

Newsletter

Forschungsgemeinschaft Funk e.V.
G 14514 · 5. Jahrgang · Nr. 2 · Juni 1997



Themen:

**Flugsicherheit und
„Elektrosmog“**

FGF-Pressekonferenz

**Hintergrund und Reaktionen
zum NCRP-Bericht**

**Internationales Seminar
zu athermischen Wirkungen**



Forschungsgemeinschaft Funk

Newsletter

2/1997

Inhalt

Editorial 2

Gesellschaft:

Navigationsprobleme bei Betrieb von Handys im Flugzeug? 3

Pressekonferenz:

Keine schädigenden Einflüsse von Funkwellen auf Zellen 6

Forschung:

Unauthorisierter NCRP-Bericht sorgte für viel Wirbel 9

Seminar:

Sind athermische Wirkungen gesundheits-schädigend? 12

Termine 16

FGF-Publikationen 16

Impressum 16

Forschungsgemeinschaft Funk

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser!

für einigen Wirbel in der amerikanischen Presse sorgte im vorigen Jahr ein unauthorisierter Bericht des amerikanischen National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) zum Thema EMF und Krebsentstehung, deren Zusammenfassung in der Zeitschrift „Microwaves“ abgedruckt wurde. Auch in der deutschen Presse wurden vielfach vermeintliche Schlußfolgerungen der Experten zitiert. Unter anderem



solle die NCRP drastische Grenzwertempfehlungen gegeben haben. Kaum registriert wurde dagegen, daß der NCRP diesem in einer öffentlichen Stellungnahme widersprochen hat. Hintergründe und Reaktionen werden in dieser Newsletter-Ausgabe näher beleuchtet.

Mit Krebsentstehung befaßte sich auch eine Reihe von Untersuchungen im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Funk e.V., deren Ergebnisse auf der Pressekonferenz am 27. Februar der Öffentlichkeit vorgestellt wurden.

Untersucht wurde der Einfluß von elektromagnetischen Feldern auf Zellen und Zellaktivitäten. Generell konnten keine schädigenden Einflüsse gefunden werden, so das Untersuchungsergebnis. Lesen Sie hierzu den Bericht auf Seite 6.

Daß die EM-Felder von tragbaren elektronischen Geräten wie Mobiltelefonen oder Laptops hochsensible Navigationssysteme in ihrer Funktion beeinträchtigen können, wurde in einer von der US-amerikanischen Flugsicherheitsbehörde FAA beauftragen Studie vermutet. Eine signifikante Bedrohung sei allerdings nicht erkennbar, so die Untersuchung. Trotzdem als Empfehlung: „Handys aus im Flugzeug“.

In einem weiteren Artikel werden die Ergebnisse eines Internationalen Seminars, das ICNIRP, WHO und BfS gemeinsam durchführten, vorgestellt. Thema des Seminars waren die biologischen Wirkungen nicht thermischer EM-Felder.

Gerd Friedrich

Flugsicherheit und „Elektrosmog“:

Navigationsprobleme bei Betrieb von Handys im Flugzeug?

Statistisch betrachtet birgt der Flugverkehr die weitaus geringsten Risiken für Leib und Leben der Passagiere. Gefahrenquellen für die Betriebssicherheit eines Jumbo-Jets sind meist nachlässige Wartung, widrige Witterungsbedingungen oder schlicht menschliches Versagen. In den vergangenen Jahren ist dem auf höchstmögliche technische Sicherheit ausgerichteten Flugbetrieb jedoch eine neue Gefahrenquelle erwachsen: sogenannte Portable Electronic Devices (PEDs), tragbare elektronische Geräte wie Mobiltelefone oder CD-Player. Deren elektromagnetische Strahlung vermag offenbar die hochsensiblen Navigationssysteme zu „verwirren“. Offenbar, denn der Nachweis eines eindeutigen ursächlichen Zusammenhangs steht derzeit noch aus.

Ein ganz normaler Mittelstreckenflug: Ein Geschäftsmann in Reihe 15 drischt auf die Tastatur seines Laptop-Computers ein, zwei Sitzreihen vor ihm wiegt sich ein junges Paar gemeinsam zu den Salsarhythmen aus einem tragbaren CD-Player, während in Reihe 26 ein Schuljunge ein tapferes Gefecht mit einem waffenstarrenden Shaolin-Mönch über seinen Gameboy austrägt. Die Ansage des Kapitäns über den Bordlautsprecher, die den Gebrauch von PEDs während der Startphase des Jumbos untersagt, verhallt von den vier Reisenden ungehört.

Zwei Stunden später, die reguläre Flughöhe ist längst erreicht: Mit Besorgnis registriert die Crew, daß eines der Navigationssysteme plötzlich verrückt spielt. Binnen Sekunden weicht die Maschine um 30 Grad von ihrem vorgegebenen Kurs ab. Der Pilot, dem Kollegen bereits mehrfach über ähnlich mysteriöse Vorfälle berichtet

hatten, beordert eine Flugbegleiterin in die rückwärtigen Abteile. Außer dem geschäftigen Laptop-Besitzer stößt die Stewardess auf 25 weitere Passagiere, die sich über tragbare Radios in die Live-Übertragung eines Football-Spiels eingeklinkt haben. 90 Sekunden, nachdem der Kapitän die Aufforderung zum Abschalten der Geräte erteilt hat, liegt die Maschine wieder auf ihrem ursprünglichen Kurs. So geschehen im Jahr 1993 auf einem inneramerikanischen Flug von Denver, Colorado, nach Newark, New Jersey.

„Wie schlimm ist das Problem? Nun, wir wissen es letztlich nicht genau“, räumt Finbarr O'Connor ein, Experte für elektromagnetische Verträglichkeit. O'Connor ist einer der Autoren einer Studie, die im Auftrag der US-amerikanischen Flugsicherheitsbehörde FAA den Einfluß von PEDs auf die Avionik untersucht hat. Bislang seien die Hinweise spärlich, daß

Abstrahlungen von Laptops oder Spielkonsolen die Flugzeugelektronik aus der Balance bringen. Er habe jedoch „keinen Zweifel“, daß solche Geräte die Navigationssysteme nachteilig beeinflussen können, auch wenn sich dieser Einfluß im Einzelfall nur schwer nachvollziehen lasse. „Die Black Box eines Flugzeuges wird sicher keinen Piloten mit dem Ausruf wiedergeben ‚O mein Gott, hier benutzt jemand einen Laptop oder CD-Player‘“, sagt O'Connor mit Blick auf den Rekorder, der das Fluggeschehen aufzeichnet, um die Ursachen eines eventuellen Absturzes rekonstruieren zu können.

Als „Schuldigen“ für mögliche Pannen der Bordelektronik haben die Experten die elektromagnetischen Emissionen von PEDs ausgemacht, namentlich diejenigen im Funkfrequenz-Bereich. Die Emissionen im elektromagnetischen Spektrum reichen von einigen



Störungen der Bordcomputer können fatale Folgen für die Flugsicherheit haben.
(Foto: Lufthansa)

Kilohertz bei Mittelwellenradios bis zu weit über 100 Megahertz bei portablen Rechnern. Mittelbar decken die Signale sogar beinahe den ganzen Bereich ab, der für Navigations- und Kommunikationssysteme im Flugverkehr genutzt wird. Betroffen davon sind etwa das Neigungsflugsystem, die Positionsbestimmung, der Entfernungsmesser sowie die Wetter-Radarsysteme.

Als „Mitverschwörer“ gelten das Aluminium-Flugwerk, das als Abschirmung dienen oder sich wie ein Resonanzkörper verhalten kann, und die elektronischen Meßinstrumente des Flugzeuges. So kann die Strahlung eines PED mit den Systemen entweder über deren Antennen, die Verkabelung oder über den Empfänger selbst wechselwirken. Hinzu kommt, daß die Flugelektronik in ihrer Anfälligkeit für solche Emissionen stark variiert. So könnte eine Strahlungsquelle ein Navigationssignal auf einem bestimmten Kanal neutralisieren, während benachbarte Kanäle davon überhaupt nicht beeinflusst werden.

Als besonders anfällig gelten diejenigen Systeme, die Navigations- und Kommunikationssignale über Antennen an der Außenhaut der

Maschine aufnehmen. „Diese Instrumente lassen sich nicht unempfindlicher machen, eben weil sie für den Empfang sehr schwacher Signale konstruiert sind“, beschreibt Boeing-Mitarbeiter Dave Walen das technische Dilemma. Einmal empfangen, werden die Signale über Koaxialkabel zu Empfängern unterhalb des Cockpits geführt, die sie an die Anzeigen und den Autopiloten weiterleiten. Die Kabel verlaufen meist nur einen Meter entfernt von den Sitzreihen der Passagiere, wobei die dazwischenliegende Trennschicht – in der Regel Fiberglas – praktisch keinerlei Abschirmung bietet. Zwar

„Diese Instrumente lassen sich nicht unempfindlicher machen, eben weil sie für den Empfang sehr schwacher Signale konstruiert sind“

sind die Kabel selbst werkmäßig gegen Störstrahlung gewappnet, doch läßt ihre Abschirmung durch chemische Reaktionen im Laufe der Zeit nach. Überdies bildet die Aluminiumhaut der Flugzeuge einen hervorragenden elektromagnetischen Schutzschild. Allerdings bieten Öffnungen im Rumpf – hier sind insbesondere die Fenster zu nennen – der Strahlung ideale Schlupflöcher.

Zwar sei das Risiko, daß Handys oder tragbare Computer mit der Bordelektronik eines Flugzeuges interferieren, derzeit als gering zu bewerten, faßt O'Connor den Bericht des „Special Committee 177“ der RTCA zusammen, einer gemeinnützigen Organisation, die Fluggesellschaften berät und technische Standards empfiehlt. Dennoch legen die Experten in ihrem Report nahe, den Gebrauch von PEDs zumindest während der als kritisch geltenden Flugphasen wie Start und Landung zu untersagen. Die gegenwärtigen Regularien lassen den Fluggesellschaften bei ihren Entscheidungen über mögliche Restriktionen noch einen breiten Handlungsspielraum.

Verkompliziert wird die Problematik obendrein durch den Umstand, daß sich die in Rede stehenden Interferenzen nicht ohne weiteres experimentell nachvollziehen lassen. Das RTCA-Komitee hat deswegen versucht, die Flugbedingungen in speziellen Versuchsreihen möglichst wirklichkeitsgetreu zu simulieren. „Wir haben die Abstrahlung

von CD-Playern, Funkgeräte und Laptops auf einem nichtleitenden Untergrund gemessen“, berichtet O'Connor, „wobei mehr als 70 Prozent der untersuchten Geräte die vorgegebenen Strahlungsgrenzwerte überschritten.“ Außerdem stellten die Experten fest, daß Funkgeräte und Laptops sowohl im selben Frequenzband als auch mit nahezu identischer Intensität strahlen. Dies erscheint

besonders aufschlußreich in Anbetracht der Tatsache, daß die meisten Fluggesellschaften Funkgeräte verbieten, den Gebrauch tragbarer Computer jedoch zulassen.

Für die Zukunft, warnt O'Connor, müsse man sogar mit einem „Schneeballeffekt“ rechnen, da die Nutzung von Unterhaltungselektronik weiter ansteigen werde und man die Maschinen zunehmend mit Hilfe von satellitengestützten Navigationssystemen manövriere, die anfälliger seien für Störungen durch Funkwellen. Doch sogar wenn ein PED vom Werk aus bestimmten Strahlungsrichtwerten genügen würde, könnte jeder Eingriff des Benutzers – beispielsweise das Aufrüsten eines Laptops – dessen elektromagnetisches Profil nachteilig verändern.

Hersteller und Airlines tun sich unterdessen trotz der Sicherheitsbedenken schwer mit dem Gedanken, die Freiheit ihrer Kunden zu beschneiden. „Für die meisten Passagiere bedeutet das Fliegen nicht eben Unterhaltung“, weiß Gary. J. Shapiro vom Dachverband der amerikanischen Elektronikindustrie. Es sei daher begreiflich, daß sie sich die Zeit mit Computern, Videospielen oder Kassettenrekorden zu vertreiben suchen. Und auch Dave Fuscus, Sprecher der „Air Transport Association“, will von einem generellen Verbot elektronischer Geräte nichts wissen. „Es mangelt uns noch an empirischem Datenmaterial“, wiegelt Fuscus ab, „so daß wir zur Zeit jedenfalls keine signifikante Bedrohung erkennen können.“ Im Wettbewerb um die Kunden, ergänzt Bill Droslin von „American Airlines“, würden alle Fluggesellschaften einen Vorteil

suchen, insbesondere mit Blick auf die Geschäftsreisenden. Komfort sei unerläßlich: „Dazu gehört zum Beispiel auch, daß man den Passagieren Stromanschlüsse für ihre Geräte zur Verfügung stellt.“

„Natürlich tragen Mobiltelefone oder Pager zur Bequemlichkeit der Kunden bei“, wendet O'Connor ein. „Aber wie will man das Risiko bemessen? Selbst wenn es nur eine einzige konkrete Bedrohung auf eine Million Fälle gibt, dann haben wir es nichtsdestoweniger mit einem Risiko zu tun.“

Die Gefahr kritischer Interferenzen könnten die sogenannten Fly-by-wire-Systeme minimieren, mit



Elektronische Geräte wie Laptops, Computerspiele oder Mobilfunkgeräte erhöhen den Komfort auf Geschäftsreisen. (Foto: Telekom)

denen bei Flugzeugen jüngerer Bauart die hydraulischen Kontrollen durch elektronische ersetzt werden. „Diese Systeme verfügen über zahlreiche überschüssige Kanäle“, erläutert „American Air Lines“-Techniker Todd Degner, „die niemals alle zugleich ausfallen.“ So werde ein Kanal, über den ein – mutmaßlich durch Störstrahlung verursachtes – anomales Signal eingehe, abgeschaltet und durch einen anderen ersetzt.

Stellt man die breite Nutzung elektronischer Geräte an Bord von Flugzeugen in Rechnung, so

könnte man fragen, warum nicht laufend eine Maschine durch Interferenzen zum Absturz gebracht wird. In der Tat scheint die Datensammlung noch nicht ausreichend, um das Störpotential von PEDs zuverlässig zu bewerten. So waren Piloten in nur zehn von 137 seit 1982 dokumentierten Fällen von Interferenzen in der Lage, die Störquelle zweifelsfrei zu bestimmen. In der Zwischenzeit raten die RTCA-Fachleute dringend, die Nutzung von PEDs zumindest während Start und Landung, das heißt unterhalb 3.000 Meter Flughöhe, zu verbieten. Außerdem müsse die Öffentlichkeit stärker für die mögliche Gefährdung sensibilisiert werden. Vor allem aber,

so schließt der Report, seien weitere Emissionsmessungen nötig, im besonderen bei neueren elektronischen Geräten mit eingebauten Kommunikationsbausteinen.

Insider halten den Vorschlag, PEDs erst ab einer bestimmten Flughöhe benutzen zu dürfen, zwar für durchaus vernünftig. Angesichts des erbarmungslosen Konkurrenzkampfes um Fluggäste scheint es allerdings unwahrscheinlich, daß eine Gesellschaft sich das Wohlwollen ihrer Passagiere durch allzu weitgreifende Restriktionen verscherzen will.

Neue Untersuchungsergebnisse vorgestellt:

Keine schädigenden Einflüsse von Funkwellen auf Zellen

Im Rahmen der Pressekonferenz vom 27. Februar 1997 in Bonn konnte die Forschungsgemeinschaft Funk neue Untersuchungsergebnisse zum Thema „Elektrosmog“ vorstellen. Die von der FGF beauftragten Studien widmeten sich vor allem dem Einfluß elektromagnetischer Felder auf verschiedene Zellaktivitäten. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen zur Zeit keine Rückschlüsse auf Krebspromotion oder Einflüsse auf das menschliche Immunsystem zu.

Hochfrequente elektromagnetische Felder, wie sie bei der mobilen Kommunikation genutzt werden, stehen in Verdacht, Zellen bzw. Zellaktivitäten zu beeinflussen. Die vorgestellten Studien beschäftigten sich daher mit unterschiedlichen Aspekten einer möglichen Einflußnahme von EM-Feldern auf Zellen und den menschlichen Organismus.

Untersucht wurden:

- die Membranströme bzw. die Kalziumregulation von tierischen Herzmuskelzellen,
- nicht thermische Wirkungen an künstlichen Membranen,
- das Wachstumsverhalten von menschlichen Leukämiezellen, d.h. mögliche krebsfördernde Einflüsse (Krebspromotion),
- der Einfluß auf menschliche Lymphozyten, welcher Rückschlüsse auf das menschliche Immunsystem erlaubt.

Unterstützt wurden die Studien von der Bergischen Universität in Wuppertal und der Technischen

Universität Braunschweig. Dies betraf insbesondere die Erzeugung und Berechnung definierter Expositionsverhältnisse und Umgebungsbedingungen.

Membranströme an Herzmuskelzellen nicht beeinflussbar

Zellaktionen werden wesentlich aufgrund von Ionenflüssen – insbesondere dem Kalziumfluß – durch die Zellmembran bestimmt. Daher wurde in einer Studie unter Laborbedingungen (in vitro) die Wirkung von Hochfrequenzfeldern auf das Membranpotential und die Membranströme von Herzmuskelzellen untersucht.

Die Studie wurde in einem Kooperationsvorhaben zwischen dem Physiologischen Institut der Universität Bonn und dem Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Bergischen Universität Wuppertal unter Leitung von

Priv.-Doz. Dr. R. Meyer und Prof. V. Hansen durchgeführt.

Von der Universität Wuppertal wurden die hochfrequenzgerechten Versuchsanordnungen erstellt und die entsprechenden elektrischen Felder durch aufwendige, numerische Simulationen berechnet. Das Physiologische Institut in Bonn zeichnete für die elektrophysiologischen Untersuchungen verantwortlich, die an isolierten Herzmuskelzellen von Meerschweinchen und Ratten erfolgten.

Die präparierten Zellen wurden elektromagnetischen Feldern mit Frequenzen von 180, 900 und 1800 MHz ausgesetzt. Die Felder von 900 MHz und 1800 MHz wurden entsprechend dem GSM-Standard für mobile Telekommunikation mit 217 Hz gepulst.

Ein Vergleich der Ionenströme durch die Zellmembranen der Herzmuskelzellen mit oder ohne Exposition durch HF-Felder er-

laubt eine Aussage über die Empfindlichkeit der Zellen gegenüber den Feldern.

Das Ergebnis der Studie zeigt, daß durch hochfrequente elektromagnetische Felder, wie sie sowohl beim Polizei- als auch Mobilfunk verwendet werden, die Membranstrome nicht beeinflußt werden. „Der Einfluß schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Fel-

sammenhang zu erhalten, werden im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Funk Experimente zur Grundlagenforschung unter Laborbedingungen durchgeführt, die extremen, nicht allgemeinen Expositionssituationen entsprechen.

Die Anwendung einer neuen Untersuchungsmethode ermöglicht neue Einsichten zur Existenz nicht thermischer Wirkungen. In einer

grund der besonderen Versuchsanordnung Leistungsdichten, die sehr viel größer sind als die, die an einer frei beweglichen biologischen Zelle in einer physiologischen Badlösung bei einem vergleichbaren äußeren Feld auftreten würden.

Neben dem feldunabhängigen Ionenstrom kann ein zusätzlicher Stromfluß durch die Membran beobachtet werden, der unabhängig davon auftritt, ob das elektromagnetische Feld kontinuierlich oder moduliert ist. Inwieweit dieser zusätzliche Stromfluß als nicht thermischer Effekt bezeichnet werden kann, muß noch in weiteren sorgfältig durchzuführenden Versuchen geklärt werden.

Falls es sich tatsächlich um einen an der Membran stattfindenden, nicht thermischen Wirkungsmechanismus handelt, ist eine Übertragbarkeit – aufgrund der extremen Versuchsbedingungen – auf natürliche Membranen nicht möglich.



Dr. Meyer vom Physiologischen Institut der Universität Bonn berichtete auf der Pressekonferenz über die Ergebnisse seiner Untersuchungen an isolierten Herzmuskelzellen.
(Foto: FGF)

der auf den Kalzium-Strom der untersuchten Zellen und damit auf einen wesentlichen Signalweg ist vernachlässigbar.“

Fortschritt in der Untersuchung nicht thermischer Effekte

In der Diskussion um die Wirkung elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Organismus werden neben der thermischen Wirkungsweise auch nicht thermische Effekte vermutet. Bislang konnten derartige Effekte jedoch wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden.

Um grundsätzliche Erkenntnisse über einen möglichen Wirkungszu-

Studie ist es gelungen, hohe Feldstärken an einer künstlichen Membran zu erzeugen und die sonst auftretende Erwärmung auszuschalten. Dabei wurden neue Effekte beobachtet, über deren Wirkungsmechanismus noch Forschungsbedarf besteht.

An einem vereinfachten Modell einer Zellmembran führen Prof. Dr. G. Boheim von der Arbeitsgruppe Biophysikalische Chemie von Membranen, Lehrstuhl für Zellphysiologie der Ruhr-Universität Bochum und Prof. Dr. V. Hansen, Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Bergischen Universität Wuppertal ihre Versuche durch. Die Zellmembran wird einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld ausgesetzt. An der Membran entstehen auf-

Erhöhtes Leukämierisiko nicht feststellbar

Eine zentrale Rolle in der „Elektromog“-Diskussion spielt auch die Frage nach möglichen krebsauslösenden oder krebsfördernden Wirkungen elektromagnetischer Felder, insbesondere bei Mobilfunkfrequenzen. Daher wurde in einer Studie das Wachstumsverhalten von menschlichen Leukämiezellen unter dem Einfluß gepulster Hochfrequenzfelder untersucht.

Durchgeführt wurde die Studie im Rahmen einer interdisziplinären

Kooperation der Technischen Universität Braunschweig, dem Evangelischen Waldkrankenhaus Berlin-Spandau und der Universitätsklinik Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin unter Leitung von Dr. R. Fitzner.

Um das Wachstumsverhalten der Zellen zu analysieren, wurden in speziellen Expositionsanlagen die Leukämie-Zellkulturen verschiedenen Hochfrequenzfeldern (380, 900 und 1800 MHz) ausgesetzt, die den in der mobilen Kommunikation genutzten Frequenzen entsprechen. Zudem wurden die Felder – wie in der Regel beim Mobilfunk üblich – mit 217 bzw. 17,65 Hz gepulst. Die Befeldung erfolgte je nach Versuchskonfiguration über einen Zeitraum von 24 oder 72 Stunden. Die Ergebnisse wurden mit denen unbefeldeter Zellkulturen, die ansonsten gleichen Bedingungen ausgesetzt waren, verglichen.

Als Indikatoren für mögliche Veränderungen während der Befeldung dienten die Zellteilungsgeschwindigkeit der Leukämiezellen und die Freisetzung des Enzyms Thymidinkinase.

Ergebnis der Studie: Ein krebsfördernder Einfluß auf menschliche Leukämiezellen konnte nicht nachgewiesen werden.

Keine Schädigung menschlicher Blutzellen

Im Mittelpunkt einer weiteren Untersuchung stand die Frage, ob menschliche Lymphozyten – die für das menschliche Immunsystem wichtigen Zellen – durch hochfrequente elektromagnetische Fel-

der, wie sie bei Funkanwendungen eingesetzt werden, geschädigt werden können.

Durchgeführt wurde die Studie vom Institut für Genetik der Universität-Gesamthochschule-Essen unter Leitung von Prof. G. Obé in Zusammenarbeit mit der Bergi-



Prof. Obé vom Institut für Genetik der Universität-Gesamthochschule-Essen (Foto: FGF)

schen Universität Wuppertal und der Technischen Universität Braunschweig.

Schäden in Blutzellen können aufgrund einer erhöhten Mutationsrate der DNA begünstigt werden. Um einen Hinweis auf genetische Schäden zu bekommen, wurden Schwesterchromatidaustausche (SCE) in den Chromosomen der Lymphozyten analysiert. Ein weiterer untersuchter Parameter, die Rate der Zellproliferation, ist ein Maß für

Begriffslexikon

Schwesterchromatidaustausch: (SCE: sister chromatid exchange): Reziproker Stückaustausch von Schwesterchromatiden als Folge einer DNA-Reparatur

Zellproliferation: Zellteilungsrate

die Geschwindigkeit, mit der sich Zellen teilen. Eine Erhöhung der SCE-Frequenzen und/oder eine Steigerung der Zellzyklusgeschwindigkeit wären ein Hinweis auf eine mögliche Begünstigung von Leukämierkrankungen.

Die Untersuchungen wurden in eigens optimierten Expositionsanlagen bei 380 MHz, 900 MHz und 1800 MHz durchgeführt.

Bei allen drei Frequenzen wurde die Anzahl der SCE durch die Befeldung nicht beeinträchtigt. In der Zellteilungsgeschwindigkeit von befeldeten und unbefeldeten Zellen wurde in keinem Fall ein signifikanter Unterschied festgestellt. Bei keinem der analysierten Parameter konnte ein schädigender Einfluß durch Hochfrequenzfelder gefunden werden.

Das Ergebnis der Studie bestätigt Resultate einer anderen Arbeit, die von dem Institut für Humanbiologie, Abteilung Humangenetik und Cytogenetik der TU Braunschweig bei 440, 900 und 1800 MHz durchgeführt wurde.

Fazit

Bei keinen der vorliegenden Untersuchungen konnten wesentliche Einflüsse elektromagnetischer Felder auf Zellen und den menschlichen Organismus beobachtet werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind krebsfördernde Einflüsse sowie Einwirkungen auf das menschliche Immunsystem und auf Herzmuskelzellen aufgrund von Funkwellen auszuschließen. Die Ergebnisse bestätigen bereits vorliegende einschlägige Studien.

Hintergrund und Reaktionen:

Unauthorisierter NCRP-Bericht sorgte für viel Wirbel

Für Schlagzeilen sorgte im vorigen Jahr der Vorabdruck eines Berichts des National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) über den Zusammenhang von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und Krebsentstehung. In einer öffentlichen Stellungnahme wurde dies wenig später vom NCRP dementiert.

Als im Juli/August vorigen Jahres in der amerikanischen Zeitschrift „Microwave News“ Ausschnitte eines unauthorisierten Berichtes des National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) erschien, sorgten sie in der amerikanischen, aber auch in der deutschen Presse für einigen Wirbel. Grund war, daß entgegen bisherigen Gepflogenheiten nicht abgestimmte Zwischenergebnisse an die Öffentlichkeit verlautbart wurden. Diese Forschungsergebnisse lassen einen Zusammenhang von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und der Entstehung von Krebs vermuten und legen drastische Grenzwertempfehlungen nahe. Aber schon im Oktober '95 veröffentlichte die NCRP eine Gegendarstellung. Dort heißt es, daß dieser Bericht keinesfalls an die Öffentlichkeit hätte geraten dürfen, denn bei dieser Fassung handele es sich um einen vorläufigen Entwurf, der noch verschiedene Stadien der Überprüfung durch andere Experten durchlaufen müsse. Des weiteren stellte die NCRP klar, daß sie „entgegen vielen falschen Informationsquellen, ...

keine Empfehlungen bezüglich niederfrequenter elektromagnetischer Felder gegeben hat.“ Die Empfehlungen des NCRP, der einen in der Welt der Wissenschaften guten Ruf besitzt, finden in der Regel Berücksichtigung bei der Erstellung von Gesetzen und Normen.

Was ist der Hintergrund dieser Studie? Woher kommt die Diskrepanz in den Aussagen?

Reaktionen auf den NCRP-Bericht

Die Studie, um die es geht, wurde 1983 von der amerikanischen Umweltschutzagentur EPA (Environmental Protection Agency) in Auftrag gegeben. Seitdem, über 10 Jahre lang, arbeitete ein Komitee des NCRP, einer gemeinnützigen, vom US-Kongress zugelassenen Gesellschaft, an der Abschätzung der gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder. Bei dem internen 800-seitigen Berichts-

papier, von dem Auszüge in den „Microwave News“ erschienen, handelt es sich um einen ersten Arbeitsentwurf, der noch verschiedene Phasen der Überprüfung durch die Wissenschaftsgemeinschaft durchlaufen muß, bis er zu seiner endgültigen Ausformung gelangt. In einem offenen Brief vom 22. August 1996 beschreibt Charles Meinhold, Vorsitzender des NCRP, diese, für die Garantie der Seriosität eines Berichtes aufeinanderfolgenden Phasen:

1. eine generelle Überprüfung der Berichte (general peer review) auf dem jeweiligen Gebiete des Berichtes durch verschiedene ausgewählte Prüfer, die als Experten gelten,
2. Überarbeitung (revision) des Berichtes auf der Grundlage der Experten-Stellungnahmen,
3. Überprüfung des revidierten Entwurfes durch 75 freiwillige Mitglieder des NCRP ebenso wie durch die etwa 50 im Programm des Komitees mitarbeitenden und speziell mit dem Komitee zusammenarbeitenden Organisationen,

- weitere Überarbeitung des Berichtes, um sich die abgegebenen Stellungnahmen in den Bericht einzuarbeiten (to address the comments received),
- Aufbereitung des Berichtes für den Druck als NCRP-Report.

Meinhold betont, daß dieser Bericht nur ein vorläufiger ist und daß es aufgrund der hohen Zahl von Prüfern unmöglich ist, vorab Aussagen über die Ergebnisse und über die Empfehlungen zu treffen. Die nicht autorisierte Weitergabe des kursierenden Vorberichtes sei unüblich und sehr unglücklich. Meinhold rät der interessierten Fachwelt, das vorliegende Mate-



rial zu ignorieren. Ein nicht einfacher Vorschlag, nachdem so viel über die vermeintlichen Ergebnisse des Vorberichtes in der Presse erschienen ist. So schrieb etwa die Frankfurter Rundschau im Oktober 1995: „Studie der US-Umweltbehörde EPA weist Einfluß auf Hormonproduktion im Gehirn nach“ und gab dem Artikel die Überschrift: „Elektromagnetische Felder können doch Krebs verursachen“. Und die amerikanische Zeitschrift „Science“ titelte gar: „Großer EMF-Report warnt vor gesundheitlichen Risiken“. Dr. Robert Parker, Physiker und EMF-Skeptiker, kritisierte daraufhin „Science“ und erklärte im Juli in seiner Kolumne „What’s New“, die er für die „American Physical Society“ schreibt, daß einige Mitglieder des NCRP ihm berichtet

hätten, daß die Schlußfolgerungen keine Aussicht haben, angenommen zu werden.

Bei der NCRP-Studie handelt es sich um eine Untersuchung, in der die bisherige weltweite Literatur zum Thema „EMF-Wirkungen auf die Gesundheit“ untersucht und aufgearbeitet wurde. Die Arbeit konzentriert sich dabei auf niederfrequente Wechselfelder im Frequenzbereich von 50 bis 60 Hz. Dies ist genau der Bereich, in dem die meisten elektrischen Geräte, d.h. Haushaltsgeräte, und Hochspannungsleitungen betrieben werden. Der Bericht enthält Studien mit Hinweisen von Fachleuten, die, so wird in der Presse häufig geschlußfolgert, Wirkungszusammenhänge zwischen Krebsentstehung und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern festgestellt haben wollen. Daraufhin müssen Grenzwertempfehlungen für die magnetischen Feldstärken gegeben werden, die 0,2 Mikrottesla betragen (Tesla = Einheit der magnetischen Feldstärke). Auf die deutschen Verhältnisse angewandt, würde dies bedeuten, daß die Grenzwerte für die zulässigen Magnetfelder um das 500-fache gesenkt werden müßten. Jürgen Bernhardt vom Bundesamt für Strahlenschutz in München, Leiter der Abteilung Medizinische Strahlenhygiene, erklärte, daß dann um Hochspannungsleitungen herum – bis zu einem Abstand von 100 Metern – keine Häuser stehen dürften. Und die elektrischen Geräte im Haushalt müßten eine wesentlich bessere Abschirmung bekommen. Obwohl Bernhardt häufig im Umgang mit elektromagnetischen Feldern zur Vorsicht riet, war er dennoch überrascht von den vermeintlichen Schlußfolgerungen des NCRP-Komitees: So weitrei-

chende Schlußfolgerungen würden sich aus seiner Sicht nicht aus den bisherigen epidemiologischen Untersuchungen ziehen lassen.

Der unauthorisierte Bericht des NCRP

In der Zeitschrift „Microwave News“ wurde von dem 800 Seiten starken Bericht des NCRP-Wissenschaftskomitees 89-3 bezüglich niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder das Kapitel 8, das die Zusammenfassung und die Empfehlungen enthält, veröffentlicht. Hier fehlen allerdings die Befunde, auf die sich die (vorläufigen) Schlußfolgerungen beziehen. Da der Bericht noch in der Anfangsphase ist und noch von NCRP-Mitgliedern und anderen Experten abgenommen werden muß, sind die Empfehlungen der Kommission denn auch mit Vorsicht zu betrachten. Zu Beginn der Ausführungen für die Empfehlungen heißt es im Bericht:



Die NCRP-Studie befaßte sich mit Frequenzbereichen, die elektrischen Geräten und Hochspannungsleitungen entsprechen. (Foto: Wissenschaftsladen Bonn)

„Nach Prüfung der verfügbaren Ergebnisse können weder Laboruntersuchungen noch epidemiologische Befunde, einzeln oder gemeinsam betrachtet, wohldefinierte Grenzwerte für Sicherheitsrichtlinien begründen, die das zeitliche Spektrum von kurzfristiger bis lebenslanger niederfrequenter EM-Exposition umfassen. Obwohl es daher nicht gerechtfertigt sein könnte, besondere Richtlinien zu empfehlen, würde es dennoch vernünftig erscheinen, eine einstweilige Orientierung anzubieten.“

Diese Orientierung wird in der nicht autorisierten Vorabveröffentlichung zu einzelnen Forschungsgebieten gegeben, wie zur Krebsentstehung, zur Fortpflanzung/Teratologie und zur Neurobiologie, da sich dort ausreichende Übereinstimmungen von Forschungsergebnissen zu den biologischen Wirkungen elektromagnetischer Felder auffinden ließen. Weiter heißt es: In bezug auf die Krebsentstehung würden „epidemiologische Studien in den USA und Europa ... auf einen positiven Zusammenhang zwischen Krebs bei Kindern und magnetischen Feldern, in der Größenordnung von 0,2 µT, erzeugt von Hochspannungsleitungen und Verteilersystemen“ hinweisen. Aber es wird auch gesagt, daß weitere Studien notwendig seien, um die Existenz eines eindeutigen Zusammenhanges zwischen niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und Krebs festzustellen. Ein sicherer Hinweis auf schwere Chromosomenschäden und einen Schwesterchromatidaustausch konnte nicht gefunden werden, wohl Hinweise auf eine Veränderung des Gentranskriptionsprozesses, was auf eine promovierende Rolle bei der Krebsentstehung

schließen ließe. Bei den möglichen biochemischen Veränderungen fehlen Hinweise auf Untersuchungsergebnisse. Einzelne Ergebnisse werden bezüglich einer beschleunigten Tumorzellbildung aufgeführt, die mit der Möglichkeit übereinstimmen würden, daß eine verlängerte Exposition zur Krebsförderung führen wird. Und in bezug auf mögliche Immundefekte wird von epidemiologi-

„Eine breitere Basis experimenteller Daten wird notwendig sein, bevor es regulatorische Ausführungen von umfassenden Sicherheitsrichtlinien geben kann“

schen Ergebnissen berichtet, die eine Korrelation von EMF-Exposition und Leukämie bei Kindern und Erwachsenen ausweisen.

Bezüglich des Zusammenhangs von EM-Feldern und menschlicher Fortpflanzung wird davon gesprochen, daß die epidemiologisch gewonnenen Ergebnisse begrenzt seien. Auch hier sind weitere Forschungen vonnöten, um klare Aussagen treffen zu können. Begrenzt sind auch die Studien an Menschen, die sich mit den physiologischen Reaktionen und ihrer Veränderung durch niederfrequente EM-Felder beschäftigten. Die meisten solcher Studien befaßten sich mit Tierexperimenten, wo von einer möglichen Beeinflussung der Entwicklung des Nervensystems gesprochen wird. Schwerpunkt der Forschung war der Einfluß auf das Hormon Melatonin bzw. auf die Zirbeldrüse.

In der Schlußfolgerung des Berichtes heißt es weiter: „Obwohl unvollständig, weisen die verfügba-

ren epidemiologischen und Labor-daten bestimmte Übereinstimmungen auf, die niederfrequente elektromagnetische Felder in Verbindung mit einem erhöhten gesundheitlichen Risiko bringen würden.“ Das Forschungsfeld ist allerdings sehr komplex und die Wirkungszusammenhänge sind bei weitem noch nicht erforscht. Auch fehlt es an Forschungen, die ein mögliches Zusammenwirken

von EMF mit anderen Umweltfaktoren untersuchen. Daß die bisherige Forschung nicht ausreicht, um aus den Ergebnissen, denen auch viele anderslautende gegenüberstehen, Rückschlüsse für weitreichende Richtlinien zu ziehen, ist sich auch dieser vorläufige NCRP-Bericht im klaren: „Eine breitere Basis experimenteller Daten wird notwendig sein, bevor es regulatorische Ausführungen von umfassenden Sicherheitsrichtlinien geben kann“. Dennoch werden vorläufige Empfehlungen gegeben.

Es bleibt abzuwarten, ob die Prüfer dieses Berichtes – die den Vorteil haben, daß ihnen der gesamte Bericht inklusive der einzelnen Ergebnisse vorliegt – zu den gleichen Schlußfolgerungen kommen.

Bericht der NAS: keine Zusammenhänge

Im „Bioelectromagnetics Newsletter“ der Bioelectromagnetics So-

ciety erschien im November/Dezember 1996 die Zusammenfassung eines weiteren Berichtes zum Thema gesundheitliches Risiko durch elektrische und magnetische Felder. Diese Untersuchung wurde von der National Academy of Science (NAS) im Auftrag des amerikanischen Kongresses durchgeführt und ist im Gegensatz zu dem NCRP-Bericht ein abschließender Bericht. NAS berief 1991 das „Committee on the Possible Effects of Electromagnetic Fields on Biological Systems“ ein, um die vorhandenen wissenschaftlichen Daten zu möglichen Wirkungen von stationären (residential) elektrischen und magnetischen Feldern zu überprüfen und zu beurteilen. Die zu untersuchenden Bereiche betrafen das Auftreten von Krebs, die Reproduktion und Entwicklung von Abnormalitäten sowie neurobiologische Reaktionen, die sich beim Lernen und im Verhalten zeigen.

Die Untersuchung der NAS basiert auf einer umfassenden Auswertung veröffentlichter Studien, die sich mit möglichen Effekten von hochfrequenten (power-frequency) elektrischen und magnetischen Feldern auf Zellen, Gewebe und (inklusive menschliche) Organismen beschäftigten. Das Komitee kam zu dem Schluß, daß der Stand der Studienergebnisse nicht zeigt, daß die Exposition dieser Felder gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen habe. Und konkreter sagte das Komitee, daß keine schlüssigen und folgerichtigen Beweise vorliegen, die zeigen, daß durch Exposition Krebs, nachteilige neuronale Verhaltensweisen (neurobehavioral effects) oder Wirkungen auf Fortpflanzung und Entwicklung hervorgerufen werden.

Seminar von ICNIRP, WHO und BfS:

Sind athermische Wirkungen gesundheitsschädigend?

Am 20./21. November 1996 fand in München/Neuherberg ein internationales Seminar zum Thema „Biological Effects on Non-Thermal Pulsed and Amplitude Modulated RF Electromagnetic Fields and Related Health Hazards“ statt. Die geladenen Experten gaben einen Überblick über den Stand der Forschung und Hinweise auf den zukünftigen Forschungsbedarf.

Zwischen Wissenschaftlern heftig debattiert werden nach wie vor biologische Effekte gepulster und/oder amplitudenmodulierter hochfrequenter elektromagnetischer Felder im nicht thermischen Bereich. Daher widmete sich die „International Commission on Non Ionizing Radiation Protection“ (ICNIRP) erneut diesem Thema, um ihre Empfehlungen für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung zu überprüfen.

In Zusammenarbeit mit dem internationalen EMF-Projekt der World Health Organisation (WHO) und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) veranstaltete die ICNIRP am 20./21. November 1997 in der GSF Neuherberg bei München ein internationales Seminar, auf dem die gegenwärtig strittigen Fragen athermischer EMF-Wirkungen thematisiert wurden. Unterstützt wurde diese Veranstaltung vom Bundesministerium

für Umwelt der Bundesrepublik Deutschland und dem Ministerium für Gesundheit und Verbraucherschutz der Republik Österreich.

Im Mittelpunkt des Seminars stand die Frage: „Biologische Wirkungen nicht thermischer gepulster und amplitudenmodulierter



elektromagnetischer Felder – besteht eine gesundheitliche Relevanz?“ Zu dieser Frage nahmen 22 eingeladene Experten im Rahmen von Plenarsitzungen Stellung und standen auf einer Forumsdiskussion Rede und Antwort. Auf den Plenarsitzungen mußte jeder

Vortragende sein Themengebiet kurz umreißen und gegebenenfalls auf bestehende Wissenslücken hinweisen, um die Richtung zukünftiger Forschungsbemühungen anzudeuten.

Methoden und Bewertung von Risiken

Die erste Sitzung des Seminars hatte die „Methoden des Monitoring, der Dosimetrie und Schemata zur Bewertung von Risiken“ zum Thema. Zunächst beschäftigten sich die Experten mit den Problemen und Möglichkeiten unterschiedlicher Methoden des Monitoring elektromagnetischer Strahlung *in vitro* und *in vivo*, insbesondere im athermischen Bereich. Dabei wurde, als Vorbedingung von *In vitro*- und *In vivo*-Experimenten, auf die Notwendigkeit von numerischen Methoden zur Einschätzung und Berechnung (FDTD - Finite Difference in Time Domain) hingewiesen. N. Kuster von der ETH-Zürich beschrieb anhand eigener Untersuchungen Probleme der Nahfeldexposition von Ratten durch GSM-Signale und ging auch auf spezielle Probleme der Expositionseinstellungen (TEM-Zelle) und die *In vivo*-Temperaturmessung mit Thermistorsonden ein. Thermistorsonden sind Meßfühler, die üblicherweise zum Temperaturmonitoring in HF-Feldern verwendet werden.

Im weiteren Verlauf wurden Vorschläge von Frau E. Cardis aus Frankreich zur Schematisierung von Risiko-Bewertungen vorgestellt. Ziel der Vorschläge war es, ein einheitliches Bewertungsschema zur Beurteilung von Untersuchungen zu verwenden, um ein

allgemein akzeptiertes Verfahren zur Risikobeurteilung zu erstellen und die Qualität der Experimente sicherzustellen. Im Vordergrund stand dabei ein Klassifizierungs-



verfahren (IARC-Monograph). Mit diesem vorgeschlagenen Verfahren kann eine Klassifizierung anhand folgender Kriterien vorgenommen werden:

- der Risikobeurteilung (qualitativ),
- des Ansatzes (*in vitro* oder *in vivo*),
- der Kausalitätskriterien (wie zwingend ist der Zusammenhang? Dosis-Wirkungsbeziehung, Reproduzierbarkeit, etc.) sowie
- der biologischen Plausibilität.

Physikalische, biologische und theoretische Wirkungsmodelle

Im ersten Beitrag dieser Themen-Gruppe behandelte K. Foster aus den USA physikalische Gesichtspunkte von etablierten, d.h. hinreichend bekannten und erforschten thermischen Wirkungsmechanismen elektromagnetischer Felder. Des Weiteren wurde der aktuelle Stand der Risikodiskussion dargestellt. Dabei wurden bekannte und vermutete Mechanismen vorgestellt, der Plausibilität bisher ermittelter Effekte nachgegangen und ein Leitfaden für zukünftige Forschungen aufgezeigt. Foster stellte körpereigene elektrische und ma-

gnetische Vorgänge gegenüber, beispielsweise das thermische Rauschen im Körper, das Ruhepotential an der Membran und das $k \cdot T$ -Problem ($k \cdot T$ = der thermische Energiegehalt in Joule). Spekuliert wurde über spezielle Effekte gepulster Strahlung und die weitere Notwendigkeit intensiver Forschung über dieses Thema.

In einem Überblick von T. Tenforde (USA) über biologische Wirkungen von elektromagnetischen Feldern wurde weitgehend Bekanntes über thermische und athermische Wirkungen präsentiert. Im Weiteren wurden von ihm selektiv Arbeiten herausgestellt (z.B. über die Freisetzung von gebundenem Ca^{++}), die Effekte gefunden oder nicht gefunden haben (positive versus negative findings).

Eingehend behandelte Tenforde die Zusammenhänge zwischen Hochfrequenzfeldern und Krebsentstehung und die zukünftige



tige Forschung zu diesem Thema. Zur *In vitro*-Krebsentstehung gibt es bisher keinen Beweis über einen Wirkungszusammenhang. Zukünftig zu untersuchen wären aber noch beispielsweise ungepaarte DNA-Brüche in Gehirn- oder Testikel-Gewebe im Hinblick auf Primärtumore bei Ratten. Bei der *In vitro*-Krebspromotion dagegen zeigten sich Effekte: in einer ersten Stufe einer beschleunigten DNA-Synthese bzw. Zellwachstum, in einer zweiten Stufe

einer erhöhten OCD-Aktivität (Onkogen). Auch zur In vitro-Krebsprogression zeigten sich Veränderungen der Enzymaktivitäten und Umwandlung von Zellen zu Tumorzellen. Zu beobachten waren z.B. eine Verminderung der Protein-Kinase-Aktivität, eine erhöhte cytoplasmatische Aktivität von OCD (Ornithine Carboxy Dihydrogenase) und eine neoplastische Transformation von 10T1/2-Zellen bei 2,4 GHz gepulsten Feldern.

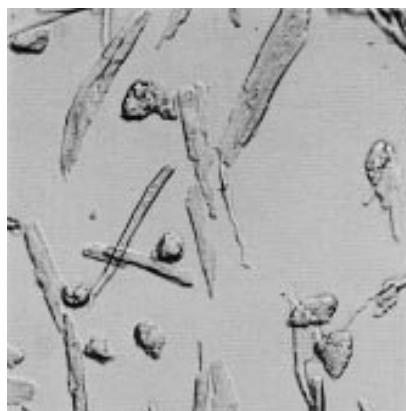
Für eine In vivo-Krebspromotion gibt es bisher keine zwingenden Beweise. Untersuchungsgegenstand zukünftiger Forschung wäre gegebenenfalls die Beschleunigung bestimmter Gruppen spontaner Brusttumore. Zum Thema „In vivo-Krebsentstehung und Melatonin“ sind einige endokrine und Immunsystem-Faktoren erwähnenswert: die Herabsetzung des Immunsystems, ein reduzierter onkostatistischer Effekt von Melatonin und ein reduzierter Effekt von Melatonin auf „Freie Radikale“. Normalerweise soll Melatonin – ein Hormon der Zirbeldrüse, dem eine krebsunterdrückende Wirkung nachgesagt wird – einen positiven Effekt auf „Freie Radikale“ haben. Dieser Effekt sei derart, daß die Lebensdauer der „Freien Radikale“ – das sind relativ kurzlebige und reaktionsfreudige Atomgruppen, die unter physiologischen Bedingungen entstehen – reduziert wird.

Im letzten Beitrag von H. Chiabrera aus Italien standen theoretische Betrachtungen über Modelle möglicher Wirkungsmechanismen im Vordergrund. Unter zellbiologischen, membranphysikalischen und biochemischen Aspekten versuchte Chiabrera quantenmecha-

nische und klassische Modellansätze miteinander zu vergleichen. Zusammenfassend wies er unter anderem darauf hin, daß unter bestimmten Bedingungen eine Signal-„Verstärkung“ stattfinden kann, um auch die k.T.-Schwelle zu überwinden.

In vitro- und In vivo-Studien

In einer weiteren Sitzung wurde der Versuch unternommen, die Ergebnisse der Vielzahl von Veröffentlichungen zum Thema der Veranstaltung zu systematisieren. Ebenso sollten die Publikationen daraufhin untersucht werden, in welchen Bereichen sich Vermu-



Die Zellbiologie ist ein wichtiger Forschungsbereich für die Untersuchungen der Wirkungen von EMF. (Foto: Uni Bonn)

tungen über HF-Wirkungen verdichten. Auf diese Weise sollen Ansätze für die weitere Forschung gewonnen werden.

In dem Beitrag von R. Luben (USA) standen Studien im Vordergrund, die sich mit Zellmembranen und Signaltransduktionen beschäftigten. Luben kam nach

Durchsicht der Literatur zu dem Schluß, das elektromagnetische (EM) Felder im nichtionisierenden Bereich direkt keine DNA-Brüche oder Erbgutänderungen hervorrufen. Ebenso können EM-Felder die Membran nicht durchdringen (Signaltransduktion). Nach seinem Dafürhalten zeigten sich in der Literatur keine speziellen magnetischen Effekte.

Der nachfolgende Beitrag von S. Cleary (USA) gab eine Übersicht über In vitro-Studien aus der Literatur, die er gegenüber In vivo-Studien vorzieht. Als Grund nannte er die präziseren und besser einhaltbaren Bedingungen bei In vitro-Studien; auf diese Weise ließen sich vergleichbarere Ergebnisse erzielen.

L. Salford aus Schweden zeigte mit seinem Beitrag eindrucksvoll, wie fatal sich Astrocytome (Hirntumore) aus der Sicht von Pathologen darstellen – Astrocytome bilden keinen Tumorherd, sondern sind punktuell im Gehirn verstreut. Weniger dramatisch zeigten sich aber nach der Literaturrecherche die Ergebnisse zu den Untersuchungen über eine mögliche kausale Beziehung zwischen EMF-Exposition gepulst oder Dauerstrich (Continous Wave – CW) und Hirntumoren. Die Hinweise in der Literatur seien nicht zwingend genug, um über die bloße Vermutung eines Zusammenhangs hinauszugelangen.

Als letzter Vortragende in dieser Sitzung befaßte sich R. Saunders aus Großbritannien mit der Literatur zu In vivo-Studien von Tierexperimenten. Die Ergebnisse sind sehr unterschiedlich: Berichte, die Effekte zeigen, stehen Berichten gegenüber, in denen keine Effekte

nachgewiesen wurden. Problematisch ist hierbei, daß viele Berichte, die Effekte vorzeigen, bisher nicht nachvollzogen werden konnten. Generell ergibt sich hier ein sehr unklares Bild. Des weiteren stellte Saunders eine von ihm selbst durchgeführte tierexperimentelle Langzeitstudie an Ratten vor. Dabei wurden Ratten (an TEM-Zellen) EM-Feldern von 800 MHz (GSM-Standard) ausgesetzt. Untersucht werden sollte, ob sich genotoxische und Chromosomabberationseffekte durch gepulste elektromagnetische Felder finden ließen. Diese schloß er aber aus, insofern keine Temperaturerhöhung stattfindet, welches auf thermische Effekte schließen ließe.

Ergänzend zu den vorhergehenden Ausführungen wurden von W. Pickard aus den USA einige Hinweise für Strategien formuliert, die bei der Erforschung von In vitro- und In vivo-Wirkungen elektromagnetischer Felder zu beachten sind. Besondere Bedeutung kommt hierbei der Einhaltung von Prozeduren zu, wie sie von der „Good Clinical Practice“ (GCP) und der „Good Laboratory Practice“ (GLP) zur Qualitätssicherung vorgegeben werden.

Übersicht psychosozialer Effekte

Eine weitere Reihe von Vorträgen war der allgemeinen Beurteilung von sekundären Erscheinungen, wie z.B. psychosozialen Einflüssen, gewidmet. Die entsprechende Literatur dazu wurde diskutiert. Zu den von U. Bergquist (Schweden) vorgestellten Studien gehört eine Arbeit von C. Poole (1993) über Kopfschmerzen und

Migräne in Zusammenhang mit der Exposition von gepulsten EM-Feldern. Der Zusammenhang war als „schwach und instabil“ beurteilt worden. In einer weiteren Arbeit, von McMahan (1994), wurde kein Zusammenhang zwischen gepulsten EM-Feldern und Beschwerden wie Kopfweg, Migräneanfällen und sonstigen Empfindlichkeiten gefunden. Bis auf die in jüngster Zeit durchgeführte „Schwarzenberg-Studie“ aus der Schweiz lassen sich gene-

Längerfristig sind die Experten aufgerufen, Fachgruppen zu bilden, um die Ergebnisse der Tagung zu analysieren und Vorgaben für zukünftige Forschungsprojekte zu erarbeiten.

rell nur wenige Hinweise auf Untersuchungen mit höheren Frequenzen finden.

In einem Beitrag von A. Swerdlow (Großbritannien) wurde auch eine Literaturübersicht über Humanstudien epidemiologischer Art in Zusammenhang mit Mobilfunk gegeben. Eine neuere Publikation von Rothmann et al. (1996) wurde dabei eingehender dargestellt. Das Fazit dieser Übersicht ist, daß noch erhebliche Wissenslücken über den Zusammenhang zwischen gepulsten und amplitudenmodulierten EM-Feldern niedriger Energie und Onkogenese und Promotion (Krebsentstehung und -förderung) bestehen.

Aufgaben und Ziele

Zwei abschließende Beiträge, von N. Leitgeb aus Österreich und A. McKinlay aus Großbritannien, be-

faßten sich weniger mit wissenschaftlichen Ergebnissen als mit den Aufgaben und Zielen des europäischen ICNIRP. Das Engagement des ICNIRP wurde gewürdigt und die Themen angesprochen, mit denen sich die Organisation beschäftigt. Ebenso wurde ihre Aufgabe in der Herausgabe von Empfehlungen sowie das Forschungsmanagement aufgezeigt. In der gleichen Weise wurden von McReed (USA) die Ziele und das bisherige Engagement der US-

amerikanischen Vereinigung Wireless Technology Research (WTR) vorgestellt.

Zum Abschluß der Tagung wurden noch einmal die von M. Repacholi (Schweiz) dargelegten möglichen Gesundheitsrisiken zusammengefaßt, die sich aus den bisherigen Untersuchungen vermuten lassen. Im Vordergrund stand dabei die Entstehung und Förderung von Krebs. Des weiteren wurde von den Referenten die Bedeutung einer Koordinierung der zukünftigen Forschung auf dem Gebiet der „Biologischen Wirkungen von EM-Feldern“ herausgestellt. Längerfristig sind die Experten aufgerufen, Fachgruppen zu bilden, um die Ergebnisse der Tagung zu analysieren und Vorgaben für zukünftige Forschungsprojekte zu erarbeiten.

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Dr. med. habil. Otto Petrowicz

Termine

Seminare, Veranstaltungen, Kongresse

Juni 1997

- | | | |
|-------------------------|----------------------|---|
| 02.06.97...
03.06.97 | Nürnberg | „3. Nürnberger Symposium für die Kommunikationswirtschaft“ der Nürnberger Initiative für die Kommunikationswirtschaft (NIK) und der ComMunic GmbH |
| 04.06.97...
05.06.97 | Bologna
(Italien) | „Biological Effects of Static and ELF Electric and Magnetic Fields and Related Health Risks“; Seminar der ICNIRP gemeinsam mit der WHO |
| 08.06.97...
13.06.97 | Bologna
(Italien) | „The Second World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine“ |

Juli 1997

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| 07.07.97...
18.07.97 | Villeneuve
d'Ascq
(Frankreich) | Seminar „MPCS '97“ (Mobile Personal Communications Systems) |
| 13.07.97...
18.07.97 | Montreal
(Kanada) | „1997 IEEE AP-S International Symposium“ und „URSI North American Radio Science Meeting“ |

Oktober 1997

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|---|
| 16.10.97...
19.10.97 | Ljubljana
(Slovenien) | Internationale Konferenz „Life Sciences '97“ und „2nd Slovenian-Croatian Meeting on Molecular Oncology Today“ der Slovenien Biophysical Society |
| 22.10.97...
23.10.97 | Wien
(Österreich) | „Risk Perception, Risk Communication, and its Application to EMF Exposure“; Seminar der ICNIRP gemeinsam mit der WHO |
| 22.10.97...
24.10.97 | München | 31. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik |

Schriften und Broschüren

- For a better understanding of radio and the environment
- Merkblatt zur elektromagnetischen Umweltverträglichkeit: Mehr wissen über Funk und Umwelt
- Funk-Signale
- Newsletter
- Edition Wissenschaft

Sämtliche Schriften und Broschüren können bei der Geschäftsstelle kostenlos angefordert werden.

Impressum

Newsletter der FGF e.V.

Herausgeber:

Forschungsgemeinschaft Funk e.V.
Rathausgasse 11a, D-53111 Bonn
Telefon: 0228 / 726 22-0
Telefax: 0228 / 726 22 11
E-Mail: fg_funk@t-online.de
Internet: <http://www.fgf.de>

Redaktion:

Gerd Friedrich (verantw.)

Urheberrechte:

Namentlich gekennzeichnete Beiträge sind urheberrechtlich geschützt und stellen nicht immer die Meinung der Redaktion dar.

Grafik, Satz, Layout:

Autoren Societät, Bonn

Erscheinungsweise:

zweimonatlich

Auflage:

3.000 Exemplare

Nachdruck und Reproduktion erwünscht

ISSN 0949-8745