

## Editorial

Leider ist vieles geschehen in den letzten Wochen und Monaten. Politische und wirtschaftliche Entwicklungen lassen uns besorgt in die Zukunft blicken. Nicht wenig hierzu tragen bedauerlicherweise auch Fehlinformationen und Halbwahrheiten bei, die uns befürchten lassen, Zusammenhänge nicht richtig zu verstehen, Fehlrurteile zu bilden und Dinge falsch zu bewerten.

Umso wichtiger sind in allen Lebensbereichen Genauigkeit, Verständlichkeit und vor allem Aufrichtigkeit.

Die FGF bemüht sich schon seit mehr als zehn Jahren, dazu einen Beitrag durch Förderung unabhängiger, nachvollziehbarer, überprüfbarer Forschung zu leisten. Dies wurde uns nicht nur auf unserer diesjährigen Mitgliederversammlung bescheinigt; auch in unserer aktuellen Ausgabe des Newsletters, den Sie in Händen halten, bemühen wir uns um Sachlichkeit und Objektivität der redaktionellen Beiträge.

Zu einer empirischen Studie durch das Wissenschaftliche Institut für Kommunikationsdienste (WIK) über den Stand der öffentlichen Meinung zu EMVU konnte die FGF einen Beitrag durch Überlassung ihrer langjährigen Presseauswertung leisten. Eine Zusammenfassung der Studienergebnisse sowie ein Ausblick auf die Entwicklung der EMVU-Debatte sind in diesem Newsletter veröffentlicht.

Die vieldiskutierte und umstrittene „Salford-Studie“, die das öffentliche Interesse wieder auf die Mechanismen der Blut-Hirn-Schranke gelenkt hat, haben wir zum Anlass genommen, uns in mehreren Berichten ausführlich diesem Thema zu nähern.

Aufschlussreiche Erkenntnisse über russische Forschungsprojekte liefert der Bericht über eine internationale Konferenz in Moskau und St. Petersburg.

An - inzwischen schon gewohnter - Stelle finden Sie die Rubrik „Neues aus der Wissenschaft“. Darüber hinaus wird neben einigen Kurznachrichten auf das 6. Rahmenprogramm der EU eingegangen. Nicht fehlen darf natürlich der obligatorische Bericht über unsere 11. Mitgliederversammlung, die in diesem Jahr in München statt gefunden hat.

Mit herzlichen Grüßen  
Ihr Gerd Friedrich

## Inhalt

### MEDIENANALYSE

Elektromog in den Medien **S. 2**

### WISSENSCHAFT

Beiträge zur Blut-Hirn-Schranke

Aufbau und Funktion der Blut-Hirn-Schranke **S. 14**

Beeinflussen Felder des Mobilfunks die Blut-Hirn-Schranke **S. 18**

Verdient Salfords neue Studie die große Beachtung in den Medien? **S. 22**

### MITGLIEDERVERSAMMLUNG

11. Jahrestagung der Forschungsgemeinschaft Funk **S. 26**

### FORSCHUNG

Neues aus der Wissenschaft **S. 30**

### TAGUNGSBERICHTE

„Electromagnetic Fields and Human Health, Fundamental and Applied Research“ **S. 34**

### POLITIK

Thema „Mobilfunk und Umwelt“ ist Außenseiter **S. 41**

### NACHRICHTEN

**S. 43**

### IMPRESSUM

**S. 44**



Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Auftrag  
des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit

# „Elektrosmog“ in den M

Franz Büllingen

**Seit die Mobilfunkfrequenzen für Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) versteigert worden sind und die Lizenznehmer damit begonnen haben, den Aufbau (Roll-out) der Netzinfrastruktur voranzutreiben, gibt es in der Bevölkerung deutliche Anzeichen für Akzeptanzprobleme und einen wachsenden Widerstand gegen die neue Mobilfunktechnologie. Der Einfluss elektromagnetischer Felder (EMF) auf den menschlichen Organismus entwickelt sich zunehmend zu einem Politikum, bei dem mögliche Auswirkungen quer durch Gesellschaft, Parteien, Kommunen oder öffentliche Institutionen kontrovers diskutiert werden.**

Manche Gemeinden versuchen bereits, den Ausbau der Netze unter Verweis auf Bau- und Denkmalschutzbestimmungen einzuschränken oder werden von Bürgerversammlungen vehement mit Forderungen nach Offenlegung der Standorte für die Basisstationen konfrontiert. Insbesondere in der Medienberichterstattung sind die möglichen akuten und latenten Gesundheitsgefährdungen, die von der wachsenden Verbreitung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen ausgehen können, immer häufiger Gegenstand der Betrachtung.

Die Befassung mit der elektromagnetischen Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) stellt jedoch kein durch UMTS entstandenes Problem dar, sondern wird in der Presse bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten thematisiert. Standen in den 80er Jahren – im Zuge der wachsenden Technisierung der Haushalte – die möglichen gesundheitlichen Gefahren von niederfrequenten Emissionsquellen wie Hochspannungsleitungen, Stromleitungen im Haus oder den zahlreichen Elektrogeräten im Vordergrund, so hat sich zu Beginn der 90er Jahre die Diskussion um die Bedeutung des „Elektrosmogs“ durch die Errichtung von Sendemasten für Global System for Mobile Communications (GSM, Abkürzung gebräuchlich für D- und E-Netze) zunehmend in Richtung Mobilfunk verschoben. Heute existiert beinahe in jeder größeren Gemeinde eine entsprechende Bürgerinitiative trotz der heute in Deutschland erreichten GSM-

Penetrationsrate von fast 70 Prozent und der hohen Akzeptanz der Mobilfunktelefonie.

Es scheint, als würde die öffentliche Meinung über den Mobilfunk, in deren Mittelpunkt bislang der Zugewinn an Komfort, ständiger Erreichbarkeit, erhöhter Mobilität sowie vermehrter Sicherheit standen, von Argumenten der damit möglicherweise verbundenen gesundheitlichen Risiken überlagert. Inzwischen kann – jedenfalls mit Blick etwa auf die kommunalpolitischen Beschlüsse in München oder Berlin – nicht mehr ausgeschlossen werden, dass die EMVU-Debatte weitreichende Folgewirkungen auf den Ausbau der UMTS-Netze sowie auf die Nachfrage nach mobilen Kommunikationsdiensten zeitigt.

Es stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, welche Richtung die EMVU-Debatte trotz gesetzlich festgelegter Grenzwertbestimmungen und trotz eines fehlenden, allgemein unumstrittenen wissenschaftlichen Kausalitäts-Nachweises in der öffentlichen Diskussion nimmt. Eine Prognose über den weiteren Verlauf erfordert ein grundlegendes Verständnis davon, welche Rolle die unterschiedlichen Akteursgruppen im EMVU-Diskurs einnehmen, wie sie kommunizieren, wie sich die Situation durch die Aufrüstung der GSM-Netze und die Einführung von UMTS verändert und wie die potenziellen Risiken wahrgenommen, in der Öffentlichkeit diskutiert und im Vergleich zu anderen Risikoformen bewertet werden. Nur eine vertiefte Kenntnis



# edien

des EMVU-Diskurses eröffnet Ansatzpunkte, um auf dessen Verlauf einwirken zu können. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) im Jahr 2001 WIK-Consult beauftragt, eine umfassende analytisch-empirische Untersuchung durchzuführen.<sup>1</sup>

Im ersten Arbeitsschritt der Studie wurden grundlegende theoretische Betrachtungen zur Bedeutung technologiebedingter Risikodiskurse angestellt. Zum zweiten wurde die Behandlung der EMVU-Problematik in den Print- und audiovisuellen Medien (AV-Medien) untersucht. Die Medienanalyse basiert auf rund 1.200 thematisch einschlägigen, aus Pressedatenbanken abgerufenen Artikeln. Gleichzeitig wurde auf die umfassende Pressedokumentation der Forschungsgemeinschaft Funk e.V. (FGF) zurückgegriffen, die diese seit 1995 regelmäßig auswertet.

Zum Dritten wurde die Risikoperzeption und -bewertung durch die Bevölkerung mittels einer repräsentativen Befragung in Zusammenarbeit mit dem Meinungsforschungsinstitut Ipsos Deutschland untersucht. Die Ergebnisse wurden in zahlreichen Intensivinterviews mit Laien zusätzlich validiert.

In einem vierten Arbeitsschritt wurden im Rahmen eines Ländervergleichs die entsprechenden Diskursverläufe in Österreich, der Schweiz, Großbritannien und Italien analysiert. Für die abschließende Prognose wurden Interviews mit Experten aus unterschiedlichen Bereichen durchgeführt.

Auf der Grundlage dieser Gespräche wurde mit Hilfe der Szenariotechnik ein Ausblick auf die weitere Entwicklung erarbeitet.

## I. Der EMVU-Risikodiskurs

Einen wichtigen Ansatz zum Verständnis und zum Verlauf gesellschaftlicher Kommunikation über technologisch bedingte Risiken, wie sie in der EMVU-Debatte diskutiert werden, bietet die moderne Risikokommunikationsforschung. Wenn die Analyse des Soziologen Ulrich Beck zutrifft, dass der Umgang mit unvollständigen Informationen bei modernen Technologien zum Strukturmerkmal heutiger Gesellschaften gehört und dass technische Problemlagen im Kern soziale Risiken sind, deren Bewertung, Akzeptabilität und Regulierung Ergebnis gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse ist, dann sind Prozesse der Kommunikation über alle bedeutenden Technologien und deren (potenzielle) Risiken unvermeidlich. Dies gilt insbesondere für Systeminnovationen wie den Mobilfunk, der in alle Bereiche des Arbeits- und Freizeitlebens hineinwirkt und unsere Kommunikationsgewohnheiten von Grund auf verändert.

Zu den Eigentümlichkeiten dieser Debatten gehört, dass Risiken erst durch den öffentlichen Diskurs konstituiert werden. Risiken werden in gesellschaftlichen Kontexten nur in dem Maße bedeutsam, wie sie wahrgenommen, bewertet und kommuniziert werden. Dies geschieht in vielen

Fällen beinahe unabhängig von der objektiven Brisanz, der Reichweite oder der Faktizität eines technologisch bedingten Risikos. Die aus der Versicherungswirtschaft stammende Formel, nach der sich das Risiko (R) einer Technologie nach dem möglichen Schadensausmaß (S) und der Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts (W) bestimmen lässt ( $R = W \times S$ ), hat in öffentlichen Risikodiskursen, insbesondere für die Wahrnehmung und die Bewertung von Risiken, keinerlei praktische Relevanz. Die unterschiedlichen Verläufe und Ergebnisse etwa der Debatte über die Risiken der Kernenergie in Deutschland und in Frankreich verdeutlichen, dass vergleichbare Technologien und vergleichbare (potenzielle) Risiken in öffentlichen Diskursen ganz unterschiedlich perzipiert und bewertet werden können. Sie verweisen darauf, dass der Verlauf dieser Diskurse im Prinzip offen und damit beeinflussbar ist und zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

Vor diesem Hintergrund sind kontroverse Debatten zwischen den unterschiedlichen Akteuren und sozialen Gruppen keineswegs als Störfälle zu betrachten, die nur mit unnötiger öffentlicher Unruhe, Zeitverzögerungen und höheren Kosten verbunden sind. Sie müssen vielmehr als eine unvermeidbare und sinnvolle Auseinandersetzung über die Bestimmung und Ausgestaltung des gesellschaftlichen Einbetungs- und Nutzungsverhaltens einer neuen Technologie verstanden werden. Hierbei spielen z.B. das Verhältnis einer Gesellschaft zur Umwelt und zur Gesundheit, unterschiedliche kulturelle Werte und deren regionale oder nationale Ausprägungen, die Grundeinstellung der Bevölkerung gegenüber Innovationen sowie die subjektive und kollektive Bewertung von Nutzen und Risiken eine zentrale Rolle.

Allerdings darf auch der Diskurs über Risiken nicht mit der Erwartung überfrachtet werden, dass Konflikte und Interessengegensätze sich am Ende vollständig auflösen lassen. Dies erscheint schon deshalb

schwierig, weil Konflikte stets normativ aufgeladen sind und in einer pluralistischen Gesellschaft von divergierenden Wertevorstellungen ausgegangen werden muss. In der Risikokommunikation sollte vielmehr der Versuch gesehen werden, auch bei unüberwindbaren Dissensen und Interessen zu sozialverträglicheren und möglichst vielseitig akzeptierten Kompromisslösungen zu gelangen.

Jeder Risikodiskurs lässt sich beschreiben als Konstituierung einer politischen Arena, in der gesellschaftliche Gruppen und Akteure wie Verbände, normierende Einrichtungen, öffentliche Verwaltungen, Industrieunternehmen, Gerichte oder politische Institutionen in einen Aushandlungsprozess eintreten. Derzeit haben die Medien, die lokalen Bürgergruppen, die Justiz sowie die Netzbetreiber den höchsten Einfluss in der EMVU-Arena, während zahlreiche andere Akteure wie etwa die politischen Parteien oder die Ärztenverbände sich erst allmählich zu involvieren beginnen. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Zutritt weiterer Akteure die Intensität des Konfliktes eher zunehmen denn abnehmen wird.

In den Arenen sind Grenzwerte und deren Festlegung in der Regel der Schauplatz, auf dem über die Akzeptanz oder die Zumutung kollektiver Risiken gerungen wird. Je mehr dabei die öffentliche Resonanz und die Intensität der Debatte zunehmen, um so größer wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Dissens oder Konflikt einer politischen Lösung zugeführt und ein Risikomanagement organisiert werden muss. Konkrete Ereignisse wie etwa die Veröffentlichung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, Schadensmeldungen, Protestaktionen, Gerichtsverfahren (z.B. die Milliardenklagen gegen Motorola) und deren Verbreitung über die Medien können dabei zu einer krisenhaften Zuspitzung führen. Umgekehrt können Schritte wie z.B. die Übereinkunft zwischen Kommunen und Netzbetreibern (Standortverfahren, Verbändevereinbarung) durch die größere In-

formationstransparenz in erheblichem Maße zur Entspannung beitragen, da sie eine beträchtliche Signalfunktion für die Öffentlichkeit ausüben, dass dem öffentlichen Anliegen nach Risikovorsorge hinreichend Beachtung geschenkt wird.

## 2. Die EMVU-Problematik in der Darstellung der bundesdeutschen Medien

Für die öffentliche Wahrnehmung und Kommunikation technologiebedingter Risiken kommt den Medien eine zentrale Funktion als Bündeler und Verstärker zu. Wissenschaftliche Untersuchungen der Medienberichterstattung weisen auf der einen Seite darauf hin, dass Massenmedien über Technikkontroversen selten einseitig berichten, sondern häufig Wissenschaftler oder Politiker zu Wort kommen lassen, die eher den Nutzen als die Risiken einer Technologie betonen. Auf der anderen Seite führt der Wettbewerb um Aufmerksamkeit und Reichweite zwischen den Medien dazu, dass diese mit ihrer Darstellung nicht selten für ihre Leser eine Advokatenrolle übernehmen und bestimmte Themen dramatisieren. Ob in einem Beitrag das Risiko einer Havarie positiv als Zahl der wahrscheinlich Überlebenden oder negativ als Zahl der erwarteten Todesfälle angegeben wird, kann einen nachhaltigen Einfluss auf die Risikoperzeption und Risikobewertung der Bevölkerung haben. Die generelle Bedeutung der Medien für die Darstellung und den Lebensverlauf eines Risikothemas wirft vor diesem Hintergrund die Frage nach ihrer Rolle in der EMVU-Debatte auf.

### 2.1 Beitragshäufigkeit in der EMVU-Berichterstattung

Zu Beginn der 90er Jahre findet die EMF-Problematik nur sporadisch in der Berichterstattung Erwähnung. Perioden mit geringerer Intensität der Berichterstattung lösen solche mit einer intensiveren Thematisierung ab. Mit dem Aufbau der GSM-900-Netze ändert sich diese Situation grund-

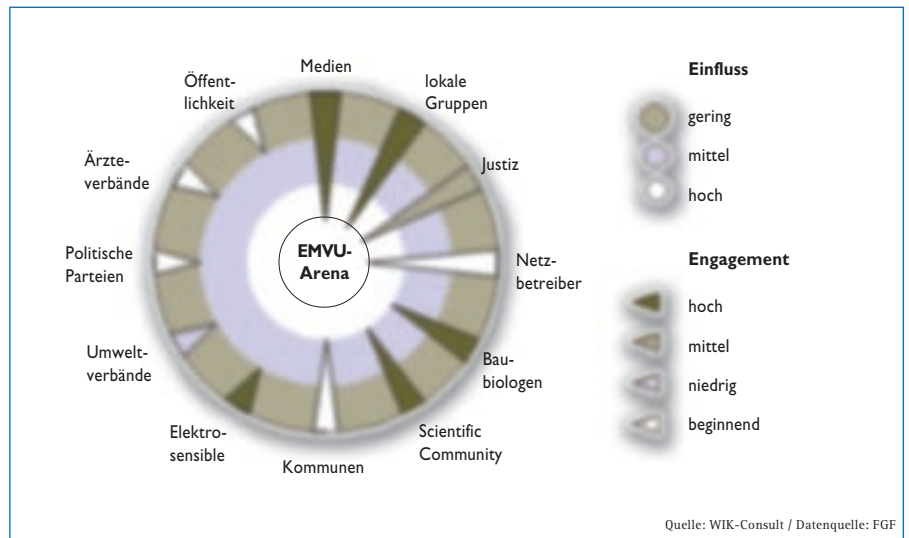


Abb. 1: Rolle der Akteure in der EMVU-Arena

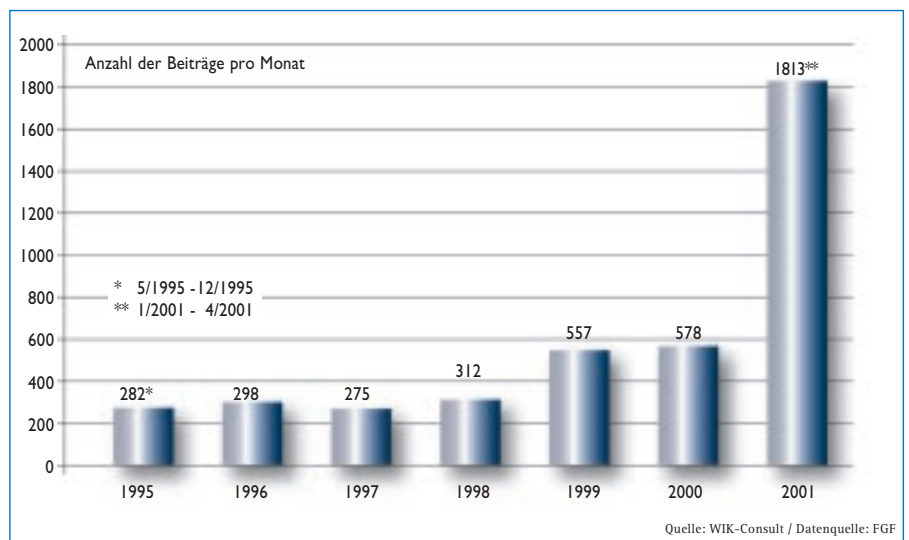


Abb. 2: Häufigkeit der Thematisierung der EMVU-Problematik in Print- und AV-Medien

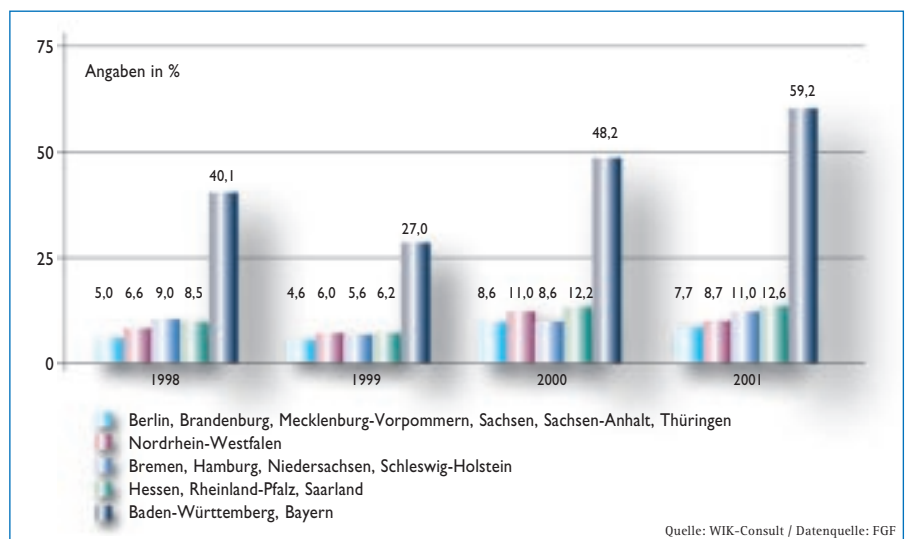


Abb. 3: Regionale Verteilung von Medienbeiträgen

gend: im Jahre 1994 befassen sich bundesweit jährlich bereits mehr als tausend Zeitungsartikel mit den potenziellen gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks. Im Jahr darauf, also 1995, sind es schon über dreieinhalbtausend Beiträge, also rund 280 pro Monat. Bleibt die Zahl der Beiträge in den Folgejahren annähernd konstant, so schnell sie durch das große Medienecho im Kontext der Versteigerung der UMTS-Frequenzen im Juli 2000 hoch und verdreifacht sich schließlich bis 2001 auf über 1.800 Presseclippings pro Monat. Für das Jahr 2002 beträgt diese Zahl mehr als 2500.

## 2.2 Verteilung der Beiträge nach Erscheinungsweise der Medien

Die EMVU-Problematik ist vor allem ein Thema der Tagespresse, das besonders häufig auf den Lokalseiten aufgegriffen wird. In der Regel werden dort solche Informationen transportiert, die auf besondere Vorkommnisse mit tagesaktuellem Hintergrund und hohem Aufmerksamkeitswert wie Gerichtsurteile, die Gründung einer neuen Bürgerinitiative oder die Veröffentlichung neuer Studienergebnisse Bezug nehmen. Für Medien, die wöchentlich oder 14-tägig erscheinen und die die Möglichkeit der ausführlicheren und genaueren Darstellung von Hintergrundinformationen hätten, besitzt die EMVU-Problematik hingegen nur eine sehr geringe Priorität.

## 2.3 Regionale Verteilung

Betrachtet man die Verteilung der Beiträge in den Medien nach einzelnen Bundesländern, so lässt sich ein deutliches Süd-Nord-Gefälle feststellen. Besonders für die Jahre von 1998 bis 2001 zeigt sich eine auffällige Asymmetrie. Mehr als die Hälfte aller Beiträge (59,2%) entfällt – bei steigender Tendenz – allein auf die süddeutschen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern. Alle übrigen Länder verzeichnen auf relativ niedrigem Niveau eine Konstanz in der Berichterstattung. So entfallen auf Nordrhein-Westfalen 8,7% aller Medienbeiträge zur EMVU-Debatte, auf die

Bundesländer Bremen, Hamburg, Niedersachsen sowie Schleswig-Holstein in 2001 insgesamt nur 11%. Für Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland lautet die entsprechende Zahl 12,6%. Auch in den Medien der ostdeutschen Bundesländer spielt die EMVU-Problematik nur eine marginale Rolle. Auf Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie Thüringen entfallen in 2001 rund 7,7% aller Beiträge.

## 2.4 Nennung der Feldquellen

Bei der Zuschreibung biophysikalischer Wirkungen ist bei den Infrastruktureinrichtungen und den Endgeräten der größte Anteil von Nennungen zu verzeichnen. Im überwiegenden Teil aller Medienbeiträge werden Funktürme (75%) und Handys (43%) als wesentliche Emissionsquellen benannt. Wird die Rundfunk- und Fernsehtechnik (4%) noch hinzugenommen, so dominieren die Beiträge, die sich mit der Hochfrequenztechnik befassen, die Medienberichterstattung, während nur noch ein vernachlässigbarer Teil niederfrequente Quellen wie z.B. Hochspannungsleitungen thematisiert. Insgesamt nimmt die Anzahl der Nennungen von Funktürmen, weniger hingegen von Handys, seit 1996 kontinuierlich zu.

## 2.5 Berichterstattung über HF-bezogene, biophysikalische Auswirkungen

Seit Mitte der 90er Jahre werden die Verursachung bzw. die Promotion von Krebs und die Auswirkungen auf den Kopf (das Gehirn) besonders häufig thematisiert. Die Anzahl der Beiträge, die Krebserkrankungen und Störungen des Immunsystems thematisieren, verhält sich relativ konstant. Die Einflüsse auf das Herz, Hormonstörungen oder Missbildungen hingegen sind Problembereiche, die in den Beiträgen zunehmend seltener behandelt werden. Auffällig ist, dass allgemeine Befindlichkeitsstörungen in der öffentlichen Diskussion in den letzten Jahren deutlich an Relevanz

gewinnen und funktionelle Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Nervosität oder Stresssymptome immer häufiger genannt werden. Damit ist eine „mobilisierende“ Wirkung dieser Berichterstattung nicht auszuschließen, denn der Kreis derjenigen, die potenziell „betroffen“ sein könnten, weitet sich hierdurch erheblich aus.

## 2.6 Rechtliche Aspekte

Im Hinblick auf die Berichterstattung über rechtliche Aspekte der EMVU-Problematik ist seit 1998 ebenfalls eine deutliche Zunahme des Medieninteresses festzustellen. Sowohl der EMVU-bezogene rechtliche Rahmen (wie z.B. die 26. BImSchV) als auch Klagen, gerichtsanhängige Verfahren oder Urteile sind seit 1998 immer häufiger Gegenstand der Berichterstattung. Dieser Sachverhalt wird in den Medien häufig so vermittelt, dass die Bürger sich auf breiter Front mit rechtlichen Mitteln gegen die Errichtung der Mobilfunkinfrastruktur zur Wehr setzen. Es entsteht der Eindruck, dass die Konfliktbereitschaft insgesamt auf breiter Front zunimmt. Rund 23% aller Medienbeiträge haben in 2002 EMVU-rechtliche Aspekte zum Thema.

## 2.7 Tendenzen in der Berichterstattung

Seit Beginn der Dokumentation der Medienbeiträge durch die FGF im Jahre 1995 lässt sich feststellen, dass ein großer Teil der Medien mit wechselnder Tendenz über die EMVU-Debatte berichtet. Während Mitte der 90er Jahre ein großer Teil der Beiträge zu einer neutralen Abwägung von Risiken und Chancen des Mobilfunks gelangt („Fragezeichenbeiträge“: „Macht das Telefonieren mit dem Handy krank?“), bleiben Stimmen, die eher neutral berichten oder zu einer positiven Berichterstattung tendieren und eher den Nutzen betonen, mit großer Konstanz die Ausnahme (weniger als 10% aller Beiträge). Bemerkenswert hoch dagegen ist der Anteil derjeni-

gen Beiträge, in denen die unterschiedlichen gesundheitlichen und sonstigen Risiken sowie die Defizite in der Behandlung der EMVU-Problematik durch die Netzbetreiber, die Kommunen oder sonstige öffentliche Institutionen wie die Landtage oder die Bundesregierung hervorgehoben und betont werden. Diese Tendenz hat seit 1999 eher noch zugenommen.

## 2.8 Argumentative Stereotype

Die Berichterstattung zur EMVU-Problematik wird dabei seit Jahren von hoher Konstanz bezüglich der Darstellung der Inhalte und der Rolle der unterschiedlichen Akteure geprägt. Bei genauer Betrachtung lassen sich in den kritischen oder eher negativ argumentierenden Beiträgen folgende Argumentationsstereotype unterscheiden:

### Informations- und Aufklärungsaspekte

- „Die Netzbetreiber unterrichten die Kommunen zu kurzfristig oder gar nicht bei der Planung der Standorte für ihre Basisstationen.“

- „Die Auskünfte der Netzbetreiber tragen nicht zur Vertrauensbildung gegenüber der Mobilfunktechnik bei, da sie die Fragen besorgter Bürger nicht oder nur unzureichend beantworten.“

### Wissensaspekte

- „Die Mobilfunkinfrastruktur wird weiter ausgebaut, obwohl die potenziellen Risiken für die Gesundheit bisher nicht hinreichend erforscht wurden.“

- „Es ist zu bezweifeln, ob elektromagnetische Wirkungsfragen sich je objektiv nachprüfbar beantworten lassen.“

### Vorsorgeaspekte

- „Die bestehenden Grenzwerte sind angesichts der großen Infrastrukturdichte in Deutschland generell zu hoch.“

- „Die Grenzwerte beziehen sich nur auf die thermischen Effekte und lassen athermische Effekte, die auch unterhalb dieses Grenzwertes eintreten können, außer Acht.“

### Demokratie- und Legitimationsaspekte

- „Die wirtschaftlichen Interessen der Industrie verhindern einen vorsorgenden Gesundheitsschutz. Um ihre kommerziellen Interessen zu schützen, versuchen die Netzbetreiber massiv Einfluss auf die Öffentlichkeit und die Politik zu nehmen.“

- „Die Mobilfunkindustrie lässt es an Fairness im Umgang mit den Interessen der Bürger fehlen.“

### Vollzugsaspekte

- „Die Einhaltung der Grenzwerte von Sendeanlagen ist nicht überall gewährleistet.“

Wollen die Netzbetreiber und die öffentlichen Institutionen eine erfolgreiche Risikokommunikation betreiben, so scheint eine intensive Befassung mit diesen argumentativen Stereotypen unerlässlich.

## 3. Risikoperzeption und -bewertung in der Öffentlichkeit

Grundsätzlich erfolgte die Erhebung auf der Basis repräsentativer demographischer Variablen nach Geschlecht, Alter, Bildung, Einkommen etc. Es wurden im Rahmen einer Telefonbefragung (CATI) 1000 Personen interviewt. In Abweichung von sonsti-

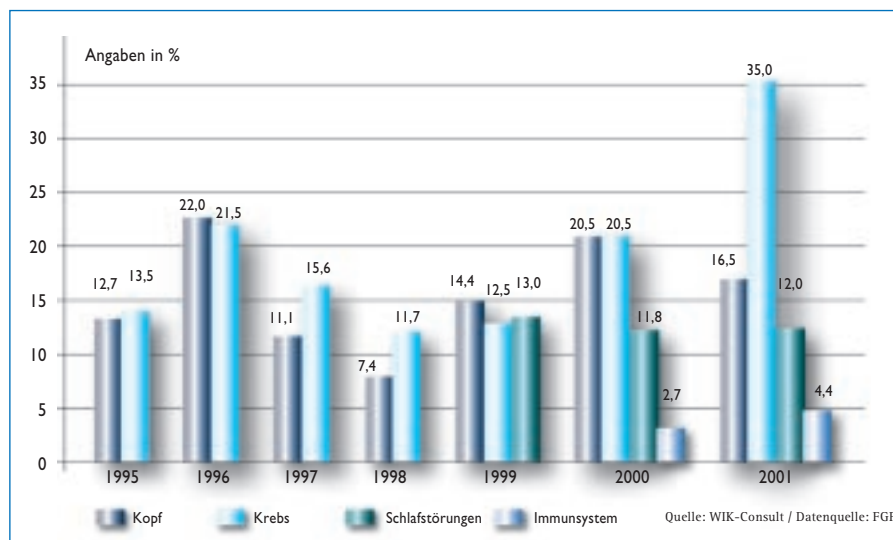


Abb. 4: Nennung potenzieller gesundheitlicher Auswirkungen in % aller Medienbeiträge (I)<sup>2</sup>

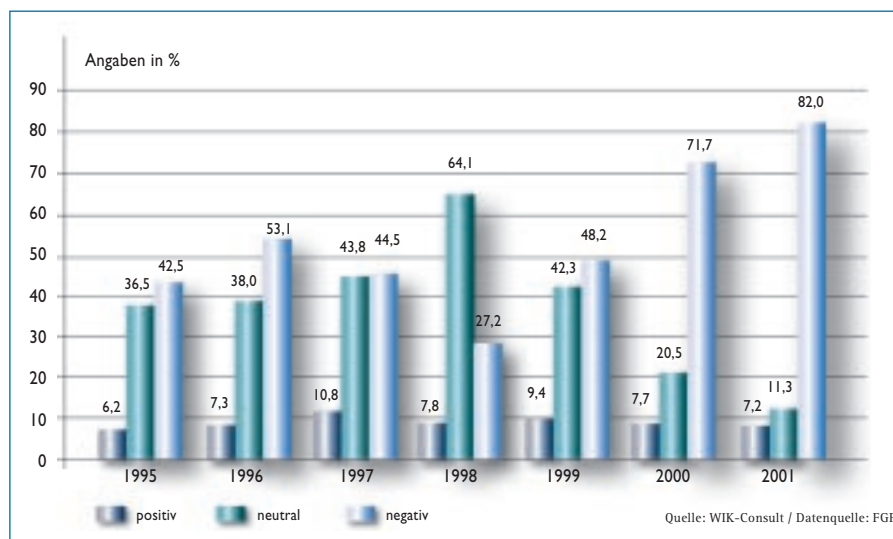


Abb. 5: Tendenzen in der Berichterstattung

gen Befragungen wurde die Gruppe der 14-17-jährigen in die Erhebung mit einbezogen. In verschiedenen Fragekomplexen wurde nach einer allgemeinen Einschätzung der Handynutzung, nach dem Informationsstand, nach der Bewertung mobilfunkbezogener Risiken, nach möglichen Vorsorgemaßnahmen sowie nach der Versorgung mit Informationen gefragt. Aufgrund der Breite der Erhebung sollen die Resultate nachfolgend nur skizzenhaft dargestellt werden.

### 3.1 Handynutzung in Deutschland in 2001

- Deutschland ist in Europa mit einem Marktanteil von 20 Prozent führend bei der Handynutzung. Die hohe Penetrationsrate von über 67 Prozent und über 55 Mio. Anschlüsse sprechen für eine überaus hohe Akzeptanz der Mobilfunktelefonie.

- Eine Sättigung im Mobilfunkmarkt scheint allmählich erreicht: Die enormen Wachstumsraten der letzten Jahre lassen deutlich nach.

- Der Anteil der „Verweigerer“ der Mobilfunkkommunikation stabilisiert sich: Rund 90 Prozent der Gruppe der „Nicht-Nutzer“ plant auch künftig keine Handy-Anschaffung. Dazu gehören in erster Linie die Älteren, Personen ohne Kinder und Personen mit geringem Einkommen. Noch etwa 4 Prozent planen, in absehbarer Zeit einen Vertrag zu schließen.

- Ein hoher Anteil von 46 Prozent zählt zu den „Wenignutzern“. Dieses Segment greift nur ein paar Mal pro Woche oder seltener zum Handy. 54 Prozent sind „Vielnutzer“, die mehrmals täglich das Handy benutzen.

- Handys sind vor allem in Haushalten mit Kindern stark verbreitet. Sie helfen bei der alltäglich notwendigen Kommunikation und schaffen psychologische Nähe. Befürchtungen bezüglich der besonderen EMF-Exposition von Kindern und Jugendlichen haben keinen Einfluss auf das Anschaffungsverhalten.

- Das Handy hat sich vom Luxusgut zum Alltagsgerät gewandelt, welches

selbstverständlich und jederzeit für viele Aufgaben eingesetzt wird. Es substituiert somit zunehmend den Festnetzanschluss, der alternativ und gänzlich „risikofrei“ genutzt werden könnte (unter der Voraussetzung, dass keine DECT-basierten (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) Home-Handys eingesetzt werden).

- Das Handy bringt für viele unverzichtbare Vorteile. Mehr als drei Viertel der Befragten gibt das Handy ein Gefühl der Sicherheit, knapp drei Viertel sehen durch das Handy ihre Mobilität und Flexibilität erhöht und für zwei Drittel der Befragten erleichtert das Handy die Alltagsorganisation.

- Das Handy wird vor allem im Privatleben eingesetzt, was den Aspekt der Freiwilligkeit unterstreicht. Der Anteil der möglicherweise unfreiwilligen beruflich veranlassten Nutzung, insbesondere bei Frauen, ist verschwindend gering.

- Der Mobilfunk genießt bei der Mehrheit der Bevölkerung ein positives Image als Wirtschaftsfaktor. Rund zwei Drittel glauben, dass durch den Mobilfunk neue Arbeitsplätze entstehen.

### 3.2 Informationsstand – Kenntnisse und Selbsteinschätzung

Der zweite Fragenkomplex der Erhebung bezog sich auf den allgemeinen Informationsstand in Bezug auf die potenziellen Risiken des Mobilfunks. Relevant war hierbei vor allem, inwieweit Befürchtungen auf subjektive Einschätzungen zurückzuführen und welche objektiven Erkenntnisse vorhanden waren. Berücksichtigt wurde hierbei auch, ob die Befragten in der Nähe einer Basisstation wohnten.

- Rund ein Drittel der Befragten hat bisher keinen Mobilfunkmast in der Nähe des eigenen Wohnortes wahrgenommen. Ein weiteres Drittel der Befragten kann dazu keine Angaben machen. Der überwiegende Teil der Bevölkerung zeigt somit wenig Interesse an der Standortfrage.

- Über die Hälfte der Befragten empfindet das Aussehen von Mobilfunkmas-

ten nicht als störend. Besonders für Männer, Vielnutzer und jüngere Befragte ist das ästhetische Erscheinen von Mobilfunkmasten in der Landschaft oder auf Hausdächern unkritisch.

- Rund 90 Prozent der Bevölkerung hat bereits von möglichen gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks gehört. Allerdings fühlen sich die meisten schlecht informiert. Viele Bürger haben schon wichtige Begriffe der EMVU-Debatte gehört, sie können jedoch kaum etwas damit verbinden.

- Jüngere Männer, Vielnutzer und Befragte mit höherem Einkommen können als am Besten informiert gelten. Frauen und ältere Bevölkerungsgruppen zeigen sich schlecht informiert.

- Als wichtigste Informationsquelle werden von 95 Prozent der Befragten die Medien angegeben, fast ein Drittel bezieht seine Informationen durch die jeweiligen Peer Groups (Freunde oder Bekannte). Bei 13 Prozent spielen auch die Umweltverbände als Informationsquelle eine Rolle. Bemerkenswerterweise werden Informationen von öffentlichen Institutionen (5,4%) und insbesondere von den Mobilfunknetzbetreibern (4,6%) kaum zur Kenntnis genommen.

### 3.3 Perzeption und Bewertung potenzieller EMF-Risiken in der Bevölkerung

Der dritte Fragenkomplex befasste sich mit der Perzeption und Bewertung mobilfunkbezogener EMF in der Bevölkerung. Hierbei sollten die Befragten die tatsächlichen oder potenziellen Risiken unterschiedlicher Technologien miteinander vergleichen. Ferner wurden sie aufgefordert, zu ausgewählten Elektrotechniken wie etwa PC-Bildschirm, Mikrowelle oder Handy Angaben zu deren EMF zu machen, um eine Einschätzung ihres Informationsniveaus zu erhalten. Dann sollten sie abschätzen, ob und welche gesundheitlichen Risiken mit dem Mobilfunk verbunden seien. Schließlich wurde nach persönlichen Erfahrungen oder Erfahrungen im Freun-

des- und Bekanntenkreis mit gesundheitlichen Problemen in Zusammenhang mit Mobilfunk gefragt, um ein Bild der direkt oder indirekt Betroffenen zu erhalten.

- Die möglichen gesundheitlichen Risiken im Zusammenhang mit Mobilfunk werden im Vergleich zu anderen Technologien als grundsätzlich weniger bedeutend eingeschätzt. Allerdings vermutet nur ein Fünftel der Bevölkerung keinerlei Risiken.

- Befragte, die den Mobilfunk als risikobesetzt beurteilen, haben auch in Bezug auf andere Technologien eine höhere Risikoeinschätzung. Hohe Risikoeinschätzung und hohe Akzeptanz – verbunden mit intensiver Nutzung – schließen sich im Mobilfunk jedoch nicht aus. Sie weisen vielmehr auf ein pragmatisches Verhältnis im Umgang mit einem potenziellen Restrisiko hin.

- Mehr als die Hälfte der Bevölkerung ist der Überzeugung, dass mögliche Risiken des Mobilfunks künftig eher zunehmen werden. Ein Viertel glaubt, dass die Belastung durch EMF-Risiken gleich bleiben wird.

- Die aus dieser Situation resultierende hohe Verunsicherung („Was kommt noch?“) ist Ausdruck eines hohen Informationsbedürfnisses bezüglich künftiger Entwicklungen.

- Die Kenntnisse in der Bevölkerung über EMF-Phänomene insbesondere bei Haushaltsgeräten sind äußerst gering und stimmen in der Regel nicht mit den Fakten überein.

- Für zwei Drittel der Befragten gehen die gesundheitlichen Risiken vorwiegend von den Mobilfunkgeräten und nicht von den Sendemasten aus. Dies steht im deutlichen Widerspruch zu der Berichterstattung der Medien.

- Mobilfunkgeräte werden – wenn überhaupt – ganz überwiegend auf Grund ihrer Nähe zum Körper als potenzielle Risikoquelle eingestuft.

- Die Intensität der „Strahlung“ wird bei Mobilfunk-Sendemasten als das stärks-

te Risiko angesehen. Die Nähe eines Sendemasts zum Wohnort spielt für die Bewertung des Risikopotenzials eine geringe Rolle.

- Trotz der hohen Verunsicherung in der Bevölkerung ist die Anzahl derjenigen, die glauben, selbst schon Erfahrungen mit „mobilfunkbedingten“ gesundheitlichen Problemen gemacht zu haben oder in ihrer Peer Group davon gehört haben, sehr gering. Wenn überhaupt, werden funktionelle Störungen bzw. Befindlichkeitsstörungen genannt. Die geringen Fallzahlen von Befragten mit persönlichen Erfahrungen lassen statistisch keine signifikanten Schlüsse zu.

### 3.4 Vorsorgemaßnahmen:

#### Abwägung von Nutzen und Risiko

Die vollkommene Abwesenheit von Risiken muss als ein idealtypischer Zustand angesehen werden, der in einer hochtechnisierten Welt nicht existiert. Öffentliche Kontroversen über technologische Risiken drehen sich daher immer auch um die Abwägung zwischen Nutzen einerseits und der Akzeptabilität von Risiken andererseits. Im Rahmen dieses Fragenkomplexes sollte herausgefunden werden, inwieweit Personen, die Risikopotenziale im Mobilfunk als gegeben ansehen, bereit sind, diesen durch Vorsorgemaßnahmen zu begegnen. Vor diesem Hintergrund wurde zum einen danach gefragt, inwieweit Bereitschaft zur persönlichen Vorsorge besteht und ob die Befragten willens sind, sich zur Durchsetzung ihrer Schutzinteressen in Bürgerinitiativen zu engagieren. Zum zweiten wurde nach den Bedingungen und der Akzeptanz von übergreifenden Vorsorgemaßnahmen gefragt. Da Fragen nach der Notwendigkeit von Vorsorgemaßnahmen in der Bevölkerung generell positiv beantwortet werden, wurde zusätzlich nach der Zahlungsbereitschaft für die Minimierung potenzieller Risiken gefragt.

- Mehr als zwei Drittel der Befragten geben an, bereits persönliche Vorsorgemaßnahmen zu treffen. Die zeitliche Be-

grenzung der Telefonie ist die populärste Maßnahme, da sie sich mit dem Motiv der Kosteneinsparung deckt. Ältere sind eher bereit, persönliche Vorsorgemaßnahmen zu treffen als Jüngere.

- Die Unsicherheit über mögliche Risiken des Mobilfunks führt zu einem restriktiveren Telefonierverhalten und damit zu einer niedrigeren Airtime.

- Befragte, die keine persönlichen Vorsorgemaßnahmen treffen, tun dies in der Regel, weil sie für sich selber kein Risiko sehen. Sie wollen sich in der Handynutzung nicht einschränken.

- Die Bereitschaft zum Engagement in Bürgerinitiativen gegen das Aufstellen von Mobilfunkmasten ist relativ hoch. Etwa 15 Prozent der Bevölkerung würden sich engagieren bzw. vielleicht an einer Bürgerinitiative teilnehmen oder sind bereits aktiv. Frauen mit Kind(ern) unter 13 Jahren zeigen die größte Bereitschaft zum Engagement.

- Von den Befragten, die bereits von Bürgerinitiativen gehört haben, halten zwei Drittel deren Aktivitäten für sinnvoll. Obwohl sich die wenigsten selbst engagieren, werden ihre Aktivitäten stillschweigend unterstützt. Ältere Befragte mit höherem Bildungsabschluss schätzen Bürgerinitiativen gegen Mobilfunkmasten überdurchschnittlich häufig als sinnvoll ein.

- Mehr Forschung zu gesundheitlichen Risiken sowie eine Deklarationspflicht für Handys sind die populärsten Vorsorgemaßnahmen.

- Über 80 Prozent der Befragten halten ein Absenken der Grenzwerte für sinnvoll. Etwa 45 Prozent halten dies auch dann für sinnvoll, wenn deswegen deutlich mehr Mobilfunk-Sendemasten errichtet werden müssten. Etwa zwei Drittel würden dem Absenken der Grenzwerte zustimmen, auch wenn damit höhere Kosten für die Handynutzung verbunden wären. Die Grenzwert-Debatte bleibt damit ein zentraler Fokus für alle Akteure der EMVU-Arena.

- Knapp ein Drittel der Befragten wäre bereit, bis zu 2,50 Euro/Monat zusätzlich

aufzuwenden, wenn dafür Vorsorgemaßnahmen ergriffen würden. Etwas mehr als ein Viertel der Befragten würde bis zu 5 Euro/Monat aufwenden, ein Sechstel wäre bereit, bis zu 10 Euro/Monat auszugeben und fast 10 Prozent würden 15 Euro und mehr aufwenden. Diese „Zahlungsbereitschaft“ signalisiert, dass Vorsorgemaßnahmen für viele Bürger ein ernstes Anliegen darstellen.

### 3.5 Verbesserung des Informationsstandes zu EMVU

Der fünfte Fragenkomplex befasste sich mit dem Aspekt der Informationsverbesserung. Der Informationsbedarf bezüglich EMVU in der Bevölkerung ist trotz der intensiven Berichterstattung in den Medien als sehr hoch einzuschätzen. Die meisten haben die Diskussion um mögliche gesundheitliche Risiken des Mobilfunks in den Medien perzipiert, erwarten aber von diesen noch mehr Informationen. Offenkundig genießt die Berichterstattung hohes Vertrauen. Daher ist damit zu rechnen, dass auch künftig den Beiträgen in den Massenmedien eine hohe Aufmerksamkeit entgegengebracht wird.

- Über 80 Prozent der Befragten verlangen mehr Informationen zur möglichen Gesundheitsgefährdung durch Mobilfunk. Diesen Bedarf geben vor allem jugendliche Befragte bis 29 Jahre an. Offenbar reicht die Verunsicherung in der Bevölkerung zu diesem Thema tief.

- Dies zeigt auch die Forderung nach mehr Mitteilungen zu Möglichkeiten der Vorsorge. Über zwei Drittel der Befragten wollen besser darüber informiert sein.

- Etwa zwei Drittel der Befragten erwarten mehr Daten und Fakten von Mobilfunkanbietern. Die Erwartungen in das Expertenwissen der Unternehmen, aber auch in das Engagement der Verantwortlichen, sind hoch. Knapp drei Viertel der Befragten fordern von den Mobilfunkanbietern mehr Aktivitäten in Bezug auf den Umgang mit möglichen Risiken und Vorsorgemaßnahmen. Dies wird vor allem von den jüngeren Befragten verlangt.

- Behörden und offizielle Stellen sollten nach Auffassung von Älteren und von Befragten mit Kindern intensive Informationsarbeit leisten. Sie genießen in diesen Gruppen das höchste Vertrauen.

- Mehr als die Hälfte der Älteren erwartet hingegen von den Behörden und offiziellen Stellen ein hohes Engagement im Umgang mit möglichen Risiken und Vorsorgemaßnahmen.

- Insgesamt sind aus Sicht der Befragten aber auch die Umweltorganisationen noch stärker gefordert. Scheinbar werden diese Gruppen eher mit hohem Engagement und einem starken Einsatz für bestimmte Interessen assoziiert.

### **3.6 Allgemeine Einschätzung der Risikodebatte zum Mobilfunk in Deutschland**

Die Diskussion um mögliche gesundheitliche Risiken im Mobilfunk strebt in den Medien scheinbar ihrem Höhepunkt entgegen. Die Mehrheit der Bevölkerung zeigt sich besorgt und wünscht sich mehr Informationen. Daher war von Interesse festzustellen, ob die EMVU-Risikodebatte in ihrer Gesamtheit eher als notwendig oder als überflüssig wahrgenommen wird und welchen Stellenwert die Bürger ihr allgemein im Umgang mit den Risiken und Chancen neuer Technologien beimessen. Zur allgemeinen Einschätzung der derzeitigen Risikodebatte wurden alle Befragten mit elf Thesen konfrontiert. Dies führte zu folgenden Ergebnissen:

- Vorsorgemaßnahmen für Kinder finden sehr hohe Zustimmung. Haushalte mit Kindern sind jedoch kostenbewusster und zeigen daher eine geringe Zahlungsbereitschaft für die Minderung potenzieller Risiken.

- Die Mehrheit geht davon aus, dass sich die Anzahl der Handynutzer trotz der EMVU-Debatte nicht verändern wird. Kaum jemand scheint ernsthaft bereit, auf sein Handy verzichten zu wollen.

- Der Wunsch nach mehr Forschung und Information unterstreicht die weit verbreit-

teten Zweifel hinsichtlich des Ausmaßes und der Relevanz des Mobilfunks bezüglich möglicher gesundheitlicher Risiken.

- Die Bereitschaft zum Diskurs über die Abwägung von Chancen und Risiken in der Bevölkerung ist ausgeprägt. Der These: „Wer mobil telefonieren will, muss auch die Antennen akzeptieren“, stimmen über 80 Prozent der Bevölkerung zu.

- Ein großer Teil der Bevölkerung ist bereit, Kosten für Vorsorgemaßnahmen in Kauf zu nehmen. Die hohe Zahlungsbereitschaft signalisiert, dass Vorsorgemaßnahmen für die Bevölkerung einen hohen Wert darstellen.

- Die These, dass der Mobilfunk Risiken mit sich bringt, wird von zwei Dritteln der Befragten für zutreffend erachtet: Analog zum Autoverkehr erwartet man auch im Mobilfunk Risiken, über die mit ähnlicher Intensität debattiert werden wird wie bei einschneidenden Verkehrsprojekten.

- Die Verunsicherung in der Bevölkerung ist insgesamt groß. Daher halten die wenigsten die Diskussion über die möglichen Risiken des Mobilfunks für überflüssig. Die Akteure – vor allem die Mobilfunkunternehmen und die Behörden – müssen sich auf einen intensiven Diskurs vorbereiten und ihn als normalen und notwendigen Vorgang der gesellschaftlichen Auseinandersetzung über Einbettungs- und Nutzungsweisen moderner Technologien begreifen.

- Online-Immissionsdatenbanken, die Transparenz über die tatsächliche Höhe der EMF-Belastung schaffen, gelten als sinnvoll, um eine indirekte Kontrolle über die Einhaltung der Grenzwerte auszuüben. Der Zugriff durch jeden Interessierten und nicht nur die Kommunen ist für manche Befragte dafür eine wichtige Voraussetzung.

- Eine Absenkung der Grenzwerte wird von vielen als Eingeständnis gewertet, dass tatsächlich Risiken vorhanden sind. Daher werden auch Vorsorgemaßnahmen für „sensible Zonen“ weitgehend abgelehnt. Eine „Entweder-Oder“-Haltung überwiegt: Entweder Vorsorge für alle, weil tatsäch-

lich Risiken nachweisbar sind, oder keine weitere Vorsorge, wenn dies nicht notwendig ist.

- Selbstregulierungsmaßnahmen der Anbieter finden in den Meinungsäußerungen positiven Widerhall. Sie werden als zuverlässig und stabil beurteilt, da aus Wettbewerbsgründen jedes Unternehmen gezwungen wird, sich an die Vereinbarungen zu halten.

- Die Bedeutung von SAR-Werten (Spezifische Absorptionsrate) ist kaum bekannt. Sollte die Spezifische Absorptionsrate als Kenngröße für ein Gütesiegel verwendet werden, ist weitere Aufklärungsarbeit durch die Betreiber und Hersteller notwendig.

- Insgesamt ist das Informationsbedürfnis der Handynutzer zu EMVU sehr hoch, und die Anforderungen an Neutralität und Objektivität der Informationen sind hoch. Generell gilt, dass die Laien von öffentlichen Institutionen in diesem Zusammenhang ein hohes Engagement erwarten, da sie ihnen das größte Vertrauen entgegenbringen. Die Behörden sind hier besonders gefordert.

- Mobilfunkunternehmen sind zwar aus Sicht der Befragten interessengeleitet, besitzen aber eine hohe technische Kompetenz und sind darüber hinaus diejenigen, die über bestehende und geplante Netze Bescheid wissen. Daher wird vor allem von den Betreibern eine intensivere Informationspolitik gefordert.

- Umweltverbände und Bürgerinitiativen werden als diejenigen wahrgenommen, die bei Standort-Konflikten die Anwohner zuerst informieren und für ihre Interessen eintreten. Obwohl dieses Engagement positiv aufgenommen wird, sehen es die Befragten eher als Aufgabe der Kommunen an, diesen Informationspflichten nachzukommen.

- Informationen zum Thema „Elektromog“ werden zum Teil als widersprüchlich wahrgenommen. Informationskampagnen erscheinen dann erfolgversprechend, wenn sie darauf fokussieren, Unsicherheiten und Intransparenzen zu beseitigen.

- Über die Zuständigkeiten einzelner Organe der öffentlichen Hand sind die Bürger in der Regel nicht informiert. Daher erscheint es sinnvoll, Informationen einheitlich unter einem gemeinsamen Dach aufzubereiten, um die Konsistenz und Glaubwürdigkeit zu erhöhen. Sowohl vom Bundeswirtschaftsministerium als auch vom Bundesumweltministerium und vom Bundesgesundheitsministerium wird ein hohes Engagement in der EMVU-Debatte erwartet.

#### 4. Ergebnisse der Ländervergleichsstudien

Die Diskussion über mögliche gesundheitliche Risiken elektromagnetischer Felder wird in den europäischen Ländern mit unterschiedlichen Schwerpunkten geführt. Als generelle Richtlinie gelten fast überall die vom Europäischen Rat empfohlenen ICNIRP-Grenzwerte (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), die aber nur in seltenen Fällen auf nationaler Ebene gesetzlich festgeschrieben wurden wie z.B. in Deutschland. Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Länder zeigen im Vergleich der geltenden Grenzwerte und der sonstigen rechtlichen Rahmenbedingungen wesentliche Unterschiede. Insbesondere aber verlaufen die jeweiligen Debatten sehr unterschiedlich.

Als „positives“ Beispiel für einen „rationalen“ Dialog über die EMF-Restrisiken kann Großbritannien gelten. Dort ist es den Netzbetreibern und Behörden gelungen, durch eine frühzeitige und vorausschauende Informationspolitik den Ausbau der Netze weitgehend ungestört vorantreiben zu können. Die Standortplanungen für die Basisstationen wurden veröffentlicht und die Kommunen bei der Auswahl weitgehend mit einbezogen. In Regionen mit Protestpotenzial wurden Mediatoren eingesetzt und Clearingstellen eingerichtet. Zudem wurden vor Jahren bereits Projekte zur wissenschaftlichen Untersuchung potenzieller Risiken aufgelegt. Nicht zuletzt der Stewart-Report, zu dem viele unterschiedliche Akteure beigetragen ha-

ben, hat zu einer hohen Reputation der britischen Grenzwerte-Politik beigetragen. Zahlreiche Empfehlungen des Berichtes sind mittlerweile umgesetzt worden. Hierzu gehören insbesondere die Intensivierung von Messaktionen nach dem deutschen Standortverfahren sowie die Ausweitung der Informationspolitik der Netzbetreiber.

Als eher „negative“ Beispiele für den Verlauf der nationalen EMVU-Debatten müssen die Schweiz, Österreich und insbesondere Italien gelten. Die politisch-normative Einführung von sog. „Vorsorge-Grenzwerten“, die z.T. weit unterhalb der ICNIRP-Werte liegen, haben insgesamt zu einer Verschärfung der öffentlichen Auseinandersetzung geführt. Die um den Faktor 10 niedrigeren Schweizer Grenzwerte, das „Salzburger Milliwatt“ und die unterschiedlichen regionalen Grenzwertfestlegungen in Italien haben die Bevölkerung weiter verunsichert und das Protestpotenzial anwachsen lassen. Immer neue Forderungen nach weiteren Grenzwertsenkungen gehören zum Forderungskatalog der meisten Bürgerinitiativen und sind inzwischen in eine „Grenzwertspirale“ gemündet, deren Ende nicht absehbar ist. „Vorsorge-Grenzwerte“, die nicht auf wissenschaftlich plausibel begründeten Zusammenhängen beruhen, werden richtigerweise als Ergebnis politischer Aushandlungsprozesse angesehen und unterliegen dementsprechend kontinuierlichen Forderungen nach weiterer Absenkung.

Ein wesentliches Ergebnis der vergleichenden Untersuchung besteht darin, dass sich viele Maßnahmen und Forderungen zunehmend angleichen, um die öffentliche Debatte zu versachlichen und das Vertrauen in öffentliche Institutionen, Forschungseinrichtungen und Netzbetreiber wiederherzustellen: Informationskampagnen, Dialogprozesse zwischen den gesellschaftlichen Gruppen, die Veröffentlichung der Standorte, Kontrollmessungen, Intensivierung der Forschung gehören inzwischen zum Set der von Behörden und Netzbetreibern verfolgten Maßnahmen. Die frühzeitige Informa-

tion der Bevölkerung über Ausbaupläne sowie die Einbeziehung der Kommunen bei der Standortwahl sind weitere wichtige Schritte, die zur Wiederherstellung des Vertrauens beitragen. Die in Deutschland unternommenen Schritte werden im Ausland aufmerksam beobachtet.

#### 5. Ausblick auf den weiteren Verlauf der EMVU-Debatte

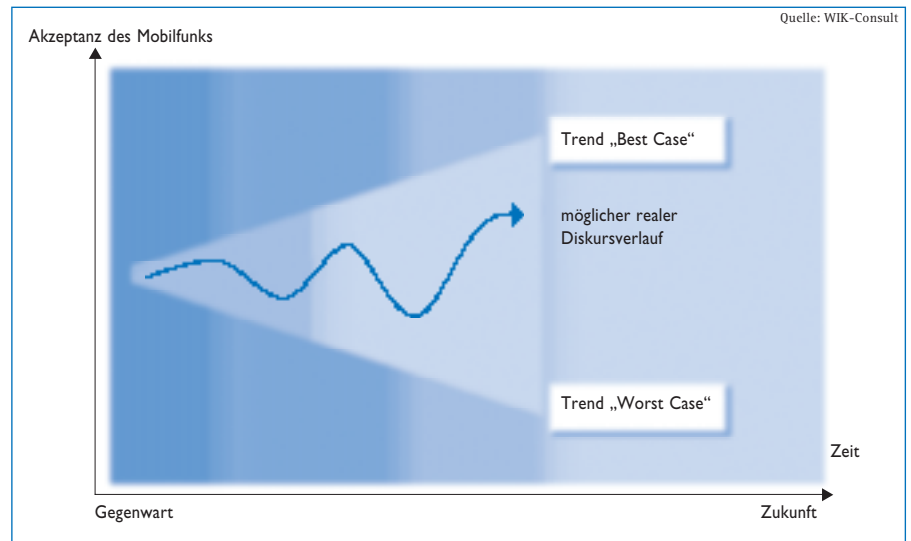
Die EMVU-Debatte befindet sich in Deutschland unzweifelhaft in einem entscheidenden Stadium. Dies ist auch allen involvierten Akteuren bewußt. Vor dem Hintergrund des zunehmenden Protestpotenzials wurden von Verbänden, Kommunen und Netzbetreibern Mitte 2001 wichtige Maßnahmen ergriffen, deren Wirkung im Hinblick auf die Versachlichung der EMVU-Debatte, ihre Einwirkungstiefe und ihre Nachhaltigkeit zum heutigen Zeitpunkt noch offen sind. Zu den wesentlichsten Eckpfeilern gehört der von der Bundesregierung verabschiedete Katalog von Vorsorgemaßnahmen, die Intensivierung der Forschungsförderung, die von den Netzbetreibern eingegangene Selbstverpflichtung sowie die Vereinbarung zwischen Netzbetreibern und Kommunen, künftig bei der Wahl der Standorte enger zusammenzuarbeiten.

Mittels der Beschreibung zweier Szenarien wurden angesichts dieser Maßnahmen in der Studie die Spielräume für eine Kompromissbereitschaft der Bevölkerung, der Fachwelt, der Netzbetreiber sowie der Politik ausgelotet. Auf dieser Basis wurden in Interviews mit Experten sowie mit Vertretern unterschiedlicher Behörden, Unternehmen und Verbände Ansätze diskutiert und Maßnahmen erörtert, die zu einem sachlicheren Verlauf der Debatte beitragen können. Zum einen wurde eine mögliche negative Entwicklung als „Worst Case“-Szenario („Latenter Konflikt“) skizziert, in dessen Verlauf es zu einer intensiveren Konfrontation und Verschärfung der Auseinandersetzung kommt und zahlreiche Kommunen, Städte und Gemeinden

unter dem Druck ihrer Bürger Einfluss auf den Ausbau der Netze nehmen. Zum anderen wurde ein „Best Case“-Szenario („Diskurs und Kompromiss“) konzipiert, in dessen Verlauf es auf Grund zahlreicher informationeller und diskursiver Maßnahmen von Seiten der öffentlichen Institutionen und der Netzbetreiber zu einer Rückgewinnung des Vertrauens und wachsender Akzeptanz gegenüber der Netzinfrastruktur kommt.

Ob die weitere Entwicklung in Richtung „Diskurs und Kompromiss“ verläuft oder ein Szenario „Latenter Konflikt“ wahrscheinlicher ist, hängt ganz wesentlich von dem Erfolg der oben beschriebenen Maßnahmen ab. Dabei sind Kontinuität, Offenheit und Aufmerksamkeit im Dialog mit der Öffentlichkeit besonders wichtig, soll das bisher verloren gegangene Vertrauen zurückgewonnen werden. Vordringlich sollte der Anforderung der Bürger entsprochen werden, adressatenspezifischeres Wissen zur Verfügung zu stellen. Inzwischen besteht im Bereich EMVU eine regelrechte Informationsflut und es ist für Laien immer schwieriger, an das für ihr Entscheidungsverhalten relevante Wissen zu gelangen. Der Aufbau des vom BMWA geförderten Informationsportals zu EMVU kann daher einen wichtigen Beitrag leisten, Informationen zu strukturieren und für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen verständlich aufzubereiten. Genauso wichtig ist es aber, dass vor allem die Netzbetreiber proaktiv das Gespräch vor Ort suchen.

Für die Entwicklung des EMVU-Diskurses in Richtung des „Best Case“-Szenarios ist es von ganz entscheidender Bedeutung, die Einheitlichkeit der Grenzwerte aufrechtzuerhalten. Daher sollte das Gespräch mit den Städten und Kommunen gesucht werden, um der nun auch in Deutschland drohenden Situation von „Insellösungen“ mit unterschiedlichen Grenzwerten entgegenzuwirken. Wichtig ist ferner eine Einheitlichkeit der Argumentation der kommunizierenden Akteure. Der Ländervergleich legt eindringlich nahe, dass unein-



Szenario: Entwicklung der EMVU-Debatte

heitliche oder widersprüchliche Aussagen gegenüber der Öffentlichkeit in erheblicher Weise zur Verunsicherung beitragen können.

Schließlich spielen die Ergebnisse der aufgelegten Forschungsprogramme eine wesentliche Rolle für den weiteren Verlauf der Debatte. Zwar darf nicht darauf vertraut werden, dass deren Ergebnisse automatisch zu einer Versachlichung der Auseinandersetzung führen, wie dies z.T. von politischer Seite erhofft wird. Dazu gibt es aus wissenschaftstheoretischer und methodologischer Sicht zu viele grundlegende Einwände. Sie werden aber dann eine positive Wirkung entfalten können, wenn sie gegenüber einer breiteren Öffentlichkeit kommuniziert und „laiengerecht“ vermittelt werden.

*Dr. Franz Büllingen, Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste, Bad Honnef*

## Fußnoten

1 Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Martin Wörter: Elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) in der öffentlichen Diskussion – Situationsanalyse, Erarbeitung und Bewertung von Strategien unter Berücksichtigung der UMTS-Technologien im Dialog mit dem Bürger, Bad Honnef 2002. Die Studie ist gegen einen Kostendeckungsbeitrag von 50 Euro beim WIK erhältlich.

2 Die Unterschiedlichkeit der Nennungen ergibt sich daraus, dass Auswirkungen etwa auf den Schlaf, das Immunsystem oder Herzschrittmacher nicht über alle Jahre gleichmäßig berücksichtigt wurden. ■

# Blut-Hirn-Schranke und Mobilfunk



In den letzten Jahren richtete sich das Interesse der Forscher und auch der Öffentlichkeit zuerst vereinzelt, dann verstärkt auf die Möglichkeit, dass Mobilfunk unter Umständen Einfluss nehmen könnte auf die Funktion der Blut-Hirn-Schranke. Die Forschungsgemeinschaft Funk e.V. ließ hierzu als erste Maßnahme im Jahr 2000 von der Universitätsklinik Münster eine Literaturstudie zu diesem Thema anfertigen, deren Ergebnisse im „Newsletter“ Ausgabe 1/02 und in der Ausgabe Nr. 15 der „Edition Wissenschaft“ veröffentlicht wurden. Weitere Beiträge zu diesem Thema finden sich im Bericht zur BEMS-Jahrestagung von Dr. Helmut Franke im „Newsletter“ Ausgabe 2-3/02.

Die Forschungsgemeinschaft Funk e.V. hat inzwischen eine Studie zur Untersuchung der Auswirkungen von hochfrequenten Feldern auf die Funktion der Blut-Hirn-Schranke in vitro in Auftrag gegeben, welche voraussichtlich Ende 2003 beendet sein wird.

Im Januar 2003 hat die Veröffentlichung einer Studie von Leif Salford für weltweites Aufsehen gesorgt. Deshalb wurde dieses Thema erneut aufgegriffen. Im Nachfolgenden finden Sie Grundsätzliches zur Blut-Hirn-Schranke, einen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung sowie eine Stellungnahme zu der Studie von Salford.

# Aufbau und Funktion der Blut-Hirn-Schranke

Ingeburg Ruppe

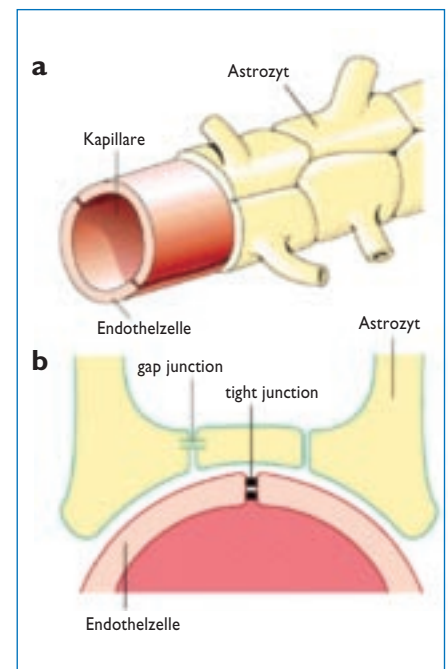
## Einleitung

Jedes Lebewesen auf der Erde ist von natürlichen und auch von künstlich erzeugten elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern unterschiedlicher Frequenzbereiche und Intensitäten umgeben. Der ständig wachsende Einsatz moderner Techniken und die Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien bewirken eine Zunahme dieser Felder in unserer täglichen Umgebung. In der Öffentlichkeit werden deshalb sehr lebhaft die möglichen Auswirkungen der Felder auf das menschliche, tierische und pflanzliche Leben diskutiert und in vielen allgemein zugänglichen Publikationen sehr oberflächlich und medienwirksam über Wirkungen der Felder auf den Menschen berichtet. Durch Mitteilungen in Zeitschriften, deren Inhalt nicht immer wissenschaftlich überprüft ist, wird bei den Lesern die Angst erzeugt, dass durch das Telefonieren mit einem Mobiltelefon das Gehirn Schaden nimmt, indem die Blut-Hirn-Schranke durchlässig gemacht wird. In Gesprächen mit den gängigsten Personen stellt man fest, dass über diese Blut-Hirn-Schranke ganz abenteuerliche Vorstellungen existieren. Häufig bekommt man erklärt, dass sich da ein Organ öffnet, ähnlich einer Bahnschranke und dann strömen schädliche Stoffe in das Gehirn ein und vergiften es.

## Schranken zwischen dem Blut und den Organen

So einfach ist die Situation natürlich nicht, deshalb wird versucht, die anatomische Situation zu erklären. Unser Körper besteht aus einzelnen Organsystemen und Organen, die für ihre Funktion unterschiedliche aber konstante Bedingungen z.B. an Nährstoffen, Hormonen oder Elektrolyten benötigen. Alle Organe sind durch den Blutkreislauf miteinander verbunden. Da im Blut alle Bestandteile für die Versorgung aber auch die Entschlackung des Körpers enthalten sind, müssen Filtersysteme dafür sorgen, dass für die einzelnen Organsysteme nur die benötigten Stoffe durchgelassen bzw. teilweise zurückgehalten werden. Man kennt unter anderem die Blut-Gewebe-Schranke, auch als Blut-Paranchym-Schranke bezeichnet, die Blut-Leber-Schranke, die Blut-Liquor-Schranke, die Blut-Hirn-Schranke, die Liquor-Hirn-Schranke, die Blut-Nerven-Schranke, die Blut-Retina-Schranke und die Plazentaschranke. Bei diesen Filtermechanismen wird durch einen sogenannten Schranken-effekt der Übertritt bestimmter Stoffe aus der Blutbahn in das jeweilige Organsystem verhindert oder eingeschränkt, wenn die Organsysteme die Bestandteile nicht oder nur in geringerer Konzentration benötigen.

Diese „Schranken“ sind keine selbständigen Organe, sondern sie werden aus einer Vielzahl von Zellen und Zellzwischenräumen gebildet, die die Blutgase, die Nähr-



Aufbau der Blut-Hirn-Schranke

Schematische Darstellung

a) räumliche Anordnung, b) Querschnitt

Quelle: Deetjen/Speckmann, Physiologie, 2. Auflage, Urban & Schwarzenberg, 1994

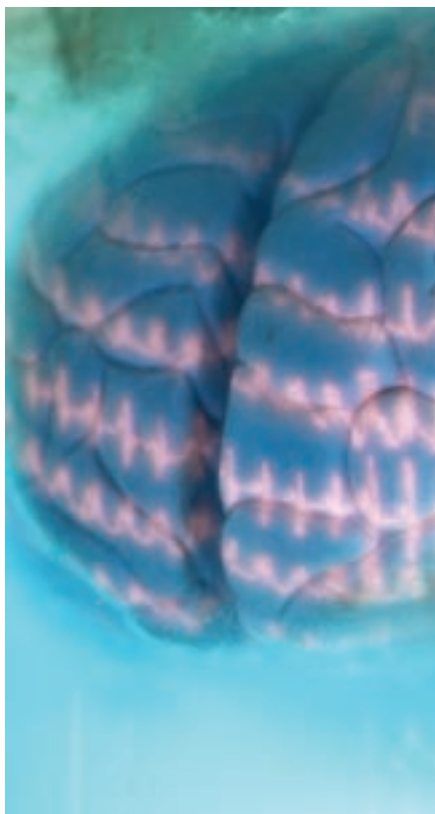
stoffe und bestimmte Chemikalien durchlassen oder als Endothelporen Makromoleküle zurückhalten oder als Lipidmembranen in der Gefäßwand hemmend auf den Durchtritt nicht lipidlöslicher Stoffe wirken oder eine selektive Wirkung aktiver Transportprozesse in den Kapillaren bewirken. Das Gehirn und das Nervengewebe werden durch zwei Filtersysteme geschützt, die Blut-Liquor-Schranke und die Blut-Hirn-Schranke.

## Blut-Liquor-Schranke

Der Liquor ist eine Hirn-Rückenmark-flüssigkeit, die die inneren und äußeren Liquorräume im Schädel und im Wirbelkanal ausfüllt. Bei der Liquorproduktion sowie beim Übertritt von Substanzen aus dem Blut in den Liquor finden Filtration, Diffusion und aktive Transportprozesse von beispielsweise Kohlendioxid, Glukose und Aminosäuren statt. Dieser Stoffaustausch wird geregelt durch die Blut-Liquor-Schranke, die durch Endothelzellen in den Kapillarbereichen und der Hirnhaut gebildet wird und zwischen den Blutgefäßen und dem Liquorraum angeordnet ist. Die unterschiedliche Konzentration des Blutes und des Liquors an Glukose, Proteinen, Kolloiden und Elektrolyten wird durch diese Filterfunktion so geregelt, dass sich die optimale Konzentration für das Gehirn einstellt.

## Blut-Hirn-Schranke

Das Vorhandensein und die Funktion der sogenannten Blut-Hirn-Schranke ist schon seit über 100 Jahren bekannt und



von Paul Ehrlich bereits 1885 im Experiment nachgewiesen worden.

Innerhalb des Zentralnervensystems sind die Räume zwischen den Neuronen fast völlig durch Gliazellen und ihre Ausläufer ausgefüllt. Der gesamte Stoffwechsel der Nervenzellen geht über diese Glia- oder Endothelzellen. Sie dienen zum Einbau der Nervenzellen und -fasern und zu ihrer Ernährung und Isolation. Eine Form der Gliazellen sind die Astrocyten. Sie besitzen zahlreiche Fortsätze, mit denen sie sich an der Wand der Kapillaren befestigen und eine die Kapillaren allseitig umgebende nahezu spaltenlose Endothelauskleidung bilden. Diese Endothelzellen sind durch Verbindungselemente, die „tight junctions“ (siehe Bild), verknüpft und mit einer selektiven Stoffdurchlässigkeit ausgestattet, die nur Partikel mit einem Durchmesser kleiner 20 nm passieren lassen. Auf diese Weise geht der gesamte Stoffwechsel der Nervenzellen über dieses endotheliale Geflecht, das die im Blut vorhandenen Substanzen gleich einem biologischen Filter bei Bedarf durchlässt, aber für die Gehirnfunktion schädliche Substanzen vom Nervensystem fernhält.

## Funktion der Blut-Hirn-Schranke

Dieses Endothelgeflecht und die Endothelzellen, die die Kapillaren als eine Basalmembran auskleiden, werden als Blut-Hirn-Schranke bezeichnet. Ungehindert durchgelassen werden Sauerstoff, Kohlendioxid, D-Glukose, D-Hexose, einige L-Aminosäuren und lipidlösliche Stoffe, die für die Versorgung des Gehirns notwendig sind. Ebenso werden Abbauprodukte ins Blut abgegeben.

Eine gewisse Barriere stellen die Endfortsätze der Astrozyten für zahlreiche Stoffe wie bestimmte Hormone, nicht lipidlösliche, wasserlösliche und chemische Substanzen sowie Proteine dar und sichern dadurch die Aufrechterhaltung eines konstanten Milieus für die Neuronen des Nervensystems.

## Störung der Blut-Hirn-Schranke

Das Zellgefüge der Astrozyten ist so angeordnet, dass es eine effektive Abschottung gegen höhermolekulare Substanzen und Organismen bildet. Es ist aber auch unter Normalbedingungen nicht völlig dicht, sodass einige Partikel immer diese Schranke durchdringen können. Bei Infektionen, Traumen, Entzündungen, Vergiftungen, Hypoxidosen, Fieber und im Bereich von Tumoren werden die engen Verbindungen, die tight junctions, zwischen den Endothelzellen durch die Schwellung der Astrozyten aufgedehnt und deutlich durchlässiger für andere Stoffe. Die Änderung der Lichtungsweite erfolgt durch Quellung und Entquellung der Endothelzellen. Auch die Basalmembran der Kapillaren ist keine geschlossene Schicht. Je nach der Dichte des Fasernetzes entstehen Poren in der Membran, die aktiv am Stoffaustausch beteiligt sind. Pathologische Tumorgefäße bilden keine Blut-Hirn-Schranke aus. Dieses Wissen nutzt man für diagnostische Verfahren aus, indem man Kontrastmittel in die Gefäße gibt und prüft, ob das Kontrastmittel in den Gefäßen bleibt oder in das Tumorgewebe austritt.

Schon lange vor der Möglichkeit einer Antibiotikabehandlung hat man die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke durch künstliche Fiebererzeugung ähnlich dem Vorgang bei Infektionen gesteigert und zur Therapie der Syphilis des Zentralnervensystems und zur Schockbehandlung in der Psychiatrie ausgenutzt, indem man Medikamente damit direkt an das Gehirn herangeführt hat.

Nach dem Ende der Einwirkung der die Blut-Hirn-Schranke beeinflussenden Bedingungen bildet sich die zeitweise Durchlässigkeit wieder zurück.

## Schlussfolgerungen

Wenn man die Ausführungen zusammenfassend betrachtet, sollte man die Blut-Hirn-Schranke eher als ein selektives Filter und nicht als Schranke bezeichnen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Durchlässigkeit besonders bei Erwärmungen und Funktionssteigerungen erhöht. Eine Erwärmung des Gehirns erfolgt aber beim Telefonieren mit dem Mobiltelefon so gut wie nicht. Gemessen wurden nach Nutzung des Telefons mit maximaler Leistung nach einer Viertelstunde unter der Schädelkalotte 0,1°K. Während eines warmen Bades, anstrengender körperlicher Tätigkeit oder eines längeren Aufenthaltes in der Sonne kommt es zu einer größeren Erwärmung. Inwieweit die Blut-Hirn-Schranke in diesen Situationen reagiert oder der Körper solche Änderungen toleriert, ist nicht untersucht.

Da sich die Durchlässigkeit nach dem Ende z.B. der Erwärmung wieder zurückbildet, sollte eine Wirkung im Experiment kurz nach dem Einwirken eines Faktors untersucht werden. Wenn Wochen nach der Exposition Veränderungen gefunden werden, wie in der Untersuchung von Salford (5) beschrieben, kann nicht ausgeschlossen werden, dass zwischenzeitlich andere Einflüsse auf die Versuchstiere eingewirkt und zu einer Änderung der Filterwirkung der Blut-Hirn-Schranke geführt haben.

*Dr. med. Ingeburg Ruppe  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und  
Arbeitsmedizin, Sitz Berlin*

## Literatur

1. Berne, Robert M. u. Levy Matthew N.: Physiologie, 3. Edition, Mosby year Book, St. Louis, Baltimore, Boston, 1993
2. Betz, Eberhard; Reutter, Klaus; Mecke, Dieter u. Ritter, Horst: Biologie des Menschen, 15. Auflage Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim, 2001
3. Martini, Frederic u.a.: Fundamentals of Anatomy and Physiology 2. Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992
4. Roche-Lexikon Medizin“, Verlag Urban & Fischer, 4. Aufl., 1998
5. Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt J.L., Malmgren, L. and Persson, B.: Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environmental Health Perspectives, Journal of the National Institute of Environm. Health Sciences 2003; 1-17.
6. Schmidt, Robert F. u. Thews, Gerhard: Physiologie des Menschen, 24. Edition, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1990

## Zum Stand der Forschung auf diesem Gebiet

# Beeinflussen Felder des Mobilfunks die Blut-Hirn-Schranke?

**Roland Glaser**

**Immer wieder wird die Öffentlichkeit durch Berichte verunsichert, wonach beim Telefonieren mit einem Handy eine Öffnung der Blut-Hirn-Schranke (BHS) erfolgen könnte, und Nervenschäden oder gar Hirntumoren die Folge wären. Wie ernst sind solche Warnungen zu nehmen und wie sicher schützen uns die geltenden Grenzwerte vor dieser Gefahr?**

Zunächst ist festzustellen, dass die BHS kein zusammenhängendes und anatomisch lokalisierbares Organ ist, sondern eine Besonderheit der Blutkapillaren in den meisten Hirnbezirken. Um das Gehirn, als empfindlichstes Organ im menschlichen Körper, vor toxischen Stoffen zu schützen, ist das Kapillarendothel an diesen Stellen durch spezielle Abdichtungsmechanismen für bestimmte Stoffe schwer oder gar nicht durchlässig. Lediglich die für die Zellatmung erforderlichen gelösten Gase: Sauerstoff und Kohlendioxid, sowie Nährstoffe wie D-Glukose-, D-Hexose und L-Aminosäuren, sowie lipidlösliche Moleküle (u.a. auch Alkohol!), können diese Barriere durchdringen. Bei Stress-Situationen, Schädeltrauma und verschiedenen Krankheiten kann es zu einer Störung dieser Barriere kommen; Veränderungen, die in

der Regel schnell wieder repariert werden (Blasberg et al. 79).

Man hat schon frühzeitig daran gedacht, dass hochfrequente Felder durch Erwärmung quasi ein künstliches Fieber erzeugen und damit zur Beeinflussung der BHS führen könnten. Dies wäre als unerwünschter Nebeneffekt bei der so genannten Kurzwellen-Therapie zu beachten, könnte andererseits vielleicht aber auch genutzt werden, um Pharmaka in das Gehirn einzuführen (Lin et al. 98). Deshalb wird dieser Effekte schon seit drei Jahrzehnten untersucht.

Erste Tierversuche im Zusammenhang mit möglichen Schäden der BHS durch Funk- und Radar-Felder wurden in den 70-er Jahren von Frey et al. durchgeführt, die zunächst auch daran dachten auf diese Weise Cancerostatica in das Gehirn zu befördern (Frey et al. 75, Frey 79). Sutton und Carroll (79) wiesen darauf hin, dass bei Ratten eine Erwärmung des Gehirns auf 45°C durch ein 2450 MHz-Feld zu einer verstärkten Proteinaufnahme führt.

Oscar und Hawkins (77) untersuchten die Aufnahme <sup>14</sup>C-markierter Zucker unterschiedlichen Molekulargewichts bei Ratten, die mit verschiedenen Leistungsdichten kontinuierlicher und gepulster Felder von 1,3 GHz bestrahlt wurden. Während Dextran mit einem Molekulargewicht (MG) von 60.000-75.000 überhaupt nicht aufgenommen wurde, fanden sie für Mannitol (MG = 182,2) und Inulin (MG = 5.000-5.500) eine Aufnahme-Intensität als Funktion der applizierten Leistungsflussdichte, die ein Maximum bei etwa 10 W/m<sup>2</sup> aufwies. Pulse gleicher mittlerer Leistungs-

flusssdichte, aber unterschiedlicher Länge und Frequenz zeigten unterschiedliche Aufnahme-Intensitäten. Diese Ergebnisse konnten allerdings später nicht bestätigt werden (Merrit et al. 78, Preston et al. 79, Gruenau et al. 82, Ward et al. 82, 85).

Wie ist diese Widersprüchlichkeit der verschiedenen Untersuchungen zu erklären? Offenbar gibt es eine Reihe von methodischen Schwierigkeiten, die leicht zu Fehlinterpretationen führen können (Rapport et al. 79, Williams, Hoss et al. 84, Williams, Plattner et al. 84). So kann z.B. eine Veränderung der Kapillar-Durchblutung den Durchtritt von Substanzen geringfügig erhöhen, ohne dass es dabei zu einer Änderung der normalen Permeabilität käme. Gravierender noch sind Artefakte, die bei der Präparation des Gehirns und seiner histologischen Bearbeitung auftreten können: erfolgt die Fixierung bzw. das Einfrieren des Gewebes nicht sachgemäß, so kann die zu untersuchende Substanz während dieses Prozesses die BHS durchdringen; bei Lagerung des präparierten Gehirns kann es zur Diffusion dieser Substanzen aus Hirnbereichen kommen, die nicht durch eine BHS geschützt sind; es können schließlich Verschmierungen der Indikatormoleküle beim Präparieren und insbesondere bei der Anfertigung histologischer Schnitte auftreten. Da die BHS unzweifelhaft bei deutlicher Erwärmung für große Moleküle durchlässig wird, ist bei den Experimenten ferner eine genaue Dosimetrie erforderlich. Eine Fehleinschätzung des lokalen SAR-Wertes im Gehirn bei der Applikation von HF-Feldern kann leicht zu einem solchen thermisch bedingten Effekt führen.

In verschiedenen Arbeiten zeigten Salford et al. (92, 93, 94), sowie Persson, Salford et al. (92) mit histochemischen Techniken, dass sowohl gepulste, als auch kontinuierliche 915 MHz-Felder in der Lage sind, die BHS vorübergehend für Plasma-Albumin zu öffnen. Leider fehlen in diesen Arbeiten zuverlässige Angaben über Leistungsdichte und SAR-Werte. Trotzdem

wurden diese Ergebnisse viel beachtet und es gab verschiedene Versuche, die Resultate zu verifizieren. Fritze et al. (97) exponierten Ratten im Verlaufe von 4 Stunden mit diesen Frequenzen, wobei verschiedene SAR-Werte von 0,3 bis 7,5 W/kg appliziert wurden. Diese Autoren konnten nur bei der extremen Befeldung mit 7,5 W/kg, die mit Sicherheit zu einer Erwärmung im Gehirn führte, signifikante Albumin-Übertritte in das Gehirn feststellen. Selbst dieser Effekt war jedoch gering im Vergleich zu den Effekten mit Positiv-Kontrollen, bei denen die Tiere einem Kälteschock ausgesetzt wurden. Zum gleichen Thema erschienen kürzlich zwei Publikationen von Finnie et al. (01, 02). In der ersten Publikation berichtet diese australische Arbeitsgruppe über Versuche mit einstündiger Befeldung von Mäusen bei SAR-Werten von 4 W/kg (898,4 MHz, 217 Hz gepulst). Im Gegensatz zu den Positiv-Kontrollen nach Applikation von Clostridium-Toxin, konnte kein Unterschied zwischen exponierten und nicht-exponierten Tieren gefunden werden. In der zweiten Publikation ging man der Frage nach, ob nicht vielleicht eine Langzeitexposition zu einem Durchtritt von

Albumin in das Gehirn führen könnte. Im Verlaufe von 104 Wochen wurden die Mäuse an 5 Tagen pro Woche für je eine Stunde einem 900 MHz-Fernfeld ausgesetzt, wobei SAR-Werte von 0,25 bis 4 W/kg erreicht wurden. Im Extremfall konnte bei diesen Langzeit-Experimenten geringfügige Albumin-Spuren im Gehirn gefunden werden, die jedoch vernachlässigbar waren im Vergleich zu dem Effekten, welche das Toxin erzeugte.

Auch Versuche zum Durchtritt anderer Substanzen durch die BHS unter dem Einfluss von Hochfrequenz-Feldern mit Intensitäten unterhalb der Grenzwerte zeigten keine Resultate (Lange et al. 91, Lin et al. 98, Masuda et al. 01, 02). Erwähnt sei noch eine japanische Arbeit von Tsurita et al. (2000). Hier wurden Ratten mit Feldern des japanischen TDMA-Standards für 2 Stunden pro Tag über 2 bis 4 Wochen bestrahlt (1439 MHz, SAR des Kopfes: 2 W/kg, Ganzkörper SAR 0,25 W/kg). In diesen sehr sorgfältig durchgeführten Versuchen konnten weder die Aufnahme des Vitalfarbstoffes Evans-Blau noch morphologische Änderungen im Cerebellum oder der Purkinje-Zellen nachgewiesen werden.



Auch hier gab es andererseits deutliche Effekte bei den Positiv-Kontrollen, in denen der Kopf kurzzeitig erhitzt bzw. unterkühlt wurde. In Auseinandersetzung mit den Arbeiten der Salford-Gruppe kritisieren Tsurita et al. in dieser Publikation deren mangelhafte Befeldungstechnik und Dosimetrie.

Fast man die bisherigen Befunde zum derzeitigen Stand der Forschung auf diesem Gebiet zusammen, so kommt man zu dem Schluss, dass kein Einfluss schwacher Felder des Mobilfunks auf die BHS verifiziert werden konnte. Nur bei Flussdichten, die zu einer deutlichen Erwärmung des Gehirns führen, wird die BHS vorübergehend für Proteine und andere große Moleküle durchlässig.

Kürzlich tauchte nun nach 10 jähriger Pause ein Bericht der Arbeitsgruppe um Leif G. Salford über neuere Untersuchungen zur Einwirkung von Feldern des Mobilfunks auf das Gehirn von Ratten auf. Im Gegensatz zu den ersten Experimenten, die in einer wissenschaftlichen Zeitschrift mit Referee-System erschienen waren, wurde die vorliegende Arbeit in der Hauszeitschrift des National Institute of Environmental Health Sciences abgedruckt (Salford et al. 2003).

Es geht dabei um ein Experiment mit 32 Ratten beiderlei Geschlechts, eingeteilt in 4 Gruppen zu je 8 Tieren. Die Tiere von drei dieser Gruppen wurden einzeln und einmalig je zwei Stunden in einer TEM-Zelle mit Leistungsflussdichten von 0,24; 2,4 und 24 W/m<sup>2</sup> befeldet. Die Ratten der vierten Gruppe dienten als Kontrolle. Berechnungen ergaben Ganzkörper-SAR-Werte von 2; 20 und 200 mW/kg. Anschließend wurden die Tiere im Verlaufe von 50 Tagen beobachtet, schließlich nach Betäubung getötet und das Gehirn durch Formol-Perfusion fixiert. Histologische Untersuchungen zeigten bei den befeldeten Tieren Albumin-positive Anfärbungen in der Nähe kleiner Blutkapillaren und eine Weiterverbreitung des Albumins zwischen den naheliegenden Zellen und Neuronen.

Außerdem konnten bei den befeldeten Tieren durch Kresyl-Violett-Färbung verstreut dunkle, offenbar geschrumpfte und degenerierte Zellen nachgewiesen werden. Die Auswertung der histologischen Tests erfolgte blind nach einem halb-quantitativen Wertungssystem in drei Stufen: 0= keine oder wenige dunkle Neurone, 1= moderates Auftreten, 2= häufiges Auftreten solcher. Trägt man diese Zahlen gegen die Expositions-Intensität auf, so ist trotz starker Streuung eine Korrelation erkennbar. Die Autoren geben eine Signifikanz des Effektes von  $p < 0,002$  an.

Die Autoren schließen aus diesen Experimenten, dass durch einen nicht-thermischen Effekt (die Versuchsanlage befand sich in einem thermostatierten Raum) infolge der HF-Einstrahlung eine Erhöhung der Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke auftritt. Wie bereits in der früheren Arbeit vermerkt, würde dadurch Albumin aus dem Blut in das Gehirn eindringen und zur Degeneration von Nervenzellen führen.

Da es sich bei den Versuchstieren um junge Ratten im Alter von 12 bis 26 Wochen handelte, halten die Autoren diese Resultate für besonders relevant für die Frage, ob Teenager durch den Gebrauch von Handys besonders gefährdet sind. Es wird zwar eingeräumt, dass die hier beobachteten Effekte prinzipiell reparabel und daher nicht unmittelbar gesundheitsschädlich seien, sich jedoch auf Dauer akkumulieren bzw. Schäden in Zusammenhang mit anderen Negativ-Einflüssen erzeugen könnten. Dass bei der geringen Eindringtiefe dieser Felder zwar das gesamte Gehirn der Ratte, beim Menschen jedoch nur eine Oberflächenschicht davon beeinflusst wird, erwähnen die Autoren nicht.

Solche Befunde sind natürlich geeignet, Beunruhigung auszulösen; ein Grund vielleicht für die Autoren, diese Resultate sofort der Öffentlichkeit vorzulegen, anstatt sie einer internationalen Zeitschrift mit Referee-System, etwa der „Bioelectromagnetics“ zur Publikation einzureichen. Andererseits ist diese Vorgehensweise zu



bedauern, denn die Arbeit enthält eine ganze Reihe von Unkorrektheiten und Verstößen gegen die Regeln, auf die sich die internationale Gemeinschaft der Wissenschaftler zur Qualitäts-Sicherung solcher Versuche inzwischen geeinigt hat, und die auch von der WHO empfohlen werden. Dies würde den Autoren mit Sicherheit von den Rezensenten einer wissenschaftlichen Zeitschrift vorgehalten werden. Worum handelt es sich dabei im Einzelnen?

Die Autoren räumen selbst ein, dass die Anzahl der Versuchstiere eigentlich zu gering sei, um gesicherte Schlussfolgerungen zu ziehen. Dies trifft natürlich um so mehr zu, als es sich um eine halb-quantitative Bewertung der Effekte handelt, die nur durch eine absolut sichere Doppel-Blind-Auswertung unter Einsatz mehrerer unabhängiger Beobachter und einer hohen Anzahl von Präparaten zu sicheren Aussagen führen könnte. Das Auftreten degenerierter Nervenzellen, nachweisbar durch eine Kresyl-Violett-Färbung, ist in verschiedenen neurophysiologischen Arbeiten ohne Bezug auf die Problematik der Feldeinwirkung beschrieben. Mechanismus und Ursache dieser Zell-Degeneration sind bisher nicht genau bekannt. Zumeist handelt es sich um Phänomene der Differenzierung, des Alterns oder auch Folgen verschiedener Erkrankungen und Stress-Faktoren. Sie treten in verschiedenen Hirnbe-

zirken mit verschiedener Intensität auf. Auf diese neurobiologischen Aspekte gehen Salford et al. nicht näher ein.

Die vorher erwähnten Regeln empfehlen für Untersuchungen zur Wirkung von elektromagnetischen Feldern die Einbeziehung so genannter „Positiv-Kontrollen“. Wie bereits vermerkt, wurde dies von anderen Arbeitsgruppen auch beachtet. Man nutzte beispielsweise die Störung der BHS durch Temperaturschock-Behandlung (Fritze et al. 97, Tsurita et al. 00) oder durch bestimmte Toxine (Finnie et al. 01, 02). Erst durch den Einsatz solcher Positiv-Kontrollen ist es möglich, die Empfindlichkeit des eingesetzten Tests und die Aussagekraft des gefundenen Effekts zu bewerten. Nur durch einen solchen Vergleich lässt sich entscheiden, ob die beobachteten Veränderungen tatsächlich relevant sind, oder ob es sich lediglich um eine zufällige Streuung handelt. In keiner der Arbeiten von Salford et al., auch nicht in der letzten Studie, wurden solche Positiv-Kontrollen durchgeführt.

Man fragt sich auch, warum die Tiere erst 50 Tage nach der Exposition untersucht wurden. Wollte man Spätschäden ermitteln? Es ist aber bekannt, dass geringe Veränderungen der Permeabilität der BHS, wie sie beispielsweise bei einer fiebrigen Grippe auftreten, reversibel sind und die Folgen schnell repariert werden. Verschiedene Autoren haben nachgewiesen, dass Effekte, ausgelöst durch HF-Felder sehr hoher Intensität, die zu einer deutlichen Erhöhung der Temperatur im Gehirn führen, bereits nach Stunden nicht mehr nachweisbar sind. Sollte das Serum-Albumin selbst 50 Tage nach der Exposition noch nicht resorbiert worden sein? Andererseits sind die Tiere in den 50 Tagen nach der Exposition vielen anderen Einflüssen unterworfen, die sich auch durch eine tägliche Kontrolle nicht ausschließen lassen.

Trotz vieler Kritik der vorausgegangenen Experimente, sind auch in diesem Bericht die Expositionsbedingungen der Tiere

nur sehr unzureichend kontrolliert. Die Regel schreibt eine Messung der tatsächlichen Energie-Absorption in den befehlenden Objekten oder in geeigneten Modellobjekten vor. Hier wurde der SAR-Wert jedoch theoretisch ermittelt ohne experimentelle Kontrolle. Dies kann zu groben Fehleinschätzungen führen, wird doch das Feld in dem engen Raum durch den Körper des Tieres erheblich gestört. Auch ist die während der Exposition möglicherweise erfolgte Erwärmung der Tiere in dem engen, zwar mit Lüftungslöchern versehenen Käfig nicht gemessen worden. Es ist nicht auszuschließen, dass die Tiere durch die Befeldung „in's Schwitzen“ gekommen sind. Dies würde bereits die Auslösung des gemessenen geringen Effektes erklären.

Es ist kaum vorstellbar, dass die oben genannten Empfehlungen und Kriterien der Bioelectromagnetic Society (BEMS) und der WHO zur Durchführung zuverlässiger Experimente den Experimentatoren nicht bekannt waren.

Es gibt aber noch einen allgemeineren Codex wissenschaftlicher Arbeit, der hier unbeachtet blieb: Dieser schreibt vor, die eigenen Resultate im Lichte des aktuellen Forschungsstandes zu diskutieren. Dies wäre in diesem Falle von besonderer Bedeutung. Wir haben oben gesehen, dass nicht nur vor den ersten Experimenten der Salford-Gruppe Negativ-Befunde vorlagen, dass es vielmehr, angeregt durch die ersten Salford-Arbeiten, eine Reihe missglückter Versuche gab, diese Ergebnisse zu verifizieren. Auch wurden in diesen Publikationen die Schwachstellen der früheren Salford-Publikationen aufgedeckt und diskutiert. Es würde einer wissenschaftlichen Ehrlichkeit entsprechen, diese Arbeiten zu zitieren und wenigstens zu erklären, warum nur in Lund und nicht anderswo Einflüsse schwacher Felder auf die Blut-Hirnschranke messbar sind. Tatsächlich werden in diesem Bericht aber nur Publikationen zitiert, die den Autoren genehm sind, auch wenn sie zum Teil mit der eigentli-

chen Sache gar nichts zu tun haben. So wird dem unbefangenen Leser dieser Publikation der Eindruck suggeriert, die Ergebnisse der Salford-Gruppe befände sich in völliger Übereinstimmung mit der internationalen Forschung.

Wie ernst die Welt die Salford Ergebnisse von 1993 nahm, wurde übrigens auch auf dem internationalen BEMS-Kongress im Jahre 2001 in St. Paul (Minnesota) deutlich. Dort war eine spezielle Sektion dem Problemkreis Blut-Hirn-Schranke gewidmet. J. Merrit, P. Mason, J. Lin, H. Nagawa, H. Masuda zeigten in Vorträgen und Postern, dass es ihnen nicht gelungen sei, die Salford-Ergebnisse zu verifizieren oder andere Effekte zu finden. Man war auf den Vortrag gespannt, den die Gruppe aus Lund angemeldet hatte (B. Persson, A. Brun, L.G. Salford). Leider erwies sich aber, dass keiner der Autoren angereist war. Der Vortrag wurde schließlich von einem unbeteiligten Kollegen verlesen. Er enthielt jedoch nur die aus den vorausgegangenen Publikationen bereits bekannten Ergebnisse. Leider konnte der Referent in der Diskussion keine Frage beantworten, da er, wie er sagte, an den Experimenten nicht beteiligt war. Es wurde vorgeschlagen, die Ergebnisse der schwedischen Gruppe unter Vermeidung der methodischen Fehler in einer umfangreichen Untersuchung unter Einbeziehung der schwedischen Autoren zu wiederholen. Davon wird leider in der vorliegenden Publikation nichts erwähnt.

Es ist bedauerlich, dass immer wieder unter Umgehung der freiwilligen Qualitätskontrolle der Wissenschaft, wie es das Peer-Review-System darstellt, Befunde der Öffentlichkeit übergeben werden, die einer sachlichen Kritik letztlich nicht standhalten. Dies nutzt nicht dem dringend notwendigen Erkenntnisgewinn auf diesem Gebiet, sondern höchstens dem Anheizen von Emotionen.

*Prof. Dr. Roland Glaser war Leiter des Instituts für Biophysik an der Humboldt-Universität Berlin.*

## Literaturnachweis

Blasberg, R. G.: Problems of quantifying effects of microwave irradiation on the blood-brain barrier. *Radio Science* 1979;14:335-344.

Finnie, J. W., Blumbergs, P. C., Manavis, J., Utteridge, T. D., GebSKI, V., Davies, R. A., VernonRoberts, B., and Kuchel, T. R.: Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain. *Pathology* 34(4), 344-347. 2002.

Finnie, J. W., Blumbergs, P. C., Manavis, J., Utteridge, T. D., GebSKI, V., Swift, J. G., VernonRoberts, B., and Kuchel, T. R.: Effect of global system for mobile communication (GSM)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain. *Pathology* 33(3), 338-340. 2001.

Frey, A. H.: Studies of the blood-brain barrier: Preliminary findings and discussion. *Radio Science* 1979;14:349-350.

Frey, A. H., Feld, S. R., Frey, B.: Neural function and behaviour: defining the relationship. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1975;247:433-439.

Fritze, K., Sommer, C., Schmitz, B., Mies, G., Hossmann, K.A., Kiessling, M., Wiessner, C.: Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat. *Acta Neuropathologica* 1997;94:465-470.

Gruenau, S. P., Oscar, K. J., Folker, T., and Rapoport, S. I.: Absence of microwave effects on blood-brain barrier permeability to [<sup>14</sup>C] sucrose in the conscious rat. *Exp. Neurol.* 1982;75:299-307.

Lange, D.G., Sedmak, J.: Japanese encephalitis virus (JEV) potentiation of lethality in mice by microwave radiation. *Bioelectromagnetics* 1991;12:335-348.

Lin, J.C., Yuan, P.M.K., Jung, D. T.: Enhancement of anticancer drug delivery to the brain by microwave induced hyperthermia. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 1998;47:259-264.

Masuda, H., Wake, K., Watanabe, S., Taki, M., and Ohkubo, C.: Acute effects of local exposure to radio-frequency electromagnetic fields on the cerebral microcirculation in rats. *BEMS-Abstract P-51* 2001;139-140.

Masuda, H., Wake, K., Watanabe, S., Taki, M., and Ohkubo, C.: Sub-chronic effects of local exposure to radio-frequency electromagnetic fields on the cerebral microcirculation in rats. *BEMS-Abstracts* 2002;30-31.

Merrit, J.H., Chamness, A.P., Allen, S. J.: Studies on blood-brain barrier permeability after microwave radiation. *Radiat. Environ. Biophys.* 1978;15:367-377.

Oscar, K.J., Hawkins, T.D.: Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats. *Brain Res.* 1977;126:281-293.

Persson, B.R.R., Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt, J.L., and Malmgren, L.: Increased permeability of the blood-brain barrier induced by magnetic and electromagnetic fields. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1992;649:356-358.

Preston, E., Vavasour, E.J., Assenheim, H.M.: Permeability of the blood brain barrier to manitol in the

rat following 2450 MHz microwave irradiation. *Brain Res.* 1979;174:109-117.

Rapoport, S.I., Ohno, K., Fredericks, W. R., and Pettigrew.: A quantitative method for measuring altered cerebrovascular permeability. *Radio Science* 1979;14:345-348.

Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt JL, and Persson, B.: Permeability of the blood-brain barrier induced by various SAR (W/kg) levels of 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. In: *The First World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine, Abstract Book, June 14-19, Lake Buena Vista, Florida* 1992;1-5.

Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt JL, and Persson, B.: Permeability of the Blood-Brain Barrier Induced by 915 MHz Electromagnetic Radiation, Continuous Wave and Modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 1993;30:293-301.

Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt JL, and Persson, B.: Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, and 200 Hz. *Microsc. Res. Technique* 1994;27:535-542.

Salford, L.G., Brun, A., Eberhardt JL, Malmgren, L., and Persson, B.: Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental Health Perspectives, Journal of the National Institute of Environm. Health Sciences* 2003;1-17.

Sutton, C.H., Carroll, F.B.: Effects of microwave induced hyperthermia on the blood-brain barrier of the rat. *Radio Science* 1979;14:329-334.

Tsurita, G., Nagawa, H., Ueno, S., Watanabe, S., and Taki, M.: Biological and morphological effects on the brain after exposure of rats to a 1439 MHz TDMA field. *Bioelectromagnetics* 21(5), 364-371. 2000.

Valberg, P.A.: Designing EMF Experiments - What Is Required to Characterize Exposure. *Bioelectromagnetics* 1995;16:396-401.

Ward, T.R., Ali, J.S.: Blood-brain barrier permeation in the rat during exposure to lower-power 1.7 GHz microwave radiation. *Bioelectromagnetics* 1985;6:131-143.

Ward, T. R., Elder, J.A., Long, M.D., and Svendsgaard, D.: Measurement of blood-brain barrier permeation in rats during exposure to 2450 MHz microwaves. *Bioelectromagnetics* 1982;3:371-383.

Williams, W. M., Hoss, W., Formaniak, M., and Michaelson, S. M.: Effect of 2450 MHz microwave energy on the blood-brain barrier to hydrophilic molecules. A. Effect on permeability to sodium fluorescein. *Brain Res. Rev.* 1984;7:165-170.

Williams, W.M., Plattner, J., Michaelson, S.M.: Effect of 2450 MHz microwave energy on the blood-brain barrier to hydrophilic molecules. B. Effect on the permeability to HRP. *Brain Res. Rev.* 1984;7:171-181.

Williams, W.M., Plattner, J., Michaelson, S.M.: Effect of 2450 MHz microwave energy on the blood-brain barrier to hydrophilic molecules. C. Effect on permeability to [<sup>14</sup>C] sucrose. *Brain Res. Rev.* 1984;7:183-190.

# Verdient Salfords neue Studie die große Bedeutung

**Frank Gollnick,  
Helmut Franke,  
Sheila Johnston**

**In einer vielbeachteten, weil alarmierend erscheinenden neuen Studie von Leif Salford und seiner Arbeitsgruppe aus Lund (Schweden) wird der Einfluss von Mobilfunkstrahlung auf die Ausbildung sogenannter „Dark Neurons“ (DN, „dunkle Nervenzellen“) im Zusammenhang mit dem Auftreten von mikroskopisch kleinen Leckstellen für Eiweiße im Gehirn beschrieben. Zwei renommierte Wissenschaftler haben sich diese zunächst nur online veröffentlichte Publikation genauer angesehen und ihre Stellungnahmen der FGF zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Artikel gibt die Meinungen von Dr. Sheila Johnston (Gutachterin für Neurowissenschaften, London) und Dr. Helmut Franke (Klinik und Poliklinik für Neurologie, Münster) zusammengefasst wieder.**

In der Veröffentlichung „Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones“ („Schädigung von Nervenzellen im Gehirn von Säugetieren nach der Exposition in Mikrowellen aus GSM Mobiltelefonen“, Salford et al., 2003) werden die oben genannten Schäden durch den Einfluss von Mobilfunkfeldern unbekannter Frequenz (genannt wird nur der GSM-Standard) und einer Stärke von 0,24–2,4 W/m<sup>2</sup>, entsprechend 2–200 mW/kg, beschrieben.

Die Publikation basiert auf einem einzigen Experiment, welches weder wiederholt noch reproduziert wurde. Bei einer für solche Untersuchungen sehr geringen Individuenzahl von 32 Ratten (davon je 8 in insgesamt 4 Gruppen) wurden erst 50 Tage nach der Exposition in einem Mobilfunkfeld an Hirnschnitten dieser Ratten im Labor zwei verschiedene Färbungen gemacht. Diese sollen einen Beweis der Gehirnschäden liefern:

- zum einen eine Anfärbung von unerwünscht (also pathologisch) durch die Blut-Hirn-Schranke hindurch gelangtem Eiweiß mit Hilfe von Eiweiß-spezifischen Antikörpern (die Blut-Hirn-Schranke lässt normalerweise, also im gesunden Zustand, schädliche Substanzen und auch Eiweißstoffe nicht aus den Blutgefäßen im Gehirn in das eigentliche Gehirngewebe hinübertreten; siehe auch: Stögbauer, 2002),
- zum anderen wurde mit der zweiten Färbung ein weiterer pathologischer Befund untersucht: die Ausbildung der erwähnten „Dark Neurons“ (DN). Diese werden in der Literatur als Nachweis vielfältiger Verletzungen von Nervenzellen, verursacht durch verschiedene Arten mecha-

# Studie Bewertung in den Medien?

nischer Einwirkung und schädlicher Stoffwechselprozesse, beschrieben (Vohra et al., 2002). Aus dieser Arbeit wörtlich übersetzt, heißt es: „DN [...] werden unter so unterschiedlichen Bedingungen gebildet, dass die Gründe ihrer Entstehung ein Geheimnis bleiben.“

Im allgemeinen werden DN genauer als „argyrophile“ Neuronen beschrieben, wobei der Begriff „Argyrophilie“ in der Medizin lediglich die dunkle „Gewebsanfärbbarkeit durch Silber mittels ammoniakalischer Silbernitrat-Lösung mit nachfolgender Reduktion durch Formol, Tannin etc.“ bezeichnet (Roche Lexikon Medizin, Ver. 3.5). Hierbei färbt der Mediziner üblicherweise für bestimmte Nachweise z.B. spezielle Gewebeteile oder auch spezielle Zellen an. Die von Salford et al. angewandte Färbemethode unterscheidet sich hiervon darin, dass dort einerseits das *Erbmaterial* der Zellen (DNA, RNA) angefärbt wird und andererseits ein anderer Farbstoff (Cresyl Violet) verwendet wird. Dies ist wiederum üblich, um beschädigte Zellen (mit schädlicher, d.h. löcheriger Zellhülle) von unbeschädigten zu unterscheiden. Das Ergebnis wird hier aber ebenfalls „Dark Neurons“ genannt.

Gallyas et al. (1992) beschreiben zahlreiche Ursachen für die Ausbildung von DN. In dieser Publikation ist weiterhin das Erscheinungsbild der DN *unabhängig* von deren Ursache. Selbst nach dem Tod auftretende Erschütterungen des noch nicht präparierten Gehirns können für das Auftreten von DN verantwortlich sein; diese sind aber nicht von solchen DN zu unterscheiden, die bereits im lebenden Tier ausgebildet wurden.

Neben der nicht gänzlich auszuschließenden Entstehung von DN durch die angewendeten Mobilfunkfelder bestehen also grundsätzlich mehrere andere Möglichkeiten, die als Ursache für die Ausbildung der DN in Frage kommen. Abgesehen von nach dem Tod auftretenden Erschütterungen werden andere Ursachen von Salford und Kollegen aber weder in Betracht gezogen und diskutiert, noch durch entsprechende Kontrollversuche ausgeschlossen.

Unverständlich ist, warum die Tiere nach der zweistündigen Exposition im Feld erst nach Ablauf von weiteren 50 Tagen untersucht wurden. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Vohra et al. (2002) das Auftreten von DN als bisher nicht näher aufgeklärtes Altersphänomen beschreiben. So zeigen ohne äußere Beeinflussung schon 6 Monate alte Ratten nahezu die doppelte Anzahl an DN im Vergleich zu 3 Monate alten Tieren. Genau diese Altersdifferenz weisen die von Salford et al. eingesetzten Ratten aber schon zu Beginn des Experiments auf.

Weiterhin wurde für eine Publikation mit hohem wissenschaftlichem Anspruch u.a. die spezifische Absorptionsrate (s. u.) nicht ausreichend standardisiert. Die Variation der SAR-Verteilung (SAR = „Spezifische Absorptionsrate“, welche den Grad der Feldwirkung auf das Gewebe beziffert) wird mit 6 dB angegeben. Dies bedeutet eine Schwankungsbreite um das Vierfache. Schließlich ist erstaunlich, dass in einer international beachteten Publikation einer bekannten Arbeitsgruppe im Bereich der Mobilfunkforschung lediglich von der Exposition mit GSM-Feldern gesprochen, aber nicht einmal die untersuchte Frequenz be-

nannt wird. Davon abgesehen, fehlen eine Reihe weiterer üblicher Angaben.

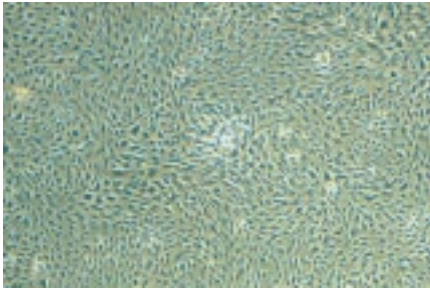
## Statistik

Um mit einer derart kleinen Stichprobe, wie sie hier betrachtet wurde, eine gesicherte Aussage treffen zu können, müssen sogenannte „Exakte Tests“ verwendet werden. Dies könnte zwar auf die hier eingesetzten statistischen Mittel zutreffen, ob dies aber tatsächlich der Fall war, wird ebenfalls nicht erläutert. Die verwendeten statistischen Methoden werden in der Publikation zu wenig beschrieben, als dass z.B. der Umgang mit den „Fällen gleicher Rangsumme“ (*Ties*) klar würde, obwohl die Auswahl des entsprechenden statistischen Tests das Ergebnis bezüglich der Signifikanz stark beeinflusst.

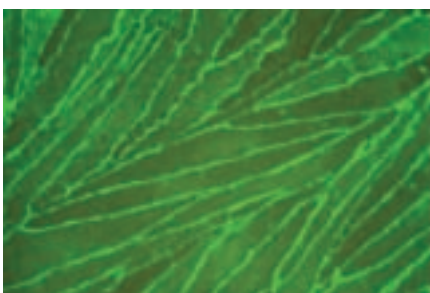
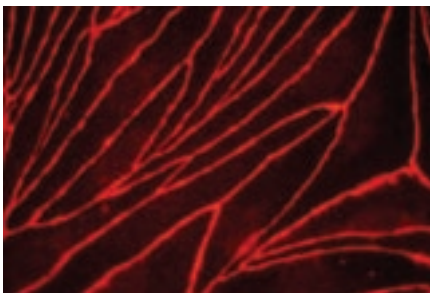
Es ist zudem fraglich, warum keine zahlenmäßige Erfassung der DN vorgenommen wurde, sondern nur eine Rangeinteilung. Durch Auszählen wäre das Experiment aussagekräftiger geworden als durch Rangtests. Schließlich stellt sich einem kritischen Leser die entscheidende Frage, inwieweit die Einschätzung des Pathologen eine zuverlässige Zuordnung in die einzelnen Ränge darstellt. Wäre diese Beurteilung durch einen anderen Pathologen reproduzierbar?

## Ergebnisse und ihre Diskussion

Die Ausführungen im Ergebnis- und Diskussionsteil der Veröffentlichung sind recht oberflächlich gehalten. Auf eine zahlenmäßig fassbare Beschreibung des beobachteten Eiweißaustritts aus den Blutgefäßen (s.o.) verzichtet Salford vollständig. Die Eiweißfärbung wird lediglich beschrieben.



Mikroskopische Aufnahme von „Endothelzellen“ (siehe Abb. Seite 25) in einer Kulturschale. Erkennbar ist die für die Blut-Hirn-Schranke typische, spindelförmige Gestalt der dicht zusammenliegenden Zellen.



Mit Hilfe von Färbungen kann man in einer Zellkulturschale die speziellen Eiweißstoffe sichtbar machen, die für die besondere Abdichtung zwischen den „Endothelzellen“ (siehe Abb. Seite 25) sorgen.

Ein klarer Zusammenhang zwischen der Undichtigkeit gegenüber Eiweiß und dem Auftreten der DN wird nicht aufgezeigt.

In der knappen Darstellung der Ergebnisse der Eiweiß-Färbungen stellen Salford et al. heraus, dass die Färbung der Kontrollgruppe häufig eine zweifelhafte Positivreaktion zeigte (eine Reaktion, die in einer Kontrollgruppe eigentlich nicht auftreten sollte). Demzufolge ist eine zuverlässige Zuordnung in die drei von ihm festgelegten Ränge zur Beurteilung der Eiweißfärbungen offenbar nicht gegeben [Zitat: „Kontrolltiere zeigten entweder keine oder eine gelegentliche und oft fragliche Positivreaktion für Eiweiß außerhalb des Hypothalamus“].

In einer Abbildung werden in Salfords Publikation zwei Fotos von Hirnschnitten eines exponierten Tiers und eines aus der Kontrollgruppe verglichen. Eine Zuordnung, zu welcher Gruppe das exponierte Tier gehört, wurde erst in einer später veröffentlichten Korrektur angegeben. Betrachtet man die äußere Form der Hirnschnitte, so stellt man fest, dass diese offenbar nicht aus dem exakt gleichen Bereich des Rattenhirns stammen, eine Vergleichbarkeit ist also nur bedingt gegeben.

Eine andere Abbildung zeigt die Färbung der DN ausschließlich bei Ratten, die dem Mobilfunksignal ausgesetzt waren. Die Abbildung einer „Negativkontrolle“, also vom Hirn der Ratten, die keinem Mobilfunkfeld ausgesetzt waren, fehlt vollständig. Welchen Feldstärken diese Aufnahmen zuzuordnen sind, wird nicht angegeben. Bei einer wissenschaftlichen Publikation sollte dies eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein.

Ebenfalls ungewöhnlich für eine wissenschaftliche Publikation ist, dass Salford et al. in der Diskussion ihrer Ergebnisse keine weiteren Referenzen zitieren, die ihre Ergebnisse untermauern könnten. Auch mit anderen Studien, die frühere Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe zu ähnlichen Themen wie hier behandelt nicht reproduzieren konnten, setzen sich die Au-

toren nicht auseinander. Die Hypothese einer sekundären Öffnung der Blut-Hirn-Schranke, welche durch den beobachteten Austritt von Eiweiß verursacht werden soll, wird hier im Diskussionsteil zwar erwähnt, aber nicht näher erläutert oder begründet und erscheint daher fragwürdig. Besonders die Feststellung, dass 12 bis 26 Wochen alte Ratten in ihrem Entwicklungsstand besonders gut mit „mobilfunksüchtigen“ Teenagern zu vergleichen sind, ist eine recht gewagte Aussage, die ohne sonstigen Beleg nicht haltbar ist. Weitere Aussagen zu der besonderen Anfälligkeit von Heranwachsenden beschränken sich in diesem Abschnitt der Diskussion lediglich auf Vermutungen. Für einen Diskussionsteil in einer wissenschaftlichen Publikation erscheinen die angebotenen Fakten und Aussagen insgesamt sehr dürftig.

### Mangelhafte Dosimetrie und fragliche Bedeutung der „Dark Neurons“

Sheila Johnston hebt in ihrer Stellungnahme zu Salfords Publikation vor allem die offenbar stiefmütterlich behandelte Dosimetrie und die Frage nach der medizinischen Bedeutung der entdeckten „dunklen Nervenzellen“ hervor.

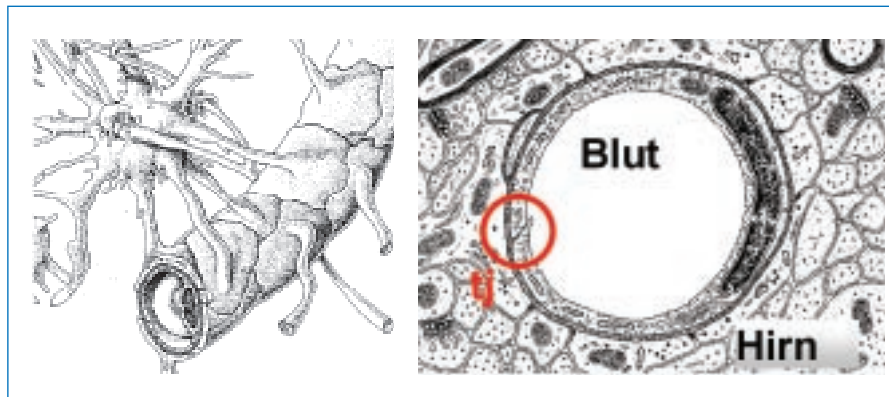
Bei den genannten SAR-Werten handelt es sich offenbar um *geschätzte* Ganzkörper-Mittelwerte, die SAR-Verteilung im Gehirn wurde mit einer Computersimulation ermittelt. Dies erfüllt für solche Studien nicht die Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (WHO), weil der SAR-Wert für das Gehirn nicht gemessen, sondern nur indirekt berechnet wurde. Johnston bemerkt weiterhin, dass die mangelhafte Dosimetrie in einer ganzen Serie von Salfords Untersuchungen an der Blut-Hirn-Schranke seit dem Jahr 1988 keinen Schluss auf die dabei wirklich angewendeten SAR-Werte zulässt. Da diese SAR-Werte aus dem vorhandenen elektrischen Feld (E-Feld) in der verwendeten Expositions-kammer (eine sogenannte TEM-Mess-

zelle) abgeleitet wurden, dieses E-Feld aber *nicht* mit dem E-Feld im Gehirn der Ratten übereinstimmt, dürften die SAR-Abschätzungen falsch sein.

Den sehr weit gehenden Interpretationen, die Salford et al. in ihrem Diskussionssteil in Bezug auf mögliche negative Auswirkungen der DN auf die menschliche Gedächtnisfunktion im Verlauf des Alterungsprozesses machen, hält Sheila Johnston in ihrer Stellungnahme folgende Argumentation entgegen:

Neurodegenerative Erkrankungen (z.B. Krankheiten mit Gedächtnisverlust) erfolgen aufgrund der Zerstörung von Hauptschaltkreisen im Gehirn, verursacht durch den Tod von Nervenzellen und den Verlust von Nervenzell-Kontakten (Synapsen). Dieser Abbau verläuft *selektiv*, d.h. es gibt Nervenzellen, die mehr oder weniger anfällig für solche Prozesse sind. Die auftretenden Symptome einer solchen Erkrankung sind abhängig von denjenigen Schaltkreisen, die in Mitleidenschaft gezogen wurden und geben somit ein Bild der *selektiven* Verletzlichkeit der Nervenzellen wieder. Im normalen Alterungsprozess des Menschen ist die Abnahme der Zahl der Hirnzellen durch Zelltod kein Prozess, der ins Gewicht fällt – zumindest nicht in den Gehirnregionen, von denen Salford et al. sprechen. Entsprechende Zählungen von Nervenzellen können allgemein nur schwer in einen funktionellen Zusammenhang gestellt werden, weil die regionalen Unterschiede und die Verschiedenheit der Zellen in der Hirnrinde enorm groß sind. Deshalb geben solche Studien den größten Aufschluss über Alterungsprozesse, in denen eine bestimmte Hirnregion untersucht wird, die mit genau bekannten Körperfunktionen in Verbindung gebracht werden kann (Morrison & Hof, 1997).

Die „dunklen Nervenzellen“ (DN), von denen Salford et al. berichten, sind jedoch *überall* in den Rattenhirnen zufällig verteilt und können somit *nicht* mit bestimmten Schaltkreisen in Zusammenhang gebracht werden. Daher ist es auch zu weit



Die „Blut-Hirn-Schranke“ stellt eine besondere Wandabdichtung der mikroskopisch kleinen Blutgefäße (Kapillaren, Abb. links) im Gehirn dar. Größere Moleküle (z.B. Eiweiße) und Schadstoffe können nicht hindurch zu den Nervenzellen des Gehirns gelangen. Im Querschnitt durch eine Kapillare (rechts) sieht man, dass die eng aneinanderliegenden „Endothelzellen“, welche die Blutkapillaren innen auskleiden, untereinander mit so genannten „Tight Junctions“ („dichte Verbindungsstellen“) versiegelt sind (tj). Außen herum sind sternförmige „Astrozyten“ und natürlich auch die Nervenzellen zu finden.

gegriffen, aus den dort vorhandenen Befunden irgendwelche neurologischen Bedeutungen abzuleiten oder mögliche Krankheitsbilder hinein zu interpretieren.

Eine Reihe von Untersuchungen zur möglichen Beeinflussung der Blut-Hirn-Schranke durch elektromagnetische Felder laufen zur Zeit noch bei international anerkannten Forschergruppen aus Frankreich, Japan, Deutschland und den USA. Mit den ersten Ergebnissen daraus ist noch in diesem Jahr zu rechnen und man kann hoffen, dass dabei solidere Erkenntnisse zutage treten als bei der hier besprochenen, offenbar eher spekulativen Arbeit von Salford und Kollegen.

*Dr. Frank Gollnick ist Biologe und war lange Zeit Mitarbeiter im Physiologischen Institut II der Universität Bonn. Er ist nun als wissenschaftlicher Berater für die FGF tätig.*

*Dr. Helmut Franke ist Biologe und arbeitet zur Zeit in der Klinik und Poliklinik für Neurologie der Universität Münster. Er ist Fachmann auf dem Gebiet der Blut-Hirn-Schranke und forscht aktiv auf diesem Gebiet.*

*Dr. Sheila Johnston arbeitet als unabhängige Gutachterin und Beraterin, u.a. im Gebiet Neurowissenschaften, für eine Reihe von Gremien und Organisationen. Sie ist international anerkannt und betreibt einen eigenen Informationsdienst.*

## Literatur

- Gallyas, F., G. Zoltay, W. Dames (1992) Formation of „dark“ (argyrophilic) neurons of various origin proceeds with a common mechanism of biophysical nature (a novel hypothesis). *Acta Neuropathol.* 83: 504-509
- Morrison, J.H., P.R. Hof (1997) Life and death of neurons in the aging brain. *Science* 278: 412-419
- Salford L.G., A.E. Brun, J.L. Eberhardt, L. Malmgren, B.R.R. Persson (2003) Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ. Health Perspect.* [Online 29 January 2003; <http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2003/6039/abstract.html>]
- Stögbauer, F. (2002) Beeinflussung der Funktion der Blut-Hirn-Schranke durch elektromagnetische Felder. *FGF-Newsletter Edition Wissenschaft* 15: 3-15 [<http://www.fgf.de/fup/publikat/edition.html>]
- Vohra B.P., T.J. James, S.P. Sharma, V.K. Kansal, A. Chudhary, S.K. Gupta (2002) Dark neurons in the ageing cerebellum: their mode of formation and effect of Maharishi Amrit Kalash. *Biogerontology* 3(6): 347-354

# 11. Jahrestag der Forschung



Auf der 10. Jahresversammlung hatte der Vorsitzende der Forschungsgemeinschaft Funk e.V. (FGF), Herr Eike Bär, als Leitmotiv für den Verein: „...eine Forschungsgemeinschaft, die muss forschen...“ ausgegeben und damit auf die vorliegenden, umfangreichen Forschungsaktivitäten des Jahres 2001 abgehoben und gleichzeitig den Fokus auf die zahlreichen „auf den Weg gebrachten“ Forschungsarbeiten gelenkt. Dass dieser Weg konsequent weiterverfolgt wurde, konnte auf der 11. Mitgliederversammlung der FGF, die mit 27 Mitgliedervertretern am 30. Januar 2003 in München statt fand, nun stolz berichtet werden. Der Vorsitzende informierte – unterstützt von den Leitern der Arbeitsgruppe „Öffentlichkeitsarbeit“, Herrn Dr. Olaf

Schulz, der Arbeitsgruppe „Forschungsvorhaben“, Herrn Dr. Eberhard Kühn und dem Geschäftsführer der FGF, Herrn Dr. Gerd Friedrich - in seinem Jahresbericht über folgende Themen:

- Arbeitsschwerpunkte des Vereins,
- Profilierung der Forschungsgemeinschaft Funk e.V.,
- Forschungsvorhaben der FGF,
- Internet-Angebot und Intranet-Angebot,
- Kooperationen mit internationalen und nationalen Institutionen.

In den vergangenen zehn Jahren wurden unter Förderung der FGF umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten zur Frage biologischer Wirkungen elektromagnetischer Felder und ihrer gesundheitlichen Bedeutung durchgeführt. In der Vergan-

# ng ngsgemeinschaft Funk

genheit musste die Erhebung solcher Daten im Vordergrund der Tätigkeit der FGF stehen. Nun ist es an der Zeit, die Erkenntnisse der EMVU-Forschung - also auch der FGF-Forschungsförderung - zusammen zu tragen, denn in den letzten zwei Jahren haben sich die Rahmenbedingungen ihrer Arbeit verändert. Es gibt deutlich mehr Forschungsmittel und Forschungsförderinstitutionen in Deutschland, d.h. Förderung aus öffentlicher Hand bzw. andere Auftraggeber als die Forschungsgemeinschaft Funk, so dass der dringende Bedarf nach Vergabe von Forschungsarbeiten und -mitteln durch die FGF etwas mehr in den Hintergrund treten kann. Dafür sprechen besonders die großen Mitteleinsätze, die von Seiten der Mobilfunkbetreiber und der Bundesregierung für weiterführende Forschung zur Verfügung gestellt werden. Die Evaluation und Verbreitung der vorhandenen Forschungsergebnisse durch die FGF erscheint daher besonders effektiv und zielführend.

Die FGF wird stärker als in der Vergangenheit - unter Beteiligung zahlreicher internationaler Wissenschaftler - in Form von wissenschaftlichen Reviews sowie durch Kolloquien und Seminare die wichtigsten Fragestellungen wissenschaftlich evaluieren und deren Ergebnisse publizieren.

Zusätzlich ist eine Ausweitung und Verschärfung der öffentlichen Diskussion mit allen politischen Implikationen eingetreten. Dies macht ein Überdenken der FGF-Positionen in ihrer Forschungspolitik als auch ihrer Öffentlichkeitsarbeit notwendig.

## 2002 wurde ein Forschungsprojekt abgeschlossen

Herr Dr. Kühn bewertet die Arbeit der Arbeitsgruppe Forschungsvorhaben (AG F) im vergangenen Jahr als erfolgreich. Die anfallenden Arbeiten konnten zügig durch die Projekt- bzw. durch die Untergruppen bewältigt werden. Das Konstrukt der AG F, ihre Untergruppen als Kompetenzzentren für die Sachbearbeitung der einzelnen Themenfelder auszubilden, hat sich bewährt. Die AG F gliedert sich derzeit in folgende Unterarbeitsgruppen:

- „Biologische Wirkungen von EMF im cm/mm-Wellenlängenbereich“
- „Implantate und Körperhilfen“
- „In vitro/in vivo“
- „Standardisierung“
- „Wissensbasierte Literaturdatenbank (WBLDB)“
- „Zielsetzung der AG F“

Im Jahr 2002 wurde ein Projekt abgeschlossen: „Auswirkung von HF-EMF (GSM 900) auf Schlafqualität und Tagesbefindlichkeit - ergänzende Untersuchungen“; ein Projekt befindet sich in der Schlussbewertung und acht Projekte sind in Bearbeitung. Neben den Projektarbeiten wurden als „Highlights“ ein wissenschaftlicher Workshop: „Genetische und Zytogenetische Aspekte unter HF-Einfluss“ und ein Seminar „Statistische Methoden“ abgehalten. Zur besseren Transparenz der FGF-Projektvergabepraxis wurde der Drittmittel-Vergabeprozess grafisch gestaltet und ins Internet - für jedermann einsehbar und nachvollziehbar - eingestellt.

Zum Abschluss des Jahres wurde der dritte internationale FGF-Workshop „Genetic and Cytogenetic Aspects of RF-Field Interaction“ in Löwenstein unter großer internationaler Beteiligung durchgeführt. Die Ergebnisse werden nach Vorliegen des Rapporteurs-Berichts in geeigneter Weise veröffentlicht werden.

Um für ihre Forschungsergebnisse sowohl in wissenschaftlichen Kreisen als auch in der interessierten Öffentlichkeit mehr Beachtung zu finden, hat die FGF verstärkt bei ihren Auftragnehmern dahin gewirkt, dass die Wissenschaftler ihre Studien und Ergebnisse bei „peer-reviewten“ Zeitschriften einreichen, (d.h. wissenschaftliche Zeitschriften, die eine Bewertung der eingereichten Forschungsergebnisse vor deren Abdruck vornehmen). Dieses ist besonders unter dem Aspekt wichtig, dass auch andere interessierte Forschungskreise die Ergebnisse diskutieren und bewerten können. Für die Beachtung der Forschungsergebnisse im internationalen Rahmen ist dies dringend notwendig. In den anglosprachigen Ländern ist diese Vorgehensweise mehr etabliert als im deutschsprachigen Raum. Hier gilt es ein Defizit aufzuarbeiten.

Neben der Vorstellung und der Diskussion der vergebenen Forschungsprojekte und -ergebnisse in wissenschaftlichen Rahmen, wie z.B. auf dem 24. Kongress der Bioelectromagnetics Society (BEMS) in Quebec, wurde weiterhin der Dialog mit Institutionen der EU gepflegt. Vor allem in der Unterstützung der COST Action 281

# Der Verein im Stenogramm

## Entwicklung des Vereins

- Zum Ende des Jahres 2002 zählte die FGF 55 Mitglieder.

- Die Vereinsfinanzen stellten sich zum Jahresende 2002 wie folgt dar. Die Summe der Einnahmen aus Mitgliedsbeiträgen, Spenden, Zinserträgen und öffentlichen Geldern beläuft sich auf Euro 1,45 Millionen. Dem gegenüber stehen Ausgaben in Höhe von etwa Euro 1,74 Millionen. Der Fehlbetrag in Höhe von ca. Euro 0,28 Millionen wurde aus den Rücklagen entnommen. Der Übertrag in das neue Finanzjahr beträgt etwa Euro 0,14 Millionen. Für das Jahr 2003 stehen allein für Forschungsprojekte etwa Euro 0,8 Millionen zur Verfügung.

- Insgesamt hat die Forschungsgemeinschaft Funk für Forschungszwecke im Jahr 2002 ca. 0,96 Mio. Euro an Auftragnehmer aus Forschung und Wissenschaft (Drittmittel) ausgegeben. Das entspricht einer Steigerung der Förderhöhe um über 26 % gegenüber dem Vorjahr.

- Neben zwei Ausgaben des „Newsletters der FGF“ mit aktuellen Berichten zu Kongressen und Vertiefungsthemen ist mit drei Ausgaben der „Edition Wissenschaft“ zur „Bluthirnschranke“, „Melatonin-Hypothese“ und zur „Embryonalentwicklung“ nach langjähriger Pause die wissenschaftliche Schriftenreihe wiederbelebt worden.

- Das Internetangebot der FGF wird weiterhin mit ca. 40.000 Seitenabfragen pro Monat gut genutzt. „Infoline“ und „Intranet der FGF“ bilden einen festen Bestandteil des sehr nachgefragten Informationsangebotes der FGF.

- Nach der gewaltigen Steigerung der Berichterstattung in den Medien (Pressecippings in 2001) ist ein Rückgang von 18 % zu beobachten.

- Die nächste Mitgliederversammlung wird am 29.01.2004 in Bonn bei T-Mobile stattfinden.

- Weitergehende Informationen finden sich im „Jahresbericht 2002“ und in der „Festschrift zum zehnjährigen Jubiläum der FGF“ (siehe Internet: [www.fgf.de](http://www.fgf.de))

## Vorstand entlastet

Die anwesenden stimmberechtigten Mitglieder haben den Vorstand einstimmig entlastet.

## Kassenführung ohne Beanstandungen

Herr Nobis trug den Bericht der Kassenprüfer vor. Die Prüfung von Kasse und Büchern wurde von Herrn Michaels (Dt. Telekom AG) und Herrn Nobis (Marconi Communications) vorgenommen. Sie stellen eine ordnungsgemäße Buchführung und satzungsgemäße Verwendung der Gelder fest. Es ergaben sich keine Beanstandungen.

## Neuwahl des Vorstands erfolgte einstimmig

Die Mitgliederversammlung wählte einen neuen Vorstand, bestehend aus acht Vorstandsmitgliedern und acht Stellvertretern. Der neue Vorstand (2003/2004) setzt sich wie folgt zusammen:

## für die Gruppe der Netzbetreiber:

- Dr. Wolf Haas, D2 Vodaphone  
Stellvertreter: Dr. Ulrich Hermann, Swisscom
- Dr. Friedrich Lauer, T-Mobile  
Stellvertreter: Joachim Claus, Dt. Telekom
- Dr. Karsten Menzel, E-Plus  
Stellvertreter: Wolfgang Krüger, O2

## für die Gruppe der Serviceanbieter:

- Herbert Tillmann, Bayerischer Rundfunk  
Stellvertreter: Helwin Lesch, Bayr. Rundfunk

## für die Industrie

- Eike Bär, Motorola  
Stellvertreter: Heinz Friedmann, Alcatel
- Dr. Christian Payer, Bosch  
Stellvertreter: Dr. Werner Irlor, Lucent Technologies
- Peter Zapf, Siemens  
Stellvertreter: Ralf Grafe, Nokia

## für die Gruppe der Behörden:

- MinDir Horst Ehrnsperger, BMWA  
Stellvertreter: Dittmar von Schilling, BMWi

Erneut wählt der Vorstand als Vorsitzenden Herrn Eike Bär und als Stellvertreter Herrn Dr. Wolf Haas. Herr Eike Bär bedankt sich im Namen der FGF bei Herrn Marklund, Herrn Pfirstinger und Dr. Krüger, die alle aus dem Vorstand ausscheiden, für die geleistete Arbeit.

(die Nachfolgeaktion von COST244bis) sieht die FGF eine gute Basis für die Anerkennung ihrer Forschungsbemühungen. Mit der Übernahme des wissenschaftlichen Sekretariats leistet die FGF eine große Unterstützung für dieses wissenschaftliche europäische Projekt.

### **Das Informationsangebot der FGF**

Das Internetangebot der FGF wird intensiv genutzt. Etwa 43500 Zugriffe pro Monat sind zu verzeichnen, wobei die Zugriffe zwischen 26000 und 65000 pro Monatsdurchschnitt schwanken. Bemerkenswert ist, dass die Zahl der Zugriffe aus dem fremdsprachigen Raum deutlich angestiegen ist. Die Internetseite der FGF kann als großer Erfolg gewertet werden. Das Intranet als internes und nur für Mitglieder nutzbares Informationsangebot wird sehr gut angenommen und ist durch seine tagesaktuellen Hinweise und Berichte für die tägliche Arbeit vieler Mitglieder von großem Vorteil.

### **Neupositionierung der Öffentlichkeitsarbeit**

Die FGF hat sich in ihrer Satzung die Aufgabe gestellt, die Aufklärung der Öffentlichkeit über die elektromagnetische Verträglichkeit in der Umwelt (EMVU) sowie die sachliche Diskussion darüber zu fördern. 1999 hat sie in Reaktion auf den Vorwurf der Parteilichkeit beschlossen, insoweit Zurückhaltung zu üben, als nur noch Wissenschaftler über ihre eigene Forschung sprechen sollten und die FGF keinen eigenen Standpunkt vertritt.

Die FGF erarbeitete sich als neutraler Sachwalter wissenschaftlicher Erkenntnisse in wissenschaftlichen Kreisen, bei Gerichten und bei kommunalen Behörden eine hohe Akzeptanz, die es auch weiter zu festigen gilt. Die Strategie der "strikten Neutralität gegenüber wissenschaftlichen Arbeiten und Erkenntnissen und in der Öffentlichkeit" hat sich zwar bewährt, in der gegenwärtigen Situation ist es jedoch un-

umgänglich, dass die FGF gegen den Mangel an fundierten und sachlichen Informationen in der Öffentlichkeit vorgeht. Es ist notwendig, dass sie sich – unter Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern, Fachjournalisten und ihren kompetenten Mitgliedern – in der Öffentlichkeit als vermittelnde Stimme der von ihr und anderen durchgeführten Forschung etabliert.

Besonders hat sich die FGF das Ziel gesetzt, wissenschaftliche Publikationen, Sachverhalte und Besonderheiten neuer Technologien in einer für den Laien verständlichen Sprache darzustellen. In Form von Vorträgen, Themengeschichten, Erläuterungen und Begriffsklärungen sollen wissenschaftliche Inhalte einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden.

### **Ausblick auf „Kommendes“**

2003 wird für die Forschungsgemeinschaft Funk ein Jahr der Konsolidierung werden. Denn Jubiläen – wie in 2002 das zehnjährige – werden leider nicht alle Jahre gefeiert. So wurde am 19. September in Berlin im Museum für Kommunikation das zehnjährige Jubiläum aktiv begangen. Unter der Schirmherrschaft des Bundeswirtschaftsministers Herrn Dr. Werner Müller wurde von Wissenschaftlern in einem Symposium ein Überblick über die Entwicklung auf dem Gebiet der „EMVU-Forschung“ und die Erkenntnisse, die in den letzten 10 Jahren gewonnen werden konnten, gegeben. Darüber hinaus wurde exemplarisch – durch einige Schautafeln – Aufschluss über wichtige Arbeitsgebiete der FGF und deren Resultate gegeben.

Für das laufende Jahr hat sich die FGF viel vorgenommen. Unter anderem wird sie die Kooperation mit internationalen und nationalen Institutionen festigen, ihre zahlreichen Projekte weiterführen und Vorbereitungen für neue Forschungsvorhaben treffen, die dann im Jahr 2004 starten können. Sie wird über ihre Informationsmittel wie ihr Internetangebot, ihre Zeitschriften und Broschüren die Öffentlichkeit umfassend informieren. In die Festschreibung

### **Geplante Aktivitäten 2003**

- Forschungsprogramm 2003 mit neuen Ausschreibungen
- Koordinierung der Forschungsaktivitäten mit WHO, EU, BfS, BAuA
- Veröffentlichung von Forschungsergebnissen der FGF-Drittmittel-Forschung in Internet und Edition Wissenschaft; Verstärkung des Engagements für Veröffentlichungen in „peer-reviewed Journals“.
- Präsentation der Forschungsergebnisse bei der BEMS 2003 und EBEA 2003
- Mitarbeit als nationaler Koordinator (zusammen mit BfS) bei COST 281; Wissenschaftliches Sekretariat

### **Besondere Ereignisse**

- Dialog mit Europäischer Union, zur Unterstützung des speziellen Forschungsprogramms im Rahmen des 5. Rahmenprogramms (Start Febr. 1999, 5-Jahres-Zeitraum)
- Beteiligung an der 24. BEMS in Québec City, Québec, Kanada (Präsentation eigener Forschungsergebnisse: 25)
- Beteiligung an WHO-Forschungsprojekt EMF: Festlegung der noch ausstehenden Forschung und Angleichung der internationalen Standards

von Projekten fließen bei der Vorbereitung inzwischen immer mehr Projektspezifizierungen, Details und Qualitätsmerkmale ein. Dieser Mehraufwand in der Projektplanung vor Projektvergabe schlägt sich positiv in der Projektdurchführung nieder.

(Einen ausführlichen Bericht über die Aktivitäten der FGF können Sie im Jahresbericht 2002 im Internet unter [www.fgf.de](http://www.fgf.de) finden.)

### **Resümee**

Als Resümee gilt festzuhalten: „Die FGF hat in den vergangenen 10 Jahren unter Einsatz ihrer Möglichkeiten eine erfolgreiche Arbeit geleistet und substanzial zur Forschung und Aufklärung über biologische Auswirkungen von Funkdiensten beigetragen.“

Abschließend bedankte sich Herr Bär bei allen Beteiligten der FGF im Vorstand, den Arbeitsgruppen und der Geschäftsstelle für die geleistete Arbeit. ■

Die folgenden Beiträge beziehen sich auf neuere wissenschaftlicher Originalarbeiten zur Wirkung hochfrequenter Felder der Mobilfunks. Die Auswahl der Publikationen ist vom Autor Prof. Roland Glaser selbst getroffen und durch sein subjektives Urteil der Relevanz bestimmt.

# Neues aus der Wissenschaft

**Die Epiphyse** (Pineal-Organ) als neurosekretorisches Organ, das durch seine **Melatonin**-Produktion als Zeitgeber fungiert, steht immer noch im Zentrum der Diskussionen um Feldwirkungen auf den Menschen, sei es im Niederfrequenz-, sei es im Hochfrequenzbereich. Seit langem ist bekannt, dass sich bei Mensch und Tier in diesem Organ **Kalzium-Ablagerungen** bilden, wobei man Hunderte von Mikrometer große maubbeerförmige Strukturen findet und kleine, nur 10-20 Mikrometer messende Kristalle ganz anderen Aussehens. Letztere wurden nun erstmalig intensiv kristallographisch untersucht und als oktagonale Einkristalle identifiziert, denen piezoelektrische Eigenschaften zugeschrieben werden können. Obgleich nicht vergleichbar mit den von Krischvink beschriebenen Magnetiten, wird in Bezug auf dessen Vorstellungen erwogen, **ob sich hier ein nichtthermischer Mechanismus der Wirkung hochfrequenter Felder verbergen könnte**. Diese Vorstellung scheint weit hergeholt, zumal es viele andere piezoelektrische Strukturen überall im Körper gibt und außerdem der Einfluss schwacher HF-Felder auf die Melatoninproduktion selbst noch sehr unwahrscheinlich ist. (Baconnier, S.; Lang, S. B.; Polomska, M.; Hilczer, B.;

Berkovic, G.; Meshulam, G.: Calcite microcrystals in the pineal gland of the human brain. First physical and chemical studies. *Bioelectromagnetics.*; 23, 488-495. 2002).

Hängt die Wahrscheinlichkeit an **Hautkrebs** (Melanom) zu erkranken von der Intensität der umgebenden UKW Sender ab? Örjan Hallberg und Olle Johansson, Dermatologen des Karolinska Instituts in Stockholm glauben einen solchen Bezug gefunden zu haben. **Sie korrelieren den Anstieg dieser Hautkrebs-Erkrankungen mit der Anzahl der umgebenden Sendemasten und sogar mit der Sendefrequenz**, wobei sie schließen, dass die früheren Ostblock-Länder mit niedrigeren UKW-Frequenzen (um 70 MHz) weniger Probleme hatten, da sie weiter ab von der Resonanzfrequenz des menschlichen Körpers lagen als in den Ländern, die mit 87-108 MHz senden. Allerdings verwundert, dass man als Antennen-Maß Arm-, Bein- und Rumpf-, nicht aber die gesamte Körper-Länge einsetzt, dann würde die Schlussfolgerung nämlich nicht stimmen. Da die meisten Sender horizontal polarisiert sind, sei die gefährlichste Position des Menschen die horizontale und die gefähr-

lichste Zeit die Nacht. Man empfiehlt dementsprechend sein Bett in Richtung geringster Feldstärke zu drehen. Der Abschnitt über Confounders ist sehr kurz gehalten und beinhaltet nur die Beachtung steigender Verkehrsdichte oder erhöhte Aufmerksamkeit bei der Diagnose von Melanomen in letzter Zeit. Der UV-Einfluss wird nur am Rande vermerkt. Auf die veränderten Urlaubs- und Reisegegewohnheiten, die sich bei den Nordländern sicher besonders nachhaltig auswirken, oder gar auf die steigende Anzahl der Solarien-Besuche wird nicht eingegangen. (Hallberg, O. and Johansson, O.: Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. *Arch. Environm. Health* 57, 32-40. 2002).

Nach ersten Untersuchungen zum **Einfluss hochfrequenter Felder des Mobilfunks auf EEG und Schlafverhalten** (Borbély et al. *Neurosci. Lett.* 1999, 275, 207; Huber et al. *Neuroreport* 2000, 11, 3321) präsentiert diese Schweizer Gruppe nun Untersuchungen, die auch Messungen der regionalen Gehirndurchblutung unter Einsatz der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) einschließt. Mit guter Signifikanz konnte gezeigt werden, dass

eine halbstündige linksseitige Exposition von Probanden mit GSM-ähnlichen gepulsten Feldern (900 MHz, 1W/kg), 10 Minuten danach eine Erhöhung der lokalen Durchblutung in der exponierten Gehirnhälfte erkennen lässt. Bei ungepulsten Feldern gleicher Intensität konnte dieser Effekt nicht gefunden werden. Daraus schließen die Autoren, dass der Effekt nicht auf eine Erwärmung zurückzuführen ist. (Ist der raum-zeitliche Temperaturgradient in beiden Befeldungsmoden tatsächlich gleich?) In einem weiteren Experiment wurden das Schlafverhalten bei gleichartiger Exposition untersucht. Eine Frequenzanalyse des EEG vor dem Einschlafen zeigte eine Erhöhung der Intensität im Alpha-Spektralbereich, der auch nur nach Exposition mit gepulsten Feldern auftrat. Obgleich die Schlaf-Phasen selbst durch die Befeldung nicht signifikant beeinflusst wurden, konnte bei gepulsten Feldern eine ähnliche EEG-Änderung auch im NREM-Schlaf gemessen werden, die sich sogar im Verlaufe der Nacht verstärkte. Die Autoren unterstreichen zwar, dass die gemessenen Effekte gering seien und keine Rückschlüsse auf gesundheitliche Folgen zuließen, doch dürften sie nicht unbeachtet bleiben. (Huber, R.; Treyer, V.; Borbely, A. A.; Schuderer, J.; Gottselig, J. M.; Landolt, H. P.; Werth, E.; Berthold, T.; Kuster, N.; Buck, A., and Achermann, P.: Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J. Sleep Research*. 11, 289-295. 2002).

D.L. Hamblin und A.W. Wood aus der Swinburne University of Technology in Melbourne (Australien) analysierten in einer umfangreichen und sorgfältigen Arbeit den Stand der Forschung über den **Einfluss von Mobiltelefonen auf Hirnaktivität und Schlafparameter**. Im wesentlichen waren es nur 18 Publikationen, die zu diesem Thema seit 1995 bis zum Abschluss des Manuskriptes im Januar 2002 vorlagen. Niederfrequenz-Ef-

ekte wurden schon früher untersucht und solche Publikationen sind häufiger, doch es wird zu Recht betont, dass diese Resultate höchstens bezüglich derjenigen Magnetfelder relevant sind, die dem Betriebsstrom des Handys entstammen. Der Überblick über die Arbeiten zeigt wenig Konsistenz der Ergebnisse. Mitunter kann sogar von den gleichen Autoren in einer zweiten Versuchsserie das Ergebnis der ersten nicht reproduziert werden. Woran kann das liegen? Eine Reihe methodischer Begrenzungen wird diskutiert: Unterschiede in Frequenz und Intensität, sowie in der Antennen-Konfiguration; Unterschiede im Zeitschema der Messungen und der Exposition; Unterschiede in der statistischen Aufarbeitung der Resultate. Während einige Autoren Veränderung **während** der Exposition untersuchten, registrierten andere nur solche zu verschiedenen Zeiten **nach** der Exposition. Nicht immer erlaubt der Umfang der untersuchten Gruppe zuverlässige statistische Aussagen. Generell wird bemängelt, dass alle Messungen an jungen, gesunden Probanden durchgeführt wurden, und damit Aussagen über Kinder, Alte, Kranke nicht unmittelbar möglich sind. Immerhin scheint es, als ob Felder im maximalen Intensitätsbereich eines am Kopf gehaltenen Handy's vorübergehende Einflüsse insbesondere auf die Alpha-Wellen des EEG haben könnten. Wie ist das zu erklären? Sind es doch geringfügige Wärmeeffekte, welche durchblutungsfördernd wirken, oder müssen zelluläre Mechanismen, wie z.B. der immer wieder diskutierte (aber nie bestätigte!) Kalzium-Efflux dafür verantwortlich gemacht werden? Sind die Effekte vielleicht gar nicht auf die HF-Felder, sondern vielmehr auf die ca. 7.5 Mikrottesla, 8Hz Magnetfelder des Betriebsstromes des Handys zurückzuführen? (Die Autoren sehen hier Forschungsbedarf!) Auch weitere Methoden zum Nachweis der Hirnaktivität sollten hinzugezogen werden, wie z.B. die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), welche Auskunft über Durchblutungsänderungen geben könnte

(siehe hierzu den Bericht über die Arbeit von Borbely et al. in der gleichen Wissenschafts-Übersicht!). Zusammenfassend kommen die Autoren zu dem Schluss, dass es zwar Hinweise auf Effekte gibt, die wissenschaftlich aufgeklärt werden müssten, die jedoch keinerlei Anlass zur Sorge über gesundheitliche Gefahren beinhalten würden. Die derzeit geltenden Grenzwerte seien vollkommen ausreichend, um die Bevölkerung vor möglichen Schäden zu schützen, zumal die derzeit publizierten epidemiologischen Befunde keinen Hinweis auf derartige Schäden ergäben. (Hamblin, D. L. ; Wood, A. W.: Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables. *Int. J. Radiat. Biol.* 78, 659-669. 2002).

Die Arbeitsgruppe um Roti Roti (Division of Radiation and Cancer Biology, Univ. St. Louis, USA) hat die Resultate einer umfangreichen Untersuchung publiziert über die **Wirkung von modulierten HF-Feldern des FDMA- und des CDMA-Systems auf die Entstehung von Mikrokernen in einer Zell-Linie aus Fibroblasten der Maus**. Im Gegensatz zu der als Positivkontrolle durchgeführten Exposition durch Gamma-Strahlen, bei welcher zwischen 0,3 und 1,2 Gy eine deutliche Dosis-Wirkungskurve ermittelt werden konnte, war durch die HF-Felder auch im Extremfall (5 W/kg, 24 Stunden) bei drei unabhängigen Versuchen weder in der exponentiellen Phase des Wachstums, noch in der Plateauphase ein signifikanter Einfluss zu finden. Die Autoren diskutieren die Divergenz dieses Ergebnisses mit den Befunden von Tice et al. (*Bioelectromagnetics*. 23,113-126.2002, vergl. „Neues aus der Wissenschaft“, im Heft 1, 2002 dieser Zeitschrift) die über eine 4-fache Erhöhung der Anzahl von Mikrokernen, allerdings bei doppeltem SAR-Wert berichteten. Vielleicht sind es Differenzen in der Empfindlichkeit der Zellen (Tice hatte Kulturen menschl. Lymphozyten verwendet), die sich auch in der Anzahl der Mikrokerne in

den Kontrollexperimenten ergaben, vielleicht treten bei erhöhten Feldstärken auch mikrothermische Effekte im Versuchsgefäß auf? In jedem Fall sollten diese Resultate weiter kritisch überprüft werden. (Bisht, K. S., Moros, E. G., Straube, W. L., Baty, J. D., and Roti, J. L. R.: The effect of 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA modulated radiofrequency radiation on the induction of micronuclei in C3H 10T1/2 cells. *Radiat. Res.* 157, 506-515. 2002).

Eine finnische Arbeitsgruppe berichtet über eine **erhöhte Protein-Phosphorylierung und eine Expression von Hitzeschockproteinen (HSP) in Kulturen von menschlichen Endothel-Zellen, die mit 900 MHz GSM-Signalen in vitro befeldet wurden**. Die SAR-Werte in den zwei gleichzeitig exponierten Petrischalen liegen, so die thermischen Messungen des inhomogenen Feldes, zwischen 1,8 und 2,5 W/kg. Da die Petrischalen von unten durch ein Durchfluss-System gekühlt wurden und die Temperatur, entsprechend den Messungen vor und nach der Befeldung, in den Grenzen von 0,3 Grad blieb, halten die Autoren dies für nicht-thermischen Wirkungen. Leider werden die Ergebnisse, so die 3-fache Erhöhung der Gesamt-Phosphorylierung der Proteine, aber auch der Grad der verstärkten HSP-Bildung ohne statistische Wertung angegeben. (Die angezeigten Fehlerbalken in den Abbildungen 2D und 5 sprechen nicht für Signifikanz!) Qualitativ scheint das hsp27 in zwei verschiedenen Konformationen aufzutreten. In einem umfangreichen Schema wird in der Arbeit der Weg von diesen Veränderungen bis zur Krebsentstehung aufgezeichnet und dies als Folge diskutiert. Da nun aber die HSP-Bildung ein physiologisch normaler Schutzmechanismus ist, der bei verschiedenen Stress-Bedingungen der Zellen häufig auftritt, wundert man sich, warum Krebserkrankungen nicht häufiger sind (Leszczynski, D., Joenvaara, S., Reivinen, J., and Kuokka, R.: Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human en-

dothelial cells: Molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation* 70, 120-129. 2002).

Im Jahre 1998 hatte eine Arbeitsgruppe der Universität Freiburg Untersuchungen publiziert, wonach **das Feld eines Handys bei Versuchspersonen zu einer Erhöhung des Blutdrucks** führen würde (Braune et al., *Lancet*.351, 1857.1998) und war wegen mangelnder Statistik kritisiert wurden (Reid et al., *Lancet*. 352, 576.1998). Inzwischen haben die Autoren die Untersuchungen unter strengeren Versuchsbedingungen wiederholt. So wurden im Einfach-Blind-Versuch bei 40 Probanden zwischen 20 und 34 Jahren Blutdruck, Herzfrequenz und kapillarer Blutfluss im Finger gemessen. Es konnte im Unterschied zu den früheren Experimenten kein Einfluss der Exposition durch die Felder eines am Kopf angebrachten Handys (GSM 900MHz, 0,5-0,84 W/kg) gefunden werden (Braune, S.; Riedel, A.; SchulteMonting, J., and Raczek, J.: Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat. Res.* 158, 352-356. 2002).

Wird durch die **elektromagnetischen Felder eines Handys das Gehör beeinflusst?** Dieser Frage ging eine Arbeitsgruppe der medizinischen Fakultät der Inonu-Universität (Türkei) nach. Dabei wurden bei 30 Probanden mögliche Veränderungen der otoakustischen Emission nach 10 Minuten Telefonieren mit einem Panasonic GD 600 - Gerät gemessen, welches am rechten Ohr gehalten wurde. Es konnten keine Effekte gefunden werden. Leider ist keine Dosimetrie in der Arbeit enthalten, es wird lediglich vermerkt, dass diese Geräte 900 MHz im GSM-Modus arbeiten und Leistungen von 0,02 und 2 Watt besitzen (Ozturan, O., Erdem, T., Miman, M. C., Kalcioğlu, M. T., and Oncel, S.: Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Oto Laryngologica* 122, 289-293. 2002)

Gibt es „**nichtthermische**“ **Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Felder**, Effekte also, die unterhalb eines Intensitäts-Niveaus auftreten welches nachweisbar zu einer **Erwärmung** führt? Robert K. Adair zitiert zwei Arbeiten aus den Jahren 1996, die feststellten, dass solche vermeintlichen Effekte sich als Messfehler erwiesen hätten, da nicht reproduzierbar. Soweit die Experimente. Sind aus biophysikalische Sicht solche Effekte überhaupt zu erwarten? Robert Adair, der sich bereits wiederholt kritisch mit Publikationen verschiedener Autoren zu diesem Thema auseinandergesetzt hat, analysiert dieses Problem systematisch. Im Mittelpunkt steht dabei natürlich das thermische Rauschen. Nur wenn ein spezieller Mechanismus gefunden wird, bei welchem die absorbierte Energie die thermische übertrifft, ist eine physiologische Primärreaktion möglich. Dabei ist im Bereich der HF-Felder die Wirkung des magnetischen Feldvektors, z.B. durch den Mechanismus der Radikal-Paar-Rekombination auszuschließen. Selbst bei einer Leistungsflussdichte von 10 mW/cm<sup>2</sup> ist das Magnetfeld noch um vier Zehnerpotenzen kleiner, als für diesen Mechanismus mindestens erforderlich. Der Autor kategorisiert denkbare elektrische Mechanismen in drei Klassen: A - Bewegung einer Ladung, B - Triggern von Dipolbewegungen, C- elektrostrikative Einwirkungen. Zur Kategorie A berechnet er Ladungs-Verschiebungen und molekulare Rotationen. Selbst unter Beachtung kohärenten Verhaltens würden die möglichen Energien viele Zehnerpotenzen unter dem des thermischen Rauschens liegen. Dabei wird jeweils eine Leistungsflussdichte von 10 mW/cm<sup>2</sup> vorausgesetzt, welchem ein E-Feld von 200 V/m entspricht. Der Kategorie B wird die Vorstellung zugeordnet, ein Feld könne den Dipol eines Transportproteins beeinflussen und somit auf Erregungsprozesse der Membran einwirken. Hiergegen sprechen nicht nur die Zeitkonstanten dieses Prozesses, sondern ebenfalls die fehlende Energie. Bei der Elektrostriktion, etwa einer Zelle (Klasse C) könnten bei Feldern dieser Dimension

zwar Effekte auftreten, diese würden jedoch wiederum durch die thermischen Membranschwingungen überdeckt. Resonanz-Effekte sind wegen der Viskositätseigenschaften der Zelle auszuschließen. Auch die Fröhlich-Theorie der kohärenten Erregung wird diskutiert und festgestellt, dass selbst ohne Berücksichtigung der viskosen Dämpfung dieser, zur Klasse B zählende Mechanismus, nicht funktionieren kann. Zum Schluss scheinen Experiment und Theorie dahingehend einig, dass es nichtthermische Reaktionen dieser Art nicht gibt und nicht geben kann. Allerdings verweist der Autor auf die Elektrostriktion als einzige Möglichkeit, die zumindestens energetisch nicht ganz auszuschließen sei. Es lohnt sich (trotz einiger Druckfehler in Formeln und Text), diese Gedankengänge nachzuvollziehen (Adair, R. K.: Biophysical limits on athermal effects of RF and microwave radiation. *Bioelectromagnetics*. 24, 39-48. 2003).

Durch direkte Ableitung von Nervenimpulsen mit Hilfe von Mikroelektroden konnte bei Zebra-Finken eine **Reaktion von Zellen des Groß- und Kleinhirns auf schwache GSM-Signale** gefunden werden (900 MHz, 217 Hz-Pulse, 0,1 mW/cm<sup>2</sup>, 0,05 W/kg). Zu diesem Zweck wurden die Vögel narkotisiert und in einem abgestimmten Wellenleiter exponiert. Die Mikroelektrode wurde durch ein 4 mm großes Loch in der Schädeldecke eingeführt. Von den 133 untersuchten Zellen zeigten unter Feldeinwirkung 52% eine Erhöhung der spontanen Impulsrate um das ca. 3,5-fache; 17% zeigten eine geringfügige Verminderung. Die Effekte folgten der Einschaltung des Feldes mit einer Latenzzeit von 104 ± 197 Sekunden und klangen mit einer Zeitkonstante von 308 ± 68s nach Abschalten des Feldes wieder ab. Ungepulste Felder lösten keine Reaktion aus. Die Autoren sind sich der Möglichkeit von Artefakten bewusst, die u.a. dadurch auftreten könnten, dass die Messelektrode unter dem Einfluss des Feldes zu einer Reizelektrode werden könnte. Dies versucht man durch entsprechende Orien-

tierung im Feld zu verhindern. Eine Reproduktion der Ergebnisse mit unabhängigen Methoden erscheint erforderlich. (Beson, R. C. and Semm, P.: Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. *Neuroscience Letters*; 333, 175-178. 2002).

K.A. Hossmann und D.M. Hermann vom MPI für neurologische Forschung publizierten eine **Literaturübersicht über mögliche Wirkungen der Felder des Mobilfunks auf das Zentralnervensystem**. Es werden Ergebnisse von in-vitro-Ver suchen, von Tier-Experimenten, von Untersuchungen an Probanden und von epidemiologischen Erhebungen referiert und kritisch abgewogen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass zwar manches noch näher untersucht werden sollte, manchen Phänomenen, wie z.B. den gefundenen, aber schwer reproduzierbaren Effekten der HF-Felder auf Schlaf und kognitive Funktionen sollte man weiter nachgehen, doch insgesamt gäbe es bisher nur eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür, dass gepulste oder kontinuierliche Felder des Mobilfunks die funktionale und strukturelle Integrität des menschlichen Gehirnes beeinflussen könnten. Lediglich im Falle einer Erwärmung seien Effekte konsistent, dies jedoch läge außerhalb der normalen Exposition durch das Handy. Anders hingegen verhalte es sich mit den indirekten Effekten, so z.B. mit der steigenden Anzahl von Verkehrsunfällen, verursacht durch Telefonieren im Straßenverkehr. Dies sei weiter zu beachten und Möglichkeiten der Vermeidung solcher Unfälle intensiver zu erörtern (Hossmann, K. A. and Hermann, D. M.: Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. *Bioelectromagnetics* 24, 49-62. 2003).

Nachdem die Gruppe um Lennard Hardell bereits vor drei Jahren aus dem schwedischen Krebsregister von 1994-1996 Fälle von **Hirntumoren der Dauer des Mobil-Telefonierens** gegenübergestellt hatte (Hardell, L. et al.: *Intern. J.*

*Oncology*, 15, 113-116. 1999) liegt jetzt eine neue Erhebung vor, welche die **Jahre 1997 bis 2000** überstreicht, ohne die alten Werte wieder zu verwenden. Es handelt sich um Daten von noch lebenden Patienten (insges. 588 im Alter zwischen 20 und 80 Jahren), die solchen einer gleichen Anzahl von Kontrollpersonen gegenübergestellt werden. In Fragebögen und teilweise nach telefonischer Rücksprache wurden berufliche und private Expositionen, Rauchergewohnheiten etc., aber auch Arten des Telefonierens (z.B. mittl. Dauer pro Tag, rechts- oder linkshändig, Geräteart) erfasst. Dabei ging es um analoge (18,7%), digitale (34,7%) und schnurlose Telefone (30,4%). In diesen drei Kategorien gemittelt, konnten, wie auch schon in der vorigen Erhebung, keine signifikanten Risiko-Erhöhungen gefunden werden. Anders allerdings, wenn die Korrelation zwischen der Seite beachtet wurde, an denen Krebskranke das Telefon gewöhnlich hielten, und dem Auftreten des Hirntumors. Beim Analog-Telefon ergab sich eine OR von 1,85 (95% Konfidenzintervall: 1,16-2,96), beim Digital-Telefon 1,59 (1,05-2,41) und beim schnurlosen Telefon 1,46 (0,96-2,23). Diese Werte sind nicht hoch und statistisch nicht sehr sicher, verdienen aber Beachtung. Allerdings ist zu bedenken, dass die absolute Anzahl der Fälle bei dieser Differenzierung drastisch sinkt (analog: 50/27, digital: 59/37, schnurlos: 55/37). Ob die Autoren mit Recht davon ausgehen können, dass die Patienten auch nach Diagnose und Therapie nicht wissen, in welchem Teil des Gehirns sich ihr Tumor befindet, sei dahingestellt. Jedenfalls erscheint die Objektivität der Aussage darüber, ob rechts oder links telefoniert wurde, nicht gesichert. Die Autoren sind der Meinung, dass statistische Fehler natürlich nicht auszuschließen seien, es scheine jedoch, als ob man die Ergebnisse dadurch nicht erklären könne. (Hardell, L.; Mild, K. H., and Carlberg, M.: Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *Int. J. Radiat. Biol.* 78, 931-936. 2002).

# Electromagnetic Fields and Fundamentals

Bericht über die 3. Internationale Konferenz

„Elektromagnetische Felder und Gesundheit des Menschen, Grundlagen und angewandte Forschung“ in Moskau und Sankt Petersburg

Eduard David

Im September vergangenen Jahres fand in Moskau und St. Petersburg eine internationale Konferenz zum Thema „Elektromagnetische Felder und Gesundheit des Menschen, Grundlagen und angewandte Forschung“ statt. Diese war von besonderem Interesse für Wissenschaftler aus aller Welt, da die in der ehemaligen UdSSR durchgeführte Forschung zum Thema EMVU teilweise immer noch unbekannt ist und auch die Festsetzungskriterien für Grenzwerte in Russland noch nachvollzogen werden müssen. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über den Verlauf, die Inhalte und Ergebnisse der sechstägigen Konferenz.



Prof. David mit Andreas Wojtysiak und Frau in Peterhof (St. Petersburg).

Die Konferenz wurde organisiert von:

- Russische Akademie der Wissenschaften (Abteilung für physikalische und chemische Biologie)
- Russisches Gesundheitsministerium
- Weltgesundheitsorganisation (WHO)
- Nord-West-Russisches Wissenschaftliches Zentrum für Hygiene und öffentliche Gesundheit
- Russisches Zentrum für elektromagnetische Sicherheit
- Russisches Zentrum für Bioelektromagnetische Verträglichkeit
- Russisches Nationales Komitee für Nicht-Ionisierenden Strahlenschutz (RNCNIRP)

Die Konferenz ist als Teil des WHO-Programms zur internationalen Harmonisie-

rung von Richtlinien zur Bewertung von gesundheitsrelevanten Einflüssen und von Grenzwerten zu verstehen.

Die Konferenz wurde gefördert von der Weltgesundheitsorganisation (WHO), dem Europäischen Büro für Weltraumforschung und Entwicklung, dem Luftwaffenzentrum für wissenschaftliche Forschung und dem US-Luftwaffen-Forschungslabor.

In Kooperation mit folgenden Gesellschaften:

- MS Air Force Research Laboratory (AFRL)
- Internationale Kommission für Nicht-Ionisierenden Strahlenschutz (ICNIRP)
- Europäische Bio-Elektromagnetische Gesellschaft (EBEA)

# and Human Health, and Applied Research



Besonders von amerikanischer Seite ist man an dem Know-How der lange abgeschotteten Forschungsprogramme des Ostens interessiert, was die Bereitschaft zur Mitfinanzierung solcher Veranstaltungen erklärt. Laut Murphy vom US Air Force Research Laboratory ist es billiger, Erkenntnisse so zu gewinnen, als die Ergebnisse in eigenen Labors zu überprüfen. Außerdem möchte man westlicherseits geklärt wissen, warum die Russen so niedrige Grenzwerte fordern.

## Das internationale Programmkomitee bestand aus:

- Onischenko, G. G.; Gesundheitsministerium in Moskau
- Repacholi, M.; WHO, Genf
- Burlakowa, E. B.; Leiterin der wiss. Strahlenschutzkommission biologischer Probleme
- Ilyin, L. A.; Direktor des staatl. Forschungszentrums f. Biophysik in Moskau
- Kheifets, L.; Vertreterin aus dem internationalen WHO EMF Projekt und Leiterin des Strahlenschutzprogramms
- Fesenko, E. E.; Direktor des Biophysikalischen Forschungsinstitutes in Puschino bei Moskau
- Murphy, M. P.; Leiter der Radiofrequenz-Strahlungs-Abteilung des US-Luftwaffen-Forschungs-Laboratoriums in Texas, USA
- Klauenberg, B. J.; Stellvertretender Vorsitzender der TG-002 in der NATO
- Chaslim, V. P.; Direktor des Nord-West-

Zentrums für Hygiene und öffentliches Gesundheitswesen in St. Petersburg, Russland

- Grigoriev, Y. G.; Vorsitzender des RNC-NIRP

Das Komitee war bestrebt, eine ausgeprägte Diskussion zwischen russischen und westlichen Wissenschaftlern anzuregen und die Begründung zur Festlegung von Grenzwerten mit Forschungsarbeiten zu ermöglichen. Man hat deshalb auch eine Reihe westlicher Wissenschaftler verpflichtet, die ursprünglich aus dem russischen Sprachraum stammten.

## Das Organisationskomitee bestand aus:

Sechs russischen und zwei amerikanischen Mitgliedern unter dem Schirm der russischen Akademie der Wissenschaften und des russischen Gesundheitsministeriums.

Der Kongress fand interessanterweise an zwei Orten, in Moskau vom 18.-20. Sept. 2002 und in St. Petersburg vom 23.-24. Sept. 2002, statt und wurde auch entsprechend getrennt organisiert. In Moskau wurden fünf wissenschaftliche Sitzungen abgehalten, mit anschließender Diskussion. In St. Petersburg wurde ein Round-Table-Gespräch mit aktiv am Kongress Beteiligten durchgeführt, mit anschließender Diskussion über die Harmonisierung von EMF-Standards. Am Schluss wurde eine Resolution über die Konferenzergebnisse angenommen.



Die Fontänen von Peterhof  
(Sommerresidenz des Zaren).



Der „Turm des Schweigens“. Hier hat Pawlow (Büste) seine Versuche mit Hunden durchgeführt.



Dr. Repacholi (WHO) und Prof. Grigoriev eröffnen die Tagung.

### Vortragsschwerpunkte

Die Vortragssitzungen fanden in Moskau statt und umfassten folgende Schwerpunkte:

- Grundsätzliche Probleme bei der Erforschung elektromagnetischer Einflüsse auf die Gesundheit der Bevölkerung
- Mechanismen der biologischen Effekte bei Exposition mit elektromagnetischen Feldern
- Somatische Effekte bei Exposition mit radiofrequenten und gepulsten elektromagnetischen Feldern
- Probleme der Feldexposition aus Sicht der Hygiene, besonders der Pathologie in der Arbeitsmedizin
- Elektromagnetische Felder in der mobilen Telekommunikation
- Dosimetrie und Bewertung der Absorptionsrate
- Diagnostik und Therapie (medizinisch) unter Nutzung elektromagnetischer Felder

Nachfolgende Sitzungen fanden in St. Petersburg – in Form eines Round Tables – unter Beteiligung der Kongressteilnehmer statt. Der Themenblock ist nachfolgend in einzelne Sinninhalte unterteilt:

- Harmonisierung der EMF-Standards in Verbindung mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen osteuropäischer Länder;
- Diskussion der Ergebnisse aus Experimenten mit chronischer (monate- und jahrelanger) Feldexposition, die früher in der UdSSR durchgeführt wurden;
- EMF-Standards in der UdSSR und Russland, wie sie aus den chronischen Experimenten abgeleitet wurden;
- Gesichtspunkte ausländischer (nicht-russischer) Wissenschaftler zu den EMF-Standards in der UdSSR und Russland;
- Diskussion zu Fragen der Harmonisierung der unterschiedlichen EMF-Standards;

Die oben genannten Schwerpunkte sind in 55 Einzelvorträgen zu 15 min, Hauptreferaten und in 71 Postern behandelt worden. Das Gros der Autoren stammte aus Russland (Anzahl der Beiträge: 84), ge-

folgt von den USA (14) und Weißrussland (11). Des weiteren stammten Autoren aus Armenien (4), Aserbaidjan (1), Bulgarien (2), China (1), Deutschland (1), England (1), Frankreich (2), Georgien (1), Italien (3), Kroatien (1), Lettland (1), Polen (2), Republik Kasachstan (1), Riga (1), Schweden (2), Sibirische Republik (1), Ukraine (3). Zwei Autoren waren Vertreter der WHO (Genf).

### Die Vorträge im einzelnen

#### Dr. Michael Repacholi (WHO Swiss):

In seinem Einführungsvortrag weist Herr Repacholi auf die Notwendigkeit einer internationalen Harmonisierung der Normen im allgemeinen hin sowie im speziellen hinsichtlich des Umgangs mit der Wirkung elektromagnetischer Felder auf die Technik, die Umwelt und besonders auf die menschliche Gesundheit. Diese Harmonisierung soll nicht nur internationale Handelshemmnisse minimieren, sondern der Vernetzung der Ostkollegen mit unseren Informationssystemen dienen. In diesem Zusammenhang präsentiert er das internationale EMF-Projekt für den Frequenzbereich 0-2000 GHz, welches 1996 gegründet wurde, auf 10 Jahre ausgelegt ist und 150 Millionen Dollar benötigen wird. Es umfasst wissenschaftliche Berichterstattung, technische Neuerungen und Risikowahrnehmung. Seine Ziele sind die Sammlung von Ergebnissen, Gesundheitseffekte zu etablieren und Richtlinien zu erstellen, die Effekte, Sicherheitsfaktoren und Grenzwerte mit einschließen. Angepeilt werden Grenzwerte mit 10fach erniedrigtem Niveau für Berufstätige und 50fach erniedrigt für die allgemeine Bevölkerung.

#### Dr. Leeka Kheifets (WHO Swiss):

spricht über Risikowahrnehmung, gesicherte Grenzwerte und „ALARA“-Forderungen („As long as reasonable achievable“) im Hinblick auf die Korrelation zwischen dem Ausmaß der individuellen Beeinflussung und den gesicherten Effekten. Im Jahre 2000 wurde dazu eine europäi-

sche Kommission gegründet, die sich um sinnvolle Schutzmaßnahmen kümmern soll. Diese versucht, nach dem Verhältnis Benefit zu Risiko vorzugehen. Sie benötigt dazu die Gewichtung der Erkenntnisse (evidence), das Wissen um die Kosten (Effektivität) und die Möglichkeiten, eventuelle Einflüsse zu mindern oder zu verhindern. Die Kommission untersucht dazu folgende Fragen:

Welches Gewicht haben Daten aus Tierversuchen für den Menschen?

Wie sind falsch positive und falsch negative Ergebnisse zu bewerten?

Welche Maßnahmen sind aus Kostengründen sinnvoll („prudent avoidance“, „kluge Vermeidung“)?

Schließlich muss geklärt werden, wer das Mandat der Prüfung und Überwachung erhält.

#### **Prof. Grigoriev (Russ. Akad. d. Wiss. und Russ. Komm. für nicht ionisierende Strahlen):**

In seinem mit Spannung erwarteten Einführungsvortrag stellt er zunächst die in Russland involvierten Institutionen vor. Es sind dies solche aus der Forschung, der Radiologie und Radiobiologie, der Hygiene, der Standardisierung, der Dosimetrie, der Therapie u. a. mit insgesamt 32 Spezifikationen. Dazu kommen Zentren der Biophysik, der medizinischen Biologie, der physikalischen und technischen Messtechnik, des Gesundheitsamtes (Hygiene), der Weltraumforschung, des Militärs etc..

Es wird gesucht nach akuten und chronischen Effekten, nach Fragen der Dosis und Kumulationswirkungen. Russland bietet sich besonders dazu an, Forschungen durchzuführen. Aus dem vergangenen politischen System sind entsprechende wissenschaftliche Strukturen vorhanden. Russland verfügt wegen der Größe seiner Bevölkerung über viele Menschen. Aus den unterschiedlich technisierten Regionen bieten sich nicht belastete (Mobiltelefon) Vergleichsgruppen an. Außerdem gibt es viel Kapazität in der Weltraumforschung.

Weiterhin macht es die Heterogenität der Landschaft möglich, viele Confounder zu finden.

Im Gegensatz zu manchen westlichen Ländern (Deutschland) sind die Grenzwerte in Russland Empfehlungen und nicht als Verordnung gesetzlich festgelegt. Sie sind im allgemeinen um mindestens den Faktor 10 niedriger als im Westen, so dass die westliche Exportindustrie sich anpassen muss.

In Russland liegen Ergebnisse aus der hygienischen Epidemiologie an Kindern, Kranken (leider meist ohne Negativkontrolle), Alten und Schwangeren (sogenannte genetische Beeinflussungen) und aus Untersuchungen an Ratten bei HF-Exposition mit 5 – 10 mW/cm<sup>2</sup> mit modulierten Frequenzen, die allerdings unter Beachtung der internationalen Qualitätsstandards in der Forschung wiederholt werden müssten, vor. In der Diskussion stellt sich die Frage, wer die Wiederholungsversuche durchführen soll (Ost oder West). Zudem wird gefragt, wer diese finanzieren soll und wer autorisiert wird, die Ergebnisse zu bewerten.

#### **Nachfolgend 15-minütige Vorträge über die Mechanismen biologischer Effekte durch EMF-Exposition (Chairmen: C. Chou und E. Fesenko):**

Diese Gruppe von Vorträgen, gehalten von Wissenschaftlern vornehmlich aus Russland und USA, beschäftigt sich zunächst mit den physikalischen Grundlagen von Interaktionen der Felder mit Materie, wobei die Frage der Entropie, des thermischen Rauschens und des Energieerhaltungssatzes eine wichtige Rolle spielen. Während sich die russischen Wissenschaftler vornehmlich der phänomenologischen Beschreibung von Reaktionen niedrig organisierter Lebewesen wie Insekten zuwandten, haben die Amerikaner mehr Kausalanalyse betrieben. So gibt es russischerseits Daten über die vermehrte Produktion von Pheromonen (Sexuallockstoffen) bei Bestrahlung der Fühler. Dabei zeigt

die Aktionspotentialfolge der Neurone in den Fühlern der Insekten eine höhere „open-state-probability“, d. h. höhere Erregbarkeit bei häufiger geöffnetem Zustand der Ca-Ionen-Kanäle in der Nervenzellmembran. Die Untersuchungen wurden mit der Patch-Clamp-Technik durchgeführt. Magnetische Gleich- und Wechselfelder zeigten in Kombination mit ELF-Feldern deutliche Effekte in Amplituden- und Frequenzfenstern, speziell an den Photorezeptoren.

#### **Nachfolgend werden von Teilnehmern aus China, Russland, Polen und USA weitere Ergebnisse an Einzelzell-Experimenten dargestellt:**

Die Effekte betreffen Zell-Zell-Kommunikationsänderungen bzw. deren Suppression durch Beeinflussung der „Gap Junctions“ durch ELF-Magnetfelder (Niederfrequenz). Die russischen Untersucher demonstrieren dazu einige zellphysiologische Mechanismen speziell aus den Phosphatzyklen, die unter schwachen ELF-Magnetfeldern Veränderungen an kurzlebigen Organismen in der Lebenszeit bewirken. In der Diskussion wird dazu das Fehlen von Negativ-Kontrollen bemängelt. Bei Effekten mit niedriger Wahrscheinlichkeit können diese rein statistisch entstehen. In gleicher Weise werden Positiv-Kontrollen gefordert, die ohne Einfluss von Feldern das natürliche Auftreten der untersuchten Effekte aufdecken könnten.

Das gilt auch für die gentechnischen Untersuchungen der italienischen Gruppe an ETS-Genen (Gene, die im Krebsgeschehen und in der Embryonalentwicklung eine Rolle spielen) unter EMF-Exposition. Im weiteren werden von der polnischen Gruppe unter Szmigielski Wirkungen auf die immunotrope Potenz von isolierten, immunkompetenten menschlichen Zellen (Lymphozyten) in vitro durch pulsmodierte 1300 MHz Mikrowellen dargestellt.

Immer wieder wird von den Russen, aber auch Amerikanern nach primären Mechanismen unter HF-Wirkung sowohl physi-



Dr. Murphy (US-Air-Res.Lab.)



Prof. Grigoriev

kalischer als auch biochemischer Natur gesucht, die über die Veränderungen der Eiweiß-Wasser-Strukturen Effekte auslösen. Sie versuchen so auch, das „KT-Problem“ zu lösen. So versucht man auch, die von den Italienern gezeigten Einflüsse (allerdings nur für 0,8 mT ELF) auf die Phosphorylierung der Connecting-Proteine (Kupplungseiweiße) der Gap Junctions mit der Laser-Scanning-Mikroskopie zu erklären. Auch in der Molekularonkologie gibt es Untersuchungen, z. B. aus Italien, die bei 50 MHz Amplitudenmodulation und 60 V/m einen Einfluss auf verschiedene „Domains“ (Eiweißstrukturen bzw. deren Fraktionen) zeigten, die die Genexpression der mRNA („messenger -RNA“ = „Boten-Ribonukleinsäure“) im Rahmen der Zell-Zell-Bindung bewirken. Dabei geht man davon aus, dass die Metastasierung von Karzinomzellen auf diesem Mechanismus basiert. Mit besonderen Methoden, z. B. der Gyroskopie, lassen sich Strukturanalysen von Flüssigkeiten durchführen, die auf einer Art Polarisationsmikroskopie beruhen. Ein international bekannter russischer Biophysiker namens V. N. Binhi erklärt damit „Window“-Effekte im Mikrowellenbereich. Das Problem liegt in der Übertragung dieser Mikroeffekte auf den Menschen.

**Die folgende Sitzung, moderiert von S. Szmigielski (Polen) und A. Pakhomov (Texas, USA), beschäftigt sich mit den somatischen Effekten unter radiofrequenter EMF-Exposition:**

Die Vortragenden verschiedener Länder, z. B. aus USA, Schweden, vorwiegend aber aus Russland, berichten über Änderungen von Funktionen einiger lebender Organe. So berichtet Merritt über die Replikation von Experimenten über den Calciumstrom von Nervenzellen des Kükengehirns unter Mikrowellenbestrahlung. Diese Beobachtung ist deshalb interessant, weil üblicherweise der Extrazellularraum eine höhere Ca-Ionen-Konzentration aufweist als der Intrazellularraum. Das bedeutet, dass

bei Öffnung der Ca-Ionenkanäle Ca-Ionen eigentlich in die Zelle hinein strömen müssten. Weitere Berichte zum Thema behandeln die morpho-funktionalen Änderungen bestimmter Gehirnareale vornehmlich in Tierversuchen (Hühner, Ratten, Katzen etc.). Ein weiteres großes Gebiet ist die Immunmodulation vornehmlich an isolierten Lymphozyten, die teils intravital, also vor ihrer Entnahme aus dem Blut, und teils in vitro mit Mikrowellen behandelt wurden.

Anschließend geht die Thematik auf die Beschreibung von Funktionsänderungen im Gesamtorganismus über. In einem 24-Std.-Monitoring konnte die Gruppe von Hansson Mild (Schweden) zusammen mit Lyskov (Russ., St. Petersburg) zeigen, dass sensible Personen unter Feldeinwirkung eine eingeschränkte Variabilität der Herzfrequenz aufwiesen. Diese Beobachtung wird in Russland von verschiedenen Seiten berichtet und wird sogar unter Benützung der Langzeit-Fourier-Analyse bis in die Weltraumforschung benutzt. Die Ergebnisse werden von den oben genannten Autoren allerdings noch als vorläufig betrachtet, denn es fehlt eine genaue Definition der elektromagnetischen Überempfindlichkeit, als auch exakte Angaben über die normale Herzfrequenzvariabilität.

Weitere Untersuchungen über die Plastizität der synaptischen Verbindungen im Gehirn leiten über zu Verhaltensänderungen und der Stress-Bewältigung am Menschen unter kontinuierlichem und gepulstem Mikrowelleneinfluss.

**Die nächste Sitzung unter der Moderation von M. Murphy (Texas), L. Kheifets (WHO, Genf) und Khudnitsky (Russland) beschäftigt sich mit hygienischen Problemen und der Arbeitsmedizin:**

Einleitend schildert Murphy die Arbeitsweise und Thematik des Forschungslabors der Luftwaffe, in dem mit hochenergetischen, radiofrequenten Expositionen vornehmlich an Tieren Reaktionen beobachtet werden. Wenn auch die Expositi-

onsintensitäten wesentlich höher als im täglichen Leben sind, so sind sie doch gut geeignet, Aussagen über die Validität von Grenzwerten zu geben. Interessant ist auch seine Meinung über HF-Höreffekte.

Unter den Hygiene-Problemen verstehen die nachfolgenden Autoren Russlands, unter anderen ist hier Frau N.B. Rubtsova zu nennen, arbeitsmedizinische Bedingungen bestimmter Berufsgruppen und damit korreliert deren Gesundheitsstatus. Wenn auch in mehreren Vorträgen die Untersuchung von Flugpersonal und dessen Belastung durch Radar dargestellt wird, so ist doch der kausale Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und Krankheit schwer erkennbar. Es ist z. B. in den Vorträgen, die sich mit dem sehr gestressten Ambulanzpersonal beschäftigen, die Radarbelastung nicht quantifiziert.

#### **Im folgenden Abschnitt werden Vorträge dargestellt, die sich mit den Problemen der EMF-Kommunikation befassen:**

Die Franzosen (F. Batellier u. a.) haben an einer großen Zahl von Hühnerembryonen die direkte Einwirkung von Mobilfunkstrahlung beobachtet und in einer Art epidemiologischer Auswertung beschrieben. Den sehr geringen Effekten haftet der Vorwurf der fehlenden Signifikanz an, so dass sie schwer bewertbar sind.

Die große Gruppe aus dem russischen Arbeitsmedizinbereich beschäftigt sich mit den möglichen Wirkungen in der Arbeitswelt der Telekommunikation:

Besonderes Augenmerk wird in den Vorträgen auf die Erstellung von Standards gelegt, die es ermöglichen sollen, Vorsorge zu betreiben. Dabei soll Anleihe genommen werden, wie im Vortrag von Grigoriev geschildert, an den Erfahrungen der Rundfunktechnik, hier im besonderen Fall der Moskauer Region. Daran aufgehängt ist der Plan des russischen Gesundheitsministeriums, wie im Vortrag von Bokitko dargestellt und von der Arbeitsgruppe „Mobiltelekommunikation“ des Gesund-

heitsministeriums angestrebt, Richtlinien für die Messung, Planung, Information und Sicherheit zu erstellen.

#### **Im nächsten Abschnitt sind die Vorträge zur Dosimetrie und Bewertung der Absorptionsrate zusammengefasst. Moderation durch Yu. Spodobaev (Russland) und D. Simunic (Kroatien):**

Im einzelnen werden reale Messdaten und berechnete Absorptionsraten dargestellt und mit dosimetrischen Daten aus computerisierten Modellen von Mensch und Tier verglichen. Weiterhin werden Daten von Modellen mit experimentellen Daten aus der HF-Absorption der Haut verglichen und analysiert. C. Andenna (Italien) stellt dazu die ISPEL (Nationales Institut für Arbeitssicherheit und Prävention) aus Italien vor. Anforderungen an Modelle von Organresonanz und Ganzkörper stellt A. L. Lyssy aus USA vor.

#### **Die Sitzung über die Verwendung von EMF in der medizinischen Diagnostik unter M. Markov und R. Gimranov stellt den Abschluss in Moskau dar:**

Markov (USA) eröffnet die Sitzung mit dem Vortrag über die Verwendung von Magnetimpulsen in Medizin und Biologie. Seine Fortsetzung findet der nächste Vortrag über die Verwendung von gepulsten Magnetfeld-Applikationen, um organische Funktionen nach Strahlenschäden zu aktivieren. Es handelt sich um eine retrospektive klinische Studie. Weiterhin wird aus USA über die Behandlung von Osteoarthritis und der Epilepsie mit Magnetfeldern berichtet. Zum Teil verwenden solche Behandlungsmethoden extrem schwache Magnetfelder, deren Interferenz mit dem wesentlich stärkeren Magnetfeld der Erde nicht berücksichtigt wurde. Ansonsten ergibt sich die organisatorische Frage nach dem Umgang mit medizinischen Anwendungen und der allgemeinen Gültigkeit der Grenzwerte.

#### **Überfahrt nach St. Petersburg:**

Die St. Petersburger Konferenz diente der Diskussion des Plenums mit den einzelnen Rednern, die ihre Gesichtspunkte in kurzen Vorträgen darstellten. Sie endete in der Darstellung der Standards in den einzelnen Ländern und führte zu einer gemeinsamen Resolution der Konferenz.

#### **Schlussfolgerungen aus den Vorträgen:**

- Kinder in EMF: für die WHO ist das Thema noch aktuell. Im Jahr 2003 ist eine Konferenz hierzu von der WHO geplant.
- Elektrosensibilität: Vorträge von Lyskov und Belyaev: weiterhin keine belastbaren Hinweise auf eine kausale Beziehung zwischen Feldwirkungen und gesundheitlichen Symptomen. Beide finden verschiedene biol./med. Parameter experimentell beeinflussbar, jedoch keine Unterschiede zwischen Kontrollpersonen und Personen mit geäußelter Elektrosensibilität.
- Pulsung: Review von Lu (US Air Force). Demnach gebe es verschiedene Studien, die einen Effekt bei Pulsung, jedoch nicht bei CW zeigen. Nach Ansicht des Autors insgesamt jedoch kein starker oder schlüssiger Hinweis auf eine besondere Wirksamkeit gepulster Felder.
- Kombinationswirkungen: nach D'Andrea (US Air Force) keine unerwarteten Effekte bei Exposition mit 200 MHz und 3 GHz (2-6 W/kg) im Verhaltenstest bei Affen. Die Reaktionen entsprechen einer Mischform der Einzelexpositionen, entsprechend dem Feldanteil. Die Reaktionen sind thermischer Natur.
- Russische Forschungsarbeiten: die vorgestellten Arbeiten sind oftmals relativ alt, gerade im Hochfrequenz-/Mikrowellenbereich aus den 70er und 80er Jahren. Es handelt sich z.T. um Korrelationen zwischen Feldexpositionen und aufgetretenen Symptomen (Krankheiten), z.T. um experimentelle Studien, vornehmlich im Tierexperiment an Nagern und z.T. um Studien zum Mechanismus von Feldwirkungen.



Viele Arbeiten sind nur in russischsprachigen Zeitschriften publiziert und daher im englischsprachigen Raum weitgehend unbekannt und umgekehrt. Die verschiedenen Sprachen stellen immer noch ein Kommunikationshemmnis dar.

- Mechanismen: keine erkennbaren wesentlichen Fortschritte;

- epidemiologische Studien: Krankheiten werden (besonders am Arbeitsplatz) in den Staaten der ehemaligen UdSSR systematisch dokumentiert. Die Verbindung zu elektromagnetischen Feldern erscheint aus wissenschaftlicher Sicht oft nicht belastbar.

Kritikpunkt: Sind mögliche Kofaktoren nicht ermittelt und beachtet worden?

- tierexperimentelle Studien: die untersuchten Parameter sind oft gesundheitsrelevant (z.B. Teratologie, Hämatologie, siehe Zusammenfassung Grigoriev im Tagungsband). Die Methodik erscheint oft recht solide, teilweise werden im Westen unübliche, oft aber übliche Methoden verwendet. Die Arbeiten lassen eine recht gute interne Konsistenz erkennen (innerhalb von Laboratorien und/oder Forschergruppen). Externe Konsistenz oder gar unabhängige Reproduktion bleiben als Kritikpunkte in der Diskussion. Weiterhin muss die zumeist geringe Anzahl an Tieren ( $n = 8 - 10$  Tiere pro Versuchsgruppe) hinterfragt werden. In den russischen Forschungsarbeiten werden sehr viele einzelne Parameter an den Tieren ermittelt, von denen auch viele statistisch signifikant verändert gefunden werden. Es ergibt sich jedoch kein schlüssiges Bild aus den Veränderungen, viele erscheinen unsystematisch und unzusammenhängend.

- Grenzwerte: Die Vertreter der russischen Gremien bleiben der Ansicht, dass

die dargestellten und die weiteren Forschungsarbeiten die niedrigen Grenzwerte rechtfertigen. Die Festlegung der WHO auf etablierte gesundheitliche Effekte wird von russischer Seite diskutiert und hinterfragt. Es herrscht keine Einigkeit über den Begriff „etabliert“.

### Prinzipielle Probleme bei der Harmonisierung der Standards in Russland:

In der UdSSR sind sehr viele Publikationen, meist in eigenen Organen und in russischer Sprache, entstanden, und zwar unter anderen Bedingungen als in westlichen Institutionen. Zunächst hat die fehlende Kommunikation mit dem westlichen Ausland einen fruchtbaren Boden für eigenständige Ideen geschaffen, allerdings mit dem Handicap, dass diese nicht der internationalen Kontrolle unterlagen. Die so entstandenen Forschungsergebnisse sind aber nicht unter dem Gesichtspunkt der Grenzwertfindung entstanden, sondern mehr im Sinne einer wertfreien Wissenschaft. Es ist natürlich durchaus denkbar, dass ihre Anwendbarkeit im politischen und militärischen Bereich mindestens nicht auszuschließen war.

Im Rahmen der im Westen entstandenen Notwendigkeit, Grenzwerte zum Schutze der Bevölkerung vor sog. Kollateralschäden, wie dies im militärischen Bereich bezeichnet wird, aufzustellen, hat man dies auch in der UdSSR übernommen, aber unter anderen Voraussetzungen. So wurde die Angabe: „unterhalb der Grenzwerte gibt es keinerlei Reaktion“ so ausgelegt, dass auch im molekularen Bereich keine Veränderungen stattfinden dürfen. Es ist aber allgemein bekannt, dass in diesem submolekularen Bereich z.B. bei sehr niedrigen Temperaturen schwache Effekte, die normalerweise im thermischen Rauschen untergehen, sichtbar werden, die auf zellulärer Ebene oder gar im Gesamtorganismus absolut keine Rolle spielen. Schließlich hat man damals psychologische Reaktionen nicht richtig eingeordnet

und somatischen gleichgestellt. Mit solchen psychologischen Effekten sind die Russen schon 1972 an die westliche Öffentlichkeit – allerdings im niederfrequenten Bereich der Energieversorgung – getreten und haben damals eine heftige Diskussion losgetreten, die ja bekanntlich bis heute anhält.

Von entscheidender Bedeutung war für die Russen unsere Definition: „Unterhalb der Grenzwerte passiert nichts.“ Da in Russland interessanterweise die Low-Energy-Emission-Therapy sehr populär ist, schreibt man dieser einen „Effekt“ zu. Diese Form der Therapie wird im extrem niedrigen Energiebereich angewandt, mit der Schlussfolgerung, dass die Grenzwerte darunter liegen müssten.

Auf der anderen Seite sind die Experimente oft nicht unter den Regeln der „good scientific practice“ durchgeführt worden, und so fehlt oft die Negativkontrolle bzw. eine genaue Definition des Expositionsparameters. So besitzen die Russen umfangreiche Statistiken über Krankheitsfälle bei Arbeitern in den verschiedenen Branchen, die man aber nicht auf entsprechende Expositionsparameter beziehen kann.

So wird allen klar, dass die früher gemachten Experimente entsprechend wiederholt werden müssten und zwar unter internationaler Kontrolle. Die Frage ist nur, ob dies in Russland mit internationaler Finanzierung oder im Ausland geschehen soll. Letzteres ist natürlich nur unter Preisgabe der genauen Versuchsparameter möglich.

Verständlicherweise besteht in Russland der Wunsch, die Experimente möglichst auch im Sinne einer besseren Auslastung der wissenschaftlichen Einrichtungen selbst durchzuführen. Eine Einigung darüber bleibt späteren Treffen vorbehalten. Im Abschlusskommuniqué wird dies zusammen mit der Notwendigkeit der Harmonisierung der Grenzwerte zwischen uns und den osteuropäischen Staaten zum Ausdruck gebracht.

E. David, Universität Witten/Herdecke

Im 6. Rahmenprogramm der Europäischen Union bleiben Umwelt- und Gesundheitsaspekte der Mobilfunktechnik außen vor

# Thema „Mobilfunk und Umwelt“ ist Außenseiter

Christoph Bächtle

Im Jahr 1984 führte die Europäische Union (EU) zum ersten Mal ein umfassendes Schwerpunktprogramm zur Förderung von Forschung und Technologie in Europa, das so genannte Rahmenprogramm, durch. Im Jahr 2002 startete die sechste Auflage, doch nachdem im 5. Rahmenprogramm noch Projekte zum Thema elektromagnetische Verträglichkeit in einem der sieben Themenfelder eingeplant waren, finden diese Fragen im aktuellen Programm keine Berücksichtigung mehr. Das Thema „Mobilfunk und Umwelt“ steht bei der EU z.Zt. etwas im Abseits.



Fast 20 Jahre ist es her, dass die Europäische Union die Rahmenprogramme für die Entwicklung von Forschung und Technologie in Europa auf den Weg brachte. 3,2 Milliarden Euro stellten die Verantwortlichen damals bereit, um im ersten Rahmenprogramm gemeinsame Forschungs- und Technologieprojekte zu unterstützen. Mehr als 7000 Projekte wurden in den inzwischen abgeschlossenen fünf Rahmenprogrammen realisiert. Das erste Rahmenprogramm lief lediglich über vier Jahre, seit 1987 sind fünf Jahre je Programm die Regel. Erheblich angehoben wurden die Fördermittel. Beim 3. Rahmenprogramm zwischen 1994 und 1998 wur-

de mit 13,12 Milliarden Euro die Marke von 10 Milliarden Euro erstmals überschritten, im aktuellen 6. Rahmenprogramm stehen den Projektkoordinatoren 16,27 Milliarden Euro zur Verfügung.

Die Fördermittel wachsen also stetig im europäischen Forschungsraum und trotzdem müssen wichtige Themen ins zweite Glied zurückweichen. Im 5. Rahmenprogramm, das zwischen 1998 und 2002 durchgeführt wurde, hatte das Thema „potenzielle Umweltwirkungen elektromagnetischer Felder“ noch seinen Platz. Gefüttert mit dem Stichwort „radiation protection“ findet die Suchmaschine des „Forschungs- und Entwicklungsinformations-

dienstes der Gemeinschaft“ (CORDIS) 23 Projekte, drei davon befassen sich mit der Frage, ob elektromagnetische Felder von Mobilfunkanlagen oder -telefonen die Gesundheit beeinträchtigen.

Das 5. Rahmenprogramm ist in sieben so genannte thematische Programme gegliedert, jedes Teilprogramm ist wiederum in mehrere Leitaktionen unterteilt. Projekte zur Untersuchung potenzieller Umweltwirkungen elektromagnetischer Felder waren im ersten thematischen Programm, „Quality of Life and Management of Living Resources“, und dort in der vierten Leitaktion „Umwelt und Gesundheit“ verankert. 32,1 Millionen Euro wurden im Programm „Quality of Life and Management of Living Resources“ verteilt, die Erforschung von potenziellen Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Mensch und Umwelt fand somit im 5. Rahmenprogramm finanzielle Förderung.

Doch nun ist gewiss, dass die Europäische Union für die nahe Zukunft anderen Themen den Vorzug gibt. Im sechsten Rahmenprogramm, das die wissenschaftlichen Ziele der kontinentalen Ländergemeinschaft für die Jahre 2002 bis 2006 festlegt, spielt Mobilfunk zwar eine wichtige Rolle, aber ausschließlich im Hinblick auf die Entwicklung und die Nutzung dieser Technologie. Lediglich im thematischen Programm „Information Society Technology“ (IST) ist die Mobilfunktechnik als Teil der Kommunikations- und Informationstechnologie von Bedeutung. Fragen nach möglichen Umweltwirkungen sind ausgeklammert und sind auch in anderen thematischen Schwerpunkten nicht zu finden.

Wissenschaftler aus der Europäischen Union und aus Partnerländern haben etwa 12000 Vorschläge dazu eingereicht, welche Fragen im Zuge des 6. Rahmenprogramms bearbeitet werden sollen. Die Suche in der Datenbank der eingegangenen Vorschläge mit den Stichworten „mobile phones“ oder „electromagnetic fields“ bringt weniger als zwanzig Treffer. Beleuchtet man das Suchergebnis genauer, bleibt am Ende kein ein-

ziger Vorschlag übrig, der sich mit umwelt- oder gesundheitsrelevanten Aspekten zur Mobilfunktechnik befasst. Das wundert nicht, denn die sieben thematischen Schwerpunkte des 6. Rahmenprogramms sind so gewählt, dass sich das Themenfeld „elektromagnetische Verträglichkeit in der Umwelt“ (EMVU) keinem dieser Fachbereiche aufdrängt. Der im 5. Rahmenprogramm mit „Quality of Life and Management of Living Resources“ benannte Schwerpunkt ist im aktuellen Programm einem neuen gewichen: „Life Sciences, Genomics and Biotechnology for Health“.

Im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 29.08.2002 ist nachzulesen, der Europäische Rat habe bereits auf seiner Tagung im März 2001 in Stockholm darauf hingewiesen, „dass besondere Anstrengungen im Bereich der neuen Technologien, vor allem der Biotechnologie, erforderlich sind.“ Biotechnologie, Genforschung und Gesundheit rücken also in den Vordergrund. Auf der anderen Seite ist es ein erklärtes Ansinnen der Eurokraten, auch die Informations- und Kommunikationstechnologie voran zu treiben. In oben genannter Ausgabe des Amtsblattes steht als Beschluss: „In diesem Rahmen sollen Forschungsmaßnahmen für gezielte Initiativen, wie die Entwicklung der nächsten Generation mobiler Kommunikationssysteme, gebündelt werden.“

Es besteht einiger Anlass, die Themen so zu gewichten und auszuwählen, wie von den zuständigen EU-Gremien beschlossen. Die Biowissenschaften sind bedeutende Forschungsdisziplinen des 21. Jahrhunderts und die Entwicklungen in der Kommunikations- und Informationstechnologie werden unsere Gewohnheiten in Zukunft noch mehr verändern, als bereits geschehen. Wesentlich ist aber auch, das Bindeglied zwischen diesen Schwerpunkten zu schmieden, indem potenzielle Wirkungen neuer Technologien auf Umwelt und Gesundheit bereits jetzt hinterfragt und auf der Basis wissenschaftlich belastbarer Daten Antworten erarbeitet werden.

Noch im Jahr 2002 wurde im Arbeitsprogramm für den thematischen Schwerpunkt „Life Quality and Management of Living Resources“ des 5. Rahmenprogramms darüber informiert, dass „Vorschläge zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung, wie kognitive und sonstige Wirkungen, kombinierte Expositionen und Quantifizierung von Expositionen willkommen sind.“ Forschungsbedarf war im 5. Rahmenprogramm also noch gegeben, dennoch befindet sich das Thema EMVU derzeit allenfalls in der Warteschleife.

Die Festsetzung der thematischen Schwerpunkte eines Rahmenprogramms ist ein umfassender Prozess, in den neben dem Europäischen Rat, dem Europäischen Parlament auch die Europäische Kommission und mehrere Ausschüsse eingebunden sind. Leider gibt es von offizieller Seite keine ausreichende Begründung, welche Kriterien letztendlich zur Festlegung der Forschungsschwerpunkte im 6. Rahmenprogramm führten. Schriftliche Anfragen bei der EU blieben unbeantwortet. Die Experten der nationalen Kontaktstellen des 5. Rahmenprogramms sind in die Entscheidungen der EU zum 6. Rahmenprogramm nicht eingebunden, die nationalen Kontaktpersonen des 6. Rahmenprogramms treffen für Fragen zur EMVU keine Aussagen. So bleibt nur festzuhalten, dass die Projekte des 5. Rahmenprogramms noch nicht alle abgeschlossen sind und deren Ergebnisse noch ausgewertet werden müssen. Erst wenn die neuen Erkenntnisse analysiert und bewertet wurden, werden die Forschungsstrategen der Europäischen Union entscheiden, ob „Mobilfunk, Gesundheit und Umwelt“ im EU-geförderten Teil der europäischen Forschungslandschaft zukünftig auf den Gipfeln oder in den Tälern lokalisiert ist. Im Hinblick auf folgende Rahmenprogramme könnte dieser Themenkomplex 2006 vielleicht wieder in die erste Reihe streben.

Dipl. Biologe (f.o.) Christoph Bächtle

# Nachrichten



**Kurioses**

## Levitiertes Wasser

Obwohl sich die FGF sich üblicherweise mit streng wissenschaftlichen Themen befasst, muss sie sich manchmal auch um Kuriositäten kümmern. Im Jahr 2002 war „Levitiertes Wasser“ ein derartiges Sonderthema. Den Anbietern von „Levitationsmaschinen“ zufolge ist unser Trinkwasser durch Umwelteinflüsse (Umweltgifte, Mobilfunkwellen) geschädigt. Levitiertes Wasser hingegen sei ein physikalisch energetisiertes und regeneriertes Wasser mit „erstaunlichen Wirkungen“.

Die unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zum Thema „Levitiertes Wasser“ gefundenen Informationen geben allerdings keinerlei Aufschluss über biologische Effekte oder Wirkungen.

Das Umweltbundesamt kennt es keine wissenschaftlichen Belege über die biologischen Wirkungen, eine gesundheitsförderliche Wirkung wird für nicht wahrscheinlich gehalten. „Die Wirkung levitierten Wassers sei nicht nachvollziehbar“.

Das Schweizer Bundesamt für Gesundheitswesen urteilt, dass das levitierte Wasser „nichts bringe“. „Das ganze habe mehr mit Esoterik als mit Wissenschaft zu tun“.

## **COST 281 – Workshop in Dublin „Mobile Phone Base Stations and Health“**

Im Fokus Workshops stehen die von den Anrainern einer Mobilfunkstation vermuteten Gesundheitsbeeinträchtigungen.

Neue Funkmasten für die Basisstationen von Mobilfunknetzen führen häufig zu Klagen von Anwohnern über gesundheitliche Probleme, die zumeist unspezifischer Art sind (Kopfschmerzen, Schlafstörungen oder allgemeine Befindlichkeitsstörungen). Dies gilt insbesondere, wenn diese Funkmasten in reinen Wohngebieten errichtet werden. Obwohl in allen Fällen die gültigen Grenzwerte eingehalten und meist erheblich unterschritten werden, wird die elektromagnetische Strahlung dieser Basisstationen für die auftretenden Gesundheitsprobleme verantwortlich gemacht.

Es besteht daher die Sorge in der Öffentlichkeit, dass die elektromagnetischen Emissionen von Mobilfunkmasten, auch bei Einhaltung der gültigen Grenzwerte, zumindest langfristig gesehen, gesundheitlich problematisch sein könnten.

Gibt es aber überhaupt objektiv gesehen Gründe, die dafür sprechen, dass in der Nähe von Mobilfunkmasten eine erhöhte Gesundheitsgefahr für die Bevölkerung besteht? Um diesen Sorgen der Öffentlichkeit von wissenschaftlicher Warte aus nachzugehen, wird im Rahmen des COST 281 Programms der EU am 15. und 16. Mai 2003 in Dublin ein Workshop zum Thema „Mobile Phone Base Stations and Health“ stattfinden.

Im Einzelnen sollen dabei folgende Themen behandelt werden:

- Epidemiologische Studien: Welche bisher durchgeführten Studien sind in diesem Zusammenhang relevant? Wie müsste eine solche Studie angelegt werden, und welche besonderen Probleme erschweren eine solche Studie? Es ist dabei wichtig, klar zwischen den elektromagnetischen Emissionen von Mobilfunkmasten, und jenen, die durch den Gebrauch von Mobiltelefonen entstehen, zu unterscheiden.

- Messmethoden: Lässt sich zuverlässig bestimmen, welche Expositionen in der Umgebung von Funkmasten auftreten? Lassen sich insbesondere Langzeit-Expositionen abschätzen?

- Dosimetrie: Wünschenswert wäre ein einfaches Dosimeter, mit dem sich, ähnlich wie bei Radioaktivität, die akkumulierte Exposition über einen größeren Zeitraum messen lässt. Wie müsste ein solches „Mobilfunk Dosimeter“ aussehen? Kann es so gebaut werden, dass es von den Trägern einfach zu bedienen ist und immer getragen werden kann? Ist eine Machbarkeitsstudie sinnvoll?

- Handelt es sich bei den berichteten unspezifischen Gesundheitsproblemen im Umfeld von Mobilfunkmasten um objektivierbare Einwirkungen oder um subjektiv empfundene Störungen, die keine physikalische Ursache haben. Wie müsste eine Studie angelegt werden, die klar zwischen physischen und psychischen Ursachen unterscheiden kann?

- Risk communication: Wie soll der Dialog zwischen Besorgten und Betroffenen, den Behörden und der Wissenschaft geführt und wie sollten die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien zu diesem Themenkomplex der Öffentlichkeit vermittelt wer-

# Nachrichten

den? Worin liegen die Möglichkeiten, Risiken und Fallstricke der Risikokommunikation?

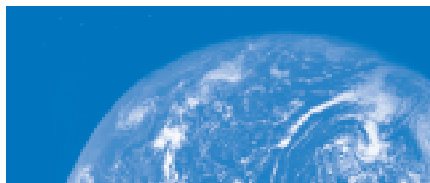
## Internationale Konferenz in Luxemburg

Vom 24. bis zum 26. Februar 2003 fand in Luxemburg eine dreitägige Konferenz zu dem Thema „Application of the Precautionary Principle to Electromagnetic Fields“ statt. Organisiert wurde die Veranstaltung von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Europäischen Kommission. Der erste Tag der Konferenz, zu der unter anderem WHO-Mitglieder, Forscher, Herstellervertreter, Mitglieder verschiedener Bürgerinitiativen und Behördenvertreter nach Luxemburg gereist waren, diente in offenen Veranstaltungen der allgemeinen Information der Teilnehmer. An den folgenden Veranstaltungstagen diskutierten eingeladene Experten über das Vorsorgeprinzip im Bereich hochfrequenter und niederfrequenter elektromagnetischer Felder (EMF) und stellten die gesetzlichen Regelungen in verschiedenen Ländern vor. Dabei herrschte grundsätzlich noch keine Einigkeit über Notwendigkeit und die Möglichkeiten einer gesetzlichen Umsetzung des Vorsorgeprinzips. Die Befürworter einer Grenzwertabsenkung aus dem Vorsorgeprinzip argumentierten vor allem mit vermuteten Langzeitwirkungen und angeblichen Beweisen für Schäden durch EMF.

Dem stand die Befürchtung gegenüber, bei der Umsetzung des Vorsorgeprinzips könne es sich um einen rein politisch motivierten Akt handeln, dessen Notwendigkeit ohne das Vorliegen von Beweisen für das Vorliegen von Gefährdungen durch EMF bezweifelt wurde.

## 25. Jahrestagung der Bioelectromagnetics Society auf Hawaii

Auch in diesem Jahr trifft sich die internationale wissenschaftliche Vereinigung wieder zum Gedankenaustausch über die Wirkungen elektromagnetischer Felder. Die 25. Jahrestagung der Bioelectromagnetics Society (BEMS) findet vom 22. bis 26. Juni 2003 im Outrigger Wailea Resort auf Hawaii statt. Wie jedes Jahr treffen sich Wissenschaftler aus aller Welt zum Meinungs- und Informationsaustausch und präsentieren neueste wissenschaftliche Studien. Nähere Informationen über Veranstaltungsort, Zeitplan und Reservierungen finden Sie auf den Internetseiten der Bioelectromagnetics Society, (<http://www.bioelectromagnetics.org>) und der Forschungsgemeinschaft Funk e.V. (<http://www.fgf.de>, Rubrik Veranstaltungen).



Impressum

### 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: [info@fgf.de](mailto:info@fgf.de)  
Internet: <http://www.fgf.de>

#### Konzeption und Redaktion:

Gerd Friedrich (verantw.),  
Gudrun Westendörpf

#### Urheberrechte:

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

#### Entwurf, Layout, Grafik:

setz it. Richert GmbH, Sankt Augustin

#### Bildnachweis:

S. 5, 7, 13 WIK-Institut  
S. 24 Stögbauer  
S. 34, 35, 36, 38 David  
alle anderen: Archiv

#### Erscheinungsweise:

4 x jährlich

#### Auflage:

3.500 Exemplare

#### Nachdruck und Reproduktion erwünscht

ISSN 0949-8745