

Mobile Computing „anywhere“

Kurzwellen- und Satellitendienste als Netzzugänge – 2. Teil: Die Satellitendienste

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. Während im 1. Teil dieses Artikels (Heft 25/03, S. 81ff.) die Grundlagen hierfür und die Kommunikationstechniken im Kurzwellen-Bereich erläutert wurden, kommen nun die Satellitenfunk-Zugänge zur Sprache.

Von Jean-Marie Zogg

Der erste Satellit, Sputnik genannt, wurde von der damaligen UdSSR 1957 in den Orbit gebracht. Heute setzt man Satelliten vor allem für Forschungs-, Navigations-, Astrophysik- und Wetterdienste sowie zur Telekommunikation und TV-/Rundfunk-Übertragung ein. Für „Mobile Computing“ werden Satelliten auf folgende Umlaufbahnen gebracht:

- LEO (Low Earth Orbit in 200 bis 2000 km Höhe), die Signallaufzeit von der Erde zum Satellit beträgt rund 0,7 bis 7 ms.

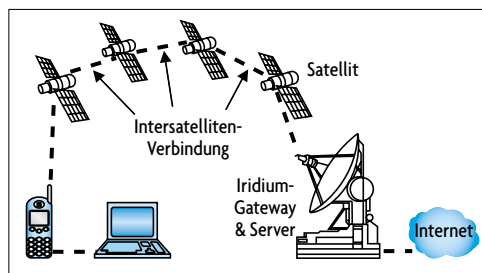


Bild 8. Prinzip einer Intersatelliten-Verbindung.

- GEO (Geostationary Earth Orbit, 35 786 km über dem Äquator), die Signallaufzeit von der Erde zum Satellit beträgt ca. 120 ms.

LEO-Satelliten umkreisen die Erde in etwa 100 Minuten. Die Kommunikation von der Erdoberfläche aus mit einem einzelnen dieser Satelliten ist nur für etwa zehn Minuten möglich. Nach dieser Zeit muss ein anderer Satellit die Verbindung übernehmen (Handover). Um die vollständige und durchgehende Abdeckung der gesamten Erdoberfläche zu gewährleisten, ist es nötig, 25 bis 75 LEO-Satelliten zu installieren.

GEO-Satelliten stehen scheinbar still über dem Äquator, da die Umlaufzeit genau 1 Tag beträgt und der Satellit sich synchron mit der Erddrehung bewegt. Ein GEO-Satellit „leuchtet“ ein relativ großes Gebiet aus, die Ausleuchtung der gesamten Erde ist theo-

retisch mit drei GEO-Satelliten möglich. Berge und Gebäude beeinträchtigen vor allem in hohen Breitengraden den Empfang, da GEO-Satelliten dort nur in verhältnismäßig geringer Höhe über dem Horizont stehen.

Die Satellitensysteme „Iridium“ und „Globalstar“ nutzen 44 bis 66 LEO-Satelliten, welche alle Kontinente mit Funksignalen versorgen. Mit Iridium kann sogar am Nord- und Südpol kommuniziert werden. „Thuraya“ und „ACeS“ verwenden je einen aktiven GEO-Satelliten, das Inmarsat-System arbeitet mit vier GEO-Satelliten, um den größten Teil der Erdoberfläche abzudecken.

Das Iridium-Satellitensystem

Iridium wurde durch Motorola entwickelt, ging im Jahre 2000 in Konkurs und startete im März 2001 neu. Betriebs-

betrieben wird das System durch „Iridium Satellite LLC“ und durch Boeing. Der wichtigste Kunde ist das US-Verteidigungsministerium DoD (Department of Defense). Zur Zeit sind 66 aktive und 14 Reserve-LEO-Satelliten in polarnahen Umlaufbahnen von 780 km Höhe. Die Umlaufzeit beträgt 100 Minuten. Aufgrund der hohen Inklination von 86° überfliegen die Satelliten

nahezu beide Pole und erlauben somit auch eine Kommunikation in diesen Regionen. Jeder dieser Satelliten kann zu vier weiteren Satelliten (zwei auf der gleichen Bahn, zwei auf Nebenbahnen) Verbindung aufnehmen (Intersatelliten-Verbindung, Bild 8). Auf diese Art werden Funkverbindungen zu einem Benutzer weitergegeben, bis ein Satellit Kontakt zu einer Bodenstation (Gateway) hat. Iridium verwen-



Bild 9. Das „Motorola 9505 Portable Satellite Phone“ für Iridium. (Foto: Iridium [8])



det global 21 Gateways, um die ganze Erde abzudecken.

Im Normalfall beträgt der Datendurchsatz 2,4 kbit/s im Packet-Mode. Wenn spezielle Iridium-Server angewählt werden, ist ein Datendurchsatz bis zu 10 kbit/s möglich (verwendet wird eine transparente Kompression; dies funktioniert aber nur, wenn die Dateien komprimierbar sind). Seit August 2003 ist der Versand von Kurzmitteilungen möglich. Bis zu diesem Zeitpunkt konnten nur Nachrichten empfangen werden. Die SMS können bis zu 160 Zeichen enthalten und auch an E-Mail-Adressen verschickt werden. *Bild 9* zeigt ein Iridium-Mobilgerät.

Das Globalstar-Satellitensystem

Globalstar wurde 1991 durch ein Konsortium führender Telekom-Firmen (Qualcomm, Alcatel, Loral, Elsacom, ...) gegründet und startete 1999 mit dem Betrieb. Im Jahre 2002 wurde Gläubigerschutz beantragt und zurzeit ist die weitere Entwicklung unklar. Ein Gericht erlaubte im April 2003, dass ICO Global Communications (Holdings) Ltd. Mehrheitsaktionär von Globalstar sein könne. Bisher tätigte ICO aber noch keine Übernahme. Seit November 2003 ist Globalstar wieder auf der Suche nach neuen Investoren. Das Satellitensystem besteht aus 44 LEO-Satelliten (von 48 geplanten), verteilt auf acht Bahnen von 1414 km Höhe. Da die Inklination der Bahnen 52° beträgt, ist ab ca. 70° geographischer Breite kein Empfang mehr möglich [9]. Globalstar-Satelliten übermittelten die Daten von Mobilgeräten (Beispiel in *Bild 10*) direkt zu einem terrestrischen Gateway. Viele Gebiete der Erde verfügen nicht über einen Gateway. So ist z.B. Globalstar auf den Kontinenten der Nordhalbkugel und in Südamerika gut vertreten, weist aber große Lücken in Asien, Afrika und auf den Weltmeeren auf. Globalstar kann sich auch in



Bild 10. Ein Dualmode-Satphone (GSM und Globalstar).

(Foto: Ericsson [10])

terrestrische GSM-Netze einbuchen. Die Datenrate erreicht 9,6 kbit/s, kann aber neuerdings durch den Einsatz spezieller Kompressions-Software und durch den Parallelbetrieb von mehreren Sende-/Empfangs-Kanälen (Handelsname: WaveCall MCM3) auf 144 kbit/s gesteigert werden [11].

Das Thuraya-Satellitensystem

Das Thuraya-Satellitensystem ist eher regional ausgerichtet und bietet Daten- und Sprachdienste an. Es erschließt über 100 Länder in Europa, Nord- und Zentralafrika, im Mittleren Osten, in Zentral-Asien und auf dem Indischen Subkontinent [12]. Thuraya wurde im Jahre 1997 in den VAE (Vereinigte Arabische Emirate) als Konsortium von 21 nationalen Telekommunikationsdienst-Betreibern und Finanzinstituten gegründet und wird durch Boeing unterhalten. Der Betrieb wurde im Jahre 2000 gestartet. Zurzeit verfügt das System über einen aktiven GEO-Satelliten (*Bild 11*). Nach dem Start des zwei-



Bild 11. Ein Thuraya-Satellit in der geostationären Umlaufbahn.

(Bild: Thuraya)

Bild 12.
Thuraya-Satphones von Ascom und Hughes.
(Foto: Thuraya)



ten Satelliten Thuraya-2 am 10. Juni 2003 und der problemlosen Verlegung des Verkehrs von Thuraya-1 auf den neuen Satelliten plant Thuraya, ihre Dienstleistungen auf Ost- und Südostasien auszuweiten. Die beträchtliche Bereichserweiterung betrifft u.a. China, Malaysia, Indonesien, Singapur, Thailand, die Philippinen, Kambodscha, Vietnam, Japan, Laos, die Mongolei, Papua Neu Guinea, Brunei und Teile der Russischen Föderation, die vorher nicht im Einzugsgebiet von Thuraya lagen. Bevor Thuraya allerdings

Services in den jeweiligen Ländern anbieten kann, müssen diverse Verträge vor Ort



Bild 13.
Ein Satphone für ACeS: das Ericsson R190.
(Foto: Ericsson)

geschlossen werden. Insbesondere muss Thuraya Lizenzen für die Nutzung der entsprechenden Frequenzen erhalten. Darüber hinaus werden GSM-Roaming-Partner vor Ort benötigt. Das wichtigste Gateway für Thuraya befindet sich in Sharjah in den Vereinigten Arabischen Emiraten. In dieser Zentrale werden sämtliche Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Thuraya-Satellitensystem gesteuert und koordiniert. Ein Thuraya-Phone (Bild 12) kann sich auch in terrestrische GSM-Netze einbuchten. Die Datentransferrate beträgt 9,6 kbit/s.

Zur Standortbestimmung nutzt das Telefon das integrierte GPS-System

und kann die Position des Benutzers bis auf ca. 20 Meter genau angeben. Per SMS [13] kann der Benutzer seine Position verschicken, z.B. in Notfällen. Bei Thuraya dient die Bestimmung der Position noch einem weiteren Zweck: Ist die Position des Anwenders bekannt, kann der GEO-Satellit eine der 250 bis 300 Antennenzellen für einen optimalen Datentransfer aktivieren. Im April 2003 wurde zusammen mit der englischen Firma M2sat Ltd. ein neuer Datendienst lanciert, welcher bis zu 192 kbit/s und bei Parallelbetrieb von zwei Sende-/Empfangsgeräten bis zu 384 kbit/s übertragen soll.

► Das ACeS-Satellitensystem

ACeS (Asia Cellular Satellite System) wurde im Jahre 2002 in Betrieb genommen und ist ein regionales, auf einem GEO-Satelliten basierendes Telekommunikationssystem zur Übertragung von Sprache und Daten im pazifischen Raum. Neben der Lockheed Martin Global Communications engagieren sich weitere Investoren, u.a. die drei Telefondienste-Betreiber PSN (Pasifik Satelit Nusantara) aus Indonesien, die Firma PLDT (Philippines Long Distance Telephone Company) auf den Philippinen und die thailändische Firma Jasmine International. ACeS integriert den GSM-Mobilfunk und bei jedem Verbindungsaufbau wird zunächst immer versucht, die Kommunikation über diesen Dienst abzuwickeln. Die alternative Nutzung beider Dienste ist mit Dual-Mode-Handys

(Bild 13) und speziellen SIM-Karten der verschiedenen Betreiber oder Service-Provider terrestrischer Mobilfunknetze möglich. Die zellular strukturierte Ausleuchtzone (140 Zellen) dieses GEO-Satelliten (Bild 14) erstreckt sich von Pakistan und Indien im Westen bis zu den Philippinen und Papua Neu Guinea

im Osten und von Japan und China im Norden bis zu Indonesien im Süden [14]. Neben den Bodenstationen für die Steuerung und die Überwachung der Satelliten wird in Indonesien, auf den Philippinen und in Thailand jeweils eine Gateway-Station für die Anbindung des Satellitennetzes an die festen und mobilen terrestrischen Telekommunikationsnetze betrieben. Die Datenrate beträgt 2,4 kbit/s.

► Das Inmarsat-Satellitensystem

Inmarsat (International Maritime Satellite Organization) wurde im Jahre 1979 gegründet und ist eine Internationale Seefunksatelliten-Organisation mit Sitz in London, die derzeit 79 Mitgliedsländer vereinigt. 1982 wurde der Betrieb des Systems mit gemieteten Satelliten auf geostationären Positionen aufgenommen. Die GEO-Satelliten verwenden die Spot-Beam-Technik, mit deren Hilfe scharf gebündelte, kleine Ausleuchtbereiche und daher eine hohe Empfangsfeldstärke am Boden (kleine Endgeräte mit reduzierter Leistung) erreicht werden. Inmarsat betreibt zurzeit ein Netzwerk mit neun GEO-Satelliten. Vier davon werden aktiv genutzt und „leuchten“ die gesamte Erdoberfläche aus, die übrigen fünf dienen als Backup für den Notfall. Mit Hilfe der vier Inmarsat-GEO-Satelliten – die jeweils ca. ein Drittel der Erdoberfläche ausleuchten – werden für Mobile Computing zur Zeit folgende zwei Dienste angeboten:

● Mini-M wurde im Jahre 1997 eingeführt und ist ein weltweiter Sprach-



Bild 14. Ein ACeS-Satellit in der geostationären Bahn. (Bild: ACeS)



Bild 15. Inmarsat-GAN-Gerät TT-3080A. Links vom Laptop befindet sich das Modem und rechts die ausgerichtete Antenne zu einem Inmarsat-Satelliten. (Foto: Thrane & Thrane [16])

und Datendienst mit einer Datenrate von 2,4 kbit/s.

● GAN (Global Area Network) wurde im Jahre 2000 eingeführt und ist ein weltweiter Sprach- und Datendienst mit einer Datenrate bis zu 64 kbit/s. Der Dienst wird unterteilt in Mobile-ISDN und in den auf dem Internet basierenden MPDS (Mobile Packet Data Service). Bei MPDS bleibt der Benutzer online und bezahlt nur die übermittelte Datenmenge. Bild 15 zeigt den Einsatz eines GAN-Gerätes.



Bild 16. Ein R-BGAN-Modem inkl. Antenne. (Foto: Inmarsat)

Durch die Verwendung des Thuraya-Satelliten wird von Inmarsat zurzeit noch der Dienst R-BGAN (Regional-Broadband-GAN) angeboten. Er wurde im Jahre 2002 eingeführt und ist ein regional (Europa, Nordafrika, Arabische Länder) verfügbarer Datendienst mit einer Übertragungsrate bis zu 144 kbit/s. Inmarsat verrechnet nur die übertragene Datenmenge. Um den

Dienst nutzen zu können, muss ein geeignetes Modem mit integriertem Send- und Empfangsteil inkl. Antenne verwendet werden (Bild 16). Regional BGAN ist eine Zwischenstufe zu einem geplanten Broadband Global Area Network, das ab 2005 seinen Betrieb aufnehmen soll. Dieser Dienst wird nach den Angaben des Satellitenbetreibers

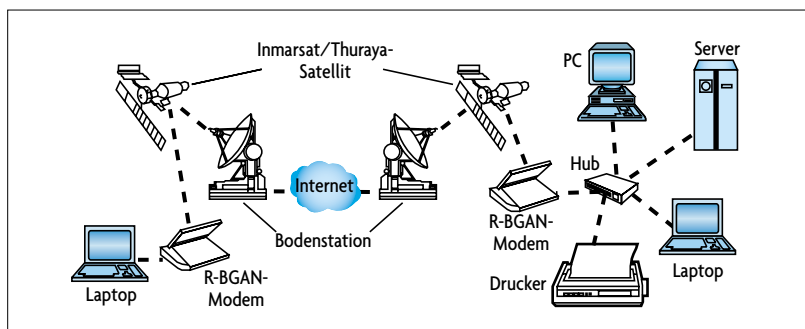


Bild 17. Mögliche Konfiguration eines R-BGAN-Systems.

eine Übertragungskapazität von 432 kbit/s ermöglichen. Bild 17 zeigt abschließend eine mögliche Konfiguration eines kompletten R-BGAN-Systems. ha

Links und Literatur

- [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
- [13] Zogg, J.-M.: Telemetrie mit GSM/SMS und GPS-Einführung. Franzis-Verlag, Poing.
- [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