

Funkfrequenzfelder im Fokus des SCENIHR-Reports 2007

Im Auftrag der Europäischen Union (EU) hat das Expertengremium SCENIHR¹ das Gutachten („Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on Human Health“ des wissenschaftlichen Ausschusses „Toxizität, Ökotoxizität und Umwelt“, CSTE², von 2001 aktualisiert [1].

Wissenschaftliche Daten, die zwischenzeitlich veröffentlicht wurden, wurden ausgewertet und – mit Blick auf die Schlussfolgerungen des früheren Gutachtens – neu bewertet. In seiner Gesamtbewertung kommt SCENIHR¹ zu der Schlussfolgerung, dass bei einem Gebrauch von Mobiltelefonen von weniger als zehn Jahren kein erhöhtes Risiko für Gehirntumore oder Tumore im Hörbereich (Akustikusneurome) nachweisbar ist. Für Nutzungszeiträume länger als zehn Jahre reicht das zur Verfügung stehende Datenmaterial nicht aus, belastbare Schlussfolgerungen abzuleiten. Es zeichnet sich jedoch ab, dass auch in solchen Fällen kein erhöhtes Gehirntumorrisiko zu erwarten ist. Lediglich bei Akustikusneuromen gibt es einige Belege für einen Zusammenhang.

Kein überzeugender Nachweis für gesundheitsbeeinträchtigende Beeinflussungen von RF-Feldern konnte festgestellt werden:

- für individuell berichtete Symptome wie Müdigkeit, Schwindel, Konzentrationsstörungen etc.,
- auf Kinder (kann zwar grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden; belastbare Studien hierzu liegen allerdings nicht vor),
- in Studien zu neurologischen Effekten bzw. Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit (keine gesundheitsrelevanten Effekte bei Expositionswerten unterhalb der ICNIRP³-Grenzwerte von 1998 nachweisbar),
- in Tierstudien (keine Belege für eine krebsauslösende, krebsverstärkende oder die Entwicklung von Krebszellen beschleunigende Wirkung durch RF-Felder),
- in der in vitro-Forschung (keine eindeutigen Anzeichen, dass RF-Felder Zellen bei nicht-thermischer Exposition beeinträchtigen, d. h. bei niedrigen Expositionspiegeln unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte).

Der Ausschuss empfiehlt die Durchführung einer Langzeit-Kohortenstudie (unter Einbeziehung der individuellen dosimetrischen Belastung), um die vorhandene Wissensbasis zu erweitern.

Dipl.-Ing. Reinhold Wehner,
Forschungsgemeinschaft
Funk e. V.

SCENIHR, der wissenschaftliche Ausschuss der EU im „Nicht Lebensmittel-Bereich“

SCENIHR ist einer von drei unabhängigen Ausschüssen der EU außerhalb des Lebensmittelbereichs, der die EU zu den Themen Verbraucherschutz, Gesundheit und Umwelt berät. SCENIHR beschäftigt sich mit Fragen sich abzeichnender oder neu entdeckter Risiken, komplexen oder multidisziplinären Sachverhalten, die eine umfassende Bewertung von Risiken hinsichtlich der Verbrauchersicherheit oder der öffentlichen Gesundheit und der damit zusammenhängenden Sachverhalte erfordern und die von anderen Institutionen nicht betrachtet werden. Im Einzelnen beschäftigt sich der Ausschuss mit Fragestellungen zu möglichen Gesundheitsrisiken und deren Verknüpfung mit Risikofaktoren, Synergie- und kumulativen Effekten, Resistenz gegen antimikrobielle (bakterien- und pilzhemmende) Substanzen, neuen Technologien wie zum Beispiel Nanotechnologie, medizinischen Geräten, Techniken zur Untersuchung von Gewebe, Blutprodukten, Abnahme der Fertilität, Organkrebs, auf den Körper einwirkende Gefährdungen wie Lärm und elektromagnetische Felder sowie Methoden zur Bewertung neuer Risiken.

Hintergrund für das Gutachten; Vorgehensweise

Als Teil ihrer Mission zum Projekt öffentliche Gesundheit und als Antwort auf die öffentlichen Bedenken hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen von EMF-Expositionen etablierte die WHO im Jahre 1996 das EMF-Projekt, um auf wissenschaftlicher Basis beurteilen zu können, ob gesundheitliche Auswirkungen von EMF im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz bestehen. Das EMF-Projekt sollte dazu beitragen, Wissenslücken zu schließen und die Entwicklung von international anerkannten Standards zur Begrenzung der Exposition von EMF zu erleichtern.

Der Wissenschaftliche Ausschuss „Toxizität, Ökotoxizität und Umwelt“ erstellte im Auftrag der EU im Oktober 2001 einen Bericht zum Thema „Mögliche Einwirkungen von EMF, RF- und Mikrowellenstrahlung auf die menschliche Gesundheit“. Hierin kamen die Gutachter zu der Schlussfolgerung, dass aufgrund des vorliegenden Datenmaterials keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen des Menschen nachgewiesen werden konnten und somit eine Überarbeitung der vom Rat empfohlenen Expositionsgrenzwerte nicht erforderlich sei.

Inzwischen steht eine umfangreiche Anzahl von neuen und überprüften (peer-reviewed) Publikationen zu gesundheitlichen Auswirkungen der EMF – hauptsächlich auf den Mobilfunkbereich fokussiert – zur Verfügung (z. B. der Bericht des holländischen Gesundheitsministeriums von 2002, der AGNIR Bericht 2003 (Advisory Group on Non-ionising Radiation) und der Bericht des NRPB (National Radiological Protection Board, heute: Radiation Protection Division, Teil der Health Protection Agency): „Mobiltelefone und Gesundheit“). Daher hat die Kommission ihren Wissenschaftlichen Ausschuss: „SCENIHR“ aufgefordert, – unter Einbeziehung aktuellen Datenmaterials – den CSTE-Bericht vom Oktober 2001 zu aktualisieren, die wissenschaftliche Literatur mit Blick auf gesundheitsrelevante Auswirkungen durch elektromagnetische Felder (EMF) zu beobachten, die Kommission auf signifikant neue wissenschaftliche Fundstellen aufmerksam zu machen und der Kommission jährlich einen durch Experten überprüften Bericht vorzulegen, der die wesentlichen Ergebnisse unter Einbeziehung der von EMF-NET periodisch durchgeführten Reviews aufzeigt.

Den Grundsätzen des Komitees folgend wurden primär nur solche wissenschaftlichen Berichte berücksichtigt, die in englischer Sprache in Fachjournalen veröffentlicht sind, von unabhängigen Experten begutachtet wurden und die relevant für diese Aufgabe sind. Der Fokus lag auf Beiträgen, die nach dem Jahr 2000 veröffentlicht wurden. Das

Gutachten sollte im Grundsatz nicht die Auswirkung von EMF auf die Gesundheit überprüfen. Empfehlungen bezüglich der Expositionsrichtlinien oder anderer Instrumente zum Risikomanagement, einschließlich der Anwendungen zu Vorbeugung, waren ebenfalls nicht Teil der Aufgabenstellung.

Das zu betrachtende Forschungsfeld ist in die Sektoren epidemiologische Studien, Experimentalstudien am Menschen, Experimentalstudien an Tieren und Studien an Zellkulturen eingeteilt. Auch Studien zu biophysikalischen Mechanismen, zur Dosimetrie und zur Bewertung der Exposition wurden berücksichtigt. Zwar ist es in einem Bericht dieser Art nicht möglich, die Erfahrungen einzelner Personen zu berücksichtigen, dennoch sind solche Informationen hilfreich und geben oft Anregungen für oder zu wissenschaftlichen Studien.

RF-Felder im Umfeld des Menschen

Heutzutage ist der Einsatz funkbasierter Systeme weit verbreitet. Prominente Vertreter sind die mobile Kommunikation, Rundfunk oder medizinische und industrielle Anwendungen. Informationen zu den Emissionswerten der RF-Quellen sind oft verfügbar und können zur Überprüfung der Einhaltung vorgegebener Emissionsgrenzwerte verwendet werden. Informationen über Expositionen einzelner Personen, die hauptsächlich für epidemiologische Studien benötigt werden, sind indessen kaum vorhanden.

Die Einwirkung der RF-Felder hängt entscheidend davon ab, wo sich die Strahlungsquelle befindet. Bei Strahlungsquellen, die nahe am Körper betrieben werden, handelt es sich in der Regel um mobile Geräte wie Mobiltelefone oder drahtlose Anwendungen (DECT, WLAN). Bevor diese Geräte zugelassen werden, werden sie mittels standardisierter Verfahren auf Einhaltung der durch die EU-Direktiven vorgegebenen Grenzwerte überprüft. Zur Kategorie der drahtlosen RF-Quellen werden auch im RF-Bereich arbeitende, vor Diebstahl sichernde Geräte gezählt, die an den Ausgängen von Supermärkten oder ähnlichen Einrichtungen betrieben und seit mehreren Jahren verstärkt eingesetzt werden. Deren Expositionspegel hängt vom Systemtyp ab und liegt, solange das System nach Herstellerangaben betrieben wird, normalerweise unterhalb der Expositionsgrenzwerte.

Im medizinischen Bereich findet man im RF- und Mikrowellenband betriebene Geräte, z. B. Geräte zum Blutgefäßverschluss nach Operationen, sog. „RF-Sealer“. Weitere Anwendungen sind therapeutische Geräte zur Gewebeheilung. Geräte zur Thermotheapie (Hyperthermie zur Krebsheilbehandlung oder Diathermie) befehlen den Patienten mit Strahlung, die durchaus über den empfohlenen Grenzwerten liegen kann, um den beabsichtigten biologischen Effekt zu erzielen. Dies schließt Erhitzung des Gewebes (Schmerztherapie) oder Zellverbrennung (zur Abtötung von Krebszellen) ein. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass die Expositionen dieser Geräte die Grenzwerte, so wie sie in der Direktive 2004/40/EC für Personen am Arbeitsplatz festgelegt sind, einhalten. Bei Anwendungen, die der Unterstützung der Diagnostik dienen, wie Magnet Resonanz Tomographie (MRT), dürfen die Basisgrenzwerte gemäß Direktive 1999/519/EC überschritten werden, wenn diese Art der Diagnostik für den Patienten von Nutzen ist. MRT-Geräte nutzen neben RF-Feldern auch statische und veränderliche Felder. Die meisten klinisch eingesetzten Geräte arbeiten bei 63 MHz.

Bei Quellen, die in großer Distanz zum Körper betrieben werden, handelt es sich im Allgemeinen um fest installierte RF-Sender, z.B. Basisstationen im Mobilfunkbereich oder Rundfunk- und TV-Sendeanlagen. Der Referenzwert für die Expositionen, denen die allgemeine Bevölkerung ausgesetzt sein darf, ist in der EU-Direktive 1999/519/EC festgelegt. Neben technischen und Umweltfaktoren spielt auch die Entfernung zum Sender eine wesentliche Rolle. Neuere digitale Systeme weisen Expositionen auf, die

den Werten analoger TV-Sender vergleichbar sind, wie eine österreichische Studie aufzeigt. Weitere Beispiele sind zivile und militärische Radaranlagen, private Mobilfunksendeanlagen oder neue Technologien wie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

Einflüsse von RF-Feldern in der Krebsforschung

Studien über Krebs in Verbindung mit Mobilfunk sind vor allem auf Tumore im Kopf fokussiert, da die Energiedichte der RF-Felder von Mobiltelefonen nahe am Mobilteil und somit auf einen schmalen Bereich des Schädels konzentriert ist.

Zum Zeitpunkt des CSTEE-Gutachtens von 2001 hatten sich die meisten epidemiologischen Studien mit der Exposition von RF-Feldern am Arbeitsplatz beschäftigt; stimmige Beweise für erhöhtes Krebsvorkommen wurden nicht gefunden. Studien über die Nutzung von Mobiltelefonen waren zu diesem Zeitpunkt nur in geringer Zahl verfügbar, stabile Schlussfolgerungen konnten aufgrund der kurzen Expositionsdauer nicht gezogen werden. Die wenigen vorhandenen Studien, die sich mit Expositionen durch RF-Quellen im Haushalt befassten, wiesen gravierende methodische Einschränkungen auf.

In den vergangenen fünf Jahren wurden insgesamt 30 Studien veröffentlicht, die sich mit der Problematik Mobilfunk und Krebs befassen. Alle bis auf eine waren Fallstudien, größtenteils über Gehirntumore, einige über Speicheldrüsenkrebs oder Augenmelanome. Bei einer der Studien handelt es sich um eine großangelegte Kohortenstudie, in die alle dänischen Mobilfunkteilnehmer in den Jahren 1982 bis 1995 einbezogen waren. In keinem Fall konnte ein erhöhtes Krebsrisiko beobachtet werden. Potenziellen Zusammenhängen wurde mit beträchtlichem Aufwand auch in der „Interphone-Studie“ nachgegangen. Eine Gesamtbewertung steht zwar noch aus, vorab veröffentlichte Teilergebnisse lassen jedoch auch hier Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko nicht erkennen.

Problematisch in den laufenden Studien ist, dass die betrachtete Nutzungsdauer von Mobiltelefonen einen Zeitraum von kaum mehr als zehn Jahren umfasst, eine relativ kurze Zeitspanne, besonders in Hinblick auf langsam wachsende, gutartige Tumore. Aussagefähiges Datenmaterial kann man nur aus Langzeitstudien mit Nutzungszeiträumen, die deutlich länger als zehn Jahre sind, gewinnen.

Auch die aus den „in vivo-Studien“ erhaltenen Ergebnisse waren im Wesentlichen negativ. Die scheinbar nachweisenden Effekte, die Repacholi [2] fand, konnten von Utteridge et al. [3] nicht bestätigt werden. Der Nachweis, dass RF-Felder in normalen oder genetisch prädisponierten Tieren Krebs hervorruft und/oder ob die Exposition mit RF-Feldern die Entwicklung eines Tumors fördert, der durch chemische Carzinogene, X-Strahlen oder UV-Strahlung hervorgerufen wurde, konnten statistisch nicht bestätigt werden. Da in den meisten Studien das Initiation-Promotion Verfahren angewandt wurde, konnten noch nicht alle Aspekte der Ko-Karzinogenität hinreichend getestet werden. Darüber hinaus wurden in den meisten Studien RF-Felder mit relativ niedrigen Expositionspegeln eingesetzt.

Bei den „in vitro-Studien“ konnten keine Anzeichen für genotoxische (erbgutschädigende) Wirkungen festgestellt werden, die durch nichtthermische RF-Felder ausgelöst wurden. Es ist allerdings möglich, dass durch EMF einzelne Zellbestandteile verändert werden und die DNA indirekt beeinflusst wird.

In unterschiedlichen Studien, die sich mit nicht genotoxischen Einwirkungen durch RF-Felder auseinandersetzten, konnte kein Einfluss auf die Zellzyklus-Kinetik (Vijayalaxmi et al. 2001) [4], auf den Zellzyklus, die Zellvermehrung, die Zelldifferenzierung (REFLEX-Studie) [5] oder auf Immunzellen (Tuschl et al. 2005, [6] Black and Heynick

2003 [7]) festgestellt werden. Berichte über durch RF-Felder herbeigeführte Pegelerhöhung der Heat Shock Proteine werden kontrovers diskutiert. In einer Studie (Nikolova et al. 2005 [8]) wurde von Modulationen bei der Genregulation⁴ berichtet. Zellen des menschlichen peripheren Bluts, die real und scheinexponiert wurden, zeigten kein unterschiedliches Verhalten bzgl. des programmierten Zelltods (Apoptose) auf, wie in mehreren Berichten nachzulesen ist.

Resümierend kann festgestellt werden, dass Beweise für genotoxische Effekte, die auf das Einwirken von RF-Feldern zurückzuführen sind, nicht vorgelegt werden konnten. Bei einigen „in vitro“-Studien gibt es allerdings Anzeichen dafür, dass die Genexpression (Synthese von Proteinen) bei RF-Expositionen, die in der Nähe der ICNIRP-Grenzwerte liegen, beeinträchtigt wird. Sollten sich diese Feststellungen erhärten, wäre das ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg eines besseren Verständnisses der Interaktion zwischen RF-Feldern und Zellgewebe. Insgesamt zeigen die in vitro-Studien wenige Beweise gesundheitsrelevanter Einflüsse von EMF unterhalb der Grenzwerte auf. Da aus Laborversuchen grundsätzlich wesentliche Erkenntnisse über den Einfluss von RF-Feldern abgeleitet werden können, sollten die dort verwendeten RF-Quellen so gestaltet sein, dass sie das Verhalten realer RF-Quellen hinreichend exakt nachbilden (Modulation, Datenmuster, Intensität). So können die Daten aus den in vitro-Studien mit denen aus den epidemiologischen Studien besser verglichen werden.

Zusammenhang zwischen RF-Feldern und individuellen Beschwerden

Eine zunehmende Anzahl von Personen (Elektrohypersensible, EHS) führt das persönliche Wohlbefinden auch auf den Einfluss von elektromagnetischen Feldern (RF-Feldern) zurück. Symptome wie Müdigkeit, Schwindel, Konzentrationsprobleme etc. werden unmittelbar mit der Exposition durch diese Felder verknüpft. Wissenschaftliche Studien (z. B. Koivisto et al. 2001 [9]), die durchgeführt wurden, konnten allerdings keine Belege dafür aufzeigen.

Die Symptome, die RF- und ELF-Feldern (Extrem Low Frequency 0 Hz – 300 Hz) zugeordnet werden, sind einander ähnlich, so dass Betroffene in vielen Fällen die Ursache ihrer Beschwerden beiden Quellen zuordneten. Wenngleich es eine größere Zahl von Studien zu ELF gibt, konnten in keinem Fall (ELF und RF) Belege für einen kausalen Zusammenhang zwischen Beschwerdesymptomen und den elektromagnetischen Feldern gefunden werden. Die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet werden hauptsächlich aufgrund der Besorgnis in der Bevölkerung angetrieben.

Einflüsse von RF-Feldern auf das Nervensystem

Aufgrund der Nähe des Mobiltelefons zum Ohr zeigte sich die Öffentlichkeit besorgt darüber, dass RF-Strahlung schädigende Wirkungen auf das Zentrale Nervensystem haben könnte. Fünf Gesichtspunkte werden in diesem Zusammenhang betrachtet: die Morphologie, die Gehirnfunktion, die Elektrophysiologie, das Verhalten und die weitere Entwicklung des Nervensystems.

In mehreren Studien, die sich mit der Thematik potenzieller neurotoxischer Effekte, hervorgerufen durch RF-Felder von Mobiltelefonen, befassten, wurden geringfügige und vorübergehende Veränderungen im EEG, der Schlafstruktur und den kognitiven Prozessen beim Menschen beobachtet. Einige der beobachteten Effekte konnten im Wiederholungsfalle nicht mehr festgestellt werden. In anderen Studien wurden keinerlei Einwirkungen, auch nicht nach wiederholter Befeldung, beobachtet. Untersuchungen, die speziell auf das Hörsystem fokussiert waren, zeigten ebenfalls keinen positiven Befund.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in keiner Studie neurotoxische Effekte nachgewiesen werden konnten. Geringe Änderungen bei der elektrischen Aktivität bzw. den biochemischen Prozessen der Neurotransmitter, die beobachtet wurden, zeigten keine Auswirkungen auf die kognitiven Prozesse, das Verhalten oder das Erinnerungsvermögen und sind auch aus pathologischer Sicht nicht als Risikofaktoren einzustufen. Inwieweit die Modulation eine Rolle spielt, konnte nicht festgestellt werden. Obwohl Schlussfolgerungen aus Tierversuchen nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar sind, sind Ratten und Mäuse bevorzugte Versuchstiere, an denen solche toxikologischen Effekte studiert werden.

Einflüsse von RF-Feldern auf die Bluthirnschranke

Anfängliche Beobachtungen einer Schwächung der Bluthirnschranke nach Exposition durch Mobilfunkfelder waren nicht reproduzierbar. Einzig im Außenohr wurde wiederholt eine Zunahme des Blutflusses beobachtet. Ein lokaler Temperaturanstieg, der während der Exposition festgestellt wurde, ist möglicherweise auf die Erweiterung der Blutgefäße, verursacht durch die Erwärmung der Mobilfunkelektronik und der Batterien, zurückzuführen.

Einflüsse von RF-Feldern auf Fortpflanzung und postnatale Entwicklung

Verschaeve und Maes (1998) [10] konnten bei der Überprüfung von Studien, die die Einflüsse von RF-Feldern auf Schwangere untersucht hatten, keine Hinweise auf signifikante Missbildungen oder sonstige Schädigungen finden. Diese Studien waren auf einen Personenkreis (Physiotherapeutinnen/Krankengymnastinnen) beschränkt, der beruflich bedingt RF-Feldern ausgesetzt war. Als biologische Endpunkte waren spontane Abbrüche, Geburtsgewicht, Verhältnis der Geschlechter sowie angeborene Missbildungen gewählt.

Zahlreiche Studien haben Einwirkungen von RF-Feldern auf die Entwicklung von Säugern, Vögeln und anderen nicht säugenden Arten ausgewertet. Diese Studien, die kürzlich von Heynik et. al. überprüft wurden, haben klar gezeigt, dass RF-Felder teratogenetisch sein, d.h. Fehlbildungen auslösen können, wenn die Expositionspegel hinreichend hoch sind, d.h. die Referenzwerte der ICNIRP-Richtlinien deutlich überschritten werden und damit einen entsprechenden Temperaturanstieg zur Folge haben. Es gibt keinen übereinstimmenden Beleg für Effekte bei nichtthermischen Expositionen. Indes haben nur wenige Studien mögliche Einflüsse auf die postnatale Entwicklung unter Verwendung sensitiver Endpunkte, wie z. B. verhaltensbezogene Effekte, ausgewertet.

Einflüsse von RF-Feldern auf Kindern

In der Bevölkerung wächst zunehmend die Sorge, dass Kinder durch RF-Felder nachhaltige Schädigungen erleiden. Grund hierfür ist, dass das sich entwickelnde Nervensystem von Kindern grundsätzlich eine höhere Anfälligkeit aufweist; außerdem ist das Gehirngewebe leitfähiger als das der Erwachsenen, da es eine größere Wassermenge und höhere Ionenkonzentration beinhaltet. Die Eindringtiefe der RF-Strahlung relativ zur Kopfgröße ist höher und damit auch die absorbierte RF-Energie des Kopfgewebes. Nicht zuletzt haben Kinder in der Regel eine längere Lebenserwartung als Erwachsene und sind somit einer deutlich höheren kumulierten RF-Energie ausgesetzt.

Da die Nutzung von Mobiltelefonen unter Kindern und Jugendlichen weit verbreitet ist und damit hohe Expositionen des Gehirns verbunden sind, ist die Erforschung des potenziellen Effekts von RF-Strahlung auf die Entwicklung von Hirntumoren im Kindes-

alter gerechtfertigt. Bis jetzt haben sich die Forscher nur in wenigen epidemiologischen oder Laborstudien mit dieser Thematik auseinandergesetzt.

Das Nutzungsverhalten der Kinder, mögliche schädigende Auswirkungen sowie eine längere über die Lebenszeit sich anhäufende Exposition machen eine Extrapolation der Ergebnisse aus den Studien über Erwachsene problematisch.

Zunehmend wird – aufgrund anatomischer Unterschiede – über die RF-Absorption von Kindern und Erwachsenen diskutiert. Aber auch Fragen zu den dielektrischen Eigenschaften des Gewebes sind noch offen. Bis zum Abschluss der anatomische Entwicklung des Nervensystems im Alter von ca. zwei Jahren nutzen Kinder zwar noch keine Mobiltelefone, werden allerdings, aufgrund zunehmender Nutzung drahtlos arbeitender Babyphones, RF-Feldern ausgesetzt.

SCENIHR-Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Abgestützt auf das vorliegende Datenmaterial kommt der Ausschuss SCENIHR zu folgendem Ergebnis:

- „Nachweise, dass ein Mobiltelefongebrauch von weniger als zehn Jahren ein erhöhtes Risiko nach sich zieht, an Gehirntumoren oder Akustikusneuromen zu erkranken, konnten zweifelsfrei nicht erbracht werden.“ Zu längeren Nutzungszeiträumen liegt zu wenig Datenmaterial vor, so dass belastbare Schlussfolgerungen nicht ableitbar sind. Es wird jedoch auch in diesen Fällen kein erhöhtes Krebsrisiko bzgl. Gehirntumoren angenommen. Hiervon ausgenommen sind die Akustikusneurome, für die es noch nicht bestätigte Anzeichen eines kausalen Zusammenhangs gibt.
- Zum anderen sind für – nicht auf Krebs basierende – Krankheiten zu wenige epidemiologische Daten verfügbar.
- Es ist denkbar, dass Kinder und Jugendliche sensibler auf RF-Felder reagieren als Erwachsene. Zudem ist zu erwarten, dass die Kinder einer höheren kumulativen Exposition ausgesetzt sein werden als frühere Generationen. Epidemiologische Studien hierzu sind bis heute allerdings nicht verfügbar.
- Bei Personen, die RF-Felder für Symptome wie Kopfschmerz, Müdigkeit, Schwindel, und Konzentrationsschwierigkeiten verantwortlich machten, konnte kein kausaler Zusammenhang hergestellt werden.
- Neurologische Studien konnten keine gesundheitlichen Risiken bei Expositionen, deren Pegel unterhalb der ICNIRP Grenzwerte lagen, nachweisen.
- Aus Tierstudien konnte nicht abgeleitet werden, dass durch RF-Felder Krebs hervorgerufen, ein bestehender Tumor verstärkt oder die Entwicklung von transplantierten Tumorzellen beschleunigt wird.
- Es gab keine eindeutigen Anzeichen aus der in vitro-Forschung, dass nichtthermische RF-Felder die Zellen beeinflussen.“
- Ein gesundheitsrelevanter Effekt zweifelsfrei bei Expositionen unterhalb der ICNIRP Grenzwerte konnte nicht nachgewiesen werden. Allerdings ist das Datenmaterial auf Langzeitexpositionen mit niedrigem Pegel eingeschränkt.

Fragen nach der Eignung der angewandten Testverfahren bedürfen nach Meinung des Gutachtens von SCENIHR noch der Diskussion. Wichtig ist in diesem Kontext auch, dass eine hinreichend große Datenbasis zu Befeldungen mit hohen Expositionspegeln zur Verfügung steht.

Der Ausschuss empfiehlt die Durchführung einer neuen Langzeit Kohorten-Studie, die maßgeblich zur Lösung der Fragen beitragen könnte, die im Zusammenhang mit den laufenden epidemiologischen Studien einschließlich der Interphone-Studie aufgetaucht sind. Diese Probleme beinhalten z.B. Erinnerungsfehler/-verzerrungen (recall bias⁵) sowie Aspekte bei der Bewertung der Exposition, Auswahlfehler/-verzerrungen (selection

bias, d.h. ein Großteil der Fragebögen wurde nicht beantwortet), eine zu kurze Einwirkzeit der Exposition und Einschränkungen auf Tumore nur innerhalb des Schädels.

Zurzeit sind keine Studien – so stellt SCENHIR deutlich fest – über die gesundheitlichen Auswirkungen von RF-Feldern auf Kinder verfügbar. Diesem Umstand könnte man auch durch Forschungsarbeiten zum Beispiel: an jungen Tieren Rechnung tragen. Bei dosimetrischen Bewertungen muss klar zwischen Erwachsenen und Kindern unterschieden werden. Mit Hilfe persönlicher Dosimeter kann die individuelle Exposition dargestellt und der relative Beitrag einzelner Strahlungsquellen an der Gesamtexposition bestimmt werden. Ein solches Projekt könnte zur notwendigen Klarheit beitragen. Es gibt mehrere Experimentalstudien, die laut SCENHIR wiederholt werden müssten. Beispiele sind Studien zur Genotoxizität und Wahrnehmung einschließlich Parameter zur Schlafqualität. Bei Studien, die Biomarker einsetzen, ist deren Einfluss auf die Gesundheit zu berücksichtigen. Die Bestimmung der zulässigen Exposition einschließlich aller relevanten Expositionsquellen ist bedeutsam. Grundsätzlich ist zu empfehlen, dass alle Studien Messverfahren verwenden, die eine hohe Qualität der zu messenden Strahlendosen ermöglichen.

Vergleich der Aussagen von SCENIHR und SSK

Setzt man die SCENIHR-Stellungnahme beispielsweise in Vergleich zu den Aussagen der Deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) wird augenfällig, dass sich die Positionen gleichen.

SSK zu RF-Feldern

In ihrer Stellungnahme vom Dezember 2006 zum Thema „Mobilfunk und Kinder“ [11] kommt die deutsche SSK (Strahlenschutzkommission) zu ähnlichen Ergebnissen wie SCENIHR und stellt zusammenfassend fest:

- Eine tendenziell höhere Absorption von Mobilfunkstrahlung in Kinderköpfen ist zwar wissenschaftlich belegt, die Unterschiede zu Erwachsenen nehmen aber nach den ersten Lebensjahren ab und sind bei den 5-jährigen geringer als die interpersonellen Variationen. Darüber hinaus sind aus den bisherigen Studien keine belastbaren Hinweise auf eine erhöhte Sensibilität des Organismus auf Mobilfunkfelder ableitbar. Studien zu Kindern im Alter unter 5 Jahren liegen nicht vor.
- Epidemiologische Studien zu Kindern liegen nicht vor.
- Mangels wissenschaftlicher Studien gibt es keine Belege über evtl. Einflüsse von Mobilfunkstrahlung auf die körperliche und/oder geistige Entwicklung sowie eine Beeinflussung kognitiver Funktionen von Kindern und Jugendlichen.

Mit Blick auf einen verantwortungsvollen und vorausschauenden Umgang mit neuen Technologien im Allgemeinen, mit Mobiltelefonen im Besonderen, wird seitens der SSK empfohlen – vor allem wegen einer zu erwartenden längeren Lebenszeitexposition bei Kindern und Jugendlichen – seitens der Verbraucher/Nutzer auf die Hersteller von Mobilfongeräten einzuwirken mit dem Ziel, die SAR zu verringern, die Antennen von Mobiltelefonen zu optimieren und z.B. serienmäßig Headsets beizufügen, um den Abstand zwischen Gerät und Kopf zu vergrößern. Kinder im Vorschulalter sollten nach Möglichkeit kein Mobiltelefon nutzen. Kurze Gesprächsdauern, Telefonate über das Festnetz oder das Vermeiden von Telefonaten bei schlechten Empfangsbedingungen wären weitere, mögliche präventive Maßnahmen.

Stellungnahme der SSK

In ihrer Stellungnahme 2001 kam die SSK (Strahlenschutzkommission) zu dem Schluss, dass keine wissenschaftlich fundierten Kenntnisse vorliegen, die einen Beweis für die

gesundheitsgefährdende Wirkung elektromagnetischer Strahlung des Mobilfunks liefern und eine Anpassung der von ICNIRP bzw. der EU vorgegebenen Grenzwerte erforderlich machen. Nicht reproduzierbaren Hinweisen bzw. Verdachtsmomenten muss in weiteren Forschungsarbeiten nachgegangen werden.

In einer neueren Stellungnahme vom Dezember 2006 [12] hat die SSK die im Zeitraum 2001 bis 2006 veröffentlichten Publikationen erneut bewertet, wobei im Fokus die Frage stand ob, hochfrequente, elektromagnetische Felder unterhalb der Grenzwerte Veränderungen im Genom bzw. der Genexpression hervorrufen. Bei der Auswahl der Publikationen wurde Wert darauf gelegt, dass diese in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen und von unabhängigen Experten begutachtet (Peer Reviewed) worden waren. Aus Gründen der Aktualität wurden zwei Vorhaben der EU, die REFLEX-Studie [5] sowie das Projekt Perform B [13] mit in die Analyse aufgenommen.

In ihrer zusammenfassenden Bewertung kommt die SSK zu dem Ergebnis, dass auch aus der neueren Literatur kein wissenschaftlich begründeter Verdacht auf eine genotoxische Wirkung von Hochfrequenzfeldern oder Einflüsse auf die Genregulation ableitbar ist. Belastbare Beweise einer Beeinflussung der kognitiven Funktionen konnten nicht gefunden werden. Insofern besteht nach Einschätzung der SSK kein Anlass, die geltenden Grenzwerte in Frage zu stellen.

Literatur:

- [1] „Possible Effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, SCENIHR Report, 21 March 2007, http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf
- [2] Repacholi MH, Basten A, GebSKI V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu- Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997; 147:631-40.
- [3] Utteridge TD, GebSKI V, Finnie JW, Vernon-Roberts B, Kuchel TR. Long-term exposure of E-mu-Pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence. *Radiat Res* 2002; 158:357-64.
- [4] Vijayalaxmi, Bisht KS, Pickard WF, Meltz ML, Roti JL, Moros EG. Chromosome damage and micronucleus formation in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (847.74 MHz, CDMA). *Radiat Res* 2001; 156:430-2.
- [5] „Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive *in vitro* Methods”, Final Report, 2004, http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_Final%20Report_171104.pdf
- [6] Tuschl H, Novak W, Molla-Djafari H. In vitro effects of GSM modulated radiofrequency fields on human immune cells. *Bioelectromagnetics* 2005; 27:188-96.
- [7] Black DR, Heynick LN. Radiofrequency (RF) effects on blood cells, cardiac, endocrine, and immunological functions. *Bioelectromagnetics* 2003; Suppl 6:S187-95.
- [8] Nikolova T, Czyz J, Rolletschek A, Blyszczuk P, Fuchs J, Jovtchev G, et al. Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. *FASEB J* 2005; 19:1686-8.
- [9] Koivisto M, Haarala C, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. GSM phone signals does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics* 2001; 22:212-5.
- [10] Verschaeve L, Maes A. Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mutat Res* 1998; 410:141-65.

- [11] „Mobilfunk und Kinder“, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Dezember 2006, <http://www.ssk.de/werke/volltext/2006/ssk0619.pdf>
- [12] „Wirkung hochfrequenter Felder auf das Genom: Genotoxizität und Genregulation“, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Dezember 2006, <http://www.ssk.de/werke/volltext/2006/ssk0620.pdf>
- [13] „Perform B, In-vitro and in-vivo Replication Studies Related to Mobile Telephones and Base Stations“, Final Report, November 2004, <http://www.jrc.cec.eu.int/emf-net/doc/EMFProjects/Perform-B%20Final%20Report%20light.pdf>

Fußnoten

- ¹ Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks („Wissenschaftlicher Ausschuss für neu auftretende und neu erkannte Gesundheitsrisiken“)
- ² Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment
- ³ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
- ⁴ Genregulation bezeichnet in der Biologie die Steuerung der Aktivität von Genen
- ⁵ Erinnerungsfehler (oder Erinnerungungsverzerrung) bezeichnet eine Fehlerquelle vor allem in retrospektiven Studien. Gemeint sind Verzerrungen, die dadurch entstehen, dass die Probanden sich nicht mehr korrekt an Begebenheiten erinnern, oder Begebenheiten im Nachhinein mehr oder weniger Bedeutung als ursprünglich zu messen.