

len durch Langzeiteinwirkung von Mobilfunkstrahlung möglich ist. Oxidative Schädigung hat weit reichende Konsequenzen auf verschiedenen Ebenen: sie kann zu Änderungen in der Proteinstruktur führen, kann im Gehirn zu kognitiven Funktionsstörungen führen, kann die Mitochondrienfunktion beeinträchtigen und die ROS-Produktion weiter ansteigen lassen. Oxidative Schädigung ist auch verantwortlich für das altersabhängige Nachlassen der Hirnfunktion.

Dass es in diesen Experimenten keinen Unterschied im β -Amyloid-Gehalt in scheinbestrahlten und bestrahlten Tieren gab, liegt wahrscheinlich an Art der Versuchstiere. In anderen Experimenten wurden ausgewiesene Alzheimer-Mäuse genommen, hier gesunde Ratten. Zusammengefasst zeigen die Daten, dass 10-monatige Einwirkung von 2-stündiger 900-MHz-Bestrahlung täglich den Karbonyl-Protein-Gehalt in gesundem Rattenhirn-Gewebe signifikant ansteigen lässt. D. h. 900-MHz-Strahlung kann einige Parameter in lebenden Systemen verändern.

Quelle: Dasdag S, Akdag MZ, Kizil G, Kizil M, Cakir DU, Yokus B (2012): Effect of 900 MHz Radio Frequency Radiation on Beta Amyloid Protein, Protein Carbonyl, and Malondialdehyde in the Brain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 1–8, DOI: 10.3109/15368378.2011.624654

Mobilfunkforschung

Mobilfunkstrahlung verändert die Temperatur im Kopf

Durch das Telefonieren mit dem Mobiltelefon wird die Temperatur im Mittelohr auf der anderen Seite erhöht. Diese Temperaturerhöhung könnte die Hirnfunktion und die Blut-Hirn-Schranke verändern. Damit einhergehende Veränderungen des Blutdrucks könnten Schlafstörungen erklären.

Viele Mobilfunknutzer empfinden während des Telefonierens Hitze am Ohr und Erwärmung des Gewebes um das Ohr herum. Messungen der Hauttemperatur bestätigen die Erwärmung um 2,3–4,5 °C im Ohrbereich. Ob das Gehirn auch erwärmt wird, ist unklar, es gab nur Experimente am künstlichen Modellkopf (Phantom). Da Mobilfunkstrahlung vom Gewebe absorbiert und in Wärme umgewandelt wird, können Gesundheitsschäden auftreten, und wenn das Mittelohr erwärmt wird, könnte das zu Funktionsstörungen im Gehirn führen. Deshalb wurde an 10 Freiwilligen (junge gesunde Männer, 19–29 Jahre, $22,1 \pm 4,7$) erforscht, ob unter Einwirkung von elektromagnetischen Feldern im 900-MHz-Bereich (SAR 1,23 W/kg) eine Veränderung der Temperatur im Mittelohr gemessen werden kann. Die Probanden wurden dreimal im Doppelblind-Verfahren der experimentellen Prozedur unterzogen: einen Tag zweimal 60 Minuten mit Scheinbestrahlung, einen Tag mit 60 Minuten kontinuierlicher Bestrahlung und anschließend 60 Minuten Scheinbestrahlung und an einem Tag viermal 15 Minuten „an“ und viermal 15 Minuten „aus“ (intermittierende Bestrahlung). Die Teilnehmer hatten vorher mindestens eine Woche kein Mobiltelefon benutzt. Die Temperaturmessung erfolgte alle 10 Sekunden am dem Ohr, das nicht mit dem Mobiltelefon in Kontakt war (kontralaterale Position). Der Messfühler war über den äußeren Gehörgang am Trommelfell angelegt und der Gehörgang mit Baumwolle schalldicht verschlossen. Blutdruck und Puls wurden während der Exposition alle 5 Minuten, während der Erholungsphase alle 15 und während des Schlafs alle 30 Minuten gemessen.

Die Ergebnisse: Die durchschnittliche Temperatur war bei der kontinuierlichen Bestrahlung signifikant höher ($p = 0,0001$), bei der intermittierenden Bestrahlung bis zu 0,11 °C niedriger als bei der Scheinbestrahlung. Innerhalb von einer Stunde nach der kontinuierlichen Bestrahlung war die Temperatur noch 0,03 °C höher und nach der intermittierenden 0,18 °C niedriger als bei der Scheinbestrahlung. Zwei Stunden nach der Bestrahlung war die Temperatur jeweils signifikant niedriger als bei der Scheinbestrahlung (0,06 bzw. 0,26 °C, $p = 0,0001$). Auch der Blutdruck ändert sich (die Daten sind nicht angegeben).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Änderung der Temperatur von der Art der Bestrahlung abhängt, ob diese kontinuierlich oder intermittierend ist. Die Temperaturänderung ist nicht so hoch wie bei Phantommessungen (0,08–0,16 °C), da die Temperatur im Gehirn durch die Thermoregulation angepasst wird, was bei Phantomexperimenten nicht berücksichtigt wird. Die Temperatur im Mittelohr verändert sich physiologisch im Tagesrhythmus. Durch die Mobilfunkstrahlung wird die normale Temperatur verändert, unterschiedlich durch kontinuierliche und intermittierende Strahlung. Eine Erklärung für die Verminderung der Temperatur bei und nach intermittierender Bestrahlung könnte sein, dass das Blut in der Region erwärmt wird und dadurch die Thermoregulation einsetzt, oder dass das Thermoregulationssystem direkt durch die Strahlung in Gang gesetzt wird. Jedenfalls können die Temperaturveränderungen physiologische Konsequenzen haben und die Empfindungen erklären, die Mobilfunknutzer beim Telefonieren haben. Die Veränderungen des Blutdrucks könnten die Schlafstörungen erklären, von denen Mobilfunknutzer berichten. Die Erwärmung im Mittelohr könnte auch an der erhöhten Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke beteiligt sein, meinen die Autoren.

Quelle: Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Zmysłony M (2012): Changes in tympanic temperature during the exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phone. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 03/2012; DOI: 10.2478/S13382-012-0013-y

Mobilfunk und Gesundheit

Beschwerden durch Mobilfunk-Basisstationen in Polen

In 5 Regionen nahe der Stadt Lodz in Polen wurden die Feldstärken in einigen Wohnungen gemessen und die Bewohner befragt, um eine Beziehung zwischen Beschwerden der Anwohner, der Entfernung zur Basisstation und den vorhandenen Feldstärken herstellen zu können. Die Entfernung zu einer Basisstation ist allein kein ausreichendes Kriterium zur Beurteilung der Feldbelastung.

Die höchsten Feldstärken sind nach der Literatur innerhalb von 100 m im Umkreis einer Sendeantenne zu erwarten. Bei mehr als 500 m Entfernung sind die Feldstärken gering. Basisstationen sind meistens etwa 20–40 m über dem Boden installiert. Die Einwirkung auf die Bevölkerung hängt von der Strahlungsrichtung und dem Neigungswinkel ab, aber innerhalb von Gebäuden auch von den Baumaterialien. So können genaue Daten nur durch Messungen erzielt werden. Die meisten veröffentlichten wissenschaftlichen Untersuchungen beziehen sich aber nur auf den Abstand. In dieser Studie wurden Messungen in den Wohnungen vorgenommen und die Befindlichkeit der Bewohner ins Verhältnis zum Abstand zur Basisstation gesetzt. Untersucht wurden 5 Gebiete um die Stadt

Lodz, wobei die Daten der Antennen (Leistung, Antennengewinn, Höhe, Strahlungsrichtung, Abstand 50–500 m und Höhe des Gebäudes u. a.) genau festgehalten wurden. Die Teilnehmer wurden in 4 Gruppen nach der Entfernung von der Basisstation eingeteilt: 50–100 m, 101–150 m, 151–200 m und 201–500 m. Niemand wohnte näher als 50 m an einer Basisstation. Messwerte wurden, immer zur gleichen Tageszeit, an den Plätzen in der Wohnung genommen, wo sich die Bewohner am meisten aufhalten, am Schlafplatz und in der Mitte des Aufenthaltsraumes am Tag.

1154 Bewohner über 18 Jahre wurden ausgewählt, 500 Haushalte nahmen schließlich teil. Das waren 181 Männer (36,2 %, Alter 46,2 ± 29,0 Jahre) und 319 Frauen (63,8 %, Alter 48,7 ± 17,0 Jahre). Durchschnittlich wohnten 2,3 ± 1,1 Personen in einem Haushalt (1–6). Der Fragebogen enthielt Fragen zu demografischen Daten, Beruf, beruflicher und häuslicher EMF-Exposition, Gesundheitszustand und subjektiven Beschwerden. Die Befragten wussten nur, dass eine Untersuchung zu Umweltbedingungen durchgeführt wurde, nicht genau, um was es sich handelt, damit Verzerrungen der Ergebnisse ausgeschlossen werden können.

Ergebnisse: Elektrische Felder von 0,8 V/m (Empfindlichkeitsgrenze des Messgerätes) wurden in 12 % der Wohnungen (23 von 195) gefunden. Es wurden keine Werte über 3,2 V/m ermittelt. Damit liegen alle Werte unter dem polnischen Standard von 7 V/m. Bezüglich der Gesundheit gaben 14,5 % der Personen „sehr gut“ an und 53,6 % „ziemlich gut“, „ziemlich schlecht“ sagten 24,2 % und „sehr schlecht“ 7,7 %. Von den Personen mit „sehr schlechter“ Gesundheit lebten 43,3 % mehr als 200 m von einer Basisstation entfernt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren statistisch nicht signifikant.

Es gab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Feldstärken der elektrischen Felder und der Entfernung der Wohnungen zur Basisstation. Um diese Ergebnisse mit der relevanten Literatur vergleichbar zu machen, wurde die Häufigkeit der Symptome in Bezug zur Entfernung analysiert. Kopfschmerzen, täglich oder fast täglich, wurden von 57 % der Personen berichtet, meistens von solchen, die 100–150 m von der Basisstation entfernt wohnen (36,4 %). Das ist im Vergleich zu weiter entfernt wohnenden Personen statistisch signifikant ($p = 0,013$). 24,4 % der Personen, die mehr als 150 m entfernt wohnen, berichten von schlechtem Gedächtnis. Das ist signifikant verschieden zu weiter entfernt wohnenden Personen ($p = 0,004$). Von einer Tendenz zu Depressionen berichteten 19,0 % der Teilnehmer, 23,3 % davon lebten am nächsten und 21,3 % am weitesten von einer Basisstation entfernt. Für die Personen, die 101–150 m entfernt wohnten, waren es 12 % und 14 % bei denen, die 151–200 m entfernt wohnen, was an der Grenze zur Signifikanz ist. Hautveränderungen wurden von 13,4 % berichtet, davon wohnten 18,2 % 101–150 m entfernt. Von Müdigkeit berichteten 63,6 %, 67 % davon lebten in mehr als 200 m Entfernung. Bei diversen Kreislaufbeschwerden gab es keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Beschwerden und der Entfernung zur Basisstation. Schlafprobleme gaben 32,8 % an, es gab aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Entfernungsgruppen. Schwindel hatten 25 %, die meisten in der 100–150 m-Gruppe. Andere Beschwerden wie Konzentrationsschwäche, Probleme mit dem Gehör oder der Fruchtbarkeit Lärm, Staub, chemische Verschmutzung, passives Rauchen und die Belastung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung oder am Arbeitsplatz waren nicht signifikant verschieden zwischen den Gruppen. 9 Personen sprachen von schädlicher Einwirkung elektromagnetischer Felder.

Da es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen elektrischen Feldstärken und der Entfernung der Wohnung zu einer

Basisstation gibt, ist eine Bewertung nur auf Basis der Entfernung zu einer Basisstation nicht aussagekräftig. Die Messungen ergaben, dass in über 90 % der Wohnungen die Feldstärken unterhalb der Messgrenze des Messgerätes lagen und die gemessenen Werte lagen im Bereich von anderen Studien (0,2–1,37 V/m). Die Ergebnisse der Befragung hinsichtlich einiger der gesundheitlichen Beschwerden zeigen zwar einen Zusammenhang zur Entfernung von der Basisstation, aber nicht zu den elektrischen Feldstärken. Eine Erklärung, warum man keinen Zusammenhang zwischen der elektrischen Feldstärke und der Häufigkeit der subjektiven Symptome finden konnte, aber eine Korrelation zwischen subjektiven Symptomen und der Entfernung zur Basisstation, verlangt nach weiterer Forschung. Möglicherweise müssen dafür neue Methoden Beurteilung der Exposition angewendet werden.

Quelle: Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szykowska A, Politański P, Mamrot P, Szymczak W, Zmysłony M (2012): Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 03/2012; 25(1), 31-40; DOI: 10.2478/s13382-012-0007-9

Mobilfunkstrategie in Österreich

Leitfaden Senderaufbau

Die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) in Österreich hat einen Leitfaden für die Errichtung von ortsfesten Sendeanlagen herausgegeben, der von Autoren der Medizinischen Universität Wien und Mitarbeitern anderer Institutionen erarbeitet wurde. Auf Grundlage des Vorsorgeprinzips (ALATA) können Behörden und Betreiber über die Standorte der Sendeanlagen entscheiden und betroffene Bürger sollen ausreichend informiert werden.

Der Titel ist „Leitfaden Senderbau (LSB) – Vorsorgeprinzip bei Errichtung, Betrieb, Um- und Ausbau von ortsfesten Sendeanlagen“. Die Autoren sind Dipl.-Ing. Alfred Brezansky (Stv. Leiter der Wiener Umwelthanwaltschaft), Dipl.-Ing. Hamid Molla-Djafari (AUVA – Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Abteilung für Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung), Dipl.-Ing. Gustav Poinstingl (Leiter Verkehrsarbeitsinspektorat i. R., im Auftrag der Arbeiterkammer) und Ing. Josef Witke (Bundesinnung Elektro-, Gebäude-, Alarm- und Kommunikationstechniker) sowie als wissenschaftliche Berater die Privat-Dozenten Hans Peter Hutter und Hanns Moshhammer, die Professoren Michael Kundi und Wilhelm Mosgoeller von der Medizinischen Universität Wien. Der 35-seitige Leitfaden umfasst alle Funkanlagen einschließlich Radio- und TV-Sender von 100 kHz aufwärts und bezieht sich auf „sensible Orte“, an denen sich Menschen mehr als 4 Stunden aufhalten. Er soll Entscheidungsträgern (Behörden, Arbeitgebergesellschaften u. a.) helfen, die Feldbelastungen der betroffenen Personen zu minimieren bei gleichzeitiger „Versorgungssicherheit mit Funkdiensten“. Die betroffene Bevölkerung soll zur Konsensfindung eingebunden werden. Der „Planungszielwert“ beträgt 1 mW/m^2 , ($0,001 \text{ W/m}^2$, ca. $0,6 \text{ V/m}$) für die Summe aller hochfrequenten Immissionen im gesamten Frequenzbereich. Dieser Wert gilt als Vorsorgewert, der so zu verstehen ist, dass bei Überschreitung ein Gesundheitsrisiko unwahrscheinlich ist, bei Unterschreitung allerdings keine Unbedenklichkeit garantiert ist. Die Orte sind so zu wählen, dass möglichst wenige Personen höheren Werten ausgesetzt sind, vor allem keinem zusätzlichen Langzeitrisiko. Bei Überschreitungen des Planungszielwertes an sensiblen Orten sollen technische Maßnahmen zur Feldreduktion ergriffen werden, und wenn diese nicht ausreichen, Abschirmungen vorgenommen werden. Alle Maßnahmen sollen mit Messungen begleitet