

Öffentliche Netze:

TEIL 2

Grundlagenwissen zu Mobilfunk

auf Basis des Elektronik-Kompandiums, Patrick Schnabel
(<http://www.elektronik-kompandium.de/sites/kom/0406221.htm>)
und des Skriptes von Jürgen Falch: Öffentliche Netze

Generationen von Mobilfunksystemen (ITU-Definition)

Mobilfunksysteme der 1. Generation (1G) sind das A-, B- und das C-Netzes (C-450) gewesen. Alle drei Netze haben die analoge Sprachübertragung auf der Funkschnittstelle zwischen Mobilfunktelefon und Basisstation gemeinsam. Mit GSM wurde erstmals ein digitales Übertragungsverfahren für die Sprachübertragung verwendet. Damit wurde die Kapazität der Funkschnittstelle besser ausgelastet. GSM entspricht deshalb einem Mobilfunksystem der 2. Generation (2G). Auf dem Weg zum Mobilfunksystem der 3. Generation (3G) wurde für die Datenübertragung HSCSD und GPRS eingeführt, die auch unter 2.5G eingeordnet werden, als ein Zwischenschritt zwischen GSM (2G) und UMTS (3G). In vielen Dokumentationen wird EDGE bereits zur 3. Generation gezählt, wenn auch dieser Datendienst in Verbindung mit GSM nicht an UMTS heranreicht. Eher wäre EDGE unter 2.75G einzuordnen. Hauptbestandteil von Mobilfunksystemen der 3. Generation (3G) sind Datendienste, wie z. B. Videotelefonie und der mobile breitbandige Internet-Zugang. Auf dem Weg zur 4. Generation (4G) von Mobilfunksystemen kommen noch mehrere Zwischenschritte mit HSPA, HSPA+ (3.5G) und LTE (3.9G) bis LTE Advanced (4G) und LTE Advanced Pro (4.5G). Die Zukunft der Mobilfunktechnik wird 5G sein.

Genera- tion	Technik	Bandbreite		
		Maximal	Endgerät	
1G	AMPS	-	-	-
2G	GSM	9,6 kBit/s	0,0096 MBit/s	2G
2.5G	HSCSD	57,6 kBit/s	0,0576 MBit/s	-
	GPRS	115 kBit/s	0,0576 MBit/s	2.5G
2.75G	EDGE	236 kBit/s	0,236 MBit/s	2.75G
3G	UMTS	384 kBit/s	0,384 MBit/s	3G / U
3.5G	HSPA	14,4 MBit/s	14,4 MBit/s	3.5G / H
	HSPA+	42,2 MBit/s	bis 42,2 MBit/s	H+
3.9G	LTE (bis Cat 4)	150 MBit/s	bis 150 MBit/s	4G / LTE
4G	LTE Advanced (LTE-A ab Cat 6)	300 bis 600 MBit/s	bis 600 MBit/s	4G+
5G	Aufbau auf der LTE-Technik	10 GBit/s	ab 600 MBit/s	5G

Der neue 5G-Standard

Aufgrund der steigenden Bedürfnisse für schnellere Internet-Verbindung soll 5G ab 2020 den Standard LTE (4G) ergänzen bzw. darauf aufbauen.

Industrielle Anforderungen an zukünftige Mobilfunknetze wie z.B. autonomes Fahren oder IoT-Anforderungen werden immer größer und verlangen stabile und schnelle Datenverbindungen.

Abgrenzung von 4G und 5G¹

Der aktuelle Mobilfunkstandard ist unter dem Namen Long Term Evolution (LTE) bekannt. Diese Technik erfüllt mit ihrer Netzabdeckung und der Netzgeschwindigkeit momentan fast alle Bedürfnisse von Privatkunden und stellt für verschiedene alltägliche Anwendungen, zum Beispiel mobiles Streaming von Sportangeboten oder Datenaustausch über Messenger, eine ausreichende Datenrate bereit.

LTE kann im einfachen Betrieb eine Bandbreite bis zu 150 Mbit/s erzeugen. In Städten sind sogar bis zu 300 Mbit/s möglich. Diese Bandbreite ist praktisch für den schnellen Download von größeren Datenmengen. Die Einführung von 5G wird nicht das Ende von LTE bedeuten, sondern eine Weiterentwicklung zusätzlich zum bestehenden Netz. Durch den parallelen Betrieb beider Technologien können zukünftig größere Kapazitäten und schnellere Netzgeschwindigkeiten bedient werden. 5G als Kommunikationsstandard von morgen wird durch die wesentlich höhere Bandbreite neue Anwendungen ermöglichen und das positive Erlebnis für den Kunden erheblich steigern. Bereits jetzt nutzen Milliarden von Menschen im Zuge der Digitalisierung mobiles Internet. Hinzu kommt die Zahl von mehr als 100 Milliarden vernetzter Gegenstände, die Experten im Jahr 2020 erwarten. Das 5G Netz ist die Antwort auf die Anforderungen der Digitalisierung.

Eigenschaften von 5G²

- Datenraten bis zu 10 Gbit/s
- Nutzung höherer Frequenzbereiche
- erhöhte Frequenzkapazität und Datendurchsatz
- Echtzeitübertragung, weltweit 100 Milliarden Mobilfunkgeräte gleichzeitig ansprechbar
- Latenzzeiten von unter 1 ms
- Kompatibilität von Maschinen und Geräten
- 100-fache Geschwindigkeit gegenüber LTE

Allerdings wird der neue Standard auch **kritisch** gesehen:

Wie auch bei anderen Mobilfunkstandards sind die Belastungen durch die schwer nachweisbare Elektrosensibilität und die Auswirkungen der inzwischen eindeutig belegten Wärmeentwicklung von Gewebe durch die elektromagnetische Strahlung nicht ausreichend erforscht.

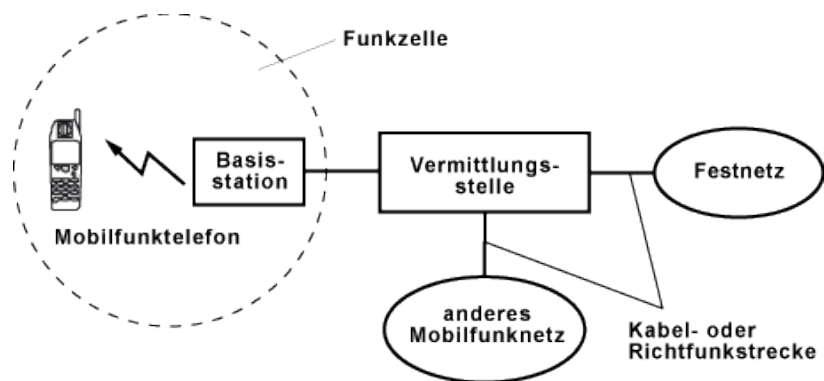
Ein weiterer Kritikpunkt ist die Sicherheit: Bei einer immer größer werdenden Vernetzung der Städte und Kommunen wird auch die Anfälligkeit für Angriffe aus dem Internet größer.

¹ Telekom Deutschland, aus „Was ist 5G? Grundwissen zum Netz der Zukunft“, (abgerufen am 29.9.2019),
Quelle: <https://www.telekom.com/de/konzern/details/was-ist-5g-grundwissen-zum-netz-der-zukunft-542352>

² aus Wikipedia, 5G, (abgerufen am 29.9.2019), <https://de.wikipedia.org/wiki/5G>

Mobilfunknetze

Die Mobilfunknetze entwickeln sich weltweit zu Multi-Mobilfunknetzen, die von GSM (GPRS, EDGE) über UMTS (HSPA) auch LTE beherrschen. Egal welches Mobilfunksystem, alle bestehen aus einigen elementaren Bestandteilen, die alle Systeme gemeinsam haben. Zum Bei-



spiel das Mobilfunktelefon und die Basisstation. In den meisten Fällen ist dieser kleine Teil der Übertragungsstrecke zwischen Mobilfunktelefon und Basisstation die einzige Funkübertragungsstrecke. Die Übertragungsstrecke von der Basisstation zum Kernnetz wird als Backhaul bezeichnet und erfolgt über leitungsgebundene E1/E3-Verbindungen oder Glasfaserverbindungen. Nur in ganz entlegenen Gebieten, wo weit und breit keine Kabel liegen oder deren Nutzung zu teuer ist, werden Richtfunkstrecken verwendet.

Im Prinzip ist ein Mobilfunktelefon ein schnurloses Telefon, dessen Basisstation sich nicht in unmittelbarer Nähe befindet, sondern einige Kilometer weiter weg.

Für den Betrieb der Mobilfunknetze sind in der Regel die Netzbetreiber verantwortlich. Die neigen jedoch dazu, den Betrieb ihrer Mobilfunknetze an die Mobilfunk-Ausrüster abzugeben. Die Ausrüster übernehmen dabei das komplette Netzmanagement.

Mobilfunkzellen / Struktur der Mobilfunknetze

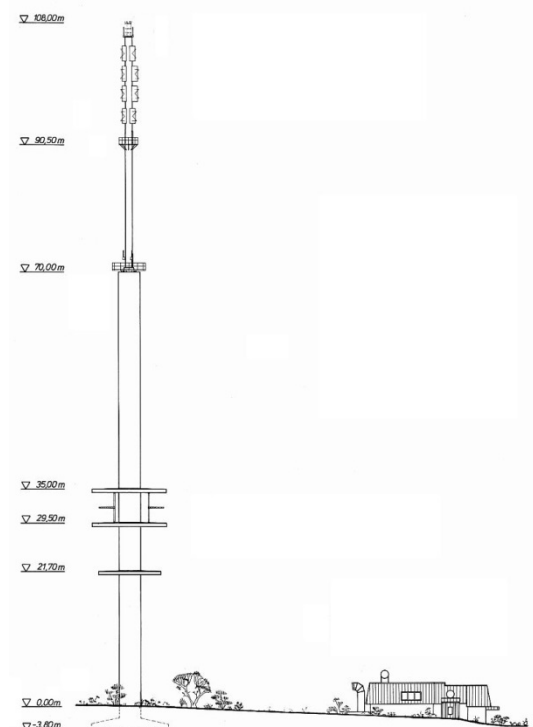
Broadcast-Netzwerk

Vorteile:

- 1 Hochleistungssender
- Große Reichweite ($r \approx 100\text{km}$)
- Wenig Infrastruktur
- Geringere Kosten für Netzausbau

Nachteile:

- Hohe Sendeleistung (kW ... MW ...)
- Hohe EMV-Belastung
- Nur unidirektionale Verbindung



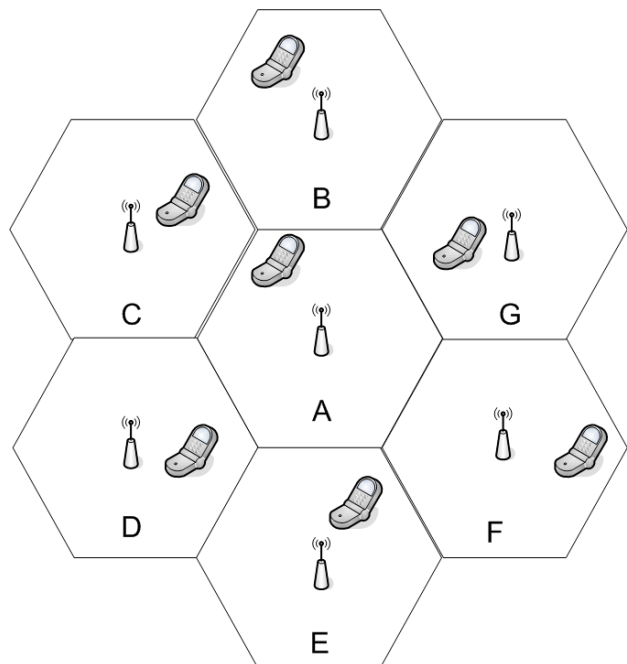
Zellulares Netzwerk

Vorteile:

- Geringe Leistung (... 20W)
- Geringe EMV-Belastung
- Bidirektionale Verbindung

Nachteile:

- Viele „kleine“ Sender erforderlich
- Geringe Reichweite ($r \approx 100\text{m} \dots 35\text{km}$)
- Viel Infrastruktur erforderlich
- Hohe Kosten für Netzausbau



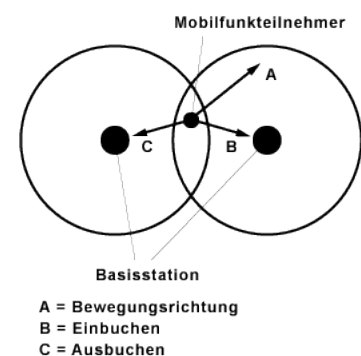
Ein Mobilfunknetz ist in Zellen aufgeteilt. Der Durchmesser einer Zelle beträgt mehrere Kilometer. In jeder Zelle hat der Mobilfunknetzbetreiber eine oder mehrere Basisstationen aufgebaut.

Bewegt sich ein Handy-Nutzer durch das Mobilfunknetz, dann bewegt er sich durch viele Zellen. Manchmal kommt es vor, dass er sich in einen Bereich einer Zelle bewegt, der sehr schlecht oder gar nicht mit Funkwellen von der Basisstation erreicht wird. Er befindet sich dann in einem Funkloch. Diese Funklöcher kommen sehr häufig vor. Was man in der Regel nicht merkt. Meistens sind diese Funklöcher ganz klein. Doch es gibt auch Funklöcher, die ganze Landstriche überziehen.

Handover

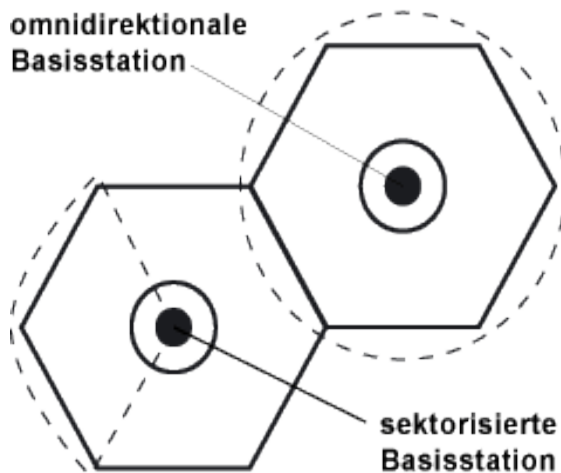
Das Handover beschreibt ein Verfahren, das angewendet wird, wenn ein Mobilfunkteilnehmer aufgrund seiner Positionsänderung den Empfangsbereich einer Basisstation verlässt und dabei in den Empfangsbereich einer anderen Basisstation hinüberwechselt. Dieser technische Vorgang wird auch als Zellenwechsel bezeichnet.

Seit UMTS unterscheidet man die Begriffe Soft-Handover und Hard-Handover. Bei Soft-Handover wird gleichzeitig zu mehreren Basisstationen eine Verbindung aufrechterhalten. So können sich Mobilfunkteilnehmer innerhalb des Mobilfunknetzes ohne Verbindungsverlust bewegen. Doch diese Funktion steht nur für Sprachverbindungen zur Verfügung. Datenverbindungen wechseln die Mobilfunkzellen per Hard-Handover. Dabei setzt die Übertragung während des Zellenwechsels kurzzeitig aus. Gerade deshalb sind Echtzeit-Anwendungen, wie Voice over IP, Audio- und Video-Streaming nur bedingt über UMTS nutzbar. Sobald ein Zellenwechsel stattfindet, bricht die Verbindung ab und muss neu aufgebaut werden.



Das Handy strahlt seine Funkwellen in alle Richtungen aus. Bei den Basisstationen

**omnidirektionale
Basisstation**



unterscheidet man zwischen der omnidirektionalen und der sektorierten Basisstation. Die omnidirektionale Basisstation steht im Zentrum einer Funkzelle und strahlt ihre Funkwellen genau wie das Handy in alle Richtungen (360° Abstrahlwinkel der Antenne) aus.

Die sektorierte Basisstation wird zur Erhöhung der Gesprächskapazität eingesetzt. Sie strahlt ihre Funkwellen nur in einem von drei Sektoren einer Funkzelle aus.

Da der Mobilfunkkunde nicht immer innerhalb einer Zelle bleibt, kommt es vor, dass

er sich an den Rand einer Funkzelle bewegt. Das Netz erkennt dann, wann es besser ist, eine neue Verbindung zu einer anderen Basisstation aufzunehmen. Das Netz entscheidet dann anhand der Verbindungsqualität, welche Basisstation für eine Verbindung besser geeignet ist.

Die Verbindungsqualität zu den Basisstationen wird ständig geprüft. Bei Bedarf wird die Basisstation gewechselt. Dabei wird die Verbindung zur alten Basisstation erst abgebrochen, wenn die neue Verbindung steht. Der Handynutzer merkt davon nichts. Seine Sprach- und Datenverbindungen werden unterbrechungsfrei fortgeführt.

Netzbetreiber und Service-Provider

Der Netzbetreiber ist derjenige, der das Netz aufbaut, wartet und instand hält. In Deutschland sind das die Firmen T-Mobile, Vodafone, E-Plus und O2.

Den eigentlichen Anschluss an das Mobilfunknetz und den Kartenvertrag erhält man nicht zwangsläufig vom Netzbetreiber. Ein sogenannter Service-Provider kauft von den Netzbetreibern Minuten und Anschlüsse (Rufnummern) ein und schaltet die SIM-Karte frei und verschickt auch die monatliche Gebührenabrechnung.

Durch die Mittler- bzw. Händlerfunktion zwischen Nutzer und Netzbetreiber entstehen sehr viel Tarife und Tarifoptionen, die auf unterschiedliche Kundenbedürfnisse zugeschnitten sind.

Der Kunde kann sich so den für sich günstigsten Tarif herausuchen. Die Auswahl an Tarifen der unterschiedlichsten Anbieter ist jedoch groß. Jeder Provider bietet seine Leistungen (Sprache, Daten, SMS) zu unterschiedlichen Preisen an. So kann eine Änderung des Kommunikationsverhaltens zu einer teureren Gebührenrechnung führen als ursprünglich geplant. Aus diesem Grund sind Allnet-Flatrates sehr beliebt.

SIM-Karte - Subscriber Identity Module (Micro-SIM / Nano-SIM)

Die SIM-Karte ist eine kleine rechteckige Karte, auf der sich ein Chip befindet, auf dem alle wichtigen Daten des Besitzers und seines Handys gespeichert sind. Jede Karte hat eine weltweit einmalige Kennung, mit der sich das Handy am Mobilfunknetz anmeldet. Auf SIM-Karten werden vor allem die Zugangsinformationen des Mobilfunk-Anbieters gespeichert.

Auf dem Chip befindet sich auch der vierstellige Sicherheitscode, die Personal Identity Number (PIN), den der Benutzer eingeben muss, wenn sich das Handy am Mobilfunknetz anmeldet. Die PIN schützt vor unberechtigten Zugriffen fremder Nutzer mit dieser SIM-Karte auf das Mobilfunknetz. Die PIN selber hat mit dem Mobilfunknetz jedoch nichts zu tun. Es ist nur eine lokale Sicherheitsmaßnahme, die aber nicht den Zugriff auf das Handy verhindert.

Die **SIM-Karte** kann von einem Mobiltelefon herausgenommen und in ein anderes eingesetzt werden, so dass die zugewiesene Rufnummer über ein anderes Mobiltelefon genutzt werden kann. Voraussetzung ist, dass das Gerät nicht per SIM-Lock gesperrt ist.

Für das UMTS-Netz gibt es eine spezielle SIM-Karte, die **U-SIM**. Es ist eine verbesserte SIM-Karte mit mehr Speicherplatz und Funktionen.

Im Zuge der Miniaturisierung der Mobilfunkgeräte wurde auch die SIM-Karte verkleinert. Die **Micro-SIM** entspricht in etwa der Hälfte einer SIM-Karte. Um aus einer herkömmlichen SIM-Karte eine Micro-SIM zu machen gibt es Stanzgeräte.

Die **Nano-SIM** ist eine stark verkleinerte SIM-Karte und zu den bisherigen SIM-Versionen kompatibel. Das ETSI spricht offiziell vom "vierten Formfaktor" (4FF) mit den Abmessungen 12,3 mm x 8,8 mm x 0,67 mm. Damit ist die Nano-SIM in etwa so lang wie die Micro-SIM breit ist. Es bleibt lediglich der Chip mit einer sehr dünnen Umrandung übrig. Mit der Nano-SIM können die Smartphone-Hersteller ihre Geräte noch flacher und kompakter bauen.

Vom eigenhändigen Zuschneiden, wie es bei der Micro-SIM üblich war, sollte man die Finger lassen.

Eine **eSIM** (embedded Subscriber Identity Modul) ist eine fest ins Mobilfunkgerät (Smartphones und Tablets) eingebaute und programmierbare SIM-Karte. Die eSIM ist ein Chip, bei dem ein mechanischer Wechsel, wie bei einer herkömmlichen SIM-Karte, nicht vorgesehen ist. Die eSIM ist fest verdrahtet und lässt sich nicht austauschen. Per Software wird der jeweilige Mobilfunkanbieter eingestellt.

Insbesondere bei Smartphones steht man vor dem Problem, dass die SIM-Karte viel Platz einnimmt, und damit das Gehäuse unnötig vergrößert. Für die Gerätehersteller ist die eSIM sehr praktisch. Es entfällt die aufwendige und anfällige Mechanik. Wie jedes andere Bauteil lässt sich die eSIM in die Elektronik integrieren. Das ermöglicht im einen oder anderen Fall neue Bauformen, weil man auf den Karten-Slot verzichten kann. Zum Beispiel Wearables mit wasserdichtem Gehäuse, die mit einer drahtlosen Ladetechnik geladen werden.

Dabei sind fest verbaute SIM-Karten nichts Neues. Allerdings kommen sie bisher nur in M2M-Geräten für die direkte Kommunikation zwischen den Geräten vor. Oder in

einigen Kindle- oder Navigationsgeräten. Diese SIM-Karten sind allerdings nicht programmierbar, sondern fest einem Anbieter zugeordnet.

Bei der eSIM ist neu, dass die feste Bindung der SIM-Karte an einen Netzbetreiber aufgehoben und somit ein Netzbetreiberwechsel per Software möglich ist. Allerdings haben Netzbetreiber kein Interesse, den Netzbetreiberwechsel zu unterstützen. Netzbetreiber sind bestrebt, die Kontrolle darüber zu haben, wer oder was ihr Netz benutzt.

Inbetriebnahme

Bei der Erstinbetriebnahme oder einem Anbieterwechsel nimmt die eSIM Kontakt zu einem Universal-Discovery-Server (UD-Server) auf. Die eSIM weist sich hierbei mit ihrer Identifikationsnummer, der IMSI, aus, die einen Ländercode (MCC), den Betreibercode (MNC) und eine fortlaufende Nummer enthält.

Datenschutzbedenken braucht man keine haben. Wie schon immer lässt sich jedes Gerät anhand seiner IMEI identifizieren. Ob die SIM-Karte wechselbar ist oder nicht, spielt hier keine Rolle. Entscheidend für eine Identitätsprüfung ist nicht das Gerät, sondern die IMSI (nicht IMEI).

Die eSIM kontaktiert den Betreiber und ruft von dort die Daten ab. Damit das funktioniert muss der Betreiber des UD-Servers eine Vereinbarung mit dem Mobilfunknetzbetreiber geschlossen haben, damit dieser Datenverkehr durchgeleitet wird.

Vorgesehen ist, dass der Kunde ein Menü zur Auswahl von Provider und Verträgen angezeigt bekommt. Wenn der Kunde seine Wahl getroffen hat wird das jeweilige Profil heruntergeladen und auf der eSIM gespeichert.

Der Betreiber des UD-Servers bestimmt darüber welche Provider und Tarife als Profile vom Kunden geladen werden können. Und der Netzbetreiber kann darüber entscheiden ob er den Datenverkehr zu einem UD-Server zulässt oder nicht.

Weil der UD-Server-Betreiber eine Entscheidung darüber treffen kann, welche Angebote zu Verfügung gestellt werden, sollte dieser Betreiber eine neutrale Stelle sein, die sich verpflichtet fühlt, jeden Anbieter aufzunehmen, der es wünscht. Ansonsten könnten kleine Mobilfunkanbieter das Nachsehen haben. Zulasten des Wettbewerbs und der Kunden.

Vorteile für den Mobilfunk-Kunden

Ein Hauptvorteil für die Kunden ist, dass sie nicht mehr mit der SIM-Karte hantieren müssen. Der Tausch der SIM-Karte würde beim Anbieter- oder Gerätewechsel entfallen. Der Mobilfunkprovider lässt sich jederzeit ändern. Man muss also nicht mehr in den Laden, um sich eine SIM-Karte zu besorgen oder warten, bis sie per Post zugeschickt wurde.

Weiterhin könnte man das Aktivieren des Geräts durch den Identifikationscode beim Provider vereinfachen. Denkbar wäre, dass Kunden mehrere Endgeräte über einen Vertrag verwalten können.

Eine weitere Option wäre, dass eine eSIM auch als Dual-SIM oder Multi-SIM ausgeführt ist und so mehrere Profile unterschiedlicher Provider gespeichert werden. Das ist wichtig, wenn man für verschiedene Dienste unterschiedliche Provider gleichzeitig nutzen will.

Aber auch ohne Dual-SIM-Funktion hat die eSIM Vorteile im Ausland. Hier könnte man die eSIM auf einen anderen und damit günstigeren Provider einstellen und

zurück in der Heimat das ursprüngliche Profil wieder laden. Denkbar ist, dass die Profile auf der eSIM bleiben und bedarfsweise aktiviert und deaktiviert werden.

Ist die SIM-Karte damit überflüssig?

Auch mit der eSIM wird es die herkömmliche SIM-Karte noch einige Jahre geben. Damit auch Kunden mit Altgeräten ohne eSIM weiterhin ihre Handys betreiben können. Außerdem werden auch Geräte mit eSIM zusätzlich einen SIM-Karten-Slot haben müssen, damit Nutzer ihre alte SIM-Karte weiterhin verwenden können oder von Netzbetreibern und Providern in Ländern, wo es noch keine eSIM gibt trotzdem mobil telefonieren können.

MultiSIM-Karte

MultiSIM ist die Möglichkeit mit einem Mobilfunkvertrag mehrere SIM-Karten zu verwenden. Für alle SIM-Karten gilt der gleiche Vertrag und die gleiche Rufnummer. Mehrere SIM-Karten können in verschiedenen Geräten gleichzeitig genutzt werden. Während man mit dem Handy telefoniert, kann man gleichzeitig mit dem Notebook das Internet nutzen oder eine SIM-Karte befindet sich im Handy und die andere im Tablet.

Da alle SIM-Karten die gleiche Rufnummer haben, klingeln bei einem Anruf alle Geräte gleichzeitig. Bei abgehenden Telefonaten wird die gleiche Rufnummer übermittelt. Alle Geräte können sogar gleichzeitig genutzt werden. Was nicht geht ist, dass sich die Geräte untereinander gegenseitig anrufen.

Je nach Mobilfunkbetreiber hat die MultiSIM-Karte eine andere Bezeichnung.

Übertragungsgeschwindigkeit im Mobilfunk

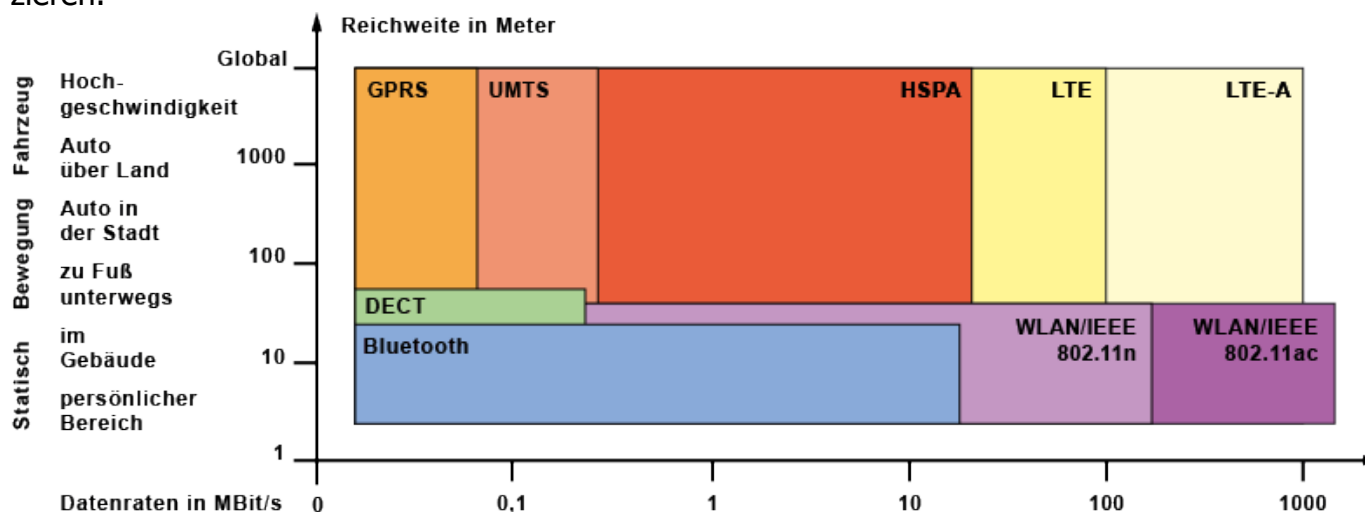
Um die genannten Übertragungsgeschwindigkeiten nutzen zu können, muss der Netzbetreiber sie explizit unterstützen. Er muss die dazugehörige Technik in seinem Netz installiert und in den dafür vorgesehenen Datentarifen freigeschaltet haben. Je nach Netzbetreiber variiert deshalb die Übertragungsgeschwindigkeit.

Auf der Nutzerseite muss ein entsprechendes Endgerät vorhanden und der entsprechende Datentarif gebucht sein.

Die genannten Übertragungsraten bleiben dann immer noch reine Theorie. In der Praxis spielt die Entfernung zur Basisstation und die Anzahl der parallel nutzenden Teilnehmer eine Rolle. Die Geschwindigkeit sinkt mit der Entfernung zur Basisstation und der Anzahl der Teilnehmer.

Reichweite und Bandbreite im Zusammenhang

Die Übertragung von Sprache (Telefonie) und Daten (Internet) sind die Hauptanwendungsgebiete der Mobilfunktechnik. Während bei der Telefonie die Anforderungen an die Bandbreite eher gering sind, spielt die Reichweite eine viel größere Rolle. Telefonieren mit Mobilfunktechnik heißt vor allem überall erreichbar zu sein und selber jederzeit telefonieren zu können. Da sind Abstriche bei der Sprachqualität kein Problem. Es lässt sich auch unter schlechten Empfangsbedingungen durchaus kommunizieren.



Bei der Datenübertragung ist ungünstiger Netzempfang schlecht für die Übertragungsgeschwindigkeit. Ein schlechter Empfang führt zu einer höheren Fehlerrate. Ist die Datenübertragung gestört, müssen defekte oder verlorene Daten erneut übertragen werden. Das geht zu Lasten der effektiven Übertragungsgeschwindigkeit. Zum Ausgleich wird die Übertragungsrate reduziert und somit auch die Fehlerrate. Aus diesem Grund schränkt man auch die Reichweite (Funkausbreitung) von Funksystemen für Datendienste ein und erhöht dadurch die Datenrate auf kurze Distanzen. Bandbreite und Reichweite von Mobilfunksystemen hängen unweigerlich zusammen. Will man viel Reichweite, muss man die Bandbreite einschränken und aufgrund der Reichweite müssen sich viele Teilnehmer die Bandbreite teilen. Will man viel Bandbreite, muss man die Reichweite reduzieren, damit weniger Störungen die Funkchnittstelle belasten und die Anzahl der erreichbaren Teilnehmer klein bleibt.

Sprachqualität im Mobilfunk

Viele unterschiedliche Faktoren haben auf die Sprachqualität im Mobilfunk Einfluss. Die verwendeten Hardwarekomponenten, wie Mikrofon, Hörkapsel, DSP und das Gehäusematerial und Gehäuseform spielen eine entscheidende Rolle. Und auch die Software im Mobilfunktelefon beeinflusst die Sprachqualität.

Betrachtet man die Nutzungsumgebung eines Mobilfunktelefons, so wird es in der Regel in Umgebungen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Geräuschkulissen eingesetzt. Jede Umgebung hat dabei ihr ganz eigenes Geräuschespektrum, das manchmal sehr laute Hintergrundgeräusche erzeugt. Mobilfunktelefone müssen in der Lage sein diese störenden Geräusche auszublenden oder stark zu unterdrücken. Je besser das gelingt, desto besser ist die Verständlichkeit der Sprache.

Gleichzeitig wächst, bei der intensiven Nutzung des Mobilfunks, die Forderung nach einer besseren und konstanteren Sprachqualität. Doch bessere Mikrofone und Hörkapseln, sowie die Optimierung des Gehäuses verteuern die Produkte.

Durch die Miniaturisierung entsteht eine immer komplexere Elektronik. Denn die Elektronik muss das leisten, was die Akustik des Gehäuses nicht leisten kann. Das bedeutet, die Rechenleistung und somit auch der Energieverbrauch steigen.

DSS - Dynamic Spectrum Sharing

Das Frequenzspektrum für eine Mobilfunktechnik muss bisher fest in den Basisstationen zugewiesen werden. Das heißt, jede Basisstation von GSM, UMTS und LTE hat ihre eigene Frequenz. Allerdings schwankt die Auslastung mit dem Tag- und Nachtrhythmus der Nutzer, was zur Folge hat, dass Übertragungskapazität auf der einen Frequenz brachliegt und eine andere Frequenz überlastet ist.

Die Idee ist, eine dynamische Spektrumsaufteilung vorzunehmen, wobei die Kapazität um bis zu 50 Prozent steigen kann. Das heißt, melden sich viele LTE-Geräte an einer Basisstation an, aber nur wenige GSM-Geräte, dann werden die zur Verfügung stehenden Frequenzen dynamisch LTE zugeteilt. Auf diese Weise gestaltet sich der Übergang von GSM auf UMTS und LTE viel flexibler.

Fragen zum Text:

1. Nennen Sie die letzten fünf Generationen Mobilfunktechnologien
2. Welche Arten von Netzwerk werden im Mobilfunkbereich verwendet?
(Vor- und Nachteile)
3. Wie funktioniert der Handover? Unterscheiden Sie Hard- und Soft-Handover.
4. Unterscheiden Sie die Begriffe „Netzbetreiber“ und „Service-Provider“!
5. Welche Arten von SIM-Karten gibt es? Beschreiben Sie kurz die Unterschiede!
6. Was ist das Besondere bei der eSIM?
7. Skizzieren Sie kurz die Problematik des Zusammenhangs zwischen Reichweite und Bandbreite.
8. Wie kann die Sprachqualität beeinflusst werden?
9. Was bedeutet DSS?
10. Welche Möglichkeiten und Gefahren bringt der neue Standard 5G?