

**DAS ERSTE KAPITEL
DES REPORTS DER BIOINITIATIVE:
EINE ZUSAMMENFASSUNG
FÜR DIE ÖFFENTLICHKEIT**

**CINDY SAGE, MA
SAGE ASSOCIATES
USA**

**ERSTELLT FÜR DIE BIOINITIATIVE WORKING GROUP
AUGUST 2007**



DEUTSCHE ÜBERSETZUNG: KATHARINA GUSTAVS

VORWORT DER KOMPETENZINITIATIVE E. V. ZU DIESER ÜBERSETZUNG

Der 2007 veröffentlichte *Bioinitiative Report* ist ein bedeutender Meilenstein in der Erforschung der Wirkung hochfrequenter wie niederfrequenter elektromagnetischer Felder. Die Auswertung von rund zweitausend wissenschaftlichen Studien durch ein Team führender unabhängiger Wissenschaftler und Gesundheitsexperten sollte den Verantwortlichen die Augen dafür öffnen, dass die gegenwärtig betriebene Ausbreitung des Mobil- und Kommunikationsfunks allen Gesichtspunkten einer verantwortlichen und gesetzlich garantierten Vorsorgepolitik widerspricht. Der Report macht auf breiter Grundlage sichtbar, dass die Entscheidungsträger und ihre Helfer dabei sind, ökonomischen Interessen und einer im Prinzip veralteten Technik zuliebe ein wachsendes Heer von Frühinvaliden und unabsehbare Schäden für Gesundheit, Volkswirtschaft und die Zukunft von Generationen in Kauf zu nehmen, wenn sie in der Ausbreitung elektromagnetischer Felder fortfahren wie bisher.

Tatsächlich hat der Bericht, der aus dem dargelegten internationalen Stand unabhängiger Forschung die Forderung biologisch begründeter Grenzwerte ableitet, ein nachhaltiges weltweites Echo gefunden. Doch seine über 600 englischsprachigen Seiten, in einer nicht immer einfachen wissenschaftlichen Diktion abgefasst, setzen seiner öffentlichen Vermittlung natürliche Grenzen. Cindy Sage, Mitherausgeberin des Reports, hat ihm deshalb eine für die Öffentlichkeit bestimmte Zusammenfassung vorangestellt. Diese machen wir hier in deutscher Übersetzung als Internetpublikation zugänglich. Parallel dazu publizieren wir die Übersetzung und Synchronisation eines Interviews mit Cindy Sage, das die Aussagen und Warnungen des Reports auch auf diesem Wege eindrucksvoll erläutert:

<http://www.broschuerenreihe.net/online/bioinitiative-interview-mit-cindy-sage.html>

Der Report macht deutlich: Noch nie und nirgends hat der Einfluss einer kapitalstarken Industrie, verbunden mit Verstrickungen des Staates in ihre Geschäfte, so weit unabhängige Forschung, seriöse Aufklärung und einen verantwortlichen Gesundheits- wie Umweltschutz beeinträchtigt. Untaugliche Grenzwerte, die von mehreren bekannten Faktoren der Schädigung nur einen einzigen berücksichtigen, anachronistische Forderungen (monokausaler) Beweise und Aussparungen von heiklen Fragestellungen wie der Gefährdung von Kindern und der Schädigung durch Langzeitwirkungen sind nur drei jener Bollwerke, die das Faktum einer längst unverantwortlichen Zwangsbestrahlung der Bevölkerung notdürftig verschleiern.

Mit den Forschungsberichten unserer eigenen Broschürenreihe *Wirkungen des Mobil- und Kommunikationsfunks* (www.broschuerenreihe.net) konnten wir die Erkenntnisse besonders zur Schädigung der Kinder und der Gene inzwischen weiter fortschreiben und um die Schädigung der Umwelt ergänzen. Gelegentlich wird eingewandt, dass die vom Report geforderte Absenkung der Grenzwerte noch nicht weit genug gehe. Aber es sollte nicht übersehen werden, dass seine Grenzwertvorschläge als rascher realisierbarer Zwischenschritt gemeint sind und eventuell notwendige weitere Absenkungen nicht ausgeschlossen werden, weil es für die biologische Wirkung elektromagnetischer Felder wahrscheinlich keine Schwellenwerte gibt.

Diese Übersetzung - und zwei Übersetzungen von Schriften unserer Broschürenreihe ins Englische bzw. Französische - werden uns ermöglicht durch eine Spende der Johann Wolfgang von Goethe-Stiftung / Fondation Johann Wolfgang von Goethe (Basel / Schweiz), verliehen anlässlich ihres 40jährigen Bestehens. Wir danken der Stiftung, dass sie mit ihrer großzügigen Förderung eine internationale und interdisziplinäre Gemeinschaft unabhängiger Wissenschaftler, Ärzte und Techniker unterstützt, die sich für Gesundheit, Umwelt, aber auch eine lebendige demokratischen Kultur engagiert.

Der Vorstand der Kompetenzinitiative
zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e. V.:
Prof. Dr. K. Richter, U. Dinger, Prof. Dr. med. K. Hecht,
Dr. med. M. Kern, Prof. Dr. med. G. Zimmer

Gesponsert durch

JOHANN WOLFGANG
FONDATION JOHANN
JOHANN WOLFGANG



VON GOETHE-STIFTUNG
WOLFGANG VON GOETHE
VON GOETHE FOUNDATION

Zusammenfassung

I. Zusammenfassung für die Öffentlichkeit

- A. Einführung**
- B. Zielsetzung des Berichts**
- C. Probleme mit den derzeit gültigen Richtlinien
(Sicherheitsgrenzwerte)**

II. Zusammenfassung des wissenschaftlichen Kenntnisstands

- A. Wissenschaftliche Beweislage für Krebs (Kinderleukämie und
Krebs bei Erwachsenen)**
- B. Veränderungen des Nervensystems und der Hirnfunktion**
- C. Auswirkungen auf die Gene (DNA)**
- D. Auswirkungen auf die Stressproteine (Hitzeschockproteine)**
- E. Auswirkungen auf das Immunsystem**
- F. Plausible biologische Wirkmechanismen**
- G. Ein anderer Blickwinkel: Therapeutische Anwendungen von
EMF**

III. EMF-Exposition und vorausschauende Gesundheitsplanung

IV. Handlungsempfehlungen

- A. Neue Richtlinien zur Begrenzung der Exposition durch
niederfrequente Felder**
- B. Vorsorgemaßnahmen zur Reduzierung hochfrequenter
Strahlung**

V. Schlussfolgerungen

VI. Literatur

I. ZUSAMMENFASSUNG FÜR DIE ÖFFENTLICHKEIT

A. Einführung

Man kann diesen Umweltfaktor weder sehen, schmecken noch riechen, aber man ist ihm heutzutage in den Industriestaaten wie keinem anderen überall und an jedem Ort ausgesetzt. Die Begriffe "elektromagnetische Strahlung (EMS)" oder "elektromagnetische Felder (EMF)" beschreiben ganz allgemein Expositionen, die durch eine Vielzahl von kabelgebundenen und drahtlosen Technologien entstehen, deren breite Palette nützlicher Anwendungen unser modernes Leben revolutioniert hat. Diese Technologien wurden jedoch mit dem Ziel entwickelt, den Energieverbrauch maximal zu senken und besonders benutzerfreundlich zu sein. Die biologischen Auswirkungen auf den Menschen wurden nicht bedacht. Neueste Studienergebnisse deuten jedoch zunehmend darauf hin, dass mit diesen Technologien auch mögliche Gesundheitsrisiken verbunden sind.

Der menschliche Körper ist ein bioelektrischer Organismus. Sowohl das Herz als auch das Gehirn werden von körpereigenen bioelektrischen Signalen gesteuert. Künstliche elektromagnetische Felder aus der Umwelt können in grundlegende biologische Abläufe des menschlichen Körpers eingreifen. In manchen Fällen kann das zu Unwohlsein und Krankheit führen. Seit dem 2. Weltkrieg hat die elektromagnetische Hintergrundstrahlung elektrischer Feldquellen explosionsartig zugenommen und in letzter Zeit erfreuen sich die verschiedenen Funktechnologien ganz besonderer Beliebtheit, wie z.B. Handys (zwei Milliarden und mehr im Jahr 2006), schnurlose Telefone, WLAN- und WiMAX-Netzwerke. Internationale wissenschaftliche Forschungsarbeiten aus den letzten Jahrzehnten bestätigen, dass elektromagnetische Felder in Tieren und Menschen biologisch aktiv sind – was schwerwiegende Folgen für Gesundheit und Umwelt haben könnte.

Heutzutage ist jeder Mensch zwei Arten von elektromagnetischen Feldern ausgesetzt: (1) extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (NF) von elektrischen und elektronischen Geräten und Stromversorgungsleitungen sowie (2) hochfrequenter Strahlung (HF) von Funkgeräten, wie zum Beispiel Handys und schnurlose Telefone, Mobilfunkantennen und Sendeanlagen sowie Rundfunksender. In diesem Bericht bezeichnet der Begriff EMF oder elektromagnetische Felder ganz allgemein alle elektromagnetischen Felder. Die Abkürzungen NF und HF beziehen sich hingegen auf die jeweils spezifischen Frequenzbänder. Sowohl die Niederfrequenz als auch die Hochfrequenz gehören zum Bereich der nichtionisierenden Strahlung, die dafür bekannt ist, dass sie nicht genügend Energie besitzt, um Elektronen aus ihrer Umlaufbahn zu werfen und die Atome zu ionisieren, wie das zum Beispiel bei Röntgengeräten, CT-Geräten und anderen Formen von ionisierender Strahlung der Fall ist. Kapitel 18 bietet ein Glossar und Definitionen, die dem Leser das Verständnis erleichtern möchten.

Einige Definitionen, die sich beim Lesen dieser Zusammenfassung über niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung nützlich sein könnten (besonders die Maßeinheiten), wurden am Ende dieses Kapitels bei den Literaturangaben hinzugefügt.

B. Zielsetzung des Berichts

Dieser Bericht wurde von vierzehn Wissenschaftlern und Experten für die öffentliche Gesundheitsvorsorge geschrieben, um den wissenschaftlichen Kenntnisstand über elektromagnetische Felder zu dokumentieren. Darüber hinaus haben ein Dutzend Gutachter, die nicht zur Arbeitsgruppe gehören, den Bericht durchgesehen und verfeinert.

Es ist das Anliegen dieses Berichts, den wissenschaftlichen Kenntnisstand über die gesundheitlichen Auswirkungen von elektromagnetischer Strahlung unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte zu ermitteln, um abschätzen zu können, inwieweit die Grenzwerte jetzt geändert werden sollten, um künftige Folgen für die Gesundheit der Bevölkerung zu minimieren.

Wir sind weit davon entfernt, alles über dieses Thema zu wissen. Aber so viel ist klar: Die derzeit gültigen Richtlinien, die diese Strahlenexposition zum Schutz der Bevölkerung einschränken sollen, scheinen in fast jedem Land der Welt tausendfach zu hoch zu sein. Das muss sich ändern.

Wir benötigen neue Ansätze, um sowohl die Entscheidungsträger als auch die Öffentlichkeit über entsprechende Expositionsquellen aufzuklären und um alternative Technologien zu entwickeln, die für unsere Gesundheit nicht dasselbe Risikopotenzial darstellen, und zwar so lange wie uns dafür noch Zeit bleibt.

Eine Gruppe von Wissenschaftlern, Forschern und Experten für die öffentliche Gesundheitsvorsorge (*BioInitiative Working Group*) hat sich zusammengeschlossen, um all diejenigen Informationen zusammenzutragen, die in der internationalen Debatte um die Zulänglichkeit (oder Unzulänglichkeit) derzeit gültiger Richtlinien bedacht werden müssen.

Dieser Bericht ist aus einer internationalen Forschungs- und Gesundheitsinitiative hervorgegangen, die einen Überblick über den aktuellen Wissensstand biologischer Wirkungen geben möchte, die bei elektromagnetischen Expositionen im Niedrigdosisbereich auftreten (sowohl bei Strahlenexpositionen im NF- als auch im HF-Bereich und bei verschiedenen Kombinationen von Expositionen, die für ihre biologische Wirksamkeit bekannt sind). Der Bericht nimmt die Forschungsergebnisse und derzeit gültigen Richtlinien unter die Lupe und muss dabei feststellen, dass diese Richtlinien weit davon entfernt sind, die öffentliche Gesundheit angemessen zu schützen.

Obgleich dieses Thema in vielen Gremien der Vereinigten Staaten, Großbritanniens, Australiens, vieler EU- und osteuropäischer Staaten sowie der Weltgesundheitsorganisation aktiv diskutiert wird, hat es die *BioInitiative Working Group* dennoch vorgezogen, ein unabhängiges Reviewverfahren zum Stand der Forschung und der öffentlichen Gesundheitsgesetzgebung durchzuführen. Der Bericht bietet eine wissenschaftlich fundierte Grundlage und Empfehlungen für Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit. Die Schlussfolgerungen der einzelnen Autoren sowie die zusammenfassenden Schlussfolgerungen sind in der Tabelle 2-1 (Gesamtübersicht der BioInitiative) aufgeführt.

Mitglieder der *BioInitiative Working Group* haben elf Kapitel geschrieben, in denen einschlägige wissenschaftliche Studien und Forschungsüberblicke dokumentiert werden, die Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung im Niedrigdosisbereich ausweisen. Die Kapitel 16 und 17 wurden von Experten für die öffentliche Gesundheitsvorsorge verfasst. Diese Abschnitte diskutieren den Beweisstandard, der für die öffentliche Gesundheitsplanung gelten sollte, wie wissenschaftliche Informationen im Kontext einer vorausschauenden öffentlichen Gesundheitspolitik zu berücksichtigen und auf welcher Grundlage Vorsorge- und Präventivmaßnahmen zu ergreifen sind, die dem gegenwärtigen Kenntnisstand Rechnung tragen. In diesen Kapiteln wird auch die Beweislage für NF-Expositionen evaluiert, was zu Empfehlungen für neue Richtlinien zum Schutz der Bevölkerung führt (nicht nur Vorsorge- oder Präventivmaßnahmen, da die Notwendigkeit für neue Richtlinien dargelegt wird).

Andere wissenschaftliche Gremien und Behörden sind zu anderen Schlussfolgerungen als wir gelangt. Sie haben die Beweisstandards so unglaublich hoch angesetzt, dass Revisionen der öffentlichen Sicherheitsrichtlinien mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können. Einige Gruppen empfehlen sogar, die bestehenden (und unzureichenden) Richtlinien zu lockern. Wie ist das möglich? Ein Grund dafür ist, dass die Grenzwerte für niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung durch Körperschaften von Wissenschaftlern und Ingenieuren aus Berufsorganisationen festgelegt werden, die traditionsgemäß solche Empfehlungen ausarbeiten. Und die Regierungsbehörden haben diese Empfehlungen dann einfach übernommen. Allerdings haben andere Interessengruppen, die nicht zu den Berufsingenieuren gehören oder enge kommerzielle Verbindungen besitzen, bisher wenig bis gar nicht an dem Verfahren der Grenzwertfestlegung teilhaben können. Häufig ist die Ansicht der Industrie über ein zulässiges Risiko oder einen Schadensnachweis wesentlich einflussreicher als das, was Gesundheitsexperten für zulässig halten würden.

Hauptgründe für die Uneinigkeit unter Experten

- 1) Wissenschaftler und Experten für die öffentliche Gesundheitsvorsorge verwenden sehr unterschiedliche Definitionen für ihren jeweiligen Beweisstandard, mit dem sie den wissenschaftlichen Stand der Forschung bewerten, weshalb sie im Hinblick auf einen potenziellen Handlungsbedarf auch zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen gelangen.

- Wissenschaftler spielen eine wichtige Rolle, aber diese ist nicht exklusiv und andere Sichtweisen sind ebenfalls wichtig.
- 2) Im Grunde genommen haben alle dieselben wissenschaftlichen Studien vor sich, aber jeder verwendet unterschiedliche Maßstäbe dafür, wann "genug genug ist" oder "ein Beweis vorliegt".
 - 3) Manche Experten bestehen darauf, dass alle Studien übereinstimmen oder konsistent sein müssen (jedes Mal das gleiche Ergebnis liefern), bevor sie sich sicher genug sind anzuerkennen, dass eine Wirkung existiert.
 - 4) Manche Experten sind davon überzeugt, dass es ausreicht, nur akute Kurzzeitwirkungen in Betracht zu ziehen.
 - 5) Andere Experten sind wiederum der Auffassung, dass es dringend notwendig ist, Langzeitstudien durchzuführen (um die Wirkungen chronischer Expositionen zu zeigen), da nur sie den tatsächlichen Expositionsbedingungen im Alltag entsprechen.
 - 6) Manche Experten sagen, dass alle Bevölkerungsgruppen einschließlich Kindern, Senioren, schwangeren Frauen und Kranken berücksichtigt werden müssen. Andere hingegen sagen, eine Durchschnittsperson reiche völlig aus (oder im Fall von HF-Strahlung ein 1.8 m großer Mann).
 - 7) Es gibt keine Bevölkerungsgruppe, die nicht exponiert wäre, weshalb es sehr schwierig ist, überhaupt ein erhöhtes Krankheitsrisiko feststellen zu können.
 - 8) Ein Konsens über einen biologischen Wirkmechanismus fehlt.
 - 9) Es gibt zwar epidemiologische Studien, die durchaus Risiken aufgrund von NF- und HF-Expositionen belegen, aber in Tierstudien zeigt sich keine starke toxische Wirkung.
 - 10) Maßgebliche Interessengruppen üben auf die Gesundheitsdebatte einen großen Einfluss aus.

Gesundheitspolitische Entscheidungen

Sicherheitsrichtlinien zum Schutz der Öffentlichkeit vor niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung müssen auf einer Grundlage der Kooperation nicht nur zwischen Wissenschaftlern entwickelt werden, sondern Experten für die öffentliche Gesundheitsvorsorge, politische Entscheidungsträger und auch die Öffentlichkeit müssen mit einbezogen werden.

"Die Beurteilung der Evidenz sollte grundsätzlich mit einer Entscheidungsfindung verbunden sein, die auch auf anderen gesellschaftlichen Werten wie z. B. Kosten und Nutzen, Tragbarkeit der Risiken, Vorzüge einer Kultur, etc. beruht und zu vernünftigen und effektiven Entscheidungen führt. Schließlich sind die Entscheidungen in so einer Situation eine Funktion der Ansichten, Werte und Interessen der an diesem Prozess beteiligten Interessenvertreter, deren Meinungen dann an mehreren Faktoren gemessen werden. Auf wissenschaftliche Beweise wird vielleicht (oder sollte) das größte Gewicht gelegt (werden), aber damit wird ihnen kein Ausschließlichkeitsanspruch eingeräumt. Entscheidungen sollen evidenzbasiert sein, aber andere Faktoren fließen auch mit in die Entscheidung ein." (1)

Die Mitglieder der *BioInitiative Working Group* sind einhellig der Meinung, dass die derzeit gültigen Sicherheitsrichtlinien für niederfrequente Felder und auch hochfrequente Strahlung untauglich sind.

Die hier gemachten Vorschläge tragen der Evidenz Rechnung, dass man im Hinblick auf Langzeitexpositionen im Niedrigdosisbereich von niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung gegenwärtig keine plausiblen Sicherheitszusagen geben kann. Ebenso wie viele andere Richtlinien für verschiedenste Umweltfaktoren können auch die hier vorgeschlagenen Grenzwerte keinen Totalschutz garantieren, aber strengere Richtlinien sind zu diesem Zeitpunkt nicht realistisch. Doch schon eine geringe Erhöhung des Risikos für Krebserkrankungen und neurodegenerative Erkrankungen würde enorme Folgen für die öffentliche Gesundheit nach sich ziehen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind gesetzliche Maßnahmen für niederfrequente Felder und vorbeugende Maßnahmen für hochfrequente Strahlung erforderlich, um entsprechende Expositionen zu reduzieren und die Öffentlichkeit über das Potenzial eines erhöhten Risikos aufzuklären: Bei welchen Intensitäten einer Dauerbestrahlung diese Risiken auftreten können und welche Maßnahmen man ergreifen kann, um diese Risiken zu reduzieren.

D. Probleme mit den derzeit gültigen Richtlinien (Sicherheitsgrenzwerte)

Die gegenwärtigen Grenzwerte für die Strahlung von Telekommunikationstechnologien beruhen auf der Annahme, dass die Erwärmung des Gewebes (bei hochfrequenter Strahlung) oder die im Körper induzierten elektrischen Ströme (bei niederfrequenten Feldern) die einzigen Bedenken sind, die es zu berücksichtigen gilt, wenn Lebewesen elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt sind. In dem Intensitätsbereich, in dem Gewebe erhitzt werden kann, ist bekanntlich selbst die Kurzzeitexposition schädlich. In diesem Sinne dienen die thermischen Grenzwerte durchaus einem Zweck. Für beruflich exponierte Personen zum Beispiel, die an Radaranlagen oder Hochfrequenz-Schmelzanlagen arbeiten oder Mobilfunkanlagen installieren und warten, sind thermisch orientierte Grenzwerte notwendig, um Schäden durch Erwärmung zu vermeiden (oder im Fall der niederfrequenten Felder induzierte Stromflüsse im Gewebe). In der Vergangenheit entwickelten Wissenschaftler und Ingenieure Expositionsrichtlinien für elektromagnetische Strahlung, die auf der Annahme beruhen, dass man die Toleranzschwelle des Menschen gegenüber nichtionisierender Strahlung (d.h. Expositionshöhe) dadurch festlegen könnte, dass man einfach die Bestrahlungsstärke

für die Erwärmung des Gewebes (HF) und die induzierten Ströme im Körper (NF) bestimmt. Heute halten wir diese Annahme für falsch.

In den letzten Jahren konnte jenseits jeden vernünftigen Zweifels nachgewiesen werden, dass biologische Wirkungen und einige negative Gesundheitsfolgen bei wesentlich niedrigeren HF- und NF-Expositionen auftreten, bei denen es auf keinen Fall zur Erwärmung (oder zu induzierten Strömen) kommt. Es konnte gezeigt werden, dass manche Wirkungen bei Strahlungsintensitäten auftreten, bei denen eine Erwärmung des Gewebes ausgeschlossen ist und die mehrere hunderttausend Mal unterhalb der derzeit gültigen Sicherheitsgrenzwerte liegen.

Es scheint so zu sein, dass die INFORMATION, die durch die elektromagnetische Strahlung übertragen wird, biologische Veränderungen hervorruft (weit mehr als die Wärme) – und manche dieser biologischen Veränderungen zum Verlust des Wohlbefindens, zu Krankheit und sogar zum Tod führen können.

Wirkungen treten bei nichtthermischen oder sehr niedrigen Strahlungsintensitäten auf, die hunderttausend Mal unterhalb jenen Grenzwerten liegen, die nach Aussage von Bundesbehörden die Bevölkerung sicher schützen. Viele der neuen auf Funk basierenden Geräte sind von allen gesetzlichen Regelungen ausgenommen. Aufgrund aller plausiblen und unabhängigen Bewertungen der wissenschaftlichen Literatur konnte nachgewiesen werden, dass die derzeit gültigen Richtlinien nicht ausreichen, um vor Belastungen durch chronische Expositionen im Niedrigdosisbereich zu schützen. Daraus folgt, dass eine völlig neue Grundlage (eine biologische Grundlage) für neue Expositionsrichtlinien benötigt wird. Neue Richtlinien müssen all das berücksichtigen, was wir bisher über die Wirkungen von niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung (die gesamte nichtionisierende elektromagnetische Strahlung) gelernt haben. Und die zukünftige Grenzwertfestlegung muss auf biologischen Wirkungen beruhen, die für die ordnungsgemäße Funktionstüchtigkeit von Lebewesen wichtig sind. Das ist ein ganz zentraler Punkt, da die explosionsartige Verbreitung neuer Strahlungsquellen einen noch nie da gewesenen Strahlenpegel von künstlichen elektromagnetischen Feldern erzeugt hat, der – bis auf ganz entlegene Gebiete - heutzutage alle bewohnbaren Gegenden dieser Erde durchdringt. Wir benötigen jetzt Korrekturingriffe, die die Akzeptanz, Überprüfung und Anwendung der neuen Technologien, die uns diesen niederfrequenten Feldern und dieser hochfrequenter Strahlung aussetzen, auf eine bessere Grundlage stellen, um öffentliche Gesundheitsprobleme von globaler Reichweite abzuwenden.

Laut jüngsten Expertenaussagen sind die derzeit gültigen Expositionsrichtlinien unzulänglich. Darüber, dass thermische Grenzwerte überholt sind und biologisch begründete Expositionsrichtlinien benötigt werden, wird eine breite Diskussion geführt. Im Kapitel 4 werden Bedenken beschrieben, die die verschiedensten Behörden geäußert haben: die Weltgesundheitsorganisation in ihrem *ELF Health Criteria Monograph* von 2007; der SCENIHR-Bericht, der 2006 für die Europäische Kommission

angefertigt wurde; der SAGE-Bericht aus Großbritannien aus dem Jahr 2007; die britische Gesundheitsschutzbehörde HPA im Jahr 2005; der *Advanced Research Workshop* der NATO im Jahr 2005; die Arbeitsgruppe *US Radiofrequency Interagency* im Jahr 1999; die US-amerikanische Lebens- und Arzneimittelbehörde FDA in den Jahren 2000 und 2007; die Weltgesundheitsorganisation im Jahr 2002; die Internationale Agentur für Krebsforschung IARC im Jahr 2001; der Stewart-Bericht oder *Independent Expert Group Report on Mobile Phones* des britischen Parlaments aus dem Jahr 2000 und andere.

Der bahnbrechende Forscher Dr. Ross Adey, der bereits verstorben ist, kam in seiner letzten Veröffentlichung in *Bioelectromagnetic Medicine* (herausgegeben von P. Roche und M. Markov, 2004) zu dem folgenden Schluss:

„Es gibt zu den möglichen Gesundheitsrisiken, die mit Expositionen gegenüber verschiedensten künstlichen elektromagnetischen Feldern verbunden sein können, ungelöste Grundfragen, die der Antwort harren, und zwar betrifft das Expositionen, die intermittierend oder periodisch wiederholt auftreten und sich über einen erheblichen Teil der Lebenszeit eines Menschen erstrecken können.“

“Epidemiologische Studien haben niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung als mögliche Risikofaktoren für die menschliche Gesundheit eingeschätzt, wobei in der Vergangenheit die Evidenz erhöhter Risiken z. B. mit Faktoren wie der fortschreitenden Elektrifizierung ländlicher Gegenden in Zusammenhang stand und in jüngerer Zeit mit den Methoden der Stromverteilung und -nutzung in kommerziellen Gebäuden. Geeignete Modelle, die diese biologischen Wirkungen beschreiben können, beruhen auf der Nichtgleichgewichtsthermodynamik, wobei die nichtlineare Elektrodynamik eine wichtige Rolle spielt. Wärmemodelle, die auf der Gleichgewichtsthermodynamik beruhen, versagen, wenn es darum geht, die außerordentlich wichtigen Vorgänge in diesem neuen faszinierenden Grenzbereich zu klären. ... Auch wenn bisher nur unvollständig verstanden, kann sich die Interaktion freier Radikale mit Magnetfeldern im Gewebe bis in den Nullbereich erstrecken.“ (2)

Vielleicht gibt es gar keine untere Grenze, unterhalb derer das menschliche Leben nicht durch Strahlenexpositionen beeinflusst wird. Bis wir nicht wissen, ob es eine untere Grenze gibt, unterhalb derer Strahlungsintensitäten keine biologischen Wirkungen und negative Gesundheitsfolgen auslösen, ist es im Hinblick auf die öffentliche Gesundheit unklug, einfach so weiter zu machen wie bisher und neue Technologien vermehrt einzusetzen, welche die Exposition der Bevölkerung durch niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung erhöhen – noch dazu ganz unfreiwillig.

II. ZUSAMMENFASSUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN KENNTNISSTANDS

A. Wissenschaftliche Beweislage für Krebs

1. *Kinderleukämie*

Die wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse, die Stromversorgungsleitungen und andere niederfrequente Strahlungsquellen wiederholt mit einer erhöhten Kinderleukämierate in Verbindung bringen, haben dazu geführt, dass die Internationale Agentur für Krebsforschung, eine Zweigorganisation der Weltgesundheitsorganisation, extrem niederfrequente Magnetfelder als möglicherweise Krebs erregend (in Gruppe 2B der Karzinogenliste) eingestuft hat. Leukämie ist die häufigste Krebsart im Kindesalter.

Es gibt kaum Zweifel daran, dass die Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern Kinderleukämie verursacht.

Die Strahlungsintensitäten, bei denen ein erhöhtes Risiko beobachtet wurde, sind sehr niedrig – wenig höher als die Hintergrund- oder Umgebungsstrahlung und viel niedriger als die derzeit gültigen Grenzwerte. Der aktuelle ICNIRP-Grenzwert für magnetische Wechselfelder (NF) liegt bei 1.000 mG oder 100.000 nT (in den USA bei 904 mG oder 90.400 nT). Das Risiko für Kinderleukämie beginnt sich bei Strahlungsintensitäten zu erhöhen, die fast um den Faktor Tausend unterhalb der Sicherheitsrichtlinien liegen. In einer Studie wurde festgestellt, dass sich das Leukämierisiko für Jungen unter sechs Jahren bei bereits 1.4 mG (140 nT) und darüber verdoppelte (7). Die meisten anderen Studien fassen jüngere und ältere Kinder in einer Gruppe zusammen (0 bis 16 Jahre), so dass der Risikolevel erst statistische Signifikanz erreicht, wenn die Exposition bei 2 mG (200 nT) oder 3 mG (300 nT) liegt. Obgleich einige Literaturstudien zur Kinderleukämie die ausgewählten Studien so präsentiert haben, dass sich das Risiko erst ab 4 mG oder 400 nT zu erhöhen scheint, wird diese Betrachtungsweise nicht jenen Studien gerecht, die von einem erhöhten Risiko bei Expositionen ab 2 mG (200 nT) und 3 mG (300 mG) berichten.

2. *Andere Kinderkrebsarten*

Andere Kinderkrebsarten – einschließlich Hirntumore - sind ebenfalls untersucht worden. Aber die Forschung reicht bis jetzt nicht aus, um sagen zu können, ob ein Risiko besteht, wie hoch dieses Risiko sein könnte oder welche Strahlungsintensitäten mit einem erhöhten Risiko in Zusammenhang stehen könnten. Der Mangel an gesichertem Wissen hinsichtlich anderer Kinderkrebsarten sollte jedoch nicht als Entwarnung verstanden werden: Es handelt sich vielmehr um einen Mangel an Untersuchungen.

In ihren Umwelt- und Gesundheitskriterien von 2007 (*ELF Health Criteria Monograph No. 322*) teilt die Weltgesundheitsorganisation mit, dass andere Kinderkrebsarten „nicht ausgeschlossen werden können.“ (8)

Es gibt einige Hinweise dafür, dass andere Kinderkrebsarten mit Expositionen gegenüber niederfrequenten Feldern in Zusammenhang stehen könnten. Aber bisher sind nicht genügend Studien durchgeführt worden.

Mehrere Studien aus jüngster Zeit erbringen sogar noch stärkere Nachweise dafür, dass niederfrequente Felder einen Risikofaktor für Kinderleukämie und Krebs im späteren Leben darstellen. In der ersten Studie (9) hatten diejenigen Kinder, die während der Rekonvaleszenz einer hohen NF-Exposition ausgesetzt waren, schlechtere Überlebenschancen (das Risiko zu sterben erhöhte sich um 450%, wenn das magnetische Wechselfeld bei 3 mG (300 nT) oder darüber lag). In der zweiten Studie hatten diejenigen Kinder, die während der Rekonvaleszenz einem magnetischen Wechselfeld von 2 mG (200 nT) oder darüber ausgesetzt waren, eine 300-prozentig höhere Wahrscheinlichkeit zu sterben als jene, deren Feldbelastungen bei 1 mG (100 nT) oder darunter lagen. In dieser zweiten Studie hatten auch diejenigen Kinder schlechtere Überlebenschancen, die während der Rekonvaleszenz einer Umgebungsfeldstärke zwischen 1 und 2 mG (100 und 200 nT) ausgesetzt waren, wobei sich das Risiko zu sterben um 280% erhöhte. (10) Diese beiden Studien liefern wichtige neue Erkenntnisse darüber, dass im Kindesalter die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern bereits bei über 1 mG (100 nT) schädlich sein kann. Die dritte Studie beschäftigte sich damit, welches Krebsrisiko ein Kind später im Leben entwickeln würde, wenn es in einem Haus aufwächst, das im Umkreis von 300 Metern einer Hochspannungsleitung gelegen ist. (11) Kinder, die die ersten fünf Jahre ihres Lebens in Häusern verbrachten, die innerhalb des 300-Meter-Radius lagen, hatten ein Lebenszeitrisiko für das Auftreten bestimmter Krebserkrankung, das um 500% höher lag.

Laut einer Studie haben Kinder, die an Leukämie erkrankt sind und sich in der Rekonvaleszenz befinden, schlechtere Überlebenschancen, wenn sie zu Hause (oder wo sie sich zur Genesung aufhalten) magnetischen Wechselfeldern zwischen 1 und 2 mG (100 und 200 nT) ausgesetzt sind. Laut einer anderen Studie liegt der Schwellenwert bei 3 mG (300 nT) und darüber.

Angesichts der umfassenden Untersuchungen zu Kinderleukämierisiken und den damit verbundenen Magnetfeldexpositionen sowie angesichts der relativ übereinstimmenden Befunde, dass Expositionen im Bereich zwischen 2 und 4 mG (200 und 400 nT) mit

einem erhöhten Risiko für Kinder verbunden sind, wird für Neubauten in Wohngebieten ein Grenzwert von 1 mG (100 nT) empfohlen. Obgleich es schwierig und teuer ist, bestehende Wohnungen so zu sanieren, dass 1 mG nicht überschritten wird, ist dieser Richtwert ebenfalls für bestehende Wohnungen und Orte anzustreben, an denen sich Kinder und schwangere Frauen dauerhaft aufhalten.

Angesichts der bestehenden wissenschaftlichen Befunde und der Notwendigkeit für eine gesundheitspolitische Intervention und Gesundheitsvorsorge sind heute neue Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor niederfrequenten Feldern erforderlich.

3. Hirntumoren und Akustikusneurinome

In über einem Dutzend Studien ist die hochfrequente Strahlung von Mobiltelefonen und schnurlosen Telefonen mit einem erhöhten Risiko für Gehirntumoren und/oder Akustikusneurinome (ein Tumor im Gehirn, der am Hörnerv auftritt) in Verbindung gebracht worden.

Menschen, die ein Handy zehn Jahre oder länger benutzt haben, zeigen höhere Raten von bösartigen Hirntumoren und Akustikusneurinomen. Die Rate ist noch höher, wenn das Handy hauptsächlich auf einer Seite des Kopfs benutzt wird.

Bei Hirntumoren zeigen Menschen, die ein Handy zehn Jahre oder länger benutzt haben, einen 20-prozentigen Risikoanstieg (wenn das Handy auf beiden Seiten des Kopfs benutzt wird). Bei Menschen, die ein Handy zehn Jahre oder länger hauptsächlich auf einer Seite des Kopfs benutzt haben, steigt das Hirntumorrisiko um 200%. Diese Information beruht auf den zusammengefassten Ergebnissen vieler Studien zum Thema Hirntumor und Mobiltelefone (eine Metaanalyse von Studien).

Menschen, die ein schnurloses Telefon zehn Jahre oder länger benutzt haben, zeigen höhere Raten von bösartigen Hirntumoren und Akustikusneurinomen. Die Rate ist noch höher, wenn das schnurlose Telefon hauptsächlich auf einer Seite des Kopfs benutzt wird.

Das Risiko für Hirntumoren (hochgradig maligne Gliome) ist bei der Nutzung von schnurlosen Telefonen um 220% höher (beide Seiten des Kopfs). Das Risiko ist um 470% höher, wenn das schnurlose Telefon vorwiegend auf einer Seite des Kopfs benutzt wird.

Für Akustikusneurinome liegt das erhöhte Risiko im Fall einer zehnjährigen und längeren Nutzung des Mobiltelefons bei 30%. Und das Risiko erhöht sich auf 240%, wenn das Mobiltelefon vorwiegend auf einer Seite des Kopfs benutzt wird. Diese Risikoangaben beruhen auf den zusammengefassten Ergebnissen mehrerer Studien (einer Metaanalyse von Studien).

Bei der Nutzung von schnurlosen Telefonen liegt das erhöhte Risiko für Akustikusneurinome drei Mal höher (310%), wenn das Telefon vorwiegend auf einer Seite des Kopfs benutzt wird.

Die derzeit gültigen Grenzwerte für die Strahlung von Mobiltelefonen und schnurlosen Telefonen bieten keinen ausreichenden Schutz, besonders in Anbetracht der Studien, die von Langzeitriskiken für Hirntumoren und Akustikusneurinome berichten.

Andere Hinweise darauf, dass hochfrequente Strahlung Hirntumoren verursachen kann, stammen aus Expositionen im Niedrigdosisbereich, die weder die Nutzung von Mobiltelefonen noch die von schnurlosen Telefonen betreffen. Studien, die Menschen am Arbeitsplatz untersuchen (berufliche Exposition), zeigen ebenfalls eine erhöhte Hirntumorrates. Kheifets (1995) berichtet von einem um 10 – 20 % erhöhtem Hirntumorrisiko für diejenigen, die in elektrischen Berufen tätig sind. Diese Metaanalyse überprüfte 29 veröffentlichte Studien zum Thema Hirnkrebs mit Bezug auf berufliche EMF-Exposition oder die Tätigkeit in elektrischen Berufen. (6). Die Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Hirntumoren und der Exposition durch andere hochfrequente Strahlungsquellen wie z. B. bei der beruflichen Exposition von elektromagnetischen Feldern entspricht einem mäßig erhöhten Hirntumorrisiko.

4. *Andere Krebsarten im Erwachsenenalter*

Es gibt mehrere Studien, die trotz größerer Einschränkungen bei der Expositionsabschätzung einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition und Leukämie im Erwachsenenalter zeigen (siehe Kapitel 11). Eine erst kürzlich erschienene Studie von Lowenthal et al. (2007) untersuchte Leukämie bei Erwachsenen im Verhältnis zu ihrem Wohnstandort in der Nähe von Hochspannungsleitungen. Während ein erhöhtes Risiko für alle in der Nähe von Hochspannungsleitungen lebenden Erwachsenen zu beobachten war, betrug das Chancenverhältnis 3,23 (95% KI = 1,26-8,29) für diejenigen, die die ersten 15 Jahre ihres Lebens in einem 300-m-Umkreis einer Hochspannungsleitung verbrachten. Diese Studie untermauert zwei wichtige Schlussfolgerungen: Auch Leukämie im Erwachsenenalter ist mit EMF-Expositionen assoziiert, und die Exposition im Kindesalter erhöht das Krebsrisiko im Erwachsenenalter.

In einer Metaanalyse (einer Übersicht vieler Einzelstudien) von Kheifets et al. (1995) wurde für Angestellte in elektrischen Berufen sowie in anderen Berufen mit EMF-

Exposition ein deutlich höheres Hirntumorrisiko im Erwachsenenalter festgestellt. Der Grad dieses Risikos entspricht in etwa dem für Lungenkrebs und Passivrauchen (US DHHS, 2006). Insgesamt 29 Studien mit Untersuchungsgruppen aus 12 Ländern flossen in diese Metaanalyse ein. Das relative Risiko wurde mit 1,16 (KI = 1,08-1,24) angegeben, oder anders ausgedrückt, das Risiko war für alle Hirntumoren um 16% erhöht. Für Gliome wurde die Risikoabschätzung mit 1,39 (KI = 1,07-1,82) angegeben, oder anders ausgedrückt, das Risiko war für diejenigen in elektrischen Berufen um 39% erhöht. Eine zweite von Kheifets et al. (2001) veröffentlichte Metaanalyse ließ die Ergebnisse von 9 neuen Studien, die nach 1995 veröffentlicht worden waren, einfließen. In dieser Analyse wurde eine neue gepoolte Schätzung erstellt (OR = 1,16, KI = 1,08-1,01), deren Gesamteinschätzung des Risikos sich im Vergleich zu 1995 kaum geändert hatte.

Die Befunde für einen Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und Brustkrebs bei Männern sind ziemlich deutlich (Erren, 2001); und manche Studien (auf keinen Fall alle) zeigen bei einer erhöhten Exposition auch ein erhöhtes Brustkrebsrisiko für Frauen (siehe Kapitel 12). Hirntumoren und Akustikusneurinome treten in exponierten Personen häufiger auf (siehe Kapitel 10). Was andere Krebsarten betrifft, gibt es weniger Veröffentlichungen. Aber Charles et al. (2003) berichten, dass Angestellte in der höchsten EMF-Expositionsklasse (10%) ein zweimal so hohes Risiko haben an Prostatakrebs zu sterben wie diejenigen, die geringeren Expositionen ausgesetzt sind (OR 2,02, 95% KI = 1,34-3,04). Villeneuve et al. (2000) berichten von statistisch signifikanten Erhöhungen für Non-Hodgkin-Lymphome im Verhältnis zur EMF-Exposition bei beruflich exponierten Personen, während Tynes et al. (2003) von erhöhten Raten an malignen Melanomen bei in der Nähe von Hochspannungsleitungen lebenden Personen berichten. Obgleich diese Beobachtungen noch repliziert werden müssen, weisen sie auf eine Verbindung zwischen EMF-Expositionen und Krebserkrankungen im Erwachsenenalter hin, die über Leukämie hinausgeht.

Insgesamt sind die wissenschaftlichen Befunde für mit EMF-Expositionen in Zusammenhang stehende Krebserkrankungen im Erwachsenenalter überzeugend genug, dass Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden sollten, selbst wenn nicht alle Untersuchungen genau den gleichen eindeutigen Zusammenhang belegt haben. Letzteres trifft besonders dann zu, wenn so viele verschiedene Faktoren eine Rolle spielen, dass das Erkennen von Krankheitsmustern, die mit EMF-Expositionen verbunden sein könnten, sehr erschwert wird. Zum Beispiel gibt es keine Bevölkerungsgruppe, die nicht exponiert wäre, so dass immer nur mehr oder weniger exponierte Gruppen miteinander verglichen werden können. Daher gibt es eine ganze Reihe von Schwierigkeiten bei der Klassifizierung von Expositionsklassen. Die Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen EMF-Expositionen und Krebserkrankungen sowie neurodegenerativen Erkrankungen im Erwachsenenalter sind bis heute bereits überzeugend genug, dass Präventivmaßnahmen zur Reduktion von EMF-Expositionen ergriffen werden sollten.

5. Brustkrebs

Aus vielen Bereichen wissenschaftlicher Untersuchungen gibt es ziemlich deutliche Hinweise dafür, dass zwischen Expositionen gegenüber niederfrequenten Feldern und Brustkrebs ein Zusammenhang besteht. In den letzten zwei Jahrzehnten gab es zahlreiche epidemiologische Studien (Untersuchungen zum Krankheitsaufkommen in Bevölkerungsgruppen) über Brustkrebs sowohl bei Männern als auch bei Frauen, obgleich der Zusammenhang unter Wissenschaftlern umstritten geblieben ist. Viele dieser Studien zeigen, dass Expositionen gegenüber niederfrequenten Feldern mit einem erhöhten Brustkrebsrisiko verbunden sind. (Nicht alle Studien belegen diese Wirkungen, andererseits erwarten wir aber auch keine 100- oder 50-prozentige Übereinstimmung der Forschungsergebnisse in der Wissenschaft und benötigen diese auch nicht, um angemessene Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen.)

Die Befunde aus Studien zu beruflich exponierten Frauen machen es sehr wahrscheinlich, dass chronische Expositionen durch niederfrequente Felder von 10 mG (1000 nT) und darüber einen Risikofaktor für Brustkrebs bei Frauen darstellen.

Brustkrebsstudien an beruflich exponierten Personen, die relativ hohen niederfrequenten Feldern (10 mG/1000 nT und darüber) ausgesetzt sind, zeigen eine höhere Rate für diese Krankheit. In den meisten Studien zu beruflich exponierten Personen wird die hohe Expositionsklasse irgendwo zwischen 2 mG/200 nT und 10 mG/1000 nT angesiedelt. Bei dieser Art der Einteilung werden jedoch relativ niedrige EMF-Expositionen mit relativ hohen vermischt, was dazu führt, dass das tatsächliche Risiko verschleiert wird. Bei vielen Expositionsstudien am Arbeitsplatz werden die Expositionsclassen so eingeteilt, dass die am höchsten exponierte Gruppe bei 4 mG/400 nT beginnt. Das hat zur Folge, dass a) nur wenige Personen wesentlich höheren Expositionen ausgesetzt sind und b) Erkrankungen bei relativ niedrigen Strahlungsintensitäten von 4 mG/400 nT und darüber auftreten. Das ist eine andere Art zu zeigen, dass die bestehenden Grenzwerte für niederfrequente Felder zwischen 933 und 1000 mG (93.300-100.000 nT) irrelevant sind, da erhöhte Risikorateen bei viel niedrigeren Strahlungsintensitäten auftreten.

Laborstudien an menschlichen Brustkrebszellen haben gezeigt, dass die Exposition gegenüber magnetischen Wechselfeldern zwischen 6 mG (600 nT) und 12 mG (1.200 nT) die schützende Wirkung des Melatonins beeinträchtigt, das ansonsten das Wachstum der Brustkrebszellen hemmt. Seit einem Jahrzehnt gibt es bereits Belege dafür, dass menschliche Brustkrebszellen schneller wachsen, wenn sie im Alltag vorkommenden NF-Strahlungsintensitäten ausgesetzt sind. Man geht davon aus, dass das damit zusammenhängt, dass niederfrequente elektromagnetische Felder den Melatoninspiegel im Körper reduzieren können. Es ist bekannt, dass Melatonin in Kulturen von Brustkrebszellen das Wachstum der Krebszellen reduziert. Wenn allerdings kein Melatonin vorhanden ist (aufgrund von niederfrequenten

elektromagnetischen Feldern oder aus anderen Gründen), dann nimmt das Wachstum der Krebszellen zu.

Laborstudien an Tieren mit Brustkrebs haben gezeigt, dass die Tiere mehr und größere Tumoren aufweisen, wenn sie gleichzeitig elektromagnetischen Feldern und chemischen Tumorpromotern ausgesetzt sind. In ihrer Gesamtheit deuten diese Studien darauf hin, dass niederfrequente Felder ein wahrscheinlicher Risikofaktor für Brustkrebs sind und dass die Strahlungsintensitäten, die hier von Bedeutung sind, kaum höher liegen als diejenigen, denen viele Menschen zu Hause oder bei ihrer Arbeit ausgesetzt sind. Es besteht also ein begründeter Verdacht, der ausreichen sollte, neue Grenzwerte für niederfrequente elektromagnetische Felder einzuführen und entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen.

Angesichts des sehr hohen Lebenszeitriskos für Brustkrebs und der entscheidenden Bedeutung vorbeugender Maßnahmen sollte die Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern für alle Personen reduziert werden, die sich für längere Zeit in Bereichen mit hohen Strahlungsintensitäten aufhalten.

Für Menschen mit Brustkrebs ist es besonders wichtig, ihre Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern zu reduzieren. Angesichts der Studienergebnisse, die belegen, dass während der Heilungsphase die Überlebenschancen für Patienten mit Kinderleukämie in einer Umgebung mit magnetischen Wechselfeldern über 2 mG (200 nT) oder 3 mG (300 nT) schlechter sind, sollten die den Patienten umgebenden Feldstärken entsprechend niedriger sein. Außerdem sind auch denjenigen vorbeugende Maßnahmen anzuraten, die eventuell ein erhöhtes Risiko für Brustkrebs haben. (Das gilt ganz besonders für Personen, die Tamoxifen einnehmen, um ihr Brustkrebsrisiko zu reduzieren, weil niederfrequente Felder nicht nur die Wirksamkeit des Melatonins reduzieren, sondern in demselben Niedrigdosisbereich auch die Wirksamkeit des Tamoxifens). Es gibt keine Entschuldigung dafür, die umfangreichen Befunde zu ignorieren, die bereits vorliegen und die einen Zusammenhang zwischen Brustkrebs und der Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern belegen. Angesichts der enormen Kosten und der gesellschaftlichen sowie persönlichen Belastungen, die durch diese Krankheit verursacht werden, ist das Warten auf den endgültigen Beweis nicht vertretbar.

Studien an menschlichen Brustkrebszellen und einige Tierstudien zeigen, dass niederfrequente elektromagnetische Felder wahrscheinlich einen Risikofaktor für Brustkrebs darstellen. Es gibt stützende Befunde aus Zell- und Tierstudien sowie Studien zu menschlichem Brustkrebs, die eine Verbindung zwischen Brustkrebs und der Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern belegen.

Die obige Diskussion der Krebserkrankungen hat nur einige wenige Aspekte berührt. Es scheint aber durchaus angemessen, von der Annahme auszugehen, dass alle Krebsarten sowie andere Krankheitsendpunkte mit der Exposition durch elektromagnetische Felder (sowohl niederfrequente als auch hochfrequente) in Zusammenhang stehen oder dadurch verschlimmert werden können.

Wenn eine Krebsart oder auch mehrere damit in Zusammenhang stehen, warum sollten dann nicht alle Krebsrisiken zur Debatte stehen? Auf jeden Fall kann nicht mehr behauptet werden, dass der aktuelle Kenntnisstand keine Hinweise auf Risiken für die menschliche Gesundheit gibt. Enorme gesellschaftliche Kosten und Folgen menschlichen Leidens werden in Kauf genommen, wenn in dieser Frage nicht zügig gehandelt wird. Das macht es notwendig, dass die für die öffentliche Gesundheitspolitik Verantwortlichen mit energischen Maßnahmen durchgreifen und die mit dem Schutz der öffentlichen Gesundheit beauftragten Regierungsbehörden auf der Grundlage verfügbarer Erkenntnisse entsprechende Vorsorgemaßnahmen durchsetzen.

B. Veränderungen des Nervensystems und der Hirnfunktion

Die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern ist in Verbindung mit Alzheimer-Krankheit, Motoneuronen-Erkrankungen und Parkinson-Krankheit untersucht worden. (4) Diese Krankheiten haben alle mit dem Absterben von spezifischen Neuronen zu tun und werden als neurodegenerative Krankheiten bezeichnet. Es gibt Beweise dafür, dass hohe Konzentrationen von Amyloid-Beta-Proteinen einen Risikofaktor für Alzheimer darstellen und die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern zu einer Erhöhung dieser Substanz im Hirn führt. Es gibt deutliche Belege dafür, dass Melatonin das Hirn vor Schäden schützen kann, die zu Alzheimer führen, und es gibt auch umfangreiche Belege dafür, dass die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern den Melatoninspiegel senken kann. Daher wurde die Hypothese aufgestellt, dass einer der wichtigsten Schutzmechanismen, der dem Körper im Kampf gegen die Alzheimer-Krankheit zur Verfügung steht, durch die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern geschwächt wird. Die dauerhafte Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern könnte Kalziumkonzentrationen (Ca^{2+}) verändern und oxidativen Stress induzieren (4). Es besteht auch die Möglichkeit, dass die anhaltende Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern Neuronen (insbesondere große Motoneuronen)

zum synchronen Feuern anregt, was dann durch die Ansammlung von Giftstoffen zu Schädigungen führen würde.

Die Belege für einen Zusammenhang zwischen Expositionen durch elektromagnetische Felder und neurodegenerativen Krankheiten wie Alzheimer und Amyotropher Lateralsklerose (ALS) sind überzeugend und relativ konsistent (siehe Kapitel 12). Auch wenn nicht jede Veröffentlichung einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Exposition und Krankheit aufweist, kann man die Chancenverhältnisse nicht einfach ignorieren: für Alzheimer liegt die OR bei 2,3 (95% KI = 1,0-5,1 in Qio et al., 2004), bei 2,3 (95% KI = 1,6-3,3 in Feychting et al., 2003) und bei 4,0 (95% KI = 1,4-11,7 in Hakansson et al., 2003) und für ALS liegt die OR bei 3,1 (95% KI = 1,0-9,8 in Savitz et al., 1998) und bei 2,2 (95% KI = 1.0-4.7 in Hakansson et al., 2003).

Die Alzheimer-Krankheit ist eine Erkrankung des Nervensystems. Es gibt überzeugende Belege dafür, dass Langzeitexpositionen gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern einen Risikofaktor für Alzheimer-Krankheit darstellen.

Es wird auch vermutet, dass Menschen mit epileptischen Erkrankungen gegenüber hochfrequenter Strahlung empfindlicher sein könnten. Hochfrequente Strahlung im Niedrigdosisbereich könnte ein Stressauslöser sein, insbesondere wenn man die Ähnlichkeiten mit neurologischen Wirkungen anderer Stressauslöser bedenkt. Hochfrequente Strahlung im Niedrigdosisbereich aktiviert sowohl endogene Opiate als auch andere Substanzen im Gehirn, die ähnlich wie psychoaktive Drogen wirken. In Versuchstieren ähneln diese Wirkungen den Wirkungen von Drogen, und zwar in dem Teil des Gehirns, der an der Entstehung einer Sucht beteiligt ist.

Laborstudien zeigen, dass das Nervensystem sowohl bei Menschen als auch bei Tieren empfindlich auf niederfrequente Felder (NF) und hochfrequente Strahlung (HF) reagiert. Messbare Veränderungen der Gehirnfunktionen und des Verhaltens treten bei Strahlungsintensitäten auf, die mit neuen Technologien einschließlich Handys in Zusammenhang stehen. Wenn Menschen der Strahlung von Handys ausgesetzt sind, kann sich ihre Gehirnwellenaktivität bereits bei Strahlungsintensitäten von nur 0,1 Watt pro Kilogramm SAR (W/kg)^{***} verändern, wohingegen in den USA 1,6 W/kg und von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) 2,0 W/kg zugelassen sind. Normale Gehirnaktivitäten können ebenfalls beeinträchtigt werden. Auch Gedächtnisleistung und Lernfähigkeit können beeinträchtigt werden. Niederfrequente (NF) und hochfrequente (HF) Strahlungsintensitäten im Niedrigdosisbereich können das Verhalten von Tieren verändern.

Es gibt kaum Zweifel daran, dass die von Handys abgestrahlten elektromagnetischen Felder sowie die Nutzung von Handys die elektrische Aktivität des Gehirns beeinflussen.

Wirkungen auf Gehirnfunktionen scheinen in einigen Fällen mit der geistigen Beanspruchung der unter Bestrahlung stehenden Person zusammenzuhängen (Das Gehirn erledigt zwei Aufgaben, die zur gleichen Zeit ausgeführt werden, weniger gut, wenn beide Aufgaben denselben Bereich des Gehirns in Anspruch nehmen). Einige Studien zeigen, dass die Strahlung von Handys das Aktivitätsniveau im Gehirn beschleunigt. Aber zur gleichen Zeit werden auch Effizienz und Urteilsvermögen des Gehirns eingeschränkt. Eine Studie zeigte, dass sich die Reaktionsfähigkeit jugendlicher Autofahrer verlangsamte, wenn sie Auto fuhren und gleichzeitig Mobilfunkstrahlung ausgesetzt waren. Die Reaktionszeiten waren mit denen von Senioren vergleichbar. Schnelleres Denken bedeutet nicht zwangsläufig auch besseres Denken.

Veränderungen, mit denen das Gehirn und das Nervensystem reagieren, hängen sehr stark von den Besonderheiten der jeweiligen Strahlenexposition ab. Die meisten Studien beschäftigen sich nur mit Kurzzeitwirkungen, so dass Langzeitfolgen von Strahlenexpositionen nicht bekannt sind.

Faktoren, durch welche die Auswirkungen bestimmt werden, hängen von der Form und Größe des Kopfs ab sowie der Lage, Größe und Form der inneren Gehirnstrukturen, der Dünnhheit des Kopfs und Gesichts, dem Hydrierungsgrad von Geweben, der Schichtdicke verschiedener Gewebe, der dielektrischen Konstante der Gewebe und so weiter. Alter und Gesundheitszustand einer Person scheinen ebenfalls wichtige Einflussfaktoren zu sein. Die Randbedingungen einer Exposition haben starken Einfluss auf die Ergebnisse einer Studie: in Abhängigkeit von Frequenz, Wellenform, Expositionsrichtung, Expositionsdauer, Anzahl der Exposition(en), jeder Pulsmodulation eines Signals und dem Zeitpunkt der Messungen (einige Reaktionen auf HF-Strahlung treten verzögert auf) kann es zu entgegengesetzten Resultaten kommen. Bei der Erforschung von niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung ist die Variabilität der Untersuchungsergebnisse recht groß, was angesichts der großen Variabilität möglicher Einflussfaktoren nicht verwunderlich ist. Es konnte jedoch eindeutig gezeigt werden, dass sich unter manchen Expositionsbedingungen Funktionen des Gehirns und Nervensystems verändern. Die Folgen von Langzeitexpositionen oder lang anhaltenden Expositionen sind weder für Erwachsene noch für Kinder eingehend untersucht worden.

Für Kinder, deren Nervensystem sich kontinuierlich bis ins junge Erwachsenenalter hinein entwickelt, sind die Folgen von lang anhaltenden Expositionen derzeit unbekannt. Das könnte aber für die Gesundheit im Erwachsenenalter sowie für das Funktionieren in der Gesellschaft schwerwiegende Folgen haben, wenn die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern (NF) und hochfrequenter Strahlung (HF) im Kindesalter später zu verminderter Leistungsfähigkeit führt, besonders im Hinblick auf Denken, Urteilsvermögen, Erinnerungsvermögen, Lernfähigkeit und Kontrolle über das eigene Verhalten.

Menschen, die der Dauerstrahlung von Funkantennen im Niedrigdosisbereich ausgesetzt sind, berichten über verschiedene Symptome, wie zum Beispiel Schlafprobleme (Schlafstörungen), Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Benommenheit, Konzentrationsmangel, Gedächtnisprobleme, Ohrenklingen (Tinnitus), Gleichgewichts- und Orientierungsprobleme sowie Schwierigkeiten mit Multitasking. Während gewisser Gedächtnisaufgaben führte die Exposition durch Mobilfunkstrahlung bei Kindern zu Veränderungen in der oszillierenden Aktivität des Gehirns. Wissenschaftliche Studien konnten bis jetzt noch keine Ursache-Wirkungsbeziehung bestätigen. In einigen Ländern, wo Funktechnologien besonders entwickelt und verbreitet sind (Schweden, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Italien, Schweiz, Österreich, Griechenland, Israel), sind die oben genannten Beschwerden ebenfalls weit verbreitet und ein Thema von großem öffentlichen Interesse. Als zum Beispiel die neue dritte Generation der Mobilfunktechnik (und damit verbundene, flächendeckende HF-Emissionen in den Niederlanden) eingeführt wurde, kam es fast unmittelbar zu Krankheitsbeschwerden in der Bevölkerung. (5)

Die Widersprüchlichkeit von Ergebnissen der wenigen Studien, die überhaupt durchgeführt wurden, hängt vielleicht mit der Schwierigkeit zusammen, für Untersuchungszwecke eine nicht exponierte Umwelt zur Verfügung stellen zu können, um diese dann mit absichtlich exponierten Bedingungen vergleichen zu können. Menschen, die für Untersuchungszwecke zu einem Labor reisen, sind auf ihrem Weg dahin einer Vielzahl von hochfrequenten als auch niederfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, so dass sie unter Umständen bereits Störungen aufweisen, bevor die tatsächlichen Untersuchungen beginnen. Für weitere Komplikationen sorgt, dass es starke Hinweise dafür gibt, dass Verhaltensveränderungen aufgrund von HF-Expositionen verzögert eintreten: Die Wirkungen werden also erst nach Beendigung der HF-Exposition beobachtet. Das wiederum deutet auf eine anhaltende Veränderung im Nervensystem hin, die erst offensichtlich wird, wenn einige Zeit verstrichen ist. Dieser Effekt wäre dann aber während einer kurzen Untersuchungszeit gar nicht feststellbar.

Die Auswirkungen von Langzeitexpositionen gegenüber Funktechnologien lassen sich bis heute noch immer nicht mit Sicherheit angeben, was auf Handys und andere persönliche elektronische Geräte ebenso zutrifft wie auf Ganzkörperexpositionen und HF-Strahlung von Mobilfunkmasten und –anlagen. Jedoch deuten die bereits vorliegenden Befunde darauf hin, dass biologische Wirkungen und gesundheitliche Folgen bei ausnehmend niedrigen Strahlungsintensitäten auftreten können und das auch tun. Die Strahlungsintensitäten sind dabei so niedrig, dass sie zum Teil tausendfach unterhalb der öffentlichen Grenzwerte liegen.

Es ist evident geworden, dass möglicherweise mit ernsthaften Folgen für die Gesundheit der Bevölkerung (und die Volkswirtschaft) zu rechnen ist, die aufgrund der weit verbreiteten Anwendung dieser Technologien sowie der universalen Exposition gegenüber solchen Emissionen von globalem Interesse sind. Selbst ein geringer Anstieg der Krankheitshäufigkeit oder des Verlusts an Gedächtnisleistungen, der mit Expositionen durch neue Funktechnologien verbunden ist, würde schwerwiegende Folgen für die öffentliche Gesundheit, Gesellschaft und Wirtschaft haben. Epidemiologische Studien können Gesundheitsschäden erst Jahrzehnte nach der eigentlichen Exposition feststellen, und das nur dann, wenn große Auswirkungen in weiten Teilen der „Durchschnittsbevölkerung“ zu beobachten sind. Frühe Warnungen vor möglichen Gesundheitsfolgen sollten deshalb schon jetzt von den Entscheidungsträgern ernst genommen werden.

C. Auswirkungen auf die Gene (DNA)

Das Krebsrisiko ist mit Schäden an der DNA verbunden, wobei die genetische Bauanleitung für Wachstums und Entwicklung verändert wird. Wenn die DNA Schaden erleidet (also Gene beschädigt werden), dann besteht das Risiko, dass diese geschädigten Zellen nicht absterben, sondern die beschädigte DNA weiterhin vervielfältigt wird. Das aber ist eine der notwendigen Vorbedingungen für die Krebsentstehung. Eine reduzierte DNA-Reparaturkapazität spielt dabei ebenfalls eine wichtige Rolle. Wenn die DNA-Schadensrate das DNA-Reparaturvermögen übersteigt, dann besteht die Möglichkeit, dass Mutationen beibehalten werden und Krebs initiiert wird. Aufgrund dieser möglichen Verbindung zu Krebs sind Studien zur Erforschung des Einflusses von niederfrequenten und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf Gene und DNA besonders wichtig.

Noch vor zehn Jahren glaubten die meisten Menschen, dass sehr schwache niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung auf keinen Fall irgendwelche Wirkungen auf die DNA und darauf ausüben könnten, wie eine Zelle funktioniert (oder beschädigt wird und ihrer täglichen Arbeit nicht richtig nachgehen kann). Es wurde das Argument angeführt, dass diese schwachen Felder nicht genügend Energie besitzen

(oder physikalisch stark genug sind), um Schäden auslösen zu können. Heute wissen wir jedoch, dass es vielfältige Wege der Schädigung gibt, bei denen der Energiegehalt der Strahlung nicht die entscheidende Rolle spielt. Die Exposition gegenüber giftigen Chemikalien kann zum Beispiel Schäden auslösen. Veränderungen im Gleichgewicht der empfindlichen biologischen Prozesse einschließlich des Hormongleichgewichts können Zellen schädigen oder gar zerstören und damit Krankheit verursachen. Es ist Tatsache, dass viele chronische Krankheiten mit jener Art von Schäden, für die überhaupt keine Erwärmung notwendig ist, in Zusammenhang stehen. Durch die Störung der Zellkommunikation (wie Zellen miteinander interagieren) kann Krebs entweder direkt ausgelöst oder bestehender Krebs zu schnellerem Wachstum angeregt werden.

Der Einsatz von modernen Gentestverfahren wird in der Zukunft wahrscheinlich viele nützliche Informationen darüber zutage fördern, wie elektromagnetische Felder die Moleküle im Körper anvisieren und beeinflussen. Auf genetischer Ebene gibt es inzwischen einige Belege dafür, dass elektromagnetische Felder (sowohl NF als auch HF) Veränderungen in der Arbeitsweise der DNA hervorrufen können. Es sind Laborstudien durchgeführt worden, um herauszufinden, ob (und wie) schwache elektromagnetische Felder Einfluss darauf nehmen können, wie Gene und Proteine funktionieren. Solche Veränderungen sind in einigen Studien beobachtet worden, aber nicht in allen.

Geringe Veränderungen der Protein- oder Genexpression können unter Umständen die Zellphysiologie verändern und dadurch zu einem späteren Zeitpunkt Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden haben. Die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Genen, Proteinen und elektromagnetischen Feldern steckt noch in den Kinderschuhen. Jede Bestätigung, dass auf der Ebene der Gene und Proteine die Einwirkung schwacher elektromagnetischer Felder tatsächlich mit Veränderungen registriert wird, kann ein wichtiges Hilfsmittel sein, um die Art der möglichen Gesundheitsrisiken abzuklären.

Diese Studien über DNA, Gene, Proteine und elektromagnetischen Felder sind so bemerkenswert vor allem auch deshalb, weil es diesbezüglich überhaupt keine Wirkungen geben sollte, falls elektromagnetische Felder tatsächlich zu schwach wären, Schäden auszulösen. Wissenschaftler, die daran glauben, dass die Energie nichtionisierender Strahlung zu gering sei und es daher für unwahrscheinlich halten, dass sie Schäden hervorruft, tun sich schwer damit, die beobachteten Veränderungen zu erklären und ziehen es daher vor, sie einfach zu ignorieren. Das Problem dieser Sichtweise aber bleibt, dass es die Wirkungen tatsächlich gibt. Dass man sie nicht erklären kann, ist kein ausreichender Grund, sie als erfunden oder unwichtig abzutun.

Das europäische Forschungsprogramm REFLEX dokumentierte in seinen DNA-Tests viele Veränderungen im normalen biologischen Geschehen der DNA (3). Die Bedeutung dieser Ergebnisse liegt darin, dass die Effekte unmittelbar mit der Frage zusammenhängen, ob es für Menschen gesundheitliche Auswirkungen geben kann,

wenn solche Veränderungen in Genen und der DNA tatsächlich auftreten. Mehr als ein Dutzend verschiedener Forscher war an diesem großen Forschungsprojekt beteiligt, das Informationen zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder erbrachte. Zu den Hauptergebnissen gehören folgende Erkenntnisse:

„Genmutationen, Zellproliferation und Apoptose werden durch Veränderungen im Ablauf der Gen- und Proteinexpression verursacht oder sind eine Folge davon. Das Zusammentreffen dieser Vorgänge ist für die Entstehung aller chronischen Krankheiten notwendig.“ (3)

„Es konnte mit großer Sicherheit gezeigt werden, dass nach der Einwirkung von EMF-Expositionen genotoxische Effekte und eine veränderte Expression zahlreicher Gene und Proteine auftraten.“ (3)

„HF-Strahlung erzeugte in Fibroblasten, HL-60-Zellen, Granulosazellen von Ratten und neuronalen Progenitorzellen, die aus embryonalen Stammzellen von Ratten gewonnen wurden, genotoxische Effekte.“ (Teilnehmer 2, 3 und 4). (3)

„Zellen reagieren auf Hochfrequenzexpositionen im SAR-Bereich zwischen 0.3 und 2 W/kg mit einem signifikanten Anstieg von DNA-Einzel- und Doppelstrangbrüchen sowie von der Mikrokernfrequenz.“ (Teilnehmer 2, 3 und 4). (3)

„Während einer Hochfrequenzexposition konnte in HL-60-Zellen ein eindeutiger Anstieg der intrazellulären Erzeugung von freien Radikalen gezeigt werden.“ (Teilnehmer 2). (3)

„Die induzierten DNA-Schäden beruhten nicht auf thermischen Effekten und lösen damit Überlegungen zu den Sicherheitsgrenzwerten für HF-Strahlung aus.“ (3)

„In Zellen von älteren Spendern waren die Wirkungen deutlich stärker ausgeprägt, was auf eine altersabhängige Abnahme der DNA-Reparatureffizienz bei HF-induzierten DNA-Strangbrüchen hindeuten könnte.“ (3)

Sowohl die Exposition durch niederfrequente Felder als auch hochfrequente Strahlung kann unter bestimmten Bedingungen als erbgutschädigend (die DNA schädigend) eingestuft werden. Dies gilt auch für Strahlensexpositionen unterhalb bestehender Grenzwerte.

D. Auswirkungen auf die Stressproteine (Hitzeschockproteine)

In fast jedem Lebewesen gibt es einen speziellen Schutzmechanismus, der von den Zellen ausgelöst wird, wenn sie von Umweltgiften oder feindlichen Umweltbedingungen angegriffen werden. Das wird auch Stressantwort genannt, und zwar werden Stressproteine produziert, die auch unter dem Namen Hitzeschockproteine bekannt sind. Pflanzen, Tiere und Bakterien produzieren solche Stressproteine, um Stress auslösende Umweltfaktoren wie hohe Temperaturen, Sauerstoffmangel, Schwermetallvergiftung und oxidativen Stress (eine Ursache des vorzeitigen Alterns) zu überleben. Wir können der Liste von Umweltfaktoren, die eine physiologische Stressantwort auslösen, nun auch NF- und HF-Expositionen hinzufügen.

Sehr niedrige NF- und HF-Expositionen können Zellen dazu veranlassen, Stressproteine zu produzieren. Das bedeutet, dass die Zelle NF- und HF-Expositionen als schädlich erkennt. Und das ereignet sich bei Strahlungsintensitäten weit unterhalb der bestehenden Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung.

Außerdem gilt es zu bedenken, dass die Schutzwirkung nachlässt, wenn der Stress zu lange anhält. Die Stressantwort fällt dann immer schwächer aus und die Schutzwirkung nimmt ab. Das bedeutet, dass die Zelle auf lange Sicht weniger gegen Schäden geschützt ist. Aus diesem Grund können längere oder anhaltende Expositionen sehr schädlich sein, auch wenn die Feldstärke sehr gering ist.

Der so aktivierte biochemische Prozess ist für NF-Expositionen derselbe wie für HF-Expositionen, und zwar ist er nichtthermischer Natur (er benötigt keine Erwärmung oder induzierte elektrische Ströme, weshalb die auf thermischer Grundlage festgesetzten Grenzwerte in diesem Fall irrelevant sind und nicht schützen können). Es konnte gezeigt werden, dass NF-Expositionen im Bereich von nur 5 bis 10 mG (500-1000 nT) Stressgene aktivieren (Tabelle 2, Kapitel 6). Die spezifische Absorptionsrate oder SAR ist kein geeignetes Maß für die Festlegung von biologischen Schwellenwerten oder Strahlendosen und sollte daher nicht als Grundlage für Sicherheitsgrenzwerte benutzt werden, denn die spezifische Absorptionsrate schützt nur vor thermischen Schäden.

E. Auswirkungen auf das Immunsystem

Das Immunsystem ist ein weiterer Abwehrmechanismus gegen Eindringlinge (z.B. Viren, Bakterien und andere Fremdmoleküle). Es schützt uns gegen Krankheit, Infektionskrankheiten und Tumorzellen. Es gibt viele verschiedene Typen von Immunzellen. Jeder Zelltyp dient einem bestimmten Zweck und wird aktiviert, um den Körper gegen verschiedenste Expositionen, die der Körper als möglicherweise schädlich einstuft, zu schützen.

Es gibt gewichtige Belege dafür, dass niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung entzündliche und allergische Reaktionen auslösen und normale Immunfunktionen verändern können, selbst bei Strahlungsintensitäten, die nach den derzeit gültigen Sicherheitsgrenzwerten zulässig sind.

Das Immunsystem des Körpers nimmt niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung als eine Gefahr wahr und mobilisiert seine Abwehrkräfte, wobei die Reaktion des Körpers ähnlich wie bei der Produktion von Stressproteinen ausfällt. Das sind weitere Indikatoren dafür, dass sehr niedrige Expositionen gegenüber niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung

a) von den Zellen erkannt werden und b) Reaktionen auslösen können, so als ob diese Expositionen schädlich wären. Die chronische Exposition gegenüber Faktoren, die ständig allergische und entzündliche Reaktionen hervorrufen, ist wahrscheinlich gesundheitsschädlich. Chronisch entzündliche Vorgänge können im Laufe der Zeit zu Schäden auf Zell-, Gewebs- und Organebene führen. Man geht davon aus, dass viele chronische Krankheiten mit chronischen Problemen des Immunsystems in Zusammenhang stehen.

Es ist allseits bekannt, dass die Ausschüttung von Entzündungsauslösern wie z.B. Histamin zu Hautreaktionen, Schwellungen, allergischer Überempfindlichkeit und anderen Reaktionen führt, die normalerweise mit einem Teil des Abwehrsystems zusammenhängen. Das Immunsystem des Menschen ist Teil eines allgemeinen Abwehrsystems, das den Körper gegen schädliche Einflüsse aus der ihn umgebenden Umwelt schützt. Wenn das Immunsystem durch irgendeinen Angriff herausgefordert wird, dann gibt es viele verschiedene Immunzelltypen, die darauf reagieren können. Alles, was eine Immunantwort auslöst, sollte sorgfältig geprüft werden, da eine chronische Stimulation des Immunsystems im Laufe der Zeit dessen normale Funktionsfähigkeit beeinträchtigen kann.

Expositionen durch niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung können messbare physiologische Veränderungen bei sehr geringen Feldstärken auslösen. (In der Haut nimmt die Anzahl der Mastzellen zu, die z.B. ein Marker für allergische und entzündliche Reaktionen in der Zelle sind.) Mastzellen, die durch NF- oder HF-Expositionen aktiviert werden, degranulieren und schütten lästige Substanzen aus, die die allergischen Hautreaktionen hervorrufen.

Es gibt eindeutige Hinweise dafür, dass Expositionen durch niederfrequente Felder und hochfrequente Strahlung bei Strahlungsintensitäten, wie sie bei Handygebrauch, Computern, Bildschirmen, Fernsehern und anderen Feldverursachern auftreten, diese Hautreaktionen hervorrufen können. Mit Hilfe von Hautbiopsien sind Veränderungen in der Hautempfindlichkeit gemessen worden, und die Untersuchungsergebnisse sind

bemerkenswert. Einige dieser Reaktionen werden bei Strahlungsintensitäten ausgelöst, die beim Umgang mit Funktechnologien im täglichen Leben auftreten. Mastzellen befinden sich auch im Gehirn und Herz, wo sie vielleicht Zielscheiben der Immunantwort auf die NF- und HF-Expositionen sind, was auch einige der anderen häufig beschriebenen Symptome erklären könnte (Kopfschmerz, Lichtempfindlichkeit, Herzrhythmusstörungen und andere Herzbeschwerden). Chronische Reize wie die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern und hochfrequenter Strahlung können, wenn sie für längere Zeit anhaltend einwirken, zu Funktionsstörungen des Immunsystems, chronischen allergischen Reaktionen, Entzündungskrankheiten und einem schlechten Gesundheitszustand führen.

Diese klinischen Befunde erklären vielleicht die Berichte von Personen mit Elektrosensibilität, einem Leiden, bei dem eine Intoleranz gegenüber jeglichen Strahlungsintensitäten von NF- und/oder HF-Expositionen besteht. Obwohl es bisher noch keine wirklich wissenschaftliche Einschätzung gibt (unter kontrollierten Bedingungen, wenn das überhaupt möglich ist), geht man aufgrund von Einzelberichten aus vielen Ländern davon aus, dass 3 bis 5% der Bevölkerung betroffen sind und die Tendenz steigend ist. Wie multiple chemische Sensibilität kann auch Elektrosensibilität eine starke Behinderung darstellen und die betroffenen Personen zwingen ihre Arbeits- und Lebensumstände drastisch zu ändern, wobei sie große wirtschaftliche Einbußen und den Verlust ihrer persönlichen Freiheit erleiden. In Schweden ist Elektrosensibilität offiziell als Funktionsstörung anerkannt (wenn auch nicht als Krankheit – siehe Kapitel 6, Anhang A).

F. Plausible biologische Wirkmechanismen

Es sind bereits plausible biologische Wirkmechanismen identifiziert worden, die für die meisten biologischen Wirkungen im Niedrigdosisbereich der niederfrequenten Felder und hochfrequenten Strahlung eine hinreichende Erklärung bieten. (Oxidativer Stress und DNA-Schäden durch freie Radikale führen zu Genotoxizität; molekulare Wirkmechanismen bei sehr geringen Strahlungsintensitäten weisen auf eine plausible Verbindung mit Krankheiten hin, z.B. die Wirkung auf die mit oxidativem Schaden verbundene Elektronentransfer-Rate oder die mit krankhafter Biosynthese und Mutation verbundene DNA-Aktivierung). Man sollte dabei auch nicht vergessen, dass traditionellerweise zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Risikofaktor nach volksgesundheitlichen und epidemiologischen Gesichtspunkten festgelegt wird, kein Beweis für seinen Wirkmechanismus erforderlich ist, aber bereits auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und Krankheit geschlossen werden kann (12). In vielen Fällen ist der Wirkmechanismus zu dem Zeitpunkt noch nicht bewiesen, zu dem bereits kluge Strategien für die öffentliche Gesundheitsvorsorge umgesetzt werden.

„Offensichtlich hat die Fähigkeit des Melatonins, die DNA vor oxidativem Schaden zu bewahren, Implikationen für viele Krebsarten einschließlich Leukämie, besonders wenn man bedenkt, dass die durch freie Radikale verursachten DNA-Schäden als Auslöser für eine Mehrheit der Krebserkrankungen beim Menschen gelten [Cerutti et al., 1994]. Zusätzlich zu den Krebserkrankungen spielen die durch freie Radikale verursachten Schäden im zentralen Nervensystem auch eine signifikante Rolle in einer Reihe von neurodegenerativen Krankheiten im Alter einschließlich Alzheimer- und Parkinson-Krankheit. In Experimenten mit Tiermodellen hat sich Melatonin bei beiden Krankheiten als höchst wirkungsvoll erwiesen, den Ausbruch dieser Krankheiten abzuwenden und das Ausmaß des Leidens zu reduzieren [Reiter et al., 2001].“ (13)

Oxidativer Stress, eine durch freie Radikale verursachte Schädigung der DNA, ist ein plausibler biologischer Wirkmechanismus für Krebserkrankungen und Krankheiten, die mit durch NF-Expositionen verursachten Schädigungen des zentralen Nervensystems verbunden sind.

H. Ein anderer Blickwinkel: Therapeutische Anwendungen von EMF

Viele Menschen sind überrascht zu erfahren, dass gewisse Arten von EMF-Behandlungen tatsächlich auch heilen können. Es handelt sich dabei um medizinische Anwendungen, die elektromagnetische Felder auf eine ganz spezifische Art und Weise einsetzen, um die Heilung von Knochenbrüchen zu unterstützen, die Wundheilung von Haut und darunterliegendem Gewebe zu fördern, Schmerzen und Schwellungen zu lindern, auch für andere postoperative Anwendungen. Es gibt auch elektromagnetischer Felder, die zur Behandlung von Depressionen eingesetzt werden.

Für die Behandlung von Krankheiten hat sich die Wirksamkeit von elektromagnetischen Feldern bei Strahlungsintensitäten als erfolgreich erwiesen, die weit unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung liegen. Und das bringt uns zu der unvermeidlichen Frage: Wie können Wissenschaftler auf der einen Seite die schädlichen Wirkungen von EMF-Expositionen bestreiten, wenn auf der anderen Seite EMF-Behandlungen mit nachweislichem Erfolg zur Heilung eingesetzt werden?

Medizinische Krankheiten werden mit dem Einsatz von elektromagnetischen Feldern erfolgreich behandelt, und zwar bei Strahlungsintensitäten, die unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte liegen, womit auf eine andere Art bewiesen wird, dass der Körper elektromagnetische Signale im Niedrigdosisbereich erkennt und darauf reagiert. Anderenfalls könnten diese medizinischen Behandlungen gar nicht funktionieren. Die FDA hat medizinische Geräte, die auf elektromagnetischen Wirkprinzipien basieren, genehmigt und ist daher ganz eindeutig mit diesem Paradox vertraut.

Die willkürliche Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Gegensatz zu EMF-Expositionen unter klinischer Aufsicht kann ebenso wie der unbeaufsichtigte Gebrauch von pharmazeutischen Medikamenten zu Schäden führen. Dieser Sachverhalt sollte uns zur Warnung dienen: Demnach sind unbeabsichtigte Expositionen gegenüber elektromagnetischen Feldern höchstwahrscheinlich keine gute Idee.

Niemand würde empfehlen, Medikamente, die für medizinische Behandlungen und Krankheitsvorbeugung gedacht sind, willkürlich an die Öffentlichkeit zu verteilen, und ganz besonders nicht an Kinder. Aber dennoch sind alle ständig der willkürlichen und unfreiwilligen Exposition durch elektromagnetische Felder im täglichen Leben ausgesetzt.

Die Tatsache, dass im täglichen Leben verschiedenste Quellen elektromagnetischer Strahlung auf die Menschen einwirken – ohne Rücksicht auf kumulative Effekte und potenziell schädliche Kombinationen der verschiedenen EMF-Quellen – hat mehrere Konsequenzen. Erstens wird die Durchführung klinischer Studien sehr erschwert, weil es so gut wie unmöglich ist, Menschen zu finden, die den Feldern noch nicht ausgesetzt sind. Zweitens sind Menschen mit und ohne Krankheiten vielfältigen und sich überlappenden Expositionen ausgesetzt, was von Person zu Person aber sehr variiert.

Ebenso wie ionisierende Strahlung wirkungsvoll zur Diagnose und Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt werden kann, ist diese Strahlung bei anderen Expositionsbedingungen auch eine Krebsursache. Da elektromagnetische Felder also Krankheitsursache sein können, aber auch zur Behandlung von Krankheiten eingesetzt werden, ist es ganz besonders wichtig, dass die öffentlichen Grenzwerte unser derzeitiges Wissen um die biologische Brisanz der EMF-Expositionen widerspiegeln und dass sowohl neue Sicherheitsgrenzwerte zum Schutz der Bevölkerung als auch Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor zukünftigen Expositionen entwickelt werden.

III. EMF-Exposition und vorausschauende Gesundheitsplanung

- **Es gibt genügend wissenschaftliche Befunde, um bezüglich der Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern gesetzliche Maßnahmen zu rechtfertigen. Und die Befunde reichen auch aus, um Vorsorgemaßnahmen für hochfrequente Strahlung zu rechtfertigen.**
- **Der den Handlungsbedarf entscheidende Beweisstandard für die Einschätzung der neuesten wissenschaftlichen Evidenz sollte den Folgen für Gesundheit und Wohlbefinden Rechnung tragen.**
- **EMF-Expositionen sind weit verbreitet.**
- **Im vorliegenden Gutachten werden weithin anerkannte Standards zur Einschätzung der wissenschaftlichen Studien benutzt.**

Die Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischer Strahlung (niederfrequente Felder der Stromversorgung, hochfrequente Strahlung und Mikrowellen) nimmt auf der ganzen Welt explosionsartig zu. In den Entwicklungsländern schreitet die Elektrifizierung zügig voran, auch in den ländlichen Gegenden. Fast alle besitzen und benutzen heutzutage schnurlose Telefone, Handys und Pager. Außerdem ist die Mehrheit der Bevölkerung an ihrem Wohnort Antennen ausgesetzt, die hochfrequente Signale drahtlos übertragen. Einige Entwicklungsländer haben die Installation von Festnetzen aus Kostengründen und wegen des leichten Zugangs zu Handys bereits eingestellt. Langzeitexpositionen und kumulative Expositionen gegenüber derart massiv erhöhter hochfrequenter Strahlung sind in der Geschichte der Menschheit einmalig. Diese veränderten Strahlungsverhältnisse sind für Kinder, die inzwischen routinemäßig jeden Tag mehrere Stunden mobil telefonieren, besonders auffällig. Jeder von uns ist dieser Strahlenbelastung mehr oder weniger ausgesetzt. Niemand kann ihr entrinnen. Denn selbst wenn jemand auf einem Berggipfel ohne Elektrizität leben würde, wäre man dort höchstwahrscheinlich auch der hochfrequenten Strahlung von Funktechnologien moderner Kommunikationssysteme ausgesetzt. Empfindliche Bevölkerungsgruppen (schwängere Frauen, Kleinkinder, Senioren, die Armen) sind denselben Strahlenbelastungen ausgesetzt wie die allgemeine Bevölkerung. Daher ist es zwingend notwendig, dass wir Wege finden, um die Risiken abzuschätzen und die Expositionen zu reduzieren. Für einen ausreichenden Schutz der öffentlichen Gesundheit ist es notwendig, Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen, die den möglichen Risiken und Folgeschäden Rechnung tragen, die entstehen würden, wenn man nichts tut.

IV. Handlungsempfehlungen

A. Neue Richtlinien zur Begrenzung der Exposition durch niederfrequente Felder

Aus der obigen Zusammenfassung der uns vorliegenden wissenschaftlichen Befunde ergibt sich, dass neue Grenzwerte für niederfrequente Felder notwendig sind. Vom Standpunkt des öffentlichen Gesundheitsschutzes aus gesehen werden bereits jetzt neue Grenzwerte für niederfrequente Felder benötigt. Diese Grenzwerte sollten den im Alltag vorkommenden niederfrequenten Feldstärken Rechnung tragen, oberhalb derer ein erhöhtes Risiko für Kinderleukämie und möglicherweise auch andere Krebserkrankungen sowie neurologische Erkrankungen beobachtet wurde. Die Grenzwerte für niederfrequente Felder sollten unterhalb der Expositionsniveaus liegen, die in Kinderleukämiestudien mit einem erhöhten Risiko verbunden waren, zuzüglich eines Sicherheitsfaktors. Es ist nicht mehr vertretbar, neue Stromversorgungsleitungen und elektrische Großanlagen in Gebieten zu errichten, wo die Anwohner niederfrequenten Feldstärken ausgesetzt werden, die bereits als riskant eingestuft wurden. Diese Feldstärken befinden sich im Bereich zwischen 2 und 4 Milligauss (mG)*, nicht etwa von einigen Zehnern bis einigen Hunderten von Milligauss. Der gültige ICNIRP-Grenzwert für niederfrequente Felder ist auf 1000 mG oder 100.000 nT (904 mG in den USA) festgesetzt. Da er von falschen Annahmen ausgeht, ist er überholt. Man kann nicht länger behaupten, dass diese Grenzwerte die öffentliche Gesundheit schützen. Sie sollten daher ersetzt werden. Außerdem sollte bei einem neuen biologisch begründeten Grenzwert für niederfrequente Felder ein Sicherheitsfaktor zur Anwendung kommen. Bei der herkömmlichen Risikobewertung wird auch sonst ein Sicherheitsfaktor hinzugefügt, der unterhalb des Risikolevels liegt.

Während neue Grenzwerte für niederfrequente Felder entwickelt und durchgesetzt werden, wäre als Planungsgrenzwert 1 mG (100 nT) für Wohngebiete und in der Umgebung von allen neuen oder aufgerüsteten Stromversorgungsleitungen, und 2 mG (200 nT) für alle anderen neuen Anlagen angemessen. Außerdem wird empfohlen, für Bereiche, in denen sich Kinder und/oder schwangere Frauen dauerhaft aufhalten, einen Grenzwert von 1 mG (100 nT) einzuführen (aufgrund des möglichen Zusammenhangs zwischen Kinderleukämie und In-utero-Exposition durch niederfrequente Felder). Diese Empfehlung geht von der Annahme aus, dass Kinder einen höheren Schutz benötigen, da sie sich nicht selbst schützen können und zum Teil Strahlungsintensitäten ausgesetzt sind, die mit erhöhten Kinderleukämieraten verbunden sind und im Fall eines anderen Umweltfaktors bereits zu gesetzlichen Maßnahmen geführt hätten. Dieser Umstand macht es besonders dringend, dass der Grenzwert von 1 mG (100 nT) auf alle bestehenden Daueraufenthaltssorte erweitert wird. Unter „einführen“ werden in diesem Fall förmliche öffentliche Empfehlungen durch verantwortliche Gesundheitsbehörden verstanden. Während der kurzfristige Umbau aller bestehenden Stromversorgungssysteme unrealistisch ist, sollten und müssen jedoch Schritte eingeleitet werden, um die Exposition durch diese bestehenden Anlagen zu reduzieren,

ganz besonders in Bereichen, wo sich Kinder dauerhaft aufhalten. Diese Grenzwerte sollten Expositionsniveaus berücksichtigen, die im Allgemeinen mit einem erhöhten Risiko für Kinderleukämie verbunden sind (im Bereich von 2 bis 5 mG für alle Kinder und über 1,4 mG für Kinder im Alter von 6 Jahren und darunter). In fast allen Untersuchungen beruflich exponierter Personen zu Krebserkrankungen im Erwachsenenalter und neurologischen Erkrankungen wird die höchste Expositionsstufe mit 4 mG (400 nT) und darüber angegeben, weshalb sich neue Grenzwerte für niederfrequente Felder an diesem, nicht an höheren Bereichen der Exposition orientieren sollten.

Wenn man in der Schule, zu Hause und am Arbeitsplatz anhaltende Expositionen durch niederfrequente Felder oberhalb der Strahlungsintensitäten vermeidet, die mit einem erhöhten Krankheitsrisiko verbunden sind, dann kann man auch den größten Teil der möglichen Parameter vermeiden, die im Zusammenhang mit niederfrequenter Strahlung in der entsprechenden Literatur als biologisch aktiv diskutiert werden.

B. Vorsorgemaßnahmen zur Reduzierung hochfrequenter Strahlung

Ausgehend von dem vorliegenden wissenschaftlichen Beweismaterial (Kapitel 17) ist der schnelle Ausbau der neuen Funktechnologien ein Gesundheitsproblem von öffentlichem Interesse. Denn die Bevölkerung wird einer gepulsten Dauerbestrahlung ausgesetzt, deren Strahlungsintensitäten mit biologischen Wirkungen in Zusammenhang gebracht werden, so dass von ernsthaften möglichen Folgen für die Gesundheit der Bevölkerung auszugehen ist. Im Kapitel 17 werden die wissenschaftlichen Befunde zusammengefasst, die zu einer öffentlichen Gesundheitsempfehlung geführt haben, da sie Vorsorgemaßnahmen begründen, die die hochfrequente Bestrahlung der Bevölkerung reduzieren und minimieren. Es gibt Hinweise bis starke Hinweise dafür, dass HF-Expositionen unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte Veränderungen in Zellmembranfunktionen, Zellkommunikation, Zellstoffwechsel und der Aktivierung von Protoonkogenen verursachen und die Produktion von Stressproteinen auslösen können. Zu den Folgen zählen DNA-Strangbrüche und Chromosomenabweichungen, Zelltod einschließlich abgestorbener Neuronen im Gehirn, erhöhte Produktion von freien Radikalen, Aktivierung des endogenen Opiatsystems, zellulärer Stress und vorzeitiges Altern, Veränderungen von Hirnfunktionen einschließlich Gedächtnisverlust, Lernbehinderungen, verlangsamte Motorik sowie Leistungseinschränkungen bei Kindern, Kopfweh und Müdigkeit, Schlafstörungen, neurodegenerative Störungen, verminderte Melatoninausschüttung und Krebserkrankungen (Kapitel 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 12).

Bereits im Jahr 2000 legten einige Experten aus dem Fachbereich Bioelektromagnetik einen Grenzwert von $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (entspricht 0,614 Volt pro Meter) für die gepulste HF-Strahlung im Freien vor, womit die Bevölkerung vor allem in Städten einen ausreichenden Schutz vor der unfreiwilligen Exposition gegenüber gepulster HF-Strahlung (z.B. Mobilfunksendeanlagen und andere Funktechnologien) genießen würde.

Die Salzburger Resolution von 2000 forderte einen Richtwert von $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (oder $0,614 \text{ V}/\text{m}$) für die Exposition der allgemeinen Bevölkerung gegenüber gepulster HF-Strahlung. Seither gibt es viele glaubwürdige Einzelberichte, die von Unwohlsein und Erkrankungen auch bei vergleichsweise noch niedrigeren Strahlungsintensitäten in der Nähe von Mobilfunksendeanlagen (Sendeantennen zur drahtlosen Sprach- und Datenübertragung) berichten. Zu den Wirkungen zählen Schlafunterbrechung, Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen, Müdigkeit, Kopfweh, Hauterkrankungen, Sehstörungen (Flecken sehen), Übelkeit, Appetitlosigkeit, Tinnitus und Herzprobleme (rasender Herzschlag). Es gibt auch einige glaubwürdige Berichte von Forschern, die zeigen, dass schon HF-Strahlungspegel von Mobilfunksendeanlagen von ungefähr $0,01$ bis $0,5 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bei Bewohnern im Umkreis bis zu mehreren hundert Metern negative Gesundheitsfolgen auslösen konnten.

Argumente für Schwellen- oder Grenzwerte, die auf diesen obigen Informationen basieren, liegen deutlich unter den derzeit gültigen Richtlinien für Ganzkörperexpositionen, die von der US-Bundesbehörde für Fernmeldewesen (FCC) und der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) festgelegt worden sind. Die Unsicherheit, wie weit die Grenzwerte abgesenkt werden müssen, wenn sie einer vorausschauenden Gesundheitsvorsorge tatsächlich Rechnung tragen sollen, darf notwendige Anstrengungen nicht verhindern, auf die vorliegenden Informationen zu reagieren. Es sind noch keine niedrigeren Grenzwerte für durch hochfrequente Strahlung verursachte biologische Wirkungen und negative Gesundheitsfolgen festgelegt worden, weshalb zusätzliche Forschung zu den möglichen Gesundheitsrisiken von z.B. drahtlosen WLAN-Netzwerken notwendig ist. Zum jetzigen Zeitpunkt kann jedenfalls kein Strahlenpegel einer HF-Exposition (chronische Exposition) als sicher eingestuft werden. Das untere Ende der Strahlungsintensitäten, bei denen gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen beobachtet werden, ist hundertfach niedriger als die Sicherheitsrichtlinie für Handys und PDAs und tausend- bis zehntausendfach niedriger als für Mobilfunksendeanlagen und WLAN-Geräte. Die gesamte Entscheidungsgrundlage für Sicherheitsrichtlinien ist somit in Frage gestellt. Und es ist nicht ganz abwegig, die Sicherheit von hochfrequenten Expositionen bei allen Strahlungsintensitäten in Frage zu stellen.

Hiermit wird ein Vorsorgewert für gepulste HF-Strahlung vorgeschlagen, der für HF-Strahlungsquellen von Mobilfunksendeanlagen, WLAN, WiMAX und anderen ähnlichen Funkquellen Anwendung finden könnte. Der empfohlene Vorsorgewert für gepulste HF-Strahlung in Bereichen, wo die allgemeine Bevölkerung exponiert ist, liegt bei $0,1$ Mikrowatt pro Quadratcentimeter ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)** (oder $0,614 \text{ Volt pro Meter oder V}/\text{m}$)**. Diese Empfehlung trägt dem vorliegenden Beweismaterial Rechnung und entspricht einer vorausschauenden Gesundheitspolitik. Für die kumulative HF-Exposition im Freien sollte vorsorglich ein Höchstwert von $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ festgelegt werden. Dieser Wert spiegelt den derzeitigen Stand der HF-Forschung und eine vorausschauende Gesundheitspolitik wieder. Er würde vernünftigerweise dort für die gepulste HF-Strahlung zur Anwendung kommen, wo Menschen leben, arbeiten und zur Schule

gehen. Dieser HF-Strahlenpegel wird als Ganzkörperexposition wahrgenommen und kann zur Dauerbestrahlung führen, wo es drahtlose lokale Netze und Weitverkehrsnetze gibt, wie zum Beispiel die Gesprächs- und Datenübertragung für Handys, Pager und PDAs sowie andere HF-Strahlungsquellen. Ein Vorsorgewert von $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ für außen würde einen noch niedrigeren Strahlenpegel für Innenräume bedeuten, vielleicht sogar nur $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Einige Studien und viele Einzelberichte haben über Gesundheitsbeschwerden berichtet, die bei noch viel niedrigeren Strahlungsintensitäten auftraten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt könnte der vorgeschlagene Vorsorgewert jedoch einen Teil der unverhältnismäßig großen Belastung für die Bevölkerungsgruppen vermeiden, die in der Nähe von solchen Anlagen wohnen. Obgleich dieser Richtwert für HF-Strahlung die weitere Einführung der WLAN-Technologien nicht ausschließt, empfehlen wir trotzdem, kabelgebundene Alternativen zu installieren. Dies gilt besonders für Schulen und Bibliotheken, damit Kinder keinen erhöhten HF-Strahlenpegeln ausgesetzt sind, so lange wir die möglichen Gesundheitsgefahren nicht besser verstehen. Diese Empfehlung sollte als ein zwischenzeitlicher Vorsorgewert angesehen werden, dessen Intention es ist, vorbeugende Maßnahmen zu begleiten. In der Zukunft werden wir unter Umständen noch niedrigere Richtwerte benötigen.

Sendeanlagen wie zum Beispiel Rundfunksender, UKW-Sender und Fernsehsender setzen die Anwohner erhöhten Strahlungsintensitäten aus und stellen damit ebenfalls ein Gesundheitsproblem von öffentlichem Interesse dar, vor allem wenn man bedenkt, wie hoch die HF-Bestrahlung in der Nähe solcher Anlagen (Antennenwälder) sein kann. Im Umkreis einer halben Meile von ausgewählten Sendern (z.B. Lookout Mountain, Colorado und Awbrey Butte, Bend, Oregon) können in Wohngebieten Strahlungsintensitäten auftreten, die von zehn bis mehreren hundert Mikrowatt pro Quadratzentimeter reichen. Derartige Anlagen, die in Wohngebieten und in der Nähe von Schulen gelegen sind oder entsprechende Bevölkerungsgruppen erhöhter HF-Strahlung aussetzen, müssen in Zukunft höchstwahrscheinlich aus Sicherheitsgründen neu eingeschätzt werden.

Was die Emissionen von Funkgeräten (Mobiltelefone, PDAs, etc.) anbelangt, gibt es inzwischen genügend Beweismaterial für ein erhöhtes Risiko von Hirntumoren und Akustikusneurinomen, so dass entsprechende Interventionen bezüglich ihres Gebrauchs gerechtfertigt sind. Mit einem neuen Design für Handys und PDAs könnte die direkte Exposition des Kopfs und der Augen vermieden werden, z.B. könnte das Mobilteil so gestaltet werden, dass es nur funktioniert, wenn es mit einem schnurgebundenen Headset oder einer Freisprecheinrichtung betrieben wird.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die biologischen Wirkungen bei unkontrollierter Dauerbestrahlung zu negativen Gesundheitsfolgen und Krankheiten führen. Und Kinder sind wahrscheinlich besonders gefährdet. Aber gerade Kinder haben kaum Möglichkeiten, sich aus eigenen Kräften dieser bestrahlten Umwelt zu entziehen. Die vorliegenden Befunde deuten darauf hin, dass Passivstrahlung ebenso wie Passivrauchen ein Gesundheitsproblem von öffentlichem Interesse ist.

V. SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Wir können es uns nicht leisten, einfach weiterzumachen wie bisher. Es ist an der Zeit, dass bei der Planung von neuen Hochspannungsleitungen und neuen Wohnhäusern, Schulen und ihrem näheren Umfeld routinemäßig Vorkehrungen für eine strahlenarme Umwelt getroffen werden. Dass die neuen Funktechnologien einfach wie gehabt weiter ausgebaut werden, ist höchstwahrscheinlich mit Risiken verbunden, die künftig noch schwieriger abzuwenden sein werden, wenn sich die Gesellschaft nicht zügig für die Einführung von Grenzwerten entscheidet, die unser heutiges Wissen berücksichtigen. Die Forschung muss fortfahren zu definieren, welcher Strahlenpegel mit Bezug auf Funktechnologien tragbar ist. Aber die weitere Forschung sollte wichtige Veränderungen nicht behindern oder hinauszögern, die wir heute durchsetzen könnten, um morgen Geld und Leben zu retten und einen gesellschaftlichen Zusammenbruch zu verhindern.
- Für den Niederfrequenzbereich sind neue Grenzwertrichtlinien gerechtfertigt. Diese neuen Grenzwerte sollten unterhalb der Strahlenpegel liegen, die in den Kinderleukämie-Studien mit einem höheren Krankheitsrisiko verbunden waren, und einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor einschließen. Es kann nicht mehr zulässig sein, mit dem Bau von neuen Hochspannungsleitungen und Elektroanlagen die Bevölkerung einem Strahlenpegel auszusetzen, der als risikoreich eingestuft werden muss (generell 2 mG/200 nT und darüber).
- Während neue Grenzwerte für den Niederfrequenzbereich entwickelt und eingeführt werden, wäre es vernünftig, einen Planungsgrenzwert anzustreben: 1 mG (100 nT) für Wohnbereiche in der Umgebung von allen neuen und aufgerüsteten Stromversorgungsleitungen und 2 mG (200 nT) für alle anderen neuen Anlagen. Außerdem wird für Bereiche, in denen sich Kinder und/oder schwangere Frauen dauerhaft aufhalten, empfohlen, einen Vorsorgewert von 1 mG (100 nT) einzuführen. Diese Empfehlung beruht auf der Annahme, dass Kinder wesentlich schutzbedürftiger sind und sich vor allem auch nicht selbst schützen können, sich das Risiko Kinderleukämie zu entwickeln auch derart erhöht, dass das normalerweise gesetzliche Maßnahmen nach sich ziehen würde. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass der Grenzwert von 1 mG (100 nT) auch auf bereits bestehende Gebäude ausgedehnt wird. In diesem Kontext wäre es sehr begrüßenswert, wenn zuständige Gesundheitsämter eine offizielle Warnung aussprechen würden.
- Während es nicht realistisch wäre, das gesamte elektrische Verbundnetz umbauen zu wollen, müssen kurzfristig Schritte eingeleitet und gefördert werden, um die Exposition gegenüber bestehenden Anlagen zu reduzieren - besonders an Orten, an denen Kinder viel Zeit verbringen.

- Für die kumulative Exposition gegenüber HF-Strahlung im Freien sollte ein Vorsorgewert von $0,1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (entspricht 0,614 Volt pro Meter) festgesetzt werden. Dieser Wert reflektiert den Stand der aktuellen HF-Forschung und eine vorausschauende Gesundheitspolitik zum Schutz der Bevölkerung. Vernünftigerweise sollte dieser Wert für gepulste HF-Strahlung (außen) an den Orten gelten, wo Menschen leben, arbeiten und zur Schule gehen. Diese HF-Strahlenexposition trifft auf den gesamten Körper auf. Wo Funkdienste für die Ton- und Datenübertragung für Mobiltelefone, Pager, PDAs und andere hochfrequente Strahlungsquellen flächendeckend vorhanden sind, kann es auch zu einer Dauerbestrahlung kommen. Es liegen einige Studien und viele Einzelberichte über Gesundheitsbeschwerden vor, die bei noch viel niedrigeren Strahlungsintensitäten auftraten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt könnte der empfohlene Wert jedoch einen Teil der unverhältnismäßig großen Belastung für die Bevölkerungsgruppen vermeiden helfen, die in der Nähe von solchen Funkanlagen wohnen und arbeiten. Obgleich dieser HF-Vorsorgewert den weiteren Ausbau der WLAN-Technologien nicht ausschließt, empfehlen wir dennoch, leitungsgebundene Alternativen insbesondere in Schulen und Büchereien einzusetzen, damit Kinder keinem erhöhten HF-Strahlenpegel ausgesetzt sind - ganz besonders so lange wie wir die möglichen Gesundheitsgefahren nicht besser verstehen. Diese Empfehlung sollte als ein zwischenzeitlicher Vorsorgewert verstanden werden, dessen Intention es ist, vorbeugende Maßnahmen zu begleiten. In der Zukunft werden wir unter Umständen noch niedrigere Richtwerte benötigen.

VI. Literatur

1. Martuzzi M. 2005. Science, Policy and the Protection of Human Health: A European Perspective. *Bioelectromagnetics Supplement 7*: S151-156.
2. Adey, WR. 2004. Potential Therapeutic Applications of Nonthermal Electromagnetic Fields: Ensemble Organization of Cells in Tissue as a Factor in Biological Field Sensing. *Bioelectromagnetic Medicine* herausgegeben von Rosch PJ und Markov MS, S. 1.
- (3) REFLEX, 2004. Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive *in vitro* Methods.
- (4) World Health Organization, 2007. ELF Health Criteria Monograph. Neurodegenerative Disorders, S. 187.
- (5) TNO Physics and Electronics Laboratory, The Netherlands. 2003. Effects of Global Communication System radio-frequency fields on well-being and cognitive functions of human beings with and without subjective complaints. Netherlands Organization for Applied Scientific Research 1-63.
- (6) Kheifets LI Afifi AA Buffler PA Zhang ZW. 1995. Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis. *JOEM 37(2)*: 1327 – 1341.
- (7) Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Donnelly KE. 1999. A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario Canada and exposure to magnetic fields in residences. *Int J Cancer 82*: 161–170.
- (8) World Health Organization, 2007. ELF Health Criteria Monograph, S. 256 und WHO Fact Sheet Nr. 322.
- (9) Foliart DE Pollock BH Mezei G Iriye R Silva JM Epi KL Kheifets L Lind MP Kavet R. 2006. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukemia. *British Journal of Cancer 94*: 161-164.
- (10) Svendsen AL Weihkopf T Kaatsch P Schuz J. 2007. Exposure to magnetic fields and survival after diagnosis of childhood leukemia: a German cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 16(6)*: 1167-1171.
- (11) Lowenthal RM, Tuck DM and Bray IC. 2007. Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study. *Int Med J* doi:10.1111/j.1445-5994.2007.01389.x
- (12) Hill, AB. 1971. Principles of Medical Statistics Chapter XXIV. Statistical Evidence and Inference, Oxford University Press, Oxford University, Oxford, UK, S. 309-323.
- (13) Henshaw DL Reiter RJ. 2005. Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption? A Review. *Bioelectromagnetics Supplement 7*, S. S86-S97.

Einige kurze Definitionen für Maßeinheiten der Nieder- und Hochfrequenz***Milligauss (mG)**

Ein Milligauss ist ein Maß für die magnetische Flussdichte und wird mit mG abgekürzt. Damit werden elektromagnetische Felder von Geräten, Hochspannungsleitungen und elektrischen Installationen beschrieben.

(Anm. der Übersetzerin: Die SI-Einheit hierfür ist Tesla oder Nanotesla und wird mit T oder nT abgekürzt. $1 \text{ mG} = 100 \text{ nT}$)

****Mikrowatt pro Quadratcentimeter ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)**

Hochfrequenz (HF) wird bezogen auf die Leistungsflussdichte in Mikrowatt pro Quadratcentimeter gemessen und mit $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ abgekürzt. Diese Maßeinheit wird benutzt, wenn man über Emissionen von Funkanlagen spricht und die Intensität der hochfrequenten Strahlung in der Umwelt beschreibt. In der Umgebung von Mobilfunkanlagen ist die zulässige Leistungsflussdichte für manche Trägerfrequenzen zum Beispiel auf $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ festgelegt.

($1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2 = 10.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$)

*****spezifische Absorptionsrate (SAR wird in Watt pro Kilogramm oder W/kg gemessen.)**

SAR ist die Abkürzung für die spezifische Absorptionsrate. Sie ist ein Maß für die Menge an hochfrequenter Energie, die vom Körper aufgenommen wird, zum Beispiel wenn man ein Mobiltelefon oder schnurloses Telefon gegen den Kopf hält. Der SAR-Wert wird in Watt pro Kilogramm Körpermasse (W/kg) ausgedrückt. In den USA beträgt die zulässige Energiemenge eines Mobiltelefons für 1 Gramm Hirngewebe 1,6 W/kg. Für die allgemeine Bevölkerung ist die Gesamtkörperexposition auf einen über 30 Minuten gemittelten Wert von 0,8 W/kg festgelegt. In den meisten Ländern gibt es ähnliche internationale Richtlinien, wenn auch nicht exakt die gleichen.