

Internationales Sym

„Electromagnetic Aspects of

T A G U N G S B E R I C H T

Prag, 9. - 12. Juli 2000

Lutz Haberland

Zum diesjährigen Prager Symposium „Electromagnetic Aspects of Selforganization in Biology“ trafen sich ca. 50 Wissenschaftler, um an drei Vortragstagen über folgende Themengebiete zu diskutieren: „Endogene elektromagnetische Felder (EMF) in biologischen Systemen“, „Biophysikalische Mechanismen der Interaktion exogener EMF mit biologischer Materie“ und „Medizinische Applikation neuer aufstrebender Technologien“. Die Autoren stellten meist noch unveröffentlichte Ergebnisse ihrer experimentellen und theoretischen Forschungen vor. Aufgrund der thematischen Dreiteilung konnten einige Vortragende verschiedene Aspekte ihrer Forschung darstellen, was allerdings auch zu Wiederholungen und einigen Längen führte.



Am ersten Tag, unter dem Motto „Endogene elektromagnetische Felder in biologischen Systemen“, fokussierten die Darstellungen auf Messungen elektromagnetischer Signale von Zellen und auf theoretische Modelle zur Rolle von EMF bei der Selbstorganisation biologischer Systeme.

R. Hölzel vom Fraunhofer Institut Biomedizinische Technik in Berlin stellte hierzu Ergebnisse von indirekten und direkten Messungen von HF-Signalen in Algen- und Hefezellen vor. Die indirekte Messung erfolgte dabei über die Beobachtung, daß Zellen eine Anziehungskraft auf stark polarisierbare Partikel, wie z.B. Bariumtitanat, ausüben, die sich dadurch in unmittelbarer Nähe der untersuchten Zellen ansammeln. Dieser als „Mikrodielektrophorese“ bezeichnete Effekt wird auf vorhandene, stark inhomogene elektrische Felder rund um die



Zellen zurückgeführt. Bei der Suche nach der Ursache dieser Effekte wurden mit der direkten Messung über Mikroelektroden und eine ausgeklügelte Elektronik Zellsignale ab einer Mindestleistung von 10-17 Watt aufgenommen. An drei verschiedenen Zelltypen, u.a. auch an Zellen der Bäckerhefe, fand man Signale in einem Frequenzbereich von 1,5 bis 52 MHz. J. Pokorny vom Institut für Funktechnik und Ingenieurwissenschaften der Akademie der Wissenschaften in Prag präsentierte ähnliche Ergebnisse. An mutierten Zellen der Bäckerhefe registrierte seine Arbeitsgruppe Signale im Bereich von 8-9 MHz. Die untersuchten Zellen befanden sich zum Zeitpunkt der Messung alle in der Zellteilungsphase (Mitose). In bestimmten Phasen der Mitose ist der für die Trennung der Chromosomen notwendige Spindelapparat am stärksten ausgebildet. Da das

Auftreten der elektromagnetischen Signale der Zellen mit Bildung und Funktion des Spindelapparates korrelierte, wurde ein Zusammenhang zwischen diesen beiden zellulären Vorgängen vermutet. Die biologische Bedeutung dieser Signale ist jedoch noch unklar.

Die vorgetragenen theoretischen Modellrechnungen zur Rolle von EMF bei der Selbstorganisation in biologischen Systemen überstrichen ein breites Themengebiet. Sie reichten von der Modellierung eines molekularen Motors, über die Berechnung der Möglichkeit von Brüchen von Wasserstoffbrückenbindungen innerhalb der Erbinformation-tragenden Moleküle (DNS) durch elektrische Felder bis hin zu Berechnungen der Resonanzfrequenzen des aus Mikrotubuli bestehenden Spindelapparates (Röntgen- bzw. Infrarotbereich).

Daneben gab es auch einige mehr philosophisch motivierte Vorträge. So wurde von V.L. Vvedensky vom Kurchatov-Institut Moskau eine Art „Rückstell (Reset) - Kommando“ in Erwägung gezogen, das die Zelle aus einem „gestörten Zustand“ (wie z.B. bei einer Erkrankung) in den „Normalzustand“ zurück bringen soll. Er verglich hierbei zelluläre Prozesse mit Computerprozessen und spekulierte in diesem Zusammenhang über eine entsprechende Wirkung verschiedener Medikamente und medizinischer Anwendungen (Lasertherapie, elektromagnetische Stimulation).

Am zweiten Tag standen mögliche Einflüsse von äußerlich einwirkenden (exogenen) EMF im Mittelpunkt. Studien an einem breiten Spektrum von Versuchsobjekten, vom Mensch über Insekten, Bakterien bis hin zu molekularen Strukturen, wurden vorgestellt und z.T. Hypothesen zur Ursache der beobachteten Effekte aufgezeigt. So



präsentierte z.B. L. von Klitzing von der Medizinischen Universität Lübeck Untersuchungen zum Einfluß elektromagnetischer Strahlung auf den Blutfluß in der Haut. Gesunde Probanden wurden mit Hilfe von Handys (936 MHz, 217 Hz moduliert) und schnurlosen Telefonen (DECT 1,8 GHz, 100 Hz moduliert) 2 mal 10 Minuten lang bestrahlt. Gleichzeitig wurde der Blutfluß in den Blutkapillaren der Haut gemessen. Bei einigen Probanden wies der Blutfluß während der Bestrahlungen im Gegensatz zur Kontrolle (keine Bestrahlung) periodischen, oszillierenden Charakter (Frequenz um 0,15 Hz) auf. Die Ergebnisse wurden als ein von der individuellen Empfindlichkeit abhängender Effekt auf das autonome Nervensystem interpretiert. Ein möglicher Einfluß von Handys (900 MHz, 217 Hz moduliert) auf biologische Systeme wurde ebenfalls von der Arbeitsgruppe um R. Jech von der Forschungsabteilung für Neurologie der Karls-Universität Prag untersucht. Hierzu wurden EEG-Untersuchungen an Narkolepsie-Patienten (Patienten, die am Tag unter zwingenden, minutenlangen Schlafanfällen leiden) durchgeführt. Im Vergleich zu gesunden Personen konnten bei Narkolepsie-Patienten unter Handy-Einfluß keine Auffälligkeiten im Schlaf- und Wach-EEG nachgewiesen werden. Allerdings wurden während eines Reaktionstests deutliche Veränderungen der visuellen Ereignis-bezogenen Potentiale in der rechten Hirnhemisphäre (das Handy war an der rechten Kopfseite platziert) aufgezeichnet. Ein Effekt zeigte sich auch in der Verminderung der Reaktionszeit der Patienten um ca. 20 ms. Vergleichende Experimente an gesunden Probanden sollen folgen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Tagesthemas lag auf der Wirkung extrem nieder-

frequenter elektromagnetischer Felder (ELF-EMF). H.O. Gutzeit vom Institut für Zoologie der Technischen Universität Dresden stellte hierzu eine Hypothese vor, nach der ELF-EMF als sog. Costressoren fungieren. Bei einer Vorbelastung des Organismus durch ein oder mehrere andere Einflüsse (z.B. Hitze) reicht demnach bereits ein 50 Hz, 100 μ T Magnetfeld aus, um den Organismus aus dem „Gleichgewicht“ zu bringen. Hierzu durchgeführte Untersuchungen an Nematoden und Drosophila-Fliegen unterstützen seine Hypothese. Er konnte zeigen, daß ELF-EMF bestimmte Streßreaktionen in Nematoden verstärkten (Erhöhung der Expression eines bestimmten Gens, das unter der Kontrolle eines sog. Streß-Promoters steht). Bei Drosophila-Fliegen wurde ein Einfluß (Verlangsamung) auf die Embryonalentwicklung festgestellt. Voraussetzung für die Effekte war allerdings eine starke, bis an die Grenze der physiologischen Belastbarkeit gehende Erwärmung der Organismen. Auch M. Vácha von der Forschungsabteilung für tierische Physiologie der Masaryk Universität Brno (Tschechien) untersuchte die Wirkung niederfrequenter EMF (50 Hz) an Insekten. Er beobachtete das Puppenwachstum des Mehlkäfers bei Befeldungsintensitäten zwischen 0,05 und 1 mT. Eine Veränderung des Längenwachstums wurde nicht festgestellt. Weitere Studien befaßten sich mit dem Einfluß von ELF-EMF auf Zellen des menschlichen Immunsystems (Lymphozyten). Die italienische Forschergruppe um M. Milani von der Universität Mailand beobachtete hierzu unter einer 50 Hz - Exposition (Magnetfelder, gepulst) eine Veränderung der CO₂-Produktion, ein geringeres Zellwachstum sowie verschiedene zellmorphologische Veränderungen an Lymphozyten. A. Jandova und Mitarbeiter untersuchten den Einfluß einer 60-minütigen 50 Hz, 1 bzw. 10 mT Exposition auf die Anheftungseigenschaft von T-Lymphozyten von Krebspatienten bzw. von gesunden Probanden. Die Anheftung (Adhärenz) dieser Zellen spielt

neben anderen Eigenschaften eine wichtige Rolle bei dem Ablauf spezifischer Immunantworten und ist bei gesunden Probanden deutlich stärker ausgeprägt als bei Krebspatienten. Die Bestimmung der Anheftungsstärke wird z.B. auch im Rahmen eines Immuntests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Lymphozyten eingesetzt. A. Jandova konnte einen Einfluß von niederfrequenten EMF auf die Anheftungseigenschaft von T-Lymphozyten nachweisen. Interessanterweise beobachtete sie dabei, daß Lymphozyten von Krebspatienten mit einer Zunahme der Adhärenz reagieren, während die Adhärenz der Lymphozyten gesunder Probanden unter EMF-Einfluß deutlich abnimmt.

Nicht-thermische Effekte hochfrequenter Strahlen (Millimeterwellen) wurden von I.Y. Belyaev von der Abteilung für Molekulare Genetik der Universität Stockholm an E.coli Bakterien untersucht. Nach einer zunächst ausführlichen Einführung in die von ihm angewandte Methode der Viskositätsmessung lysierter Zellen, folgte die Darstellung der beobachteten Effekte. Es wurden mehrere „Resonanz“frequenzen um 51 GHz registriert, die mit Verringerung der Intensität der eingestrahlten Leistung (bis zu 10-17 W/cm²) eine zunehmend schmaler werdende Frequenzbandbreite aufweisen. Die Ergebnisse wurden als Änderungen der Faltstruktur der DNS interpretiert. Aufgrund der geringen Strahlungsintensitäten kann es sich nach Meinung des Autors nur um einen quantenmechanischen Effekt handeln, sein eigenes Mechanismusmodell der „Electron-conformational Interaction“ von 1996 fand aber keine Erwähnung mehr.

Untersuchungen zum Einfluß von relativ starken EMF auf biologische Systeme wurden in Vorträgen von E.A. Kovacz von der Medizinischen Universität Bukarest und von E. Unger vom Institut für Molekulare Biotechnologie Jena vorgestellt. E.A. Kovacz mit Unterstützung von H. Berg vom Institut für Virologie Jena untersuchte das Verhalten von Photorezeptoren der Netz-

haut in statischen und periodischen elektrischen Feldern (10-1500 kHz). Die Feldstärken betragen 400 V/m bis 200 kV/m. Aus den Ergebnissen leiten die Autoren Aussagen zur dielektrischen Eigenschaft und der Lebensfähigkeit der Zellen während der Befeldung ab. E. Unger präsentierte eine Studie zum Einfluß von EMF auf die an der Stabilisierung von Zellen beteiligten Zellstrukturen (Mikrotubuli). Er zeigte, daß Mikrotubuli durch starke elektrische Felder ausgerichtet und bewegt werden können.

Der dritte und damit letzte Tag des Symposiums stand vorrangig im Zeichen möglicher medizinischer Anwendungen von EMF. Nichtinvasive Methoden der Temperaturmessung im Zusammenhang mit Hyperthermiebehandlung, neue Therapieformen zur Behandlung von Hautveränderungen (wie z.B. Warzen, Tumore) unter Einsatz nicht-ionisierender Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich (photodynamische Therapie) sowie medizinische Erfolge der Mikrowellen-Resonanztherapie in der Ukraine wurden von J. Vrba von der Technischen Universität Prag, M. Jirásková von der Forschungsabteilung für Dermatologie der Karls-Universität Prag sowie von B. Grubnik vom Wissenschaftlichen Forschungszentrum für Quantenmedizin Kiew dargestellt.

Die im Rahmen des Symposiums vorgestellten, bisher unveröffentlichten Ergebnisse zu Effekten elektromagnetischer Felder müssen nun noch unabhängig reproduziert werden. Im Bereich möglicher Mechanismen konnten nach Auffassung des Verfassers keine neuen Akzente gesetzt werden. U.a. wegen des Nichterscheins einiger Referenten waren einzelne Vorträge durch ausführliche Betrachtungen der eigenen Arbeitsorganisation und Lebensphilosophie geprägt, was der Veranstaltung insgesamt nicht zuträglich war.

*Dipl.-Biologe Lutz Haberland,
Institut für Biologie am Lehrstuhl
für experimentelle Biophysik an der
Humboldt-Universität Berlin*