

ABSCHNITT B

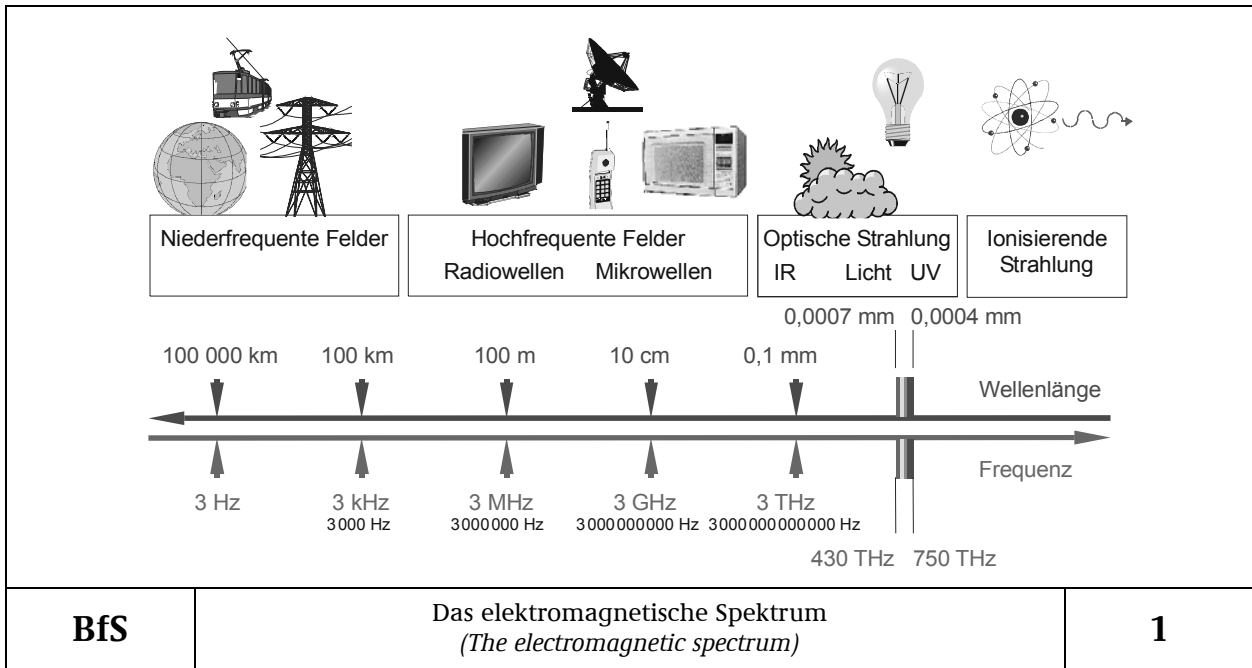
NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG

(NON-IONISING RADIATION)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit,
Oberschleißheim

EINLEITUNG (INTRODUCTION)

Den Bereich der nichtionisierenden Strahlung (NIR) bilden niederfrequente elektrische und magnetische bzw. hochfrequente elektromagnetische Felder sowie die optische Strahlung, zu der die ultraviolette Strahlung (UV) gehört, mit Wellenlängen von 100 nm und darüber (Abb. 1). Im Folgenden werden die physikalischen Grundlagen der elektromagnetischen Felder erklärt, Quellen und mögliche Expositionen angegeben, biophysikalische Wirkungsmechanismen erläutert, nachgewiesene sowie mögliche gesundheitliche Wirkungen dargestellt und über aktuelle Themen aus dem Jahr 2003 berichtet.



1. Statische Felder (Static fields)

Der Begriff "Statische Felder" umfasst elektrische Felder, die z. B. in Gleichspannungsanlagen auftreten, und Magnetfelder, wie z. B. das natürliche Erdmagnetfeld.

Ein statisches elektrisches Feld übt Kräfte auf elektrische Ladungen aus und führt damit zu einer Ladungsverteilung an der Körperoberfläche. Dadurch bewirkte Bewegungen von Körperhaaren oder Mikroentladungen treten bei elektrischen Feldstärken ab 20 kV/m auf. Unangenehme Empfindungen werden ab 25 kV/m erzeugt. Statische elektrische Felder können zu elektrischen Aufladungen von nicht geerdeten Gegenständen führen. Als indirekte Wirkung kommt es beim Berühren des Körpers mit einem solchen Gegenstand zu Ausgleichsströmen. In Feldern oberhalb von 5 bis 7 kV/m können solche Phänomene Schreckreaktionen durch Funkenentladungen auslösen. Im privaten wie beruflichen Alltag sind für Funkenentladungen vor allem elektrostatische Aufladungen verantwortlich, und nicht elektrische Gleichfelder von Gleichspannungsanlagen. Dies erklärt, weshalb derzeit keine Grenzwertregelungen für elektrische Gleichfelder vorliegen.

Die möglichen Wirkungsmechanismen statischer Magnetfelder sind einerseits Kraftwirkungen auf Teilchen und Gegenstände, z. B. metallische Implantate, die ein eigenes Magnetfeld besitzen oder magnetisierbar sind, und andererseits die Erzeugung elektrischer Spannungen in bewegten Körperteilen (z. B. Blutströmung). An der Aorta führt dieser Mechanismus z. B. zu einer Potenzialdifferenz von bis zu 16 mV bei einem statischen Magnetfeld von 1 T (Tesla). Es ist auch abgeschätzt worden, dass die magnetohydrodynamische Interaktion in einem 5 T-Feld die Flussrate in der Aorta um bis zu 7% verringern kann. Akute Schädwirkungen einer Exposition durch statische Magnetfelder bis 2 T auf die menschliche Gesundheit lassen sich experimentell nicht nachweisen. Konservative Analysen bekannter Wechselwirkungsmechanismen lassen den Schluss zu, dass eine langfristige Exposition durch Magnetflussdichten von bis zu 200 mT keine schädlichen Folgen für die Gesundheit hat.

Quellen statischer Felder sind z. B. Gleichspannungsanlagen, elektrifizierte Verkehrssysteme, die mit Gleichstrom betrieben werden (z. B. Straßenbahnen), Magnetschwebbahnen, Lautsprecheranlagen, Heizdecken, Dauermag-

neten wie z. B. an Namensschildern, und auch die sog. "Magnetheilmittel" wie Magnetpflaster, Magnetkissen, -decken, -bänder oder -gürtel.

Die Wahrnehmung statischer Magnetfelder durch manche Tiere spielt für ihre Orientierung eine große Rolle und ist wissenschaftlich erwiesen. Sie tritt bei Feldstärken in der Größenordnung des geomagnetischen Feldes (im Mittel 40 μT) auf. Für den Menschen konnte eine derartige Wahrnehmung bisher nicht nachgewiesen werden.

In der bildgebenden medizinischen Diagnostik wird das magnetische Resonanzverfahren (Magnetresonanztomographie - MRT, englisch: Nuclear magnetic resonance - NMR) angewendet. Neben medizinisch-diagnostischen Aspekten liegt der Vorteil der NMR in der Vermeidung ionisierender Strahlung. Hierbei ist der Patient statischen und zeitlich veränderlichen Magnetfeldern sowie hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt. Bis heute sind keine Schwellen für eine gesundheitliche Schädigung durch statische Magnetfelder bekannt. Untersuchungen bei Magnetfeldexpositionen bis 2 T konnten keine schädigenden Wirkungen belegen. Nach heutigem wissenschaftlichen Erkenntnisstand gelten die von der SSK empfohlenen Richtwerte für statische Magnetfelder deshalb als sicher [1]. Sie liegen bei magnetischen Flussdichten von 2 T für den Kopf und/oder Rumpf und von 5 T für Extremitäten.

Literatur

- [1] Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 18 Empfehlungen zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken bei Anwendung magnetischer Resonanzverfahren in der medizinischen Diagnostik"; Redaktion: Horst Heller, Bonn, 1998, 74 Seiten, € 13,50, ISBN 3-437-25579-7

2. Niederfrequente Felder (Low frequency fields)

Der Bereich der niederfrequenten Felder umfasst elektrische und magnetische Wechselfelder mit Frequenzen von 1 Hz bis 100 kHz. Die elektrische Feldstärke an der Körperoberfläche bewirkt eine mit der Frequenz wechselnde Aufladung der Körperbehaarung, die einen relativ hohen elektrischen Widerstand hat. Dadurch wird eine Vibration des Haarschafts angeregt, die über die Berührungsezeptoren in der Haut registriert wird. Im Wesentlichen führen niederfrequente elektrische Felder zu elektrischen Strömen an der Körperoberfläche, was bei hohen Feldstärken zu einer direkten Stimulation von peripheren Rezeptoren in der Haut führen kann. Zudem treten starke Feldüberhöhungen an der Körperoberfläche vor allem im Kopfbereich auf. Durch elektrische Ausgleichsvorgänge zwischen Kleidung und Haut kann ein wahrnehmbares Kribbeln auftreten. Wirken magnetische Felder auf den Menschen ein, kommt es im Organismus zur Induktion von Wirbelströmen, die bei Überschreitung bestimmter Schwellenwerte Nerven- und Muskelzellen erregen können.

Im Alltag ergibt sich die Exposition der Bevölkerung im niederfrequenten Bereich hauptsächlich aus den elektrischen und magnetischen Feldern, die durch die Stromversorgung (50 Hz) und elektrifizierte Verkehrssysteme wie Eisenbahnen ($16 \frac{2}{3}$ Hz) entstehen.

In der 26. BImSchV (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; Verordnung über elektromagnetische Felder; gültig seit 1. Januar 1997) sind die Grenzwerte für feststehende Niederfrequenzanlagen geregelt (Tabelle 2-1). Danach ist bei 50 Hz-Feldern der Wert der magnetischen Flussdichte auf 100 μT begrenzt. Bisher gibt es keinen wissenschaftlichen Nachweis für gesundheitsschädigende Effekte auf Grund einer Exposition durch magnetische Wechselfelder unterhalb von 100 μT . Dies ist darauf zurückzuführen, dass nach dem etablierten Strom-Dichte-Modell der WHO von 1987 durch den physikalischen Mechanismus der Induktion bei 100 μT im menschlichen Körper eine sehr geringe Stromdichte von etwa 2 mA/m^2 hervorgerufen wird, die der endogenen (natürlichen, körpereigenen) Stromdichte entspricht.

Tabelle 2-1 Grenzwerte für feststehende Niederfrequenzanlagen (26. BImSchV)
(Limit values for fixed low frequency installations - 26th BImSchV)

Frequenzbereich	elektrische Feldstärke (kV/m)	magnetische Flussdichte (μT)
16 $\frac{2}{3}$ Hz	10	300
50 Hz	5	100

In der Öffentlichkeit wird kontrovers diskutiert, ob niederfrequente Felder bei chronischer Exposition zu Erkrankungen wie Krebs führen. Vor allem der Zusammenhang zwischen der Exposition durch niederfrequente Magnetfelder und einem erhöhten Leukämierisiko für Kinder steht hier im Vordergrund. Eine Voraussetzung für die Entstehung von Krebs ist die Schädigung des Erbguts, der DNS (Desoxyribonukleinsäure). Substanzen, die

solche Schäden hervorrufen, bezeichnet man als genotoxisch. Nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft wirken niederfrequente Felder nicht genotoxisch. In zahlreichen Zell- und Tierstudien wurde untersucht, ob niederfrequente Magnetfelder einen indirekten Einfluss auf den Verlauf (Promotion) von Krebserkrankungen haben, indem sie Schädigungen der DNS begünstigen oder die Entwicklung der Krankheit beschleunigen. Die Bewertung der Studien ergibt, dass bislang kein solcher Einfluss nachgewiesen werden kann.

Im Jahr 2001 wurde eine epidemiologische Studie vorgestellt, die einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen einer erhöhten nächtlichen Magnetfeldexposition von $> 0,4 \mu\text{T}$ bei 50 Hz und dem Auftreten von kindlicher Leukämie zeigte (Epidemiologische Studie zu einer möglichen Assoziation zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Auftreten von Leukämien im Kindesalter - sogenannte Michaelis-Studie). Dieser Expositionswert wurde allerdings in nur bei 3 von 514 in die Studie aufgenommene, an Leukämie erkrankte Kindern und in der Vergleichsgruppe bei 3 von 1301 nicht erkrankter Kinder erreicht. Falls eine erhöhte Magnetfeldexposition tatsächlich eine der möglichen Ursachen für diese Krankheit ist und man die quantitativen Ergebnisse dieser Studie zugrundelegt, könnte dieser Zusammenhang bei etwa 1% der kindlichen Leukämiefälle eine Rolle spielen.

Die Ergebnisse dieser und anderer epidemiologischer Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen Krebs und einer Magnetfeldexposition werden als wissenschaftlich begründeter Verdacht gewertet und erfordern eine intensive Suche nach möglichen Zusammenhängen. Auf Grund der vorliegenden Befunde aus epidemiologischen Untersuchungen hat die WHO niederfrequente Magnetfelder wie auch Kaffee, Styrol, Benzinmotor-Abgase und Schweißgase als möglicherweise krebserregend eingestuft.

Im Rahmen einer Studie, die im Zeitraum von Mai 1996 bis Juni 1997 zur "Erfassung der niederfrequenten magnetischen Exposition der Bürger in Bayern" im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen durchgeführt wurde, zeigte sich, dass bei 24 h-Messungen für das magnetische Feld bei 50 Hz ein arithmetischer Mittelwert für alle untersuchten Personen von $0,101 \mu\text{T}$ und ein Medianwert von $0,047 \mu\text{T}$ erreicht werden (Tab. 2-2). Es ergab sich weiterhin, dass die nächtliche Exposition auffällig höher lag, wenn sich das Messgerät in unmittelbarer Nähe z. B. eines Radioweckers befand. Aber auch in solchen Fällen wurde ein relativ geringer Medianwert von nur $0,146 \mu\text{T}$ erreicht (nicht in Tab. 2-2 aufgeführt).

Alle in der Tabelle enthaltenen Werte liegen Größenordnungen unterhalb der Grenzwerte der 26. BImSchV (s. Tab. 2-1). Eine Überschreitung wurde nur kurzzeitig, hauptsächlich während der Arbeit mit Maschinen beobachtet.

Die Ergebnisse der bayerischen Studie zeigen, dass die tatsächliche Exposition der Bevölkerung im Mittel unter $0,2 \mu\text{T}$ liegt, so dass eine dauerhafte Exposition in der Nacht mit $0,4 \mu\text{T}$ und mehr, wie in der Michaelis-Studie angegeben, ein eher seltenes Ereignis darstellt.

Um die Exposition der Bevölkerung durch niederfrequente Felder dauerhaft zu beobachten, führt der Freistaat Bayern seit 2002 das sogenannte EMF-Monitoring durch, wobei an 400 verschiedenen Messpunkten in Wohngebieten im Freien gemessen wurde. Erfasst wurde u. a. die Immissionssituation im Niederfrequenzbereich bei elektrischen und magnetischen Feldstärken im Bereich von 0 bis 2 kHz. Die Auswertung der Messreihen von 2002 und 2003 werden 2004 abgeschlossen sein.

Tabelle 2-2 Magnetfeldexpositionen für die allgemeine Bevölkerung
(repräsentativ für die Siedlungsstruktur in Bayern) auf Grund der 50 Hz Stromversorgung
(Magnetic field exposures to the general public - representative for the structure of settlement in Bavaria - due to 50 Hz current supply)

Dauer bzw. Ort der Exposition	Anzahl Personen	Magnetische Flussdichte (μT)		
		Mittelwert	Median	95 % Perzentil
24 h-Exposition	1.952	0,101	0,047	0,308
Exposition im Haus	1.941	0,090	0,063	0,215
Exposition während der Nacht	1.926	0,095	0,092	0,144
Großstadt, 24 h	370	0,115	0,061	0,314
ländlich, 24 h	432	0,077	0,035	0,261
Einfamilienhaus	1.227	0,092	0,059	0,218
Hochhaus	51	0,097	0,076	0,116
24 h-Daten: im Büro Tätige	624	0,107	0,049	0,338
Handwerker/Arbeiter	148	0,166	0,049	0,628
nicht Erwerbstätige	922	0,093	0,046	0,258
direkte Nähe zu 16 2/3 Hz Oberleitungen	190	0,156	0,102	0,436

Individuelle Personenmessung, arithmetischer Mittelwert über sekundliche Messungen

3. Hochfrequente Felder (High frequency fields)

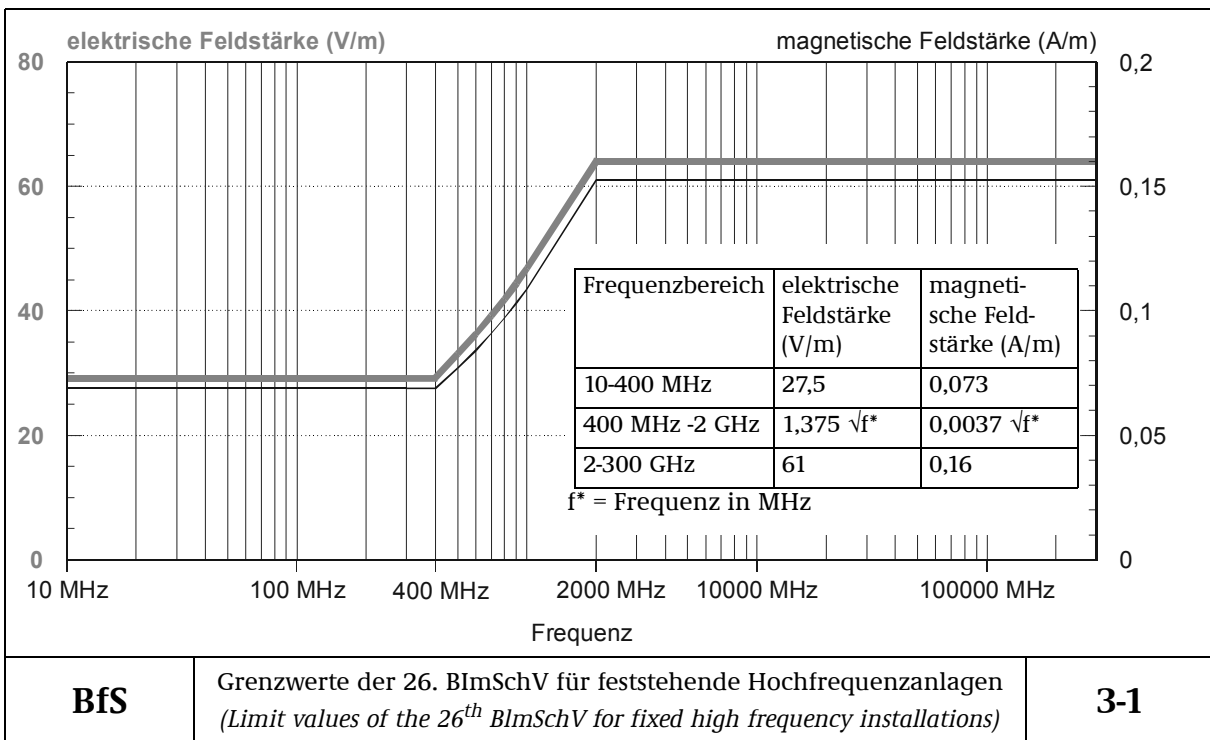
Hochfrequente elektromagnetische Felder (>100 kHz – 300 GHz) kommen in unserem Alltag hauptsächlich bei Anwendungen vor, die zur drahtlosen Informationsübertragung bei Radio, Funk oder Fernsehen verwendet werden. Diese Felder dringen, abhängig von der Frequenz, unterschiedlich tief in das Gewebe ein und verursachen ab einem bestimmten Schwellenwert oberhalb der festgelegten Grenzwerte eine Erwärmung (thermischer Effekt). In der Medizin wird dieser Effekt z. B. bei der Kurzwellenerwärmung zu Therapiezwecken genutzt.

Bei der bereits erwähnten medizinischen Diagnosemethode NMR werden hochfrequente Felder zur Anregung des Kernspin-Systems benötigt. Derzeit werden in der klinischen Praxis Hochfrequenzfelder mit 10 MHz bis 85 MHz eingesetzt. Die Abstrahlung dieser Felder erfolgt gepulst. Die vom Körper des Patienten absorbierte Energie kann nur im Mittel abgeschätzt werden, da auf Grund der komplexen Verhältnisse zwischen Körper und Gerät keine genauen Vorhersagen der Energieabsorption durch Berechnungen, Simulationen oder anhand von Phantomen möglich ist.

Parameter für Maßnahmen zum Schutz vor hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ist die Gewebeerwärmung. Erst bei einer Erhöhung der Körpertemperatur um deutlich mehr als 1 °C konnten in wissenschaftlichen Untersuchungen gesundheitlich bedeutende Beeinträchtigungen beobachtet werden.

Die Absorption von Energie im Gewebe auf Grund der Hochfrequenzstrahlung wird durch die spezifische Absorptionsrate (SAR) beschrieben. Sie gibt an, welche Leistung pro Kilogramm Körpergewebe (W/kg) aufgenommen wird und bestimmt die Temperaturerhöhung. International wird eine Begrenzung der Belastung der Bevölkerung auf max. 0,08 W/kg, gemittelt über den ganzen Körper, empfohlen. Beim Telefonieren mit Handys wird vor allem der Kopf den Hochfrequenzfeldern ausgesetzt. Da bei einer solchen Teilkörperexposition hohe lokale Werte der SAR auftreten können, während die SAR für den gesamten Körper kaum erhöht ist, wurden zusätzlich Teilkörpergrenzwerte festgelegt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass vor allem die Blutzirkulation einen raschen Temperatenausgleich bewirkt, beträgt der empfohlene Teilkörpergrenzwert für den Kopf 2 W/kg (gemittelt über 10 g Gewebe und 6 min). Damit werden nach dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand nachgewiesene gesundheitliche Gefahren ausgeschlossen.

Aus den zulässigen SAR-Werten können die maximal zugelassenen Feldstärkewerte z. B. in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen abgeleitet werden. Diese sind rechtlich in der 26. BImSchV (Abb. 3-1) für gewerblich genutzte Sendeanlagen mit einer äquivalent isotropen Sendeleistung von 10 Watt (W) und mehr im Frequenzbereich von 10 Megahertz (MHz) bis 300 Gigahertz (entspricht 300.000 MHz) verankert.



Die Einhaltung dieser Grenzwerte wird in einem Anzeigeverfahren zur Erteilung der Standortbescheinigung durch die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) nach telekommunikationsrechtlichen Vorschriften überprüft. 10% der im Rahmen des Bescheinigungsverfahrens neu erfassten Standorte werden einer stichprobenartigen Nachprüfung unterzogen. Es wird somit nicht nur vor der Inbetriebnahme, sondern auch während des Betriebes die Gewährleistung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern überprüft.

Die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post stellt auf Ihren Internetseiten seit 2003 eine Standortdatenbank zur Verfügung (<http://emf.regtp.de/GisInternet>). Der Öffentlichkeit ist damit eine Online-Recherche von Messorten der EMF-Messreihen und von in Betrieb befindlichen Standorten von Funkanlagen, für die die Reg TP eine Standortbescheinigung erteilte, möglich. Die Reg TP schreibt dazu: "Die EMF-Datenbank ist mehr als eine kartographische Darstellung von Standorten von Funkanlagen und EMF-Messreihen der Regulierungsbehörde. Sie bildet darüber hinaus eine Plattform für die Veröffentlichung von EMF-Messreihen der Landesumweltministerien. Zu diesem Zweck wurde von der Reg TP eigens eine Messvorschrift erstellt und mit den Umweltministerien der Länder abgestimmt. Mit dieser gemeinsamen Messvorschrift wurde in Deutschland erstmals ein einheitlicher Qualitätsmaßstab für EMF-Messungen eingeführt. Feldstärkemessungen, die diesem Qualitätsmaßstab entsprechen, lassen sich nun miteinander direkt vergleichen und entsprechen sowohl den europäischen als auch den nationalen Anforderungen zur Bewertung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern. Um diesen Qualitätsanspruch zu gewährleisten, werden neben den Messreihen der Reg TP nur die von Landesumweltministerien beauftragten EMF-Messreihen in die EMF-Datenbank eingeladen. Mit der EMF-Datenbank ergänzt die Regulierungsbehörde ihr bisheriges EMF-Monitoring. Dies entspricht auch einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission aus dem September 2001, wonach relevante Immissionen durch elektromagnetische Felder in regelmäßigen Zeitabständen zu prüfen seien."

Während der thermische Effekt unumstritten ist, werden die sogenannten nicht-thermischen Effekte von Hochfrequenzfeldern kontrovers diskutiert. Darunter versteht man biologische Effekte, die nicht mit einer Erwärmung erklärt werden können. Verschiedene nicht-thermische Effekte wie z. B. Veränderungen in der Ionenpermeabilität der Zellmembranen wurden an einzelnen Zellen und Zellkulturen beschrieben. Bislang kann diesen Effekten jedoch weder ein Wirkungsmechanismus noch eine gesundheitliche Relevanz zugeordnet werden. Sie machen aber deutlich, dass wissenschaftlich nicht geklärte Wirkungsmechanismen dieser Felder existieren können. Das heißt, dass es Risiken geben könnte, die bisher noch nicht nachgewiesen sind. Die Notwendigkeit zur Vorsorge ist also eine Folge des sich ständig fortentwickelnden Erkenntnisstandes. Das Bundesamt für Strahlenschutz setzt sich für die Umsetzung eines Vorsorgepaketes ein, das folgende Maßnahmen umfasst: Sicherstellung einer möglichst geringen Exposition durch den Mobilfunk, Information der Bevölkerung und Initiierung von Forschung.

4. Optische Strahlung *(Optical radiation)*

Wirkungen von solarem UV auf Mensch und Umwelt

Die Sonne ist die wichtigste UV-Strahlenquelle. Ihre UV-Intensität in Bodennähe ist ausreichend hoch, um einen großen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen, sowie auf terrestrische und aquatische Ökosysteme auszuüben. Eine erwartete Verringerung des Gesamtzongehaltes würde diesen Einfluss weiter erhöhen. Aus diesem Grund ist die bodennahe solare UV-Strahlung ein weiterer wichtiger Umweltparameter geworden, der ständig erfasst und gesundheitlich sowie ökologisch bewertet werden muss.

Auf den Menschen bezogen ist neben dem positiven Aspekt der Vitamin-D₃-Synthese allerdings die in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende Zunahme der Hautkrebserkrankungen Besorgnis erregend. Diese Zunahme steht im Zusammenhang mit einer erhöhten UV-Exposition, die vor allem auf ein verändertes Freizeit- und Sozialverhalten großer Teile der Bevölkerung zurückzuführen ist. Ein vernünftiger „Umgang“ mit der Sonne ist geboten, um besonders das nachgewiesene Risiko, an Hautkrebs zu erkranken, möglichst gering zu halten. Dazu ist es notwendig, der Bevölkerung eine Einschätzung ihrer aktuellen und zukünftigen UV-Belastung zu ermöglichen (s. UV-Index).

Darüber hinaus ist bei einer Erhöhung der erwarteten UV-Strahlung mit Schäden an terrestrischen Ökosystemen zu rechnen. Während sich im Wasser lebende Organismen durch ihre Beweglichkeit und der Mensch durch bewusst angepasstes Verhalten vor den Folgen erhöhter UV-Strahlung schützen können, ist dies für ortsfeste Landpflanzen nicht möglich. Dies erfordert auch Aufmerksamkeit für die Fragen nach den möglichen pflanzlichen Reaktionen auf UV-Strahlung, insbesondere bei Nutzpflanzen.

Sonnenbrand und Sonnenempfindlichkeit

Akute Wirkungen des kurzwelligen solaren UV-Anteils umfassen vor allem Erytheme (Sonnenbrand) der Haut und Photokeratitis (lichtinduzierte Hornhautentzündung) des Auges. Zu den chronischen Wirkungen zählen die Katarakt (Linsentrübung) des Auges, frühzeitige Hautalterung und der Hautkrebs.

Die entzündliche Hautrötung eines Sonnenbrandes wird durch fotochemische Prozesse hervorgerufen, die mit der Entstehung von Zellgiften verbunden sind. Auf Grund einer gefäßerweiternden Reaktion erhöht sich die Hautdurchblutung und die Haut schwillt an. Es kommt zu Juckreiz und zur Schmerzempfindung. Die erforderliche Bestrahlung zum Erreichen einer Hautrötung (Erythem) wird als minimale erythemtogene Dosis (MED) bezeichnet. Sie beträgt etwa 250 J/m² für den empfindlichen Hauttyp II. Nach Ausbildung des UV-Eienschutzes (Pigmentierung und Hornschichtverdickung) erhöht sich die aktuelle MED.

Der langwellige solare UV-Anteil initiiert vorwiegend fototoxische und fotoallergische Prozesse, die über körpereigene oder -fremde Stoffe die Strahlenempfindlichkeit der Haut erhöhen, wie z. B. bestimmte Medikamente und Kosmetika. Eine kleine Übersicht über gebräuchliche Substanzen gibt die Tabelle 4-1. Auch Lebensmittel und Pflanzen, wie z. B. Zitrusfrüchte, Sellerie und Gemüse können sensibilisierende Stoffe enthalten und bei Einnahme oder teilweise bei Kontakt zu sonnenbrandähnlichen (erythemähnlichen) Hautreaktionen führen.

Tabelle 4-1 Die Lichtempfindlichkeit steigernde Medikamente und chemische Stoffe
(*pharmaceuticals and chemical substances increasing sensitivity to light*)

Substanz	Anwendungsform
Antiseptika	Seifen
Blankophore	Waschmittel
Chloroquin	Antimalariamittel / Antirheumatika
Chlorothiazide	Diuretika (harntreibende Mittel)
Cyclamate	Süßstoffe
Sulfonamide	Antibiotika / Chemotherapeutika
Tetracyclin	Antibiotika
Triacetyldiphenylisatin	Abführmittel

Fototoxische Reaktionen können klinisch als erythemähnliche Reaktionen charakterisiert werden, fotoallergische Reaktionen treten auf, wenn bestimmte, durch UV-Strahlung aktivierte und umgewandelte Stoffe Allergencharakter annehmen. Unter geeigneten Bedingungen können fototoxische Reaktionen bei jedem Menschen, fotoallergische bei einigen exponierten Personen hervorgerufen werden. Letztere sind mit Schwellungen, Nässen oder Blasenbildung an den exponierten Hautpartien verbunden.

Hautkrebs und andere Erkrankungen durch UV

Bei zu häufigen UV-Expositionen verliert die Haut ihre Elastizität und wird dünner. Es kommt vornehmlich zu Pigmentverschiebungen, Austrocknung, Faltenbildung und Bindegewebschädigung. UV-A-Strahlung trägt besonders zu dieser vorzeitigen Hautalterung bei.

Die weitaus schwerwiegendste Folge übermäßiger UV-Exposition ist die Bildung von Hautkrebs, der weltweit zu den am häufigsten auftretenden Krebsarten zählt. In Deutschland liegt nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention die Neuerkrankungsrate für Hautkrebs schätzungsweise bei 120.000 pro Jahr im Vergleich zu allen anderen Krebsarten mit ca. 330.000/Jahr. Als Hauptursache für den starken Anstieg wird die UV-Belastung bei zunehmenden Aufenthalten im Freien verantwortlich gemacht. Als Risikofaktoren gelten generell familiäre Häufung und Zugehörigkeit zum Hauttyp I und II.

Über 90% der bösartigen Neubildungen der Haut sind epidermalen Ursprungs (Epidermis: äußerste Zellschicht der Haut). Bei den Basalzell- und Plattenepithelkarzinomen konnte ein direkter Zusammenhang zwischen UV-Bestrahlung und Hautkrebsinzidenz beobachtet werden. Beim Basalzellkarzinom handelt es sich um einen langsam wachsenden, lokal Gewebe zerstörenden Tumor ohne Metastasenbildung. Er tritt vorwiegend in exponierten Hautpartien wie Gesicht, Ohren und Kopfhaut auf. Obwohl die Sterblichkeit sehr niedrig ist, stellt die Therapie häufig ein großes kosmetisches Problem dar. Das Plattenepithelkarzinom ist ein invasiver, lokal zerstörend wirkender Tumor, der ab einer bestimmten Größe auch Metastasen bilden und zum Tode führen kann. Er tritt ebenfalls an exponierten Hautpartien wie Gesicht, Handrücken und Unterarmen auf. Als weitere Risikofaktoren kommen verstärkte Sonnenexpositionen und Vorhandensein von aktinischen Keratosen (durch chronische Sonnenbestrahlung hervorgerufene rötlich-braune, schuppige Hautverhornungen) hinzu.

Beim malignen Melanom (schwarzer Hautkrebs) ist die Situation nicht so eindeutig. Obwohl Melanome nicht bevorzugt in UV-exponierten Hautarealen auftreten und in der Häufigkeit nicht direkt mit der kumulativen UV-Dosis korrelieren, sprechen epidemiologische Daten für einen wesentlichen UV-Einfluss auch bei der Verursachung dieser Erkrankung. Das maligne Melanom ist ein unterschiedlich wachsender, in der Regel braungefärbter Tumor, der Metastasen bildet und an beliebigen Hautpartien auftreten kann. Bei Früherkennung ist der Tumor überwiegend heilbar, bei verzögerter Therapie oft tödlich. Die Sterberate liegt bei ca. 20%. Als weitere

Risikofaktoren kommen häufige Sonnenbrände in Kindheit und Jugend sowie eine hohe Anzahl (über 40 – 50) Pigmentmale (Muttermale) hinzu.

Solare UV-Strahlung und Ozon

Beim Durchgang durch die Erdatmosphäre verändern sich die Intensität und spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung durch Absorption, Reflexion und Streuung. Die UV-Strahlung wird im Wesentlichen durch das Ozon in der Stratosphäre und Troposphäre absorbiert. Diese Filterfunktion ist für die UV-Strahlung stark wellenlängenabhängig und setzt bei ca. 330 nm ein. Mit kleiner werdender Wellenlänge fällt die UV-Bestrahlungsstärke sehr stark ab (sogenannte UV-B-Kante). Unterhalb von ca. 290 nm ist die spektrale UV-Bestrahlungsstärke an der Erdoberfläche selbst im Sommer in unseren Breitengraden nicht mehr nachweisbar.

Durch eine Verringerung der Ozonkonzentration in der Atmosphäre erhöht sich zum einen der Betrag der spektralen Bestrahlungsstärke. Zum anderen verschiebt sich die UV-B-Kante zu kürzeren Wellenlängen hin, d. h. zusätzliche sehr energiereiche UV-Strahlung erreicht den Erdboden. Da die biologische Wirkung dieses Strahlungsanteils sehr groß ist, haben auch kleine Änderungen des Ozongehaltes in der Stratosphäre ein durchaus ernst zu nehmendes Gefährdungspotenzial.

Der Gesamt ozonegehalt in unseren Breitengraden unterliegt jahreszeitlich natürlichen Schwankungen mit einem Maximum im Frühjahr und einem Minimum im Herbst. In den letzten Jahren wurden jedoch zunehmend extrem niedrige Werte, sogenannte "Mini-Ozonlöcher", gerade im Spätwinter/Frühjahr registriert. Dies ist vornehmlich auf den Zustrom ozonarmer Luft aus subtropischen Breiten zurückzuführen. Durch die Auflösung des Polarwirbels im Frühjahr kann ebenfalls auf Grund des FCKW-bedingten Ozonabbaus polare Luft mit geringem Ozongehalt in die gemäßigten Breiten transportiert werden.

UV-Überwachung

Im Jahr 1993 haben BfS und UBA den Betrieb an den 4 Stationen des UV-Messnetzes in Zingst (Ostseeküste), Langen (Rheingraben bei Frankfurt), Schauinsland (Südschwarzwald) und Neuherberg (Stadtrand von München) aufgenommen. In den Folgejahren wurde das Messnetz zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und weiteren assoziierten Institutionen zu einem bundesweiten UV-Messnetz ausgebaut. Assoziierte Institutionen sind die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Dortmund (BAuA), die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) mit der Forschungsstation in Westerland/Sylt, der DWD mit dem Observatorium Lindenberg, das Landesamt für Umweltschutz Bayern mit der Messstation in Kulmbach (LfU Bayern) und das Niedersächsische Landesamt für Ökologie mit den Messstationen in Hannover und auf der Insel Norderney (NLOE). Bei der Auswahl der Messstationen wurden insbesondere die in Deutschland vorhandenen Unterschiede hinsichtlich der Breitengrade, der Höhenlagen, des Klimas und der Lufttrübung berücksichtigt.

In München befindet sich die Messnetzzentrale, die zusätzlich zum UV-Monitoring in einem eigenen UV-Kalibrierlabor die Qualitätssicherung durchführt und die gesundheitliche Bewertung und Speicherung der gesamten Messdaten übernimmt.

Die solare UV-Strahlung wird mit qualitativ hochwertigen Geräten im Wellenlängenbereich von 290 bis 400 nm gemessen, d. h. sowohl im UV-B- als auch im UV-A-Bereich. Auf Grund der geringen Zeitintervalle zwischen aufeinander folgenden Messungen von 6 Minuten können auch kurzzeitige Veränderungen der UV-Strahlung, z. B. an wechselhaft bewölkten Tagen ausreichend genau erfasst werden. Die Gesamtglobalstrahlung (UV-IR) wird mit einem Pyranometer zusätzlich erfasst.

Für die tägliche Berichterstattung ruft die Messzentrale jeweils um die Mittagszeit aktuelle UV-Daten von allen Stationen ab und stellt sie zusammen mit Daten des Deutschen Wetterdienstes der Öffentlichkeit zur Verfügung (www.bfs.de/uv). Von April bis September werden darüber hinaus für das nördliche, mittlere und südliche Deutschland 3-Tages-UV-Vorhersagen erstellt und öffentlich zugänglich gemacht. Komplette Datensätze werden am Ende eines jeden Tages abgerufen, auf Plausibilität geprüft, strahlenhygienisch bewertet, für die weitere Öffentlichkeitsarbeit aufbereitet und anschließend im Zentralrechner gespeichert.

Jedes Jahr werden die UV-Daten in Form von Jahresberichten im Internet veröffentlicht, aber auch aktuelle Messwerte und in den Sommerhalbjahren 3-Tagesprognosen in Form von Pressemitteilungen weitergegeben. Eine wichtige Kenngröße für die Öffentlichkeitsarbeit ist der UV-Index.

UV-Index

Um das gesundheitliche Risiko solarer UV-Strahlung zu bestimmen, sind die UV-Werte der bodennahen UV-Strahlung von hoher Bedeutung. Nur so ist ein bestmöglicher Schutz für die Bevölkerung möglich. Dazu wurde in den 90er Jahren in verschiedenen Ländern ein UV-Index (UVI) eingeführt, der zwischenzeitlich international harmonisiert worden ist.

Der globale solare UV-Index (UVI) ist ein Maß für die am Boden vorliegende sonnenbrandwirksame UV-Strahlung. An unbewölkten Tagen ist dieser Wert zur Mittagszeit am höchsten. In Deutschland ist der UVI im Winter

am kleinsten (<1) und erreicht im Sommer im süddeutschen Raum Werte von 8 bis 9. Der UVI hängt vor allem vom Sonnenstand ab. Er ändert sich daher am stärksten mit der Jahreszeit und der geografischen Breite. Weitere Einflussparameter sind das Gesamt ozon, die Bewölkung, die Aerosolbelastung, Reflexionen an Sand und Schnee und die Höhenlage eines Ortes.

Je höher der UVI ist, desto höher ist das Sonnenbrandrisiko. Die Zeit zum Erreichen eines Sonnenbrandes ist für verschiedene Hauttypen unterschiedlich. Man unterscheidet vier Hauttypen, die in Tab. 4-2 aufgeführt sind. Menschen mit empfindlichem Hauttyp I erreichen bei hohem UVI die Sonnenbrandschwelle etwa in der halben Zeit wie Personen mit Hauttyp II. Bei Hauttyp III und IV kann von rund der doppelten Zeit bis zum Erreichen der Sonnenbrandschwelle ausgegangen werden, wenn die Haut nicht vorgebräunt ist.

Tabelle 4-2 Die vier Hauttypen
(The four skin types)

Hauttyp I	hat auffallend helle Haut mit Sommersprossen, blaue Augen und rötliche Haare. Im Hochsommer bekommt er während der Mittagszeit bereits nach 5 bis 10 Minuten einen Sonnenbrand; braun wird er niemals.
Hauttyp II	hat blonde Haare, graue, blaue oder grüne Augen. Zwar rötet sich seine Haut nach 10 bis 20 Minuten, wenn sie Sonne nicht gewöhnt ist, mit der Zeit wird er aber mäßig braun.
Hauttyp III	hat dunkelblonde Haare, graue oder braune Augen. Er kann sich ungebräunt 20 bis 30 Minuten in der Sonne aufhalten, bevor ein Sonnenbrand einsetzt. Nach wiederholten Bestrahlungen wird er fortschreitend braun.
Hauttyp IV	bleibt mit seiner hellbraunen Haut weitgehend vom Sonnenbrand verschont. Er hat meist dunkle Haare und braune Augen. Wenn seine Haut nicht sonnengewöhnt ist, rötet sie sich frühestens nach 40 Minuten. Wiederholte Bestrahlungen lassen die Haut schnell und deutlich braun werden; sie führen auch zu Hautverdickungen, sogenannte Lichtschwielen.

Die Ermittlung des UVI kann durch Modellberechnungen oder Messungen erfolgen. In Tabelle 4-3 sind die UVI-Schutzschemata aufgeführt, die von der WHO, der WMO und der ICNIRP veröffentlicht worden sind. Die Schutzhinweise gelten für den empfindlichen Hauttyp II bei ungebräunter Haut.

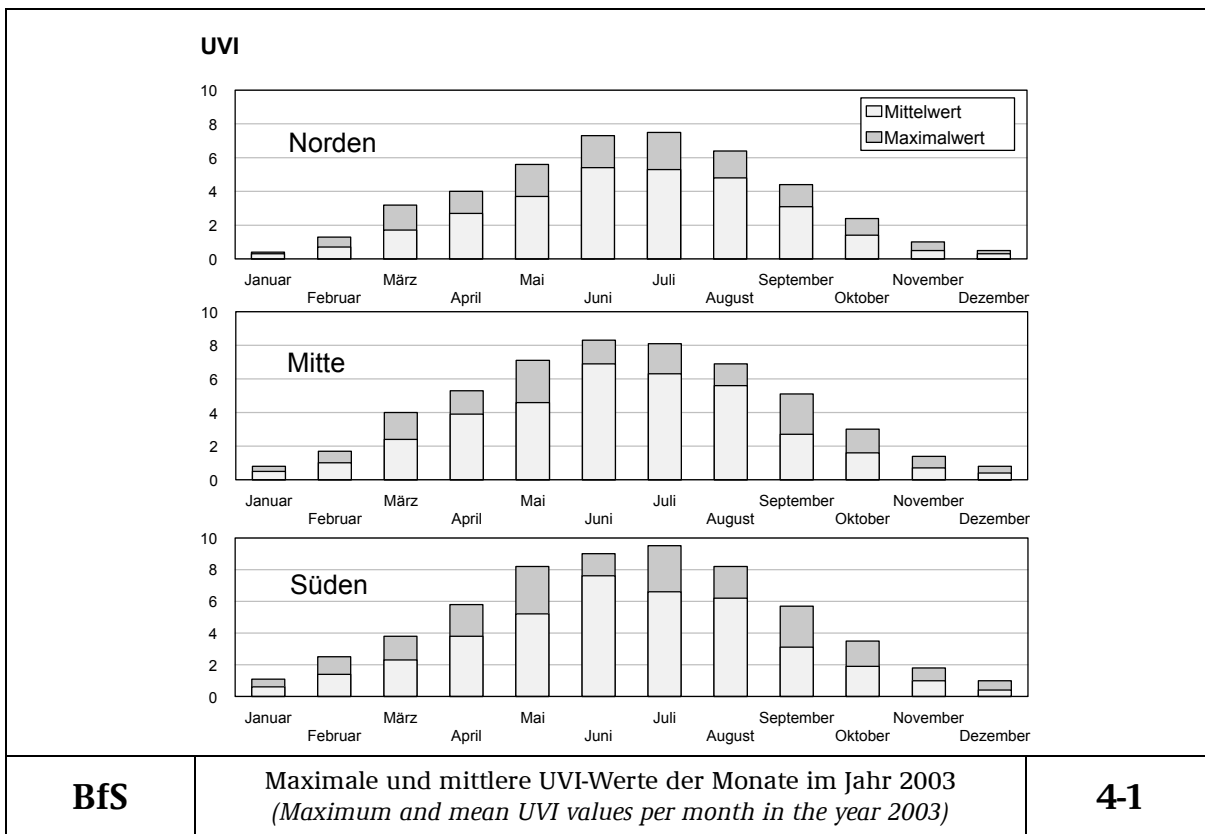
Tabelle 4-3 Empfohlenes UVI-Schutzschema der WHO/WMO/ICNIRP mit Zeiten zum Erreichen eines Erythems (Hauttyp II)
(Recommended UVI protection concept of WHO, WMO, ICNIRP with time periods of erythema induction - skin type II)

UVI	Klassifikation	Zeit zum Erreichen eines Erythems	Schutz	Schutzmaßnahmen
>10	extrem		extra Schutz	mittags im Innenraum, unbedingt Hemd, Sonnenlotion und Hut
10	sehr hoch		extra Schutz	mittags im Innenraum, unbedingt Hemd, Sonnenlotion und Hut
9	sehr hoch	< 20 min	extra Schutz	mittags im Innenraum, unbedingt Hemd, Sonnenlotion und Hut
8	sehr hoch	< 20 min	extra Schutz	mittags im Innenraum, unbedingt Hemd, Sonnenlotion und Hut
7	hoch	ab 20 min	erforderlich	mittags Schatten, Hemd, Sonnenlotion, Hut
6	hoch	ab 20 min	erforderlich	mittags Schatten, Hemd, Sonnenlotion, Hut
5	moderat	ab 20 min	erforderlich	mittags Schatten, Hemd, Sonnenlotion, Hut
4	moderat	ab 30 min	erforderlich	mittags Schatten, Hemd, Sonnenlotion, Hut
3	moderat	ab 30 min	erforderlich	mittags Schatten, Hemd, Sonnenlotion, Hut
0 - 2	niedrig	ab 30 min	nicht erforderlich	

Sowohl die täglichen Messwerte aller Stationen als auch die 3-Tages-Prognose in den Sommermonaten werden als UVI-Werte veröffentlicht. In Abbildung 4.1 wurden für das Jahr 2003 die maximalen und mittleren UVI-Werte eines jeweiligen Monats für den Norden (Messstation Zingst), die Mitte (Messstation Langen) und den Süden (Messstation München) der Bundesrepublik dargestellt.

Man erkennt zum einen die große Schwankungsbreite der UV-Werte, die vor allem wetterbedingt sind. Andererseits ist zu beobachten, dass zumindest schon im April in der Mitte Deutschlands UVI-Werte von 5 auftraten, d. h., dass Schutzmaßnahmen ab dieser Zeit empfehlenswert waren.

Eine statistische Auswertung der bisherigen Messdaten lässt einen leichten Anstieg der UV-Strahlung erkennen. Ein durch Ozon bedingter Effekt kann jedoch auf Grund der vielfältigen Einflussgrößen derzeit nicht nachgewiesen werden.



5. **Forschung** *(Research)*

Statische Magnetfelder werden in der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) mit einer relativ hohen Feldstärke verwendet. Nach der aktuellen Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) können für Patientenuntersuchungen MR-Tomographen mit einer magnetischen Feldstärke von bis zu 4 Tesla eingesetzt werden. Hierbei stellt die Ausrichtung normaler menschlicher Erythrozyten (rote Blutkörperchen) einen potenziell sicherheitsrelevanten Effekt dar. Es wurde mit Hilfe intravitalmikroskopischer Untersuchungen an der Froschhaut gezeigt, dass es bereits bei Feldstärken unter 0,4 T zu einer Ausrichtung von Erythrozyten und einer Veränderung des Blutflusses in kleinen pulsierenden Blutgefäßen (Arteriolen) kommen kann. Diese bislang nicht reproduzierten Ergebnisse werden durch zwei neuere Forschungsergebnisse gestützt, in denen die Ausrichtung normaler menschlicher Erythrozyten bei höheren Feldstärken in vitro nachgewiesen wurde. Bei der Bewertung der intravitalmikroskopischen Untersuchungen sind jedoch die erheblichen morphologischen und funktionellen Speziesunterschiede zwischen Amphibien und Säugetieren zu beachten. So passen sich die kleinen, kernlosen und sehr flexiblen Säugetiererythrozyten bei hohen Scherkräften weitgehend der Plasmaströmung an, während die großen kernhaltigen Froscherythrozyten gerade in sehr kleinen Gefäßen (sogenannten Mikrogefäßen) erheblich zum Strömungswiderstand beitragen. Allerdings gibt es bislang noch keine intravitalmikroskopischen Untersuchungen an Säugetieren, die diese auf Modellrechnungen beruhenden Überlegungen experimentell bestätigen.

Gemeinsam mit der Fachhochschule Jena und dem Institut für Experimentelle Chirurgie der Universität München wird vom BfS ein Forschungsprojekt zu diesem Thema durchgeführt. Ziel ist es, die durch ein statisches Magnetfeld möglicherweise induzierte Ausrichtung von Erythrozyten und die daraus resultierende Veränderung der Gewebedurchblutung in der Rückenhaut von Hamstern intravitalmikroskopisch zu untersuchen. Hierzu wurde an der FH Jena ein geeigneter Magnet entwickelt und mittels einer Hall-Sonde die Feldverteilung charakterisiert. Derzeit werden am Institut für Experimentelle Chirurgie in vivo-Untersuchungen am Kammermodell des Hamsters durchgeführt.

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder

Im Jahr 2001 wurde eine im Auftrag des BMU vergebene epidemiologische Studie vorgestellt, die einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen einer erhöhten nächtlichen Magnetfeldexposition von $> 0,4 \mu\text{T}$ bei 50 Hz und dem Auftreten von kindlicher Leukämie zeigte. Um einen Nachweis für ein mögliches Ursachen-Wirkungsprinzip zu führen, wurde 2002 durch das BfS im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFO-Plan) ein Forschungsprojekt mit dem Thema "Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR-Mäusen durch niederfrequente Magnetfelder" vergeben. Mäuse des AKR/J-Stamms, die spontan lymphatische Leukämie (T-Typ) ent-

wickeln, werden lebenslang mit sinusförmigen Magnetfeldern unterschiedlicher Flussdichte (1, 100, 1000 μT) bzw. GSM-modulierten 900 MHz elektromagnetischen Feldern mit einem SAR-Wert von durchschnittlich 0,4 W/kg exponiert. Anhand einer zusätzlichen Gruppe bei 1000 μT (1 mT) wird untersucht, ob die ausschließliche Exposition während der Nacht andere Effekte zeigt als eine 24-stündige Exposition. Entsprechende Kontrollgruppen (schein-exponiert, verblindetes Design) werden mitgeführt. Eine Kontrolle der Exposition, der Temperatur und des Schalls wird vorgenommen. Die Anzahl der Tiere pro Gruppe (n=160) stellt eine statistisch gesicherte Aussage am Ende des Experiments sicher. Als Endpunkte sind die Überlebensrate, das Körpergewicht, Blutproben (Hämatologie) und histologische Auswertungen gewählt worden. Bislang zeigen sich für die beendeten Versuche (1, 100 μT Magnetfeld und 900 MHz EMF) keine Unterschiede im Hinblick auf die Körpergewichtsentwicklung, den Überlebensverlauf, sowie die hämatologischen und histologischen Parameter, soweit bereits ausgewertet. Abschließende Ergebnisse werden für 2005 erwartet.

Ein weiteres Forschungsprojekt mit dem Titel "Verifizierung des veränderten Wachstumsverhaltens von verschiedenen Brustkrebszelltypen in vitro unter Magnetfeldeinfluss mit verschiedenen Onkostatika", beschäftigt sich mit der Hypothese, dass niederfrequente Magnetfelder mit Intensitäten, die weit unter den gesetzlichen Grenzwerten liegen, den Verlauf einer Brustkrebserkrankung negativ beeinflussen könnten. Als Wirkungsmechanismus wird die Hemmung der onkostatischen Wirkung von Melatonin (einem Hormon, das vom Tagesrhythmus abhängig produziert wird) durch diese Magnetfelder diskutiert. Die Untersuchung wird an menschlichen Brustkrebszellen durchgeführt. Abschließende Ergebnisse werden für 2004 erwartet.

Das Phänomen der Elektrosensibilität im Bereich der niederfrequenten Felder soll in einem weiteren Forschungsvorhaben bearbeitet werden. In einer Machbarkeitsstudie mit dem Titel "Machbarkeitsstudie - Verifizierung der Beschwerden „Elektrosensibler“ vor und nach einer Sanierung" soll zunächst geklärt werden, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Studie durchgeführt werden kann, bei der die Beschwerden Elektrosensibler quantifiziert und objektiviert werden können. Das Erscheinen des Abschlussberichtes ist für 2004 angekündigt.

Optische Strahlung

Die Einwirkung von künstlicher oder im Sonnenlicht enthaltener UV-Strahlung führt zu dauerhaften und irreversiblen Veränderungen der Haut. Im Jahr 2003 wurden deshalb Forschungsvorhaben im Bereich UV durch das BfS betreut, die die unterschiedlichen Entstehungsmechanismen von Hautkrebs auf Grund erhöhter UV-Be-strahlung näher beleuchten (Tab. 5-1).

Tabelle 5-1 **Forschungsvorhaben zum Thema UV**
Research projects dealing with the topic UV

Thema
Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkrebs
Untersuchung der Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses - Entwicklung von biologischen Indikatoren für die bereits erfolgte Schädigung der Haut durch UV-Strahlung und für das individuelle Hautkrebsrisiko
Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkrebs - Teilprojekt 1: "Körperflächenbezogene UV-Dosimetrie"

Im Rahmen des Projektes „Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkrebs“ werden Erkenntnisse über die Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses erweitert. Unter anderem wird versucht, Faktoren für die unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Personen gegenüber UV-induziertem Hautkrebs wie z. B. die Pigmentierung der Haut, unterschiedliche Reparaturkapazitäten der Zellen und immunologische Parameter näher zu charakterisieren. Abschließende Ergebnisse werden für 2004 erwartet.

Das Projekt "Untersuchung der Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses - Entwicklung von biologischen Indikatoren für die bereits erfolgte Schädigung der Haut durch UV-Strahlung und für das individuelle Hautkrebsrisiko" hat zum Ziel, weitere Einsichten in die Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses zu erlangen. Es soll untersucht werden, welchem Zelltyp die sogenannten schwer geschädigten Zellen (SGZ), die sowohl nach akuter Bestrahlung mit höheren Dosen als auch nach chronischer Bestrahlung mit suberythematischen Dosen in der Haut auftreten, zuzuordnen sind. Außerdem sollen die Reparaturkapazität der Zellen und das individuelle Hautkrebsrisiko zu verschiedenen Rahmenbedingungen (vorausgehende Sonnenbrände, Freizeitverhalten, Hauttyp, Immunsystem etc.) in Beziehung gesetzt werden. Ein Marker für die vorliegende UV-Schädigung der Haut und für das individuelle Hautkrebsrisiko soll charakterisiert werden. Abschließende Ergebnisse werden für 2005 erwartet.

Das Forschungsvorhaben „Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkreise – Teilprojekt 1: Körperflächenbezogene UV-Dosimetrie“ dient dazu, Daten zu erheben und Erkenntnisse zu gewinnen, die es ermöglichen, aus den Messergebnissen des solaren UV-Messnetzes die tatsächlich auf den Menschen auftreffende UV-Belastung abzuschätzen und Korrelationen zwischen der gemessenen bodennahen UV-Strahlung und den personenbezogenen Bestrahlungsdosen herzustellen.

6. Aktuelle Themen (Actual topics)

Die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der hochfrequenten elektromagnetischen Felder vor allem des Mobilfunks waren auch im Jahr 2003 Gegenstand heftiger öffentlicher und wissenschaftlicher Diskussionen. Grundlage der wissenschaftlichen Diskussion sind Hinweise auf mögliche biologische Wirkungen bei Intensitäten unterhalb der in Deutschland geltenden Grenzwerte (<http://www.bfs.de/elektro/hff/grenzwerte.html>). Aus diesen Hinweisen lässt sich kein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung ableiten. Sie sind jedoch Grund genug, entsprechende Vorsorge walten zu lassen. Zu diesen Vorsorgemaßnahmen gehört neben der Sicherstellung einer möglichst geringen Exposition u. a. auch die Intensivierung und Koordinierung der Forschung.

Um die wichtigsten Forschungsschwerpunkte zur Thematik "Wirkung der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks" zu identifizieren und zu diskutieren, fand im Juni 2001 im Bundesamt für Strahlenschutz ein Fachgespräch unter breiter Beteiligung von Wissenschaftler/innen, Behördenvertreter/innen und Vertreter/innen verschiedener Organisationen statt¹.

Auf der Basis der Ergebnisse dieses Fachgesprächs wurde das „Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm“ ausgearbeitet, das im Rahmen des Umwelt-Forschungsplans des Bundesumweltministeriums durch das BfS umgesetzt und koordiniert wird. Seit 2002 bis voraussichtlich 2006 werden zum Thema "Mobilfunk" Forschungsvorhaben aus den Bereichen "Biologie", "Dosimetrie", "Epidemiologie" und "Risikokommunikation" durchgeführt. Dabei sind die Themen bewusst breit gefasst und gehen z. T. über die derzeit genutzten Mobilfunkfrequenzen hinaus. Ziel ist es, grundsätzliche biologische Wirkungen und Mechanismen von schwachen hochfrequenten elektromagnetischen Feldern wissenschaftlich belastbar nachzuweisen und deren gesundheitliche Relevanz unter Einbeziehung internationaler Forschungsergebnisse abzuschätzen. Es wird angestrebt, dass die Ergebnisse Relevanz für den gesamten Bereich der Telekommunikation haben und möglichst auch für zukünftige Entwicklungen Aussagen zulassen.

Um das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm transparent für die Öffentlichkeit darzustellen, richtete das BfS ein Internet-Portal mit der Adresse <http://www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de> ein. Hier wird das Gesamtprogramm beschrieben, eine Übersicht über vergebene, in Vorbereitung befindliche bzw. geplante Forschungsvorhaben im Rahmen dieses Programms unter Angabe des Themas, der Laufzeit und einer Kurzbeschreibung gegeben sowie die jeweiligen Zwischen- und Abschlussberichte der einzelnen Forschungsprojekte zeitnah eingestellt. Neben aktuellen Infos für potenzielle Forschungsnehmer werden hier auch bevorstehende Fachgespräche angekündigt. Zum besseren Verständnis werden Fachbegriffe in einem Glossar erklärt. Um sich grundlegend über das Thema Mobilfunk informieren zu können, sind Web-Adressen weiterer mit dieser Thematik beschäftigter Institutionen aufgelistet.

In der Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber von 2001 "*Maßnahmen zur Verbesserung von Sicherheit und Verbraucher-, Umwelt-, und Gesundheitsschutz, Information und vertrauensbildende Maßnahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze*" wird unter Punkt III. „Maßnahmen der Mobilfunkbetreiber – 3. Forschungsförderung“ erwähnt, dass die Mobilfunknetzbetreiber sich verpflichten, die Forschungsförderung auf dem Gebiet elektromagnetischer Felder zu intensivieren. Sie werden jeweils anteilig für den Zeitraum 2002 bis 2005 insgesamt 8,5 Mio. Euro zur Verfügung stellen. Sie sind bereit, mit diesen Mitteln das Forschungsprogramm des Bundesumweltministeriums zu unterstützen, das im betreffenden Zeitraum mit den gleichen Mittelvolumen ausgestattet ist. Nachdem diese zugesagte finanzielle Unterstützung der Forschung verbindlich dem Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm zugeschrieben wurde, und somit das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm mit insgesamt 17 Mio. Euro gefördert wird, konnte das Programm fachlich erweitert werden. Hierzu wurden im April 2003 vom BfS Vorschläge für weitere Forschungsvorhaben ausgearbeitet und der SSK zur Stellungnahme vorgelegt.

Erstmalig wurde in diesem Zusammenhang eine Konsultation der Öffentlichkeit über das Internet durchgeführt. Hierzu wurden der Vorschlag des BfS bezüglich neuer Forschungsprojekte zusammen mit der dazu erfolgten Stellungnahme der SSK im Internet veröffentlicht und die Öffentlichkeit zur Kommentierung dieser Vorschläge aufgerufen. Ziel war es, eine möglichst breite fachliche Meinung in die weitere Gestaltung des Mobilfunk Forschungsprogramms einfließen zu lassen. Alle substanziellen Kommentare, die zum Gesamtprogramm, seinen

1. Das Ergebnis dieses Fachgesprächs (BfS-Schrift 25/2002) kann gegen Kostenerstattung beim Wirtschaftsverlag NW/Verlag für neue Wissenschaft GmbH (Bürgermeister-Smidt-Straße 74-76, 27568 Bremerhaven; <http://www.nw-verlag.de/ns/index.htm>) bestellt werden

Inhalten, Prioritäten und evtl. erforderlichen Modifikationen und Ergänzungen abgegeben wurden, sind auf den Web-Seiten des Mobilfunk Forschungsprogramms publiziert.

Am 25. September 2003 fand das 2. Fachgespräch mit dem Thema "Forschungsprojekte zur Wirkung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks" im Rathaus Berlin Schöneberg statt. Das Fachgespräch diente der Vorstellung der neu formulierten Projektvorschläge, sowie der abschließenden fachlichen Diskussion des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms und seiner Inhalte. An dem Fachgespräch nahmen Vertreter aus Staat, Wissenschaft, Wirtschaft, Umwelt- und Verbraucherverbänden teil. Die Projekte in den einzelnen Teilbereichen wurden kurz umrissen und das Spektrum der eingegangenen Kommentare aus der Öffentlichkeitsbeteiligung dargestellt. Die Themenkomplexe, bei denen ein Konsens aus BfS-Vorschlag, SSK-Stellungnahme und öffentlichen Kommentaren fehlte, wurden zur Diskussion gestellt. Zusätzlich wurden die Teilnehmer gebeten, eine begründete Prioritätensetzung zu den vorgeschlagenen Projekten abzugeben. Die Auswertungen aller Komponenten der Entscheidungsfindung wurden in einem internen Fachgespräch am 23. Oktober 2003 in Neuherberg zusammengefasst und führten zur Festlegung des Gesamtprogramms, das auf den Internetseiten des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (<http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung>) einzusehen ist. Tab. 6-1 gibt einen Überblick über die im Jahr 2003 vergebenen bzw. geplanten Forschungsprojekte des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms.

Tabelle 6-1 **Liste der Forschungsprojekte des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (Stand Dezember 2003)**
List of the research projects of the German Mobile Telecommunication Research Project (as in December 2003)

Bereich	Thema
Biologie	Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie A. Demodulation / Kommunikation
	Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie B. Pinealdrüse
	Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie C. Funktionen
	Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder
	<i>in vivo</i> -Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation A. Langzeituntersuchungen
	<i>in vivo</i> -Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation B. Kanzerogenese
	<i>in vitro</i> -Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation C. Blut-Hirn-Schranke
	Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen
Machbarkeitsstudie zur Untersuchung altersabhängiger Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter	

(Fortsetzung Tabelle)

Bereich	Thema
	<p>Untersuchung des Phänomens "Elektrosensibilität" mittels einer epidemiologischen Studie an "elektrosensiblen" Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter</p> <p>Kurz- und mittelfristige Effekte durch GSM- und UMTS- Signale auf Gehirnfunktion und kognitive Leistungsfähigkeit</p> <p>Einfluss der Mobilfunkfelder auf die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke von Labornagern (<i>in vivo</i>)</p> <p>Einfluss von GSM und UMTS-Signalen auf isoliertes menschliches Blut A. Genotoxizität (Beteiligung an internationalen Ringversuchen)</p> <p>Untersuchung der altersabhängigen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter</p> <p>Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane A. Das Hörsystem</p> <p>Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane B. Das visuelle System</p> <p>Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation - Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen</p> <p>Einfluss von GSM und UMTS-Signalen auf isoliertes menschliches Blut B. Differenzielle Genexpression</p> <p>Untersuchung elektrosensibler Personen im Hinblick auf Begleitfaktoren bzw. -erkrankungen, wie z. B. Allergien und erhöhte Belastung mit bzw. Empfindlichkeit gegenüber Schwermetallen und Chemikalien</p> <p>Langzeitstudie an Labornagern mit UMTS-Signalen</p> <p>Wirkungsmechanismen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf molekularer, subzellulärer und zellulärer Ebene</p> <p>Brustkrebs und HF-EMF</p>
Dosimetrie	<p>Untersuchung der SAR-Verteilung in elektromagnetisch exponierten Versuchstieren</p> <p>Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen</p> <p>Bestimmung der Exposition der Personengruppen, die im Rahmen des Projektes "Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen" untersucht werden</p> <p>Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren im Haushalt und Büro</p>

(Fortsetzung Tabelle)

Bereich	Thema
	<p>Bestimmung der Expositionsverteilung von HF-Feldern im menschlichen Körper, unter Berücksichtigung kleiner Strukturen und thermophysiologisch relevanter Parameter</p> <p>Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR-Werte), die während der alltäglichen Nutzung von Handys auftritt</p> <p>Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN - Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten</p> <p>Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von UMTS-Sendeanlagen</p> <p>Bestimmung der realen Exposition bei Handynutzung in teilgeschirmten Räumen im Vergleich zur Exposition unter günstigen Bedingungen im Freien</p> <p>Erhebung und Auswertung von tatsächlichen, personenbezogenen HF-Expositionsdaten in einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe</p> <p>Exposition durch körpernahe Sender im Rumpfbereich</p> <p>Untersuchung der Möglichkeiten zur Minimierung der HF-Exposition der Bevölkerung durch regionale integrierte Netzplanung</p> <p>Untersuchungen zu der Fragestellung, ob makroskopische dielektrische Gewebeeigenschaften auch auf Zellebene bzw. im subzellulären Bereich uneingeschränkte Gültigkeit besitzen</p> <p>Bestimmung der Exposition der Bevölkerung in der Umgebung von digitalen Rundfunk und Fernsehsendern</p>
Epidemiologie	<p>Machbarkeitsstudie für eine Kohortenstudie, die dazu dienen soll, anhand hochexponierter (Berufs)gruppen ein möglicherweise erhöhtes Krankheitsrisikos durch die Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zu erfassen</p> <p>Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen</p> <p>Erweiterungsstudie einer multinationalen epidemiologischen Studie des möglichen Zusammenhangs zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Auftreten von Tumoren des Kopf- und Halsbereiches (INTERPHONE-Studie)</p> <p>Beteiligung an einer Fall-Kontroll-Studie zu Aderhautmelanomen und Radiofrequenzstrahlung (RIFA-Studie)</p> <p>Epidemiologischen Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen</p> <p>Prospektive Kohortenstudie unter Handynutzern</p> <p>Ergänzungsstudie zu Probanden der Querschnittsstudie</p> <p>Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern</p> <p>Handynutzung und funktionelle Störungen</p>

(Fortsetzung Tabelle)

Bereich	Thema
Risiko-kommunikation	<p>Wissensbasierte Literaturdatenbank über die Einwirkungen elektromagnetischer Felder auf den Organismus und auf Implantate</p> <p>Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks - jährliche Umfragen</p> <p>Zielgruppenanalyse zur differenzierten Information</p> <p>Innovative Verfahren zur Konfliktschlichtung bei der Standortbestimmung von Mobilfunk-sende-anlagen</p> <p>Ergänzende Informationen über Elektrosensible</p> <p>Untersuchung der Kenntnis und Wirkung von Informationsmaßnahmen im Bereich Mobilfunk und Ermittlung weiterer Ansatzpunkte zur Verbesserung der Information verschiedener Bevölkerungsgruppen</p> <p>Unterstützung der Kooperation der Mobilfunkakteure durch die lokale Agenda 21</p>

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat bis März 2003 unter dem Akronym *miniWatt* das Vorhaben "Alternative Funkssysteme mit minimaler Strahlungsleistungsdichte im digitalen Rundfunk, Mobilfunk und drahtlosen LANs" durchgeführt. Dieses Projekt hatte zum Ziel, umfassende Untersuchungen bezüglich des Potenzials zur Senkung der Exposition durch neue Technologien beim Mobilfunk, in der Bürokommunikation und beim digitalen Rundfunk durchzuführen. Eine Hauptaussage, die aus den Ergebnissen gezogen werden konnte, ist, dass in Zukunft auch bei wachsender mobiler Kommunikation die elektromagnetische Exposition der Bevölkerung im Mittel auf dem heutigen Niveau gehalten werden kann. Die im Abschlussbericht aufgeführten Emissionsdaten stellen eine grobe Abschätzung der realen Werte dar. Es fehlen eine Berechnung der Summen-Sendeleistungsdichten und der Nahfeld-Spitzenfeldstärken im Bereich des Kopfes beim Handytelefonat und Konzepte zur Aussparung von Mobilfunk- und ggf. Rundfunkversorgung in bestimmten Bereichen. Deshalb ist zur Erweiterung und Absicherung der bisherigen Ergebnisse für das Jahr 2005 ein Vorhaben *miniWatt II* geplant.

Die Forschungsempfehlungen von *miniWatt* werden bei den Fördervorhaben "Systemkonzept 3GET" und "Systemkonzept WIGWAM" umgesetzt. Bei einer Gesamtfördersumme für 3GET und WIGWAM von rund 20 Mio. € beziffert sich der finanzielle Beitrag des BMBF zur Erforschung expositions-mindernder Funktechniken in den Jahren 2002 bis 2005 auf ca. 7 Mio. €. Die Förderungen in Bezug auf immissionsmindernde Technologien sind in Tab. 6-2 aufgeführt. Weitere Informationen sind auf der Internetseite <http://www.forschung.bmbf.de/de/225.php> zu finden.

Tabelle 6-2 Förderung immissionsmindernder Technologien
Support of immission reducing technologies

Thema
Leitinnovation Mobile Internet - 3GET (3. Generation Evolving Technologies) – Teilvorhaben: Entwurf von Mehrträger-Mobilfunksystemen mit kooperativen, verteilten Antennen
Leitinnovation Mobile Internet - 3GET (3. Generation Evolving Technologies) – Teilvorhaben: Multistandard-Architekturen für blockbasierte Kodierungsverfahren – MARCOV I
Leitinnovation Mobile Internet - 3GET (3. Generation Evolving Technologies) – Teilvorhaben: Multistandard-Architekturen für blockbasierte Kodierungsverfahren – MARCOV II
Leitinnovation Mobile Internet - 3GET (3. Generation Evolving Technologies) – Teilvorhaben: Konzeption, Entwicklung und Analyse neuartiger Funkzugangstechniken für die Evolution der Mobilfunksysteme der dritten generation
Leitinnovation Mobile Internet – WIGWAM (Wireless Gigabit with Advanced Multimedia Support) – Teilvorhaben: Breitbandige HF-Funkübertragung mit Hilfe von Kompensations- und Adaptionstechniken im Basisband

In der Zuständigkeit des Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) werden im Bereich "Mobilfunk" Anwendungsprojekte basierend auf den verfügbaren Technologien durchgeführt. Um für die Öffentlichkeit ein

verständliches Informations-Tool zu schaffen, eröffnete das BMWA im November 2003 ein Internetportal zu elektromagnetischer Verträglichkeit in Mobilfunkfeldern. Unter <http://www.mobilfunk-information.de> kann die Öffentlichkeit sich über Effekte der elektromagnetischen Verträglichkeit in Mobilfunkfeldern informieren.

Repräsentative Umfrage zum Thema "Mobilfunk"

Das in der Tabelle 6-1 aufgeführte Projekt "Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks" wurde vom BfS erstmalig in den Jahren 2001/2002 durchgeführt. Das Bundesamt für Strahlenschutz beauftragte im Herbst 2003 das Institut für angewandte Sozialwissenschaften (infas) mit der Durchführung der zweiten Umfrage. Die Erhebung baut auf der ersten Umfrage von 2001 auf. Der im Jahr 2001 eingesetzte Fragebogen wurde für die neue Befragungsreihe überarbeitet. Zusätzlich zu der repräsentativen Stichprobe wurde eine Gruppe von Nur-Mobilfunk-Nutzern befragt. Diese zweite Umfrage ergab, dass sich die Stimmungslage in der Bevölkerung hinsichtlich Besorgnis und Beeinträchtigung durch elektromagnetische Felder, die von Mobilfunksendeanlagen, Handys oder schnurlosen Festnetztelefonen ausgehen, in den letzten zwei Jahren nicht wesentlich verändert hat: Die Besorgnis verringerte sich gegenüber dem Jahr 2001 von 35% auf 31%, als beeinträchtigt bezeichnen sich 8% der Befragten gegenüber 6% in 2001. Beide Veränderungen liegen noch im Bereich der statistischen Schwankungen – ein Trend wird ggf. frühestens nach der Befragung im Herbst 2004 erkennbar sein. Weitere Ergebnisse und Zusammenhänge zwischen soziodemografischen Merkmalen sowie Merkmalen der Handynutzung und der Wahrscheinlichkeit, der Gruppe der Besorgten anzugehören, können in dem Ergebnisbericht der Umfrage 2003 nachgelesen werden, der im Internet unter http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/risikokommunikation/risikokommunikation_verg/risiko_verg_021.html veröffentlicht ist.

Diese Umfrage wird im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms jährlich wiederholt. Aus dem Vergleich der Umfrageergebnisse sollen Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob Maßnahmen zur Verbesserung des Informationsflusses und zur Vermittlung des aktuellen Wissensstandes die Bevölkerung erreichen und auf welche Weise diese Maßnahmen die Diskussion zum Thema "Mobilfunk" beeinflussen.

Umweltzeichen "Blauer Engel"

Um besonders strahlungsarme Handys, die nach dem GSM-, GPRS- oder UMTS-Standard arbeiten, für den Verbraucher sichtbar zu kennzeichnen, wurden die Vergabekriterien für das Umweltzeichen "Blauer Engel" durch die Jury "Umweltzeichen" im Juni 2002 festgelegt. Demnach kann der "Blaue Engel" an Handys vergeben werden, deren nach normierten Methoden ermittelter SAR-Wert bei höchstens 0,6 Watt pro Kilogramm liegt und die umwelt- und recyclingfreundlich produziert wurden.

Mit der Vergabe des Umweltzeichens ist der RAL e.V. (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., gegründet 1925) beauftragt.

Auch im Jahr 2003 weigerten sich die Hersteller, das Umweltzeichen anzunehmen, so dass kein "Blauer Engel" vergeben wurde.

Vom BfS gemessene SAR-Werte für zahlreiche handelsübliche Handys finden sich unter <http://www.bfs.de/elektro/hff/oekolabel.htm>.

Zertifizierung von Solarienbetrieben

In den letzten Jahren ist eine zunehmende Nutzung künstlicher Strahlung zu kosmetischen Zwecken (z. B. Bräunung) zu beobachten. In Deutschland gibt es ca. 7500 Solarienbetriebe. Infolge der damit verbundenen Zunahme der UV-Exposition der Bevölkerung wird eine Zunahme der UV-bedingten Gesundheitsschäden erwartet.

Im Januar 2002 wurde daher vom BfS ein "Runder Tisch Solarien" (RTS) gegründet mit Teilnehmern wissenschaftlicher und staatlicher Institutionen sowie Vertretern von Solarienbetrieben und Solarienherstellern. Der RTS hatte das Ziel, auf Basis der SSK-Empfehlung vom 8.6.2001 einheitliche Kriterien für einen Mindeststandard zum Schutz der Kunden von Solarienbetrieben festzulegen und eine freiwillige Zertifizierung für die Betriebe anzubieten, die diesen Mindeststandard erfüllen.

Im Mai 2003 konnte Einigkeit über einen Kriterienkatalog und das Verfahren für die Zertifizierung der Solarien erzielt werden. Das BfS ist Akkreditierungsstelle für die Institutionen, die Solarienbetriebe nach den Kriterien des RTS zertifizieren wollen. Die Zertifizierung gilt für 3 Jahre. Als Qualitätssicherungsmaßnahme kann das BfS während der Zeitdauer der Zertifizierung durch stichprobenartige Prüfungen die Einhaltung der Kriterien überwachen.

Die wesentlichen Kriterien für eine Zertifizierung von Sonnenstudios sind:

- definierte Gerätestandards mit limitierter UV-Bestrahlung,
- Prüfungsvorschriften,

- einheitliche Betriebsabläufe bzgl. der Hygiene und
- fachliche Qualifikation der im Kundenkontakt stehenden Mitarbeiter.

Zur Akkreditierung hatten sich im Jahr 2003 sieben Betriebe angemeldet. Als eine der ersten Firmen wurde in 2003 die Heraeus Noblelight GmbH (Hanau) als Zertifizierungsstelle für Solarien durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) akkreditiert.