

„Ge of Radiofre Lessons

Genotoxische
Effekte hoch-
frequenter Felder –
Lektionen aus den
widersprüchlichen
Ergebnissen

Lutz Haberland

Untersuchungen zum Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) auf das Genom menschlicher und tierischer Zellen erbrachten in den letzten Jahren unterschiedliche, zum Teil sogar widersprüchliche Ergebnisse. Von besonderem Interesse sind hierbei die Ergebnisse der genotoxischen Studien aus dem Europäischen REFLEX-Projekt und deren Replikationsversuche, da hier in den meisten Fällen mit den gleichen Methoden, Zelllinien und Expositionsanlagen gearbeitet wurde. Die Resultate differieren jedoch zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen in unterschiedlichem Maße.



zum Workshop

notoxic Effects quency Fields – from the Conflicting Results

Diese Diskrepanz nahm die FGF zum Anlass, um Vertreter aller beteiligten Forschergruppen und weitere Experten zu einem wissenschaftlichen Workshop am 11. Mai 2007 in den Räumen des Bundesamtes für Strahlenschutz, Neuherberg bei München, einzuladen. Ziel der Veranstaltung war es, die Ursachen der unterschiedlichen Ergebnisse zu diskutieren und möglichst aufzuklären, sowie eventuell notwendige Forschungsförderung durch die FGF zu definieren.

Der Begrüßung und Einleitung durch den Geschäftsführer der FGF, Gerd Friedrich, folgten fünf Einführungsvorträge:

Es begann Niels Kuster (IT'IS, Zürich, Schweiz), aus dessen Labor die meisten der benutzten Expositionseinrichtungen stammen. Er beklagte eine ungenügende Kommunikation der Biologen mit seinen Ingenieuren und gab seiner Meinung Ausdruck, dass man schon viel weiter sein könnte, wenn man nicht Ergebnisse diskutieren würde, die auf falschen Hypothesen beruhen. Nach seiner Einschätzung müsste stärker berücksichtigt werden, dass Niederfrequenz (ELF) andere Eigenschaften als Hochfrequenz (RF/HF) hat, und nichtthermische Effekte unmodulierter HF-EMF nicht zu erwarten seien, solche von amplitudenmodulierten Feldern aber schon. Der SAR-Wert (und die magnetische Induktion B) sind zudem nur ein schwacher Ersatz für die reale und eher komplexe Expositionsverteilung in den verwendeten Petrischalen. In der Folge ging er auf Einzelheiten seiner Expositionseinrichtungen (insbesondere „sXc-1800“) ein. Es wurde deutlich, dass die garantierte SAR-Ungleichverteilung von 20-30 Prozent der Standardabweichung bedeu-

tet, dass in einem Versuch mit einer eingestellten Expositionshöhe Zellen SAR-Werten von 0,5 bis 2,2 W/kg ausgesetzt werden können. Somit seien Fens-tereffekte (Effekte nur im SAR-Bereich 1,3 bis 2,0 W/kg, aber z.B. nicht bei 1,0 und 3,0 W/kg), wie sie von der Berliner Arbeitsgruppe (Tauber/Fitzner) berichtet wurden, nicht zu vertreten.

Günter Speit (Universität Ulm, BRD) stellte als nächster Redner die von seiner Arbeitsgruppe durchgeführten Replikationsexperimente der Wiener Arbeitsgruppe Rüdiger vor, die auch schon veröffentlicht sind. Trotz der Verwendung der gleichen Zellen, der gleichen Expositionseinrichtung, der gleichen Methoden und dem Austausch von Mitarbeitern konnten im Gegensatz zur Wiener Gruppe keine Effekte, weder mit dem Comet-Assay (Aufspüren von DNS-Strangbrüchen), noch mit dem Mikrokern-Assay (Fehler bei der Chromosomenreplikation, Stunden nach der Exposition) gefunden werden. Allerdings wurde in Ulm hauptsächlich mit unmodulierten HF-EMF exponiert, in Wien mit GSM-modulierten Feldern. Inzwischen konnte allerdings geklärt werden, dass die Wiener auch mit unmodulierten Feldern Effekte berichten konnten. In einem gemeinsamen Experiment in Wien zeigte sich anscheinend ein Effekt im Comet-Assay, allerdings starben alle Zellen, die für den Mikrokern-Test vorgesehen waren. Deswegen wurde dieses Experiment verworfen.

Hugo Rüdiger (Medizinische Universität Wien, Österreich) präsentierte seine Sichtweise der gemeinsamen Replikationsversuche und die Quintessenz aller Experimente seiner Arbeitsgruppe, die klar auf einen Effekt von 1800 und 1950 MHz-Feldern auf Fibroblas-

ten verweisen. Dabei betonte er, dass die Abhängigkeit der Effekte vom SAR-Wert weniger ausgeprägt sei als von der Zeitdauer der Exposition.

Die von der Wiener Arbeitsgruppe berichtete Sichtbarkeit morphologischer Änderungen in der Zellkultur nur bei exponierten Zellen konnte von der Ulmer Arbeitsgruppe ebenfalls nicht bestätigt werden.

Ähnliche Replikationsversuche wie in Ulm fanden auch in Basel, Schweiz, bei der Arbeitsgruppe von Primo Schär (Universität Basel) statt. Da die Studien dort noch nicht abgeschlossen und auch noch nicht veröffentlicht sind, wurde um vertrauliche Behandlung der übermittelten Informationen gebeten. (Sie können deshalb in diesem Bericht nicht mit einbezogen werden.)

Ähnliches gilt für die Ergebnisse der Arbeitsgruppe von Rudolf Fitzner/Rudolf Tauber (Charité Berlin): ein Teil ist bereits im REFLEX-Report veröffentlicht, für den Rest wird in Kürze eine Publikation erwartet.

Die Reihe der Vorträge wurde abgeschlossen von Dieter Pollet (Fachhochschule Darmstadt), der ein derzeit im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms laufendes Projekt vorstellte. Es untersucht mit verschiedenen Methoden mögliche gentoxische Effekte von 1800 MHz-Feldern an stimulierten Lymphozyten. Ergebnisse werden für den Sommer 2008 erwartet. Das Projekt beruht in großen Teilen auf den Empfehlungen der Aktion COST 281 zu notwendigen gentoxischen Studien mit HF-EMF.

Alle Beiträge der intensiv und teilweise emotional geführten Diskussion können hier nicht wiedergegeben werden. Ein Hauptthema war die Suche nach Ursachen für die Diskrepanz in den Ergebnissen, und obwohl viel Zeit darauf verwendet wurde, konnten keine zweifelsfreien Antworten gegeben werden. Empfehlungen für das weitere Vorgehen reichten von weiteren, aufwändigen Replikationen und der Aufdeckung der Unterschiede in den Labors (u.a. Isabelle Lagroye, Franz Adlkofer, Maria Rosaria Scarfi), über die Suche nach Mechanismen der zum Teil gefundenen Effekte bzw. der Anwendung weiterer gentoxischer Tests (u.a. Hugo Rüdiger, Primo Schär) bis hin zur Befürwortung von Multicenter-Studien entsprechend der COST 281-Empfehlung (u.a. Vijayalaxmi, Günter Obe) mit auf die zelluläre Skala erweiterter Dosime-

trie (u.a. Sheila Johnston). Von den anwesenden BfS-Mitarbeitern wurde erwähnt, dass eine Studie mit Fibroblasten momentan in der Vergabephase ist und noch dieses Jahr starten soll, sie wird über das Bundesamt für Strahlenschutz gefördert.

Für einen alternativen Blick auf den Workshop sei auf die Einschätzung des Diskussionsleiters Jürgen Kiefer (Prof. em. Universität Gießen, BRD) verwiesen.

Die Forschungsgemeinschaft Funk wertet derzeit die Ergebnisse des Workshops aus, um über eventuelle eigene Förderoptionen zu entscheiden.

Die Vorträge des Workshops werden zusammen mit diesem Bericht in Kürze auf folgender Internetseite zu finden sein:

<http://www.fgf.de/fup/tagung/fgfworkshops-start.html>

An dieser Stelle sei den beteiligten BfS-Mitarbeitern herzlich für die Bereitstellung der Räume und die liebenswürdige Gastfreundschaft gedankt.

*Dipl.-Biophys. Lutz Haberland,
Forschungsgemeinschaft Funk e.V.*

Veröffentlichungen:

- Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res.* 2005 Jun 6;583(2):178-83
- FINAL REPORT, Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Energy Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods. http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_Final%20Report_171104.pdf
- Nikolova T, Czyn J, Rolletschek A, Blyszczuk P, Fuchs J, Jovtchev G, Schuderer J, Kuster N, Wobus AM. Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. *FASEB J.* 2005 Oct;19(12):1686-8. Epub 2005 Aug 22
- Schuderer J, Samaras T, Oesch W, Spät D, Kuster N (2004) High peak SAR exposure unit with tight exposure and environmental control for in vitro experiments at 1800 MHz. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 52(8): 2057-2066
- Schwarz C, Kratochvil E, Hartbauer P, Weninger M, Pilger A, Adlkofer F, Rüdiger HW (2006) DNA-damaging effects of UMTS electromagnetic fields in human cells in vitro. Poster presentation BEMS 2006, Cancun
- Speit G, Schutz P, Hoffmann H. Genotoxic effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) in cultured mammalian cells are not independently reproducible. *Mutat Res.* 2007 Jan 10;626(1-2):42-7. Epub 2006 Sep 25
- Vijayalaxmi and Obe, G. Controversial Cytogenetic Observations in Mammalian Somatic Cells Exposed to Radiofrequency Radiation. *Radiat. Res.* 162, 481-496 (2004)