

Fakten „Technik Mobilfunk“

1. Inhalt

Das vorliegende Faktenblatt beinhaltet technische Informationen zum Mobilfunk im Allgemeinen und zu Antennen im Speziellen. Es erklärt die technischen Grundbegriffe und die Funktionsweise des Mobilfunks und der Mobilfunknetze.

2. Netzarten

Zu Beginn der 90er Jahre wurde mit dem Aufbau der Netze für den Mobilfunk der „zweiten Generation“ begonnen. Die erste Generation verwendete noch eine Technik mit wesentlich schwereren und teuren Geräten für wenige Nutzer, z.B. im C-Netz. Man hatte sich in Europa auf ein System zur digitalen Signalverarbeitung (Codierung) geeinigt, das inzwischen aber auch weit über Europa hinaus verbreitet ist. Es wird allgemein mit Global System for Mobile Communication bezeichnet und mit GSM abgekürzt. Die GSM-Netze werden in der Schweiz in zwei Frequenzbereichen betrieben: bei etwa 900 MHz (daher internationales Kürzel GSM900) und 1800 MHz (GSM1800).

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre wurde der Mobilfunk der „dritten Generation“ mit der Bezeichnung UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) entwickelt. Dieses System arbeitet bei rund 2 GHz und nutzt eine andere, wesentlich effizientere und flexiblere Art der Codierung, was die geforderte schnelle Übermittlung von Daten in grosser Menge ermöglicht (bis 2 MByte/s).

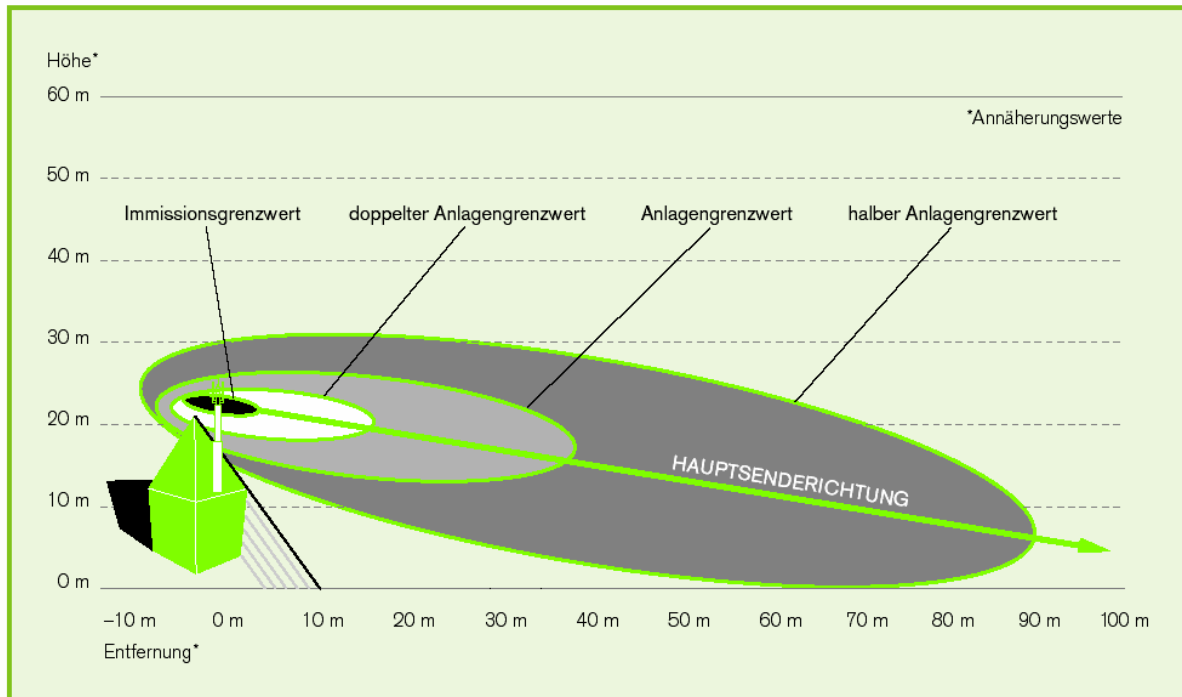
3. Funktionsweise

3.1. Wie Lichtwellen

Funkwellen der Frequenzen zwischen 900 Megahertz und 2 Gigahertz besitzen in der Luft eine Wellenlänge von etwa 30 cm (bei 1 GHz) bzw. 15 cm (bei 2 GHz). Solche ziemlich kurzen Wellen haben etliches gemeinsam mit Lichtwellen, die ebenfalls elektromagnetische Wellen sind, allerdings mit viel kürzeren Wellenlängen (um 0,0005 mm). Die Funkwellen breiten sich von der Sendeantenne zunächst gradlinig aus und können an Oberflächen mehr oder weniger reflektiert werden wie Licht an spiegelnden Flächen. Im Gegensatz zum Licht können Funkwellen jedoch weitaus mehr Materialien überwinden – wenn auch gedämpft. Dies ermöglicht zum Beispiel auch das Telefonieren innerhalb von Gebäuden. Durch Kanten können Funkwellen ein wenig zur Seite „gebeugt“ werden und so in den von der Kante abgedeckten Schattenbereich eindringen. Wegen der kürzeren Wellenlänge werden

die Signale von GSM1800 sehr viel stärker abgedämpft als die Signale von GSM900. Dadurch ergibt sich für GSM1800 ein deutlich kleineres Versorgungsgebiet einer Antenne.

Verbreitung elektromagnetischer Wellen



3.2. Schwache Sendeleistung der Handys

Handys können nur mit begrenzter Leistung senden. Zum einen ist dies auf die Kapazität der verfügbaren Akkus zurückzuführen, zum anderen auf die Überlegung, allzu starke Wellen zum Schutz vor gesundheitlichen Auswirkungen zu vermeiden. Für die Handys sind Sicherheit und Vorsorge durch das Einhalten einer begrenzten, so genannten Spezifischen Absorptionsrate (SAR) geregelt. Diese definiert die Sendeleistung bzw. die Masseinheit für elektromagnetische Wellen, die der Körper beim mobilen Telefonieren aufnimmt. Da die Antennen in den Handys im Gegensatz zu den Antennen der Basisstationen nicht gebündelt in eine spezifische Richtung, sondern in einen ganzen Raum senden, wird die Leistung mit zunehmender Entfernung auf immer grössere Flächen verteilt; die Intensität der Funkwellen (= Leistung pro Fläche) nimmt stark ab. Irgendwann wird sie so klein, dass auch ein empfindliches Empfangsgerät sie nicht mehr auffangen kann.

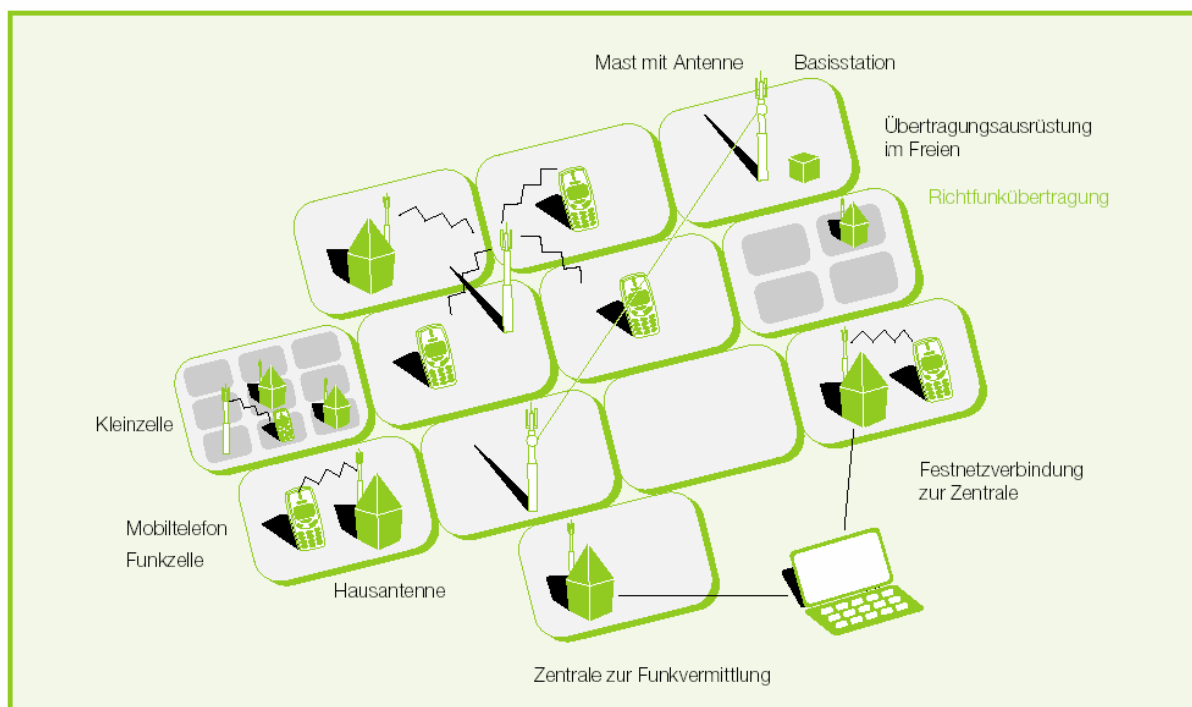
3.3. Beschränkung der Reichweite

Bereits aus der Beschränkung der Reichweite (nebst anderen wichtigen technischen Gründen) ergibt sich für den Mobilfunk die Notwendigkeit, ein Netz bestehend aus mehreren Empfangs- und Sendantennen möglichst vollständig über das Land zu legen. Die Maschen des Netzes heissen Funkzellen; in ihrer Mitte oder auch am Rand stehen die Antennen, die diese Zellen versorgen.

3.4. Verbindung Handy – Antennen

Zuerst muss ein Mobiltelefon bei der nächsten Basisstation angemeldet werden, was nach dem Einschalten des Geräts bei der Netzsuche geschieht. Ein abgehender Anruf geht vom Handy zur Basisstation, von dort über Kabel oder Richtfunkstrecken zu einem Zentralcomputer. Dort wird festgestellt, ob der Gesprächspartner irgendwo im Netz in einer Zelle angemeldet ist. Falls ja, geht der Anruf – wieder über Kabel oder Richtfunk – zu der entsprechenden Basisstation, die dann Funkkontakt zum Handy des Partners aufnimmt, es also klingeln lässt. Antwortet der Partner, so geht die Information seiner Worte den gleichen Weg in Gegenrichtung. Sätze zwischen Nachbarhäusern oder Nachrichten zwischen Schulbänken legen leicht einige Dutzend Kilometer zurück! Und dies innert Bruchteilen von Sekunden.

Aufbau eines Mobilfunknetzes



4. Netzplanung

4.1. Grösse der Funkzelle

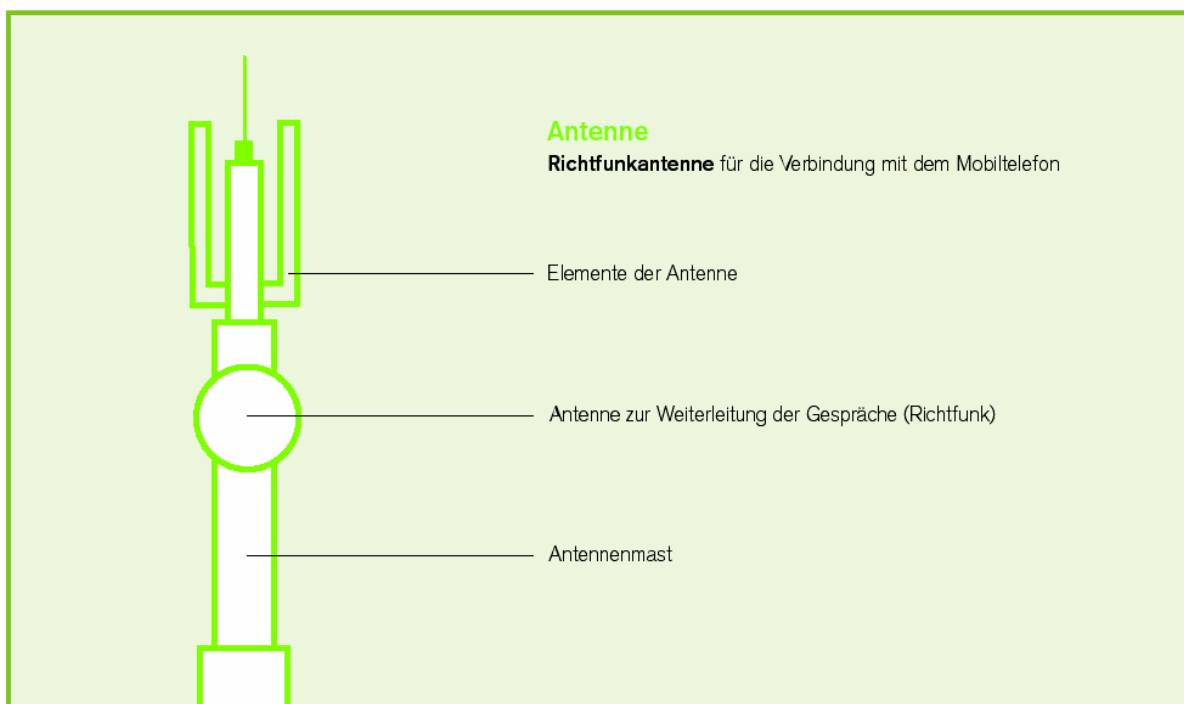
Bei der Planung der Grösse einer Funkzelle werden im Wesentlichen das abzudeckende Gebiet, die Geländestruktur (Topographie) und die Zahl der Teilnehmer bzw. die Nachfrage berücksichtigt. Im Flachland kann die Grösse der Funkzelle bei kleiner Teilnehmerzahl grösser gewählt werden (leicht bis zu 20 Kilometer bei GSM900 bzw. wenige Kilometer bei GSM1800) als in engen Tälern oder in Strassenschluchten zwischen Hochhäusern. Dies sowie die Tatsache, dass eine Antenne nur eine

bestimmte Anzahl von Verbindungen gleichzeitig bedienen kann, verunmöglicht es, dass ein hoch gelegener Sender ein ganzes, grosses Gebiet – beispielsweise das ganze Mittelland – versorgt.

4.2. Beschränkte Antennenkapazität

Die Antenne kann gleichzeitig nur eine beschränkte, nicht sehr grosse Anzahl von Handys versorgen – eine durchschnittliche Antenne etwa 40 bis 60. Grund ist, dass die jeweils anderen Handys nicht mithören dürfen wie bei einfachen Handfunkgeräten und folglich jedes Handy seinen eigenen „privaten“ Kommunikationskanal während der Dauer des Gesprächs verwendet. Dadurch kann ein Netz überlastet sein, wenn zu viele Personen gleichzeitig telefonieren wollen. In Gebieten mit vielen Teilnehmern muss man deshalb die Zellen klein machen, damit die Kapazität dieser Zelle für die Gespräche ausreicht. Speziell definierte oder temporär zu versorgende Gebiete wie Messehallen, Einkaufszentren, Bahnhöfe, Hotels oder Grossveranstaltungen haben oft eine eigene Antenne und können in so genannten Mikrozellen aufgeteilt sein.

Funktionsprinzip der Mobilfunk-Infrastruktur



4.3. Schwache Sendeleistung

Die beschränkte Grösse der Funkzellen hat ihre positive Seite. Die Sendeleistungen der Antennen sind recht klein; pro Antenne 50 W oder 30 W (20 W für GSM1800) oder noch wesentlich weniger, und zwar nach dem Prinzip: je kleiner die Zelle, desto kleiner die Leistung und desto kleiner die Reichweite. Leistungsschwache Mikrozellen eignen sich ausschliesslich zur Deckung von Funklöchern bzw. von Versorgungsempässen in dicht besiedeltem Gebiet.

4.4. Netzausbau

Das erklärt, weshalb auch in an sich schon versorgten Gebieten, vor allem in grösseren Städten, noch weitere Kleinsender aufgebaut werden: nicht um eine Versorgung überhaupt möglich zu machen, sondern um die benötigte bzw. nachgefragte, meist sehr grosse Anzahl von Verbindungen zu ermöglichen.

Die Zahl der Antennen ist ausserdem nicht direkt von der Zahl der Anbieter abhängig, sondern von der Nachfrage nach Daten- und Gesprächsdiensten. Nach Möglichkeit arbeiten die drei in der Schweiz tätigen Mobilfunkanbieter bei der Realisierung von Antennenstandorten zusammen: Jeder dritte Standort wird gemeinsam genutzt. Schliesslich erteilen die Bundesämter BAKOM, BUWAL und ARE den Mobilfunkbetreibern gute Noten bei der Standortplanung ausserhalb von Bauzonen – auch bezüglich der Landschaftsauswirkungen.

5. Zukunft

5.1. Datenübertragung

GSM-Telefone dienten ursprünglich dem Zweck, den das Wort „Telephon“ im Griechischen ausdrückt: tele = fern, phonä = Stimme. Es war ein einfaches Fernsprechgerät zur Übermittlung von Gesprächen zwischen Menschen. Im Prinzip eignete sich das System auch zur Übertragung von Daten. Das war anfangs wenig interessant, doch im Laufe der 1990er Jahre wurden auch leistungsfähige mobile Computer entwickelt, die als Notebook oder Laptop heute weit verbreitet sind. Immer mehr Nutzerinnen und Nutzer suchten nach einer Möglichkeit, von unterwegs ihren mobilen Rechner mit dem Firmencomputer zu verbinden. Auch mit dem Internet soll mobil kommuniziert werden können.

5.2. Mehr Daten mit GPRS

Für die schnelle Übertragung grösserer Datenmengen war GSM ursprünglich nur beschränkt geeignet. Die GSM-Signalverarbeitung wurde daher auf der Ebene der Software und Hardware weiterentwickelt, um höhere Datenraten zu ermöglichen. Die ursprüngliche GSM-Datenrate von 9,6 kbit/s (Circuit Switched Data) ist mit GPRS (General Packet Radio Service) auf ca. 40 kbit/s erhöht worden.

5.3. UMTS

Die GSM-Technologie ist nicht geeignet für die Befriedigung der wachsenden Nachfrage nach schnellen und leistungsstarken Datenübertragungen. Daher wurde in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre der Mobilfunk der „dritten Generation“ mit der Bezeichnung UMTS entwickelt (Universal Mobile Telecommunication System). Dieses System arbeitet bei höheren Frequenzen als GSM (um 2 GHz) und nutzt eine andere, wesentlich effizientere und flexiblere Art der Codierung, was die geforderte schnelle Übermittlung von Daten in grosser Menge ermöglicht (bis 384 kbit/s mit FDD [Frequency Division Duplex] oder 2 Mbit/s mit TDD [Time Division Duplex]).

Während bei der GSM-Technik die einzelnen Teilnehmer durch verschiedene Frequenzen (innerhalb des Frequenzbandes von 900 bzw. 1800 MHz) bzw. durch Zeitschlitze getrennt sind, sind bei UMTS

alle Teilnehmer auf den gleichen Frequenzen. Bei diesem Verfahren werden die einzelnen Kanäle mittels eines Codes getrennt. Das Datensignal der einzelnen Teilnehmer wird sowohl beim Sender als auch beim Empfänger mit dem für eine bestimmte Verbindung eindeutigen Code identifiziert. Aufgrund der paketorientierten Übertragungstechnik ist der Datenzugang für UMTS-Handys immer offen bzw. sind sie stets mit dem Netz verbunden.

Die Netzplanung erfolgt nicht mehr aufgrund von Frequenzen, weil bei UMTS alle Antennen mit der gleichen Frequenz arbeiten. Die Netzplanung erfolgt neu aufgrund von Codes und Leistungen.

6. Weitere Informationen

Weitere Informationen zur Technik rund um den Mobilfunk finden Sie unter:

Forum Mobilkommunikation	www.forummobil.ch
Swiss Information and Technology Association	www.sicta.ch
Bundesamt für Kommunikation	www.bakom.ch
Mobile Manufacturers Forum	www.mmfa.org
UMTS Standard	www.3gpp.org