

hatten die 17 mit geringer Strahlenbelastung keine Schäden ( $8\text{--}50 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ,  $0,054\text{--}0,137 \text{ V}/\text{m}$ ), 13 Bäume standen im Strahlungsbereich von ein oder mehr Basisstationen, davon hatten 6 nur an der zum Mast gerichteten Seite Schäden und 5 hatten Schäden an anderen Stellen. Die Werte dort betragen  $40\text{--}4600 \mu\text{W}/\text{m}^2$  ( $0,122\text{--}1,316 \text{ V}/\text{m}$ ). Die 30 Bäume mit geringer Belastung in Bereichen mit Abschirmung von Bergen, Gebäuden oder Bäumen hatten keine Schäden, gemessen wurden  $3\text{--}40 \mu\text{W}/\text{m}^2$  ( $0,033\text{--}0,122 \text{ V}/\text{m}$ ).

Von den 120 Bäumen sind die mit dem geringsten Abstand zu den Antennen normalerweise den höchsten Feldstärken ausgesetzt, in den Städten aber manchmal geringeren als erwartet. Das heißt, Messungen in der Nähe von Antennen können sehr unterschiedliche Werte ergeben, während große Entfernungen immer niedrige Werte zeigen. Die statistische Auswertung zeigt, dass elektromagnetische Strahlung von Mobilfunk-Basisstationen schädlich für Bäume ist. Diese Ergebnisse stimmen mit der Tatsache überein, dass die Baumschäden durch Mobilfunk an einer Seite beginnen und sich mit der Zeit auf den ganzen Baum ausdehnen.

In dieser Studie wurden Laub- und Nadelbäume unter realen Strahlungsbelastungen durch Mobilfunkmasten untersucht, auf denen Antennen von GSM 900 und 1800 MHz, UMTS, LTE und TETRA angebracht sind. Allgemein ist in dieser Studie herausgekommen, dass die Schäden in Bereichen mit hoher Strahlenbelastung größer sind und diese treten an der Stelle mit geringstem Abstand zum Mast auf. Man fand eine Korrelation zwischen Bereich der Schädigung und Höhe der Feldstärken und gleichzeitig gibt es Informationen über die Verteilung der Strahlung in einer Stadt. Für diese Studie war es von Vorteil, dass schon 2006 Baumschäden in der Nähe von Basisstationen erfasst worden waren. Starke Baumschäden traten in der Nähe der Masten auf, die nicht auf andere Schadfaktoren zurückgehen, denn dann würden sie den gesamten Baum betreffen und nicht, wie hier, nur einen Teil des Baums, und zwar den Teil, der der Strahlung direkt ausgesetzt ist. Welche Signale welche Wirkung haben, kann nicht beantwortet werden. Studien haben gezeigt, dass schon Felder von  $5 \text{ V}/\text{m}$  morphologische Reaktionen auslösen können, dass Enzymaktivitäten, Membranpotenziale, Genexpression und andere Stoffwechselprozesse in Pflanzen verändert werden. Baumschäden wie in Bamberg und Hallstadt wurden auch in anderen Städten in Deutschland und anderen Ländern gefunden.

In dieser Studie wurde ein hoher Anteil von Baumschäden in der Nähe von Mobilfunkbasisstationen festgestellt. Vorhergehende Laborstudien hatten schon schädigende Wirkungen von Mobilfunkstrahlung ergeben. Diese frühen Warnsignale blieben folgenlos und man setzte die Installationen von Basisstationen fort ohne Beachtung von Umweltbeeinträchtigungen.

Die an den Bäumen gefundenen einseitigen Schädigungen waren immer an Stellen der Bäume zu sehen, die immer Sichtkontakt zu den Mobilfunkmasten hatten. Wurzelschäden durch Bodenarbeiten und Luftschadstoffe konnten als Ursache ausgeschlossen werden. Auch statistische Analysen zeigten, dass elektromagnetische Strahlung von Mobilfunkmasten schädlich für Bäume ist. Die Messergebnisse stimmen mit der Tatsache überein, dass die Schäden an Bäumen üblicherweise an einer Stelle beginnen und sich mit der Zeit auf den ganzen Baum ausweiten. Das Auftreten der einseitigen Schädigung ist der wichtigste Faktor in dieser Studie und ein wichtiges Argument für einen ursächlichen Zusammenhang mit der Mobilfunkstrahlung. Es handelt sich um nicht-thermische Wirkungen. Das bedeutet eine Gefahr für Bäume weltweit. Weitere Errichtung von Mobilfunkmasten sollte

gestoppt werden und weitere Forschung zu Bäumen in der realen Situation sollte erfolgen.

Diese Arbeit wurde ohne jede finanzielle Unterstützung, mit Hilfe von Forschern der Universität Madrid durchgeführt und dem verstorbenen mutigen schwedischen Forscher Örjan Hallberg gewidmet.

#### Quelle:

Waldmann-Selsam C, Balmori-de la Puente A, Breunig H, Balmori A (2016): Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations. *Science of the Total Environment* 572, 554–569

### Mobilfunkwirkung

## 900-MHz-Strahlung schädigt Leber und Blut von Ratten

**In diesem Experiment wurden Leber und Blut von männlichen und weiblichen Ratten, deren Mütter während der Trächtigkeit mit 900 MHz bestrahlt worden waren, auf Schädigungen in Leberzellen und Blut und auf Veränderungen von Enzymen untersucht. Man konnte Schäden feststellen, die noch bei den erwachsenen Tieren nachweisbar waren.**

Hochfrequenzstrahlung im Bereich 900–2100 MHz kann in lebendem Gewebe oxidativen Stress mit der Bildung von reaktiven Sauerstoffmolekülen (reactive oxygen species, ROS) hervorrufen und das Gewebe schädigen. Durch ROS werden Biomoleküle wie Lipide, DNA und Proteine in den Zellen oxidiert. ROS können Lipidperoxidation auslösen und die Glutathion- und Malondialdehyd-Konzentrationen verändern. Malondialdehyd (MDA) ist ein Abbauprodukt bei der Oxidation von ungesättigten Fettsäuren und kann deshalb als Marker für oxidativen Stress herangezogen werden. Glutathion (GSH) ist dagegen ein Marker für Antioxidantien. Ein Anstieg der Leberenzyme Alaninaminotransferase (ALT) und Aspartataminotransferase (AST) im Blut deutet auf Leberschäden hin. Ergebnisse mehrerer biochemischer und histopathologischer Tierversuche haben gezeigt, dass elektromagnetische Felder Gewebeschäden verursachen, deshalb wurden hier Blut und Lebergewebe von 60 Tage alten männlichen und weiblichen Ratten untersucht, die im Mutterleib mit 900 MHz bestrahlt worden waren.

Zunächst wurden 6 trächtige Ratten eingesetzt und in 2 Gruppen geteilt, 3 dienten als unbestrahlte Kontrolle und 3 wurden bestrahlt. Die Bestrahlung erfolgte mit 900 MHz im Sprach-Modus für 24 Stunden pro Tag 20 Tage lang. Die Antenne war unter den Käfigen angebracht. Das Gerät strahlte mit einer Leistung von 2 W, die Ganzkörper-SAR betrug durchschnittlich  $0,087 \text{ W}/\text{kg}$ . Danach wurden 7 männliche und 7 weibliche Nachkommen beider Gruppen im Alter von 60 Tagen herausgenommen, um Leber und Blut auf histochemische und histopathologische Parameter zu untersuchen. Das Lebergewebe wurde nach Färbung im Blindverfahren von 2 Biologen im Lichtmikroskop durchgemustert und fotografiert. Die Bestimmung von MDA, GSH und Apoptose erfolgte im homogenisierten Gewebe, die von ALT und AST im Blut.

Es gab einen signifikanten Anstieg von MDA bei gleichzeitiger signifikanter Abnahme von GSH in der Leber der bestrahlten Tiere im Vergleich zur unbestrahlten Gruppe. Die Werte waren bei beiden Geschlechtern etwa gleich. Die Aktivitäten der Enzyme Alaninaminotransferase (ALT) und

Aspartataminotransferase (AST) im Blutserum waren signifikant erhöht.

Im Mikroskop war histopathologisch in den Lebern der bestrahlten Tiere starke Degeneration der Leberzellen in Form von Vakuolen im Zytoplasma, Ödemen und geschrumpften Zellkernen zu sehen. Es gab Einwanderung von Neutrophilen und Lymphozyten in die geschädigten Bereiche. Der Pfortader-Bereich zeigte erweiterte und verstopfte Venen und verdickte Arterienwände mit einigen vakuolisierten Leberzellen. Die Endothel- und Kupfferzellen waren geschwollen. Um die Zentralvene der Leberläppchen herum gab es nekrotische Leberzellen. Der Apoptose-Marker Caspase-3 war nicht-signifikant erhöht in den bestrahlten Geweben. Die Kontrollen zeigten keine Leberzellschädigungen.

Es scheint, dass elektromagnetische Felder bei Langzeitbestrahlung Schäden in biologischen Systemen hervorrufen durch Erhöhung der Freien Radikale, die zu Lipidperoxidation führen. Die Ergebnisse, dass die Konzentration von MDA anstieg und GSH abnahm, zeigen klar eine schädigende Wirkung der Strahlung. GSH reagiert mit freien Radikalen, die bei der Lipidperoxidation durch die 900-MHz-Felder entstanden sind. GSH wird verbraucht, um oxidative Schädigung der Zellen zu verhindern. Die Plasmakonzentrationen von ALT und AST steigen an, weil die Leberzellen geschädigt sind, möglicherweise weil die Zellmembranen der Leberzellen geschädigt, d. h. durchlässig geworden sind. Mehrere Forscher haben ähnliche Ergebnisse erzielt, deshalb kann man schließen, dass 900-MHz-Strahlung degenerative und nekrotische Schädigungen durch thermische und nicht-thermische Wirkungen hervorruft, sichtbar an Überproduktion von ROS, DNA-Schäden und Apoptose (die von anderen signifikant, hier nur nicht-signifikant gefunden wurde). Eine intrauterine 900-MHz-Bestrahlung der Mütter kann bei den Nachkommen zu Leberschäden führen, die noch beim erwachsenen Tier feststellbar sind.

#### Quelle:

Yilmaz A, Tumkaya L, Akyildiz KA, Kalkan Y, Bodur AF, Sargin F, Efe H, Uydu HA, Yazici ZA (2016): Lasting hepatotoxic effects of prenatal mobile phone exposure. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, DOI: 10.1080/14767058.2016.1214124

### Elektrohypersensibilität

## Mobilfunk als Hochrisiko-Technologie

**Juristisch seien die neuen, epidemisch auftretenden Volkskrankheiten (Burnout, Stress, Kopfschmerzen u.a.) als Gemeingefahr zu betrachten. Zu den Ursachen gehören auch die Auswirkungen des Mobilfunks. Die beiden Autoren, Richter a. D. am Verwaltungsgericht Freiburg, B. I. Budzinski, und Professor em. Dr. med. habil. für experimentelle und klinische pathologische Physiologie an der Charité Berlin, Karl Hecht, beleuchten den heutigen Stand der Wissenschaft und die politische Lage.**

Millionen Menschen, auch Kinder, klagen über Befindlichkeitsstörungen. Die neue Volkskrankheit „Burnout“ breitet sich aus, aber nach den Ursachen für dieses epidemische Auftreten werde kaum gesucht. Nahe liegende Umweltfaktoren würden ausgeblendet, der Stress selbst, die Arbeitswelt und die gesellschaftliche Umgebung seien verantwortlich. So mancher wird als Hypochonder eingeschätzt, da doch der Stress heutzutage geringer sein sollte. So beginnt die Ab-

handlung der beiden Autoren und sie stellen 2 Fragen: 1. Gibt es vielleicht etwas zu verbergen und sind 2. umweltrechtliche Konsequenzen zu ziehen?

Häufig werden den Betroffenen in den Medien eingebildete Krankheiten unterstellt. Kopfschmerzen als Einbildung? Die Situation erfordert eigentlich epidemiologische Untersuchungen durch die Gesundheitsbehörden. Ansatzpunkte wären Umweltfaktoren wie Gen- und Nanotechnik, Platin aus Katalysatoren, Feinstaub, Chemikalien aller Art, PET in Getränken, Bisphenol, Glyphosat, verbliebene Bleigehalte aus Benzin, neuartige Pestizide, nicht-ionisierende Strahlung von ca. 300000 Mobilfunkanlagen und schwache ionisierende Strahlung aus Kernkraftwerken. Die Autoren fragen, warum die Gesundheitsbehörden nicht reagieren und ob von der Verschlechterung der Volksgesundheit abgelenkt werden soll – auf wessen Veranlassung? Neue Technologien würden meist ohne ausreichende Gefahrenforschung eingeführt; Beispiele sind Nano-Technologie und Mobilfunk, letzterer als größter allgegenwärtiger Umweltfaktor. Es gebe einen zeitlichen Zusammenhang zwischen den neuen Volkskrankheiten Kopfschmerz, Schlaflosigkeit, Depressionen und Burnout mit dem starken Ausbau des Mobilfunks in den letzten 10 Jahren. Das werde von offizieller Seite „auffallend strikt“ nicht thematisiert, obwohl es aussagekräftige Untersuchungen dazu gibt und auch Mechanismen unterhalb der Grenzwerte bekannt sind (z. B. oxidativer Stress, Beeinflussung des Nervensystems, Störungen der Fruchtbarkeit).

Von rechtlicher Seite müssten jene, die behaupten, diese Wirkungen gäbe es nicht, und jene, deren Anlagen Symptome auslösen, dies beweisen. Trotzdem beriefen sich Politiker und Entscheidungsträger auf das längst überholte „Factsheet 296“ der WHO, in dem den Elektrosensiblen Psychotherapie empfohlen wird. Ein Beispiel zeige dagegen eine andere Seite: Burnout und Depressionen des viel mobil telefonierenden Präsidenten des Mobilfunkbetreibers Swisscom, der 2011 erhängt aufgefunden wurde. Wissenschaftliche Untersuchungen, die schädliche Wirkungen gefunden hatten, werden verunglimpft (REFLEX-Studie u. a.), Ämtervergabe „Zur Sicherung des Strahlenschutzes“ wird zumindest fragwürdig praktiziert, gezeigt an den Personalien Repacholi und Bernhardt. „... Aussagen der Genannten und sich auf sie berufender Wissenschaftler und Institutionen sind daher wegen institutioneller Voreingenommenheit angreifbar und allenfalls bedingt gerichtsverwertbar.“ Es werden viele Beispiele der Verflechtungen von Industrie, Behörden, Wissenschaft und Politik, auch glaubhafte Ergebnisse seriöser Wissenschaftler sowie einschlägige Gerichtsverfahren beschrieben, die einen aufschlussreichen Überblick über die derzeitige politische und rechtliche Lage geben.

In den Schlussfolgerungen wird klar gesagt, dass die verspürten Krankheitserscheinungen in der Bevölkerung (laut DIE ZEIT 2014 82 %) einen realen Hintergrund haben und Züge einer Gemeingefahr aufweisen. Darunter lasse sich „die ‚Elektrohypersensibilität‘ ebenso wenig wie die sog. Lichtallergie oder die Burnout-Schädigung von RADAR-Soldaten (BVerwG 2014) als ‚Phantom‘ abtun, sondern ist heute der nicht-ionisierenden Mikrowellenstrahlung, wie sie auch der Mobilfunk verwendet, zuzurechnen, weil diese nachgewiesenermaßen das zentrale Nervensystem beeinflusst.“ Das „factsheet 296“ der WHO sei ein Zweckpapier, unseriös, menschenunwürdig und offensichtlich überholt. Der Mobilfunkbetrieb sei als Hochrisiko-Technologie einzustufen und müsse so ausgestaltet werden, „dass er von den Versicherern erstmals auch gegen strahlenbedingte Gesundheitsgefahren versichert wird.“ Bei weiterer Untätigkeit sollten befugte Umweltverbände prüfen, ob Klage gegen die Bundesregie-