

# Die BEMS in

Otto Petrowicz

**Zahlen helfen,  
nüchtern betrachtet,  
Dinge in der richtigen  
Einordnung zu sehen.  
So sollen Vergleiche  
dazu beitragen, die  
BEMS-Veranstaltung  
in München in  
ihrer Bedeutung zu  
vorhergehenden  
Veranstaltungen zu  
akzentuieren.**

Zum vierten Mal seit Bestehen der BIO-ELECTROMAGNETICS SOCIETY fand eine Jahrestagung ausserhalb der Vereinigten Staaten statt:

- 17. Jahrestagung 1994 in Kopenhagen, Dänemark
- 19. Jahrestagung 1996 in Victoria, BC, Kanada
- 2. Weltkongress 1997 in Bologna, Italien
- 22. Jahrestagung 2000 in München.

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der einzelnen Veranstaltungen getrennt nach Minisymposien/Workshops, Plenarvorträgen, Tutorials, Vorträgen und Posterpräsentationen seit 1994 in Kopenhagen bis zur diesjährigen Veranstaltung in München. Der Trend der letzten beiden Tagungen zu weniger Vorträgen und mehr Posterpräsentationen wurde beibehalten.

Nahezu unverändert im Vergleich zu den vergangenen Jahrestagungen ist die Verteilung der Beiträge auf einzelne Länder in Plenarvorträgen, Vorträgen und Posterpräsentationen. Dies spiegelt unter anderem die Schwerpunkte laufender bzw. beendeter Forschungsprogramme wider, aber auch die „Wichtigkeit“ der Fragestellung für die einzelnen Staaten. Wie der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen ist, entfällt die Mehrzahl der Vortragspräsentationen auf US-Amerikaner und Kanadier. Die „übrige Welt“ dominiert bei den Posterpräsentationen.

Ein reizvoller Vergleich ist die aktuelle Verteilung der Mitglieder der BEMS in Tabelle 3, getrennt nach Vollmitgliedern, assoziierten Mitgliedern, Studenten, aus dem

aktiven Berufsleben ausgeschiedenen Mitgliedern (emeritus members), fördernden Mitgliedern und Gründungsmitgliedern. Neben der Unterscheidung nach Art der Mitgliedschaft ist auch die Zugehörigkeit zu Kontinenten und „Ländergruppen“ eingesetzt. Als weiterer Aspekt der diesjährigen Veranstaltung ist die Auswahl der Themengruppen zu nennen. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den vergangenen Veranstaltungen. Themen waren diesmal:

- Genotoxizität
- Theoretische Modelle und Mechanismen
- Dosimetrie
- Zellen und Gewebe
- Medizinische Geräte
- Expositionsabschätzung
- Elektromedizin
- Nervensystem und Sensorik
- Humanstudien
- Tierexperimente
- Mobiltelefone, Funk-Kommunikation
- Epidemiologie und Öffentlichkeitsarbeit
- Hochfrequenz-Wirkungen auf Zellen und Moleküle

Als besonderes Thema der 22. BEMS-Jahrestagung wurde in zwei Sitzungen „Epilepsie: Magnetische Diagnostik und Therapie“ behandelt (siehe Grafik)

## **Begleitende Veranstaltungen zur BEMS:**

Die Tage vor dem eigentlichen Beginn der BEMS-Jahrestagung sind traditionell Workshops, Minisymposien und Sitzungen einzelner Organisationen und Arbeitsgrup-

# BEMS 2000

## Zahlen

pen vorbehalten. Auch diesmal fanden im Vorfeld der Tagung an zwei Tagen Sitzungen der amerikanischen Ingenieursvereinigung IEEE, Standard Coordinating Committee 28 (Non-Ionizing Radiation) statt. Nur eintägig angesetzt waren ein COST 244bis Meeting der Europäischen Union und der traditionelle Workshop des U.S. Air Force Research Laboratory.

### Amerikanischer Ingenieurverband IEEE (IEEE SCC28)

Über Inhalte und Ergebnisse dieser Arbeitsgruppensitzungen von IEEE SCC28 und ihren Subcommittees 1 - 5 wird im Rahmen dieses Berichts nur zusammenfassend berichtet.

Bei den Fachgruppensitzungen handelt es sich einerseits um die Fortsetzung der regelmäßig stattfindenden Fachberatungen des IEEE, andererseits sollte neuen und auch potentiellen Mitgliedern die Arbeit des IEEE Standard Coordinating Committee vorgestellt werden. In diesem Sinne war auch die Tagesordnung gestaltet, die neben Fachlichem auch sehr viel Informatives zu IEEE und die Arbeit des Komitees zum Inhalt hatte. So wurden sehr umfangreiche Informationen geboten, zur Struktur des IEEE, seiner selbst gestellten Aufgaben und der Vorgehensweise zu deren Realisierung, seiner Einbindung in nationale U.S.-Normungsprozesse und auch über die internationale Zusammenarbeit mit anderen internationalen und nationalen Organisationen. Hingewiesen sei auf die Web-Site <http://www.grouper.ieee.org/groups/scc28>

Tabelle 1: Überblick BEMS 1994 - 2000

	1994 Kopenhagen	1995 Boston	1996 Victoria	1997 Bologna	1998 St. Pete Beach	1999 Long Beach	2000 München
Minisymposien	2	2	2	28 mit 179	3	3	1
Workshops				Vorträgen			
Plenarvorträge	-		4	12	2 mit 9	11	3
Tutorial		2			Vorträgen	11	3
Vorträge	198	122	94	168	86	98	107
Poster	201	280	238	304	203	170	227

Tabelle 2:

	1998		1999		2000		
	USA/ Kanada	Andere	USA/ Kanada	Andere	USA/ Kanada	Andere	Deutsch- land*
Plenarvorträge	9	-	8	3	2 + W	1	-
Vorträge (Sitzungen)	62	24	57	31	61	46	14
Poster	92	111	65	105	45	182	34
Gesamt	163	135	130	139	108	229	48

\* Deutschland in „Andere“ enthalten und hier getrennt ausgewiesen

Tabelle 3:

Members	Gesamt	Europa Israel	USA Kanada	Asien Australien Neuseeland	Mittel- Südamerika Afrika	Deutschland
Full Member	328	85	213	28	2	20
Ass. Member	150	27	98	23	2	5
Student Member	29	11	14	4		1
Emeritus Member	40	5	34	1		1
Sustain. Member	3		3			
Charter Member	31	5	23	2	1	
Total	581	133	385	58	5	27

Das IEEE Standard Coordinating Committee 28 teilt sich in 5 Unterkomitees:

- SC 1: Techniken, Prozeduren und Instrumentierung
- SC 2: Kontrollmaßnahmen und Risikokommunikation
- SC 3: Sicherheits-Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung, 0-3 kHz
- SC 4: Sicherheits-Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung, 3 kHz-300 GHz
- SC 5: Elektrische Zündung von Sprengstoffen.

Bemerkenswert waren zwei Beiträge des Workshops: eine Präsentation von Dr. Eleanor Adair über Untersuchungen an Probanden, die hochfrequenten Feldern (2,4 GHz) ausgesetzt waren. Die Strahlungsdichte betrug 35 bzw. 70 mW/cm<sup>2</sup> und erfolgte jeweils über 45 min von hinten auf die Probanden gerichtet. Messungen der Körpertemperatur, der Sauerstoffversorgung, der Schweissentwicklung und der Umgebungsdaten wurden durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass die Wärmeentwicklung in den Körperbereichen der Probanden sehr unterschiedlich war. Interessant ist, dass die Temperaturmessung im Ösophagus (Speiseröhre), in der Nähe des Herzens, keine Erhöhung der Kerntemperatur durch die Exposition zeigte.

Der zweite nennenswerte Beitrag wurde in der SC 3 Sitzung präsentiert: Der im Subcommittee überarbeitete Entwurf für Grenzwertempfehlungen im Frequenzbereich 0 - 3 kHz wurde von J. Patrick Reilly im Workshop ausführlich vorgestellt und im Subcommittee diskutiert. Im großen und ganzen weichen die Empfehlungen nicht weit von den bekannten bisherigen Empfehlungen (Guidelines) anderer Institutionen ab. Im Entwurf sind auch neue Aspekte der aktuellen Risikodiskussion berücksichtigt.

Insgesamt wurde diese IEEE-Veranstaltung von allen Teilnehmern als informativ und als sinnvolle Ergänzung der BEMS-Tagung erachtet.

### US-Air Force-Workshop

Das U.S. Air Force Research Laboratory (USAF), das sich als „ein Forum über EMF – Sicherheit, – Standards und – Forschung“ bezeichnet, richtete diese Veranstaltung aus. Workshops dieser Forschungsgruppe der U.S. Air Force begleiten seit sechs Jahren die Jahrestagungen der BEMS und finden stets im Vorfeld der eigentlichen BEMS-Tagung statt. Dr. Michael Murphy als Vorsitzender des Workshops gab eingangs einen kurzen Einblick über die Arbeit und die Ziele des U.S. Air Force Research Laboratory.

Das Programm des Workshops gliederte sich in vier Themenbereiche:

Das erste Thema befaßte sich mit den zur Zeit bestehenden Standards und deren Harmonisierung. Als Vertreter der WHO stellte Dr. Kenneth Foster den Prozeß der WHO EMF-Normenharmonisierungsbestrebungen vor. In seinen Ausführungen umriss er das internationale EMF-Projekt der WHO und gab Hinweise über die bestehende vielfältige internationale Zusammenarbeit. Als kooperierende Institutionen, die sich mit der EMF-Thematik befassen, sind besonders UNEP, ICNIRP, ILO, IEC, IARC, NATO, ITU und die EU hervorzuheben. Auch einzelne Nationalstaaten wie die USA, UK, Japan, Schweden und Deutschland sind schwerpunktmäßig an dem EMF-Projekt der WHO beteiligt. Als wesentliche Aufgaben sieht die WHO –

obwohl sie keine eigenen Standards anstrebt – einen Konsens über alle zur Zeit bestehenden nationalen und internationalen Standards zu erreichen.

Als nächstes stellte Foster das internationale Komitee für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP) vor, die der Vortragende pointiert mit „Science, Science, Science“ zusammenfasste. Die ICNIRP, die ihren Ursprung in der IRPA hatte (Gründung der Abteilung „Nichtionisierende Strahlung“ 1970 in Paris), hat enge Verbindung zur WHO, ILO und EU. (Siehe auch Web Site der ICNIRP <http://www.icnirp.de>). Besonders hervorgehoben wurde auch die Zusammenarbeit mit US-amerikanischen und europäischen Vereinigungen zur Frage der Harmonisierung von Grenzwertempfehlungen z. B. mit der IEC, CENELEC, IEEE SCC28, RF and LASER Standards Int. Labor Organisation, WHO, UNEP, IRPA, EU (DG V, XII und XIII) und IEC. Hauptaktivität der ICNIRP ist auch die Sichtung und Bewertung neu erscheinender Veröffentlichungen von Forschungsergebnissen im Hinblick auf bestehende Grenzwertempfehlungen. Neben den Aktivitäten in der Forschung, mit denen die ICNIRP versucht, erkannte Lücken im Wissen (Gaps of Knowledge) zu füllen, ist ein Teilbereich der Entwicklung und Implementierung von Expositionsrichtlinien für beruflich exponierte Personen und für die allgemeine Bevölkerung gewidmet.

CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
ELF	Extremely Low Frequency (Niederfrequenz)
EMF	Elektromagnetische Felder
IARC	International Agency for Research on Cancer (UN)
ICNIRP	International Committee of Non-Ionizing Radiation Protection
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ILO	International Labour Organisation (UN)
IRPA	Ionizing Radiation Protection Association
ITU	International Telecommunications Union (UN)
NATO	North Atlantic Treaty Organization
UNEP	United Nations Environment Programme (UN)
WHO	World Health Organisation (UN)

Diese Arbeiten genießen weltweit einen hohen Stellenwert und sind häufig die Basis für nationale Gesetzes- bzw. Normengebung.

In einem weiteren Beitrag des USAF Workshops wurden die Aktivitäten der IEEE SCC28 zu Grenzwertempfehlungen für die Exposition durch nichtionisierende Strahlung (NIR) vorgestellt (siehe Bericht über IEEE SCC28).

In den folgenden zwei Vorträgen wurde auf die fundamentalen Unterschiede in den Festlegungen (Standards) der westlichen Staaten im Gegensatz zu den Ländern des früheren Ostblocks eingegangen. Die Differenzen in der Definition von Grenzwertfestlegungen und daraus folgend in den Empfehlungen (Guidelines) waren vor allem in den unterschiedlichen Betrachtungsweisen begründet. Die Frage nach dem „Warum“ der unterschiedlichen Einschätzung wird mit ökonomischen Gründen, unterschiedlicher Interpretation biologischer Reaktionen und nicht zuletzt philosophischen Gründen beantwortet.

Im weiteren Verlauf des Workshops wurden nieder- und hochfrequent gepulste Felder und deren Wirkungen im subzellulären und zellulären Bereich behandelt. Inhalt der Betrachtungen waren bekannte zelluläre Effekte durch einzelne ELF-Impulse, Impulsfolgen und impulsmodulierte Hochfrequenzfelder. Die Einwirkungsschwelle, ab der Effekte beobachtet wurden, ist sehr hoch, liegt im Bereich  $> 500$  kV/m und entspricht der bekannter Effekte bei Membrandepolarisation und auf die Signaltransduktion. Auch nichtthermische Effekte wurden identifiziert, aber nur bei hohen elektrischen Feldstärken, bei denen auch bereits thermische Effekte wirksam sind.

Eine andere durch Pulsation (gepulste Mikrowellen) erzeugte und wissenschaftlich gesicherte Wirkung ist das „Hörempfinden“. Es wurde ein Überblick über bisher erschienene Arbeiten, hauptsächlich von Chou, Lin and Seemann geboten. Die Arbeiten, die bis ins Jahr 1956 zurückrei-

# Persönlicher Kommentar zur BEMS 2000

von Privatdozent Dr. Dr. O. Petrowics

weise für etwaige Wirkungen oder gegen Wirkungen handelt.

Wie in jedem Jahr stellt sich dem „Berichterstatter“ die Aufgabe, ein Urteil auf die Frage nach dem Ergebnis der Jahrestagung der Bioelectromagnetics Society zu fällen. Mein Vorschlag für eine Bewertung wäre „unentschieden“.

Auf der einen Seite bedeutet die Bewertung, daß die vorgestellten Ergebnisse und Informationen, welche durch die neuen Forschungsbeiträge geliefert wurden, sowohl für die Gruppen, die Gesundheitsrisiken sehen, als auch für die, die nur ein geringes oder kein Risiko sehen, etwa gleich verteilt sind. Auf der anderen Seite bedeutet „unentschieden“ auch, dass nichts entschieden ist. „Nichts entschieden“ ist so zu verstehen, daß die präsentierten Vorträge und Poster sowohl von den Forschungsergebnissen als auch vom Inhalt der Präsentationen nicht geeignet sind, an dem bisherigen „Stand des Wissens“ zu rütteln und damit Bewegung in die Risikoeinschätzung und -diskussion zu bringen.

Leider war die Qualität der präsentierten Arbeiten sehr unterschiedlich. Neben „hochkarätigen“ Arbeiten, die bereits in guten, „peer reviewed“ Zeitschriften publiziert wurden bzw. im Druck sind, wurde während der Tagung auch mancher Bericht von zweifelhaftem wissenschaftlichem Inhalt vorgestellt. Jede der oben erwähnten Gruppen wird das jeweilige, in seiner erwarteten Tendenz berichtete Ergebnis höher bewerten als das, welches dem entgegen steht. Deshalb ist an dieser Stelle klarzustellen, dass es sich bei den berichteten Effekten noch um keine Be-

In zahlreichen ICNIRP-Seminaren wurde versucht, Lücken im Wissen über Wirkungen elektromagnetischer Felder zu bearbeiten und zu schliessen und die zukünftige Richtung der Forschungen zu definieren. Viele Beiträge der BEMS 2000 Tagung, ebenso wie auch bei früheren Veranstaltungen, hatten – ich unterstelle das – gänzlich andere Motivationen. So ist zu beobachten, dass – hat sich eine Methode eines Labors für andere Fragestellungen, z.B. chemische Umweltverträglichkeitstests etabliert – immer mehr versucht wird, dieses Modell auch im Zusammenhang mit EMF-Fragestellungen einzusetzen. Ob diese Vorgehensweise in jedem Fall sinnvoll ist, sei dahin gestellt.

Die wissenschaftliche Bestätigung und Bewertung gefundener Effekte ist ein schwieriger Prozess, wie er bereits im Rahmen vieler anderer Berichte dargelegt wurde. Insofern ist eine Veranstaltung wie die BEMS ein geeignetes Forum zur Information über aktuelle Forschungsarbeiten aus der ganzen Welt. Die „Wissenschaft“ trifft sich, man spricht miteinander, man diskutiert und richtet sein Augenmerk auf einzelne Fakten, die für eine Einschätzung der Materie und insbesondere auch für die eigene Arbeit wichtig erscheinen. Insofern sind solche Tagungen für den Fortschritt auf dem Gebiet äußerst notwendig und wichtig. In diesem Sinne muss die Veranstaltung in München als erfolgreich und gelungen angesehen werden. Sie hat Maßstäbe gesetzt. Nachfolgende Jahrestagungen müssen an ihr gemessen werden.

chen, befassen sich mit der Bestimmung von Hörschwellen, Signalformen, Pulsdauer, Leistung, Wiederholfrequenz usw. Einige der vergangenen Untersuchungen, deren Ergebnisse präsentiert wurden, hatten nicht nur den subjektiven Höreindruck zum Gegenstand, sondern umfassten auch Methoden zur Quantifizierung (Evoked Responses usw.). Das Phänomen wird erklärt durch die mikrothermischen Dehnungen im Kopfbereich, die diese akustischen Signale erzeugen (Thermoelastic Expansion). Diese Effekte werden wissenschaftlich ausschliesslich als thermischer Art verstanden. Der Temperaturanstieg liegt bei  $<1/1.000.000$  Grad.

Ein weiterer Beitrag hatte ebenfalls „Hör-effekte“ zum Gegenstand. Er befaßte sich mit dem Versuch, sich auf numerische Art dem Phänomen zu nähern (MAXWELL-Ansatz, Hook'sches Gesetz und Gesetze der thermoelastischen Verformung). Die präsentierten Ergebnisse waren spektakulär wegen der filmischen Darstellung der Druckwirkungen in den drei zugrundeliegenden Kopfmodellen. Ansonsten waren die Ergebnisse eher nüchtern und lieferten keine neuen überraschenden Aspekte zum bekannten Phänomen.

In der dritten der vier Vortragsreihen des Workshops wurde das Thema „Grenzwerte“ behandelt, beginnend mit erforderlichen Prozessen und Kriterien zur Festlegung wissenschaftlicher Prozesse zur Generierung von Grenzwertempfehlungen und Standards.

Der interaktive Prozess zur Gestaltung wissenschaftlicher Studien wurde folgendermassen umrissen:

- Hypothese
- Experimentelle Untersuchung
- Überprüfte Hypothese
- Bestätigung der Hypothese
- Wiederholung der Untersuchungen im eigenen Labor zur Minimierung falsch positiver Ergebnisse und Wiederholung der Untersuchung durch andere unabhängige Wissenschaftler. Eine erfolgreiche Wiederholung der positiven Ergebnisse (Effekte)

ist notwendig, aber nicht ausreichend und als Validierung unzureichend.

- Publikation in einem Peer-Reviewed Journal
- Gegebenenfalls neue Hypothesen aus den Ergebnissen
- Akzeptanz durch die Wissenschaft

Welche Effekte sind bisher bewiesen und etabliert:

#### *Niederfrequenz*

- Nerven- und Muskelstimulation
- Schock und Verbrennungen
- Elektroporation
- Pearl-Chain-Effect
- Knochenheilung
- Wahrnehmung

#### *Hochfrequenz/Mikrowelle*

- Thermische Effekte
- Kontaktströme
- Schock, Hitze und damit verbundene Gewebeschäden

Dr. Eleanor Adair behandelte eingehend die Fähigkeit des menschlichen Organismus, Wärme nach Aussen zu führen und die Mechanismen, die bei diesem Prozess beteiligt sind. Die Wärmeabstrahlungsfähigkeit, die bis zu 6,5 W/kg bei Spitzensportlern betragen kann, wird mit 0,4 W/kg für beruflich exponierte und 0,08 W/kg für die normale Bevölkerung als erlaubte Schwelle angesetzt.

Der Workshop unterstrich, dass (bei Betrachtung von nur thermischen Effekten) bei gesunden Menschen von einer Temperaturerhöhung um 1 °C bei Exposition von 4 W/kg auszugehen ist. Dies ist auch Grundlage der Standards unter Berücksichtigung des Faktors 10 (beruflich exponierte Personen) bzw. 50 (bei der allgemeinen Bevölkerung) als zur Zeit gültige Empfehlungen. Bei der Einwirkung von Hochfrequenz-Energie und der Festlegung von Grenzwertempfehlungen wird bisher mangels zu berücksichtigender Erkenntnisse nicht-thermischer Art nur von thermischen Wirkungen ausgegangen. Diese sind bestätigt und seit vielen Jahrzehnten hinreichend untersucht.

Einen vom Auditorium sehr kritisch aufgenommenen Beitrag brachte Dr. M. Blank aus USA. Mit dem Thema „biologisch basierte Sicherheitsstandards für Mobiltelefone“ wies er auf die unterschiedlichen Signalformen, Frequenzanteile und Modulationen hin, die bei der GSM-Norm gegenüber anderen Normen eine Rolle spielen. Er stellte aber nicht evaluierte Effekte wie an ODC (Ornithin-Decarboxylase) und ATP (Adenosintriphosphat) und die auch bei nichtthermischen Intensitäten erzeugten Streßproteine heraus, die seiner Meinung nach nicht in den Normen berücksichtigt sind. Zusammenfassend forderte er, dass die Forschung auf diesem Gebiet kritischer bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen bei Standards, insbesondere den Mobilfunk betreffend, sein sollte. Besonders Stressproteine sieht er als gesicherte biologische Antwort auf GSM-Signale an und fordert, diesen Effekten mehr Beachtung zu schenken.

Einen mehr allgemein orientierten Beitrag zu „Wissenschaft und Vorsorgegedanken“ brachte Dr. P. Osepchuk, USA über die Annäherung des Vorsorgegedankens an das EMF-Risikomanagement. Beginnend damit, wie unterschiedlich internationale Institutionen (North Sea Conference 1989, Deklaration of Helsinki etc.) den Begriff „Vorsorge“ definieren, ging er auf die Risikoeinschätzung bei ionisierender Strahlung ein, wo keine Schwellen angenommen werden können (Anmerkung des Autors: „Dies ist aber letztlich auch nicht bewiesen“). Hier gilt für ihn das ALARA-Prinzip (as low as reasonable achievable), bei dem nur von einem akzeptierten Risiko ausgegangen werden kann. Er stellt den Zuhörern die Frage „Wie ist die Sachlage bei nichtionisierender Strahlung und ist überhaupt der Gedanke der Vorsorge vereinbar mit wissenschaftsbasierter Risikoeinschätzung?“

*Privatdozent Dr. Dr. Otto Petrowicz,  
Institut für experimentelle Onkologie der  
Technischen Universität München*