

21. Jahrestagung

der Bioelectromagnetics Society (BEMS) in Long Beach, USA

Christoph Bächtle

Dieser Beitrag über die 21. Jahrestagung der BEMS vom 20.-24. Juni 1999 in Long Beach, CA, USA, ist eine Zusammenfassung der Tagungsberichte von vier Wissenschaftlern. Die Originalberichte stehen im Internet unter der Adresse der FGF (<http://www.fgf.de>) unter dem Stichwort „Themenforum/ Tagungsberichte“ zur Verfügung.

Auch den diesjährigen Kongress der Bioelectromagnetics Society (BEMS) könnte man überschreiben mit „Im Westen nichts Neues“. Denn wer nach bahnbrechenden wissenschaftlichen Forschungsergebnissen Ausschau gehalten hat, wurde enttäuscht. Spektakuläres spielte sich eher im Vorfeld und am Rande der Veranstaltung ab.

Einige Tage vor der BEMS-Tagung wurde der Bericht des „National Institute of Environmental Health Sciences“ (NIEHS) zum Thema „Health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields“ vorgestellt, der für viel Gesprächsstoff sorgte. Nach Auffassung der NIEHS gibt es nur schwache wissenschaftliche Hinweise dafür, dass niederfrequente elektrische und magnetische Felder ein gesundheitliches Risiko darstellen. Dennoch ergeht die Empfehlung, dass weitere Forschungen und Studien über einen möglichen Zusammenhang von elektrischen und magnetischen Feldern mit Leukämie sowie Herz- und Nervenerkrankungen durchgeführt werden sollten. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, dass niederfrequente elektromagnetische Felder von einer Arbeitsgruppe der NIEHS dennoch in die Kategorie 2 B, also „possible human carcinogen“ eingestuft wurden. Dabei hat vor allem das Auftreten des Verdachtes von Kinderleukämie im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern eine Rolle gespielt.

Ebenfalls mit Spannung erwartet wurden die Ausführungen von Dr. Robert P. Liburdy zu den Vorwürfen der wissen-

schaftlichen Datenfälschung. Im Rahmen der parallel stattfindenden BEMS-Mitgliederversammlung wurde Dr. Liburdy Gelegenheit gegeben, zu den Vorwürfen Stellung zu nehmen. Laut Dr. Liburdy liegt die Ursache der falschen Daten in der fehlerhaften Arbeitsweise einer ehemaligen technischen Assistentin. Diese sei während der Tests nicht optimal verblindet gewesen und hätte somit Kenntnis gehabt, welche Probe feldexponiert gewesen sei und welche nicht.

Wissenschaftliche Befunde mit weitreichenden Konsequenzen gab es auch in diesem Jahr nicht. In 12 Plenarvorträgen, 90 Vorträgen und auf 180 Postern wurden neue Ergebnisse präsentiert. Mit diesen neuen Mosaiksteinen lässt sich ein schärferes Bild der biologischen Wirkung elektromagnetischer Felder zeichnen. Ein neues Bild der Verhältnisse präsentiert sich indes nicht.

Überrepräsentiert bei allen Formen von Beiträgen waren, wie schon in den Jahren zuvor, Arbeitsgruppen aus dem nordamerikanischen Raum. Bei den Plenarvorträgen stellten sie 60 % der Beiträge, bei den anderen Vorträgen über 50 % und bei den Postern stammten mehr als 30 % aus den USA oder aus Kanada – ein Umstand, der bei einigen Teilnehmern Kritik am Programmkomitee hervorrief.

Die Bandbreite und Fülle der wissenschaftlichen Ergebnisse war groß. Es kann daher an dieser Stelle nur auf ausgewählte Ergebnisse und Inhalte hingewiesen werden.

Neben der Wirkung elektromagnetischer Felder auf das Wachstum von Tumoren wurden auch Ergebnisse über Stresseffekte, Auswirkung auf physiologische Parameter wie Hormonkonzentrationen, Enzymaktivitäten oder Signaltransduktion, Einflussnahme auf Verhalten und Gedächtnis, Untersuchungen zur Epidemiologie sowie Erkenntnisse und Methoden zur Dosimetrie vorgestellt. Aber auch der therapeutische Einsatz von elektromagnetischen Feldern war Thema der Tagung.

Die Frage, ob elektromagnetische Felder die Bildung oder das Wachstum von Tumoren beeinflussen können, kann auch nach dieser Tagung der BEMS nicht hinreichend beantwortet werden. Zu heterogen stellen sich die präsentierten Ergebnisse dar. Diese Erkenntnis gilt für den Bereich der niederfrequenten elektromagnetischen Felder (ELF-EMF), wie auch für den Bereich der hochfrequenten Felder (RF), die z.B. von Mobiltelefonen genutzt werden. Stellvertretend seien folgende Ergebnisse angeführt:

Im Bereich der ELF-EMF konnte wiederholt gezeigt werden, dass es zu einer Verringerung des Melatoninspiegels kommt. Somit wird der inhibitorische Effekt von Melatonin auf das Wachstum von Tumoren vermindert. Auch konnte gezeigt werden, dass Brusttumorzellen in Ratten nach einer Exposition in einem 50-Hz-Wechselfeld mit einer magnetischen Flussdichte von 100 T schneller proliferierten. Eine finnische Gruppe konnte darlegen, dass UV-Licht induzierte Hauttumore bei Mäu-

Erkenntnisse gab es viele auf der diesjährigen Jahrestagung der BEMS in Long Beach. Einen spektakulären Durchbruch konnte leider niemand vermelden. Die vielfältigen internationalen Aktivitäten versetzen die Wissenschaft noch nicht in die Lage, klare Aussagen über die gesundheitlichen Fragestellungen zu treffen. Vielmehr befindet sich die Wissenschaft in einem Dilemma. Die gewonnenen Erkenntnisse sind heterogen, bisweilen widersprüchlich. Es drängt sich dem Beobachter der Eindruck auf, dass zwar alle an einem Strang ziehen, aber nicht in die gleiche Richtung. Die Unmenge von verwendeten Tiermodellen, eingesetzten Zelllinien und experimentellen Strategien erschweren den direkten Vergleich und die Reproduktion der Ergebnisse zunehmend. Die Kritik, dass die Produktion von Ergebnissen zur Zeit Vorrang vor einer koordinierten internationalen Zusammenarbeit und einer Bündelung der Kräfte hat, schwebt im Raum.

Es ist allzu verständlich, dass sich unter diesen Gegebenheiten kein Wissenschaftler aus dem Fenster lehnen will, um z.B. Mobiltelefonen ein Unbedenklichkeitszertifikat auszustellen. Eine japanische Forschungsgruppe hat dies nach einer Langzeitstudie getan. Die Kritik an

deren Vorgehen ließ nicht lange auf sich warten. Zu Recht, sollte man sagen, denn derartige Pauschalierungen führen allenfalls auf den Holzweg.

Nach Feststellung einer amerikanischen Kommission (NIEHS) wurden extrem niederfrequente elektromagnetische Felder (ELF-EMF) in die Gefährdungskategorie 2B („possible human carcinogen“) eingestuft. Nach Ansicht dieser Experten liegen limitierte Beweise für karzinogene Wirkungen beim Menschen vor.

Keine Aussagen können zur Zeit im hochfrequenten elektromagnetischen Bereich gemacht werden. Zwar überwiegen die Studien, die gegen eine Gefährdung bei der Anwendung von Funkwellen sprechen, aber eine überprüfbare finale Aussage ist noch nicht sichtbar. Für den, der Antworten erwartet, stellt sich die Situation unbefriedigend dar. Im Bereich der Handyfrequenzen ist man in Expertenkreisen zwar der Auffassung, dass das gesundheitsgefährdende Potential der Mobiltelefone eher als gering einzustufen ist. Im Zusammenhang mit der gesundheitlichen Bewertung eines Massenartikels erscheint diese Aussage jedoch verfrüht und bedarf weiterer Untersuchungen.

Christoph Bächtle

sen schneller wuchsen, wenn die Tiere einem 50-Hz-Feld mit einer Flussdichte von 100 T ausgesetzt wurden. Auf der anderen Seite blieb die Anwendung eines 50-Hz-Feldes mit zirkularer Polarisierung und einer Flussdichte von bis zu 300 T ohne Einfluss auf die Bildung von Brusttumoren in Ratten.

In vitro wuchsen Prostatazellen unverändert nach kombinierter Exposition in einem Gleichspannungsfeld mit 50 T Flussdichte und einem 60-Hz-Wechselfeld mit einer Flussdichte von 40 und 80 T.

Auch die Ergebnisse im RF-Bereich sind uneinheitlich. *In vivo* konnte eine höhere Inzidenz von Brusttumoren unter Einfluss von RF-Feldern gezeigt werden. Bei Hamstern führte eine zehntägige Exposition im GSM-Feld zu einer verstärkten Proliferation von Hodenzellen. In transgenen Mäusen hingegen konnte kein erhöhtes Wachstum von Hirntumoren nach Exposition im GSM-Feld gezeigt werden.

Auf dem Gebiet der Signaltransduktion findet der Beobachter eine ähnliche Situation. In humanen T-Lymphozyten (Jurkat-Zellen) wurde ein erhöhter Kalziumspiegel nach Exposition in einem ELF-EMF festgestellt. Diese Ergebnisse konnten von der deutschen Arbeitsgruppe um Dr. Meyer in Bonn nicht reproduziert werden. Die Erklärung, dass es sich bei den verwendeten Zellen um verschiedene Stämme von Jurkat-Zellen handelt, spiegelt eine Problematik der derzeitigen Forschungsaktivitäten wider.

Stoffwechselrelevante Größen wie die Aktivität der Ornithin-Decarboxylase (ODC) oder die Konzentration an Histamin waren ebenso Gegenstand wissenschaftlicher Betrachtungen. Unter RF-Einfluss (GSM) zeigten sich in manchen Experimenten leichte, aber nicht signifikante Erhöhungen der jeweiligen Werte. Andere Arbeitsgruppen fanden in Rattengehirnen eine verminderte ODC-Aktivität. Diese kann aber auch auf Stresseffekte zurückzuführen sein.

Im Zusammenhang mit Stress gab es auch vielseitige, interessante Untersuchungen. In Hühnerembryozellen konnte die Bildung von heat-shock-Proteinen induziert werden. Heat-shock-Proteine sind wichtige Bestandteile der zellulären Stressantwort. Die Exposition der Zellen fand in einem extrem niederfrequenten Feld von 60 Hz und einer Feldstärke von 8 T statt.

Auch zelluläre Marker wurden hinsichtlich ihrer Veränderlichkeit durch elektromagnetische Felder untersucht. In einem Wechselfeld von 60 Hz und einer Flussdichte von 100 T zeigten bestimmte Immunzellen eine Erhöhung der T-Zellrezeptoren auf der Zelloberfläche.

Eine Arbeitsgruppe aus Großbritannien präsentierte Ergebnisse über den Einfluss elektromagnetischer Felder auf das Lernverhalten. Bei Exposition von Probanden in einem GSM-ähnlichen Signal kam es zu keiner Beeinträchtigung des Kurzzeitgedächtnisses. Funktionen der Sprachzentren blieben hingegen nicht unbeeinflusst. Weiterhin wurde ein erhöhter Blutfluss in bestimmten Regionen des Kopfes festgestellt, der als thermischer Effekt aufgefasst wird. Weitere Studien gaben Hinweise auf ein verändertes Lernverhalten nach RF-Exposition nach GSM-Standard.

Aussagekräftige Hinweise gab es aus dem Bereich der Epidemiologie zu vermehren. Trotz mancher Widersprüche zeichnet sich ab, dass eine gesundheitliche Gefährdung durch elektromagnetische Felder nicht generell von der Hand gewiesen werden kann. Aus Studien geht hervor, dass nicht nur zwischen ELF-EMF und Leukämie, sondern auch hinsichtlich der Entstehung von Brustkrebs ein Zusammenhang hergestellt werden kann. Eine schwedische Studie weist sogar auf weitere Tumorarten. Bei männlichen Arbeitern in der Elektroindustrie liegt ein erhöhtes relatives Risiko für Augentumore, Milz- und Leber- sowie Gallentumore vor. Auch für die Entstehung von Haut- und Schilddrüsenkrebs

sehen die Autoren ein erhöhtes Potential. Bei Frauen liegt u.a. ein erhöhtes Risiko für Erkrankungen an Gebärmutter, Nervensystem und Nebennieren vor.

Auch das Themenfeld Dosimetrie bot dem interessierten Teilnehmer viele interessante Aspekte. Mittlerweile gibt es ein allgemein verfügbares FDTD-Programm, das unter <ftp://ftp.emclab.umn.edu/pub/aces/psufdd/> abgerufen werden kann. US Air Force und Navy haben auf der Basis von NMR-Schnitten ein digitalisiertes Anatomiemodell entwickelt, das unter <ftp://merlin/brooks.af.mil> zur Verfügung steht. Informationen zum „Radiofrequency radiation dosimetry handbook“ warten unter <http://brooks.af.mil/afri/hed/dedr/report/handbook/home.html> auf Abruf. Das U.S. Air Force Laboratory stellt das Programm zum FDTD-Verfahren sowie die digitalisierten Anatomiemodelle im Internet ausdrücklich zur Nutzung bereit.

Neue Ergebnisse gab es auch über den therapeutischen Einsatz von elektromagnetischen Feldern. Besonders bei der Beschleunigung von Knochenheilungsprozessen und der Behandlung von entzündlichen Gelenkerkrankungen liegen therapeutische Potenziale für elektromagnetische Felder. Brusttumore an Ratten konnten durch Gleichstrombehandlung deutlich vermindert werden. Des Weiteren gibt es Hinweise, dass eine kombinierte Hyperthermie- und Gleichstromtherapie das Tumorwachstum in Mäusen deutlich reduziert.

Die weltweiten Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der biologischen Wirkung elektromagnetischer Felder haben vielfältige neue Erkenntnisse hervorgebracht. Konsequente Schlussfolgerungen, die in Empfehlungen für Arbeiter in Kraft- und Umspannwerken, Patienten oder Handynutzer münden, konnten leider nicht vollzogen werden. So bleibt trotz allen Wissens eine erhebliche Unsicherheit, die auch nach der 21. Jahrestagung der BEMS besteht.

Dipl. Biol. Christoph Bächtle arbeitet an der Universität Stuttgart.

Beiträge zur BEMS 1999 über von der FGF oder von Mitgliedern der FGF geförderte Projekte

BEMS-Nr.	Autoren	Titel
Plenary II	B.Veyret, PIOM, Bordeaux	European Research on Biological and Health Effects of RFR Related to Mobile Communications
3-5	Lerchl, Brendel, Niehaus, Universität Münster	Direct Exposure of Pineal Glands of Dsungarian Hamsters to Magnetic Fields
7-4	Boheim, Wienand, Wrobel, Hansen, Ruhr-Universität Bochum, Bergische Universität GHS Wuppertal	Evidence for Membrane Bound Water to Interact With RF-Fields
11-5	Hansen, Bitz, Streckert, Lerchl, Universität Wuppertal, Universität Münster	Electrically Fully Shielded, But Mechanically Easily Accessible, RF Exposure System for a Large Number of Small Biological Samples.
13-3	Samaras, Burkhardt, Kuster, ETH Zürich	Coupled Electrothermal Calculations for Non-Ionizing Radiation Dosimetry
15-1	Silny, FEMU, RWTH Aachen	Rectifications of RF Sine Wave Paclages in Excitable Cells, Tested in In Vivo-Investigations
15-2	de Seze, Prado-Dufez, Fabro-Peray, Girad, Miro, Universität Nimes	Evaluation of Radiocellular Phone Exposure on Stimulated Endocrine Secretion in Humans
P-21	Wojtysiak, deRuiter, Kullnick, IMST, Kamp-Lintfort	Provocation of Effects of 1,8 GHz Electromagnetic Fields on Cell Membrane Permeability
P-33	Habel, Glaser, Humboldt Universität Berlin	Influence of Pulsed Electric Fields on Intracellular Calcium of Bone Cells
P-45	Gollnick, Lerchl, Niehaus, Brendel, Hansen, Meyer, Universität Bonn, Universität Münster, Universität Wuppertal	Do Weak RF Fields Influence the Calcium Regulation in Hamster Pinealocytes and Human Retinoblastoma Cells
P-53	Schlatterer, Langer, Tauber, Brinkmann, Fitzner, TU Braunschweig	2450 MHz Microwave Effects on Proliferation of Human HL60 and BL70 Tumor Cells
P-111	Gustrau, Bahr, Rittweger, Kullnick, Wolff, IMST Kamp-Lintfort	FDTD-Simulation of Magnetically Induced Currents in Humans in the Frequency Range 250 Hz to 10 KHz
P-113	Schütz, Grigat, Brinkmann, Michaelis, Universität Mainz, TU Braunschweig	16 Hz- And 50 Hz-Background Magntic Fields in Residences in Germany
P-121	Pokovic, Schmid, Christ, Kuster, ETH Zürich	Precise Characterization of Dosimetric E-Field Probes
P-125	Schönborn, Pokovic, Wobus, Kuster, ETH Zürich	Design, Optimization, Realization and Analysis of an In Vitro Setup For the Exposure of Embryonic Stem Cells at 1,71 GHz
P-127	Schütz, Schlaefer, Schlehofer, Blettner, Univeristät Mainz, Universität Heidelberg, Universität Bielefeld	Design of a German Feasibility Study to Investigate an Association Between Mobile Phone Use and the Occurence of Disease
P-145	Kentner, Pfothhauer, Reißweber, David, Univerität Witten-Herdecke	Do Chemical and Metal Charges Cause Electromagnetic Hypersensitivity?
P-163	Hansen, Bitz, Streckert, Lerchl, Universität Wuppertal, Universität Münster	A Radial Waveguide Exposure System for the Uniform Exposure of a Large Number of Small Animals with a 383 MHz TETRA25 Standard Signal
P-165	Gerber, Samaras, Kuster, ETH Zürich	EM Exposure of the Auditory System Dependent on Phone Position
P-26	Kullnick, Brühn, Wojtysiak, Bahr, IMST Kamp-Lintfort	Online Measurement of Human Vegetative Parameters Under the Influence of Weak Electromagnetic Fields
P-36	Glaser, Ihrig, Habel, Haberland, Schubert, Humboldt Universität Berlin	Response of Neuroblastoma, Jurkat and Osteosarcoma Cells on AC-Electric-Fields - Measurements with Fluorescence Microscopic CA 2+
P-46	Schubert, Ihrig, Glaser, Humboldt Universität Berlin	Dosimetry of UVA Exposure in Fluorescence Microscopy Measurements of Intracellular Calcium of Different Cell Lines
P-72	Reißweber, David, Pfothhauer, Kentner, Universität Witten-Herdecke	Plasma Melatonin Levels and Electromagnetic Hypersensitivity (E.H.): Is E.H. an Emerging New Disease?
P-74	Geffard, Anane, Veyret, PIOM, Univerity of Bordeaux	Effects of GSM Microwaves on a Neurodegenerative Rat Model: Experimental Allergic Encephalomyelitis (EAE)
P-80	Brendel, Niehaus, Bitz, Streckert, Hansen, Lerchl, Universität Münster, Unversität Wuppertal	Exposure of Djungarian Hamsters to 383 MHz (Tetra25 Standard) and 900 MHz (GSM-Standard) Electromagnetic Fields
P-124	Pokovic, Schmid, Fröhlich, Chavannes, Kuster, ETH Zürich	E-Field Probe With Pseudo-Vector Information
P-160	Schönborn, Kuster, ETH Zürich	Numerical Dosimetry of a Setup for the Exposure of E-(PIM1 Mice at 900 MHz.
P-168	Streckert, Bitz, Hansen, Fritzer, Aldenhoff, Universität Wuppertal, Universität Kiel	Human Head RF Exposure for Electroencephalogram Experiments During Sleep