

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

Vorschlag für eine Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung
durch elektromagnetische Felder 0 Hz - 300 GHz

KOM(98) 268 endg.; Ratsdok. 9620/98

Übermittelt vom Bundesministerium für Wirtschaft am 24. Juni 1998 gemäß § 2 des Gesetzes über die Zusammenarbeit von Bund und Ländern in Angelegenheiten der Europäischen Union (BGBl. I 1993 S. 313 ff.).

Die Vorlage ist von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften am 12. Juni 1998 dem Herrn Präsidenten des Rates der Europäischen Union übermittelt worden.

Das Europäische Parlament wird an den Beratungen beteiligt.

Hinweis: vgl. Drucksache 474/97 = AE-Nr. 972007.

BEGRÜNDUNG

Einleitung

Mit der Entwicklung der modernen Telekommunikation, der massiven Verbreitung elektrischer und elektronischer Geräte und der Zunahme elektrischer Hochspannungsleitungen ist die Problematik der Auswirkungen elektromagnetischer Felder in den letzten Jahren zunehmend aktuell geworden, und es wird ständig nach Maßnahmen und Leitlinien in diesem Bereich verlangt.

Strahlungen elektromagnetischer Felder treten nahezu überall auf. Für Gesundheitsschutzzwecke wird üblicherweise zwischen ionisierender und nichtionisierender Strahlung unterschieden. Bestimmungen der Gemeinschaft zur ionisierenden Strahlung sind gemäß Euratom-Vertrag festgelegt worden.

Zur nichtionisierenden elektromagnetischen Strahlung gehören die ultraviolette Strahlung, die sichtbare Strahlung, die Infrarotstrahlung (die zusammen die optische Strahlung bilden) sowie statische und zeitvariable elektromagnetische Felder (EMF). Die Wechselwirkung dieser verschiedenen Strahlungen und Felder mit dem Menschen ist sehr unterschiedlich und mögliche Gefährdungen sind sorgfältig zu prüfen.

Die optische Strahlung ist für den Menschen mit nicht unerheblichen Gesundheitsgefahren verbunden. So ist wissenschaftlich überzeugend nachgewiesen, daß die Sonneneinstrahlung ein wesentlicher Risikofaktor beim Hautkrebs ist und auch an der Entstehung des grauen Stars beteiligt sein kann. Je nach den Umständen können auch andere Expositionen durch ultraviolette Strahlung, etwa durch Sonnenbänke und nicht abgeschirmte Beleuchtungsquellen, zu einer Gefährdung des Menschen beitragen, wenn auch im allgemeinen sehr viel weniger als durch Sonneneinstrahlung.

Bei der Exposition der Bevölkerung gegenüber sichtbarer Strahlung (Licht) hat Laserstrahlung, wie sie etwa für Display- und Unterhaltungszwecke benutzt wird, das größte Potential für Augenverletzungen.

Leitlinien zur Begrenzung der Belastung durch optische Strahlung und Empfehlungen zum Gesundheitsschutz wurden von verschiedenen internationalen Gremien veröffentlicht und werden z.Zt. auf Gemeinschaftsebene geprüft.

Bei elektromagnetischen Feldern sind Bedenken hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Auswirkungen künstlich erzeugter Felder laut geworden. Während die akuten Wirkungen einer Exposition durch EMF im allgemeinen gut dokumentiert sind, ist die Diskussion über langfristige gesundheitliche Wirkungen – vor allem Krebs – noch nicht abgeschlossen. In den meisten Mitgliedsländern werden die Behörden ständig zu solchen Auswirkungen befragt. Es gibt jedoch keinen überzeugenden wissenschaftlichen Nachweis dafür, daß EMF Krebs verursachen und die Bedenken der Öffentlichkeit lassen sich nur durch die Ergebnisse gezielter Forschung klären. Es gibt jedoch gesundheitliche Auswirkungen der EMF, die gut dokumentiert sind, und hierzu verschiedene nationale Verordnungen und internationale Leitlinien zur Begrenzung bzw. Einschränkung der entsprechenden Belastung.

Mit den Verordnungen und Leitlinien in diesem Bereich sollen Gesundheitsschutzsysteme anhand wissenschaftlich entwickelter Grundsätze und Kriterien errichtet werden; sie umfassen Grundbeschränkungen zur Expositionsbegrenzung und Referenzwerte für

entsprechende Maßnahmen, wenn die Grundbeschränkungen nicht überschritten werden sollen.

Ausgangspunkt für die Grundbeschränkungen und Referenzwerte sind Informationen und wissenschaftliche Daten über die Quellen und Arten der EMF und die mit einer Exposition möglicherweise verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen. Diese werden nachstehend behandelt.

Quellen und Arten elektromagnetischer Felder

Der Mensch ist bei seiner Arbeit und in seinem Lebensumfeld verschiedenen EMF aus vielen technisch bedingten Quellen ausgesetzt.

Quellen statischer elektrischer und magnetischer Felder

Zusätzlich zu den statischen elektrischen und magnetischen Feldern aus der Umwelt können neue Technologien wie Bildsichtgeräte sowie einige öffentliche Transportsysteme, etwa in U-Bahn- und Straßenbahnzügen mit Gleichstromversorgung ebenfalls eine Belastung durch statische und langsam zeitvariable Felder mit sich bringen.

Starkstromleitungen und elektrische Geräte

Die wichtigsten künstlichen Quellen niedrigstfrequenter Felder (ELF) sind Hochspannungsleitungen und Geräte mit stromführender Verdrahtung. Innerhalb von Gebäuden in der Nähe von Hochspannungsleitungen sind die elektrischen Felder je nach Gebäudestruktur und Baustoff um das Zehn- bis Hundertfache niedriger als außerhalb. Gängige Baustoffe schwächen Magnetfelder nicht wesentlich ab. Alle haus- und arbeitsplatzüblichen elektrischen Geräte sind potentielle Quellen netzfrequenter (50/60 Hz) elektrischer und magnetischer Felder. Die Magnetfelder schwanken von einigen Zehnteln μT bis zu einigen mT in Gerätenähe und nehmen mit zunehmender Entfernung rasch ab.

Gleisanlagen

Die meisten europäischen Eisenbahnsysteme sind elektrifiziert und arbeiten mit Gleich- bzw. Wechselstrom bei Frequenzen von 16 $\frac{2}{3}$ Hz bzw. 50 Hz. So beträgt etwa die elektrische Feldstärke in einem wechselstrombetriebenen Zug nur einige V/m, wogegen die Feldstärken auf der Plattform sehr viel höher sein können. Die entsprechenden Magnetfelder auf der Plattform und im Wageninnern betragen in der Beschleunigungsphase mehrere zehn μT und sind stark zeitvariabel.

Sendeanlagen

Sendeanlagen benutzen Frequenzbänder von etwa 145 kHz bis 110 MHz für LF, MF, HF und VHF (Rundfunk) und von 147 bis 854 MHz für UHF (Fernsehen). Die Messungen an einer MF-Station mit zwei 50-kW- und zwei 75-kW-Sendern ergaben, daß die elektrischen Felder im Abstand von 30 m von einem 75-kW-Sendemast etwa 275 V/m betragen. Der öffentliche Zugang zum Nahbereich von Sendeantennen ist im allgemeinen eingeschränkt.

Mobilfunk

Mobile Telekommunikationssysteme lassen sich je nach dem benutzten Funknetz in mehrere Kategorien unterteilen. Bei zellularen Mobilfunksystemen werden Handfunktelefone oder Fahrzeugfunksprechgeräte mit festen Basisstationen eingesetzt. Analoge Zellularsysteme benutzen die Frequenzbänder 150, 200, 450 oder 900 MHz. Das europäische Digitalsystem auf der Grundlage der vereinheitlichten europäischen GSM-Norm wird vorwiegend auf 900 MHz betrieben und ist seit 1992 im Einsatz. Das neue DCS-1800-System wird auf 1800 MHz mit weitgehend GSM entsprechenden Kenndaten betrieben, künftige Systeme bei sogar noch höheren Frequenzen.

Die Belastung durch Felder von Handfunktelefonen beschränkt sich normalerweise auf kleinere Körperbezirke (Kopf und Hand).

Mobilfunk-Basisstationen

Basisstationen sind normalerweise auf freistehenden Masten oder auf Gebäudedächern montiert. Der Zugang zum Antennennahbereich sollte eingeschränkt werden. Die Sendantennen bestehen aus geradläufigen Dipolreihen mit sehr geringer vertikaler Strahlbreite. Die Abwärtsneigung der Antennen liegt unter 10° , so daß die Exposition der Bevölkerung durch die Hauptstrahlung bei Entfernungen von weniger als etwa 60 m in der Regel nicht möglich ist und die Expositionswerte in den meisten Fällen sehr gering sind.

Radar

Die Radarsysteme arbeiten mit Mikrowellenfrequenzen von 500 MHz bis etwa 15 GHz, mitunter auch bis 100 GHz. Die erzeugten Signale unterscheiden sich von den meisten Quellen dadurch, daß sie gepulst sind und Durchschnittsleistungen liefern, die mehrere Größenordnungen unter den Maxima liegen.

Radarantennen haben nur bescheidene Richtwirkung bei einer Hauptstrahlbreite von nur einigen Grad. Bei vielen Systemen wird die Antennenrichtung kontinuierlich durch horizontales Rotieren oder Auf- und Abschwanken verändert.

Schiffsradargerät reicht von den Großanlagen der Supertanker bis zu den kleineren an Masten montierten Anlagen bei Yachten. Unter normalen Betriebsbedingungen bei rotierender Antenne ergibt sich eine mittlere Leistungsdichte der Hochleistungssysteme im Meterbereich des Drehkreises des Radarsystems von unter 10 Wm^{-2} .

GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN ELEKTROMAGNETISCHER FELDER – EINE GRUNDLAGE FÜR EXPOSITIONSBESCHRÄNKUNGEN

Die Gesundheitswirkungen resultieren aus der Kopplung zwischen elektromagnetischen Feldern und dem Körper. Es bestehen nachgewiesene grundlegende Kopplungsmechanismen, durch die statische und zeitvariable elektrische und magnetische Felder direkt mit lebender Materie in Wechselwirkung stehen¹:

- die Kopplung an elektrische statische und ELF-Felder führt an einem exponierten Körper zu wahrnehmbaren Oberflächenladungen;

¹ United Nations Environment Programme/World Health Organization/International Radiation Protection Association. Electromagnetic fields (300 Hz to GHz). Geneva, World Health Organization; Environmental Health Criteria 137; 1993

- die Kopplung an statische Magnetfelder durch Magnetinduktion verursacht einen elektrischen Strom und elektrische Spannungen durch die Blutgefäße; magneto-mechanische Wechselwirkungen führen zu Kräften an ferromagnetischen Molekülen, Magnetteilchen und ferromagnetischen Implantaten, ferner elektronische Wechselwirkungsprozesse, die chemische Reaktionen beeinflussen können;
- die Kopplung an niederfrequente elektrische Felder führt zu einem elektrischen Strom, zur Polarisierung gebundener Ladung (Bildung elektrischer Dipole) und zur Umorientierung bereits im Gewebe vorhandener elektrischer Dipole;
- die Kopplung an niederfrequente Magnetfelder führt zu induzierten elektrischen Feldern und elektrischen Strömen, die elektrische Anregungswirkungen auslösen können;
- die Absorption von Energie aus elektromagnetischen Feldern mit Frequenzen über etwa 100 kHz können zu einer nicht unerheblichen Aufwärmung führen.

Hinzu kommen zwei indirekte Kopplungsmechanismen:

- Kontaktströme oder transiente Entladungen, wenn der menschliche Körper einen Gegenstand mit einem anderen elektrischen Potential berührt (d.h. wenn entweder der Gegenstand oder der menschliche Körper durch ein elektromagnetisches Feld aufgeladen ist);
- Kopplung elektromagnetischer Felder an vom Menschen getragene medizinische Geräte.

Die Nachweise für gesundheitliche Auswirkungen, die die Grundlage für Expositionsbegrenzungen bilden, lassen sich separat für verschiedene Frequenzbereiche zusammenfassen.

Gesundheitswirkungen statischer Felder

Die wenigen bisher durchgeführten experimentellen Untersuchungen über die biologischen Wirkungen statischer elektrischer Felder lassen keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit erkennen. Bei den meisten Menschen treten direkt auf die Körperoberfläche einwirkende störende elektrische Ladungen bei der Exposition durch statische elektrische Feldstärken von weniger als etwa 25 kV/m nicht ein.

Akute Schädwirkungen einer Exposition durch statische Magnetfelder bis 2 T auf die menschliche Gesundheit lassen sich experimentell nicht nachweisen. Nach der Analyse bekannter Wechselwirkungsmechanismen dürfte die langfristige Exposition durch Magnetflußdichten von 200 mT keine schädlichen Folgen für die Gesundheit haben.

Gesundheitswirkungen zeitvariabler Felder bei Frequenzen unter 100 kHz

In Laboruntersuchungen an zellularen und tierischen Systemen konnten keine auf schädliche Gesundheitswirkungen hindeutende Wirkungen niederfrequenter Felder bei einer induzierten Stromdichte von oder unter 10 mA/m^2 nachgewiesen werden. Bei höheren Werten induzierter Stromdichte ($10\text{-}100 \text{ mA/m}^2$) konnten durchweg signifikantere Gewebewirkungen – etwa funktionelle Änderungen im Nervensystem – beobachtet werden.

Die Messung biologischer Reaktionen in Laboruntersuchungen und an freiwilligen Probanden ließen nur wenige Hinweise auf Schädwirkungen niederfrequenter Felder bei den Werten erkennen, denen Menschen normalerweise ausgesetzt sind.

Ein Stromdichte-Schwellenwert von 10 mA/m^2 bei Frequenzen bis 1 kHz wurde für kleinere Wirkungen auf Nervensystemfunktionen geschätzt. An freiwilligen Probanden wurden als häufigste Expositionswirkungen das Auftreten visueller Phosphen (schwaches visuelles Flimmern) und eine geringe Reduzierung der Herzfrequenz während oder unmittelbar nach der Exposition durch ELF-Felder festgestellt, doch spricht nichts dafür, daß diese transienten Wirkungen mit irgendeinem Langzeit-Gesundheitsrisiko verbunden sind. Eine Reduzierung der nächtlichen pinealen Melatoninsynthese wurde an mehreren Nagerarten nach Exposition durch schwache ELF-Elektro- und Magnetfelder beobachtet, doch wurde bei Menschen, die unter kontrollierten Bedingungen ELF-Feldern ausgesetzt waren, über keine anhaltende Wirkung berichtet.

Es gibt keine überzeugenden experimentellen Nachweise dafür, daß elektromagnetische ELF-Felder genetische Schäden verursachen und es ist daher äußerst unwahrscheinlich, daß sie irgendeine Wirkung auf die Auslösung von Krebs haben könnten. Nach Laboruntersuchungen spricht nur wenig dafür, daß netzfrequente Magnetfelder eine tumorfördernde Wirkung haben. Zwar sind noch weitere Tierversuche notwendig, um mögliche Wirkungen von ELF-Feldern auf die in Zellen erzeugten Signale und auf die endokrine Regulierung zu klären – beides könnte die Entwicklung von Tumoren durch Förderung der Proliferation initiierten Zellen beeinflussen –, doch kann nur geschlossen werden, daß es derzeit keinen überzeugenden Beweis für karzinogene Wirkungen dieser Felder gibt und daß diese Daten nicht als Grundlage zur Entwicklung von Expositionsleitlinien herangezogen werden können.

Epidemiologische Daten über das Krebsrisiko infolge Exposition durch ELF-Felder bei in der Nähe von Starkstromleitungen lebenden Menschen scheinen auf ein geringfügig höheres Leukämierisiko bei Kindern hinzudeuten. Die Untersuchungen lassen jedoch kein entsprechend erhöhtes Risiko für irgendeine andere Krebsform bei Kindern oder Erwachsenen erkennen. Die Grundlage für die hypothetische Relation zwischen Leukämie bei Kindern und Aufenthalt im Nahbereich von Starkstromleitungen ist unbekannt. Angesichts des Fehlens einer Untermauerung durch Laboruntersuchungen sind die epidemiologischen Daten unzureichend, um die Empfehlung eines Expositionsgrenzwerts zu erlauben.

Berichtet wurde über ein erhöhtes Risiko für einige Krebsarten wie Leukämie, Tumoren des Nervengewebes und zu einem gewissen Grad Brustkrebs bei Elektroarbeitern. In den meisten Untersuchungen wurden freilich zur Einteilung nach angenommenen Niveaus der Magnetfeldexposition Berufsbezeichnungen herangezogen. In einigen neueren Untersuchungen wurden allerdings feinere Methoden der Expositionsbewertung benutzt; insgesamt deuteten diese Studien auf ein erhöhtes Risiko von Leukämie oder Gehirntumoren hin, waren aber hinsichtlich der Art der Krebserkrankung, für die das Risiko erhöht sein soll, weitgehend widersprüchlich. Die Daten sind als Grundlage für Leitlinien zur ELF-Feld-Exposition unzureichend. In einer großen Zahl epidemiologischer Untersuchungen konnte kein konsistenter Nachweis schädlicher reproduktiver Wirkungen geführt werden.

Gesundheitswirkungen von Feldern bei Frequenzen zwischen 100 kHz und 300 GHz

Die vorliegenden experimentellen Erkenntnisse zeigen, daß die Exposition ruhender menschlicher Probanden während rund 30 Minuten durch EMF bei einer spezifischen

Ganzkörper-Absorptionsrate (SAR) von 1 bis 4 W/kg zu einer Erhöhung der Körpertemperatur von weniger als 1°C führt. Daten aus Tierversuchen weisen auf einen Schwellenwert für Verhaltensreaktionen im gleichen SAR-Bereich hin. Exposition durch stärkere Felder bei SAR-Werten über 4 W/kg kann die Wärmeregulierungsfähigkeit des Körpers überfordern und eine schädliche Gewebeerwärmung verursachen. Viele Laboruntersuchungen mit Modellen für Nager und nichtmenschliche Primaten haben die breite Skala von Gewebeschädigungen demonstriert, die aus Teil- oder Ganzkörperaufwärmung bei Temperaturerhöhungen über 1-2°C resultieren. Die Empfindlichkeit verschiedener Gewebearten gegenüber Wärmeschädigung schwankt erheblich, doch ist der Schwellenwert für irreversible Wirkungen selbst in den empfindlichsten Geweben unter normalen Umgebungsbedingungen größer als 4 W/kg. Diese Daten bilden die Grundlage für eine berufliche Expositionsbeschränkung von 0,4 W/kg, was noch eine hohe Sicherheitsspanne für andere limitierende Faktoren wie hohe Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit oder körperliche Aktivität gewährleistet.

Sowohl die Labordaten als auch die Ergebnisse begrenzter Untersuchungen am Menschen zeigen deutlich, daß eine wärmebelastende Umgebung und der Gebrauch von Drogen oder Alkohol die Wärmeregulierungsfähigkeit des Körpers in Frage stellen kann. Unter diesen Voraussetzungen sollten Sicherheitsfaktoren zur Gewährleistung eines adäquaten Schutzes für exponierte Einzelpersonen eingeführt werden.

Erkenntnisse über die menschliche Reaktion auf hochfrequente EMF, die eine nachweisbare Aufwärmung verursachen, wurden aus der kontrollierten Exposition freiwilliger Probanden und aus epidemiologischen Untersuchungen an Arbeitern gewonnen, die Quellen wie Radar, medizinischem Diathermiegerät und Heißsiegelgeräten ausgesetzt waren.

Sie bestätigen durchweg die Schlußfolgerungen aus Laboruntersuchungen, daß durch Temperaturerhöhungen im Gewebe von über 1°C biologische Schädwirkungen verursacht werden können. Epidemiologische Untersuchungen an exponierten Arbeitskräften und der Allgemeinbevölkerung ließen keine größeren Gesundheitswirkungen im Zusammenhang mit typischen Expositionsumgebungen erkennen. Obwohl die epidemiologischen Arbeiten noch Unzulänglichkeiten aufweisen – etwa unzureichende Expositionsbeurteilung –, haben die Untersuchungen keinen überzeugenden Nachweis dafür erbracht, daß typische Expositions-niveaus zu Reproduktionsschädigungen oder einem erhöhten Krebsrisiko bei exponierten Personen führen. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von Laboruntersuchungen an zellularen und Tiermodellen, bei denen weder teratogene noch karzinogene Wirkungen einer Exposition durch athermische Niveaus von Hochfrequenz-EMF nachgewiesen werden konnten.

Eine Exposition durch gepulste EMF ausreichender Intensität führt zu bestimmten vorhersehbaren Wirkungen wie dem Mikrowellen-Hör-Phänomen und verschiedenen Verhaltensreaktionen. Epidemiologische Untersuchungen an exponierten Arbeitskräften und der Allgemeinbevölkerung haben nur begrenzte Erkenntnisse geliefert und keinen Nachweis für Gesundheitswirkungen erbracht. Berichte über eine schwere Netzhautschädigung wurden nach erfolglosen Versuchen einer Reproduzierung des Befunds wieder in Frage gestellt.

Zahlreiche Untersuchungen über die biologischen Wirkungen amplitudenmodulierter EMF, vorwiegend mit niedrigen Expositions-niveaus, erbrachten positive und negative Ergebnisse. Wie eine gründliche Auswertung dieser Untersuchungen zeigt, schwanken die Wirkungen amplitudenmodulierter Felder erheblich mit den Expositionsparametern, den

beteiligten Zell- und Gewebearten und den untersuchten biologischen Endpunkten. Im allgemeinen sind die Auswirkungen einer Exposition biologischer Systeme durch athermische Niveaus amplitudenmodulierter EMF gering und nur schwer mit potentiellen Gesundheitswirkungen in Verbindung zu bringen. Frequenz- und Leistungsdichte-Reaktionsraster gegenüber diesen Feldern sind nicht nachweisbar.

Schlag- und Verbrennungseffekte können die indirekten Schadwirkungen hochfrequenter EMF bei Berührung metallischer Gegenstände im Feld sein. Bei Frequenzen von 100 kHz bis 110 MHz (der Obergrenze des FM-Sendebandes) schwanken die Schwellenwerte des Kontaktstroms, die Wirkungen von der bloßen Wahrnehmung bis zu starkem Schmerz verursachen, nicht signifikant als Funktion der Feldfrequenz. Der Schwellenwert für die Wahrnehmung reicht von 25 bis 40 mA bei Probanden unterschiedlicher Größe, der für Schmerz von etwa 30 bis 55 mA; über 50 mA kann es zu schweren Verbrennungen bei Gewebekontakt mit einem metallischen Leiter im Feld kommen.

Formulierung von Grundbeschränkungen für die Exposition der Bevölkerung

Aus den bisher zusammengefaßten Informationen über die Gesundheitswirkungen ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

- In einem statischen Magnetfeld von 200 mT beträgt die berechnete maximale induzierte Stromdichte (in der Aorta) 44 mA/m², was unter dem Wert liegt, bei dem hämodynamische oder kardiovaskuläre Schadwirkungen zu erwarten wären.
- Funktionen des Zentralnervensystems können durch Stromdichten über 10 mA/m² bei Frequenzen zwischen etwa 5 Hz und 1 kHz und durch höhere Stromdichten bei Frequenzen über- und unterhalb dieses Frequenzbereichs beeinträchtigt werden. Dies rechtfertigt Grundbeschränkungen in bezug auf die Stromdichte.

Bei Frequenzen etwa über 100 kHz können biologische Schadwirkungen aus Temperaturerhöhungen im Gewebe von über 1° C verursacht werden. Hieraus lassen sich Grundbeschränkungen hinsichtlich der spezifischen Energieabsorptionsrate (SAR) für den Ganzkörper und für örtliche Expositionen ableiten. Bei Frequenzen über 10 GHz beschränkt sich die Energieabsorption auf die Oberfläche des exponierten Körpers, und die Grundbeschränkungen werden dementsprechend auf die Leistungsdichte bezogen.

- Die Schwellenwerte für Kontaktstrom sind zwischen mehreren Hz und 100 kHz stark frequenzabhängig. Oberhalb des Frequenzbereichs von 100 kHz bis 110 MHz (der Obergrenze des FM-Sendebands) schwanken die Schwellenwerte für Kontaktstrom, die Wirkungen von der bloßen Wahrnehmung bis zu starkem Schmerz hervorrufen, nicht signifikant als Funktion der Feldfrequenz. Referenzniveaus sowohl für Kontaktstrom als auch für induzierten Strom werden festgelegt, um zu entscheiden, ob vor Schlag- und Verbrennungsrisiken gewarnt werden muß.

Die Unsicherheit in den wissenschaftlichen Daten und die unterschiedliche individuelle Empfindlichkeit sowie die vielfältigen konkreten Expositionssituationen machen bei der Ermittlung der Expositionseinschränkungen die Anwendung von Sicherheitsfaktoren notwendig.

ÜBERBLICK ÜBER EINSCHLÄGIGE MAßNAHMEN DER MITGLIEDSTAATEN

Nur wenige Mitgliedstaaten haben umfassende Verordnungen und Normen für den Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischer Strahlung erlassen. Angesichts der zunehmenden Bedenken der Öffentlichkeit zu diesem Thema denken allerdings mehrere Mitgliedstaaten und Drittländer an die zügige Verabschiedung entsprechender Gesundheitsschutzmaßnahmen. Dabei haben einige Mitgliedstaaten auf die Notwendigkeit hingewiesen, Orientierungen zu Art und Umfang solcher Maßnahmen zu erhalten.

Einige Mitgliedstaaten haben Empfehlungen bzw. verbindliche Vorschriften für niedrig- und/oder hochfrequente elektromagnetische Felder festgelegt. Die Kommission hat einen Überblick über Bestimmungen und Leitlinien in diesem Bereich veröffentlicht². Im allgemeinen unterscheiden die Mitgliedstaaten zwischen Gesundheitsschutzanforderungen für Arbeitskräfte und solchen für die Allgemeinbevölkerung. Ein Mitgliedstaat allerdings hat sich dem nicht angeschlossen und unterscheidet zwischen der Exposition von Erwachsenen und Kindern.

ÜBERBLICK ÜBER EINSCHLÄGIGE RECHTSVORSCHRIFTEN DER GEMEINSCHAFT

Öffentliche Gesundheit

Das Europäische Parlament hat 1994 eine Entschließung zur Bekämpfung der Schädwirkungen nichtionisierender Strahlung verabschiedet³ und die Kommission aufgefordert, Verordnungen und Normen zur Begrenzung der Exposition von Arbeitskräften und Bevölkerung durch nichtionisierende elektromagnetische Strahlung vorzuschlagen.

Im Zusammenhang mit dem Aktionsrahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit⁴ hat die Kommission am 4. Juni 1997 einen Vorschlag für ein Aktionsprogramm 1999-2003 der Gemeinschaft über durch Umweltverschmutzung bedingte Krankheiten verabschiedet⁵. Darin wird der Tatsache Rechnung getragen, daß Gesundheitsrisiken einschließlich derjenigen, die mit der Exposition durch elektromagnetische Felder in Zusammenhang gebracht werden, von der Öffentlichkeit vielfach ganz anders eingeschätzt werden, als es den wissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht. Die Kommission hat daher vorgeschlagen, dieses Problem mit gezielten Aktionen zur Verbesserung der Fähigkeit der Mitgliedstaaten in Angriff zu nehmen, die öffentliche Einschätzung umweltbedingter Gesundheitsrisiken zu verstehen und darüber aufzuklären, wie die Risiken zu bewerten und zu bewältigen sind.

Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

Mindestanforderungen zum Schutz der Arbeitnehmer vor bestimmten Gefahrensituationen wurden gemäß Artikel 118a des EG-Vertrags festgelegt.

² Europäische Kommission. Nichtionisierende Strahlung - Quellen, Exposition und Gesundheitswirkungen. Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 1996, ISBN 92-827-5492-8

³ ABl. Nr. C205 vom 25.07.1994, S. 439

⁴ KOM(93) 559 endg., 24.11.1993

⁵ ABl. Nr. C 214 vom 16.7.1997, S. 7-10

Vorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten wurden in der Richtlinie des Rates 90/270/EWG erlassen⁶. Sie verpflichtet die Arbeitgeber, dafür zu sorgen, daß die Arbeitsplätze – d. h. eine Anordnung aus Bildschirmgeräten, Tastaturen, Zusatzgeräten und Anlagenelementen einschließlich Telefon, Modem und Drucker – bestimmten Mindestanforderungen entsprechen. Alle Strahlungen mit Ausnahme des sichtbaren Teils des elektromagnetischen Spektrums müssen auf Werte verringert werden, die vom Standpunkt der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer unerheblich sind.

In der Richtlinie des Rates 92/85/EWG⁷ über Maßnahmen zur Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit bei der Arbeit von schwangeren Frauen wird festgelegt, daß der Arbeitgeber sämtliche Tätigkeiten auf eine spezifische Gefährdung durch Exposition gegenüber Arbeitsstoffen einschließlich nichtionisierender Strahlung, Arbeitsverfahren oder Arbeitsbedingungen bewertet und Art, Ausmaß und Zeitdauer der Exposition überprüft, um entsprechende Maßnahmen zu veranlassen.

Außerdem hat die Kommission 1993 einen Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen vorgelegt⁸. Die Richtlinie soll gelten für die Gefährdung durch Lärm, Vibrationen, optische Strahlung und andere elektromagnetische Felder und Wellen. Die vorgeschlagene Richtlinie, die aufgrund der Stellungnahme des Europäischen Parlaments in einer ersten Lesung geändert wurde⁹, betrifft die Gefährdung von Gesundheit und Sicherheit durch die Wirkungen elektrischer Felder und Ströme sowie der Absorption von Energie bei Exposition gegenüber statischen und zeitlich veränderlichen elektrischen und magnetischen Feldern mit Frequenzen bis 300 GHz.

Produktsicherheit

Wichtige Anforderungen an die Emissionscharakteristika von Anlagen sind auf Gemeinschaftsebene im Zusammenhang mit der Errichtung des Binnenmarkts insbesondere auf Grund von Artikel 100a des EG-Vertrags festgelegt worden. Nach der Richtlinie des Rates 73/23/EWG¹⁰ zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen und speziell deren Anhang I dürfen elektrische Betriebsmittel nur dann in den Handel gebracht werden, wenn sie bestimmte wesentliche Anforderungen erfüllen, etwa Maßnahmen, die gewährleisten sollen, daß keine Temperaturen, Lichtbogen oder Strahlungen entstehen, aus denen sich Gefahren ergeben können.

Die Richtlinie des Rates 89/336/EWG¹¹ zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit will elektromagnetische

⁶ ABl. Nr. L 156 vom 21.6.1990, S. 14-18

⁷ ABl. Nr. L 348 vom 28.11.1992, S. 1-8

⁸ ABl. Nr. C 77 vom 18.3.1993, S. 12-29

⁹ ABl. Nr. C 230 vom 19.8.1994, S. 3-29

¹⁰ ABl. Nr. L 077 vom 26.3.1973, S. 29-33

¹¹ ABl. Nr. L 139 vom 23.5.1989, S. 19-26

Störungen vermeiden, um den Betrieb insbesondere von Telekommunikationsnetzen, Industrieausrüstungen, medizinischen und wissenschaftlichen Apparaten und Geräten, informationstechnologischen Geräten oder Haushaltsgeräten und elektronischen Haushaltsausrüstungen nicht zu beeinträchtigen. Hierzu müssen die Geräte so hergestellt werden, daß die Erzeugung elektromagnetischer Störungen soweit begrenzt wird, daß ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten sowie sonstigen Geräten möglich ist und die Geräte eine angemessene Beständigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen aufweisen.

Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Richtlinie des Rates 85/337/EWG¹² über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten in der Fassung der Richtlinie des Rates 97/11/EG¹³ gilt u. a. auch für den Bau von Hochspannungsfreileitungen mit einer Stromstärke von 220 kV oder mehr und mit einer Länge von mehr als 15 km. Danach hat der Projektträger Angaben zu den Maßnahmen vorzulegen, mit denen erhebliche nachteilige Auswirkungen vermieden, verringert und soweit möglich ausgeglichen werden sollen, außerdem soll eine Übersicht über die wichtigsten anderweitigen vom Projektträger geprüften Lösungsmöglichkeiten unter Angabe der wesentlichen Auswahlgründe vorgelegt werden.

Zur Ergänzung dieser Richtlinie 97/11/EG hat die Kommission eine Richtlinie des Rates über die Prüfung der Umweltverträglichkeit bestimmter Pläne und Programme vorgeschlagen¹⁴. Der Vorschlag bezieht sich auf Pläne und Programme, die als Teil des Entscheidungsprozesses im Bereich Raumordnung den Rahmen für nachfolgende Genehmigungen vorgeben, einschließlich strategischer Pläne und Programme in den Bereichen Energie, Verkehr und Telekommunikation.

Forschung

Im Vierten Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft zur Forschung, technologischen Entwicklung und Demonstration (1994-98)¹⁵ wird oder wurde eine Reihe von EMF-bezogenen Forschungsaktivitäten durchgeführt. So haben insbesondere Biomed 2, COST und die Standard-, Meß- und Prüfprogramme entsprechende Vorschläge gefördert, von denen einige noch nicht abgeschlossen sind.

Die potentiell gesundheitsschädigenden Wirkungen der Radiofrequenzen wurden auch im Grünbuch der Kommission über ein gemeinsames Konzept zur Mobil- und Personalkommunikation¹⁶ behandelt. Als Ergebnis und Reaktion auf die Entschließung des Europäischen Parlaments zur Bekämpfung der schädlichen Auswirkungen nichtionisierender Strahlung hat die Kommission den Bedarf nach weiterer Forschung auf diesem Gebiet bestätigt und ein Expertenteam für die Kommission Empfehlungen für

¹² ABl. Nr. L 175 vom 5.7.1985, S. 40-48

¹³ ABl. Nr. L 73 vom 14.3.1997, S. 5-15

¹⁴ KOM(96) 511 endg. und ABl. Nr. C 129 vom 25.4.1997, S. 14

¹⁵ ABl. Nr. L 126 vom 18.5.1994, S. 1-33

¹⁶ KOM(94) 145 endg.

epidemiologische, biophysikalische und biologische Forschungen sowie zur Forschung über Expositionssysteme und Dosimetrie erarbeitet. Der vorgeschlagene Forschungskatalog¹⁷ umfaßt auch Forschungen über die Auswirkungen auf das Immun- und Nervensystem sowie die genetischen und krebsrelevanten Wirkungen. Diese Themen stehen nach wie vor im Vordergrund des Interesses der Öffentlichkeit und des Europäischen Parlaments.

Den Empfehlungen der Sachverständigen und dem Bedarf nach Forschungen über die Gesundheitswirkungen der Exposition durch andere Frequenzen hat die Kommission bei ihrem Vorschlag zum 5. Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaften zur Forschung, technologischen Entwicklung und Demonstration (1998-2002)¹⁸ Rechnung getragen. Darüber hinaus ist sich die Kommission bewußt, daß die Risikoaufklärung in diesem Bereich wegen der umstrittenen Langzeitwirkungen einen hohen Stellenwert besitzt. Sie hat daher Forschungen über die Risikowahrnehmung der Bevölkerung und die Bewertung, Aufklärung und Beherrschung der Risiken vorgeschlagen.

VORGESCHLAGENE EMPFEHLUNGEN

Die zunehmende Beteiligung der Gemeinschaft an der Förderung von Tätigkeiten in verschiedenen Industriezweigen, die die Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder erhöhen dürften, sowie die zunehmenden Bedenken von Entscheidungsträgern, Angehörigen der Gesundheitsberufe, Interessengruppen und der Bevölkerung über die entsprechenden Auswirkungen zwingen dazu, sich auf gemeinschaftsweite Grundsätze auf diesem Gebiet zu verständigen.

Durch die in einigen Mitgliedstaaten bestehenden Regelungen haben sich unterschiedliche Systeme beim Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern herausgebildet. Die bestehenden Unterschiede und Lücken in den Bestimmungen und Leitlinien tragen mit dazu bei, daß sich bei vielen Gemeinschaftsbürgern ein Gefühl der Verwirrung und Unsicherheit einstellt und das Vertrauen in die Gesundheitsschutzbehörden geschmälert wird. Entsprechend dem angestrebten Beitrag zur Gewährleistung eines hohen Gesundheitsschutzniveaus für die Bürger der Gemeinschaft und im Hinblick auf die von einigen Mitgliedstaaten eingeleiteten Maßnahmen in diesem Bereich hält es die Kommission für notwendig, einen gemeinsamen Rahmen für den Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern vorzuschlagen. Ein solcher Rahmen kann durch Empfehlungen des Rates gemäß Artikel 129 des EG-Vertrags geschaffen werden und sollte sich mit den allgemeinen Grundsätzen einer Begrenzung der Exposition auf ein Gesundheitsschädigungen vermeidendes Maß befassen.

Mit dem Vorschlag für eine Empfehlung des Rates soll daher ein gemeinsam vereinbarter Rahmen für ein hohes Schutzniveau gegenüber der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder (EMF) anhand einer Reihe von international durch namhafteste Fachleute auf diesem Gebiet entwickelten Grundbeschränkungen und Referenzwerten geschaffen werden. Die vorgeschlagenen Empfehlungen über die Grundbeschränkungen und Referenzwerte lehnen sich an die Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) an und beruhen auf den neuesten

¹⁷ Das Dokument "studyhr.doc" kan von der Intersite-Site
<http://www.ispo.ccc.bc/infosoc/telecompoly/en> heruntergeladen werden

¹⁸ KOM(97) 142 endg. und ABl. Nr. C 173 vom 7.6.1997, S. 10

wissenschaftlichen Erkenntnissen. Sie betreffen die Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung und nicht die Emissionen bestimmter Vorrichtungen oder Geräte. Der Beratung durch die ICNIRP hat sich der Wissenschaftliche Lenkungsausschuss der Kommission angeschlossen.

Die vorgeschlagenen Empfehlungen gelten nicht für die berufliche Exposition und die Exposition von Patienten und Freiwilligen bei medizinischen Verfahren. Auch auf Fragen der elektromagnetischen Verträglichkeit und der Interferenz mit medizinischen Geräten geht der Vorschlag nicht ein. Die Schaffung eines umfassenden Schutzsystems in diesem Bereich mit detaillierten Bestimmungen und Leitlinien nicht nur für die Exposition von Einzelpersonen, sondern auch für die Emissionen durch Geräte und die Belastung durch Vorgänge, bei denen solche Expositionen auftreten, sollte die Aufgabe der Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung der entsprechenden Bestimmungen der Gemeinschaft sein.

Die empfohlenen Grundbeschränkungen beruhen unmittelbar nur auf den nachgewiesenen Gesundheitswirkungen. Die Referenzwerte werden zur Anwendung für die praktische Expositionsbewertung empfohlen¹⁹. Die Einhaltung der Referenzwerte gewährleistet die Einhaltung der entsprechenden Grundbeschränkung. Überschreitet der Meßwert den Referenzwert, so bedeutet das noch nicht zwangsläufig die Überschreitung der Grundbeschränkung. Es ist jedoch dann notwendig, nachzuweisen, ob die Grundbeschränkung tatsächlich eingehalten worden ist.

Es wird empfohlen, bei Überschreitung der Referenzwerte eine Bewertung der Expositionssituation vorzunehmen; die Veranlassung von Bewertungen und Folgemaßnahmen ist Sache der Mitgliedstaaten. Bei der Bewertung der tatsächlichen Expositionssituation könnten Kriterien wie z. B. die Expositionsdauer, die exponierten Körperteile, die Zahl der exponierten Einzelpersonen der Bevölkerung, ihr Alter und Gesundheitszustand herangezogen werden. Folgemaßnahmen müßten die Mitgliedstaaten etwa hinsichtlich der spezifischen Expositionssituation beschließen, wobei etwa die Aufklärung der betroffenen Bevölkerung, die Festlegung einzuhaltender Mindestabstände zur Expositionsquelle, Änderungen der Installation oder der Auslegung der spezifischen Quelle oder der Betriebsart der Quelle notwendig sein können. Werden solche Maßnahmen in bezug auf die Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung getroffen, könnten die Mitgliedstaaten auch Kosten-Nutzen-Aspekte in Erwägung ziehen.

Im Interesse einer rechtzeitigen Erfassung der reglementarischen und tatsächlichen Expositionssituation und wissenschaftlicher oder technologischer Entwicklungen, die eine rasche Reaktion notwendig machen können, schlägt die Kommission schließlich noch vor, daß die Mitgliedstaaten Berichte über ihre Maßnahmen und Leitlinien in dem durch die vorgeschlagene Empfehlung erfaßten Bereich erstellen, wobei sie angeben, wie der Empfehlung Rechnung getragen worden ist, und daß die Kommission dann anhand der Berichte der Mitgliedstaaten einen Gesamtbericht vorlegt.

¹⁹ Ein entsprechendes System mit einem Rahmen von Schwellenwerten und Auslöseschwellen wurde für den Gesundheitsschutz der Arbeitskräfte vorgeschlagen.

**VORSCHLAG FÜR EINE
EMPFEHLUNG DES RATES**

zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung
durch elektromagnetische Felder
0 Hz – 300 GHz

(von der Kommission vorgelegt)

DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION -

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, insbesondere auf Artikel 129,

auf Vorschlag der Kommission¹,

nach Stellungnahme des Europäischen Parlaments²,

in Erwägung nachstehender Gründe:

1. Nach Artikel 3 Buchstabe (o) des Vertrages muß die Gemeinschaft einen Beitrag zur Erreichung eines hohen Gesundheitsschutzniveaus leisten.
2. Das Europäische Parlament hat in seiner Entschließung zur Bekämpfung der schädlichen Wirkungen nichtionisierender Strahlung³ die Kommission aufgefordert, Maßnahmen zur Begrenzung der Exposition von Arbeitskräften und Bevölkerung gegenüber nichtionisierender elektromagnetischer Strahlung vorzuschlagen.
3. Mindestvorschriften der Gemeinschaft für den Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitskräfte im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern bestehen für die Arbeit am Bildschirmgerät⁴. Es wurden Maßnahmen der Gemeinschaft zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen⁵ eingeführt, wonach die Arbeitgeber u. a. verpflichtet sind, die mit einem spezifischen Risiko einer Exposition durch nichtionisierende Strahlung verbundenen Tätigkeiten zu bewerten. Es wurden Mindestvorschriften zum Schutz der Arbeitnehmer vor

¹ ABl. Nr. xxx

² ABl. Nr. xxx

³ ABl. Nr. C 205 vom 25.7.1994, S. 439

⁴ ABl. Nr. L 156 vom 21.6.1990, S. 14-18

⁵ ABl. Nr. L 348 vom 28.11.1992, S. 1-8

physikalischen Einwirkungen vorgeschlagen⁶, die auch Maßnahmen gegen nichtionisierende Strahlung enthalten.

4. Es ist unbedingt notwendig, die Bevölkerung in der Gemeinschaft vor nachweislich schädlichen Gesundheitswirkungen zu schützen, die als Folge der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern eintreten können.
5. Maßnahmen über elektromagnetische Felder sollten für alle Gemeinschaftsbürger ein hohes Schutzniveau gewährleisten. Entsprechende Bestimmungen der Mitgliedstaaten sollten von einem gemeinsam vereinbarten Rahmen ausgehen, um einen konsistenten Schutz in der ganzen Gemeinschaft sicherzustellen.
6. Entsprechend dem Subsidiaritätsprinzip darf jede neue Maßnahme auf einem Gebiet, das nicht in die ausschließliche Zuständigkeit der Gemeinschaft fällt – wie etwa der Schutz der Bevölkerung vor nichtionisierender Strahlung –, von der Gemeinschaft nur dann in die Wege geleitet werden, wenn wegen des Umfangs oder der Auswirkungen der vorgeschlagenen Aktion die angestrebten Ziele von der Gemeinschaft besser erreicht werden können als von den Mitgliedstaaten.
7. Es ist notwendig, einen Gemeinschaftsrahmen für den Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern durch Empfehlungen an die Mitgliedstaaten festzulegen.
8. Dieser Rahmen muß von den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und Gutachten in diesem Bereich ausgehen und sollte Grundbeschränkungen und Referenzwerte für die Exposition durch elektromagnetische Felder enthalten. Eine Beratung in dieser Frage erfolgte durch Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und ist vom Wissenschaftlichen Lenkungsausschuß der Kommission mitgetragen worden.
9. Diese Grundbeschränkungen und Referenzwerte sollten für alle von elektromagnetischen Feldern emittierten Strahlungen mit Ausnahme der optischen und der ionisierenden Strahlung gelten. Bei der optischen Strahlung bedürfen die einschlägigen wissenschaftlichen Daten und Gutachten noch zusätzlicher Prüfung, für

⁶ ABI. Nr. C 77 vom 18.3.1993, S. 12 und ABI. Nr. C 230 vom 19.8.1994, S. 3-29

die ionisierende Strahlung liegen entsprechende Gemeinschaftsbestimmungen bereits vor.

10. Die Einhaltung der empfohlenen Beschränkungen und Referenzwerte dürfte ein hohes Schutzniveau in bezug auf die nachgewiesenen Gesundheitswirkungen aus der Exposition durch elektromagnetische Felder gewährleisten, schließen jedoch Interferenzprobleme mit bzw. Auswirkungen auf den Betrieb medizinischer Geräte wie metallische Prothesen, Herzschrittmacher und Defibrillatoren sowie Cochlear implants nicht zwangsläufig aus. Interferenzprobleme mit Herzschrittmachern können bei Werten unterhalb der empfohlenen Referenzwerte auftreten und sollten entsprechende Vorkehrungen begründen, die jedoch außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Empfehlung liegen.
11. Nach dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz muß diese Empfehlung allgemeine Grundsätze und Methoden für den Schutz der Bevölkerung aufstellen, detaillierte Vorschriften für eine Exposition durch elektromagnetische Felder verursachende Quellen und Tätigkeiten sowie die Einstufung der Expositionsbedingungen von Einzelpersonen als berufsbedingt oder nicht, nach Maßgabe der Gemeinschaftsbestimmungen über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer jedoch den Mitgliedstaaten überlassen.
12. Die Mitgliedstaaten können für ein höheres Gesundheitsschutzniveau sorgen, als es diesen Empfehlungen entspricht.
13. Maßnahmen der Mitgliedstaaten auf diesem Gebiet, gleichgültig ob verbindlich oder nicht, und die Art und Weise, wie diese Empfehlungen dabei berücksichtigt worden sind, sollten Gegenstand von Berichten auf nationaler und Gemeinschaftsebene sein.
14. Zur Steigerung des Risikobewußtseins und zur Aufklärung über die Schutzmaßnahmen gegenüber elektromagnetischen Feldern sollten die Mitgliedstaaten die Verbreitung von Informationen und praktischen Vorschriften auf diesem Gebiet besonders im Hinblick auf die Auslegung, Installation und Verwendung der Geräte fördern und dabei Expositionsniveaus anstreben, die die empfohlenen Beschränkungen nicht überschreiten.

15. Es ist auf eine angemessene Aufklärung über die mit elektromagnetischen Feldern verbundenen Gefahren unter Berücksichtigung der öffentlichen Risikowahrnehmung zu achten.
16. Die Mitgliedstaaten tragen dem Fortschritt der wissenschaftlichen Kenntnisse und Technologie in bezug auf den Schutz vor nichtionisierender Strahlung Rechnung. Diese Empfehlungen sind insbesondere anhand der Begutachtung durch einschlägige internationale Organisationen wie z. B. der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung zu überprüfen.

EMPFIEHLT:

- I. Für diese Empfehlung ordnen die Mitgliedstaaten den in Anhang I.A aufgeführten physikalischen Größen die dort definierte Bedeutung zu.
- II. Im Interesse eines hohen Gesundheitsschutzniveaus bei der Exposition durch elektromagnetische Felder veranlassen die Mitgliedstaaten folgendes:
 - a) Sie führen ein System von Grundbeschränkungen und Referenzwerten nach Anhang I.B ein;
 - b) sie führen auf der Grundlage dieses Systems Maßnahmen in bezug auf Quellen oder Tätigkeiten ein, die mit einer Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder verbunden sind;
 - c) sie streben die Einhaltung der Grundbeschränkungen nach Anhang II für die Exposition der Bevölkerung an.
- III. Zur Erleichterung und Förderung der Einhaltung der Grundbeschränkungen nach Anhang II
 - a) benutzen die Mitgliedstaaten die Referenzwerte in Anhang III bei der Bewertung der Exposition, um zu entscheiden, ob die Grundbeschränkungen möglicherweise überschritten werden;
 - b) bewerten die Mitgliedstaaten Situationen, an denen Quellen mit mehr als einer Frequenz beteiligt sind, nach den Formeln in Anhang IV sowohl hinsichtlich der Grundbeschränkungen als auch der Referenzwerte.
- IV. Zum besseren Verständnis der Gefährdung und zur Verbesserung des Schutzes gegenüber der Exposition durch elektromagnetische Felder klären die Mitgliedstaaten die Bevölkerung in geeigneter Form über die gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder und die entsprechenden Abhilfemaßnahmen auf.
- V. Zur Erweiterung der Kenntnisse über die gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder fördern und prüfen die Mitgliedstaaten die Forschung zu EMF und menschlicher Gesundheit im Rahmen ihrer nationalen

Forschungsprogramme unter Berücksichtigung gemeinschaftlicher und internationaler Forschungsempfehlungen und -anstrengungen.

- VI. Als Beitrag zur Entwicklung eines tragfähigen Schutzsystems gegenüber der Gefährdung durch elektromagnetische Felder erstellen die Mitgliedstaaten Berichte über die Verabschiedung und Umsetzung der Maßnahmen, die sie auf dem von dieser Empfehlung erfaßten Gebiet treffen und unterrichten die Kommission hierüber nach Ablauf von drei Jahren nach Verabschiedung dieser Empfehlung unter Hinweis darauf, wie diese bei diesen Maßnahmen berücksichtigt worden ist

FORDERT DIE KOMMISSION AUF,

anhand der Berichte der Mitgliedstaaten einen Bericht für die Gemeinschaft als Ganzes zu erstellen und die in dieser Empfehlung behandelten Fragen im Hinblick auf ihre Überprüfung und Aktualisierung auch künftig zu verfolgen.

Geschehen zu Brüssel am

Im Namen des Rates

Der Präsident

ANHANG I

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Im Sinne dieser Empfehlung bezeichnet der Begriff "elektromagnetische Felder" statische Felder, extern niederfrequente (ELF-) und Radiofrequenz-(RF) Felder einschließlich Mikrowellen im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz.

A. Physikalische Größen

Im Zusammenhang mit der Exposition durch EMF sind acht physikalische Größen gebräuchlich:

1. *Kontaktstrom* (I_c) zwischen einer Person und einem Gegenstand, wird in Ampere (A) ausgedrückt. Ein Leiter in einem elektrischen Feld kann durch das Feld aufgeladen werden.
2. *Stromdichte* (J) ist der durch einen Einheitsquerschnitt senkrecht zu seiner Richtung in einem Volumenleiter wie dem menschlichen Körper oder einem Teil davon hindurchtretende Strom, in Ampere/Quadratmeter (A/m^2).
3. *Elektrische Feldstärke* ist eine Vektorgröße (E), die der Kraft entspricht, die auf ein geladenes Teilchen ungeachtet seiner Bewegung im Raum ausgeübt wird. Ihre Einheit ist Volt/Meter (V/m).
4. *Magnetische Feldstärke* ist eine Vektorgröße (H), die neben der magnetischen Flußdichte zur Beschreibung des magnetischen Feldes in jedem Raumpunkt dient. Ihre Einheit ist Ampere/Meter (A/m).
5. *Magnetische Flußdichte* ist eine Vektorgröße (B), mit einer auf bewegte Ladungen wirkenden Kraft; Einheit ist das Tesla (T). Im leeren Raum und in biologischem Material können magnetische Flußdichte und magnetische Feldstärke anhand der Äquivalenz $1 A m^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ umgerechnet werden.
6. *Leistungsdichte* (S) wird für sehr hohe Frequenzen benutzt, bei denen die Eindringtiefe in den Körper niedrig ist. Es ist der senkrecht zu einer Oberfläche auftreffende Energiefluß, geteilt durch den Flächenbezirk der Oberfläche. Die Einheit ist Watt/Quadratmeter (W/m^2).
7. *Spezifische Energieabsorption* (SA) ist die je Masseneinheit biologischen Gewebes absorbierte Energie, Einheit ist Joule/Kilogramm (J/kg).

In diesen Empfehlungen wird sie zur Begrenzung der nichtthermischen Wirkungen gepulster Mikrowellenstrahlung benutzt.

8. *Spezifische Energieabsorptionsrate* (SAR), gemittelt über den ganzen Körper oder Teile davon, ist die Rate, mit der Energie je Masseneinheit des Körpergewebes absorbiert wird; Einheit ist Watt/Kilogramm (W/kg). Die Ganzkörper-SAR ist ein weithin akzeptiertes Maß, um schädliche Wärmewirkungen zu einer RF-Exposition in Beziehung zu setzen. Neben der mittleren Ganzkörper-SAR sind örtliche SAR-Werte notwendig, um übermäßige Energiekonzentrationen in kleineren

Körperbereichen infolge besonderer Expositionsbedingungen zu bewerten und zu begrenzen. Beispiele für solche Zustände durch RF im niedrigen MHz-Bereich exponierte geerdete oder im Nahfeld einer Antenne exponierte Personen.

Von diesen Größen lassen sich magnetische Flußdichte, Kontaktstrom, elektrische und magnetische Feldstärke und die Leistungsdichte direkt messen.

B. Grundbeschränkungen und Referenzwerte

Bei der Anwendung der Beschränkungen aufgrund der Bewertung möglicher Gesundheitswirkungen elektromagnetischer Felder sollte zwischen Grundbeschränkungen und Referenzwerten unterschieden werden.

- *Grundbeschränkungen.* Direkt auf nachgewiesenen Gesundheitswirkungen und biologischen Erwägungen beruhende Beschränkungen der Exposition durch zeitvariable elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder werden als "Grundbeschränkungen" bezeichnet. Je nach der Feldfrequenz dienen als physikalische Größen zur Angabe dieser Beschränkungen die magnetische Flußdichte (**B**), Stromdichte (**J**) spezifische Energieabsorptionsrate (**SAR**) und Leistungsdichte (**S**). Magnetische Flußdichte und Leistungsdichte können am exponierten Menschen problemlos gemessen werden.
- *Referenzwerte.* Diese Werte dienen bei der praktischen Expositionsbewertung zur Entscheidung der Frage, ob die Grundbeschränkungen überschritten werden könnten. Einige Referenzwerte sind von einschlägigen Grundbeschränkungen mittels Meß- und/oder Rechenverfahren abgeleitet, andere erfassen die Wahrnehmung und schädlichen indirekten Wirkungen der EMF-Exposition. Die abgeleiteten Größen sind elektrische Feldstärke (**E**), magnetische Feldstärke (**H**), magnetische Flußdichte (**B**), Leistungsdichte (**S**) und Extremitätenstrom (**I_L**). Größen, die die Wahrnehmung und andere indirekte Wirkungen erfassen, sind Kontaktstrom (**I_C**) und bei gepulsten Feldern die spezifische Energieabsorption (**SA**). In jeder Expositionssituation lassen sich die Meß- oder Rechenwerte jeder dieser Größen mit dem entsprechenden Referenzwert vergleichen. Die Einhaltung des Referenzwertes gewährleistet die Einhaltung der entsprechenden Grundbeschränkung. Überschreitet der Meßwert den Referenzwert, so bedeutet dies noch nicht zwangsläufig die Überschreitung der Grundbeschränkung. Es ist dann jedoch nachzuprüfen, ob die Grundbeschränkung eingehalten wird.

Mengenmäßige Beschränkungen für statische elektrische Felder werden in diesen Empfehlungen nicht angegeben. Es wird jedoch empfohlen, die störende Wahrnehmung elektrischer Oberflächenladungen und unangenehme bzw. belastende Funkenentladungen zu vermeiden.

Einige Größen, so die magnetische Flußdichte (**B**) und die Leistungsdichte (**S**) dienen bei bestimmten Frequenzen gleichzeitig als Grundbeschränkungen und Referenzwerte (siehe Anhang II und III).

ANHANG II

GRUNDBESCHRÄNKUNGEN

Je nach der Frequenz werden folgende physikalische Größen (dosimetrische/exposimetrische Größen) zur Angabe der Grundbeschränkungen bei elektromagnetischen Feldern herangezogen.

Zwischen 0 und 1 Hz werden Grundbeschränkungen für magnetische Flußdichten für statische Magnetfelder (0 Hz) und Stromdichten für zeitvariable Felder bis 1 Hz angegeben, um Wirkungen auf das kardiovaskuläre und das Zentralnervensystem zu vermeiden.

Zwischen 1 Hz und 10 MHz werden Grundbeschränkungen für die Stromdichte angegeben, um Wirkungen auf Funktionen des Nervensystems zu vermeiden.

Zwischen 100 kHz und 10 GHz werden Grundbeschränkungen für die SAR angegeben, um Ganzkörper-Wärmebelastung und übermäßige lokale Erwärmung von Geweben zu vermeiden. Im Bereich 100 kHz bis 10 MHz werden Beschränkungen sowohl der Stromdichte als auch der SAR angegeben.

Zwischen 10 GHz und 300 GHz werden Grundbeschränkungen für die Leistungsdichte angegeben, um eine Gewebeerwärmung an oder nahe der Körperoberfläche zu vermeiden.

Die in Tabelle 1 angegebenen Grundbeschränkungen sind so angesetzt, daß Unsicherheiten infolge individueller Empfindlichkeit, Umgebungsbedingungen und unterschiedlichen Alters und Gesundheitszustands von Einzelpersonen der Bevölkerung Rechnung getragen wird.

Tabelle 1: Grundbeschränkungen für elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (0 Hz - 300 GHz).

Frequenzbereich	Magnet. Flußdichte (mT)	Stromdichte (mA/m ²) (rms)	mittlere Ganzkörper-SAR (W/kg)	Örtliche SAR (Kopf und Rumpf) (W/kg)	Örtliche SAR (Extremitäten) (W/kg)	Leistungsdichte S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4 - 1000 Hz	—	2	—	—	—	—
1000 Hz - 100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz - 10 MHz	—	f/500	0.08	2	4	—
10 MHz - 10 GHz	—	—	0.08	2	4	—
10 - 300GHz	—	—	—	—	—	10

Hinweise

1. f ist die Frequenz in Hz.
2. Die Grundbeschränkung bei der Stromdichte soll vor akuten Expositionswirkungen auf ZNS-Gewebe in Kopf und Rumpf schützen und enthält einen Sicherheitsfaktor.

3. Wegen der elektrischen Inhomogenität des Körpers sollten die Stromdichten über einen Querschnitt von 1 cm^2 senkrecht zur Stromrichtung gemittelt werden.
4. Bei Frequenzen bis 100 kHz, lassen sich maximale Stromdichtewerte durch Multiplikation des rms-Werts mit $\sqrt{2}$ (~ 1.414) erhalten. Bei Pulsen der Dauer t_p ist die für die Grundbeschränkungen geltende äquivalente Frequenz zu berechnen als $f = 1/(2t_p)$.
5. Bei Frequenzen bis 100 kHz und bei gepulsten Magnetfeldern läßt sich die zu den Impulsen gehörende maximale Stromdichte aus den Anstieg-/Abfallzeiten und der maximalen Änderungsgeschwindigkeit der Magnetflußdichte errechnen. Die induzierte Stromdichte kann dann mit der entsprechenden Grundbeschränkung verglichen werden.
6. Alle SAR-Werte sind über eine beliebige 6-Minuten-Dauer zu mitteln.
7. Die örtliche SAR-Mittelungsmasse sind beliebige 10 g benachbartes Gewebe; der so ermittelte maximale SAR-Wert sollte zur Expositionsabschätzung herangezogen werden.
8. Bei Pulsen der Dauer t_p ist die für die Grundbeschränkungen geltende äquivalente Frequenz zu berechnen als $f = 1/(2t_p)$. Bei gepulsten Expositionen im Frequenzbereich 0,3 bis 10 GHz und bei lokalisierten Expositionen des Kopfes wird zur Begrenzung bzw. Vermeidung auditiver Effekte durch thermoelastische Dehnung als zusätzliche Grundbeschränkung empfohlen, daß die über 10 g Gewebe gemittelte SA 2 mJ kg^{-1} nicht überschreitet.

ANHANG III

Referenzwerte

Referenzwerte werden zum Vergleich mit den Meßwerten angegeben. Die Einhaltung aller empfohlenen Referenzwerte gewährleistet auch die Einhaltung der Grundbeschränkungen.

Sind die Meßwerte größer als die Referenzwerte, bedeutet dies nicht zwangsläufig auch eine Überschreitung der Grundbeschränkungen. Es sollte dann aber geprüft werden, ob die Expositionswerte unter den Grundbeschränkungen liegen.

Die Referenzwerte für die Expositionsbegrenzung werden aus den Grundbeschränkungen für den Zustand einer maximalen Kopplung des Feldes an die exponierte Einzelperson ermittelt, wodurch ein maximaler Schutz erzielt wird. Ein Überblick über die Referenzwerte enthält Tabelle 2 und 3. Die Referenzwerte sollen generell über die Körperdimension der exponierten Einzelperson räumlich gemittelte Werte sein, jedoch mit dem wichtigen Gebot, daß die örtlichen Expositionsgrundbeschränkungen nicht überschritten werden.

In bestimmten Situationen bei stark lokalisierter Exposition – etwa bei Handtelefonen und dem menschlichen Kopf – ist von der Anwendung der Referenzwerte abzuraten. In diesen Fällen sollte die Einhaltung der örtlichen Grundbeschränkung direkt bewertet werden.

Referenzwerte für elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

Tabelle 2: Referenzwerte für elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (0 Hz - 300 GHz, ungestörte rms-Werte).

Frequenzbereich	E-Feld- stärke (V/m)	H-Feld- stärke (A/m)	B-Feld (μ T)	Äquivalente stärkedichte ebene Wellen S_{eq} (W/m ²)	Lei- für
0-1 Hz	-	3.2×10^{-4}	4×10^{-4}	-	
1-8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^{-4}/f^2$	$4 \times 10^{-4}/f^2$	-	
8 - 25 Hz	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	-	
0.025 - 0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-	
0.8 - 3 kHz	$250/f$	5	6.25	-	
3 - 150 kHz	87	5	6.25	-	
0.15 - 1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	-	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	-	
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	2	
400 - 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f/200$	
2 - 300 GHz	61	0.16	0.20	10	

Hinweise:

1. f wie in der Frequenzbereichsspalte.
2. Bei Frequenzen zwischen 100 kHz und 10 GHz sind S_{eq} , E^2 , H^2 und B^2 über einen beliebigen 6-Minuten-Zeitraum zu mitteln.
3. Bei Frequenzen über 10 GHz sind S_{eq} , E^2 , H^2 und B^2 über jeden beliebigen $68/f^{1.05}$ -Minuten-Zeitraum zu mitteln (f in GHz).
4. Kein E-Feld-Wert wird für Frequenzen < 1 Hz angegeben, bei denen es sich um statische elektrische Felder handelt. Bei den meisten Menschen sind elektrische Oberflächenladungen bei Feldstärken unter 25 kV/m nicht störend wahrnehmbar. Belastende bzw. störende Funkenentladungen sind zu vermeiden.

Bei Spitzenwerten gelten für die E-Feldstärke (V/m), H-Feldstärke (A/m) und das B-Feld (μ T) folgende Referenzwerte:

- Bei Frequenzen bis 100 kHz werden die maximalen Referenzwerte durch Multiplikation der entsprechenden rms-Werte mit $\sqrt{2}$ (~1.414) ermittelt. Bei Impulsdauern von t_p ist die jeweilige äquivalente Frequenz zu errechnen als $f = 1/(2t_p)$.
- Bei Frequenzen zwischen 100 kHz und 10 MHz sind die maximalen Referenzwerte durch Multiplikation der entsprechenden rms-Werte mit

10^{α} zu ermitteln, wobei $\alpha = (0.665 \log(f/10^5) + 0.176)$, f in kHz.

- Bei Frequenzen zwischen 10 MHz und 300 GHz sind die maximalen Referenzwerte durch Multiplikation der entsprechenden rms-Werte mit 32 zu ermitteln.

Obwohl über die Beziehung zwischen biologischen Wirkungen und Spitzenwerten von Impulsfeldern nur wenig bekannt ist, wird vorgeschlagen, daß bei Frequenzen über 10 MHz das über die Impulsbreite gemittelte S_{eq} das Tausendfache der Referenzwerte nicht überschreiten sollte oder daß die Feldstärken das 32fache der Feldstärke-Referenzwerte nicht überschreiten sollten. Bei Frequenzen zwischen etwa 0,3 GHz und mehreren GHz und bei lokalisierter Exposition des Kopfes muß zur Begrenzung bzw. Vermeidung auditiver Effekte durch thermoelastische Dehnung die spezifische Impulsabsorption begrenzt werden. In diesem Frequenzbereich entspricht der SA-Schwellenwert von $4-16 \text{ mJ kg}^{-1}$ zur Erzeugung dieser Wirkung bei $30\text{-}\mu\text{s}$ -Impulsen, SAR-Spitzenwerten von $130-520 \text{ W kg}^{-1}$ im Gehirn. Zwischen 100 kHz und 10 MHz ergeben sich Spitzenwerte für die Feldstärken durch Interpolation des 1,5-Fold-Peak bei 100 kHz zum 32-Fold-Peak bei 10 MHz.

Kontakt- und Extremitätenströme

Bei Frequenzen bis 110 MHz werden zur Vermeidung einer Gefährdung durch Kontaktströme zusätzliche Referenzwerte empfohlen. Die Kontaktstrom-Referenzwerte sind in Tabelle 3 angegeben. Dabei wurde berücksichtigt, daß die Schwellenkontaktströme, die biologische Reaktionen bei Frauen und Kindern hervorrufen, etwa zwei Drittel bzw. die Hälfte der Werte für Männer betragen.

Tabelle 3: Referenzwerte für Kontaktströme durch Leiter (f in kHz)

Frequenzbereich	Maximaler Kontaktstrom (mA)
0 Hz - 2,5 kHz	0,5
2,5 kHz - 100 kHz	0,2 f
100 kHz - 110 MHz	20

Für den Frequenzbereich 10 MHz bis 110 MHz wird ein Referenzwert von 45 mA – bezogen auf den durch eine beliebige Extremität tretenden Strom – empfohlen. Damit soll die lokalisierte SAR über einen beliebigen 6-Minuten-Zeitraum begrenzt werden.

ANHANG IV

Exposition durch Mehrfrequenzquellen

Bei gleichzeitiger Exposition durch Felder unterschiedlicher Frequenzen muß die Möglichkeit erwogen werden, daß diese Expositionen sich in ihren Wirkungen summieren. Berechnungen auf der Grundlage einer solchen Summierung sind für jede Wirkung separat durchzuführen; so sind für thermische und elektrische Anregungseffekte am Körper separate Bewertungen vorzunehmen.

Grundbeschränkungen

Bei gleichzeitiger Exposition durch Felder unterschiedlicher Frequenzen sollten in bezug auf die Grundbeschränkungen nachstehende Kriterien erfüllt werden.

Bei elektrischer Anregung und Frequenzen von 1 Hz bis 10 MHz sind die induzierten Stromdichten zu addieren nach:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

Bei thermischen Wirkungen ab 100 kHz sind die spezifische Energieabsorptionsraten und Leistungsdichten zu addieren nach:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{10\text{GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_L} + \sum_{i=10\text{GHz}}^{300\text{GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

Dabei ist

J_i die Stromdichte bei der Frequenz i ;

$J_{L,i}$ die Stromdichte-Grundbeschränkung bei der Frequenz i nach Tabelle 1;

SAR_i die SAR durch Exposition bei der Frequenz i ;

SAR_L die SAR-Grundbeschränkung nach Tabelle 1;

S_i die Leistungsdichte bei der Frequenz i ;

S_L die Leistungsdichte-Grundbeschränkung nach Tabelle 1.

Referenzwerte

Bei der Anwendung der Grundbeschränkungen sind folgende Kriterien für die Referenzwerte der Feldstärken anzuwenden.

Bei induzierten Stromdichten und elektrischen Anregungswirkungen bis 10 MHz sind die beiden folgenden Anforderungen an die Feldniveaus zu erfüllen:

$$\sum_{i=1}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i=1}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

und

$$\sum_{j=1}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j=1}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

Dabei ist:

E_i die elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ;

$E_{L,i}$ der Referenzwert der elektrischen Feldstärke nach Tabelle 2;

H_j die magnetische Feldstärke bei der Frequenz j ;

$H_{L,j}$ der Referenzwert der magnetischen Feldstärke nach Tabelle 2;

a beträgt 87 V/m, b beträgt 5 A/m (6.25 μ T).

Im Vergleich zu den ICNIRP-Leitlinien¹, die sich sowohl mit beruflicher als auch mit allgemeiner Exposition befassen, entsprechen die Grenzpunkte den Expositionsbedingungen für Einzelpersonen der Bevölkerung.

Die Anwendung konstanter Werte (a und b) oberhalb 1 MHz für das elektrische Feld und oberhalb 150 kHz für das Magnetfeld ist darauf zurückzuführen, daß die Summierung auf induzierten Stromdichten beruht, und ist nicht mit den Verhältnissen bei der thermischen Wirkung zu verwechseln. Letztere bildet die Grundlage für $E_{L,i}$ und $H_{L,j}$ oberhalb 1 MHz bzw. 150 kHz nach Tabelle 2.

¹ Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Phys.; im Druck

Für thermische Wirkungen ab 100 kHz gelten für die Feldniveaus die beiden folgenden Anforderungen:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i=1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

und

$$\sum_{j=100\text{kHz}}^{150\text{kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j=150\text{kHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

Dabei ist:

E_i die elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ;

$E_{L,i}$ der Referenzwert für das elektrische Feld nach Tabelle 2;

H_j die magnetische Feldstärke bei der Frequenz j ;

$H_{L,j}$ der Magnetfeld-Referenzwert nach Tabelle 2;

c beträgt $87/f^{1/2}$ V/m, d beträgt $0.73/f$ A/m.

Auch hier wurden gegenüber den ICNIRP-Leitlinien einige Anpassungen zur Berücksichtigung lediglich der Exposition der Bevölkerung vorgenommen.

Für Extremitäten- bzw. Kontaktstrom sollten die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

$$\sum_{k=10\text{MHz}}^{110\text{MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \quad \sum_{n=1\text{Hz}}^{110\text{MHz}} \frac{I_n}{I_{C,n}} \leq 1$$

Dabei ist:

I_k die Extremitätenstrom-Komponente bei der Frequenz k ;

$I_{L,k}$ der Referenzwert für Extremitätenstrom, 45 mA;

I_n die Kontaktstrom-Komponente bei der Frequenz n ;

$I_{C,n}$ der Referenzwert für Kontaktstrom bei der Frequenz n (siehe Tabelle 3).

Die obigen Summierungsformeln unterstellen bei den Feldern aus Mehrfachquellen Worst-case-Bedingungen. Als Ergebnis können die typischen Expositionssituationen in der Praxis zu weniger restriktiven Expositionswerten führen, als die obigen Formeln für die Referenzwerte ergeben.

25.09.98**Beschluß
des Bundesrates**

Vorschlag für eine Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder 0 Hz - 300 GHz

KOM(98) 268 endg.; Ratsdok. 9620/98

Der Bundesrat hat in seiner 729. Sitzung am 25. September 1998 gemäß §§ 3 und 5 EUZBLG die folgende Stellungnahme beschlossen:

1. Der Bundesrat begrüßt die Vorschläge zur Umsetzung der neuen ICNIRP-Richtlinie (Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields). Damit wird für den gesamten EU-Bereich eine einheitliche Basisempfehlung ausgesprochen.
2. In der Literatur gibt es eine Reihe von Studien, die darauf hinweisen, daß mögliche Gesundheitsschäden, z.B. durch Langzeitwirkungen oder athermische Wirkungen elektromagnetischer Felder, auch bei Feldstärken unterhalb der empfohlenen Referenzwerte, nicht ausgeschlossen werden können. Der Bundesrat bedauert deshalb, daß keine Aussage zur Vorsorge getroffen bzw. keine Vorsorgewerte aufgenommen wurden.
3. Der Bundesrat bittet die Bundesregierung, darauf hinzuwirken, daß in den Empfehlungen der EU der Gesichtspunkt der Vorsorge ausreichend berücksichtigt wird und über die Festlegung von Basisgrenzwerten und Referenzwerten hinaus Regelungen für eine effektive Vorsorge getroffen werden. Allerdings darf dies nicht zu einer Verzögerung des Inkrafttretens der Empfehlung führen.
4. Sollte eine effektive Vorsorgeregelung auf EU-Ebene nicht zu erreichen sein, fordert der Bundesrat die Bundesregierung auf, bei der Umsetzung in nationales Recht von der Möglichkeit der Freistellung in Nummer 12 Gebrauch zu machen

...

und Vorsorgewerte einzuführen, um damit ein höheres Gesundheitsschutzniveau festzulegen.

5. Die Empfehlungen der EU sind nur umsetzbar und die Einhaltung der Basisgrenzwerte und Referenzwerte können nur überprüft werden, wenn Fragen z. B. zur Expositionsdauer, zum maßgeblichen Immissionsort, zur Ermittlung der Feldstärken geklärt werden. Die Konkretisierung dieser Anforderungen darf nicht jedem Mitgliedstaat überlassen bleiben, da das Prüfergebnis und damit der Schutz der Bürger maßgeblich von diesen Festlegungen abhängt. Der Bundesrat bittet daher die Bundesregierung, dafür zu sorgen, daß die Empfehlungen der EU weiter auf Gemeinschaftsebene konkretisiert werden, um eine unterschiedliche Auslegung in den Mitgliedstaaten zu vermeiden: So sollte zum Beispiel
 - als Abgrenzung zur Exposition der Bevölkerung unter beruflicher Exposition nur der bestimmungsgemäße Umgang mit Feldquellen durch besonders geschultes und überwachtes Personal verstanden werden,
 - für die Leistungsflußdichte eine Integrationszeit festgelegt werden (z. B. 10 sec.),
 - die Berechnung der maximalen Stromdichte näher beschrieben werden,
 - Angaben über die anzuwendende Zeitbasis bzw. über das Integrationsvolumen für den Frequenzbereich der Reizwirkungen gemacht werden und
 - darauf hingewiesen werden, daß die angegebenen Basisgrenzwerte keinen Schutz für Träger von aktiven Implantaten bieten.
6. Weiterhin fordert der Bundesrat die Bundesregierung auf, die für den Hochfrequenzbereich von 0,1 Megahertz bis 10 Megahertz fehlenden Grenzwerte umgehend in die Verordnung über elektromagnetische Felder aufzunehmen, da die ICNIRP ihre überarbeitete Empfehlung bereits im April 1998 veröffentlicht hat.