

hat. Bekannt ist, dass PEMFs schützende Wirkungen bei Ischämien haben und neue Untersuchungen belegen eine Einwirkung auf das Glutamat-System mit einer gesteigerten neuronalen Erregbarkeit.

Diese Ergebnisse zeigen, dass PEMF-Behandlung verschiedene biologische Wirkungen auf intakte Zellen und Organe bzw. isolierte Membranen hat. Es gibt eine klare zeit- und intensitätsabhängige Wirkung der PEMFs auf die Aktivität der A_{2A} -Adenosinrezeptoren in Rattenhirnen und Nervenzellkulturen. Die Hochregulation durch PEMFs war konstant in den isolierten Membranen und vorübergehend in den Neuronen und ganzen Hirnen. In den Zellen werden die Rezeptoren wieder verwendet, deshalb der vorübergehende Anstieg der A_{2A} -Adenosinrezeptor-Konzentrationen. Dieser Anstieg könnte für das Hirngewebe von großem Vorteil sein, da die Stimulation der A_{2A} -Adenosinrezeptoren fördert positive Wirkungen auf das Überleben und die Lebensfähigkeit von Neuronen.

Quelle: Varani K, Vincenzi F, Targa M, Corciulo C, Fini M, Setti S, Cadossi R, Borea PA (2012): Effect of Pulsed Electromagnetic Field Exposure on Adenosine Receptors in Rat Brain. *Bioelectromagnetics* 33, 279–287

Mobilfunkwirkung auf Insekten

900-MHz-Strahlung beeinträchtigt Gedächtnis bei Ameisen

Sechs Kolonien einer Ameisenart wurden in Experimenten mit 900-MHz-Feldern, ähnlich denen von Mobilfunkanlagen, mehrmals bestrahlt. Die bestrahlten Tiere konnten nach ausreichendem Training kaum einen Zusammenhang zwischen Futter und Geruch herstellen oder sich an markanten Punkten orientieren. Zudem verschwand die Erinnerung schneller unter Mobilfunkeinwirkung.

Sechs Kolonien der Ameisenart *Myrmica sabuleti*, die frisch aus den Ardennen eingesammelt worden waren, wurden den Tests unterzogen. Eine Kolonie enthält eine oder mehrere Königinnen und mehrere hundert Arbeiterinnen. Letztere wurden zur Futtersuche trainiert auf den Geruch von Fenchel und auf einen grünen Würfel zur Orientierung im „Gelände“ (Konditionierung). Dieses Gelände bestand aus Y-förmigen Wegstrecken, wobei Fenchelgeruch und Gegenstand zufallsmäßig in dem einen oder anderen „Arm“ des Ypsilon platziert wurden. Als Futter diente brauner Zucker in der Umgebung des Stocks und als tierische Nahrung Teile von anderen Insekten. Die Bestrahlung erfolgte mit 10 dBm (1 mW) aus 2 Kanälen, das entsprach knapp 1 V/m über jedem Stock. Die Bestrahlung erfolgte mehrmals in verschiedenen Abständen und Zeitspannen. Gemessen wurden die Zeit und die Trefferquote, mit der das Futter gefunden wurde.

Die frischen Kolonien erreichten nach dem Riechtraining ohne Bestrahlung in 4 Tagen die maximalen Quoten von 80–85 %. Ohne Training ging das Gedächtnis dafür nach 3,5 Tagen verloren. Nach Bestrahlung verloren die ersten 17,5 % das Geruchsgedächtnis in 16 Stunden und die letzten 12 % in 23,5 Stunden. Bei der Sicht-Orientierung im Gelände brauchten die Tiere unter normalen Bedingungen 6–7 Tage zum Lernen und erreichten Quoten von 75–80 %. Nach Entfernen des Orientierungspunktes behielten die Tiere das Gedächtnis noch 30 Stunden, dann verminderte es sich, nach einem Tag um 10 % und weitere 5 % nach 3 Tagen. Danach behielten sie 10 % ihres Sicht-Gedächtnisses. Wenn 900-MHz-Strahlung einwirkte, erreichten die Ameisen nach 60 Stunden nur eine Quote von 46–47 %, die selbst nach fast 6 Tagen nicht besser wur-

de. Nach 30 Stunden Erholung erlangten 10 % der Tiere das Gedächtnis zurück innerhalb von 60–70 Stunden und die letzten 5 % nach 3 Tagen. Beim Fortführen des Trainings wurde die erwartete Quote von 75–80 % nicht erreicht, mit 65 % blieb sie 10 % unter den Erwartungen. Nach erneuter Bestrahlung verloren die Tiere 7 % der Erinnerung in 9 Stunden und hatten nach 22 Stunden alles komplett vergessen.

Außerdem wurden physiologische Veränderungen unter der Bestrahlung ausgemacht. Die Tiere bewegten sich langsamer und zögerlich, blieben oft stehen statt zügig ihren Weg zum Futter oder zum Stock zu machen. Manche Tiere hatten einen unsicheren Gang, es wurde weniger Futter gesammelt, die Larven und Nymphen entwickelten sich nicht richtig und starben nach den 4 Bestrahlungsperioden ab, während die unbestrahlten normal bis zum fertigen Tier (Imago) heranwachsen, und etwa 50 Tiere pro Kolonie und eine Königin lagen tot in der Futterecke. Sie waren nicht zum Friedhof transportiert worden, wie es in den normalen Stöcken der Fall ist. Diese Beobachtungen waren nicht erwartet worden, deshalb wurden sie nicht quantitativ erfasst, sie wurden auf Fotos dokumentiert. Zwei Monate nach den Bestrahlungen schienen die Ameisenstöcke gesund zu sein und zeigten normales Verhalten, hatten aber eine geringere Anzahl an Tieren als vor der Bestrahlung. Offensichtlich können die Stöcke sich nicht an die Strahlung anpassen. Eine unerwartete Beobachtung war, dass sich bei einigen Arbeiterinnen Eierstöcke entwickelten.

Man kann die Beobachtungen so zusammenfassen:

Bestrahlte frische Arbeiterinnen waren nicht in der Lage, den erlernten Orientierungspunkt Richtung Futter zu erkennen bzw. im Gedächtnis zu behalten. Nach der Bestrahlung und einer Erholungsphase von 30 Stunden konnten die Ameisen die Verbindung zwischen Futter und Geruch oder Sehen des Orientierungspunktes herstellen, aber sie erreichten nie die erwarteten Quoten. Nach dem Training der Tiere auf Geruch oder Orientierungspunkt ging das Gedächtnis bei den meisten Tieren verloren. Der Verlust erfolgte unter Bestrahlung mit 900 MHz schneller als bei den Ameisen, die nicht weiter trainiert worden waren (Kontrollen). Die Geruchserinnerung verschwand in 23,5 Stunden im Vergleich zu 3,5 Tagen, die Sicht-Orientierung in 22 Stunden im Vergleich zu 4 Tagen. Die bestrahlten Tiere verloren komplett die Fähigkeit, sichtbare Markierungen zu nutzen, während 10 % der normalen untrainierten Tiere diese Fähigkeit dauerhaft behalten. Die 900-MHz-Bestrahlung scheint die Orientierung auf Sicht (Geländegedächtnis) stärker zu vermindern als den Geruchssinn. Die physiologischen Beeinträchtigungen auf Bewegung, Futtersammeln und Entwicklung der Brut durch GSM-900-MHz-Strahlung waren deutlich zu sehen, wenn auch nicht quantifiziert, weil sie unerwartet auftraten.

Man sieht einen chronologischen Verlauf der Beeinträchtigung durch die Mobilfunkstrahlung, auf Konditionierung bzw. Lernen, Verhalten und die Physiologie. Zuerst ist das Lernen behindert, dann ist die Bewegung der Sammlerinnen in ihrem Sammelgebiet beeinträchtigt, dann litt die Brut aufzucht und schließlich starben ungewöhnlich viele Larven und Arbeiterinnen. Bei Ameisen ist das Sicht-Gedächtnis komplexer als der Geruchssinn, d. h. mehr Nervenzellen sind beteiligt als beim Geruchsgedächtnis. Durch die 900-MHz-Strahlung ist der Sehsinn stärker beeinträchtigt als der Geruchssinn. Dass die Konditionierung auf Fenchel sicher eine Konditionierung über den Geruchssinn ist, nicht über das Sehen, erkennt man daran, dass die Arbeiterinnen auf eine wässrige Lösung von Fenchelextrakt reagieren. Diese Ergebnisse und Beobachtungen zeigen, dass 900-MHz-Strahlung eine schwere Beeinträchtigung der Nervenzellen bewirken. Zur Futtersuche wird ein korrekt funktionierendes Gehirn und das anderer Nervenzellen

benötigt. Das gilt auch für das Häuten der Larven und Nymphen. Andere Experimente haben gezeigt, dass 900-MHz-Strahlung auf Zellmembranen einwirkt. Am Ende der Experimente war die Verfassung der 6 Ameisen-Kolonien schlecht, sie stand vor dem Zusammenbruch. Das ist ähnlich wie bei Bienenvölkern, deren Rückgang zu beobachten ist und bei denen auch eine Beteiligung von Hochfrequenzstrahlung in einigen Experimenten nachgewiesen wurde. So gesehen kann man elektromagnetische Strahlung zur Schädlingsbekämpfung auf den Feldern einsetzen, indem man zeitweise Hochfrequenzfelder einschaltet. So kann man die Felder zu ökologischem und ökonomischem Nutzen verwenden.

Quelle: Cammaerts MC, De Doncker P, Patris X, Bellens F, Rachidi Z, Cammaerts D (2012): GSM 900 MHz radiation inhibits ants' association between food sites and encountered cues. *Electromagnetic Biology and Medicine* 31 (2), 151–165

Politik und Wissenschaft

Offizielle Berichte versus unabhängige Forscher

In den letzten Wochen wurden mehrere sehr konträre Berichte zur Wirkung von elektromagnetischer Strahlung herausgebracht, je nach Zugehörigkeit der Autoren mit sehr unterschiedlichen Positionen.

Die **AGNIR-Gruppe**, ein angeblich unabhängiger Rat für nicht-ionisierende Strahlung (Advisory Group on Non-ionising Radiation) unter dem Vorsitz von Prof. A. J. Swerdlow von der Universität London hat den 2. Bericht (der erste erschien 2003) für die britische Gesundheitsbehörde HPA erstellt. Der AGNIR-Bericht ist ein umfangreiches Werk von 348 Seiten (davon 323 Inhalt), datiert mit April 2012. Man kann es sich sparen, auf den vielen Seiten zu lesen, was alles nicht ist. Beispiele: Bezüglich der Zellstudien gibt es „keine belastbaren Beweise für eine Wirkung“, weiter überall keine überzeugenden Beweise, ob Zellwachstum, Apoptose, Enzyme (z. B. ODC) oder Zellprodukte wie ROS oder solche der Genexpression, auch bei Zellmembranwirkungen oder -reaktionen, Proteinveränderungen wie Hitzeschockproteine, Blut-Hirn-Schranke oder Neurotransmitter, EEG oder Leistungsfähigkeit des Gehirns, Spermienqualität oder Embryoentwicklung, epidemiologische Studien – entweder ist nichts oder immer gibt es was zu mäkeln. Die Studien seien oft unzureichend konzipiert, weshalb es zu falsch positiven Ergebnissen kommen könne und es keine konsistenten biologischen Wirkungen unterhalb der Grenzwerte gäbe (S. 318), Tierversuche sind nicht aussagekräftig oder nicht repliziert, Studien am Menschen bezüglich der Hirnreaktionen auf Mobilfunk sind widersprüchlich, bei Kindern gäbe es keine Hinweise auf höhere Empfindlichkeit im Vergleich zu Erwachsenen. Immerhin wird zugegeben, dass die Daten zu gering sind und daher keine endgültigen Aussagen zu treffen möglich sind und weitere Forschung nötig ist. Bei Symptomen selbstberichtete Gesundheitsbeschwerden gibt es methodische Fehler, fehlende statistische Aussagekraft, bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu wenige Untersuchungen, aber keine schädlichen Auswirkungen. Für Krebs durch Mobilfunk gibt es keine Hinweise, aber die Studien sind schlecht, und zu Langzeitwirkung lässt sich noch nichts zu sagen. Auch zu Kinderkrebs gäbe es noch zu wenige Informationen. Wenn vereinzelt Studien in Ordnung sind, sind sie nicht repliziert, sonst sind sie fehlerhaft oder widersprüchlich. Ob das die Spermienqualität betrifft oder sonst was. Als wären alle Forscher dieser Welt auf ihrem eigenen Feld unfähig.

Und das ist ein Bericht, den eine staatliche Einrichtung akzeptiert und veröffentlicht, die eigentlich die Gesundheit der Bürger schützen soll. Die sehr kurze Zusammenfassung am Ende jedes Kapitels reicht zum Überblick, oder man liest nur die einleitende Zusammenfassung, in der es am Ende sinngemäß heißt: Obwohl viele Untersuchungen durchgeführt wurden, gibt es keine überzeugenden Beweise, dass Hochfrequenzfelder unterhalb der Grenzwerte Gesundheitsschäden verursachen, weder bei Erwachsenen noch bei Kindern; nachzulesen unter

http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1317133826368

Ein Kommentar zu diesem Bericht wurde am 3. Mai 2012 von **Prof. Leszczynski** in der *Washington Times* veröffentlicht (<http://communities.washingtontimes.com/neighborhood/between-rock-and-hard-place/2012/may/3/uk-hpa-report-cell-phones-health-not-what-it-claim/>). „Der Bericht der britischen Gesundheitsbehörde zu Mobilfunk und Gesundheit ist nicht, was er zu sein scheint“. Leszczynskis Ansicht dazu: Wenn man den Bericht liest, hat man ein surreales Erlebnis. Haben die Autoren die gelesenen Studien nicht verstanden oder hatten sie schon vorher ihre Schlüsse gezogen? Es käme einem vor, als wäre der Bericht eine Wunschliste von jemandem, der unbedingt festgestellt wissen will, es gibt keine Gesundheitsprobleme durch Mobilfunk und die wird es auch nie geben. Alle Aussagen zu Epidemiologie, Tier- und Menschenstudien sind nicht in Ordnung. Es gibt eine Diskrepanz zwischen Wissenschaft und der Interpretation der Ergebnisse. Aber noch etwas anderes ist in diesem Bericht völlig falsch und interessant, nämlich etwas, was nicht diskutiert wurde: Es wird nicht erwähnt, dass die IARC Mobilfunkstrahlung als „möglicherweise Krebs erregend“ eingestuft hat, als hätte die Einstufung nicht stattgefunden. Es ist klar, dass die AGNIR-Mitglieder nicht mit der Einstufung einverstanden sind und deshalb wird diese unbequeme Tatsache ignoriert. Das zeigt die voreingenommene Haltung. Aber die IARC-Einstufung ist nicht das Einzige, was fehlt. In dem Bericht würde zwar behauptet, er sei der umfassendste seit 2003 (dem Jahr des ersten AGNIR-Berichts), aber viele wichtige wissenschaftliche Studien – z. B. seine eigenen – sind nicht enthalten. Ob sie vergessen worden seien? Leszczynski glaubt das nicht. Entgegen der Ankündigung der HPA ist der Bericht einseitig, die Leser sollen in die Irre geführt werden. Leszczynski empfiehlt, die Literaturangaben durchzulesen, da erlebe man unerwartete Überraschungen. Eines scheint für Leszczynski klar: Dieser Bericht ist nicht umfassend, sondern er ist voreingenommen. In dieser Kolumne bedauert Leszczynski auch, dass nur wenige Wissenschaftler bereit sind, sich in Internet-Foren zu Wort zu melden. Dadurch werde das Feld den Journalisten überlassen, die nicht die nötige Qualifikation haben, um die Sachverhalte angemessen darzustellen.

Am 26. April geben die britischen Mobilfunk-Betreiber über ihren Verband **Mobile Operators Association (MOA)** bekannt, dass sie den Bericht der angeblich „unabhängigen Advisory Group on Non Ionising Radiation (AGNIR)“ begrüßen, denn die Gruppe habe „trotz 20-jähriger Forschung mit vielen Studien keine überzeugenden Beweise für Gesundheitsrisiken durch die Mobilfunktechnologie gefunden“. Es gibt zusätzlich einen Hinweis, dass die britischen Mobilfunkbetreiber weitere Forschung finanzieren, z. B. die internationale COSMOS-Studie (Cohort Study on Mobile Phone Use and Health).

Im Gegensatz zu den Verharmlosungen stehen auch zwei weitere Veröffentlichungen, die kürzlich erschienen sind: eine im Internet im März von dem emeritierten Professor Andrew Goldworthy vom renommierten Imperial College in London und die andere in der Zeitschrift *Umwelt – Medizin – Gesell-*