

Wachstumsfaktoren ab und entfernen Zelltrümmer und Zerfallsprodukte nach Verletzung und Absterben von Zellen. Astrozyten wirken mit beim Aufbau der Blut-Hirn-Schranke, die Giftstoffe vom Gehirn fernhalten soll. Der GFAP-Überschuss ist die Reaktion von Astrozyten auf oxidativen Stress (GFAP ein sehr empfindlicher Biomarker für Nervengifte). Hier ist das „Gift“ die elektromagnetische Strahlung, die Zellschäden oder Verletzungen der Blut-Hirn-Schranke hervorruft. **3.)** ApoE ist ein wichtiges Stoffwechselprotein, eine Verminderung führt zu Gedächtniseinschränkung und Lernschwierigkeiten, das wurde an Tieren im Wasserlabyrinth festgestellt. **4.)** Synapsin-2 und Syntaxin-1 wurden im Hippocampus im Überschuss produziert bei beiden Strahlungsarten. Das deutet auf kompensatorische Neuronenaktivität durch verstärkte Synapsenbildung hin. **5.)** Die minimale Synaptotagmin-Konzentration (das ist der Calciumsensor in den Membranen, der die Regulation der Neurotransmitter-Ausschüttung und der Hormonabgabe steuert) im Hippocampus passt zu der dramatischen Verminderung von GMF.

Es ist schwer vorhersagbar, was in der Zelle passiert, und SAR-Werte sagen nichts über die molekularen Mechanismen während der Einwirkung der Strahlung aus. Anders als bei Medikamenten werden elektromagnetische Felder verschieden und in nicht-linearer Weise absorbiert, abhängig von der „Mikroumgebung“ der Stelle, an der die Strahlung eindringt, der Orientierung der betroffenen Moleküle, deren Gestalt, Stoffwechselstatus, Moment der Einwirkung, der Energieaufnahme in der Zelle und der Modulation der Strahlung. Demzufolge ist es schwierig, Ergebnisse zu reproduzieren, da die Bedingungen der Zellen sich ständig ändern. Der derzeitige Stand der Epidemiologie geht eher dahin, dass kein erhöhtes Hirntumorrisiko besteht. Bei Langzeitzutzung ist fast nichts bekannt, geben einige Epidemiologen zu. Andere dagegen (z. B. Hardell und Carlberg) sehen sehr wohl erhöhte Risiken.

Die Signifikanz dieser Ergebnisse untermauern diese Annahmen, und auch, dass die Blut-Hirn-Schranke beeinflusst wird. Im Nervensystem entstehen durch elektromagnetische Strahlung Fehlfunktionen, die das Verhalten verändern. Überraschend ist, dass die geringen Feldstärken der DECT-Basisstation im Käfig der Tiere (SAR unter 20 mW/kg) eine Wirkung haben; die Erklärung könnte ein Fenstereffekt sein. Die elektromagnetischen Felder sind Stressfaktoren, die ROS-Produktion durch oxidativen Stress hervorrufen. Gleichzeitig sind die Ionenkanäle gestört und Hitzeschockproteine werden aktiviert. Dadurch könnte die erhöhte bzw. verminderte Expression der Gene entstehen, möglicherweise durch Aktivierung bzw. Deaktivierung von Transkriptionsfaktoren. Dies geschieht mehr oder weniger zufällig, es folgen Veränderungen in den Kaskaden der Neuroplastizität und allgemeinen Stoffwechselprozessen in den Zellen. Sie werden ausgelöst durch nicht-thermische Vorgänge, da die SAR-Werte unter den ICNIRP-Werten liegen. Die Zellen nehmen biochemische Veränderungen wahr und die Zelle sieht diese Veränderungen als potenzielle Gefahr an, unterhalb der thermischen Schwelle. Die sichtbaren Proteinveränderungen durch den oxidativen Stress im Nervensystem könnten die Plastizität des Gehirns verändern oder zu Apoptose führen. Das könnte die Gesundheitsbeeinträchtigungen beim Menschen erklären, wie Kopfschmerzen, Schlaf-, Lern- und Gedächtnisstörungen, Müdigkeit und Hirntumoren bei Langzeiteinwirkung.

Quelle: Fragopoulou AF, Samara A, Antonelou MH, Xanthopoulou A, Papadopoulou A, Vougas K, Koutsogiannopoulou E, Anastasiadou E, Stravopodis DJ, Tsangaris GT, Margaritis LH (2012): Brain proteome response following whole body exposure of mice to mobile phone or wireless DECT base radiation. *Electromagnetic Biology and Medicine*, DOI: 10.3109/15368378.2011.631068

Mobilfunkwirkung auf Tiere

Mobilfunkstrahlung schädigt ungeborene Mäuse

In diesen Experimenten wurde festgestellt, dass Einwirkung von 900- und 1800-MHz-Mobilfunkstrahlung bei ungeborenen Mäusen zu Verhaltensänderungen bei erwachsenen Tieren führt. Die Mäuse waren hyperaktiv und hatten Gedächtnisstörungen. Diese Veränderungen gehen auf Entwicklungsstörungen des Nervensystems zurück.

Die Ursachen für zunehmende Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern sind kaum bekannt, es wird aber ein Zusammenhang zwischen Mobilfunknutzung der Mutter während der Schwangerschaft und Hyperaktivität (ADHS) der Kinder angenommen. Seit 1997 nimmt die Zahl der hyperaktiven Kinder um jährlich 3 % zu. Man hat Störungen in der präfrontalen Rinde lokalisiert; die Kinder haben dort ein geringeres Volumen, weniger graue und weiße Substanz und es besteht eine Asymmetrie. Diese Kinder haben Aufmerksamkeitsstörungen und können sich schlecht konzentrieren, vielleicht, weil sie wichtige von unwichtigen Informationen kaum trennen können und sich schnell ablenken lassen. Die Entstehung der Hyperaktivität ist unbekannt, es mehren sich die Zeichen, dass außer genetischen noch mehrere Faktoren zusammenwirken wie familiäre und gesellschaftliche Situation, Rauchen und auch Mobilfunknutzung der Mutter während der Schwangerschaft. Um zu sehen, ob die Strahlung bei Ungeborenen ungünstige Auswirkungen auf Gedächtnis und Verhalten hat, wurden Verhaltenstests und elektrophysiologische Untersuchungen unterhalb des SAR-Grenzwertes von 2,0 W/kg mit den Tieren durchgeführt. Die Bestrahlung erfolgte permanent mit 900 und 1800 MHz (SAR 1,6 W/kg) von Tag 1 bis Tag 17 der Schwangerschaft. Die auf „Anruf“ eingestellten Telefone wurden über der Futterbox des Käfigs angebracht, 4,5–22,3 cm von den Tieren entfernt. 42 Kontrolltiere wurden unter denselben Bedingungen mit ausgeschalteten Handys gehalten. Untersucht wurden an weiblichen Mäusen Gedächtnisstörungen, Hyperaktivität und Ängstlichkeit. Hyperaktivität und Ängstlichkeit sind eng verbunden und können sich gegenseitig bedingen.

Für die Experimente wurden 161 Nachkommen (82 bestrahlte und 79 Kontrolltiere) nach 8, 12 und 16 Wochen getestet. Es wurden Gegenstände in den Käfig gelegt und ausgetauscht. Gemessen wurde die Zeit, die die Tiere mit dem Untersuchen verbrachten. Das Verhalten der Tiere wurde im Blindverfahren ausgewertet. Die Kontrolltiere untersuchten signifikant länger als die bestrahlten nach 8, 12 und 16 Wochen. Ein weiteres Experiment bestand darin zu beobachten, wie oft die Nachkommen-Tiere (71 bestrahlte und 70 Kontrollen) zwischen hellen und dunklen Bereichen des Käfigs wechselten. Dieser „Angsttest“ im Alter von 12, 15 und 18 Wochen ergab, dass sich die bestrahlte Gruppe wesentlich mehr zwischen den Feldern bewegte. Die durchschnittliche Anzahl der Bewegungen der bestrahlten Tiere betrug 29,9, 32,5 und 14,8, die Kontrollgruppen 23,9, 13,8 und 6,5. Das ist ein Zeichen von Hyperaktivität. Die bestrahlten Mäuse hielten sich signifikant kürzer im Dunkeln auf in allen 3 Altersgruppen (211, 187 und 236 Sekunden im Vergleich zu 226, 216 und 271 in der Kontrollgruppe). Die Aufenthaltsdauer im Dunkeln ist ein Maß für Angst. Ein weiterer Test wurde mit 98 Tieren (51 Kontrollen und 47 bestrahlten, 12 Wochen alt und als Erwachsene) durchgeführt, der Aufschluss über die Furcht vor der Erkundung der Umgebung gibt. Es wurde die Zeit gemessen, die sich die Tiere auf einer Plattform aufhalten. Eine längere Aufenthaltsdauer ist ein Maß für erhöhte Furchtsamkeit. Es gab keinen signifikanten Unterschied, die Kontrolltiere hielten sich

durchschnittlich 18,5 und die bestrahlten 16,7 Sekunden dort auf. Zusammengefasst kann man sagen: Die im Mutterleib bestrahlten Mäuse waren hyperaktiv, hatten ein schlechteres Gedächtnis und waren weniger ängstlich.

Die präfrontale Rinde des Gehirns ist verantwortlich für die Aufrechterhaltung der zielorientierten Arbeitsweise. Störungen führen zu Fehlregulationen in Verhaltens- und Gefühlsreaktionen, wie beispielsweise bei ADHS. Um die Mechanismen zu verstehen, wurde untersucht, ob man in der synaptischen Übertragung der Neuronen Veränderungen, d. h. Unterschiede in der Funktionsfähigkeit der Neuronen, feststellen kann. Es wurden elektrische Ströme an der Neuronenmembran von Pyramidenzellen bei 0, 9 und 15 Monaten gemessen. Pyramidenzellen gehören zur präfrontalen Rinde und regulieren Aufmerksamkeit und Verhalten über ein komplexes Netzwerk. Veränderungen in der Übertragungsfrequenz von Neurotransmittern werden als Veränderung auf der präsynaptischen Seite gedeutet, während die Höhe der Amplitude auf postsynaptische Veränderungen hinweist. Es ergab sich eine dosisabhängige signifikante Abnahme von Frequenz und Amplitude bei der Glutamat-Ausschüttung der Pyramidenzellen. Die Ergebnisse zeigen somit, dass die Effizienz der Glutamat-Übertragung auf beiden Seiten der Synapsen von Pyramidenzellen durch Mobilfunkstrahlung abnahm. Die Funktionsfähigkeit sowohl auf Seiten der Ausschüttung als auch des Rezeptors wird beeinträchtigt. Auch in einem anderen Gehirnareal, dem Teil des Hypothalamus, der für die Energie-Homöostase zuständig ist, führt die vorgeburtliche Bestrahlung mit Mobilfunkfrequenzen zu Veränderungen. Dort ist die Amplitude verringert. Demnach entstehen Veränderungen in verschiedenen Hirnregionen, nicht nur in der Hirnrinde. Um auszuschließen, dass nicht der mütterliche Stress durch die experimentelle Prozedur die Nachkommen beeinträchtigte, wurden Corticosteron-Konzentrationen am Tag 12 der Schwangerschaft gemessen. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Experimente zeigen, dass die 900- und 1800-MHz-Mobiltelefonstrahlung Veränderungen im Verhalten und in der Neurophysiologie bis in das Erwachsenenalter der Mäuse verursacht. Außerdem erfolgt eine Beeinträchtigung der Glutamat-Ausschüttung in Pyramidenzellen der präfrontalen Rinde. Damit im Zusammenhang stehen Verhaltensstörungen wie schlechtes Gedächtnis, Hyperaktivität und verminderte Ängstlichkeit. Gehirne, die sich in der Entwicklung befinden, sind besonders anfällig für Umwelteinflüsse, deshalb findet man viele Effekte auch nicht, wenn man erwachsene Tiere untersucht. In den verschiedenen Hirnregionen war der Einfluss der Strahlung verschieden. Dass die Wirkung im Hypothalamus geringer war, mag an zellspezifischen Reaktionen liegen oder daran, dass der Hypothalamus weiter innen liegt und besser abgeschirmt ist. Mobilfunk wird von immer mehr Menschen 24 Stunden genutzt, sodass sie der möglichen Schädlichkeit permanent ausgesetzt sind. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen 0, 9 und 15 Monate permanenter Bestrahlung zeigen eine direkt proportionale Wirkung zur Nutzungszeit, sodass Grenzwerte festgesetzt werden könnten, besonders für Schwangere. Die beobachteten Veränderungen am Nervensystem der untersuchten Mäuse sind nicht auf den Menschen übertragbar, weil sich das Gehirn von Mäusen anders entwickelt als das von Menschen. Sie können aber Hinweise geben zum vermehrten Auftreten von Hyperaktivität bei Kindern.

Quelle: Tamir S, Aldad TS, Geliang G, Xiao-Bing G, Taylor HS (2012): Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 MHz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. *Scientific Reports* 2, 312; DOI: 10.1038/srep00312

Rezension

Gesundheit, Elektromog und Schutzmaßnahmen

Der Elektrotechnikermeister Harald Moritz, seit 10 Jahren freiberuflicher Dozent für Elektrotechnik und seit fast 20 Jahren mit baubiologischer Messtechnik befasst, hat eine überarbeitete Fassung seines Buches „Elektromog“ veröffentlicht. Der Schwerpunkt liegt auf der technischen Seite. Er plädiert für eine vernünftige Gesundheitspraxis.

Er nahm vor vielen Jahren den Krankheitsfall eines 12-jährigen Familienmitgliedes zum Anlass, sich mit dem Thema Elektromog näher zu beschäftigen. Seine persönlichen Erfahrungen im Gesundheitsbereich und langjährige Praxis auf den Gebieten der Elektro- und Messtechnik und der Elektro-Installation. Er kritisiert die Haltung, dass die Wissenschaft reproduzierbare Ergebnisse liefern soll, obwohl Menschen viel zu unterschiedlich sind. Trotzdem gebe es ernst zu nehmende Veröffentlichungen, die Gesundheitsgefährdungen belegen. Man sollte alles tun, damit dieser Stress für den Körper verringert wird, denn im Unterschied zu allen anderen Umweltbelastungen, die für Gesundheitsgefährdungen zusammenkommen, kann man Elektromog reduzieren bis ganz vermeiden. Dann erhält man ein geringeres Risiko, durch stressbedingte Gesundheitsstörungen geplagt zu werden. Er gibt zu bedenken, dass die Grenzwerte in den verschiedenen Ländern bis zum Faktor 100 differieren, Deutschland hat mit die höchsten weltweit. Er bringt es auf den Punkt: Nach epidemiologischen Untersuchungen ist die Leukämierate ab etwa 0,3 μT erhöht, aber der Grenzwert beträgt 100 μT ! Nach seiner Erfahrung sollten 0,2 μT und 10 V/m an Schlaf- und Ruheplätzen unbedenklich sein. Die von den Baubiologen geringeren Werte seien kaum realisierbar. Netzfreeschalter sind in bestimmten Fällen gut, aber kein Allheilmittel, wenn man versteckte Dauerstromverbraucher nicht bedenkt. Tipp zur Kontrolle für den Laien: Wenn das Baby-, bzw. Nachtlicht in der Steckdose nicht mehr leuchtet, ist der Stromkreis abgeschaltet. Trotzdem gehen andere Stromkreise an den Räumen vorbei, in andere Stockwerke und zu den Nachbarn oder sie kommen von außen. Immer mehr Geräte umgeben uns, direkter Kontakt ist unvermeidlich, höchste Felder gehen von Druckern aus. Abhilfe kann Erdung schaffen und andere Maßnahmen wie abgeschirmte Kabel und Leitungen, die es im Spezialhandel gibt. Seine Experimente haben gezeigt, dass elektrische Felder und Körperspannung bis zu 94 % vermindert werden können. Abschirmung im HF-Bereich ist relativ leicht zu erreichen (bei 900 und 1800 MHz über 90 % Feldreduktion in Gebäuden), aber man muss die DIN-VDE beachten. Wichtig auch: Immer ein Prüfprotokoll erstellen. Für den Laien wird einfach und verständlich geschrieben, wie man Messgeräte und -verfahren einsetzt. Nicht, damit man selbst die Messungen vornehmen sollte, sondern damit man Anhaltspunkte hat, wen man mit Messungen beauftragen kann. Denn der Beruf Umweltberater, Baubiologe oder Ähnliches ist nicht geschützt und daher wird keine Qualifikation gefordert. So sollte auch die Rechnung bestimmte Standards erfüllen, etwa die Steuer-Nummer der Firma enthalten. Auch von zweifelhaften und unwirksamen Produkten, die von Scharlatanen angeboten werden, die einem das Geld mit „Harmonisierung“ oder „Kompensation von Feldern“ aus der Tasche ziehen wollen, ist die Rede.

Quelle: Harald Moritz: *Elektromog – Ursachen, Gesundheitsrisiken, Schutzmaßnahmen*; 5. überarbeitete Auflage, 140 Seiten, Shaker Verlag Aachen 2011, ISBN 978-3-8440-0211-9