

BioEM 2009 – Konferenz in Davos,
Schweiz, 14. - 19.6.2009

Bericht für die Bereiche Biologie, Biophysik und Epi- demiologie zur gemeinsamen Tagung von European Bio- electromagnetics Association (EBEA) und Bioelectromagne- tics Society (BEMS)

Obwohl sich die Schwerpunkte der Konferenz aufgrund schwindender Förderung und fehlender deutlicher biologischer Effekte weg von den Gesundheitsaspekten hochfrequenter EMF hin zu medizinischen Anwendungen von Hoch- und Niederfrequenz (zum Beispiel Magnetresonanz-Tomografie-Verfahren und Krebstherapie), und allgemein eher zu niederfrequenten, gepulsten Feldern verlagerten, war der Anteil von Berichten zu hochfrequenten EMF durch derzeit (aus)laufende Projekte immer noch sehr hoch. Hierauf bezieht sich im wesentlichen der vorliegende Bericht. Mit fast 500 Teilnehmern, 74 Vorträgen und 247 Posterbeiträgen war ein Zuwachs an Beteiligung gegenüber den letzten Jahren zu verzeichnen, was sicher auch mit dem europäischen Veranstaltungsort und der gemeinsamen Organisation durch zwei Fachgesellschaften zusammenhängt.

MECHANISMEN

Im Hochfrequenzbereich wird – wie in den letzten Jahren – hauptsächlich nach nichtthermischen Wirkmechanismen gesucht; Mechanismen, die mit Thermoregulation und Temperaturverteilung im Körper zu tun haben, wurden meist nur im Zusammenhang mit Magnetresonanztechniken und Implantaten behandelt – und dann dem dosimetrischen Bereich zugeordnet.

In einer „Topic-in-Focus-Session“ stellte Christiane **Timmel** (University of Oxford, Grossbritannien) die neuesten Ergebnisse zum Radikal-Paar-Mechanismus vor. Statische und niederfrequente Magnetfelder verlängern die Lebenszeit von spontan oder durch chemische oder physikalische Einwirkungen entstandenen Radikalpaaren, bevor diese wieder zusammenfinden (rekombinieren). Dies führt dazu, dass diese Radikale längere Zeit mit anderen Molekülen reagieren können, was meist die



Frank Gollnick, Lutz Haberland
und Gerd Friedrich

MECHANISMEN

Bildung toxischer Stoffe zur Folge hat. Timmel und Mitarbeiter wollen eine Wirksamkeit von Magnetfeldern auch unterhalb der magnetischen Flussdichte von einem Millitesla ($< 1 \text{ mT}$) nachgewiesen haben; diese Daten sind allerdings noch nicht veröffentlicht, ebenso wenig wie neue Hinweise zum Einfluss von Hochfrequenzfeldern im Bereich von 1 bis 100 MHz auf die Radikalpaar-Rekombination. Diese Mechanismen könnten interessant sein für die Erklärung des Navigationsverhaltens von Tieren, aber auch für mögliche gesundheitsrelevante Effekte.

Quirino **Balzano** (University of Maryland, USA) gab im Anschluss einen kurzen Überblick zu den Problemen bei der Suche nach nichtthermischen Mechanismen im EMF-Bereich und ging dabei insbesondere auf die Demodulation und das von ihm initiierte Forschungsprojekt zur biologischen Überprüfung einer elektrischen Demodulation bei circa 1,7 GHz ein. Die detaillierten Ergebnisse präsentierte etwas später Christine **Kowalczuk** (Health Protection Agency, Chilton, England): In keiner der untersuchten Zellen oder Gewebstücke konnte eine Nichtlinearität (Verdopplung der eingestrahlten Frequenz oder Oberwellen) detektiert werden. Als Positivkontrolle diente eine elektronische Diode, die ein klares Signal, und hiermit die für solche elektronischen Bauelemente erwartete Fähigkeit zur Demodulation, zeigte. Bedeutsam ist dieses Ergebnis, weil oft behauptet wird, dass die niederfrequenten Anteile eines pulsmodulierten Hochfrequenzsignals auch oberhalb der bekannten Frequenzgrenze von 10 MHz durch biologische Membranen einfach gleichgerichtet (demoduliert) und dadurch mit zellphysiologischen Prozessen wechselwirken könnten. Dies konnte in der untersuchten Konfiguration jedoch nicht nachgewiesen werden. In der Diskussion wurde kritisch angemerkt, dass man dieses Ergebnis nicht auf andere Frequenzen übertragen könne.

Einen ähnlichen Ansatz wählten Hugo **Lehmann** und Bernhard **Eicher** (Swisscom, Bern, Schweiz). Sie untersuchten jedoch nicht die Verdopplung der eingestrahlten Frequenz oder Oberwellen, sondern ob Hefezellen, Schnecke oder Heuschrecke in einem Wellenleiter die Intermodulation von zwei eingestrahlten Frequenzen (1821 und 1867 MHz) erzeugen können. Dies war im Rahmen der Auflösung der Messapparatur nicht der Fall und somit ebenfalls kein Nachweis, dass biologische Objekte bei einer Mobilfunkfrequenz in der Lage sind, niederfrequente Anteile aus der Pulsmodulation zu demodulieren.

Weitere Präsentationen behandelten die elektromagnetische Anregung eisenhaltiger Proteinmoleküle (Effekte nur bei unphysiologischen Ferritin-Konzentrationen; Shoogo Ueno, Kyushu University, Fukuoka, Japan), die Simulation des Einflusses von 1 GHz EMF auf Elektronentransferprozesse in einem Enzym (kleine Effekte erst ab 105 V/m; Francesca Apollonio, "Sapienza" University of Rome, Italien) sowie mehrere Hypothesen zur Wirkung statischer beziehungsweise niederfrequenter Felder.

TIERVERSUCHE (IN VIVO)

Die Session mit dem wohl größten Diskussionsbedarf war Topic-in-Focus-Session „RF-EMF & Blood-Brain-Barrier“. John Finnie (Institute of Medical and Veterinary

TIERVERSUCHE (IN VIVO)

Science, Adelaide, Australien) gab einen Überblick der Studien zu diesem Thema. Seiner Auffassung nach sind Schäden in der Blut-Hirn-Schranke nur durch Hyperthermie zu erwarten, alle anderen Ergebnisse zu nicht-thermischen Effekten konnten bislang nicht reproduziert werden. Leif **Salford** (Lund University, Schweden), in dessen Labor fast alle der nicht-thermischen Effekte beobachtet wurden, verteidigte seine Ergebnisse trotz der Tatsache, dass alle Replikationsversuche in anderen Labors bislang fehlschlügen. Er wies darauf hin, dass die Expositionszeiten in seinem Labor meist länger waren als bei den Replikationen von anderen Laboratorien, dass ein Rattenstamm verwendet wurde und dass die größten Effekte bei sehr geringen SAR-Werten auftraten (Expositionen um circa 10 mW/kg), die andere Forschungsgruppen nicht untersucht haben. Er schlug deshalb die Durchführung einer Metastudie in mehreren Labors vor. In der Diskussion wurde dieser Vorschlag aufgrund mehrerer schon stattgefundener Replikationsversuche nicht aufgegriffen, es gab allerdings auch keinen Konsens. Kurz nach der Konferenz erschien eine weitere Veröffentlichung, die eine Studie der Salford-Gruppe nicht replizieren konnte (Masuda et al. Radiation Research 172-1, 2009).

In Italien und Frankreich sind Experimente mit WiFi-Signalen (bei uns mehr unter WLAN bekannt) im Gange, die bislang keine oder nur geringe Effekte bei 4 W/kg berichten konnten (Claudio **Pioli**, ENEA, Section of Toxicology and Biomedicine, Rom, Italien; Saliha **Aït-Aïssa**, University Bordeaux, Frankreich).

EPIDEMIOLOGISCHE STUDIEN UND VERSUCHE AN PROBANDEN

Die Vorträge zu epidemiologischen Studien machten deutlich, dass es äußerst schwer ist, einen Zusammenhang zwischen EMF und Krankheiten und Beschwerden aufzudecken. Die Frage, ob dies daran liegt, dass es einen solchen Zusammenhang nicht gibt, die Latenzzeiten für die oft untersuchten Gehirntumoren zu lang beziehungsweise die Fallzahlen zu klein sind, oder die reelle Exposition nicht genau genug definiert werden kann, konnte nicht abschließend geklärt werden. So erwartet man von der in Kürze fälligen Gesamtauswertung der Interphone-Studie auch keinen Durchbruch mehr. Die Expositionsabschätzungen mittels „Exposimetern“, Modellierungen und Nutzungsdaten seitens der Netzbetreiber haben zwar Fortschritte gemacht, aber die Daten, insbesondere jene des „Maschek-Dosimeters“ wurden immer noch als zu ungenau eingeschätzt.

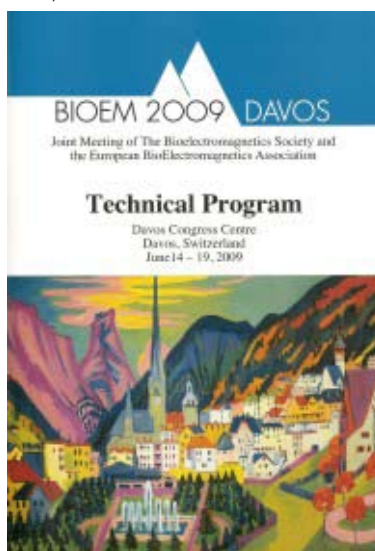
Einen umfassenden Überblick über die hierbei wohl mit am weitesten fortgeschrittenen Forschungsanstrengungen gaben drei Vorträge aus der Arbeitsgruppe um Martin **Röösli** (University of Basel, früher University of Bern, Schweiz), in denen verschiedene Aspekte der QUALIFEX-Studie aus dem schweizerischen Nationalen Forschungsprogramm (NFP 57) behandelt wurden (siehe auch weiter unten im speziellen Abschnitt hierzu). In der Zusammenführung von Modellierung und Messung der Umgebungsexposition, Messung der persönlichen Exposition mit am Körper getragenen „Exposimetern“, Benutzerdaten von drei schweizerischen Mobilfunknetzbetreibern sowie der Auswertung von Fragebögen zu Schlafqualität und Tagesbefindlichkeit wurden nur leichte Zusammenhänge zwischen Exposition und Befinden der Probanden festgestellt,

EPIDEMIOLOGISCHE STUDIEN UND VERSUCHE AN PROBANDEN

die nicht auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Mobiltelefonie schließen lassen: Bei Personen, die wesentlich mehr Gebrauch von Mobil- und/oder Schnurlos(DECT)-Telefonen machen als andere, wurde eine leicht erhöhte „Schläfrigkeit am Tage“ und eine bessere Schlafqualität festgestellt. Gleichzeitig wurde jedoch auf unvermeidbare methodische Unsicherheiten bei der Studie hingewiesen.

Interessant erschien ein Vortrag von Devra L. **Davis** (University of Pittsburgh, Cancer Institute, USA), der zeigte, dass die Inzidenz aller maligner Hirntumore in den USA in den letzten drei Jahrzehnten in allen Altersgruppen außer den 0-9Jährigen gestiegen ist. Die Diskussion zu den Ursachen beinhaltete auch mögliche Mobilfunknutzung und wurde zum Teil erregt geführt, da veraltete Dosimetriedaten zu Hilfe genommen wurden, um eine erhöhte Exposition in Kinderköpfen zu begründen. In einer australischen Studie, präsentiert von Nicholas **Perentos** (Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research, Melbourne, Australien) testete man die Einwirkung von GSM-gepulster Hochfrequenz, kontinuierlicher (sinusförmiger) Hochfrequenz sowie Niederfrequenz (ELF) – jeweils separat appliziert – auf das Ruhe-EEG von 72 Probanden. Der SAR-Wert für die kontinuierliche Hochfrequenz lag bei 1,95 W/kg, unverständlicherweise wurde dieser Wert als Maximalwert und nicht als Mittelwert für die gepulste Hochfrequenz übernommen (um so denselben Energieeintrag zu gewährleisten), sondern der mittlere SAR-Wert lag hier nur bei 0,06 W/kg. Die Richtung des Effektes, eine Erniedrigung der Alpha-Aktivität im Ruhe-EEG, ist entgegengesetzt zu bisherigen Ergebnissen. Deshalb wird von den Autoren selbst eine Replikation empfohlen. Dies trifft auch auf zwei Poster (P116 und P117) dieses Forschungsverbundes zu, die keine beziehungsweise kleine Effekte mit einer Erhöhung der Alpha-Aktivität des EEG berichten.

Eine südkoreanische Gruppe um Ki Chang **Nam** (Korea Electrotechnology Research Institute, Ansan, Süd-Korea) testete, ob Menschen, die sich als elektrosensibel bezeichnen (EHS) und solche, die das nicht tun (Non-EHS), CDMA-Mobilfunkfelder bei einem SAR-Wert von 1,22 W/kg wahrnehmen beziehungsweise spüren können. Beim (nur einfach verblindeten!) Wechsel von Expositions- oder Scheinexpositionsphasen zu Phasen ohne Exposition erkannten die Autoren keinen Hinweis, dass EHS die angewendeten Felder besser oder schlechter wahrnehmen können als Non-EHS. Ein Teilergebnis überraschte allerdings sehr und konnte von den Autoren nicht erklärt werden, auch nicht in der kurz nach der Konferenz erschienenen Veröffentlichung zu dieser Studie (Nam et al. Bioelectromagnetics, 2009): Während die Wahrnehmungsgenauigkeit beim Wechsel von Scheinexposition zu Nicht-Exposition bei Non-EHS durchgehend etwa 25 % höher lag als bei EHS (circa 95 % zu 70 %), änderte sich das Bild (fast schon zu) drastisch beim Wechsel von tatsächlicher Exposition zu Nicht-Exposition. Hier änderte sich die Wahrnehmungsgenauigkeit



bei Non-EHS von fast 0 % in der Expositionsphase auf 100 % (!) in der darauf folgenden Nicht-Expositionsphase, während die Genauigkeit bei den EHS von etwa 50 % (also nur die Ratewahrscheinlichkeit) in der Expositionsphase auf bis zu 90 % in der Nicht-Expositionsphase anstieg. In der anschließenden Diskussion wurde dementsprechend vor allem nach möglichen methodischen Fehlern bei der Untersuchung oder im Untersuchungsdesign gefragt, wie zum Beispiel suggestive Fragen an die Probanden oder ungewollte Hinweise, die den Probanden das Erkennen der Phasen ermöglicht haben könnten. Am plausibelsten erscheint, dass in der gezeigten Grafik nicht die „Wahrnehmungsgenauigkeit“ als Ratewahrscheinlichkeit, sondern die Korrektheit der Antwort auf die Frage „Gibt es ein Feld?“ dargestellt ist. Trotzdem bleiben einige Fragen offen.

EXPERIMENTE MIT ZELLEN UND GEWEBEN (IN VITRO)

Mehrere Studien beschäftigten sich mit dem kombinierten Einfluss von EMF und Chemikalien beziehungsweise ionisierender Strahlung. Anne **Höytö** und Jukka **Luukkonen** (University of Kuopio, Finnland) berichteten in zwei Referaten über die Wirkung von 872 MHz GSM-Strahlung bei 5 W/kg zusammen oder getrennt mit der Exposition von Menadion und tert-Butylhydroperoxid beziehungsweise Eisen(II)-chlorid auf die Bildung von reaktiven Sauerstoffmolekülen (ROS), Lipidperoxidation, Apoptosis und DNS-Schädigung. Während die eine Untersuchung einen zusätzlichen Anstieg der ROS-Produktion und der Lipidperoxidation nur beim GSM-Signal – in Bezug zum Chemikalien-induzierten Anstieg – fand, wurde in der anderen Untersuchung nur von einem zusätzlichen CW- (continuous wave, unmoduliertes Signal) Effekt auf die ROS-Produktion und DNS-Schäden berichtet; hier zeigte das GSM-Signal keine Schäden. Diese Diskrepanz und eine fehlende Dosis-Wirkungs-Untersuchung verhindern eine Bewertung dieser Studien. Einen geringfügigen Anstieg des durch ionisierende Strahlung induzierten zellgenetischen Schadens durch UMTS-Felder bei 2 W/kg fanden Lorenzo Manti und Mitarbeiter (Universität von Neapel Federico II, Italien) in Lymphozyten von menschlichen Spendern. Diese Ergebnisse sollen durch die Untersuchung einer größeren Zahl von Spendern auf ein festes Fundament gestellt werden. Einen etwas anderen Ansatz wählten Maria Rosaria Scarfi und Mitarbeiter (ICNR-IREA, Neapel, Italien). Sie exponierten zuerst Lymphozyten von fünf menschlichen Spendern mit 10 W/kg, 900 MHz-GSM-Signalen, und danach gaben sie eine bekannte genotoxische Chemikalie (Mitomycin C) dazu. In vier von fünf Fällen erbrachte das eine Reduktion des genetischen Schadens – auch hier sollen weitere Studien folgen.

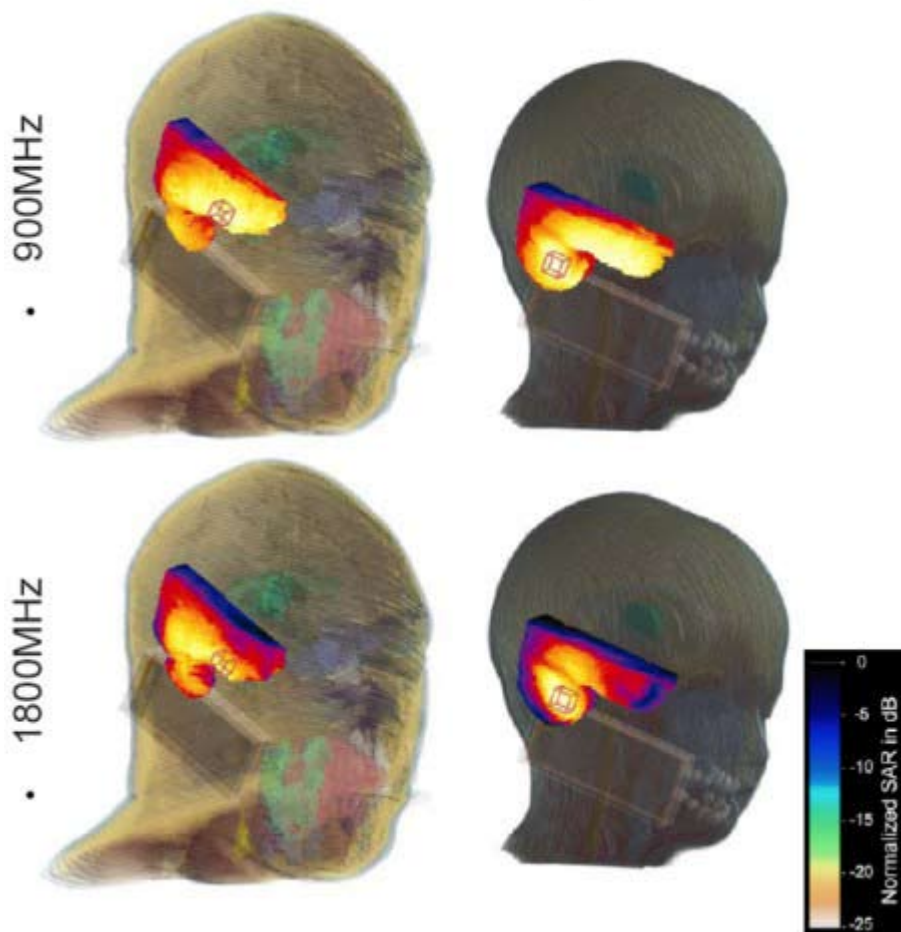
Gar keine Wirkung von 0,2, 0,8 und 2,0 W/kg, 1950 MHz W-CDMA- (IMT-2000-) Feldern auf die Aktivierung von Mikroglia-Zellen aus dem Gehirn neugeborener Ratten konnten Masaru **Sekijima** und Kollegen (Mitsubishi Chemical Safety Institute Ltd., Kamisu, Japan) finden.

Erste Ergebnisse mit einer neuen Expositionseinrichtung zur Untersuchung von dreidimensionalen Zellgebilden (Zellsphäroiden) präsentierte Andreas Daus (University of Applied Sciences Aschaffenburg, Deutschland). Dreidimensionale Zellgebilde zum Beispiel aus Herzmuskelzellen oder Nervenzellen spiegeln eher die Wirklichkeit im biologischen Organismus wider als die meist verwendeten

EXPERIMENTE MIT ZELLEN UND GEWEBEN (IN VITRO)

einlagigen Zellschichten. Die Zellsphäroide wurden in einem Streifenleiter einem unmodulierten (CW) 900 MHz-Signal bei 10 W/kg ausgesetzt und deren elektrische Signale über ein Multielektroden-Array aufgezeichnet. Erste Ergebnisse zeigten keine Feldeffekte. Vor dem Hintergrund der schon häufiger berichteten Effekte gepulster Hochfrequenz auf das EEG dürfte eine zukünftige Untersuchung von Nervenzellgebilden mit gepulsten Signalen mit solch einer Versuchsanordnung besonders interessant sein.

- Visible Human
- 3-year-old child



STICHWORT: „DOSIMETRIE BEI DER BEMS 2009“ - IST ALLES BESSER ALS BEI FRÜHEREN BEMS-MEETINGS?

Die exakte Ermittlung der Art, Stärke und Verteilung von Einwirkungen elektromagnetischer Wellen und Felder auf biologische Systeme in „Natur“ und Experiment sind ein Dauerbrenner bei unserer Berichterstattung über neu präsentierte EMVU-Studien. Inzwischen erkennen (fast) alle EMVU-Forschungsgruppen, die experimentell oder auch nur mathematisch theoretisch auf diesem Gebiet arbeiten, eine wohlgedachte, hochauflösende Dosimetrie als unbedingt notwendige wissenschaftliche Voraussetzung für eine faktengestützte Beurteilung der wahren Expositionsverhältnisse an. Es hat lange gedauert, bis man diesem Gesichtspunkt die ihm gebührende nötige Aufmerksamkeit schenkte. Verfolgt man die Berichterstattung der FGF zu diesem Thema kann man so ungefähr ab der BEMS-Tagung in Dublin im Jahr 2005 (siehe NL 03/2005) mit einer stetigen

STICHWORT: „DOSIMETRIE BEI DER BEMS 2009“ - IST ALLES BESSER ALS BEI FRÜHEREN BEMS-MEETINGS?

Steigerung in der Mess- beziehungsweise der Kalkulationsqualität bei Ermittlung der Expositionsverhältnisse sprechen. Einige wenige Ausnahmen beziehungsweise Ausrutscher kann man zwar immer noch bei einzelnen Forschungsprojekten beobachten, das bildet zugegebenermaßen jedoch die Ausnahme. Und: manche lernen es nie, oder vielleicht wollen sie es auch nicht lernen.

Die Worte von Joachim Streckert, Universität Wuppertal, aus seinem Vortrag: **„Anforderungen an technische Einrichtungen zur Untersuchung der Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme“** (gehalten anlässlich des wissenschaftlichen Symposiums zur 10-Jahres-Feier der FGF in Berlin im Jahr 2002) sind anscheinend auf fruchtbaren Boden gefallen. Er hatte herausgestellt, dass zur Exposition biologischer Objekte hohe Anforderungen an hochfrequente Experimentaleinrichtungen gestellt werden müssen. So ist zum Beispiel wichtig darauf zu achten, dass

- ein ausreichend großes Messvolumen,
- eine gute Abschirmung gegen externe Felder,
- die Erzeugung eindeutig definierter Feldverteilungen am Testobjekt
- die gleichwertige Exposition aller Objekte beziehungsweise der Probanden
- die ausreichende Zuführung von Licht, Luft, Nährstoff und Wärme und so weiter
- die Integration von Messvorrichtungen usw. gewährleistet wird.

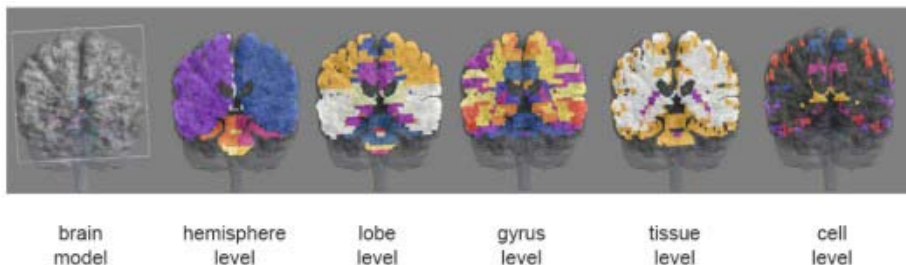
Festgehalten werden kann also, der Aufwand für die genaue Ermittlung und auch für die sachgerechte Dokumentation der dosimetrischen Ergebnisse befindet sich jetzt auf einem befriedigenden hohen Niveau, sichtbar bei den Vorträgen und auch bei den ausgehangenen Postern. Insgesamt waren bei der BioEM 2009 in Davos mit 7 $\frac{3}{4}$ Stunden die **Dosimetrie** – aufgeteilt in 5 Sitzungssektionen (Session I bis IV und ein Tutorial) – und eine separate Session für **Expositionseinrichtungen** mit 1 $\frac{1}{4}$ Stunden anteilig gut vertreten und gehörten mit Recht zu den vieldiskutierten und beachteten Themenbereichen. Ebenso spielte der Aspekt der richtigen Dosimetrie eine große Rolle bei den Satelliten-Meetings von zum Beispiel COST BM 0704 oder dem schweizerischen Forschungsprogramm (NFP 57).

Thematisch standen Fortschrittsberichte zu den folgenden Forschungsfeldern im Mittelpunkt des Interesses:

- rechnerische Methoden zur Kalkulation des SAR-Wertes (Auflösung):
 - die Vorstellung weiterer Menschen-Modelle (Human Models development) [Entstehen einer ganzen Modellfamilie, die Geschlecht, Rassenunterschiede, Alters- und Wachstumsstufen, etc. in unterschiedlicher rechnerischer Auflösung (Pixelgröße) berücksichtigt], auch die gelungenen Versuche unterschiedliche Expositionsanforderungen, die die unterschiedlichen Lebenssituationen des menschlichen Körpers widerspiegeln (sitzende und stehende Menschen, Anwinkelung und Verdrehung von Gliedmassen, Detailstudien zu Köpfen, Arm und Beinen etc). Hier haben sich besonders die Arbeitsgruppen von Niels Kuster, amtierender Präsident der BEMS, und Joe Wiart hervorgetan.
 - als besonderes Betätigungsfeld auch diesmal die Dosimetrie für Kinder beziehungsweise Kinderköpfe (child whole body model)

- oder die Ermittlung der Exposition des Fötuses im Mutterleib (fetus model)
- Einfluss der Befeldung auf die Morphologie des ganzen Körpers beziehungsweise bei lokaler Absorption (SAR):
 - den Vergleich von Körper Querschnitt versus SAR,
 - die Messung und Bewertung der Exposition auf interne Organe,
 - die Festlegung unterschiedlicher menschlicher Gewebespezifika (human characterisation),
 - die mathematisch korrekte Einschätzung der Mittelwertbildung für die räumliche Verteilung von EMF (spatial averaging of field and SAR estimation) (für mannigfaltige ebene Wellen und für Nahfeldbedingungen)
- Einschätzung der Expositionssituation von Personen (personal exposure assessment)
 - die Fortschritte in der Entwicklung in Personendosimetern und Monitoring-systemen
 - die Ausdehnung der Anwendungen und Messungen über die Hochfrequenz auf andere Frequenzbereiche (ELF und IF)
 - die Analyse von letzten Studienresultaten auf Alltagstauglichkeit beim Einsatz in Feldstudien (als Basis zum Einsatz bei epidemiologischen Studien)
- Einschätzung der Unsicherheitsfaktoren bezogen auf Numerische Methoden und Numerische SAR-Bestimmung (uncertainty estimation)
- Anwendung der EMF-Ermittlungsinstrumentarien auf die spezifische Situation bei Magnetfeldresonatoren (MRI). Hier eröffnet sich ein neues Interessenfeld, bei dem numerische Verfahren eine führende Rolle zur Bestimmung von Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit spielen werden.

Wie aus der Aufstellung der Aktivitäten ersichtlich ist, gibt es viele Anstrengungen im internationalen Rahmen; die Forschung ist in Bewegung und wird weiterhin Fortschritte zur exakten Erfassung der SAR-Werte und damit letztlich für die Einschätzung des Einflusses von elektro-magnetischen Feldern auf Mensch und Umwelt erbringen.



WANN SOLL DIE FORSCHUNG ZUR SICHERHEIT DRAHTLOSER KOMMUNIKATION GESTOPPT WERDEN?

In einer speziellen Topic-in-Focus-Session fast zum Ende der Konferenz wurde diese Frage ausführlich diskutiert. Joe **Morrissey** von der Nova Southeastern University, Florida, USA (bis vor kurzem bei Motorola beschäftigt) geht nach

WANN SOLL DIE FORSCHUNG ZUR SICHERHEIT DRAHTLOSER KOMMUNIKATION GESTOPPT WERDEN?

seiner Auswertung der vorhandenen Literatur davon aus, dass die Forschung im Bereich nicht-thermischer Effekte zum Ende kommen könnte. Er zieht sich auf die Standpunkte zurück, dass bisher nur Effekte unter dem Einfluss von künstlich (durch Hochfrequenz-Feldeinfluss) erzeugter Wärme eindeutig nachgewiesen wurden, dass die zahlreichen entsprechenden Bewertungen durch internationale Kommissionen sich weitgehend decken und gegen gesundheitliche Einflüsse schwacher Felder im nicht-thermischen Bereich sprechen und dass ein weiteres „Fischen im Dunkeln“ reine Geldverschwendung wäre. Dariusz **Leszczynski** (STUK, Finnland) stellte sich gegen diese Haltung und bemerkte, dass ihm die Bewertungen durch internationale Kommissionen und Gremien oft nur wie ein „Kopieren und Einfügen“ von einem Bericht in den anderen vorkämen. Außerdem stecke in dem „Weight of Evidence“-Ansatz (er meint das „Abwägen von Erkenntnissen für oder gegen ein Gefahrenpotenzial“ anhand der wissenschaftlichen Literatur) nach seiner Ansicht bislang zu wenig „Weight“ („Gewicht“), das heißt Qualität. Er plädierte daher für mehr qualitativ hochwertige Forschung und die Etablierung besserer Qualitätsstandards in der EMF-Forschung. Christopher **Portier** (NIEHS, USA) betrachtete das Problem aus dem Blickwinkel toxikologischer Forschung und dort herrschender Standards. Seiner Ansicht nach wurde das Gefahrenpotenzial elektromagnetischer Felder im Vergleich zu chemischen Stoffen noch nicht adäquat geprüft, und selbst wenn, wäre auch dann weitere Forschung nötig, um den Stand des Wissens ständig überprüfen zu können. Allerdings müsse ein schlüssiges Konzept auf den Tisch, wie die gefundenen, durch Feldeinwirkung ausgelösten biologischen Effekte mit gesundheitlichen Leiden in Verbindung gebracht werden können. Erst dann würde es sich lohnen, weiter in diese Forschung zu investieren. Die Mehrzahl der Diskussionsredner gab Unterstützung für die Argumente der letzten beiden Podiumssprecher.

In der lebhaft geführten Diskussion wurden unter anderem folgende Positionen vertreten:

- Neben dem Qualitätsargument in der EMF-Forschung gibt es eben auch ein natürliches Limit für die Nachweisbarkeit von Effekten.
- Sinkende Summen für Forschungsförderung in Krisenzeiten machen es nötig, sich auf die „richtigen“ Bereiche zu konzentrieren.
- Die räumlichen Spitzen-Dosiswerte in Kindern sind nicht wesentlich verschieden von denen in Erwachsenen, aber neue gemittelte Daten geben Hinweise darauf, dass für Kinder bei gleicher Ausgangsleistung etwa um den Faktor 2 erhöhte Dosiswerte gelten.
- EMF sollte in der Risikoforschung nicht wie eine einzelne Chemikalie behandelt werden, sondern wie ein ganzes Arsenal solcher.
- Künftige EMF-Forschung sollte durch eine gemeinsame Belastung aus Geld der Industrie und der öffentlichen Hand finanziert werden.

EXTERNER SYMPOSIUM ZUM SCHWEIZER FORSCHUNGSPROGRAMM (NFP 57)

Das rein nationale Forschungsprogramm zur Untersuchung gesundheitlicher und umweltbezogener Effekte nichtionisierender Strahlung startete 2007 mit der Projektdurchführung und läuft bis 2010. Die bisherigen Ergebnisse wurden in einem eintägigen Symposium am Sonntag vor der BioEM 2009-Konferenz vorgestellt.

EXTERNER SYMPOSIUM ZUM SCHWEIZER FORSCHUNGSPROGRAMM (NFP 57)

Im Bereich der Dosimetrie wurden Fortschritte bei der Expositionsmodellierung von Föten im Mutterleib gemacht. Dazu wurden Aufnahmen von Magnetresonanztomographen genutzt. Die Auflösung reicht allerdings noch nicht um Blutgefäße zu modellieren; Körperbewegungen können auch noch nicht berücksichtigt werden. Ende des Jahres werden Ergebnisse des Projektes zur kumulativen Exposition des zentralen Nervensystems erwartet. (Alle Dosimetrieprojekte: IT'IS, Zürich, unter der Leitung von Niels **Kuster**)

Mit großem Interesse wurde die Präsentation von Primo **Schär** (Universität Basel) zu gentoxischen Effekten erwartet, da seine Studien zum Teil eine Replikation der Arbeiten der Rüdiger-Gruppe aus Wien darstellen. Schär's Gruppe fand bislang deutliche Effekte bei Niederfrequenzexposition (50 Hz, 1 Millitesla, 15 Stunden diskontinuierliche Exposition) in Fibroblasten. Diese Effekte treten allerdings nicht bei synchronisierten Zellen auf, weswegen Schär von einer Wirkung der Felder auf die Synthese-Phase im Zellzyklus (Verdopplung der DNS) ausgeht. Dazu sollen noch detaillierte Untersuchungen erfolgen. Im Hochfrequenzbereich hingegen konnte er nur von kleinen oder keinen Effekten berichten (1,9 GHz, 1 und 2 W/kg), was unter anderem davon abhängig war, welche Fibroblasten-Zelllinie verwendet wurde. Nach statistischer Auswertung, die in einer kleinen Übersichtstabelle gezeigt wurde, kam er zu dem Schluss, dass die Ergebnisse der Rüdiger-Gruppe im Hochfrequenzbereich nicht reproduziert werden konnten. Seine Gruppe wird zu diesem Thema keine weiteren Studien mehr betreiben und wird sich nunmehr in Einzelzellstudien auf die weitere Erforschung der Gründe für die gefundenen Effekte bei Niederfrequenzexposition konzentrieren.

Noch laufende Studien zu Hochfrequenzeffekten auf Proteine präsentierten Meike **Mevissen** (Universität Bern) und Pierre **Goloubinoff** (Universität Lausanne). Während Frau Mevissen keinen Effekt auf die Azetylcholinesterase fand, gab es einen kurzzeitigen Anstieg in der Stressproteinproduktion (HSP 25/27) bei 4 W/kg eines GSM-Signals. Herr Goloubinoff berichtete davon, bislang keinen Einfluss auf die Selbstregulation der Proteine im Wurm *Caenorhabditis elegans* entdeckt zu haben.

Die Arbeitsgruppe von Peter **Achermann** (Universität Zürich) hat schon mehrfach Wirkungen von Hochfrequenzfeldern auf das menschliche EEG nachgewiesen. Im Rahmen dieses Projektes wird der spezifische Einfluss der niederfrequenten Modulation untersucht. Die bisher untersuchten Modulationsfrequenzen 14 Hz und 217 Hz bewirkten wiederum Anstiege im sogenannten Spindelfrequenzbereich des EEG. Die Effekte – obwohl statistisch signifikant – schwankten aber stark zwischen den untersuchten Individuen. Kognitive Tests hingegen erbrachten keine Abweichungen. Auch dieses Projekt ist noch nicht abgeschlossen.

Mittels Infrarot beobachteten Martin **Wolf** und Kollegen (Universitätshospital Zürich) die Blutzirkulation im Gehirn mit und ohne Exposition eines UMTS-Feldes (1,9 GHz, 0,2 und 2 W/kg). Bisher konnten sie dabei keine Kurzzeiteffekte entdecken.

Die Expositionsabschätzung ist ein großes Problem in epidemiologischen Studien zu Hochfrequenzeinflüssen. Martin **Röösli** (Universität Basel) und Mitarbeiter aus

verschiedenen Instituten untersuchten deshalb die persönliche Hochfrequenz-Exposition im Raum Basel mit Exposimetern (Qualifex-Projekt). Sie kommen dabei zu dem Schluss, dass im Mittel der größte Expositionsanteil von eigenen und fremden drahtlosen Telefonen stammt.

WISSENSCHAFTLICHES FAZIT DES KONGRESSES

- Beide Gesellschaften, vor allem die amerikanisch verankerte BEMS, und die gesamte Forschung im EMF-Bereich verlagern die Aktivitäten immer mehr in Richtung medizinischer Anwendungen. Dem entsprechend verlagert sich der Forschungsschwerpunkt „Mobilfunk“ zunehmend auf andere Bereiche (neben Medizinanwendungen auch RFID, das heißt elektronische Warenidentifizierung und -sicherung)
- Der Stellenwert der epidemiologischen Forschung sinkt aufgrund zu großer methodischer Unsicherheiten, die offenbar nur schwer bewältigt werden können.
- Der Suche nach möglichen Wirkungsmechanismen für eine Feldwirkung in den oder an den lebenden Zellen wird wieder mehr Beachtung geschenkt (hier momentan am meisten diskutiert die Bildung besonders reaktiver Sauerstoffmoleküle, das heißt „Radikale“, ROS).
- Die EMF-Forschung konzentriert sich immer mehr auf mögliche Wirkungen bei Kindern, Jugendlichen und dem ungeborenen Leben. Hier liegt der Schwerpunkt zur Zeit deutlich im Bereich der Dosimetrie, die auch allgemein ein dominierendes Thema bei der Tagung war (vor allem in Posterpräsentationen).
- Vom Vorkommen „athermischer“ biologischer Effekte wird immer wieder berichtet, wenn auch weitaus in der Minderzahl der Untersuchungen und dann fast immer ohne Bezug zu gesundheitlichen Auswirkungen.
- Der Ruf nach toxikologischen Standards für den Bereich der EMF-Forschung sowie nach dem meist fehlenden Nachweis einer Verbindung zwischen biologischen Effekten und gesundheitlichen Auswirkungen (beziehungsweise mehr Konzentration auf solche Nachweise) wird lauter im Sinne einer Voraussetzung für weitere sinnvolle Forschungsanstrengungen und das dafür nötige finanzielle Engagement. Die grundsätzliche Notwendigkeit weiterer Forschung im EMF-Bereich wird jedoch nicht in Frage gestellt.

WISSENSCHAFTLICHES FAZIT DES KONGRESSES