

gleichbar mit realen Situationen in der Umwelt. Wirkungen wurden nachgewiesen in einer Entfernung bis zu 300 m von der Feldquelle, bei gemessenem elektrischem Feld von 0,53 V/m.

Die Autoren meinen, es sei dringend nötig, vorhandene Experimente zu wiederholen, und die Untersuchungen auf andere Organismen und Arten auszudehnen. Ökologische Studien sollten sich mit den Beziehungen der Populationen zueinander und Wechselwirkungen zwischen Arten befassen. Solche Studien sollten in Mikro-Ökosystemen beginnen, die im Labormaßstab Rückschlüsse auf das Ökosystem zulassen und die für die Politik relevant sind. Studien zu den neuen Technologien wie die neuen Generationen des Mobilfunks (G3 und G4), WiMAX, WLAN und WiFi sind selten, neue könnten deren Auswirkungen auf das Ökosystem klären. Um die Lücken zu verringern, sollten Langzeitwirkungen an ausgewählten Arten und auf das Ökosystem ausgeweitet werden. Laborexperimente und Feldstudien unter kontrollierten Feldstärkebedingungen an weiteren ökologischen Gruppen würden eine solide Basis für zukünftige Erkenntnisse liefern.

Quelle:

Cucurachi S, Tamis WL, Vijver MG, W.J.G.M. Peijnenburg WJ, Bolte JF, de Snoo GR (2013): A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). *Environmental International* 51, 116–140

Hochfrequenzwirkung auf die Entwicklung

Mobilfunkfrequenzen verändern Temperaturregulation

An jungen Ratten wurde festgestellt, dass chronisch einwirkende Mobilfunkstrahlung (900 und 1800 MHz) Wärmeregulation und Futteraufnahme beeinflussen.

Temperaturausgleich ist ein wichtiger Faktor während der Entwicklung von wachsenden Organismen, da Energie für vitale Funktionen, für Temperaturregulation und Aufbau des Körpergewebes benötigt wird. Energieeintrag, -speicherung (im Schlaf), -verteilung und -verbrauch werden im Hypothalamus kontrolliert. Bei Ratten weiß man, dass sie umso länger schlafen, je mehr Futter sie aufgenommen haben. Bei geringen Außentemperaturen wird mehr Futter aufgenommen, um Energiereserven anzulegen. Diese Studie untersuchte die Reaktion dieser Thermoregulation unter Einwirkung von Mobilfunkstrahlung geringer Feldstärken (unterhalb der thermischen Schwelle) auf Schlaf, Energieeintrag und Temperaturregulation, die die Körpertemperatur während der Entwicklung im Gleichgewicht halten. Nach 5 Wochen Bestrahlung bei 24 °C wurden die Tiere bei 31 °C weiter bestrahlt. Dafür wurden 2 x 8 drei Wochen alte Ratten 5 Wochen lang kontinuierlicher Mobilfunkstrahlung von 1 V/m (806–960 MHz und 1710–2700 MHz des Basisstation-Kanals, SAR 0,3 mW/kg für 3 Wochen alte, 0,1 mW/kg für 8 Wochen alte Tiere) ausgesetzt. Das ist der thermoneutrale Bereich bei Ratten, in dem der Temperaturverlust über die Haut durch Spannungsänderung der peripheren Gefäße gemessen werden kann. 2 x 8 Ratten dienten als Kontrollen. Die Strahlung wirkte 23,5 Stunden pro Tag ein, eine halbe Stunde wurde während der Versorgung der Tiere abgeschaltet. Die Messungen erfolgten am Rattenschwanz.

Die Ergebnisse: Die bestrahlten Tiere hatten eine signifikant niedrigere Temperatur in der Haut des Schwanzes in allen Schlafphasen als die Kontrolltiere. Das deutet auf periphere Gefäßverengung hin, was durch ein Experiment mit einem gefäßerweiternden Medikament bestätigt wurde. Die bestrahlten Tiere nahmen am Tag auch mehr Nahrung auf als die

Kontrolltiere. Anzahl und Dauer der REM-Phasen waren höher bei 31 °C als bei 24 °C, ebenso die Signalstärke im Sigma-Band (11,0–16,00 Hz). Das war besonders deutlich im Non-REM-Schlaf und scheint eine spezifische Eigenschaft bei schlafenden Ratten zu sein. Weiter wurde eine höhere Anzahl der REM-Schlaf-Phasen durch die Strahlung beobachtet, was zum Anstieg der Wachphasen führt (die Reaktivität nimmt ab in der REM-Schlaf-Phase, da sind die Tiere auch empfindlicher gegenüber Stress von außen).

Die Studie zeigt auch, dass die verschiedenen Wirkungen auf den Schlaf temperaturabhängig sind. Das könnte ein Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse in der Literatur sein. Daher ist es immer wichtig, in Experimenten die Temperatur genau zu erfassen und anzugeben. Eines der bemerkenswertesten Ergebnisse ist, dass die Schwanztemperatur bei 31 °C in den bestrahlten Tieren niedriger war als bei den Kontrollen. Die periphere Gefäßspannung wird durch die Hochfrequenzwirkung verringert, denn die Gefäßverengung verschwand nach Injektion der gefäßerweiternden Substanz Prazosin nur in den bestrahlten Tieren. Bei 31 °C ist die periphere Gefäßerweiterung am größten, weil Prazosin keine Wirkung bei den Kontrollen hatte. Der Kontrollmechanismus für die Spannung der peripheren Gefäßmuskulatur wird vom Hypothalamus und anderen Hirnregionen gesteuert, die auch an der Schlafkontrolle beteiligt sind. Peripherer Blutfluss als Hauptregulator für die Temperatur ist somit abhängig von der Schlafphase. In diesem Experiment war die Schwanztemperatur nach Bestrahlung im Wachzustand nicht sehr verschieden. Das heißt, die Bestrahlung wirkt direkt auf peripherer Ebene ohne Beteiligung zentraler Stellen. Die Gefäßverengung durch Mobilfunkstrahlung vermindert den Wärmeverlust des Körpers. Darüber hinaus ist bei 31 °C die Futteraufnahme bei den bestrahlten Tieren höher als bei den Kontrollen. Das fördert die Wärmeerzeugung und Speicherung aufgrund der Gefäßverengung. Diese Ergebnisse weisen demnach stark darauf hin, dass die Mobilfunkstrahlung Mechanismen zur Wärmespeicherung auslöst. Ein Anstieg der Futteraufnahme könnte durch Signale aus der Hautabkühlung und der Gefäßverengung veranlasst werden, denn es ist bekannt, dass die Regulation der Futteraufnahme über negatives Feedback von der Peripherie zum Hypothalamus erfolgt. Der beobachtete Anstieg der REM-Schlaf-Frequenz könnte ebenfalls durch periphere Signale der Hautabkühlung initiiert werden, was einen Wechsel zu Aufwach- oder Non-REM-Phasen nach sich zieht. Es ist auch möglich, dass eine höhere REM-Frequenz Stoffwechselprozesse wie z. B. Lipolyse erleichtern könnte, die durch einen Anstieg des Energieeintrags am Tag induziert werden. Chronische Einwirkung von Mobilfunkstrahlung bei Außentemperaturen von 24 und 31 °C verändert nicht den gesamten Schlaf, aber steigert leicht die Zahl der REM-Schlaf-Phasen. Der Anstieg von peripherer Gefäßverengung fördert die Wärmespeicherung. Zusammen mit der vermehrten Futteraufnahme weist diese thermische Reaktion auf Energiespeicherungsvorgänge hin.

Diese Ergebnisse wurden an jungen Tieren erzielt, die während ihrer Entwicklung bestrahlt wurden, einer Phase, in der sie empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen sind. Man müsste noch untersuchen, ob bei Erwachsenen dieselben Energiespeicherungsvorgänge passieren oder ob das spezifisch für junge Ratten ist. Geklärt werden muss auch, ob die Kabel der Mess-Elektroden einen Einfluss haben.

Quelle:

Pelletier A, Delanaud S, Décima P, Thuroczy G, de Seze R, Cerri M, Bach V, Libert JP, Loos N (2013): Effects of chronic exposure to radiofrequency electromagnetic fields on energy balance in developing rats. *Environmental Science and Pollution Research* 20, 2735–46