

Fakten rund um Mobilfunktechnik und Antennen

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.

1. 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 wurde allgemein mit Global System for Mobile Communication bezeichnet und mit GSM abgekürzt. Die GSM-Netze wurden und 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 (mit HSPA bis 42 MByte/s).

Aktuell wird die 4. Mobilfunkgeneration, LTE (Long Term Evolution), benutzt. LTE wurde besonders für mobile Datenanwendung und den breitbandigen mobilen Zugang zum Internet entwickelt, denn damit können Datenübertragungsraten von 100 MByte/s und mehr realisiert werden.

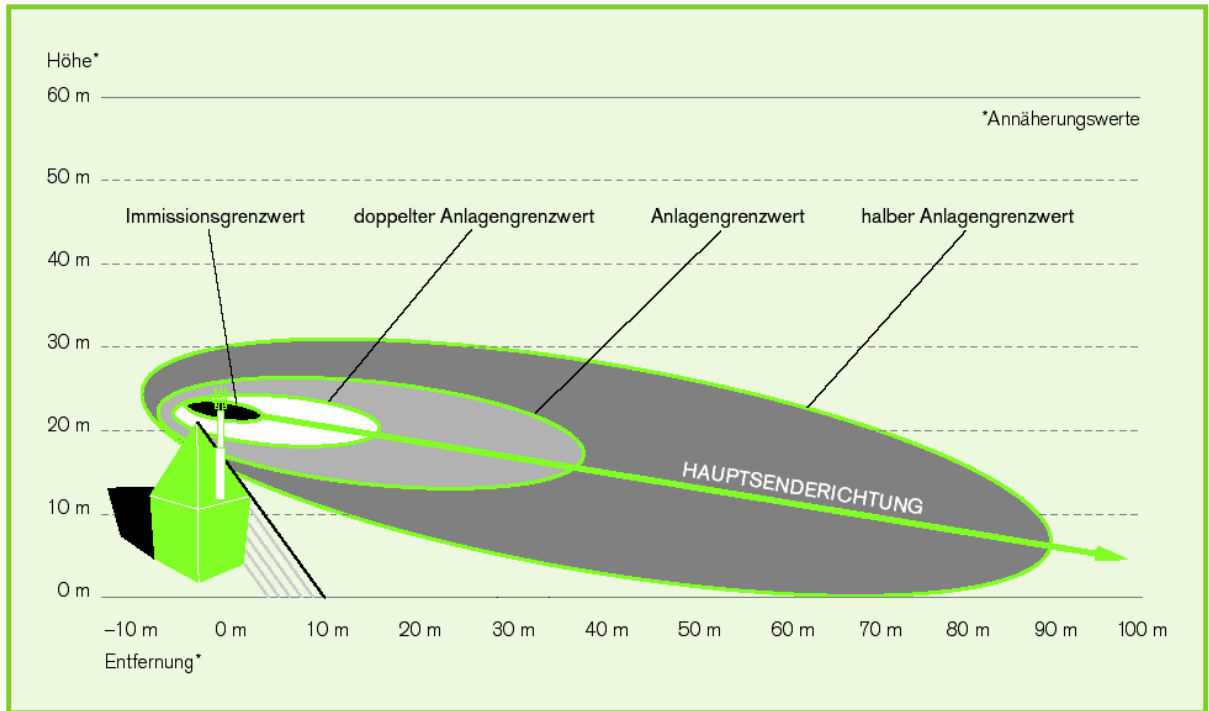
2. Funktionsweise

2.1. Ähnlichkeit mit Lichtwellen

Funkwellen der Frequenzen zwischen 800 Megahertz und 2,6 Gigahertz können gemäss den 2012 vergebenen Konzessionen für den Mobilfunk genutzt werden. Diese hohen Frequenzen, respektive die daraus resultierenden kurzen Wellenlängen, haben einige Gemeinsamkeiten mit Lichtwellen. Lichtwellen sind ebenfalls elektromagnetische Wellen, 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 – genauso 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 Signale mit der Frequenz 2600 MHz sehr viel stärker abgedämpft als Signale von 800 MHz. Dadurch ergibt sich bei 2600 MHz ein deutlich kleineres Versorgungsgebiet einer Antenne.

Verbreitung elektromagnetischer Wellen



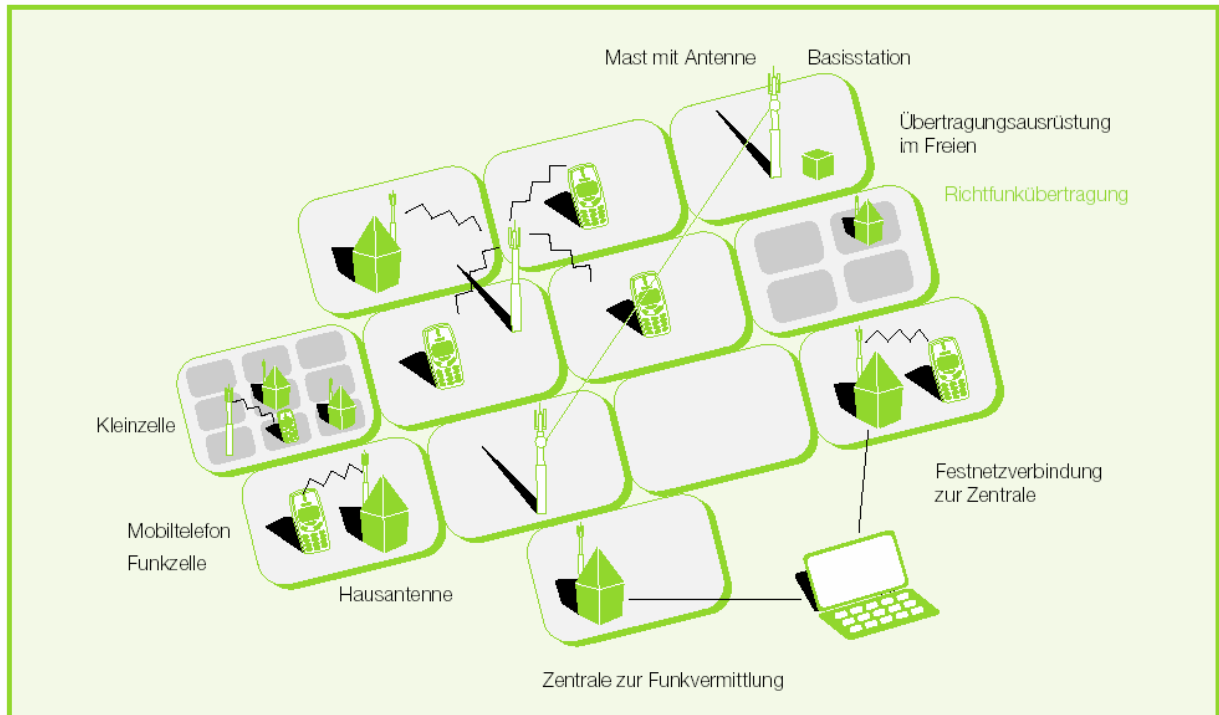
2.2. Schwache Sendeleistung der Handys

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, sogenannten 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; und die Intensität der Funkwellen (d.h. Leistung pro Fläche) nimmt stark ab. Irgendwann wird sie so klein, dass auch ein empfindliches Empfangsgerät sie nicht mehr auffangen kann.

2.3. 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 Sendeantennen 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.

Aufbau eines Mobilfunknetzes



2.4. Die Verbindung zwischen Handy und Antennen

Um eine Verbindung herzustellen, muss ein Mobiltelefon als erstes bei der nächsten Basisstation angemeldet werden, was nach dem Einschalten des Geräts bei der Netzsuche geschieht. Ein abgehender Anruf geht vom Handy zur Basisstation und von dort über Kabel, Glasfaser 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, Glasfaser oder Richtfunk – zur 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.

3. Netzplanung

3.1. Grösse der Funkzelle

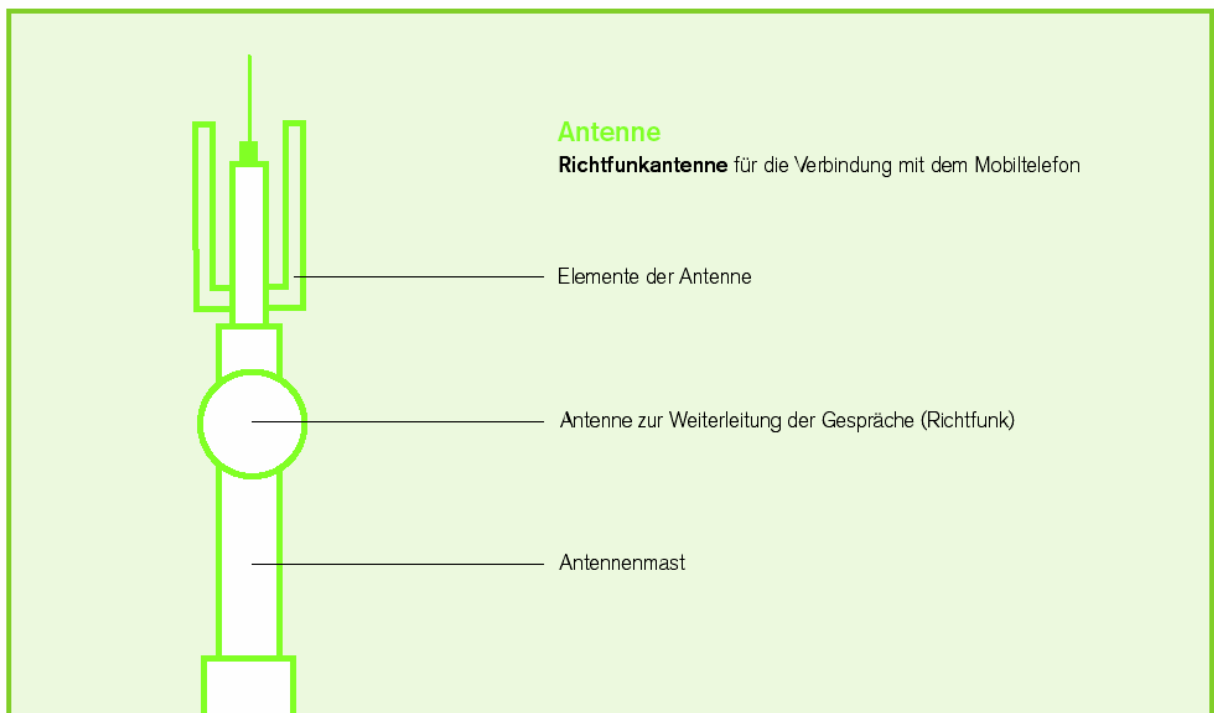
Bei der Planung der Grösse einer Funkzelle werden im Wesentlichen das abzudeckende Gebiet, die Geländestruktur (Topographie) und die Zahl der Teilnehmer bzw. die Nachfrage berücksichtigt. Im Flachland kann die Grösse der Funkzelle bei kleiner Teilnehmerzahl grösser gewählt werden (bis zu 20 Kilometer bei 900 MHz bzw. wenige Kilometer bei 1800 MHz) als in engen Tälern oder in Strassenschluchten zwischen Hochhäusern, wo die Funkzelle oft nur wenige Hundert Meter abdecken kann. Dies sowie die Tatsache, dass eine Antenne nur eine bestimmte Anzahl von Verbindungen

gleichzeitig bedienen kann, verunmöglicht es, dass ein hochgelegener Sender ein ganzes, grosses Gebiet – beispielsweise das gesamte Mittelland – versorgt.

3.2. Beschränkte Antennenkapazität

Die Antenne kann gleichzeitig nur eine beschränkte, nicht sehr grosse Anzahl von Handys versorgen. Grund dafür ist, dass die jeweils anderen Handys wie bei einfachen Handfunkgeräten nicht mithören dürfen und folglich jedes Handy während der Dauer des Gesprächs seinen eigenen „privaten“ Kommunikationskanal verwendet. Dadurch kann ein Netz überlastet sein, wenn zu viele Personen gleichzeitig telefonieren oder Daten übermitteln wollen. In Gebieten mit vielen Teilnehmern muss man deshalb die Zellen klein machen, damit deren Kapazität für die Gespräche und Datendienste ausreichen. 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



3.3. Schwache Sendeleistung

Die beschränkte Grösse der Funkzellen hat ihre positive Seite. Die Sendeleistungen der Antenne kann entsprechend begrenzt werden – und zwar nach dem Prinzip je kleiner die Zelle, desto kleiner die Leistung und desto kleiner die Reichweite. Die in die Antennen eingespeiste Leistung beträgt bis zu zirka 50 Watt. Durch den Antennengewinn können in der Folge zwischen 0,5 KW und maximal 4,5 KW abgestrahlt werden. Leistungsschwache Mikrozellen eignen sich ausschliesslich zur Deckung von Funklöchern bzw. von Versorgungsempässen in dicht besiedeltem Gebiet.

3.4. Permanenter Netzausbau nötig

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

Nach Möglichkeit arbeiten die drei in der Schweiz tätigen Mobilfunkanbieter Orange, Sunrise und Swisscom bei der Realisierung von Antennenstandorten zusammen: Knapp jeder dritte Standort wird gemeinsam genutzt. Dass dieses so genannte Site Sharing nicht noch öfter angewendet werden kann, ist hingegen eine Folge der überaus strengen schweizerischen Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).

4. Gegenwart und Zukunft

4.1. Datenübertragung

Die alten 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 suchen nach einer Möglichkeit, von unterwegs ihren mobilen Rechner mit dem Firmencomputer zu verbinden. Auch mit dem Internet soll mobil kommuniziert werden können.

4.2. UMTS und LTE

Die GSM-Technologie war 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). Ihm folgte der Mobilfunk der vierten Generation, LTE (Long Term Evolution), knapp zehn Jahre später. Die Systeme UMTS und LTE nutzen andere, wesentlich effizientere und flexiblere Arten der Codierung, was die geforderte schnelle Übermittlung von Daten in grosser Menge ermöglicht (bis 100 Mbit/s und mehr mit LTE).

Auch auf LTE wird eine neue noch effizientere Nachfolgetechnologie folgen. Gefordert von der immer intensiveren Mobilfunknutzung ihrer Kunden, werden die Betreiber ihre Netze weiter ausbauen und verdichten müssen. Das Mobilfunknetz wird deshalb weder morgen noch übermorgen fertig gebaut sein.

September 2014

Kontakt: info@forummobil.ch