

# Rezept für einen strahlungsarmen Mobilfunk

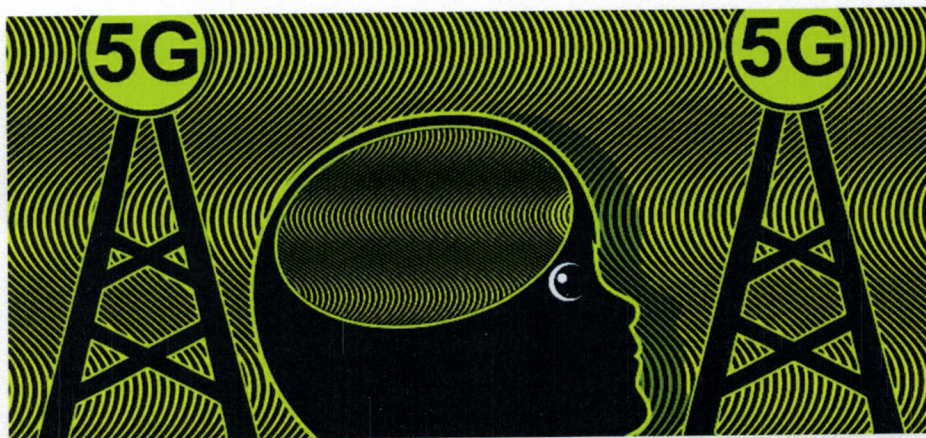
Markus N. Durrer, Experte IBH, Chur

Eine Trennung der Innen- und Aussenraumversorgung mit Breitband-Internet macht höhere Grenzwerte für Mobilfunk unnötig – sie könnten gar gesenkt werden. Die Innenräume müssen strahlungsarm werden.

Seit der Einführung der digitalen Mobilfunktechnologie weisen die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) – oft gemeinsam mit der Schweizerischen Ärztegesellschaft FMH – auf die gesundheitlichen Gefahren des Mobilfunks hin und fordern dringend tiefere Grenzwerte.

## Keulenschwingende Antennen

Für das hochflexible New Radio (NR), wie die Luftübertragung für 5G heisst, werden bereits heute höhere Frequenzen benutzt, als dies bisher für Mobilfunk der Fall war. Mittelfristig werden mit den Millimeterwellen nochmals wesentlich höhere Frequenzen



Antennen für 5G sind dynamisch. Ihre Effekte auf den Menschen sind unerforscht.

## 5G – «Pflichtenheft» für neue Generation

Die Realisierung der fünften Mobilfunkgeneration verlangt nebst breiteren Funkbändern, die in den bisherigen Mobilfunkbändern (0.8 – 2.6 GHz) keinen Platz finden, auch neue Technologien: New Radio (NR) zur Steuerung und Modulation der Datenübertragung durch die Luft und adaptive Antennen (mMIMO) zur effizienteren Nutzung von Frequenzen und Erhöhung der Reichweite bei höheren Frequenzen.<sup>1</sup> Anwendungsspezifisch kann die Übertragung mit NR in drei Richtungen optimiert werden, wobei die Maximierung in ein Richtung auf Kosten der anderen geht:

- Extrem hohe Datenrate bis 20 Gigabits pro Sekunde (Gbps). Heute werden knapp 2 Gbps erreicht. Eine deutlich höhere Performance ist erst künftig mit noch grösseren Bandbreiten im

Millimeterwellen-Bereich möglich.

- Hohe Verbindungsdichte: Pro km<sup>2</sup> sollen bis zu 1 Million Geräte energieeffizient (lange Batterielaufzeiten bei Endgeräten) vernetzt werden.
- Hohe Verfügbarkeit und kurze Latenzzeit: Die Übertragungsdauer Gerät-Basisstation-Gerät soll höchstens eine Millisekunde betragen.

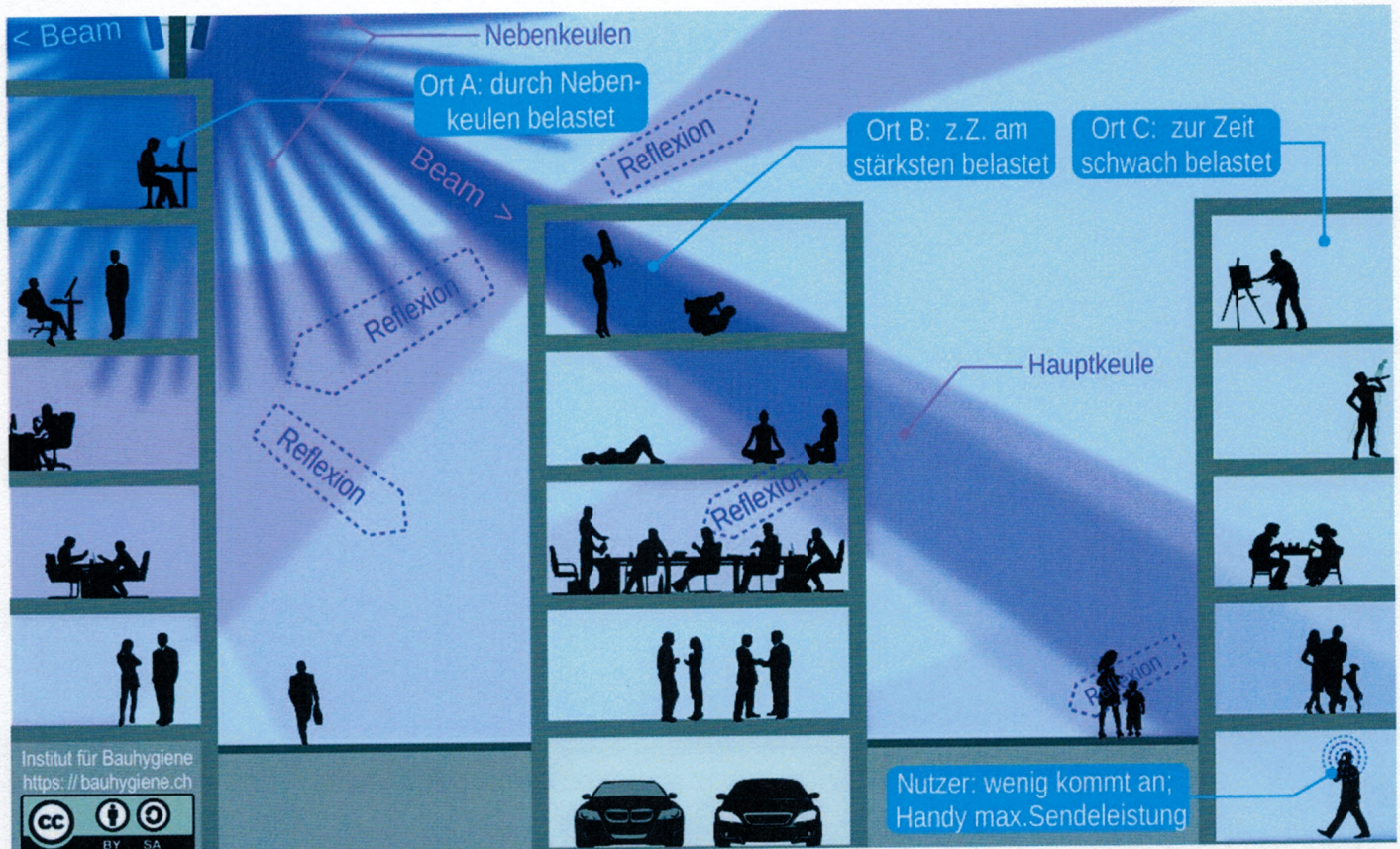
NR unterstützt die Frequenzbänder 0.7 – 1 GHz (Low-Bands), 1.4 – 6 GHz (Mid-Bands) und die als Millimeterwellen bezeichneten Bänder über 24 GHz (High-Bands). Dabei bedeuten tiefere Frequenzen und schmalbandige Signale eine grössere Reichweite (interessant für abgelegene Gebiete mit einer geringen Senderdichte); höhere Frequenzen und breitbandigere Signale bieten eine grössere Performance.

dazukommen<sup>2</sup>, um den riesigen Hunger an Bandbreite von 5G zu befriedigen.

Eine grössere Signalbandbreite bedeutet bereits einen grösseren Leistungsbedarf. Hinzu kommt, dass bei höheren Frequenzen die Absorption der Strahlung durch die Luft mit zunehmender Distanz grösser wird (besonders bei Niederschlägen und Nebel) und die Durchdringung von Festkörpern wie Wänden und Decken schlechter. Damit beim Empfänger ohne Verkürzung der Distanz trotzdem ein ausreichend starkes Funksignal ankommt, muss der Sender entsprechend mehr Leistung abstrahlen oder die abgestrahlte Leistung durch noch mehr Bündelung verstärken. Letzteres wird bei 5G mit den adaptiven mMIMO<sup>3</sup>-Antennen erreicht (vgl. Grafik).

Die ausgesendeten Funkwellen werden wie bei einem Scheinwerfer fokussiert und hoch dynamisch als «Beams» (Hauptkeulen) in die gewünschte Richtung gelenkt. Durch den spitzen Abstrahlwinkel wird zeitgleich





Beam (Strahlenkeule) einer mMIMO-Antenne. Es sind pro Antenne zeitgleich bis zu 8 Beams möglich, die inert Millisekunden laufend ihre Richtung ändern. Auf dem Weg zum Ziel wird der Beam z. T. absorbiert, er durchdringt z. T. Bauteile und wird z. T. an diesen reflektiert/gestreut. Dabei werden Orte unterschiedlich belastet, direkt und indirekt (Reflexion). In der Praxis ist die Strahlungsausbreitung viel komplexer und die Exposition viel heterogener, als in dieser vereinfachten Grafik darstellbar. Nicht zuletzt deshalb sind Messungen und Simulationen mit grossen Unsicherheiten behaftet.

pro Beam ein kleinerer Bereich bestrahlt als mit den bisherigen Technologien. Dies mag heute gemittelt zu einer kleineren thermischen Belastung von unbeteiligten Personen führen. Wenn dereinst bis zu einer Million Endgeräte pro Quadratkilometer, respektive 10 000 Geräte pro Mobilfunkzelle vernetzt werden sollen, werden die bis zu 8 Beams einer Antenne innerhalb der Funkzelle permanent ihre Richtung wechseln, und dabei Unbeteiligte in der ganzen Zelle treffen. Die Belastung bekommt durch das ständige Kommen und Gehen der starken Keulen auch eine ganz neue Qualität, deren nicht-thermischer Einfluss auf die Gesundheit nicht erforscht ist.

### «Mobilfunk first»?

Die Betreiber wollen trotz neuer Mobilfunkgeneration an ihrem bisherigen Versorgungskonzept festhalten. Heute versorgt eine grosse Basisstation im urbanen Raum eine Funkzelle von 100–200 Meter Radius und von bis zu einigen Kilometern im ländlichen Gebiet. Dabei werden 80%

des mobil übertragenen Datenvolumens in Gebäuden empfangen und dienten 2018 zu 60% der Videoübertragung (TV, Filme, Spiele, Bildtelefonie, Überwachung), Tendenz steigend (Prognose für 2024: 74%).

5G bietet als Turboantrieb fürs Internet nicht nur schnelle Downloads für Handys und andere mobile Geräte. Er konkurrenziert mit tiefen Preisen auch das Internet übers Festnetz und puscht vor allem das Internet der Dinge (von autonomen Maschinen und Fahrzeugen über Kameras, smarte Haustechnik, Haushaltgräten, Fitness-Tracker bis zur smarten Bekleidung).

Um an ihrer veralteten Netzstruktur festhalten und parallel zur neuen Technologie die 2. bis 4. Mobilfunkgeneration beibehalten zu können, fordern die Antennenbetreiber das Recht auf mehr Sendeleistung und damit eine signifikante Verschlechterung des heutigen Gesundheitsschutzes. Um den Betreibern entgegen zu kommen, könnte der Bund die Grenzwerte auch versteckt erhöhen, indem Berechnungs- und Messverfahren geändert werden.

Zum Erreichen der Ziele von 5G werden zusätzliche Anlagen, die Millimeterwellen nutzen, unverzichtbar sein. Diese können die Gebäudehüllen kaum mehr durchdringen und Distanzen über 200 m oder Orte im Funkschatten nur mit sehr hoher Sendeleistung erreichen. Sollen also für eine blosse Übergangslösung die Grenzwerte gelockert werden, nur damit die Unternehmen möglichst schnell und mit kleinen Investitionen ein flächendeckendes 5G-Netz aufbauen können?

### Es geht auch anders

Heute erfolgt auch die Versorgung des Innenraumes von Gebäuden oder Fahrzeugen von aussen durch die Luft. Müsste das Netz der Mobilfunkbetreiber mit ihren Basisstationen nur noch den Aussenbereich

<sup>1</sup> In der Schweiz wird zurzeit mMIMO für Frequenzen von 3.5 – 3.8 GHz und 100 MHz Bandbreite installiert

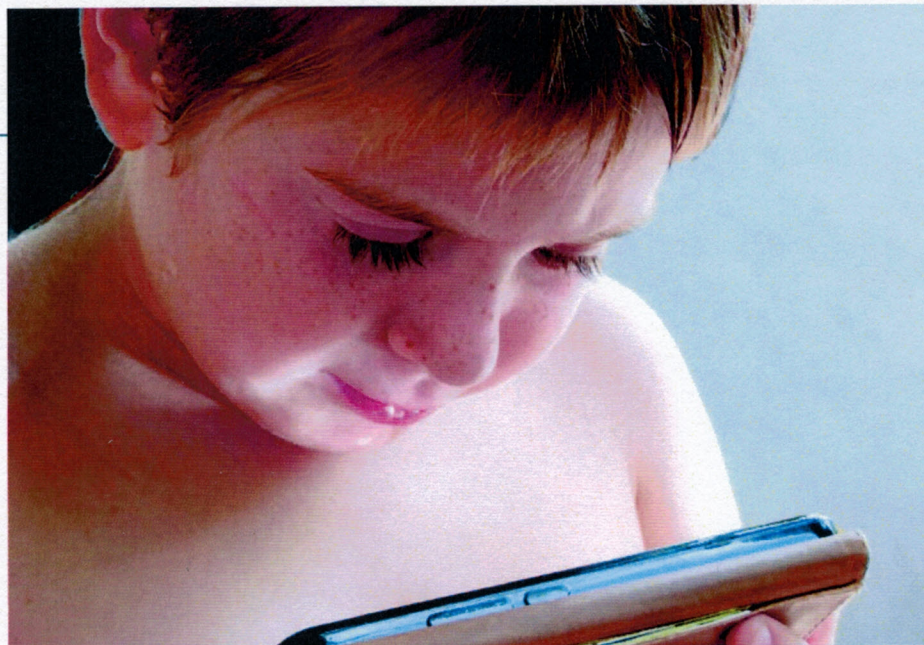
<sup>2</sup> Mit Millimeterwellen (mmW) sind Frequenzen im zweistelligen Gigahertzbereich, oberhalb 24 GHz, gemeint.

<sup>3</sup> mMIMO steht für massive Multiple Input Multiple Output.



*Strahlende Zukunft? Wir brauchen strenge Grenzwerte und Rahmenbedingungen für 5G, die sich am Schutz der Menschen orientieren, nicht an den Interessen der Mobilfunkbranche.*

© Pixabay/Makamuki



abdecken, könnten die Sendeleistungen der meisten Stationen massiv gesenkt werden. Damit würde man eine deutlich geringere Strahlenbelastung durch diese Anlagen erreichen.

In stark frequentierten Innenstädten, Bahnhöfen oder Sportstadien könnten Kleinstfunkzellen die Kapazität kleinräumig erhöhen (Beispiel St. Galler Wireless<sup>4</sup>). Funktechnisch schlecht zugängliche Aussenbereiche sind mit Repeater zu versorgen (zum Beispiel integriert in Strassenlampen oder Verkehrstafeln), statt die Leistung einer Basisstation zu erhöhen.

### Breitbandversorgung von Gebäuden

Gebäude sollten möglichst kabelgebunden versorgt werden. Die Schweiz verfügt bereits über eine der besten breitbandigen Festnetzinfrastrukturen. Die Swisscom will zudem bis 2021 für 90% der Haushalte und Geschäfte Datengeschwindigkeiten über das Festnetz von mindestens 80 Megabit pro Sekunde (Mbps) erreichen. Bei 85% sollen es gar 100 Mbps und mehr sein. Auch die Kabelnetzanbieter beabsichtigen ihre Abdeckung zu vergrössern. Ausserdem wird das Glasfasernetz weiter ausgebaut, um den NR-Basisstationen eine rückwärtige Anbindung mit ausreichender Kapazität zur Verfügung zu stellen. Gebäude im urbanen Raum mit Bedarf nach einer neuen oder besseren Versorgung können deshalb meist mit vertretbarem Aufwand an dieses Netz angeschlossen werden. Sollte eine kabelgebundene Lösung in Einzelfällen unzumutbar hohe Investitionen erfordern, kann das Haus alternativ über eine Antenne aussen am Gebäude mit einer Richtstrahlverbindung oder dem Beam einer mMIMO-Antenne an das 5G-Netz angebunden werden. Auch dann sollte jedoch keine direkte Indoor-Versorgung von aussen erfolgen!

### Keine Strahlung von nebenan

Eigentümerschaft bzw. MieterInnen müssen

selber bestimmen können, ob in ihren Räumlichkeiten die Versorgung über Kabel oder auf Funk basierend eingerichtet werden soll – bei Bedarf auch beide Varianten.

Funklösungen in Innenräumen sind auf jeden Fall möglichst strahlungsarm zu realisieren. Dabei ist gesetzlich vorzuschreiben, dass benachbarte Nutzungseinheiten (andere Wohnung, Firma, Verwaltung, Gesundheitseinrichtung, Schulungsräume) und Stockwerke dieser Strahlung kaum exponiert werden dürfen. Strahlungsarm heisst auch, dass die Sender zukünftig ihre Leistung an den Bedarf anpassen und bei nicht Gebrauch die Funkaussendung ganz einstellen. Das kennt man bereits von DECT-Telefonen mit Eco-Mode. Um dies zu erreichen, sind die Hersteller solcher Komponenten gefordert.

### Vernetzung von Fahrzeugen

In der Regel sind Züge, Postautos und Trams mit Repeatern für den Mobilfunk oder mit einem WLAN-Router ausgerüstet, die über eine Aussenantenne mit den Mobilfunkstationen kommunizieren. Im öffentlichen Verkehr wird das Internet viel und gerne genutzt, weshalb hier trotz Indoor-Versorgungsinfrastruktur häufig hohe NIS-Belastungen auftreten. Deshalb sollen zumindest Ruhewagen und Spielabteile für Kinder funkfrei werden.

Für private Fahrzeuge sind Lösungen zu entwickeln, die das Smartphone oder Tablet im Auto mit dem Kommunikationssystem des Fahrzeugs, welches über eine Fahrzeugantenne mit den Mobilfunkstationen kommuniziert, strahlungsarm verbindet.

### Grenzwert für Mobilfunk senken

Wird die Trennung von Aussen- und Innenversorgung von Anfang an beim Aufbau der 5G-Netze angewendet, dann muss nicht mehr über eine Grenzwerthöhung diskutiert werden. Wenn das neue Versorgungskonzept auch auf die verbleibenden alten Mobilfunkanlagen angewendet wird, lässt sich der Grenzwert für Mobilfunk an Aufenthaltsorten generell senken. Mit dem neuen Konzept werden nicht nur AntennenanwohnerInnen weit geringer bestrahlt, auch die Endgeräte können so ihre Sendeleistung drosseln. Das führt zu weniger Strahlung für die NutzerInnen und zu weniger Energieverbrauch der Geräte (längere Akkulaufzeit).

Die Belastung durch nichtionisierende Strahlung bis 300 GHz ist per Gesetz überall weitmöglichst zu reduzieren. Mobilfunk- oder festinstallierte lokale Kommunikationsanlagen dürfen Aufenthaltsorte in Gebäuden mit max. 0.6 Volt pro Meter belasten. ■

### Literatur unter:

<https://bauhygiene.ch/dok/referenzen-rezept-strahlungsarmer-mobilfunk.pdf>

**Markus N. Durrer** ist Experte IBH (Institut für Bauhygiene), Radonfachperson sowie Elektro- und VDI Hygiene A Ingenieur. Er unterstützt die umweltmedizinische Beratung der AefU seit Jahren bei Fragen und mit Abklärungen rund um das häusliche Umfeld von PatientInnen. Durrer vertritt die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) und die Umweltallianz in der «Begleitgruppe Vollzugshilfen Mobilfunk» des Bundesamts für Umwelt BAFU.

<sup>4</sup> <https://www.sgs.ch/home/glasfaser/wireless.html>