wird sicherstellt, dass DECT-Geräte herstellerunabhängig zusammen arbeiten.
- **GFSK, Gaussian Frequency Shift Keying**
GFSK ist eine modifizierte Frequenzumtastung bei der ein Gaußscher Filter eingesetzt wird.
- **GIP DECT, GSM Interworking Profile**
Dieses Profil ermöglicht einem DECT-Gerät den Zugriff auf das GSM-Netz und dessen Dienste.
- **GMSK, Gaussian Minimum Shift Keying**
Das Modulationsverfahren ist ein Sonderfall der Frequenzumtastung mit vorgeschaltetem Gauß-Filter und einem Modulationsindex von 0,5.
- **GPSK, Gaussian Phase Shift Keying**
Siehe GFSK. Anstelle der Frequenzumtastung wird mit einer Phasenumtastung gearbeitet.
- **GSM, Group Special Mobile**
(später umbenannt in **Global System for Mobile Communication**) Standard für ein zellulares Funknetz. In Europa und im Pazifikraum im 900 MHz (GSM-900) und 1800 MHz-Bereich (GSM-1800, bzw. DCS-1800), in Nordamerika im 1900 MHz-Bereich (GSM-1900)
- **IAP, ISDN Access Interworking Profile**
Mittels dieser Spezifikation ist ein DECT-Telefon in der Lage spezielle ISDN-Komfortmerkmale aus dem Telefoniebereich zu nutzen.
- **ICNIRP, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection**
Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
- **IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers**
Das Betätigungsfeld des IEEE liegt auf dem Gebiet der Standardisierung. Es umfasst die Weiterentwicklung der Elektrotechnik, der Elektronik, der Funktechnik u.ä..
- **IIP, ISDN Interworking Profile**
Profil, das das Zusammenwirken von DECT-Geräten und einer ISDN-Anlage, insbesondere die Nutzung von ISDN-Diensten, sicherstellt.
- **IMSI, International Mobile Subscriber Identity**
International eindeutige Kennung eines Mobilfunkteilnehmers, die die Identität eines Mobilfunkteilnehmers schützt.
- **ISDN, Integrated Services Digital Network**
Internationaler Standard für das digitale Fernsprechnetz für Telefonie, Datenübertragung, Fax sowie Videoübertragung
- **ITU, International Telecommunication Union**
Diese Union wurde 1865 in Paris von 20 Staaten gegründet und ist seit dem 15.10.1947 eine Unterorganisation der Vereinten Nationen (UN) mit Sitz in Genf. Sie koordiniert den Aufbau und Betrieb von Telekommunikationsnetzen und -diensten und trägt Verantwortung für Regulierung, Standardisierung und Entwicklung der internationalen Telekommunikation.
- **PABX, Private Branch Exchange**
Private Nebenstellenanlage
- **PAP, Public Access Profile**
Erstes Profil, das für DECT spezifiziert wurde und für die Verwendung in Telepoint-Netzen gedacht war.
- **PP, Portable Part**
Mobilteil
- **RAP, Radio local loop Access Profile**
Das RAP definiert eine drahtlose Zugangstechnologie für die letzte Meile zwischen Vermittlungsstelle und Telefonanschluss.
- **RES-3, Radio Equipment & Systems 3**
ETSI-Komitee, das für die Standardisierung drahtloser Systeme zuständig war.
- **RFP, Radio Fixed Part**
DECT-Basisstation.
- **SAR, Spezifische Absorptionsrate**
Beschreibt die vom Körper aufgenommene Strahlungsleistung in W/kg.
- **TDD, Time Division Duplex**
Zeitmultiplex-Verfahren für Funkübertragungen. Mobilgerät und Basisstation senden zeitversetzt auf derselben Frequenz.
- **TDMA, Time Division Multiple Access**
Zeitgesteuertes Kanalzugriffsverfahren.
- **UAK, User Authentication Key**
Schlüssel, mit dessen Hilfe sich Basisstation und Mobilstation authentifizieren
- **UIP DECT, UMTS Interworking Profile**
Profil, das den Zugang zu einem UMTS-Netz regelt.
- **WAN, Wide Area Network**
Mit WAN werden auch Weitverkehrsnetze bezeichnet. Sie sind regional übergreifend aufgebaut.
- **WLAN, Wireless Local Area Network**
WLAN bezeichnet ein drahtloses, lokales Funknetzwerk.