



Das elektromagnetische Feld

Ein elektromagnetisches Feld entsteht überall dort, wo Strom fließt. Elektromagnetische Felder breiten sich in Form von Wellen im ganzen Raum aus und brauchen dafür – anders als Wasserwellen – kein Trägermedium. Sie transportieren Energie mit Lichtgeschwindigkeit.

Der Blitz bei einem Gewitter oder auch Sonnenlicht sind elektromagnetische Felder, die wir aus der **Natur** kennen.

Der deutsche Physiker **Heinrich Rudolf Hertz** lieferte mit seinen Forschungen Ende des 19. Jahrhunderts die Grundlage für die Nutzung elektromagnetischer Wellen.

Er belegte nicht nur die Existenz elektromagnetischer Wellen, sondern wies auch nach, dass sich diese genauso wie Licht ausbreiten: auf die gleiche Art und mit der gleichen Geschwindigkeit. 1886 gelang es ihm erstmals, elektromagnetische Wellen von einem Sender zu einem Empfänger zu übertragen. Damit legte er den Grundstein für den Einsatz künstlich hergestellter elektromagnetischer Felder. Das Radio, Funkgeräte, der Mikrowellenherd, das Babyfon, das Schnurlostelefon, die Glühbirne und auch das Handy wären ohne diese Erkenntnisse nicht möglich.



© tom - Fotolia.com

Heute gibt es allerdings nicht nur die natürlichen und die „absichtlich“ hergestellten elektromagnetischen Felder.

Überall dort, wo Strom durch eine Leitung fließt, entstehen durch die Veränderung der elektrischen Ströme und Spannungen elektromagnetische Felder als Neben- bzw. **Abfallprodukt**. Ein Fernseher im Standby-Modus, ein Föhn oder ein angeschlossenes Verlängerungskabel setzen elektromagnetische Wellen frei.

Nachdem elektromagnetischen Wellen vom Verursacher in die Umgebung **abgestrahlt** werden, spricht man von **elektromagnetischer Strahlung**.

Nenne zehn Verursacher elektromagnetischer Strahlung, mit denen du täglich zu tun hast!

.....
.....
.....

Elektromagnetische Strahlung überträgt immer **Energie**. Die elektromagnetische Strahlung der Sonne hast du an sonnigen Tagen sicher schon gespürt. *Wie äußert sie sich?*

.....
.....



Wellenlänge & Frequenz

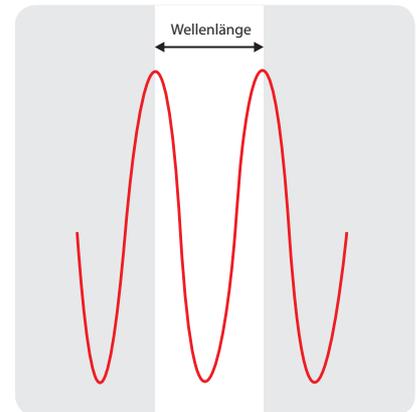
Elektromagnetische Wellen breiten sich ähnlich wie Wasserwellen in alle Richtungen im Raum aus. Ihre Strahlungsstärke ist abhängig von Wellenlänge und Frequenz.

● Wellenlänge

Die Wellenlänge gibt den **Abstand zwischen zwei Wellenbergen** an. Sie wird in Metern gemessen und mit dem Buchstaben λ („Lambda“) bezeichnet.

Beispiele:

- Röntgenstrahlen: 0,00000001 m
- sichtbares Licht: 0,0000004 m
- Mikrowelle: 0,001-0,1 m
- Handy: 0,11-0,33 m
- Fernsehen: 0,3-6 m
- Radio: 1-10.000 m



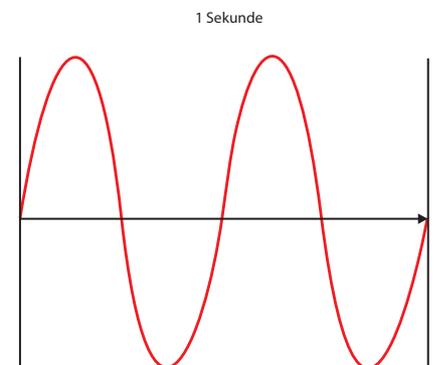
Je kleiner die Wellenlänge ist, umso mehr Energie überträgt die elektromagnetische **Strahlung**. Strahlung mit kleiner Wellenlänge, wie zum Beispiel die Röntgenstrahlung, kann sogar Festkörper durchdringen.

● Frequenz

An Stelle der Wellenlänge wird oft die Frequenz einer Welle angegeben. Die Frequenz gibt die **Anzahl der Schwingungen pro Sekunde** an. Sie wird in Hertz gemessen: 1 Hertz = 1 Schwingung pro Sekunde.

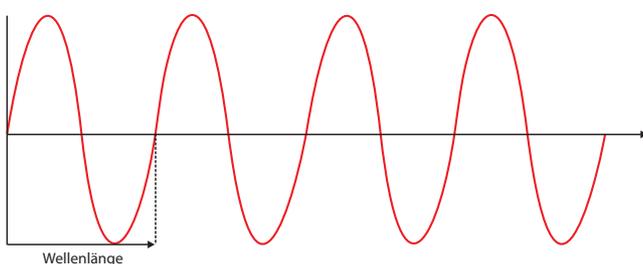
Beispiele:

- Röntgenstrahlen: > 300 PHz
- sichtbares Licht: 380 THz-790 THz
- Mikrowelle: 1 GHz bis 100 GHz
- Handy: 300MHz-3GHz
- Fernsehen: 50-800 MHz
- Radio: einige kHz bis etwa 3 GHz

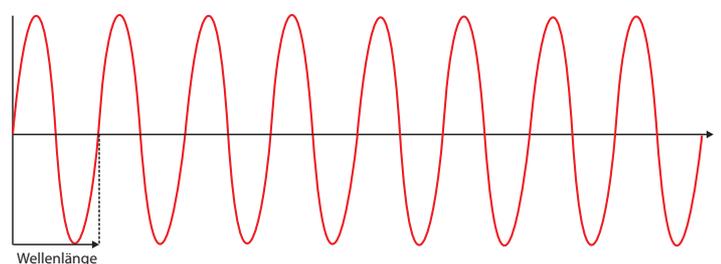


Wellenlänge und Frequenz stehen in direktem Zusammenhang. Je größer die Wellenlänge ist, umso kleiner ist die Frequenz.

große Wellenlänge - kleine Frequenz

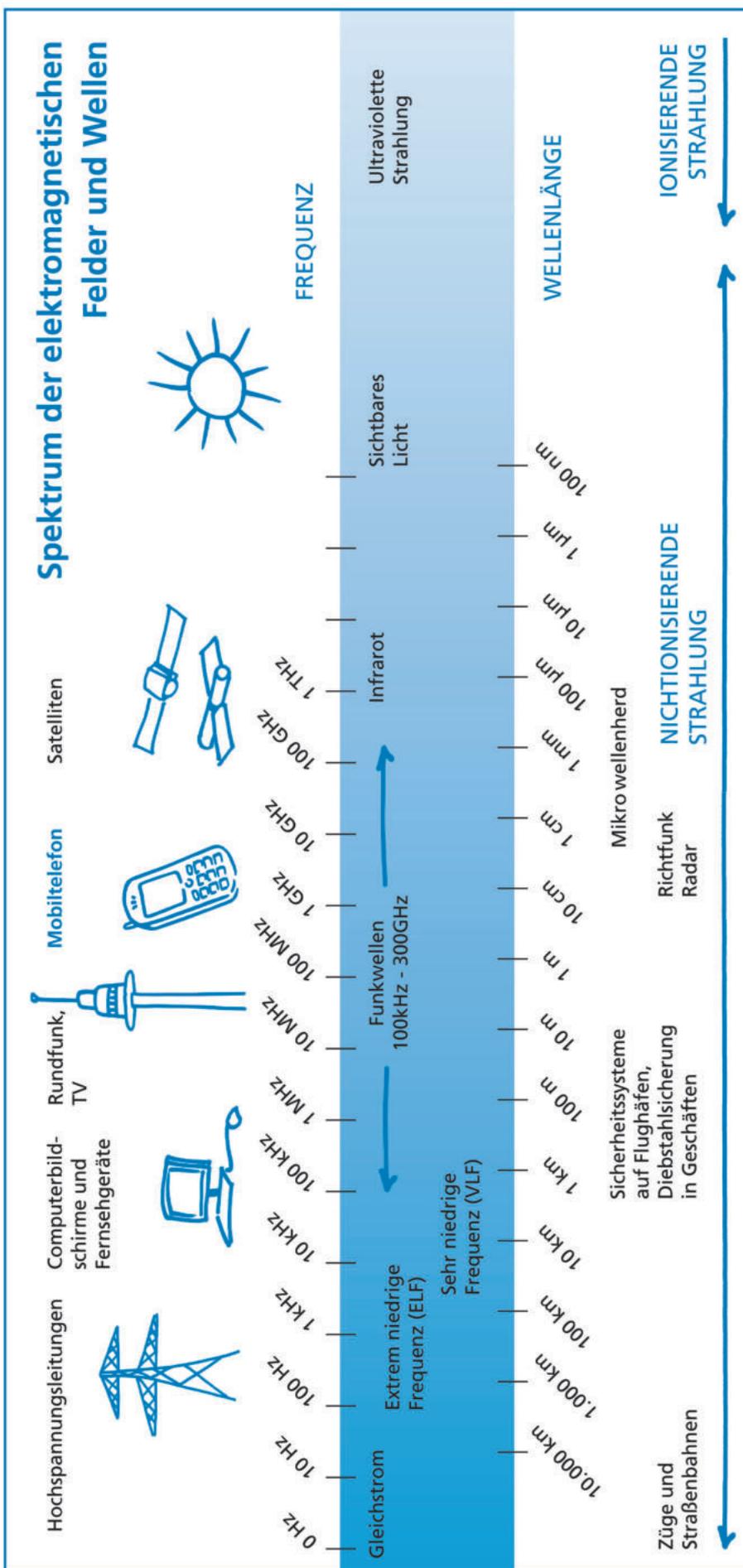


kleine Wellenlänge - große Frequenz





Elektromagnetisches Spektrum





Hallo? Hört mich jemand?

Damit Mobilfunk funktionieren kann, muss dein Handy mit einer Mobilfunkstation in Verbindung stehen. Es gibt immer wieder kurz Bescheid, wo es sich befindet.



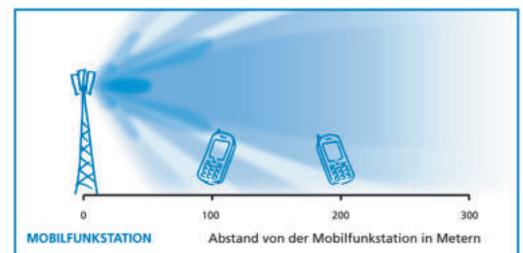
Dieser Datenaustausch zwischen Handy und Mobilfunkantenne erfolgt mit Hilfe von **Funkwellen**. Mit diesen elektromagnetischen Wellen werden Sprache und Daten mit Lichtgeschwindigkeit von deinem Handy zur Antenne und von der Antenne zu deinem Handy übertragen.

Warum reicht es nicht, wenn dein Handy nur dann Kontakt zur Mobilfunkstation aufnimmt, wenn du jemanden anrufen oder eine Nachricht verschicken möchtest?

.....

.....

Wie ein Leuchtturm oder eine Taschenlampe sendet jede Mobilfunkantenne ihre elektromagnetischen Wellen in eine Hauptrichtung. Den Ausbreitungsbereich dieser Wellen nennt man **elektromagnetisches Feld**.



Schau dir die Grafik genau an. Wo ist die Stärke des elektromagnetischen Feldes intensiver: am Boden direkt unter der Mobilfunkstation oder 150m entfernt in der Hauptsenderichtung der Mobilfunkantenne?

- direkt unter der Mobilfunkstation 150m entfernt

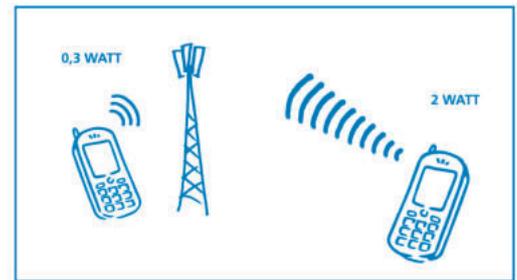
Wo ist die Stärke des elektromagnetischen Feldes am intensivsten?

.....



Je näher dein Handy bei einer Mobilfunkstation ist, umso geringer ist die notwendige **Sendeleistung**.

Die Sendeleistung eines GSM-Handys liegt derzeit zwischen 0,02 Watt und maximal 2 Watt und regelt sich automatisch.



Den Bereich, der von einer Mobilfunkstation versorgt wird, nennt man **Funkzelle**. Im städtischen Gebiet mit vielen MobilfunkteilnehmerInnen gibt es viele kleine Funkzellen, um eine gute Netzqualität sicherzustellen. Mobilfunkstation und Handy können dadurch mit möglichst geringer Sendeleistung arbeiten.



Im ländlichen Gebiet mit wenigen MobilfunkteilnehmerInnen gibt es größere Funkzellen.

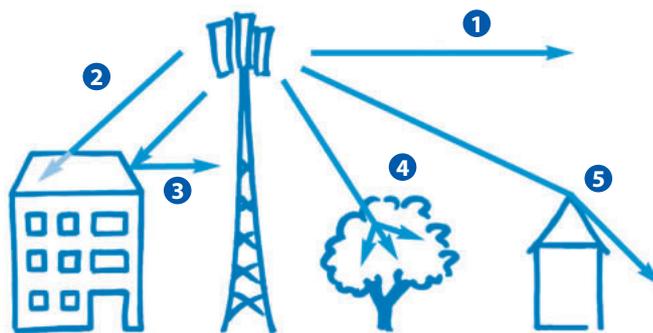


Die einzelnen Funkzellen stehen über Richtfunk oder Kabel mit einer zentralen **Funkvermittlungsstation** in Verbindung. Dieser zentrale Vermittlungscomputer kennt die Standorte aller eingeschalteten Mobiltelefone und leitet Daten von einer Funkzelle an eine andere Funkzelle oder auch ein anderes Telefonnetz weiter.



Funkwellen treffen zwischendurch immer wieder auf Hindernisse. Je nach Hindernis verhalten sie sich unterschiedlich.

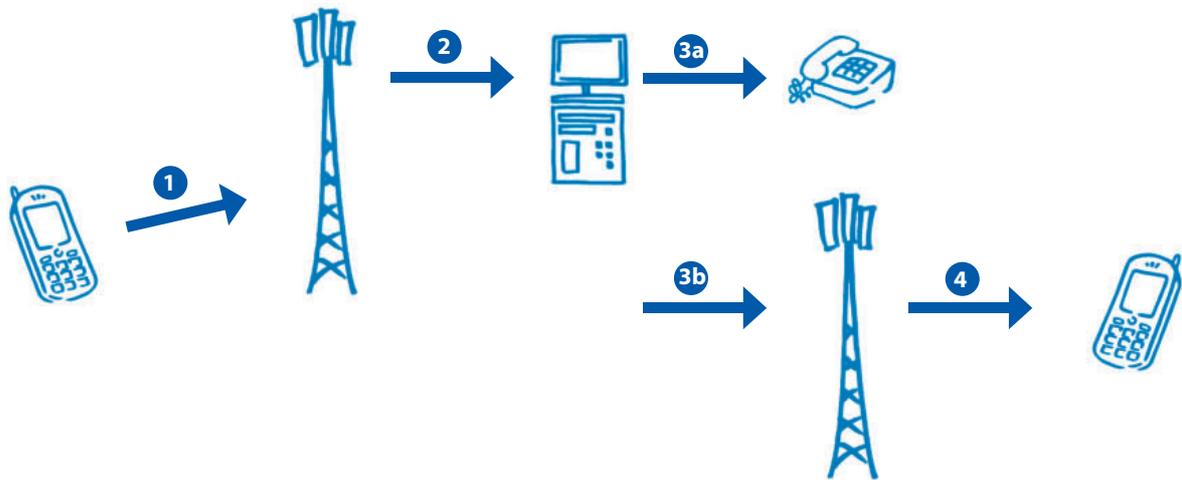
Versuche, das entsprechende Ausbreitungsverhalten der Funkwellen dem jeweiligen Hindernis zuzuordnen.



- ... Die Funkwellen breiten sich ungehindert aus.
- ... Die Funkwellen werden gebeugt.
- ... Die Funkwellen werden gestreut.
- ... Die Funkwellen werden vom Hindernis aufgenommen (absorbiert).
- ... Die Funkwellen werden zurückgeworfen (reflektiert) und dabei gedämpft.



Was passiert, wenn du jemanden anrufst? Beschreibe die einzelnen Schritte.



Schritt 1:

.....

.....

Schritt 2:

.....

.....

Schritt 3a:

.....

.....

Schritt 3b:

.....

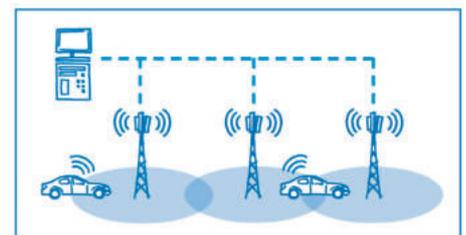
.....

Schritt 4:

.....

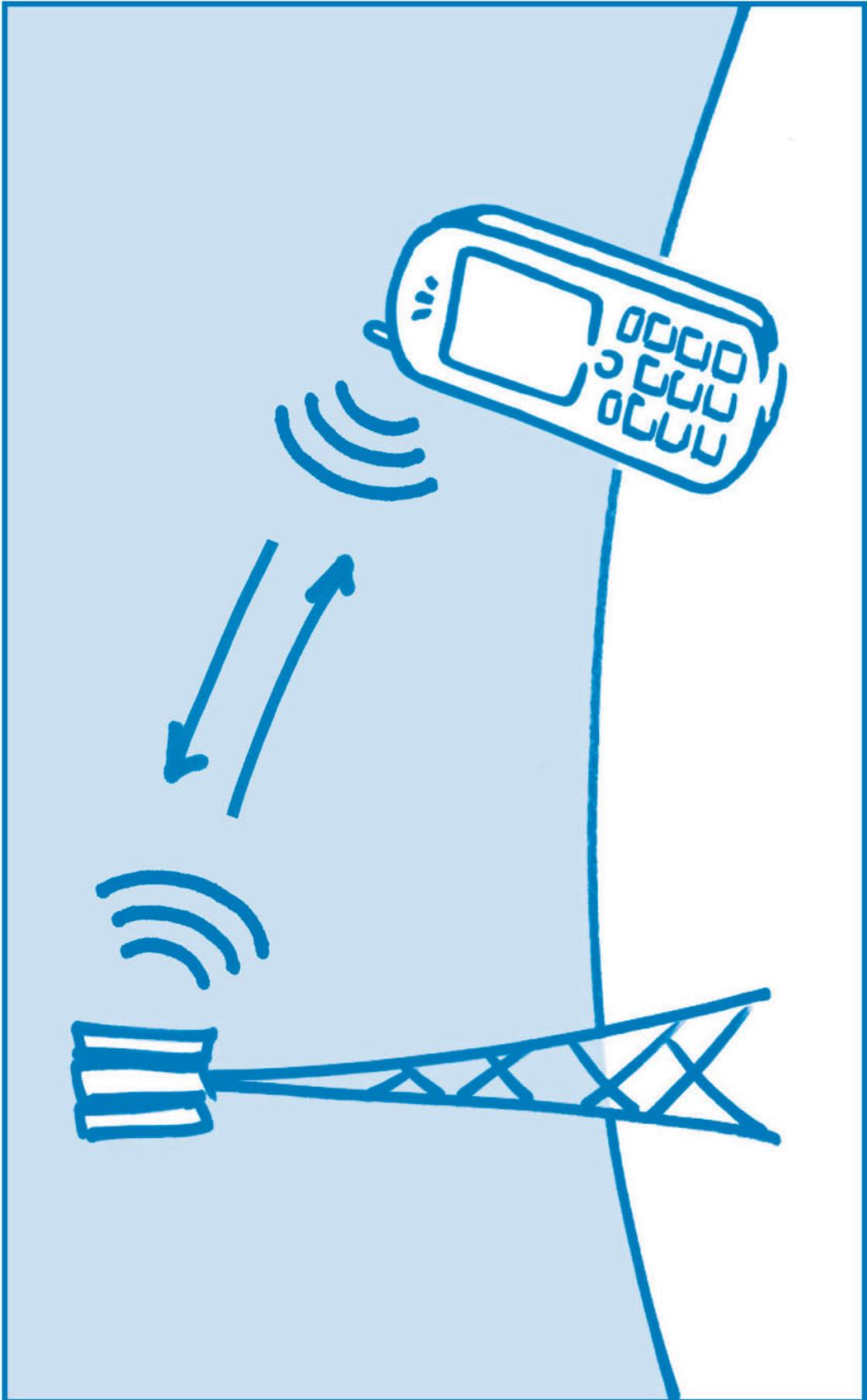
.....

Wechselt man während eines Telefonats von einer Funkzelle in eine andere, so gibt die Vermittlungszentrale das Gespräch unbemerkt von einer Mobilfunkstation zur nächsten weiter. Diesen Vorgang nennt man **Handover**.



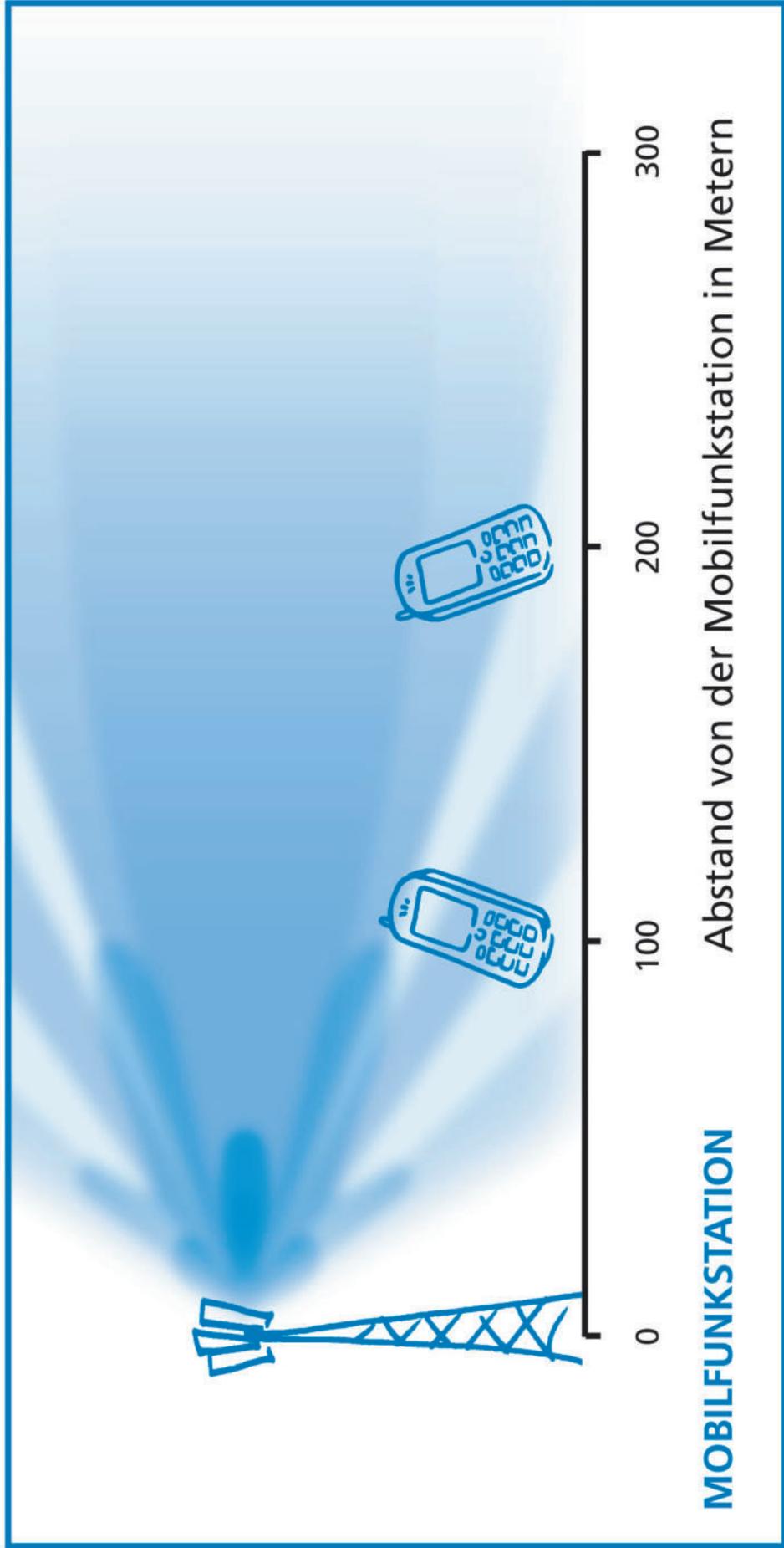


Mobilfunk ist Kommunikation



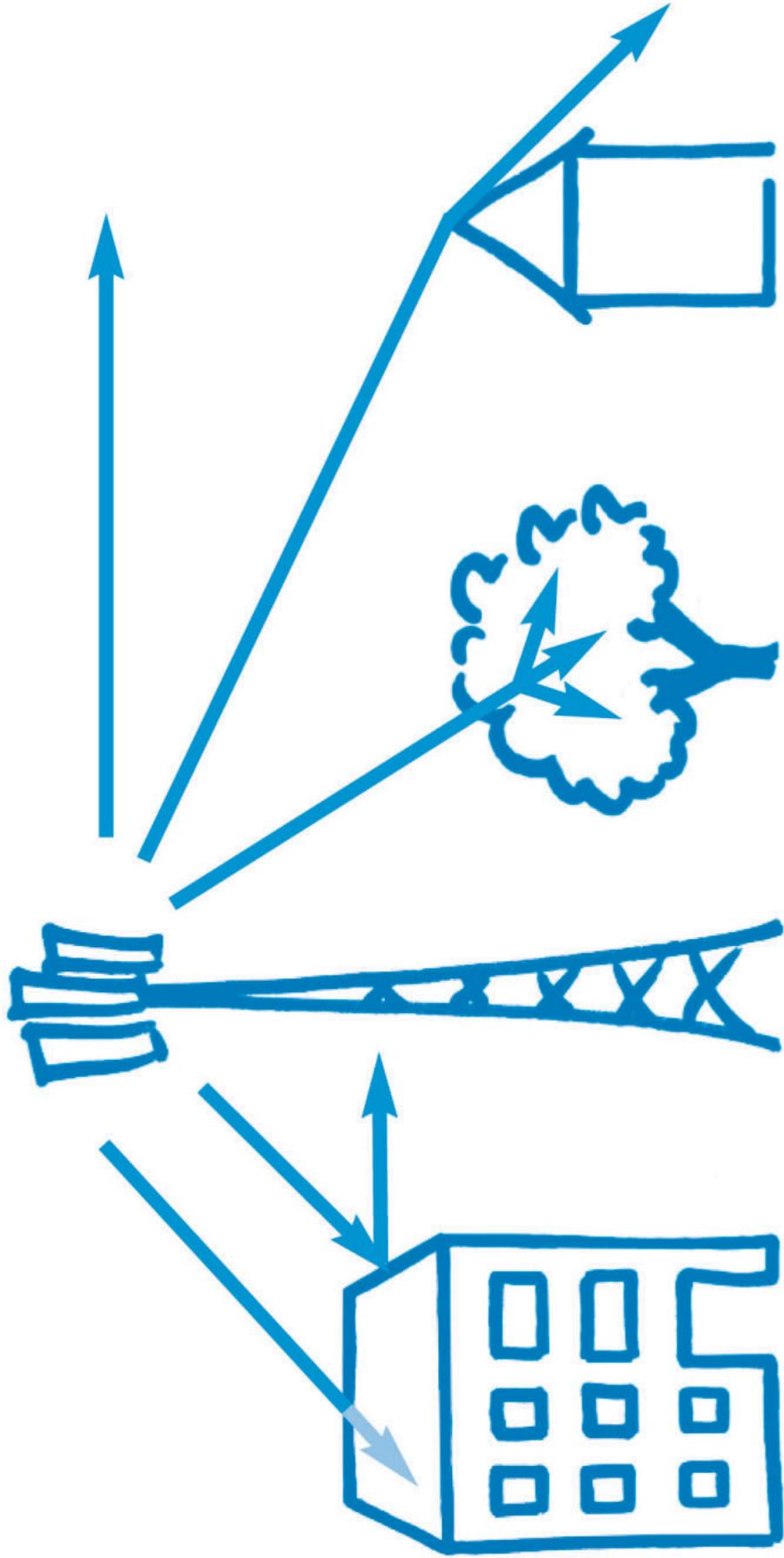


Ausbreitungsverhalten von Mobilfunkfeldern





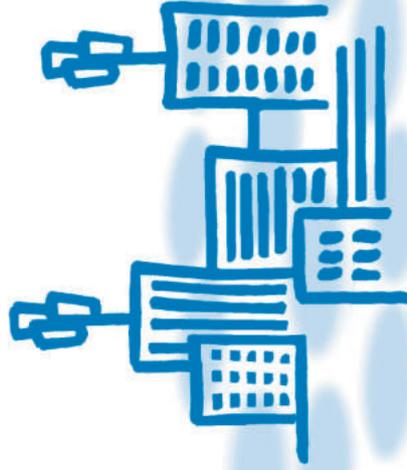
Ausbreitungsverhalten von Funkwellen



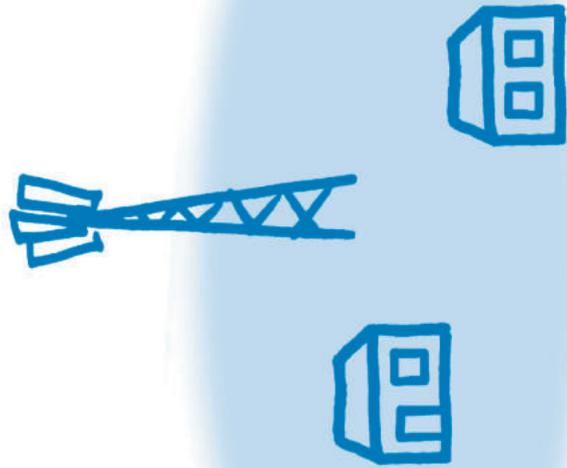


Die Größe von Funkzellen

**Kleine Zellen für
städtisches Gebiet**

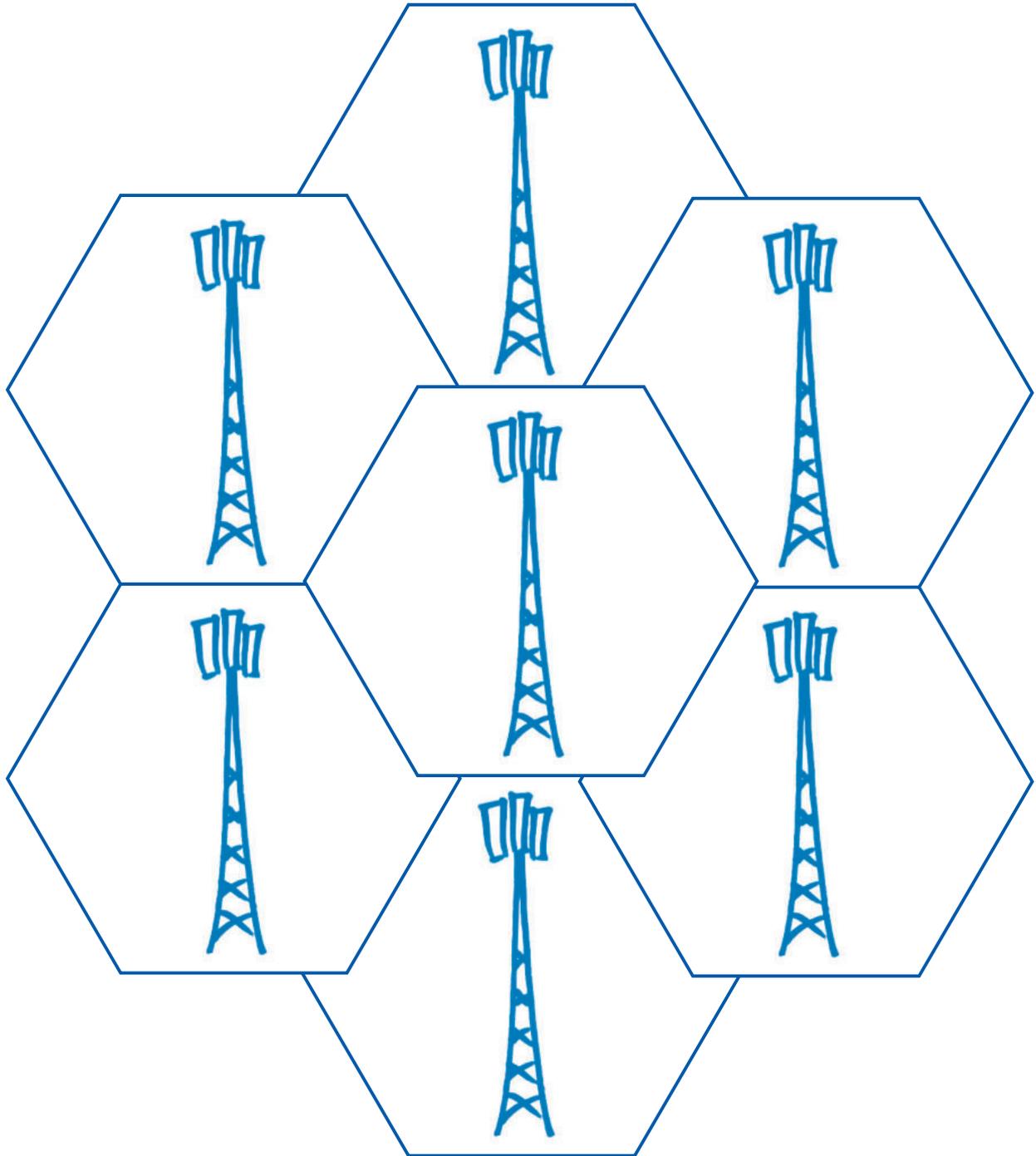


**Große
für dünn
besiedeltes Gebiet**



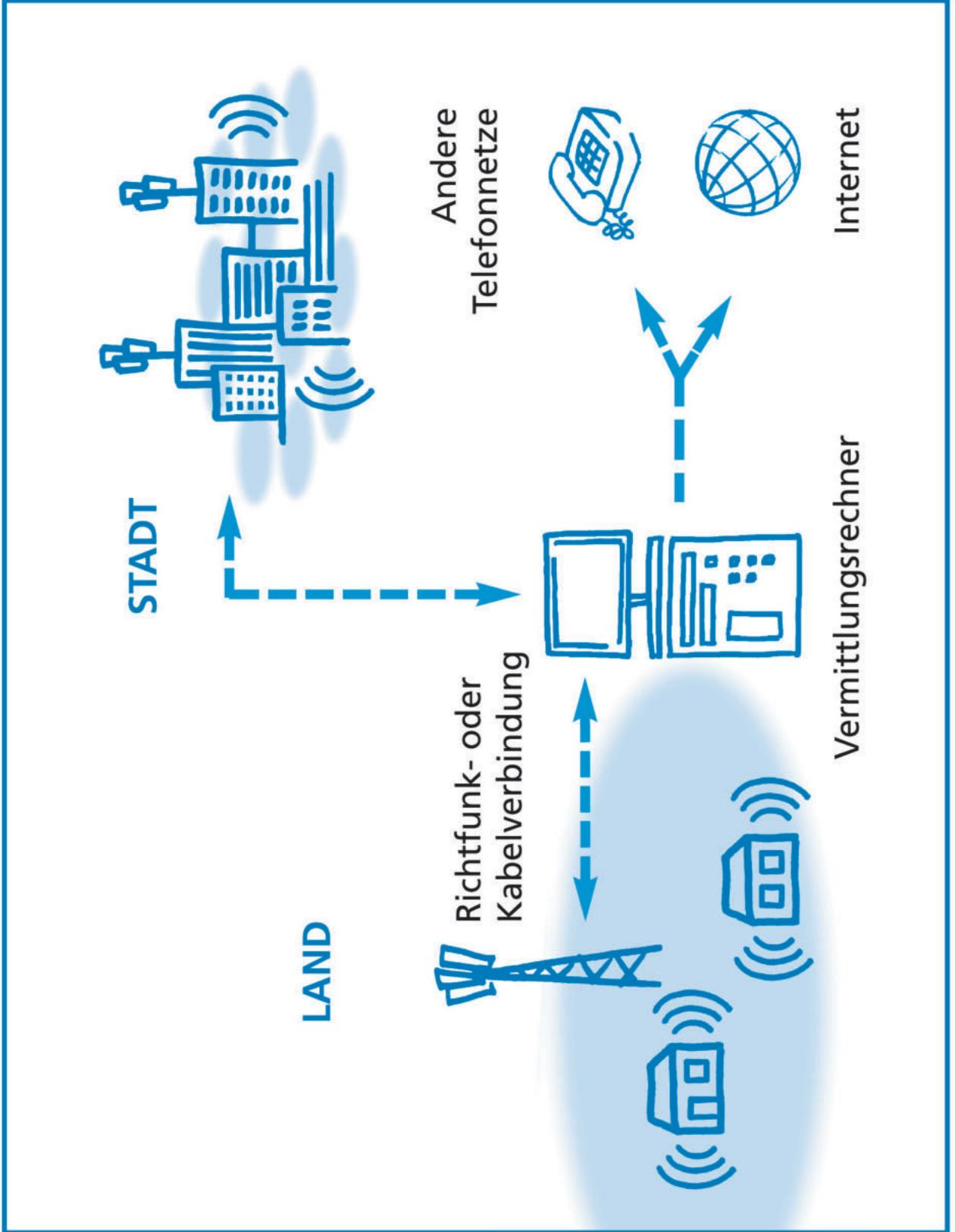


Ein Mobilfunknetz



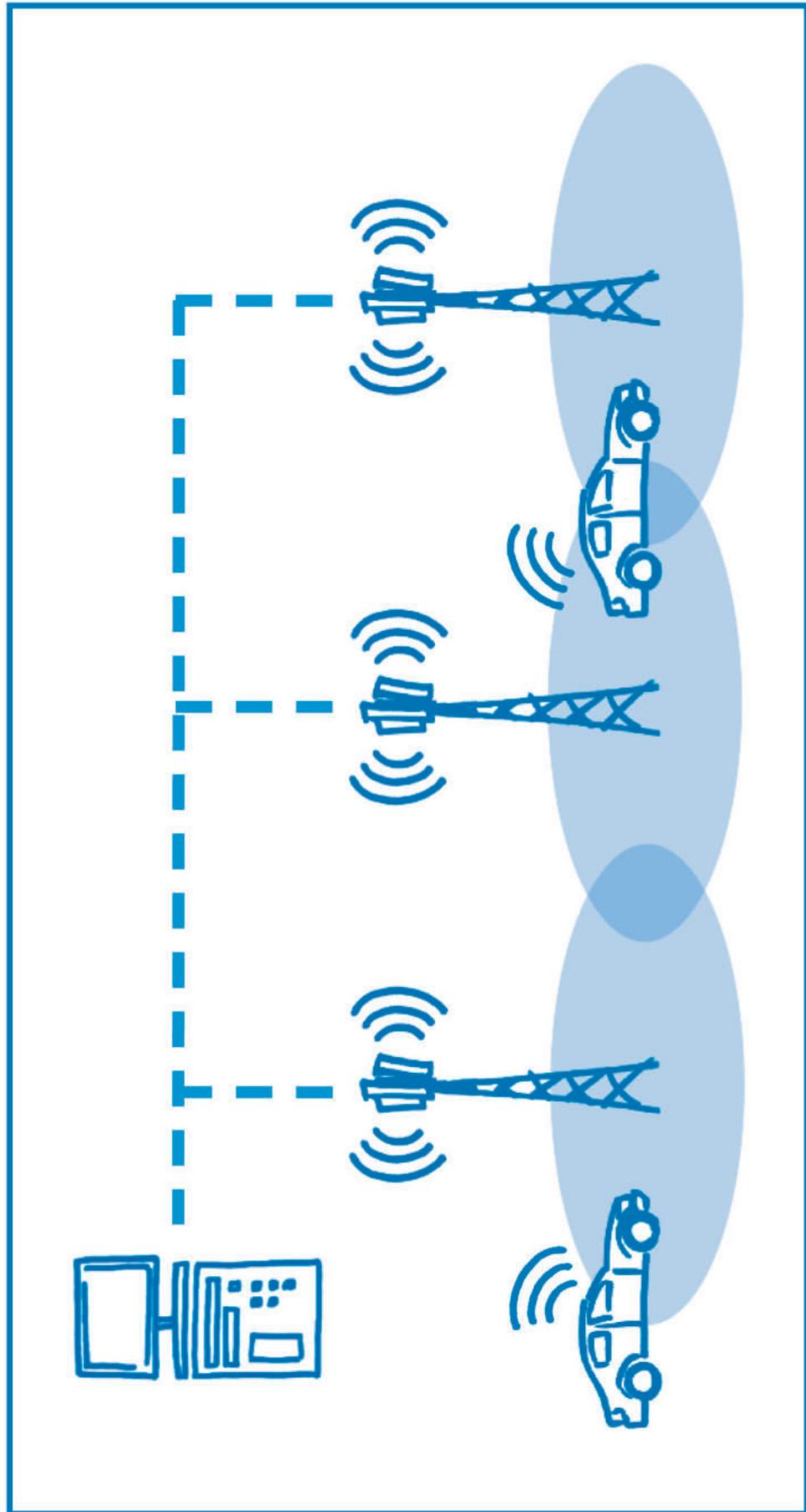


Übertragungswege mobiler Kommunikation





Was ist ein Handover?





Strahlend und gesund?

| | | | |
|---------------------|------------|-------------------|----------------------|
| elektromagnetischen | Felder | ICNIRP | Mobilfunkanlagen |
| nicht-thermischen | niedriger | Organismus | pro kg Körpergewicht |
| Radio | SIM-Karten | Strahlungsenergie | thermischen |
| | | weniger | WHO |

Neun von zehn ÖsterreicherInnen telefonieren mobil. Die Zahl der aktivierten liegt sogar deutlich höher als die Zahl der EinwohnerInnen: Rein statistisch gesehen besitzt jede ÖsterreicherIn 1,15 Handys bzw. SIM-Karten.

Im gleichen Ausmaß wie die Verbreitung der Mobiltelefonie gestiegen ist, sind allerdings auch die Sorgen und Ängste rund um die gesundheitlichen Auswirkungen des Mobilfunks angewachsen.

Handys und Mobilfunkanlagen senden hochfrequente aus. Diese sind das Transportmittel für die Informationen, die wir bei einem Telefonat oder mit einer SMS übermitteln. Ohne sie wäre Mobiltelefonie ebenso wie auch nicht möglich. Alles was wir sagen oder schreiben wird in digitale Signale umgewandelt und mittels elektromagnetischer Wellen an die nächste Basisstation und schlussendlich an den Empfänger übermittelt.

Einen Teil dieser Wellen nimmt unser Körper auf. Die Energie der elektromagnetischen Felder bringt die Moleküle in unserem Gewebe dazu, sich schneller zu bewegen. Sie reiben sich aneinander, und es kommt zu vermehrter Wärmeentwicklung. Diese Erwärmung bezeichnet man als Effekt.

Grenzwerte stellen sicher, dass diese Erwärmung sich nicht gesundheitsschädlich auswirken kann. Der SAR-Wert (Spezifische Absorptionsrate) gibt an, wie viel von unserem Körper aufgenommen wird. Je der Wert ist, umso Energie nehmen wir auf.



Der Grenzwert für Handys liegt bei 2 Watt pro

In Europa dürfen nur Handys verkauft werden, die unter diesem Grenzwert liegen. Für dich heißt das, dass dein Kopf beim Handyfonieren um maximal 0,1 °Celsius erwärmt wird. Tatsächlich liegt dieser Wert in der Praxis allerdings üblicherweise deutlich niedriger. Denn die automatische Sendeleistungsregelung regelt dein Handy immer auf die geringst notwendige Sendeleistung zurück. Je besser das Mobilfunknetz ausgebaut ist, umso weniger Sendeleistung braucht dein Handy, und der tatsächliche SAR-Wert sinkt.

Auch für die Strahlung von gibt es einen Grenzwert, der in Watt angegeben wird. Dieser liegt so niedrig, dass dein Körper sich in der Nähe einer Mobilfunkanlage um maximal 0,02 °C erwärmen kann.

Beide Temperaturerhöhungen, sowohl die beim Telefonieren als auch jene in der Nähe einer Mobilfunkanlage können von deinem Körper problemlos ausgeglichen werden. Die Weltgesundheitsorganisation (.....) und die Internationale Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (.....) sind sich einig, dass unsere Gesundheit durch die Mobilfunkstrahlung nicht gefährdet ist.

Neben der Erwärmung des Körpers werden aber auch noch zahlreiche andere mögliche Nebenwirkungen von Strahlenbelastung diskutiert: Manche Menschen klagen über Kopfschmerzen, Nervosität, Übelkeit oder auch Schlafstörungen und führen diese Symptome auf die Belastung durch elektromagnetische Strahlung zurück. Bis heute gibt es allerdings noch keinen Beweis dafür, dass diese Effekte mit Funkwellen in Verbindung stehen bzw. dass Funkwellen sich bei den derzeit geltenden Grenzwerten negativ auf unsere Gesundheit auswirken können. Es gibt keinen Beweis dafür, dass uns die Mobilfunkstrahlung krank macht.

Trotzdem gibt es noch zahlreiche offene Fragen rund um die Wirkung von Funkwellen auf den menschlichen Zahlreiche wissenschaftliche Forschungsreihen stellen sicher, dass auch diesen auf den Grund gegangen wird.