

Kurzbericht zum internationalen Workshop
vom 17. bis 19. November 2008 in Stuttgart

Offene Fragen in der Forschung zu biologischen und gesundheitsrelevanten Effekten von Hochfrequenzfeldern niedriger Intensitäten

Lutz Haberland

Motivation für diese Veranstaltung war die Suche nach und die Eingrenzung von Forschungsschwerpunkten, die aus wissenschaftlicher Sicht bevorzugt in nächster Zukunft angegangen werden sollten. Dabei war von den Organisatoren eine Auswahl von Themen vorgegeben worden, die in Übersichtsvorträgen und in Einzelreferaten zu ganz spezifischen Studien, aber vor allem in ausführlichen Diskussionen, genauer betrachtet wurden. Diese Themen umfassten:

- **Kinder und andere spezielle Gruppen,**
- **Langzeitstudien an Tieren und ihre Übertragbarkeit auf den Menschen,**
- **In-vitro-Experimente zur Suche nach biologischen und biophysikalischen Mechanismen,**
- **Mikrodosimetrie mit Schwerpunkt auf mikrothermischen Effekten.**

Gerd Friedrich begrüßte als Geschäftsführer der FGF die 58 Teilnehmer aus Europa, Israel, den USA und Australien und wünschte allen intensive und fruchtbare Diskussionen. Bereits seit sieben Jahren in Folge finden Workshops zu relevanten Themen auf dem Gebiet der biologischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) in Baden-Württemberg statt – gemeinsam organisiert vom Landesumweltministerium und der FGF. **Martin Kneisel** vom Umweltministerium (Ref. 43: Gebiets-

und verkehrsbezogener Immissionsschutz, Lärm) ging in seinem Grußwort auf den Abschluss des Deutschen Mobilfunk-Forschungsprogramms ein und kündigte für die Jahre 2009 und 2010 ein weiteres Funkwellen-Messprojekt in Baden-Württemberg an, das die Daten aus den Messungen der Jahre 2002 bis 2003 überprüfen soll. Kneisel hofft, zum geplanten gemeinsamen Workshop im nächsten Jahr schon erste Messdaten vorstellen zu können.

Eine ausführliche Zusammenfassung der Referate und Diskussionen ist dem Rapporteursbericht vorbehalten, den Sie in der online-Ausgabe dieses Newsletters finden. Im Folgenden wird lediglich ein kurzer Überblick zu den behandelten Themen gegeben.

Dem Thema Kinder und HF-EMF wird seit geraumer Zeit verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet, wobei sich dies bislang besonders auf dosimetrische Berechnungen und Expositionsabschätzungen bezieht. **Andreas Christ** aus der Schweiz und **Joe Wiart** aus Frankreich stellten den diesbezüglichen Stand der Forschung dar, der sich auf immer realitätskonformere Kindermodelle konzentriert. Die verfügbaren Modellberechnungen deuten auf eine große Variabilität der Expositionen je nach individueller Kopf- und Körperform von Kindern (und Erwachsenen) hin,

wobei sich für Kleinkinder eine signifikant höhere Leistungsabsorption im Vergleich zu Älteren ergibt – sobald man insbesondere kleine Körpervolumina betrachtet (1 Gramm Körpermasse). Laufende Forschungsanstrengungen zielen unter anderem auf den Einfluss der Ohrmuschel auf die Absorption von HF-



EMF und die Modellierungen von schwangeren Frauen. Die Berechnung möglicher Expositionen der Embryonen beziehungsweise frühen Feten wurde nicht adressiert. Laborstudien und epidemiologische Untersuchungen zu Kindern sind nach **Martin Röösl** aus der Schweiz immer noch selten, die vorhandenen deuten aber eher auf keine im Vergleich zu Erwachsenen besondere Empfindlichkeit gegenüber HF-EMF. Mehrere epidemiologische Studien laufen derzeit beziehungsweise sollen in Kürze starten.

Geza Benke gab diesbezüglich einen Überblick zur Situation in Australien und stellte erste Resultate des MoRPhEUS-Projektes vor, das sich mit kognitiven Effekten auf Kinder beschäftigt. Der dazu genutzte Fragebogen orientiert sich an der INTERPHONE-Studie. Ein interessantes Ergebnis ist, dass häufige Mobilfunknutzer unter den 11- bis 15jährigen reaktionsschneller sind, aber auch mehr Fehler machen. Dies führen die Autoren allerdings nicht auf einen direkten Effekt der HF-EMF zurück, sondern begründen dies mit einer einhergehenden Verhaltensänderung in Richtung höherer Impulsivität beziehungsweise verstärktem Lernen durch häufige Nutzung. Begründung: Die Resultate waren für das Telefonieren mit dem Handy am Kopf ähnlich derer für das Schreiben von Kurznachrichten mit dem Handy in der Hand.

Die möglichen Einflüsse auf den Schlaf von älteren Personen zu untersuchen empfehlen **Heidi Danker-Hopfe** und Kollegen aus Berlin. Sie begründen dies mit der erhöhten Anfälligkeit von Älteren auf Schlafstörungen und damit einhergehend einer angenommenen höheren Wahrscheinlichkeit HF-EMF-bezogene Einwirkungen zu entdecken.

Tierversuche zur Untersuchung von Kind-spezifischen Effekten favorisiert **Carmela Marino** aus Italien. Sie stellte eine Versuchsanordnung vor, die neugeborene Ratten unter WiFi-Bedingungen erforscht. Ein erster Pilotversuch

verlief erfolgreich, nun sollen ausführliche Experimente folgen.

Die Session zu Langzeitversuchen mit Tieren und ihre Übertragbarkeit auf den Menschen eröffneten **Clemens Dasenbrock** und **Jochen Buschmann** aus Hannover. Sie präsentierten die Perform-A-Studien und

Gentoxizitätsversuche (Mikronukleus-Tests) an der Maus, die keine Effekte nachwiesen mit Ausnahme einer marginalen Beeinflussung der Entwicklung von durch DMBA induzierten Mammatumoren. Zur Sprache kam auch eine schon im Frühjahr in Berlin vorgestellte Pilotstudie zum HF-EMF-Einfluss (UMTS) auf mit der krebserzeugenden Chemikalie ENU vorbehandelte Mäuse. Die dabei teilweise gefundenen erhöhten Krebsraten müssen noch abgeklärt werden. Weitere Untersuchungen an immobilisierten Mäusen zeigten, dass SAR-Werte um die 6 W/kg ausreichten, um deutliche Körpertemperaturerhöhungen hervorzurufen. Die Ergebnisse eines von der FGF geförderten Projektes mit freilaufenden Ratten wurden großenteils vorgestellt, sie müssen jedoch noch in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift veröffentlicht werden.

Alexander Lerchl aus Bremen stellte die Ergebnisse der Untersuchungen seiner Arbeitsgruppe zu Hamstern und Mäusen vor, die vor allem auf Effekte bezüglich Krebsbildung, Fruchtbarkeit und Entwicklungsstörungen getestet wurden. Dahingehend konnte kein HF-EMF-Einfluss berichtet werden; Effekte auf die Thermoregulation bei höheren SAR-Werten werden derzeit untersucht.

Seit nunmehr elf Jahren untersuchen **Christian Bartsch** und Kollegen aus Tübingen Einflüsse von HF-EMF auf Ratten bezüglich Überleben und Krebs. Während die meisten Untersuchungen keine Beziehung nachweisen konnten, weisen einige Experimente auf eine veränderte Tumorverteilung hin. Diese Ergebnisse werden derzeit unter Berücksichtigung der zur Untersuchungszeit wirkenden Sonnenaktivität nachuntersucht, weitere Studien sollen folgen.

Eine über 20 Millionen Dollar teure Untersuchungsreihe zum HF-EMF-Einfluss auf Ratten und Mäuse soll in den nächsten Wochen starten. **David McCormick** aus Chicago/USA stellte die Einzelheiten dieses Projektes vor. Diskussionen gab es unter anderem zur fehlenden

Verblindung, die aufgrund der Größe des Projektes von den Durchführenden als nicht nötig erachtet wird.

Wolfgang Dekant aus Würzburg präsentierte den toxikologischen Ansatz bei der Testung von Chemikalien mit Tierversuchen. Er kam zum Schluss, dass solche Studien grundsätzlich mit Gentoxizitäts-Tests und Experimenten zur Aufklärung von Mechanismen kombiniert werden sollen; epidemiologische Studien haben seiner Meinung nach einen nur geringen Nutzen bei der Wirkungsuntersuchung auf geringe Dosen.

Den Workshopteil zu In-vitro-Untersuchungen leitete **Matthias Gaestel** aus Hannover mit einer Übersichtsarbeit zum HF-EMF-Einfluss auf Stressproteine ein (auch als Hitzeschockproteine, HSP, bekannt). Dieses von der FGF geförderte Projekt fokussierte unter anderem auf die Unterscheidbarkeit von thermischen und nicht-thermischen Effekten. Das dazugehörige Manuskript wird in Kürze in einer Zeitschrift (peer-reviewed) eingereicht werden.

Rony Seger präsentierte die Ergebnisse aus achtjähriger Forschung zum HF-EMF-Einfluss (875 MHz) auf die ERK (Extracellular-signal Regulated Kinasen, eine Enzymfamilie, die bei der Regulation von Zellteilung und -differenzierung beteiligt ist, nachdem sie durch extrazelluläre Einflüsse angeschaltet wurde). Seine Arbeitsgruppe fand eine kurzzeitige Erhöhung der ERK-Aktivität, die nicht auf Temperaturänderungen zurückgeführt werden kann. Die Diskussion zur Dosimetrie der HF-Exposition blieb ohne Ergebnis, die biologischen Ergebnisse wurden von den Fachleuten jedoch als überzeugend eingestuft.

Eine biotechnologische Anwendung von HF-EMF stellte **Magnus Jäger** aus Potsdam vor, hierbei werden biologische Zellen mittels Feldern hoher Intensität (um 50 kV/m, was SAR-Werten von mehr als 100 W/kg entspricht) bewegt und sortiert. Die dabei auftretenden Temperaturerhöhungen können durch die Miniaturisierung der Experimentier-Chips und die damit einhergehende relative Oberflächenvergrößerung beherrscht werden. Die Überlebensfähigkeit der dabei verwendeten Zellen wurde in Langzeitversuchen getestet. Nicht-thermische Effekte, nämlich die Beeinflussung des Membranpotentials, verschwinden ab Frequenzen von circa 8 MHz.

Eine Einführung in die Mikrodosimetrie im sub-zellulären Bereich gab **Jan Gimsa** aus Rostock. Die Forschungen seiner Arbeitsgruppe zeigen einen bisher nicht bekannten Absorptionsanstieg von HF-EMF innerhalb der Membran aufgrund ihrer Heterogenität (verschiedene Lipidgruppen

und Proteine sowie deren Anordnung). Ob dies biologische Auswirkungen haben könnte, ist noch unklar.

Zu verstärkter HF-EMF-Absorption in bestimmten Salzwassertropfen, die in Öl gemischt sind (als Emulsion) sprach **Markus Antonietti** aus Potsdam. Seine Veröffentlichung hatte vor zwei Jahren durch den überzogenen Vergleich mit Gehirnstrukturen für relativ großes mediales Echo gesorgt. Die physikalischen Ursachen für diesen Effekt sind noch nicht aufgeklärt, und eine Übertragbarkeit auf biologische Systeme ist derzeit rein hypothetisch. Allerdings wird eine Anwendbarkeit für die effektive Mikrowellenerwärmung von Fertignahrung und für Radarabsorptionsmaterialien gesehen.

Der letzte Halbtage wurde unter ausdauernder und stimulierender Leitung von **Bernard Veyret** zu einem freien Meinungsaustausch genutzt mit dem Ziel, etwaigen



Forschungsbedarf zu definieren. Nicht überraschend bestand Konsens darin, dass es momentan keinen Beweis für eine schädliche Wirkung von HF-EMF im Bereich der Grenzwerte gibt, man aber auch die Unschädlichkeit nicht beweisen kann. Weniger Übereinstimmung gab es bei den Fragen, inwieweit und in welchen Bereichen noch Forschungsanstrengungen aus wissenschaftlicher Sicht nötig und angebracht erscheinen. Von Jochen Buschmann kam der Vorschlag, die Forschung mindestens europaweit zu bündeln und einheitlich zu planen, wie es ähnlich auf dem Gebiet der chemischen Toxizitätstestung unter Nutzung von Richtlinienstudien geleistet wird. Dafür erscheint ihm die FGF als die geeignete Institution als Initiator und Koordinator solch einer Aktion.

Die ausführliche Behandlung der Diskussionen des Workshops verbleibt dem Rapporteursbericht in der online-Ausgabe des Newsletters. Es sei auch auf die Lektüre der Kurzfassungen und Präsentationen verwiesen, erhältlich unter: <http://www.fgf.de/forschungsprojekte/workshops.html>

Dipl.-Biophys. Lutz Haberland, FGF e. V.