

**Robuster Industrie-PC als Herzstück eines mobilen Funkmesssystems**

# Den Funklöchern auf der Spur

Um die optimale Mobilfunkversorgung im gesamten Mobilfunknetz sicherzustellen, überprüfen die Mobilnetzbetreiber kontinuierlich ihre zugewiesenen Frequenzbereiche sowie die Datenübertragungsrate. Der Mobilnetzbetreiber O<sub>2</sub> hat dazu zahlreiche Fahrzeuge mit einem mobilen Funkmesssystem ausgestattet. Das modulare Messsystem bestehend aus einem robusten Industrie-PC und unterschiedlichen Messmodulen lässt sich flexibel an die jeweiligen Aufgaben anpassen.

Mobilfunksignale werden nicht nur bei einer diskreten Frequenz, sondern über ganze Frequenzbereiche (Frequenzbänder) übertragen. Je breiter das zugeteilte Frequenzband ist, umso höher ist die Datenübertragungskapazität einer Funktechnik. Für manche Frequenzbereiche müssen Lizenzen erworben werden, andere wiederum sind öffentlich zur Nutzung frei gegeben. Neben den Nutzungsrechten stellen die Mobilfunkbetreiber ihren Kunden die ungestörte Verfügbarkeit der Frequenzbänder zur Verfügung. Mit der Einführung des GSM-Standards wurde über die D- und E-Netze weltweit eine über 150 Länder umfassende Kommunikation möglich (Tabelle). Es gibt in Deutschland drei Frequenzbänder GSM-900 und EGSM im Bereich von 900 MHz und GSM-1800 mit 1800 MHz. UMTS wiederum nutzt die Frequenzbänder 1920 bis 1980 MHz sowie 2110 bis 2170 MHz. Im Vergleich zu GSM bietet UMTS neben einer höheren Übertragungsgeschwindigkeit der Daten eine stark verbesserte Dienstgüte. Damit ist gemeint, dass Gespräche seltener abbrechen, die Sprachqualität konstant gut ist und Daten mit einem definierten „Quality of Service“ zuverlässig sowie der entsprechenden Dienstklasse angepasst übertragen werden.

**Flächendeckende Versorgung mit Funkzellen**

Von zentraler Bedeutung für den Aufbau eines Mobilfunknetzes ist eine sorgfältige Netzplanung mit dem Ziel, die geografischen Regionen optimal mit Mobilfunksignalen zu versorgen. Dies betrifft in erster Linie die geeignete Auswahl von Standorten für die Antennen. Der Reichweitenbereich einer Antenne mit ihren Steuer- und Versorgungselementen (Basisstation) wird als Funkzelle bezeichnet.



Bild 1: Das mobile Funkmesssystem mit Handys verschiedener Hersteller in einem O<sub>2</sub>-Fahrzeug



Bild 2: Das im Fahrzeug eingebaute Display erlaubt einen schnellen Überblick über die ortsabhängige Senderleistung

Die Gesamtheit aller aneinander grenzenden bzw. sich zum Teil überlagernder Zellen bildet den Netzabdeckungsbereich eines Mobilfunkanbieters. Für den optimalen Netzbetrieb ist neben der Flächenabdeckung auch die Anpassung der Netzkapazität an die regional un-

terschiedlichen Anforderungen wichtig. So gibt es Bereiche mit einer hohen Nutzungsdichte wie z. B. in Innenstädten oder entlang von Autobahntrassen und Gebiete mit wenigen Nutzern pro Flächeneinheit wie z. B. in ländlichen Regionen. Da kleinere Zellen eine höhere Nutzungsdichte erlauben als große Zellen, gilt es, die Zellgröße und die Zellkapazität zu optimieren.

Strukturen mit vielen kleinen Zellen sind ungünstig für sich schnell fortbewegende Nutzer, die auf einer Autobahn oder in einer Eisenbahn fahren, da die Funkverbindung sehr häufig von einer Zelle an die angrenzende übergeben werden müsste. Daher verwendet man in solchen Gebieten bevorzugt größere Zellen.

Da bei gleicher Sendeleistung die Reichweite eines Mobilfunksignals mit zunehmender Frequenz abnimmt, sind UMTS-Funkzellen mit maximal 8 km wesentlich kleiner als GSM-Zellen, die einen Durchmesser von 35 km aufweisen können. UMTS-Zellen

sind jedoch in der Lage, ihre Ausdehnung abhängig von der gegenwärtigen Lastsituation während des Betriebs zu ändern.

**GSM und UMTS**

Einer der grundlegenden Unterschiede zwischen der GSM- und der UMTS-Technik

nologie liegt in der Verfahrensweise, wie sich Nutzer die Übertragungsressourcen einer Zelle teilen. Bei GSM ist durch die Aufteilung der Frequenzkanäle und Zeitschlitze die einem Nutzer zur Verfügung stehende Funkressource fest zugeordnet. Bei UMTS kommunizieren alle Nutzer innerhalb einer Zelle kontinuierlich und gleichzeitig – und zwar bei ein und derselben Frequenz. Sie teilen sich also die Signalleistung einer Zelle. Überschreitet ein Nutzer die ihm zugeordneten Leistungswerte, so reduziert dies die Kapazität der Zelle für die verbleibenden Nutzer.

Die Übertragungsverhältnisse innerhalb einer Funkzelle ändern sich ständig, denn es werden laufend Verbindungen mit verschiedenen Datenraten und damit auch unterschiedlichen Leistungspegeln neu aufgebaut oder beendet. Zudem bewegen sich die Mobilfunkteilnehmer in der Regel, wodurch sich die Entfernungen zur nächsten Basisstation und damit die erforderlichen Sendeleistungen variieren. Verstärkt wird dies durch den Effekt, dass die Signale sich meist nicht auf direktem Weg ausbreiten. Vielmehr entstehen Empfangssignale durch eine Überlagerung einer Vielzahl von Reflexionen an Gebäuden oder anderen Objekten. Ein Nutzer, dessen Sicht zur Antenne eben noch durch einen Gegenstand verdeckt war und damit relativ weit entfernt schien, kann schnell in unmittelbarer Nähe eine Sichtverbindung zum Sender haben. Die Sendeleistung eines solchen Nutzers muss also schnellstmöglich reduziert werden, um die anderen Nutzer nicht zu stören.

### Signalübergabe zwischen Zellen

Der Vorteil einer Mobilfunkverbindung im Vergleich zur Festnetztelefonie liegt jedoch nicht alleine in der kabellosen Verbindung zum nächstgelegenen Antennenstandort, sondern vielmehr in der Möglichkeit, sich frei und ohne Unterbrechung der Verbindung bewegen zu können. Da die Mobilfunknetze aus einzelnen Funkzellen bestehen, müssen die Verbindungen beim Verlassen einer Funkzelle an die angrenzende Nachbarfunkzelle übergeben werden. Dieses Handover erfolgt für den Teilnehmer unbemerkt. In GSM-Netzen werden so genannte Hard-



Bild 3: An den robusten Industrie-PC „Infinity M1584D“ lassen sich dank seines modularen Aufbaus viele unterschiedliche Messmodule anschließen

Handover ausgeführt. Das bedeutet, dass während eines sehr kurzen Zeitraumes die Verbindung von einer Zelle an die benachbarte Zelle übergeben wird, wobei zuerst die eine Verbindung getrennt und dann die Verbindung zur nächsten Zelle aktiviert wird („harte“ Umschaltung). Ein Nutzer verfügt also zu jedem Zeitpunkt nur eine Verbindung zu einer Funkzelle. Auch im UMTS-Netzbetrieb wird bei der Signalübergabe zwischen Zellen mit unterschiedlichen Frequenzen z. B. beim Übergang von einer UMTS- in eine GSM-Zelle ein Hard-Handover durchgeführt. Wesentlich häufiger kommt jedoch von UMTS zu UMTS ein Soft-Handover zur Anwendung. Der Hauptunterschied zu GSM besteht darin, dass ein UMTS-Nutzer meist nicht nur über eine Verbindung mit der nächstgelegenen Basisstation in Kontakt steht, sondern gleichzeitig mit einer oder sogar zwei Nachbarzellen verbunden ist. Durch diese Mehrfachverbindungen lässt sich im Mobilfunkgerät ein besserer Empfang realisieren. Auch in schwierigem Gelände oder in Städten kann so eine gute Qualität der Verbindung und der Erreichbarkeit garantiert werden. Beim plötzlichen Verlust des Kontakts zu einer Basis-

station besteht die Verbindung bei UMTS also weiter. Darüber hinaus kann ein Nutzer mit geringerer Leistung senden und schont so die Leistungsressourcen der ganzen Funkzelle, was die Gesamtkapazität des Systems erhöht.

### Mobiles, flexibles Funkmesssystem

Die Mobilfunkbetreiber haben die

Aufgabe, die Nutzung der Mobiltelefone für ihre Kunden flächendeckend sicherzustellen. Erreicht wird dies unter anderem durch kontinuierliche Messungen des zugeteilten Frequenzbandes und damit die Überwachung der optimalen Datentransferrate.

Mit über zehn mobilen Messfahrzeugen, die im deutschen Raum jeweils mehr als 60 000 Kilometer pro Jahr zurücklegen, stellt der Mobilfunkbetreiber O<sub>2</sub> die Qualität seines Funknetzes sicher. Jedes Fahrzeug ist mit Equipment ausgestattet, mit dem die Frequenz und Empfangsfeldstärke in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messort ermittelt wird. Die gemessenen Daten können sofort an das Funknetz-Planungsbüro weitergeleitet werden (Bild 1). Dank des im Wagen befindlichen Displays lässt sich sofort ►

Sendeleistung und Leistungsregelung		
	UMTS	GSM
Kanalbandbreite	5 MHz	200 kHz
Basisstation (Antennenstandort) typ. Sendeleistung	10 - 30 W	10 - 50 W
Leistungsregelung alle	0,667 ms	500 ms
Mobiltelefon Sendeleistung	250 mW	GSM - 900 2 W GSM - 1800 1 W
Leistungsregelung jeweils nach	0,667 ms	50 ms

Tabelle 1: Sendeleistung und Leistungsregelung bei UMTS und GSM

eine topografische Karte mit den aufgenommenen Leistungsdaten darstellen (Bild 2).

Herzstück des mobilen Messsystems ist der robuste Industrie-PC „Infinity

2 HE hohe IPC enthält die Intel-Chipsätze 915GM und ICH6, die via CRT und LVDS Dual-View unterstützen. Die Messdaten können dank des Dual Intel-Gigabit-Controllers sehr schnell über eine Ethernet

M1584D“ von DSM Computer, der auf einer Slot-CPU mit einem Pentium-M-Prozessor (2,26 GHz) basiert (Bild 3). Der modulare Aufbau des 19-Zoll-Rechnersystems erlaubt den flexiblen Ausbau mit vielen unterschiedlichen Messmodulen. Damit lässt sich das Funkmesssystem ohne großen Aufwand an die jeweiligen Aufgaben anpassen. Der nur

10/100/1000-Mbit-Verbindung übertragen werden. Zur Speicherung großer Datenmengen sind vier SATA- und zwei EIDE-Laufwerke anschließbar. Über acht USB-2.0-Ports ist die Kommunikation zu zahlreichen Peripheriegeräten möglich. Um einen zuverlässigen Betrieb im Fahrzeug zu gewährleisten, wurde der CE-zertifizierte Industrie-PC vor Auslieferung umfangreichen Tests und einem 48-Stunden-Burn-In unterzogen.

(av)

infoDIRECT
318eio207

[www.elektronik-industrie.de](http://www.elektronik-industrie.de)  
▶ Link zu DSM