



LAND

OBERÖSTERREICH

# Mobilfunk VORSORGE



Umweltschutz

# Inhalt

- 03 Vorwort
- 04 Zur Geschichte der Forschung
- 05 Wirkung auf den Menschen
- 08 Entwicklung der Technologie
- 10 Mobilfunkbasisstationen  
GSM/UMTS/LTE
- 14 Mobiltelefon, mobiles Internet
- 18 Schnurlos-Telefonie
- 20 Wireless-LAN (W-LAN, WiFi)
- 22 Persönliche Lokale Netzwerke:  
Bluetooth

## Impressum

### Medieninhaber

Land Oberösterreich

### Herausgeber

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Umweltschutz - Strahlenschutz

Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz

Tel.: +43(0)732/7720-14543

Fax: +43(0)732/7720-214549

E-Mail: [us3.post@ooe.gv.at](mailto:us3.post@ooe.gv.at)

[www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at)

### Redaktion

Abteilung Umweltschutz - Strahlenschutz

Dr. Sigrid Sperker

Ing. Thomas Schlögelhofer

### Wissenschaftliche Begleitung

Zentrum für Public Health der Medizinischen

Universität Wien

Institut für Umwelthygiene

Prof. Dr. Michael Kundi

### Fotos

Fotolia.com: scarlet61, Monkey Business,

Ezio Gutzemberg, vgstudio, Lucian H Milasan,

Amir Kaljickovic, Sebastian Kaulitzki,

Ihar Ulashchyk, ponsulak,

Gunnar Assmy, 9nong, fotolixrender, pixel,

ra2studio, lev dolgachov, WavebreakmediaMicro

### Layout

Julia Tauber

### Druck

BTS Druckkompetenz GmbH

August 2014

DVR.-Nr. 0069264

# Vorwort



Obwohl die Zahl der angemeldeten Handys bereits vor rund zehn Jahren die Einwohnerzahl überschritten hat, ist die Mobilfunkbranche noch immer ein Wachstumsmarkt. Neue Endgeräte (Tablets, Smartphones, ...) mit neuen Anwendungsmöglichkeiten sind für diesen Trend und für das enorm steigende Datenaufkommen verantwortlich. Die Einführung der neuen Mobilfunktechnologie LTE ist die logische Antwort auf diese Entwicklung, schafft aber wiederum die Basis für noch größeren Datentransfer und neue Anwendungen. Bedeutet dieses Mehr an Sendeanlagen, Endgeräten und elektromagnetischen Feldern nicht auch gleichzeitig ein höheres Risiko für unsere Gesundheit? Die Einführung der neuen Mobilfunktechnologie LTE800 in Österreich nehmen wir zum Anlass, den aktuellen Stand der Wissenschaft abzufragen.

Gerade in den letzten Jahren wurde die Datenlage zu den Auswirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen deutlich verbessert.

Es stehen mehr wissenschaftliche Ergebnisse zur Verfügung als 2006, beim Erscheinen unserer letzten Broschüre "Mobilfunk und Gesundheit". Die Ergebnisse lassen aber auch heute keine eindeutigen Schlüsse zu, weshalb Vorsorge ohne genaue Kenntnis des Risikos ein wichtiges Thema bleibt.

Wir möchten mit dieser vorliegenden Broschüre versuchen, die Gratwanderung zu schaffen zwischen nüchterner Betrachtung des Themas und kritischem Hinterfragen der Technologie. Informationen sollen unaufgeregt und sachlich vermittelt werden und zu einem vorsorglich umsichtigen Umgang mit dieser Technologie anregen.

Dr. Josef Pühringer  
Landeshauptmann

Rudi Anschöber  
Landesrat



Bereits kurz nachdem Heinrich Hertz in den Jahren 1885 bis 1889 die physikalischen Eigenschaften hochfrequenter elektromagnetischer Felder, die von James Clerk Maxwell 1871 vorhergesagt worden waren, eindrucksvoll demonstriert hatte, begann man sich für die biologischen Eigenschaften dieser Felder zu interessieren. 1893 veröffentlichte Arsene d'Arsonval einen Artikel zu den Wirkungen hochfrequenter Felder auf Zellen und leitete damit die biologische und medizinische Forschung ein.

In den 1920er Jahren wurde von Schereschewsky in den USA und von Schliephake in Deutschland die Wärmewirkung dieser hochfrequenten Felder für verschiedene Anwendungen untersucht, was schließlich zur Entwicklung der Kurzwellen-Wärmebehandlung (und sehr

viel später zur Entwicklung des Mikrowellenherdes) führte. Beide Forscher waren aber der Meinung, dass es nicht nur Wirkungen gibt, die auf die Erwärmung des Gewebes zurückzuführen sind.

Die Anwendung des Radars und später die Errichtung zahlreicher Rundfunktendeleantennen haben die Frage nach den gesundheitlichen und biologischen Wirkungen erneut aufkommen lassen. Mit Einführung und großer Verbreitung von Mobilfunkantennen in jeder Nachbarschaft haben dieses Thema und auch die Immissionen beim Einzelnen eine neue Dimension erreicht.



### Die Wärmewirkung

Die Wärmewirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder ist seit langem bekannt. Der physikalische Hintergrund des Phänomens ist heute vollständig erklärt. Wenn sich ein nicht perfekt leitender Gegenstand in einem elektromagnetischen Feld befindet, dann dringt das Feld in den Gegenstand ein. Befinden sich in diesem Gegenstand z.B. Wassermoleküle, dann interagiert das Feld mit diesen Molekülen, indem es deren Bewegung (Richtung, Rotation, Geschwindigkeit) verändert. Dadurch gewinnen diese Moleküle Energie im gleichen Maße, wie das Feld Energie verliert. Es entsteht Wärme.

Der menschliche Organismus hat ein hochentwickeltes Temperaturregulationssystem, das ständig die Körper-

temperatur überwacht, weil eine zu hohe oder zu niedrige Körpertemperatur den Organismus schädigen kann. Wir verbrauchen, um unseren Organismus am Leben zu erhalten und um aktiv zu bleiben, ständig Energie, die wir in Form von Nahrung über den Verdauungstrakt aufnehmen. Die Energie, die in den Nahrungsmitteln steckt, wird in den Zellen durch Verbrennung genutzt.

Dieser Verbrennungsvorgang hat als Nebenprodukt Wärme, die wir ständig an die Umgebung abgeben. Wenn unsere Muskeln arbeiten, dann nimmt die Wärmeproduktion stark zu.

An der Dauerleistungsgrenze unserer Muskulatur nimmt die Körpertemperatur um etwa 1 °C zu. Deshalb hat man eine Temperaturerhöhung um 1 °C durch die

### Erläuterung Thermometer/Uhr:

Zur einfachen Veranschaulichung wird bei jeder beschriebenen Funkanwendung die Immissionshöhe als Thermometer und die Immissionsdauer in Form einer Uhr dargestellt. Volle Uhr bedeutet lange Exposition, hohe „Temperatur“ am Thermometer hohe Exposition.

### Beispiele:

Mobiltelefon mit hoher Exposition, aber nur verhältnismäßig kurzer Expositionszeit.



Mobilfunk-Basisstation mit deutlich geringerer, aber dauernder Exposition.



Absorption der Energie elektromagnetischer Hochfrequenzfelder als den maximal tolerierbaren Wert festgelegt.

Eine solche Temperaturerhöhung tritt bei einem ruhenden erwachsenen Menschen dann auf, wenn das Ausmaß der Energieabsorption pro Zeiteinheit etwa 4 W/kg Körpergewicht beträgt.

Diese Rate der Energieaufnahme wird spezifische Absorptionsrate (SAR) genannt. Um das Schutzziel der Vermeidung einer gesundheitsschädlichen Temperaturerhöhung zu erreichen, wurden Sicherheitsfaktoren von 1/10 für arbeitende Menschen (0,4 W/kg) und davon wiederum 1/5 für die Allgemeinbevölkerung (0,08 W/kg)

bei der Grenzwertfindung berücksichtigt. Diese Werte gelten für eine Ganzkörperexposition, also wenn sich der Organismus fern von der Antenne befindet.

Wenn nur ein Teil des Körpers exponiert ist (also z.B. nur der Kopf, wenn wir mit dem Handy telefonieren), dann erwärmt sich der gesamte Organismus weniger und daher sind höhere Werte zulässig (z.B. für den Kopf 10 W/kg für die Arbeitnehmer und 2 W/kg für die Allgemeinbevölkerung).

### Athermische und nicht-thermische Wirkungen

Über die gesundheitsschädliche Wirkung einer Körpertemperaturerhöhung durch Absorption elektromagnetischer Energie besteht Einigkeit in der Wissenschaft und es ist auch anerkannt, dass die Bevölkerung durch geeignete Begrenzungen vor diesen Wirkungen geschützt werden muss.

Die Grenzwerte der ÖVE/ÖNORM E 8850 haben genau diese Eigenschaft, weswegen eine Einhaltung dieser Grenzwerte garantiert, dass es zu keiner gesundheitsschädlichen Körpertemperaturerhöhung kommen kann.

Die Frage steht jedoch im Raum, ob damit auch ein Schutz vor allen gesundheitlich relevanten Auswirkungen hochfrequenter Felder gegeben ist. Diese Frage wird auch heute noch, nach einer fast 100 Jahre dauernden Diskussion, unterschiedlich beantwortet.

Während die Existenz von athermischen und nicht-thermischen Effekten kaum bestritten wird, gibt es keine Einigkeit darüber, ob sie gesundheitlich bedeutsam sind und wie sich auf der Basis der bestehenden Effekte Richtwerte ableiten lassen. Diese Thematik ist derzeit Gegenstand zahlreicher Studien.

#### **„Athermische und nicht-thermische Effekte“**

Als nicht-thermisch bezeichnet man Effekte, die unterhalb der Schwelle für eine relevante Temperaturerhöhung – das sind ca. 0,1 °C – auftreten. Als athermisch werden Effekte bezeichnet, die keinen Bezug zur Temperaturerhöhung haben – unabhängig davon, ob eine relevante Temperaturerhöhung auftritt oder nicht. Wegen der starken lokalen Variation der Absorption elektromagnetischer Hochfrequenzfelder im Organismus hat man vorgeschlagen, die Begriffe ‚nicht-thermisch‘ und ‚athermisch‘ durch "Niedrigdosis-effekte" zu ersetzen. Und das obwohl keine „Dosis“ im Sinne von ionisierender Strahlung zustande kommt.



# Entwicklung der Technologie

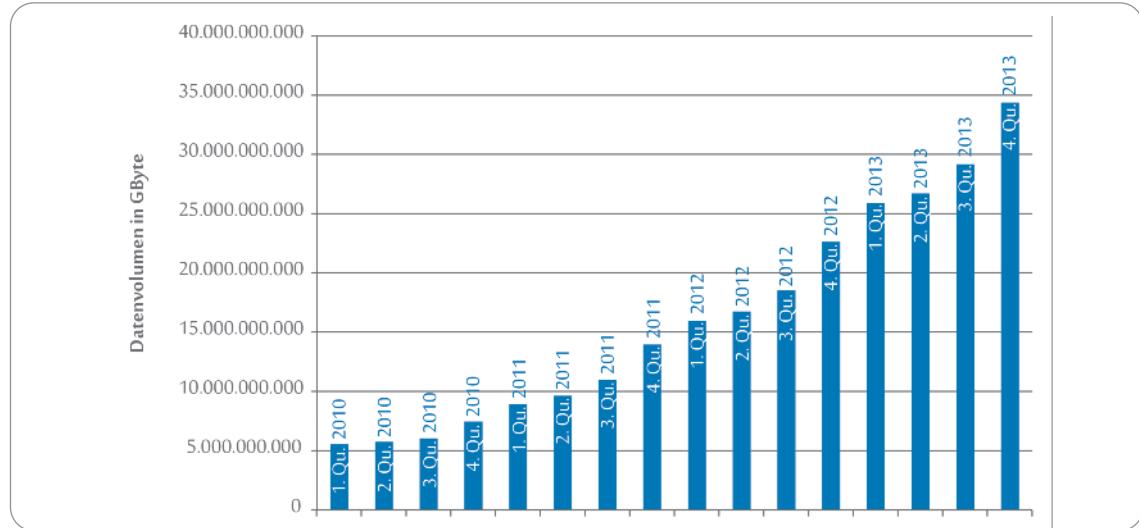
Mobile Kommunikationstechnologien beschränken sich nicht mehr nur auf die klassische mobile Telefonie. Sie bestehen in ihrem Kern immer als eine Form von Datenübermittlung (auch das Telefongespräch wird in Form von Daten gesendet), die bereits vor Jahren mobil geworden ist und nun immer schneller wird. Ständig steigende Datenmengen müssen durch die Luft zu mobilen Endgeräten, wie Mobiltelefonen, Notebooks, Tablets oder vernetzten Geräten, transportiert werden.

In Oberösterreich wurden 2013 rund 2,3 Millionen Mobilfunkanschlüsse betrieben. Diese werden von rund 3000 Mobilfunkbasisstationen an etwa 2000 Standorten mittels GSM-, UMTS- und neuerdings mit LTE-Mobilfunktechnologie bedient. Allein über das UMTS-Netz wurden 2013 in ganz Österreich mehr als

100.000.000 (einhundert Millionen) Gigabyte Daten an zehn Millionen UMTS-Endgeräte gesendet – pro Gerät also knapp ein Gigabyte im Monat. Tendenz stark steigend!

Entsprechend den steigenden Anforderungen werden ständig neue Technologien der Datenübermittlung entwickelt. Im Folgenden sollen die wichtigsten derzeit in Verwendung stehenden Kommunikationstechnologien kurz vorgestellt und die Immissionen für anwendende Personen und deren Umgebung hinsichtlich Leistung und Zeitraum der Immission anschaulich miteinander verglichen werden.

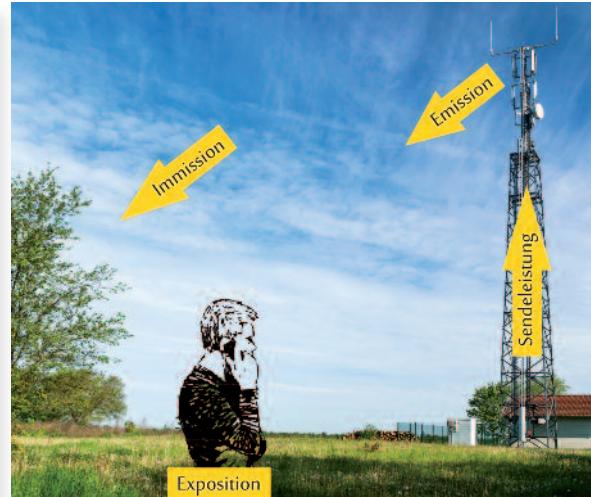
Verlauf Entwicklung Datenraten in Österreich in den letzten Jahren  
(Quelle RTR Telekom Monitor)



### Erläuterung Begriffe:

**Sendeleistung** ist die elektrische Leistung, die in eine Antenne geleitet wird. Von dieser Antenne wird in der Folge eine bestimmte Menge an elektromagnetischen Feldern abgestrahlt (**Emission**). Bei nebenan befindlichen Personen kommt ein Teil dieser elektromagnetischen Felder an und wird dort als **Immission** bezeichnet.

Diese Personen sind diesen Feldern ausgesetzt (**Exposition**).





## Mobilfunkbasisstationen GSM/UMTS/LTE



Dauernde eher geringe bis  
mittlere Immission.

Grundsätzlich gibt es seit den 1960er Jahren mobile Telefonnetze. Am Anfang der Entwicklung stand die bloße Telefonie mit den ersten, kaum bekannten Funksystemen A und B. Darauf folgten die noch als große Autotelefone bekannten C-Netz-Telefone. Analoge D-Netz-Telefone fanden bereits größere Verbreitung, aber erst mit dem digitalen GSM-System gelang der Durchbruch für die breite, umfassende und globale Nutzung.

Um eine schnelle Datenübertragung zu ermöglichen, wurde das System EDGE (Enhanced Datarates for GSM Evolution) auf das bestehende GSM-Netz aufgesetzt. Diese neue Technologie erlaubte erstmals einen für Notebooks vernünftig nutzbaren mobilen Internetzugang. Diese technologische Verbesserung konnte, ohne Sendeanlagen zu tauschen, umgesetzt werden.

Eine noch höhere Datenübertragungsgeschwindigkeit wurde erst mit der nächsten Mobilfunkgeneration UMTS (3. Generation - 3G) und der später darauf aufgesetzten High-Speed-Packet-Access-Codierung (HSPA), v.a. bekannt das HSDPA und zuletzt HSPA+, erreicht. Der große Nachteil dieser dritten Generation Mobilfunk liegt jedoch in einer geringeren Reichweite von einigen hundert Metern für schnelle Datenübertragung, was vor allem in



ländlichen Bereichen Empfangs- und Versorgungsprobleme bereitet. Viele Menschen empfanden die mit dieser Technologie verbundene Verdichtung der Sendeanlagenstandorte, die dabei näher an die Wohnsiedlungen heranrückten, als störend und beängstigend.

Zur Zeit ist das Mobilfunknetz LTE (Long Term Evolution, 4G) im Aufbau. Dieses neue Netz ermöglicht eine weitere deutliche Steigerung der Datenrate. In Österreich wird das System in den Städten mit einer Frequenz von rund 2600 MHz betrieben (LTE2600), im ländlichen Umfeld werden die aus der Digitalisierung der Fernsehsignale des ORF freigewordenen Funkfrequenzen im Bereich von 800 MHz verwendet (LTE800). Die Verwendung dieses niedrigeren Frequenzbereiches ermöglicht im ländlichen Bereich eine deutliche Verbesserung der Reich-

weite bei der Versorgung mit mobilen Internetzugängen, ohne dabei viele Standorte neu errichten zu müssen.

Die genannten Systeme unterscheiden sich zwar hinsichtlich Frequenz und Reichweite, die Immissionen sind jedoch durchaus vergleichbar. Typischerweise sind im Wohnumfeld Immissionen in der Größenordnung einiger  $\text{mW}/\text{m}^2$ , innerstädtisch in den obersten Geschoßen einige zehn  $\text{mW}/\text{m}^2$ , zu erwarten. Derzeit werden noch alle digitalen Mobilfunktechnologien nebeneinander betrieben, das heißt, dass der LTE-Ausbau zu einer Erhöhung der Immissionen führt.

Wann die langsameren Systeme außer Betrieb genommen werden, bleibt offen. Bislang wurden nur die analogen Netze außer Betrieb genommen; zuletzt wurde im Jahr 2002 das seit 1990 betriebene analoge D-Netz abgeschaltet.



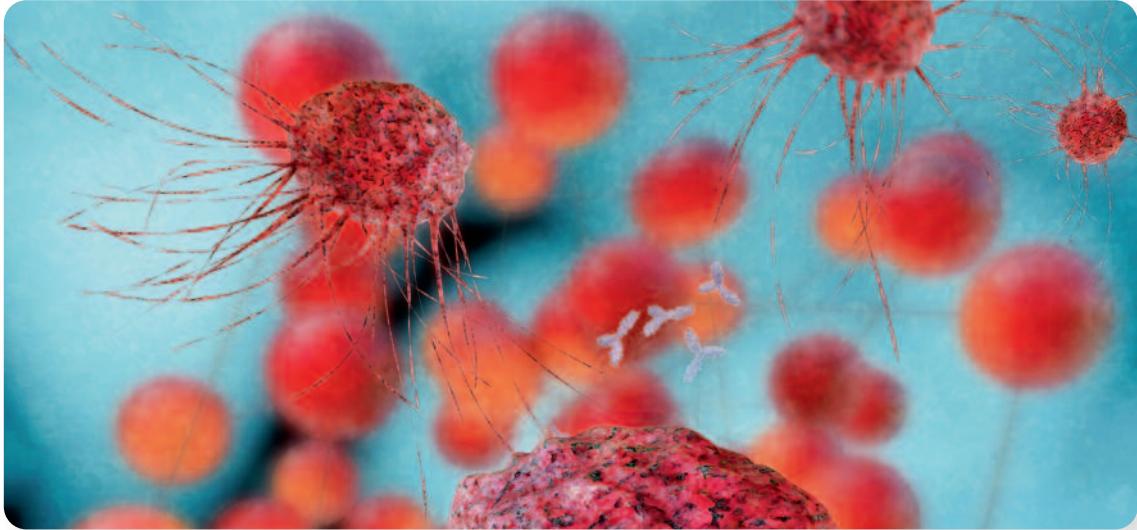
### Wirkung auf den Menschen: Mobilfunkbasisstation

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Mobilfunkbasisstationen auf das Wohlbefinden und den Schlaf stehen weltweit 20 Veröffentlichungen aus Felduntersuchungen oder Feldexperimenten zur Verfügung. Weiters gibt es sieben Veröffentlichungen, die über Untersuchungen zu akuten Wirkungen im Labor berichten. Sechs Studien wurden zur Frage der Häufigkeit von Krebserkrankungen in der Umgebung von Basisstationen durchgeführt.

Diese Untersuchungen beziehen sich auf Expositionen gegenüber GSM- oder UMTS-Basisstationen. Zu der neuen LTE-Technologie gibt es noch keine Untersuchungen über Auswirkungen auf den Menschen.

Es gibt klare Hinweise, dass alleine Befürchtungen über negative Auswirkungen der Basisstationen mit einer erhöhten Beschwerdebauigkeit zu Gesundheit und Wohlbefinden einhergehen. Daher muss dieser Umstand bei Untersuchungen zu den Wirkungen der elektromagnetischen Felder berücksichtigt werden. In 11 von 16 Untersuchungen ergaben sich negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden. Insbesondere werden Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen und Schlafprobleme und in einigen Untersuchungen Kreislaufbeschwerden angegeben.

In einigen dieser Untersuchungen wurden besondere Anstrengungen unternommen, um mögliche Verzerrungen der Ergebnisse durch Befürchtungen auszuschließen. Die Experimente im Labor sprechen aber eher gegen nachteilige kurzfristig auftretende Wirkungen.



Es ist möglich, dass bei höheren Feldstärken langfristige Auswirkungen auftreten, die im Labor nicht am Menschen untersucht werden können. Auch hat sich gezeigt, dass Menschen, die sich als elektrosensibel einschätzen, nicht stärker reagieren als andere. Diese Personen zeigen nur insgesamt, also auch ganz ohne Exposition, eine stärker negative Befindlichkeit unter der Laborsituation. Vielleicht ist das auch der Grund, warum ihre erhöhte Sensibilität nicht festgestellt werden kann.

Untersuchungen zur Häufigkeit von Krebserkrankungen in der Umgebung von Basisstationen brachten uneinheitliche Ergebnisse. Obwohl sich bekanntlich Krebserkrankungen über viele Jahre hinweg entwickeln, betrachteten alle Untersuchungen nur relativ kurze Zeiträume.

Daher können auch jene Ergebnisse, die für eine erhöhte Häufigkeit sprechen, nicht so interpretiert werden, dass die Exposition die Erkrankungen hervorgerufen hat.

Insgesamt gesehen unterstützen die bisherigen Untersuchungsergebnisse die Empfehlung einer umsichtigen Vermeidung unnötiger Expositionen. Wie der Oberste Sanitätsrat feststellt, sollen die Netzbetreiber auch angehalten werden, die Einwirkung der Felder in der Bevölkerung so niedrig wie möglich zu halten – deutlich unterhalb der Richtwerte der ÖNORM.



## Mobiltelefon, mobiles Internet

### Telefonieren



In Abhängigkeit von der Empfangsqualität sehr hohe Immission, an einer Stelle im Kopf verhältnismäßig kurze Belastungsdauer.

Zu Beginn der digitalen Übertragungssysteme wurden Mobiltelefone ausschließlich zum Telefonieren genutzt. SMS stellte die erste „Datenübertragungsart“ dar, die dann auch sehr große Beliebtheit erreichte. Mit der Möglichkeit zur Übertragung größerer Datenmengen wurden immer umfangreicher ausgerüstete "smarte" Telefone mit Internetzugang entwickelt.

Gerade in den letzten Jahren ging der Trend zu herunterladbaren Applikationen (Apps), also Programmen, die für spezifische Anwendungen zur Verfügung stehen. Viele davon benötigen einen Internetzugang für die Nutzung. Multimediale Inhalte in ständig steigender Qualität werden zunehmend mobil online genutzt und sind damit für den Großteil des Datenverkehrs verantwortlich.

Grundsätzlich ist das Telefon die Quelle, die die höchsten Immissionen beim Menschen verursacht. Der Grund dafür liegt in der räumlichen Nähe des Telefons zum Menschen: Dieses wird direkt ans Ohr gehalten. Deshalb liegen beim Telefonieren bei schlechtem Empfang die höchsten Immissionen an bestimmten Stellen im Kopf um bis zu 100.000mal über den typischen Immissionen von in der Nachbarschaft gelegenen Basisstationen.

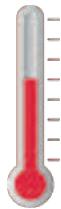
Das macht auch verständlich, warum in der Fachwelt am ehesten Probleme beim intensiven Gebrauch von Mobiltelefonen erwartet werden. Und damit erklärt sich auch, wo bei der Vorsorge angesetzt werden muss – bei der höchsten Exposition, dem mobilen Telefonieren!

Wenn nicht telefoniert wird, aber das Telefon eingeschaltet ist, nimmt das Mobiltelefon nur von Zeit zu Zeit Kontakt mit der nächsten Basisstation des Mobilfunkbetreibers auf. Bewegt man sich über größere Distanzen, passiert dies häufiger. So weiß der Mobilfunkbetreiber stets, in welche Funkzelle, in der sich das Handy gerade aufhält, ein ankommendes Gespräch vermittelt werden muss. Bei Smartphones und Tablets können bestimmte Apps unter Umständen in sehr kurzen Zeitabständen Verbindungen mit der Basisstation aufbauen, z.B. um Aktualisierungsabfragen durchzuführen. In der Regel sind diese Intervalle einstellbar und sollten zur Reduktion der Immission groß gewählt werden.

1000mal) kleiner. Die Nutzungsdauer ist allerdings in der Regel länger als beim Telefonieren. Vergleichbar ist die Situation am Computer mit mobilem Internetzugang. Der Abstand zum Gerät ist zwar etwas größer, die Exposition im Wesentlichen aber ähnlich.

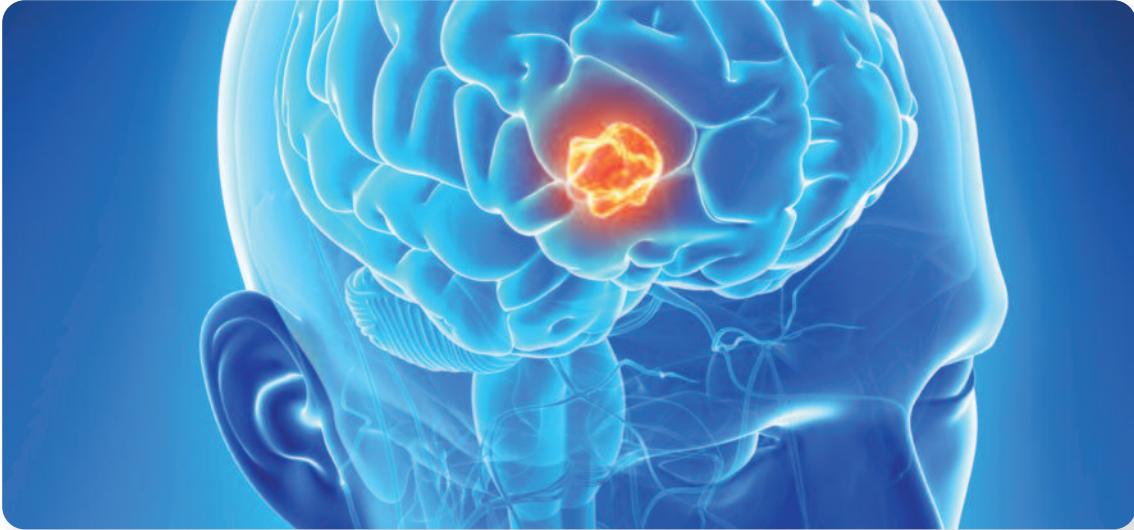
Die derzeit aktuellen Mobilfunkmodems (3G- bzw. 4G-Router) sind als eine Kombination aus Mobiltelefon und W-LAN-Router zu sehen. Da diese Geräte nicht körpernah betrieben werden, sind auch hier die Immissionen der Mobilfunkverbindung geringer. Zusätzlich sind hier die Immissionen des W-LAN am Endgerät, das sich eher körpernah befindet, zu berücksichtigen.

### Internetnutzung



Etwas größerer Abstand zum Telefon als beim Telefonieren, deshalb deutlich weniger Immission. Eher längere Nutzungsdauer als beim Telefonieren.

Bei der Internetnutzung und dem SMS-Versand ist der Abstand zum Körper deutlich größer als beim Telefonieren am Ohr, die Immissionen daher beträchtlich (durchaus



### Wirkung auf den Menschen: Mobiltelefon

Ganz anders als bei Basisstationen, bei denen die Felder auf den gesamten Körper einwirken, ist die Exposition bei Handys lokalisiert. Beim Telefonieren mit dem Handy wird im Wesentlichen der seitliche Bereich des Schädels und die Hand exponiert. Wird das Handy interaktiv, z.B. beim Senden/Empfangen von Emails, genutzt, werden (in den relativ kurzen Sendeperioden) die vordere Kopfseite und die Hand exponiert.

Wegen dieser lokalen und relativ hohen Exposition des Schädels wurden besonders Auswirkungen auf das Gehirn und Tumore im Kopfbereich untersucht. Ebenfalls Gegenstand der Forschung waren Auswirkungen auf das Gehör und Ohrgeräusche (Tinnitus).

Über den Einfluss der Felder des Mobiltelefons gibt es

auch Untersuchungen zu Gehirnströmen während des Tages und im Schlaf, zum Gehirnstoffwechsel und zur Blutversorgung und Aktivität von Hirnarealen. Diese zeigen Veränderungen, die relativ rasch auftreten und im Allgemeinen nicht auf das unmittelbar bestrahlte Hirnareal beschränkt sind. Es ist nicht geklärt, worauf diese Veränderungen beruhen. Zelluntersuchungen geben Hinweise darauf, dass bestimmte Poren in der Zellmembran und in der Membran von Zellorganellen (sogenannte Ionenkanäle) beeinflusst werden.

Insgesamt waren aber die akuten Effekte relativ klein und in einer Größenordnung, wie sie z.B. durch Einnahme eines leichten Schlafmittels auftreten können. Allerdings sollten solche Effekte gar nicht auftreten, wenn ausschließlich die Wärmewirkung des Feldes relevant wäre.



Das größte Interesse gilt aber der Frage, inwiefern das Handytelefonieren mit einem erhöhten Risiko für Tumore im Kopfbereich einhergeht. Im Mai 2011 hat die internationale Krebsagentur (IARC) der WHO Hochfrequenzfelder im Wesentlichen auf der Basis von epidemiologischen Untersuchungen zu Hirntumoren bei Handy-nutzung als möglicherweise krebserregend eingestuft. Trotz der Vielzahl an veröffentlichten Studien konnte sich die IARC dabei wegen unzulänglicher Beobachtungsdauer vieler Untersuchungen nur auf zwei Untersuchungen stützen: auf die in 13 Ländern durchgeführte Interphone-Studie und die Studie der Hardell-Gruppe aus Schweden.

Wenn man die verschiedenen Fehlerquellen berücksichtigt, dann zeigen beide Studien übereinstimmend ungefähr

eine Verdopplung des Hirntumorrisikos bei langdauernder (mindestens 10-jähriger) und intensiver Handynutzung. Diese Befunde sind insofern bedeutend, als wir eine nahezu 100%ige Verbreitung von Handys haben (der Anteil SIM-Karten in der Bevölkerung liegt sogar deutlich über 100 %) und daher praktisch alle betroffen sind.

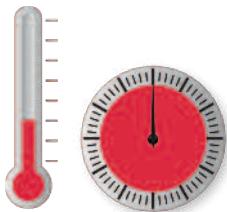
**TIPP:** Die vorliegenden Befunde sollten Anlass zu einem vernünftigen Gebrauch des Handys geben. Dazu gibt es gute Empfehlungen, z.B. des Obersten Sanitätsrats (das Beratungsgremium des Bundesministers für Gesundheit), siehe letzte Seite dieser Broschüre.



## Schnurlos-Telefonie

Schnurlostelefone bestehen aus Basisstation und Mobilteil. Bei uns zugelassene Schnurlostelefone funktionieren nach dem DECT-Standard. Dieser nutzt eine Frequenz von 1880 bis 1900 MHz und weist eine maximale Ausgangsleistung von 0,25 W von der Antenne auf (Spitzenwert während des Pulses). Basisstation und Mobilteil sind aus immissionsschutztechnischer Sicht getrennt zu betrachten:

### DECT-Basisstation



Dauernde in Abhängigkeit vom Abstand eher geringe Immission.

Die Basisstation, das ist jener Teil der Anlage, der an der Telefonleitung direkt angeschlossen ist, sendet 24 Stunden am Tag. Neuere Systeme stoppen teilweise den Sendebetrieb bis ein Anruf eingeht (Full Eco Mode oder Eco Mode Plus).

### DECT-Mobilteil



Hohe Immission an einer Stelle im Kopf.  
Kurze Belastungsdauer.

Der Mobilteil des DECT-Telefons sendet nur beim Telefonieren. Der Sender wird dabei direkt am Kopf positioniert.

### Ergebnisse von Messungen

Messungen liefern abhängig vom Messverfahren verschiedene Ergebnisse. Gerade bei gepulsten Signalen, wie sie bei DECT-Telefonen auftreten, wird der Unterschied deutlich: Misst man die Pulsspitzen sind die Messergebnisse deutlich höher als bei einer Messung mit Mittelungsverfahren. Für beide Messverfahren gibt es zugehörige Grenzwerte, mit denen der gefundene Messwert verglichen werden muss.

Bei den sehr breitbandigen UMTS- oder LTE-Signalen ist eine einfache Messung des Signals allein nicht aussagekräftig. Hier müssen bestimmte Teile des Signals zur Messung herangezogen und weitere Berechnungen durchgeführt werden, um mit den festgelegten Grenzwerten verglichen werden zu können.

Maximale SAR-Werte sind meist etwas geringer als bei GSM-Handys, dafür kennen DECT-Telefone im Wesentlichen keine Leistungsregelung. Insgesamt ergeben sich damit Immissionen ähnlich wie beim Mobiltelefon.

### Wirkung auf den Menschen: Schnurlos-Telefonie

Was für das Handy gesagt wurde, gilt im Großen und Ganzen auch für das Schnurlostelefon. In den Untersuchungen zum Hirntumorrisiko der schwedischen Wissenschaftler wurden auch Schnurlostelefone berücksichtigt. Diese zeigten ein nur wenig geringeres Risiko als Handys. Das kann man damit erklären, dass Schnurlostelefone über keine Leistungsregelung verfügen und mit nur geringfügig weniger Leistung senden als ein Handy bei schlechtem Empfang. Expositionen durch

DECT-Basisstationen sind zwar deutlich geringer, allerdings kann es bei ungünstiger Situierung der Basisstation zu nennenswerten Dauerexpositionen kommen. Deshalb sollte man darauf achten, dass sich die Basisstation möglichst weit entfernt von Plätzen in der Wohnung, an denen sich ständig Menschen aufhalten, aufgestellt wird (also z.B. im Vorzimmer).

**TIPP:** Achten Sie bei Neukauf eines DECT-Telefons auf die Begriffe „Full Eco Mode“ bzw. „Eco Mode Plus“. Bei diesen Geräten wird die Funkverbindung von der Basisstation nur bei Anruf aufgebaut und in der Nähe der Basisstation reduziert das Mobilteil seine Sendeleistung beim Telefonieren. Beachten Sie die Bedienungsanleitung Ihres DECT-Telefons, um die Optionen auch nutzen zu können.



## Wireless-LAN (W-LAN, WiFi)

### W-LAN Basisstation

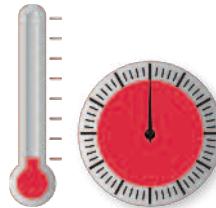


Dauernde in Abhängigkeit vom Abstand eher geringe Immission.

W-LAN mit seiner begrenzten Reichweite stellt eigentlich kein echtes mobiles Netz dar, wie der Begriff das bereits selbst erklärt: "Wireless Local Area Network" also "Kabelloses Lokales Netzwerk". Diese Netzwerke werden üblicherweise im Frequenzbereich von 2,4 GHz bis 2,48 GHz betrieben. Zumeist sind es kabellose Internetanbindungen, die z.B. nur zu Hause Anwendung

finden, also von der Telefonleitung bis zum Notebook ohne Kabel. Der W-LAN Standard für 2,4 GHz charakterisiert, dass die maximal abgestrahlte Sendeleistung auf 0,1 W begrenzt ist. Es gibt auch abgewandelte Formen im Frequenzbereich von 5 GHz; diese erlauben sogar etwas höhere Sendeleistungen.

### Spezialfall W-LAN Internetzugang durch lokalen Betreiber



Sehr geringe dauernde Immission.

Zur Versorgung vor allem in ländlichen Siedlungsbereichen wurden von privaten Firmen W-LAN-Sendeanlagen errichtet, die eine Versorgung ca. 2 km im Umkreis um die Sendeanlage ermöglichen. Für den Empfang ist am eigenen Gebäude eine Antenne zu montieren, von der dann mittels Kabel im Haus eine Breitband-Internetverbindung hergestellt werden kann.

Die typische Immission im Umkreis solcher Antennen liegt bei ca. 0,001 mW/m<sup>2</sup>.

#### W-LAN am Computer oder mobilen Gerät



Der Zugang zum Internet oder einem lokalen Netzwerk kann über PCs, mobile Computer oder auch über Mobiltelefone mit W-LAN-Funktion erfolgen. Die Immissionen derartiger Geräte sind im Vergleich zu Mobiltelefonen deutlich geringer, weil sie etwas weiter weg vom Körper betrieben werden. In Laptopklassen, wo die Notebooks auf den Tischen direkt hinter den davor Sitzenden betrieben werden, konnten an diesen Sitzplätzen bis zu 100 mW/m<sup>2</sup> festgestellt werden.

#### Wirkung auf den Menschen: Wireless-LAN

Zu W-LAN gibt es bisher nur eine einzige Untersuchungsreihe einer italienischen Forschergruppe, die keine bedeutsamen Auswirkungen feststellen konnte.

#### Empfehlung

Im Allgemeinen ist die Exposition sehr gering, weil die Geräte mit 100 mW Leistung begrenzt sind. Man sollte aber dennoch darauf achten, dass der Abstand zwischen dem Access-Point und Plätzen, wo sich Menschen längere Zeit aufhalten, möglichst groß ist. Manche Geräte besitzen eine Reichweitenbegrenzung. Stellen Sie diese so ein, dass die Leistung minimiert wird (Sie brauchen ja nicht unbedingt auch Ihren Nachbarn zu versorgen).

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Endgeräte, also z.B. der Computer, ebenfalls mit einer W-LAN-Antenne ausgestattet sind. Daher sollte man diese Antennen abschalten, wenn man die Funktion nicht benötigt und darauf achten, sich selbst oder andere Personen nicht unnötig gegenüber den Emissionen dieser eingebauten Antennen zu exponieren. Meistens ist bei Laptops die Antenne an der Hinterseite oder am Rand des Bildschirms angebracht. In den technischen Unterlagen (meistens nur im Internet abrufbar) findet man Informationen darüber, wo sich bei dem Gerät die Antenne befindet. So kann man eine geeignete Aufstellung wählen, die einen möglichst großen Abstand gewährleistet. Das Deutsche Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt dort, wo eine Kabelverbindung vorhanden ist, diese auch zu nutzen.



## Persönliche lokale Netzwerke: Bluetooth



Headsets verursachen  
mittlere zeitlich begrenzte  
Immissionen.

Bluetooth ist eine Technologie, die zur Datenübertragung über sehr kurze Strecken entwickelt wurde. Haupt-sächlicher Einsatz sind Freisprecheinrichtungen, Funk-tastatur oder -maus, also nur im direkten Umfeld des Nutzers im persönlichen, lokalen Netzwerk.

Dieser Standard verwendet den Frequenzbereich 2,4 bis 2,48 GHz, also den W-LAN-Frequenzbereich, ist aber anders codiert.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Leistungsklassen von 1 mW bis 100 mW Sendeleistung und damit entsprechend verschiedene Reichweiten bis rund 100 m. Bei Freisprecheinrichtungen und Headsets ist üblicherweise die Klasse 3 mit 1 mW Sendeleistung im Einsatz. Erkennbar ist das an der Reichweite, die manchmal auch in größeren Räumen nicht ausreicht, um die Verbindung aufrecht zu erhalten.

Diese Freisprecheinrichtungen können helfen, die Immissionen beim Telefonieren deutlich zu reduzieren. Aufgrund der geringen Leistungen dieser Geräte sind Immissionen von etwa 1 mW/kg SAR zu erwarten. Geräte der Leistungsklasse 1 können aber Immissionen verursachen, die durchaus mit Mobiltelefonen vergleichbar sind, wenn sie am Körper getragen werden.



### Wirkung auf den Menschen: Lokale Netzwerke

Bluetooth-Geräte werden in der Telemedizin, im Assisted Living von älteren Personen und Menschen mit besonderen Bedürfnissen und in medizinischen Informationssystemen eingesetzt.

Gesundheitlich nachteilige Auswirkungen sind nicht bekannt, wurden aber auch nicht speziell untersucht. Im Allgemeinen bieten diese Netzwerke, wenn sie aus Geräten der Klasse 3 aufgebaut sind, keinen Anlass zu Besorgnis, wenn man die auftretenden Expositionen mit denen anderer Technologien vergleicht.

Bei Geräten der Klasse 1 gelten ähnliche Empfehlungen wie für W-LAN.



# Tipps für mobile Kommunikation: Vorsorgen!

## Auszug aus:

Gesichtspunkte zur aktuellen gesundheitlichen Bewertung des Mobilfunks, Empfehlung des Obersten Sanitätsrates Ausgabe 12/10

Die Bewertung der biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen der Mobiltelefonie ist noch nicht abgeschlossen. Der Vorsorgegedanke lässt es deshalb ratsam erscheinen, relativ einfache Vorsorgemaßnahmen zu beachten, welche insgesamt zu einem vernünftigen Umgang mit Handys und zur Vermeidung von unnötigen Expositionen führen sollen:

1. Wenn möglich, nicht bei schlechtem Empfang telefonieren.
2. Fassen Sie sich kurz.
3. In Situationen, wo Sie zwischen Handy und Festnetz wählen können, nutzen Sie das Festnetz.
4. Telefonieren Sie möglichst wenig im Auto.
5. Bei GSM Handys warten Sie ein wenig beim Verbindungsaufbau, bevor Sie das Handy an den Kopf führen.
6. Benutzen Sie Headsets oder Freisprechanlagen.
7. Achten Sie beim Kauf eines Handys auf niedrige SAR-Werte.
8. Tragen Sie das Handy nicht unmittelbar am Körper.
9. Schicken Sie ein SMS statt zu telefonieren.