

## Hochfrequenzwirkung

# Absorption von HF-EMF in sensiblen Organen erhöht

**Simulationen an realistischen, menschlichen Modellen geben Hinweis auf erhöhte lokale Absorption bei Bestrahlung mit 3,5 GHz.**

Insbesondere Kinder nutzen immer häufiger Geräte mit drahtloser Kommunikation, wie z. B. Tablets, Handys oder Notebooks. Die mobile WiMAX Technologie erlaubt diesen Geräten eine Verbindung zum Internet aufzubauen. Sie basiert auf dem Standard IEEE 802.16, welcher zur vierten Generation im Mobilfunk (4G) gehört. Um die unmittelbaren Effekte von elektromagnetischer (EM) Strahlung zu minimieren, wurden Richtlinien von der „International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection“ (ICNIRP) erlassen. Zu diesen unmittelbaren Wirkungen gehört unter anderem Ganzkörperhitzestress sowie die Erwärmung lokaler Gewebe. Potentielle Erhöhung von beispielsweise Krebsrisiken lassen diese Richtlinien außer Acht. Um die durch EM-Strahlung absorbierte Energie zu quantifizieren, welche sich in dielektrischer Hitzeentwicklung äußern kann, wird die spezifische Absorptionsrate (SAR) genutzt. Die von der ICNIRP aufgestellten Richtlinien limitieren den Ganzkörper SAR auf 0,08 W/kg in der Öffentlichkeit. Außerdem beträgt das Limit für 10 g lokalem SAR 2 W/kg in Kopf und Rumpf sowie 4 W/kg in den Extremitäten. Es gibt jedoch Hinweise, dass Kinder eine größere Menge von Mikrowellen-Strahlung aufnehmen als Erwachsene. Außerdem gibt es spezifische Organe, wie z.B. Augen oder Genitalien, welche EM-Strahlung gegenüber sehr sensibel sind. Um der SAR-Verteilung, die von WiMAX-Geräten hervorgerufen wird, auf den Grund zu gehen, nutzte die Arbeitsgruppe die Finite Differenzenmethode im Zeitbereich (FDMZ) (vergleiche Artikel). Der Simulation liegen vier realistische menschliche Modelle zu Grunde, welche mittels Magnetresonanztomographie (MRT) erstellt wurden und Eigentum der „Virtual Population“ (ViP) sind. Bei den Modellen handelt es sich um den jungen männlichen Erwachsenen Duke (Alter 34; Größe 1,77 m; Gewicht 70,2 kg; BMI 22,4 kg/m<sup>2</sup>), die junge erwachsene Frau Ella (Alter 26; Größe 1,63 m; Gewicht 57,3 kg, BMI 21,5 kg/m<sup>2</sup>), die weibliche Jugendliche Billie (Alter 11; Größe 1,49 m; Gewicht 34,0 kg; BMI 15,4 kg/m<sup>2</sup>) sowie das männliche Kind Thelonus (Alter 6; Größe 1,15 m; Gewicht 18,6 kg; BMI 14,1 kg/m<sup>2</sup>). Als Generator für die EM-Strahlung wird eine E-förmige Patchantenne mit Mikrostreifenleitung simuliert. Diese Antenne arbeitet mit 3,5 GHz und 1V. Das für die FDMZ-Methode notwendige Gitter besitzt die maximale Zellgröße von 2 x 2 x 2 mm und die minimale Zellgröße von 1 x 1 x 1 mm. Die Antenne hatte während der Simulation zwei verschiedene Positionen. Die erste war auf Augenhöhe der Modelle, die zweite in der Höhe des oberen Torsos. Außerdem existierten zwei verschiedene Orientierungen der Antenne, parallel und lotrecht zum Modell. Des Weiteren simulierte die Arbeitsgruppe zwei Distanzen: nah (8 cm) und entfernt (16 cm). Die SAR-Werte wurden auf eine Energieleistung der Antenne von 1 W normalisiert, wobei die Antennen in Notebooks und Tablets eine maximale Leistung von 100 mW erreichen.

Der berechnete Ganzkörper-SAR-Wert überschritt das ICNIRP Limit (0,08 W/kg) lediglich bei einer Bestrahlungseinstellung: männliches Kind, Antenne auf Kopfhöhe, paralleler Orientierung und 8 cm Distanz (SAR<sub>max</sub> = 0,11 W/kg @ 10 mW). Dies stellt laut Autoren ein „worst-case“ Szenario

dar. Für alle anderen Fälle überschritt der SAR-Wert weder für Ganzkörper noch 10 g lokal die Sicherheitsgrenze. Die Wissenschaftler sehen in ihrer Simulation jedoch den interessanten Effekt, dass die maximale EM-Hochfrequenz Energie in sensiblen Organen, wie z.B. Augen und Genitalien, absorbiert wird. So wird der maximale Wert des lokalen SAR bei Thelonus für die Fälle Kopfhöhe, nahe und entfernte Position und parallele Orientierung in den Augen erreicht. Auch bei Billie wird die maximale Absorption in den Augen bei den Fällen Kopfhöhe, nahe und entfernte Position sowie lotrechte und parallele Orientierung erzielt. Des Weiteren wird der maximale SAR-Wert bei Thelonus für folgendes Szenario in den Genitalien generiert: Antenne auf Torsohöhe in lotrechter Orientierung und entfernter Distanz. Dies stellt eine Alltagssituation da, bei dem das Kind vor einem Notebook bzw. Tablet steht, welches sich auf einem Tisch befindet. Auch das Brustgewebe scheint von dem Phänomen der lokalen Absorption betroffen. So erreichen beide weiblichen Modelle den maximalen SAR-Wert für die Szenarien Antenne auf Torsohöhe, nahe und weite Position in paralleler Orientierung. Da einige Fälle von Brustkrebs, induziert durch den Nutzen von Mobiltelefonen, bekannt sind, bedarf dies ebenfalls eines besonderen Augenmerks. Die Autoren identifizieren also durch ihre Simulation die Situation, dass weniger der Ganzkörper-SAR-Wert, als vielmehr die lokalen Absorptionsmaxima in besonders sensiblen Organen ein Problem darstellen. Sie sprechen daher die Empfehlung aus die Bestrahlung, insbesondere von jungen Menschen, so gering wie möglich zu halten um potentiellen Schädigungen vorzubeugen. Dies könne beispielsweise dadurch erreicht werden, die strahlenden Geräte möglichst weit entfernt von Augen Genitalien und Brustgewebe zu platzieren. Die Arbeitsgruppe spricht auch die Schwachstelle ihrer Simulation an: lediglich stehende menschliche Modelle wurden analysiert, sodass keine Aussage über sitzende oder tippende Positionen getroffen werden kann. (RH)

### Quelle:

Siervo B, Morelli M S, Landini L, Hartwig V (2018): Numerical evaluation of human exposure to WiMax patch antenna in tablet or laptop. Bioelectromagnetics, <https://doi.org/10.1002/bem.22128>

## Hochfrequenzwirkung auf Insekten

# 5G-Frequenzen erhöhen Absorption von HF-EMF bei Insekten im Vergleich zu 4G

**Simulationen an realistischen Insektenmodellen deuten darauf hin, dass Frequenzen von mehr als 6 GHz eine erhöhte Energieabsorption bei Insekten nach sich ziehen.**

Hochfrequenz elektromagnetische Felder (HF-EMF) befähigen weltweit Milliarden von Nutzern zu drahtloser Kommunikation. Die Frequenzen bewegen sich hauptsächlich im Bereich zwischen 100 MHz und 6 GHz, wobei 2,45 GHz die häufigste Frequenz darstellt. Sowohl Menschen als auch Tiere sind diesen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, welche teilweise von ihnen absorbiert werden, was unter anderem für Insekten nachgewiesen wurde. Insbesondere bei Insekten wurde die Hochfrequenz-Absorption für die Frequenzen 27 MHz, 900-915 MHz und 2,45 GHz bereits untersucht. Diese Absorption kann zu dielektrischer Erwärmung führen, welche das Verhalten, die Physiologie sowie die Morphologie der Insekten beeinflussen kann. Bei geringerer