

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Dritter Bericht der Bundesregierung über die Forschungsergebnisse in Bezug auf die Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	3
II. Vorhaben des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	3
II.1 Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm	3
II.1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Programms	3
II.1.2 Durchführung des Programms	3
II.1.3 Begleitende Maßnahmen im Berichtszeitraum	4
II.1.3.1 Fachgespräche	4
II.1.3.2 Runder Tisch zum Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm ..	4
II.1.4 Abschluss des Programms	5
II.1.5 Ergebnisse	5
II.1.5.1 Dosimetrie	5
II.1.5.2 Biologie und Epidemiologie	6
II.1.5.2.1 Wirkmechanismen	6
II.1.5.2.2 Akute Wirkungen	7
II.1.5.2.3 Chronische Wirkungen	9
II.1.5.3 Risikokommunikation	10
II.1.6 Bewertung des Bundesamts für Strahlenschutz	10
II.1.7 Bewertung der Strahlenschutzkommission	11
II.1.8 Erklärung der Bundesregierung zum Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms	11
II.2 Blauer Engel	12

	Seite	
II.3	Freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber vom Dezember 2001	12
III.	Vorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie	13
IV.	Vorhaben des Bundesministeriums für Forschung und Technologie	13
IV.1	Das Potenzial neuer Technologien	13
IV.2	Förderung emissionsmindernder Technologien	14
V.	Maßnahmen der Bundesregierung zur Aufklärung und Information der Bevölkerung	14
VI.	Fazit und Ausblick	15
VII.	Anhang: Forschungsvorhaben der Bundesregierung zum Mobilfunk	15
VII.1	Vorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	15
VII.2	Vorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie	23
VII.3	Vorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung	24

I. Einleitung

Mit dem vorliegenden Bericht stellt die Bundesregierung zum dritten Mal nach 2004 (Bundestagsdrucksache 15/4604) und 2006 (Bundestagsdrucksache 16/1791) die aktuellen Forschungsergebnisse in Bezug auf Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen vor.

Die Bundesregierung kommt damit der Bitte des Deutschen Bundestags aus dem Jahr 2002 nach, alle zwei Jahre über diese Thematik zu berichten (Bundestagsdrucksache 14/8584). Darüber hinaus soll die Frage erörtert werden, ob die geltenden Grenzwerte der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse die Bevölkerung ausreichend schützen. In diesem Zusammenhang wird auch über den Stand des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms und den Stand der Umsetzung der freiwilligen Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber informiert.

Die zunehmende Verbreitung der Mobilfunktechnologie in der Bevölkerung, deren Entwicklung zum unverzichtbaren Innovationsträger in der Wirtschaft für Deutschland und Europa aber auch die in der Öffentlichkeit immer wieder auftretenden Diskussionen über mögliche gesundheitliche Gefährdungen erfordern die Abklärung, ob negative Auswirkungen mit der Nutzung der Mobilfunktechnologie verbunden sind, und in wie weit die Feldexposition der Bevölkerung minimiert werden kann. Die Bundesregierung hatte deshalb folgende Forschungsaktivitäten beschlossen:

- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat die jährlichen Haushaltsmittel für die Wirkungsforschung deutlich erhöht. Im Zeitraum 2002 bis Frühjahr 2008 standen 8,5 Mio. Euro zur Verfügung. Hinzu kommt die gleiche Summe aus der Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber.
- Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat im Zeitraum 2002 bis 2005 5 Mio. Euro für Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit technischen Regulierungsfragen beim Aufbau der UMTS-Netze (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) zur Verfügung gestellt. Die entsprechenden Forschungsvorhaben sind bereits abgeschlossen; die Ergebnisse sind unter <http://www.mobilfunkinformation.de> einsehbar.
- Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) führte im Zeitraum 2002 bis 2008 eine gezielte Initiative durch zur Erforschung emissionsmindernder Technologien bei Mobilfunksystemen. Das Volumen der Fördermaßnahmen belief sich auf rund 9 Mio. Euro. Rechnet man inhaltlich eng verwandte, noch bis 2009/2010 laufende Forschungsprojekte hinzu, so beläuft sich die vom BMBF insgesamt bereit gestellte Summe auf über 11 Mio. Euro.

II. Vorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

II.1 Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm

II.1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Programms

Im Jahr 2001 hat die Strahlenschutzkommission (SSK) dem BMU eine Intensivierung der Forschungsaktivitäten im Bereich der elektromagnetischen Felder empfohlen (SSK 2001). Daraufhin hat das BMU im Jahr 2002 das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) initiiert und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) mit der fachlichen und administrativen Durchführung beauftragt.

Ziel des DMF war es, offenen Fragen zu möglichen gesundheitlichen Risiken sowie zu grundsätzlichen biologischen Wirkungen und Mechanismen der beim Mobilfunk verwendeten hochfrequenten elektromagnetischen Felder wissenschaftlich belastbar nachzugehen und damit einen Beitrag zur Verringerung der Unsicherheiten in diesem Bereich zu leisten. Letztendlich dienen die erzielten Ergebnisse der Überprüfung der bestehenden Grenzwerte. Zu diesem Zweck wurden insbesondere Studien vergeben, in denen vorliegenden Hinweisen auf biologische Effekte unterhalb der Grenzwerte nachgegangen wurde (sogenannte Reproduktionsstudien).

Darüber hinaus wurde versucht, mögliche Ursachen für das Auftreten des Phänomens Elektrosensibilität zu finden und eine bessere Charakterisierung der Betroffenen zu ermöglichen. Ein weiterer Schwerpunkt war die Untersuchung der gesellschaftlichen Risikowahrnehmung und die Erarbeitung von Möglichkeiten für eine Verbesserung der Risikokommunikation. Ein Nachweis der Unschädlichkeit der Technologie war nicht Gegenstand des Programms; ein solcher Nachweis ist wissenschaftlich nicht möglich.

Es wurde angestrebt, dass die Ergebnisse Aussagekraft für das gesamte Frequenzspektrum der Telekommunikation haben und möglichst auch die Bewertung von Wirkungen zukünftiger technischer Entwicklungen zulassen. Deshalb wurde der Frequenzbereich bewusst breit gefasst und ging in einigen Studien über die für GSM und UMTS genutzten Frequenzen hinaus.

Die Forschungsschwerpunkte waren:

- Erfassung der Exposition (Dosimetrie)
- Wirkungsmechanismen der hochfrequenten elektromagnetischen Felder (Biologie)
- Auswirkungen bei Tieren und beim Menschen (Biologie, Epidemiologie)
- Risikokommunikation

II.1.2 Durchführung des Programms

Das Programm wurde im Zeitraum von 2002 bis 2008 durchgeführt. Es hatte ein Finanzvolumen in Höhe von 17 Mio. Euro und wurde je zur Hälfte aus Haushaltsmit-

teln des BMU sowie von den vier deutschen Mobilfunknetzbetreibern finanziert.

Die anteilige Finanzierung räumte den Mobilfunknetzbetreibern zu keiner Zeit Recht zur Einflussnahme wie z. B. Mitwirkung und Beeinflussung bei der Formulierung und der Vergabe von Forschungsprojekten sowie bei der Bewertung der Forschungsergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm ein.

Die fachliche und administrative Durchführung des Forschungsprogramms lag ausschließlich in der Zuständigkeit des BfS, das die unter VII.1 aufgeführten Forschungsprojekte nach einem öffentlichen Konsultationsverfahren und unter breiter Beteiligung der Wissenschaft formuliert und zur Vergabe ausgeschrieben hat. Die eingegangenen Forschungsanträge wurden vom BfS fachlich geprüft und das jeweilige Forschungsprojekt an den aufgrund der Ausschreibung ausgewählten Forschungsnehmer vergeben.

Alle Forschungsnehmer waren vom BfS aufgefordert, ihre Einzelergebnisse ausführlich in einem Bericht zusammenzufassen. Darüber hinaus sollten sie auch in anerkannten wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert werden. Aus dem DMF resultierten bis Mitte 2008 insgesamt 60 Fachpublikationen und 50 Beiträge zu Fachveranstaltungen.

Besonderer Wert wurde auf eine hohe Transparenz des Verfahrens und eine breite Diskussion der Ergebnisse gelegt. Dazu wurde vom BfS in 2003 ein Internetportal eingerichtet (<http://www.emf-forschungsprogramm.de>). So wurde bereits bei der Ausarbeitung des DMF der Öffentlichkeit eine unmittelbare Beteiligung an der Fachdiskussion über das Internetportal ermöglicht. Im Internetportal sind auch in diesem Berichtszeitraum Zwischenergebnisse, Ergebnisse und Protokolle der Fachgespräche sowie der Sitzungen des Runden Tisches zum Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm (RTDMF) veröffentlicht worden. Eine Version in englischer Sprache wurde ebenfalls eingerichtet.

II.1.3 Begleitende Maßnahmen im Berichtszeitraum

Eine Reihe von Fachgesprächen sowie der im Juni 2004 durch das BfS eingerichtete Runde Tisch (RT) leisteten als begleitende Maßnahmen einen Beitrag zur Transparenz des Programms und unterstützen das BfS bei der Kommunikation des Programms, seiner Ziele und der Ergebnisse sowie bei der Erarbeitung von Konzepten zur Veröffentlichung der Forschungsergebnisse.

II.1.3.1 Fachgespräche

Im Rahmen von mehreren wissenschaftlichen Fachgesprächen zu den 4 Themenbereichen Dosimetrie, Biologie, Epidemiologie und Risikokommunikation wurden die Ergebnisse der Forschungsprojekte des DMF diskutiert. Dabei wurden nationale und internationale Experten mit einem möglichst breiten Meinungsspektrum und verschiedener Fachrichtungen hinzugezogen, um die Ergeb-

nisse in die wissenschaftliche Risikoabschätzung und Risikobewertung einfließen zu lassen.

Die Protokolle zu diesen Fachgesprächen sind nachzulesen unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de>.

Neben diesen Fachgesprächen wurde im August 2006 ein Fachgespräch zu dem von verschiedenen mobilfunkkritischen Ärzteinitiativen wiederholt postulierten Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern der modernen Funktechniken und gesundheitlichen Beschwerden durchgeführt. Teilnehmer waren Umweltmediziner, Vertreter mobilfunkkritischer Ärzteinitiativen, Umweltepidemiologen, Vertreter der Bayerischen Ärztekammer, Forschungsnehmer des DMF sowie Vertreter des BfS und des BMU. Möglichkeiten und Grenzen im Umgang mit medizinischen Befundberichten wurden erörtert. Bezüglich der Frage, ob ADHS (Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) bei Kindern mit einer Exposition durch elektromagnetische Felder verbunden ist, zeigte sich, dass relevante Untersuchungen in Studien des DMF bereits enthalten waren (siehe VII.1). Von einem Teilnehmer wurde vorgeschlagen, Beschwerdeverläufe elektrosensibler Personen langfristig im Rahmen einer Studie zu verfolgen. Da es sich hierbei letztlich nicht um Strahlenschutzforschung im eigentlichen Sinne handelt, wurde keine Möglichkeit gefunden, ein solches Projekt aus den Haushaltsmitteln des BMU zu finanzieren. Es wurde eine erneute messtechnische Untersuchung der häuslichen Situation einer von der Ärzteinitiative vorgeschlagenen Familie vereinbart und durchgeführt. Die Messungen wurden umfassend dokumentiert. Der Bericht ist unter http://www.emf-forschungsprogramm.de/veranstaltungen/Messberichte_27_07_2007.html veröffentlicht. Die gemessenen elektromagnetischen Feldstärken liegen in dem Rahmen, der von den Studien des DMF auch an anderen Orten erfasst worden ist. Sie entsprechen auch den in Befundberichten genannten Werten. Insofern können die in den folgenden Kapiteln dargestellten Ergebnisse grundsätzlich auch zur Bewertung der von den Ärzteinitiativen dargelegten Situationen herangezogen werden.

II.1.3.2 Runder Tisch zum Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm

Im Berichtszeitraum fanden 4 Sitzungen des RTDMF statt; am RTDMF waren Vertreter aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Medien und verschiedenen Organisationen beteiligt. Die Protokolle dieser Sitzungen sind unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de> einsehbar.

Empfehlungen des RTDMF wurden in der Kommunikation der DMF-Abschlussphase wie folgt berücksichtigt:

- In der Kommunikation der DMF-Ergebnisse gegenüber der Öffentlichkeit wurden Multiplikatoren und Meinungsbildner als entscheidende Zielgruppe eingebunden.
- Sowohl im Kontakt mit Multiplikatoren als auch in der Kommunikation mit wissenschaftlichen Laien der Öffentlichkeit wurde versucht, die wissenschaftlichen Ergebnisse zu „begreifbaren Aussagen“ zu verdichten mit dem Ziel, Orientierungswissen zu schaffen.

Es soll auch in Zukunft ein Runder Tisch als Begleitinstrument für die zukünftige Forschung zu elektromagnetischen Feldern eingerichtet werden; die Zusammensetzung der Teilnehmer sowie das Themenspektrum werden Anfang 2009 abschließend geklärt.

II.1.4 Abschluss des Programms

Die öffentliche Vorstellung der Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms durch BMU und BfS unter Beteiligung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erfolgte im Rahmen der internationalen Konferenz „Mobilfunk-Selbstverpflichtung und Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm“ am 17./18. Juni 2008. An diesem Kongress waren nationale und internationale Expertengruppen und Organisationen (u. a. die WHO, die Internationale Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP) und die SSK) beteiligt.

Weitere Informationen sind erhältlich unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de/abschlussphase/abschlusskonferenz.html>.

Das DMF wurde als ein Gesamtprojekt konzipiert. Einige wenige Forschungsprojekte des DMF werden erst nach der o. g. Abschlusskonferenz im Juni 2008 zu Ende gebracht werden. Die Veröffentlichung der noch laufenden Forschungsprojekte (siehe Kapitel VII.1) soll nach deren Auswertung im Rahmen einer öffentlichen Informationsveranstaltung im Sommer 2009 erfolgen.

II.1.5 Ergebnisse

Ausgangspunkt für das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm waren Hinweise auf biologische Effekte, die bei Feldstärken unterhalb der Grenzwerte beobachtet worden waren und die zur Frage Anlass gaben, ob die geltenden Grenzwerte hinreichenden Schutz vor möglichen gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder bieten. Da einige der Experimente, die solche Hinweise gefunden hatten, zum damaligen Zeitpunkt noch nicht unabhängig überprüft worden waren, bildeten Reproduktionsstudien einen wesentlichen Teil des Programms. Gleichzeitig lagen aus epidemiologischen Studien vereinzelt Hinweise auf ein erhöhtes Gesundheitsrisiko durch Mobilfunk in der Bevölkerung vor. Auch diesen Hinweisen wurde im DMF mit Hilfe epidemiologischer Studien mit verbessertem Studiendesign nachgegangen. Bei der Konzeption des Forschungsprogramms stand interdisziplinäre Zusammenarbeit im Fokus. Dadurch wurde der bestmögliche Transfer von technischem Know-how für die Konzeption und die Durchführung von Untersuchungen zur Wirkungsforschung sichergestellt. Außerdem gelang es, im Rahmen der Arbeiten eine Standardisierung für die technische Konzeption und die Durchführung entsprechender Untersuchungen zu erreichen. Zusätzlich zu den naturwissenschaftlich-technischen Projekten wurden im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm erstmals auch Fragen der Risikokommunikation bearbeitet.

II.1.5.1 Dosimetrie

Die im Bereich Dosimetrie im Rahmen des DMF durchgeführten Forschungsprojekte konnten erheblich zum Verständnis maximaler und tatsächlicher Expositionen der allgemeinen Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern in umweltrelevanten Situationen beitragen. Hinweise zur fachgerechten Anwendung von Messmitteln und Vorschläge für Mess- und Berechnungsverfahren unter Strahlenschutzgesichtspunkten wurden für unterschiedliche Anwendungen elektromagnetischer Felder erarbeitet. Diese können in Zukunft für qualitativ hochwertige und untereinander vergleichbare Expositionsbestimmungen angewendet werden. Neben den beiden Mobilfunkstandards GSM und UMTS wurden Expositionen durch neue Technologien wie z. B. DVB-T, WLAN, DECT oder Bluetooth untersucht, so dass insgesamt ein breites Spektrum technischer Anwendungen elektromagnetischer Felder abgedeckt wurde, die heute das tägliche Leben bestimmen.

Wenn neue drahtlose Übertragungsverfahren zusätzlich zu bereits vorhandenen in Betrieb genommen werden, ist mit einer Zunahme von Expositionen zu rechnen. Wie am Beispiel der Einführung des digitalen terrestrischen Fernsehfunks DVB-T gezeigt werden konnte, kann auch der Umstieg auf eine hochfrequenztechnisch effizientere neue Technologie mit einer Expositionserhöhung verbunden sein. Die Gesamtheit der Studien um ortsfeste Sendeanlagen zeigt, dass die Expositionen zwar eine große Streubreite mit bis zu ca. 60 dB (Faktor 1 000 000) besitzen, aber nach wie vor deutlich unterhalb der bestehenden Grenzwerte liegen. So lagen auch die höchsten gefundenen und auf maximale Anlagenlast extrapolierten Werte der unterschiedlichen untersuchten Systeme jeweils mehr als eine Größenordnung unterhalb der Grenzwerte. Die oft geforderte Einrichtung eines flächendeckenden Immissionskatasters wird aufgrund der hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität der Expositionen als nicht zielführend angesehen.

Grenzwertnahe Expositionen sind beim Betrieb von vergleichsweise leistungsstarken Sendegeräten, wie z. B. Mobiltelefonen, am bzw. nahe am eigenen Körper möglich. Die Exposition von Personen im näheren Umfeld ist hingegen gering, vergleichbar mit der Exposition in der Umgebung von ortsfesten Sendeanlagen. Insbesondere kann auch bei gleichzeitigem Sendebetrieb einer großen Anzahl von Mobiltelefonen auf engem Raum, z. B. in öffentlichen Verkehrsmitteln, eine Überschreitung der empfohlenen Expositionsgrenzwerte ausgeschlossen werden. Durchgeführte Untersuchungen entkräften entsprechende vor Beginn des DMF geäußerte Bedenken (Hondou, 2002). Bestätigt haben sich Forschungsergebnisse, nach denen die Erwärmung, die häufig beim Betrieb von Mobilfunkgeräten am Kopf fühlbar ist, primär auf eine verminderte Wärmekonvektion und nicht auf die ins Gewebe eingetragene Leistung zurückzuführen ist (Bernardi et al., 2001; Gandhi et al., 2001). Der Temperaturanstieg in inneren Organen des Kopfes und des Rumpfes bei der Benutzung von üblichen Sendern nahe am Körper liegt gemäß den durchgeführten Untersuchungen in der

Größenordnung von $0,1^{\circ}\text{C}$ und darunter. Die den Grenzwerten zugrunde liegende Mittelung der Spezifischen Absorptionsrate SAR über 10 g Gewebemasse hat sich im untersuchten Frequenzbereich von 400 MHz bis 5 GHz als konservatives Konzept zur Vermeidung ausgeprägter, lokal begrenzter Gewebeerwärmungen bestätigt.

Bei der Verwendung von Mobiltelefonen in einer typischen Telefonierhaltung am Kopf ist durch den für jedes Modell normgerecht zu bestimmenden SAR-Wert eine ausreichende Begrenzung der Exposition gegeben. Unter Realbedingungen wird die tatsächliche Exposition des Nutzers u. a. auch durch die vom Mobilfunknetz gesteuerte Sendeleistungsregelung beeinflusst. Untersuchungen im DMF haben gezeigt, dass Geräte im GSM-Betrieb den maximalen Sendeleistungspegel je nach Netzversorgung zwischen 5 Prozent und 30 Prozent der Gesprächsdauer erreichten. In städtischen Bereichen waren die Sendeleistungspegel tendenziell niedriger als in ländlichen Gebieten. Bei schlechter Netzversorgung wurden zeitlich gemittelte Sendeleistungspegel bis 70 Prozent des maximal möglichen Pegels ermittelt. Bei UMTS wurden deutlich niedrigere Sendeleistungspegel und damit verbundene SAR-Werte ermittelt.

Elektromagnetische Felder von Geräten, die vornehmlich zur drahtlosen Übertragung von Sprache und Daten in Haushalt und Büro genutzt werden, bewirken nur geringe Expositionen. Auch bei gleichzeitigem Sendebetrieb mehrerer körperfern betriebener Geräte ergaben Untersuchungen Gesamtexpositionen deutlich unterhalb der geltenden Grenzwerte. Nach den Untersuchungen zu WLAN Einsteckkarten für Notebooks und Bluetooth-USB-Sticks der höchsten Leistungsklasse lagen typische Expositionen jeweils unter 10 mW/kg . Auch unter ungünstigsten Bedingungen ist somit bei diesen Geräten eine Überschreitung von Expositionsgrenzwerten unwahrscheinlich. Die körpernah betriebenen Geräte verursachen in der Regel höhere Expositionen als weiter entfernt betriebene Quellen. Fragen der Gesamtexposition in komplizierten Szenarien mit mehreren unterschiedlichen Quellen sind jedoch noch nicht abschließend beantwortet und werden weiter verfolgt.

Für die biologischen und epidemiologischen Projekte wurden dosimetrische Verfahren entwickelt, die sich am Stand von Wissenschaft und Technik orientieren. Die Zusammenarbeit von Experten aus Biologie, Epidemiologie und Hochfrequenztechnik konnte insgesamt verbessert werden. Anatomische, hoch aufgelöste Körpermodelle von exponierten Versuchstieren wurden erstellt und lieferten wichtige Hinweise zur Frage der Übertragbarkeit von Expositionsverhältnissen in Tierversuchen auf den Menschen. Als Zielgrößen wurden hierbei neben dem Ganzkörper-SAR-Wert räumliche SAR-Spitzenwerte und organspezifische SAR-Werte identifiziert. Bereits existierende Modelle für den Menschen wurden verfeinert. Ziel war es, Organe die gegenüber elektromagnetischen Feldern als besonders empfindlich oder besonders exponiert angesehen wurden, wie das Auge, das Innenohr oder die Pinealdrüse, genauer zu modellieren. Dabei wurde auch lokal keine wesentlich überhöhte Exposition dieser Or-

gane gefunden. Vorläufige, noch zu validierende Ergebnisse einer Untersuchung an anatomischen Kopfmodellen von Kindern ergaben erste Hinweise, dass in einigen Regionen des kindlichen Kopfes höhere SAR-Werte auftreten können als im Erwachsenen-Modell.

Modellberechnungen zur Mikrodosimetrie im subzellulären Bereich haben gezeigt, dass die Energieabsorption in der Zellmembran von deren geschichteter Struktur und richtungsabhängigen Eigenschaften abhängt. Die aufgrund eines verbesserten geschichteten Modells berechnete Energieabsorption in der Zellmembran ist bis zu zehnmal größer als die für homogene Zellmembranen berechnete Energieabsorption, was u. a. durch das in der Membran gebundene Wasser verursacht wird. Infolge der räumlichen Verhältnisse und der Wärmeleitfähigkeit des Zytoplasmas ist der resultierende Temperaturanstieg in der Zellmembran jedoch sehr gering und deutet nicht auf negative gesundheitliche Auswirkungen hin.

Die epidemiologischen Projekte wurden in Fragen der individuellen Expositionsabschätzung unterstützt. Rechenverfahren wurden entwickelt und eingesetzt, um möglicherweise höher oder niedriger exponierte Personen auszuwählen. Eine weitergehende Differenzierung erscheint derzeit nicht möglich und es muss mit einer verbleibenden Fehlklassifizierung gerechnet werden. Grundsätzliche Schwierigkeiten bestehen darin, Rundfunksender, Mobilfunksender, Expositionen aus der Vergangenheit und Expositionen durch persönliche drahtlose Kommunikationsgeräte in einem Gesamtexpositionsmaß zu berücksichtigen. Die im Laufe des DMF auf den Markt gekommenen Personendosimeter sind diesbezüglich als Fortschritt zu werten.

II.1.5.2 Biologie und Epidemiologie

II.1.5.2.1 Wirkmechanismen

Im Rahmen des DMF wurden verschiedene Endpunkte in für das Immunsystem relevanten Zellen untersucht. Sie erlauben Rückschlüsse auf den Zustand und die Funktionsfähigkeit dieser Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern. Zu den Endpunkten gehören z. B. Überleben, Vermehrungsfähigkeit, Zellzyklus oder die Induktion von Stressproteinen. Diese Endpunkte wurden nicht beeinflusst. Gleiches gilt für die Konzentration reaktiver Sauerstoffverbindungen in den untersuchten Zellen. Die Hypothese, dass durch die hochfrequenten Felder auch unterhalb der Grenzwerte die Konzentration potentiell genotoxisch wirkender Sauerstoffverbindungen erhöht wird, wird von den Untersuchungsergebnissen insgesamt nicht gestützt.

Der akute Einfluss von Feldern der Mobilfunktechnologie auf die Funktion der das Hormon Melatonin produzierenden Pinealdrüse wurde an isolierten Pinealorganen des Hamsters untersucht. Die „Melatoninhypothese“, nach der es durch EMF-Expositionen unterhalb der Grenzwerte zu einer verringerten Melatoninproduktion kommen soll, wurde nicht gestützt.

In einem Zellkultur-Modell der Blut-Hirn-Schranke wurden Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Felder

auf Zellen der Blut-Hirn-Schranke untersucht. Mehrere Gene waren signifikant in ihrer Expression verändert, wobei sich allerdings kein plausibles Muster abzeichnete, sondern lediglich punktuelle Signifikanzen bei verschiedenen SAR-Werten. Die beobachteten Veränderungen auf Genexpressionsebene werden nicht als Hinweis auf eine Funktionsbeeinträchtigung der Blut-Hirn-Schranke gewertet, auf die sich insgesamt aus in vivo Studien und einer in vitro Studie keine Hinweise finden. Es wird allerdings empfohlen, die Ergebnisse – u. U. im Rahmen der Grundlagenforschung – zu verifizieren und ggf. weiter zu verfolgen.

Neurophysiologische Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder nach GSM- und UMTS-Standard auf das neuronale Netzwerk der Netzhaut und die Aktivität von Hörsinneszellen haben bis zu einem SAR-Wert von 20 W/kg keine systematischen, biologisch relevanten Ergebnisse gezeigt. Die detaillierte Analyse ergab zwar einige wenige statistisch signifikante Ergebnisse, die jedoch inkonsistent ausfielen, aus methodischen Gründen auch zu erwarten waren und daher aus inhaltlicher und statistischer Sicht als zufällig („falsch positiv“) bewertet werden. Weiterhin wurde deutlich, dass neuronale Netzwerke der Netzhaut und des Gehirns bereits auf Temperaturschwankungen im Bereich von etwa 0,2 °C reagieren können. Die daraus resultierenden Veränderungen der neuronalen Aktivität bewegen sich im normalen physiologischen Bereich und haben keine gesundheitliche Relevanz, da die Körpertemperatur im Tagesverlauf um etwa 1 °C schwankt. Aus der internationalen Forschung gibt es aktuell keine Hinweise darauf, dass das visuelle System durch schwache elektromagnetische Felder unterhalb der Grenzwerte beeinflusst wird (Schmid et al. 2005, Unterlechner et al. 2007). Die im Rahmen des DMF durchgeführten dosimetrischen Studien zeigen, dass die Exposition der Netzhaut während eines Telefonats nur gering ist. Deswegen wird zurzeit kein Bedarf gesehen, den Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das visuelle System weiter zu untersuchen. Die Untersuchungsergebnisse an Hörzellen stehen im Einklang mit den Resultaten der internationalen EU-Forschungsprojekte GUARD und EMFnEAR (Parazzini et al. 2007b, (www.emfnear.polimi.it/results/documentation/EMFnEARInterimReport.pdf), die keinen Einfluss von GSM- und UMTS-Signalen auf das Hörsystem gefunden haben. Aufgrund dieser Ergebnisse sind keine akuten negativen Auswirkungen des Mobilfunks auf das Hörsystem zu erwarten.

II.1.5.2.2 Akute Wirkungen

Die im Rahmen des DMF zu akuten Wirkungen durchgeführten Forschungsprojekte zeigen keine Beeinträchtigung des Schlafes und der Kognition (experimentelle Studien) und keinen Zusammenhang zwischen hochfrequenten Feldern und gesundheitlichen Beeinträchtigungen (epidemiologischen Studien). Dies gilt auch für elektrosensible Personen, bei denen ein Zusammenhang von tatsächlicher Feldexposition und einer Vielzahl von Symptomen nicht bestätigt werden konnte.

Eine Querschnittsstudie an ca. 30 000 erwachsenen Personen („Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen“) lieferte deutschlandweit repräsentative Daten: Bezogen auf die Gesamtbevölkerung sind 28 Prozent der erwachsenen Bevölkerung besorgt wegen möglicher gesundheitlicher Auswirkungen von Basisstationen und 11 Prozent führen gesundheitliche Beeinträchtigungen auf Basisstationen zurück. Dabei zeigt sich ein Nord-Süd-Gefälle, mit der stärksten Besorgtheit in Bayern und der geringsten in Mecklenburg-Vorpommern. Die Anteile an besorgten bzw. sich beeinträchtigt fühlenden Personen stimmen gut mit den Zahlen überein, die bei den jährlichen Befragungen ermittelt wurden. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der besonderen Befragung zur Elektrosensibilität ergeben sich geringfügige Unterschiede, die aber auf die unterschiedliche Befragungssituation zurückgeführt werden können.

Zusätzlich wurde in der Querschnittsstudie die Distanz zwischen Wohnung und Standort der Basisstationen auf Basis der jeweiligen Geokoordinaten berechnet und eine grobe Expositionsabschätzung unter Berücksichtigung von relevanten Variablen zur Wohnsituation und -umgebung sowie der Antennencharakteristika durchgeführt. Es zeigte sich, dass im Jahr 2004 47 Prozent der Privathaushalte in Deutschland keine Basisstation im Umkreis von 500 m hatten. Die 53 Prozent der Privathaushalte, die im 500 m Umkreis einer Basisstationen lagen, wiesen nach dem Expositionssurrogat eine mediane Leistungsflussdichte von 0,006 mW/m² auf und lagen damit weit unter dem Grenzwert der 26. BImSchV.

Bei 1 808 Probanden der Querschnittsstudie wurde eine 20-minütige Messung der hochfrequenten elektromagnetischen Felder im Schlafzimmer mit Hilfe von Personendosimetern durchgeführt („Ergänzungsstudie zu Probanden der Querschnittsstudie“). Dabei wurden getrennt die Felder von Mobilfunkbasisstationen (GSM-900, GSM-1800, UMTS), von Radio- und Fernsehsendern, DECT und WLAN aufgezeichnet. Für eine Untergruppe von 1 326 Probanden lagen zusätzlich Angaben zu relevanten Störgrößen und im Detail zu gesundheitlichen Beschwerden vor. Risikoanalysen auf Basis der gemessenen Gesamtfeldstärke der hochfrequenten elektromagnetischen Felder der Basisstationen zeigten keinen Zusammenhang zwischen den gemessenen Feldern von Basisstationen und den fünf untersuchten Zielvariablen Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Beschwerden allgemein, gesundheitliche Lebensqualität psychisch oder körperlich.

Eine Überprüfung der Validität des Expositionssurrogats, das in der Querschnittsstudie als grober Expositionsindikator verwendet worden war, durch die Messwerte mit Hilfe der Personendosimeter („Validierung des Expositionssurrogats der Querschnittsstudie“) ergab eine sehr geringe Übereinstimmung. Problematisch sind vorwiegend ungenaue Eingangsparameter (Geokoordinaten von Basisstationen und Wohnungen, Umgebungsbebauung, etc.). Das Expositionssurrogat kann in epidemiologischen Studien

nur bei deutlicher Verbesserung der Genauigkeit der Eingangparameter verwendet werden.

In einer Laborstudie („Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen“) wurden 30 junge gesunde männliche Probanden untersucht. Es wurde jeweils der Kopf mit GSM-900 oder UMTS exponiert oder scheinexponiert, wobei der maximal zulässige SAR-Wert für den Kopf von 2 W/kg erreicht, aber nicht überschritten wurde. Die Ergebnisse der Schlaf-EEGs ergaben für GSM und UMTS einige wenige signifikant veränderte Parameter im Bereich des Leichtschlafs. Da der Tiefschlaf sowie die Gesamtschlafdauer unverändert blieben, kann man die beobachteten Effekte als eine geringfügige physiologische Reaktion bewerten, aber nicht als schlafstörend. Ein Großteil der beobachteten Effekte kann wegen der großen Menge an durchgeführten statistischen Tests auch zufällig aufgetreten sein. Untersuchungen der kognitiven Leistungsfähigkeit ergaben einen signifikanten Einfluss der Tageszeit auf Wachsamkeit und Reaktionsfähigkeit, während die vereinzelt beobachteten Veränderungen unter GSM- und UMTS-Exposition aus statistischen Gründen als zufällig gewertet werden müssen. Die während der Tests aufgezeichneten Wach-EEGs zeigten ebenfalls einen deutlichen Einfluss der Tageszeit auf die verschiedenen Parameter, während die Veränderungen in Abhängigkeit von der Exposition ebenfalls Zufallsbefunde sind. Insgesamt gibt diese Studie nach Meinung der Autoren und des BfS keine Hinweise auf einen gesundheitlich relevanten Einfluss der GSM und UMTS Felder auf Schlaf und Kognition.

An einer repräsentativen Stichprobe von ca. 300 Probanden wurde an zehn Standorten innerhalb der Bundesrepublik eine doppelblinde Feldstudie unter häuslichen Bedingungen in der Nähe einer Basisstation durchgeführt („Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen“). Die Exposition wurde durch einen mobilen Sendemast gewährleistet. Unter Exposition und Scheinexposition wurde das Schlaf-EEG abgeleitet und mittels Fragebögen die subjektiv empfundene Schlafqualität abgefragt. Die Auswertung der Schlafparameter des Gesamtkollektivs ergab keinen signifikanten Einfluss der Exposition auf subjektive und objektive Schlafparameter. Eine individuelle Auswertung zeigte signifikante Unterschiede bei einzelnen Personen, deren Anteil am Gesamtkollektiv deutlich unter dem zufällig erwarteten lag. Dabei deckten sich die mittels EEG erhobenen Schlafparameter größtenteils nicht mit den subjektiven Angaben der Probanden. Aus den Fragebögen ergaben sich für diese einzelnen Fälle eindeutige, von der Exposition unabhängige persönliche Gründe für schlechteren Schlaf. Die gemessene Feldstärke und die Entfernung vom Sendemast zeigten keinen Zusammenhang mit der Schlafqualität. Bedenken und Besorgnis gegenüber dem Sendemast führten auch unter Scheinexposition zu einer signifikant verschlechterten Schlafqualität.

In einer weiteren Studie wurde die Schlafqualität elektrosensibler Personen unter häuslichen Bedingungen untersucht („Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen“). In den Schlafzimmern der Probanden konnten keine atypisch hohen elektromagnetischen Expositionen festgestellt werden, wie von den Probanden vermutet worden war. Die Abschirmung der elektromagnetischen Felder erbrachte keine Verbesserung der Schlafqualität und auch keine signifikanten Veränderungen der Schlafparameter, solange die Versuchspersonen nicht darüber informiert waren, ob eine tatsächliche Schirmung oder eine Attrappe verwendet wurde. Andererseits zeigte sich bei einigen elektrosensiblen Personen eine Verbesserung der subjektiven Schlafqualität, nicht aber der objektiven physiologischen Schlafparameter, wenn sie glaubten unter Abschirmung zu schlafen (Placebo Effekt). Beide Studien sprechen nach Meinung des BfS dafür, dass elektromagnetischer Felder von Basisstationen keinen Einfluss auf die Schlafqualität haben.

In den verschiedenen Untersuchungen an elektrosensiblen Personen („Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ mittels einer epidemiologischen Studie an „elektrosensiblen“ Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter“; „Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen“ und „Untersuchung elektrosensibler Personen im Hinblick auf Begleitfaktoren bzw. -erkrankungen, wie z. B. Allergien und erhöhte Belastung mit bzw. Empfindlichkeit gegenüber Schwermetallen und Chemikalien“) konnte der von den Betroffenen vermutete Zusammenhang zwischen einer Exposition mit EMF und ihren Beschwerden nicht bestätigt werden. Mit Hilfe der transkraniellen Magnetstimulation (TMS) konnte gezeigt werden, dass die elektrosensiblen Personen schlechter als die Kontrollpersonen zwischen tatsächlichen und Scheinimpulsen unterscheiden können. Sie glaubten oft auch bei Scheinimpulsen einen Impuls wahrzunehmen. Ihre objektiven Wahrnehmungsschwellen für echte Impulse bei der TMS waren dagegen mit denen der Kontrollpersonen vergleichbar. Dieser Befund bestätigte die Ergebnisse einer Vorläuferstudie („Machbarkeitsstudie: Verifizierung der Beschwerden „Elektrosensibler“ vor und nach einer Sanierung“, siehe http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/schriftenreihe_rs638.pdf). Einige Elektrosensible reagierten mit Beschwerden auf das real nicht existierende „Handysignal“, dem sie während der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI) ausgesetzt wurden oder gaben zumindest an, das Feld „spüren“ zu können.

Untersuchungen der Erregbarkeit der Hirnrinde mit Hilfe der TMS mit Doppelpuls ergaben Unterschiede zwischen den elektrosensiblen Personen und Kontrollpersonen. Hinsichtlich verschiedener medizinischer Parameter, mit deren Hilfe Rückschlüsse auf eine mögliche Verschlechterung des Gesundheitszustands bei chronisch stressbelasteten Personen gezogen werden können und einiger relevanter genetischer Faktoren ergaben sich keine Unterschiede zwischen elektrosensiblen und Kontrollpersonen.

Weitere umfangreiche Untersuchungen an elektrosensiblen Personen mit Hilfe von validierten Fragebögen und anhand medizinisch/biologischer Parameter ergaben, dass die Elektrosensiblen eine sehr heterogene Gruppe darstellen, die mit einem einfachen Modell nicht zu beschreiben ist. Bei den gemessenen Laborparametern zeigten sich nur wenig signifikante Unterschiede zwischen den Elektrosensiblen und den Kontrollpersonen, deren klinische Relevanz aber fraglich ist. Insbesondere ließen sich die von den Betroffenen oft hergestellten Zusammenhänge mit einem gehäuftem Auftreten von Allergien und/oder einer besonderen Sensibilität gegenüber Chemikalien nicht bestätigen. Auffallend war aber das signifikant höhere Vorkommen von somatoformen Störungen (gesundheitliche Beschwerden, für die keine oder keine adäquate körperliche Ursache gefunden wird) bei den elektrosensiblen Personen im Vergleich zu den Kontrollpersonen.

II.1.5.2.3 Chronische Wirkungen

Die Studien des DMF zu chronischen Wirkungen liefern keine Hinweise auf negative Einflüsse von Mobilfunkfeldern – weder GSM noch UMTS. Untersucht wurde dabei eine Vielzahl von Endpunkten, u. a. die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke, verschiedene Krebserkrankungen, Tinnitus, Lernen und Gedächtnis, Stressantwort und Immunparameter, Fortpflanzung und Entwicklung.

Die Hypothese einer Schädigung der Blut-Hirn-Schranke wird durch hochfrequente elektromagnetische Felder unterhalb der Grenzwerte insgesamt nicht gestützt. Dies gilt für eine chronische Ganzkörperexposition, die auch vorgeburtliche Entwicklungsstadien bei Tieren umfasste, sowie für eine lokale akute Exposition am Kopf. Auch bis zu 50 Tage nach Beendigung der Exposition traten hier keine negativen Effekte auf. Bei UMTS-Exposition mit einem SAR Wert von 13 W/kg wurde eine signifikant verminderte Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke für Albumin im Vergleich zur Kontrolle festgestellt.

Bei einer über einen Zeitraum von 4 Wochen wiederholten Exposition wurde dagegen ebenfalls v. a. bei einem SAR-Wert von 13 W/kg in den untersuchten Hirnarealen eine erhöhte Albumin-Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke in den exponierten Tieren festgestellt. Dieser Befund betraf nur GSM und trat nicht unmittelbar, sondern erst zeitverzögert nach Beendigung der Exposition auf. Insgesamt lag der Effekt jedoch in der Größenordnung, der auch in einigen der nichtexponierten Kontrollen auftrat.

Es wurden keine Hinweise auf die Induktion von Tinnitus im Tiermodell bei SAR-Werten von bis zu 20 W/kg gefunden, weder in Verhaltenstests noch auf molekularer Ebene.

Die Entwicklung von Lymphomen wurde in einem speziellen Tiermodell untersucht. Unter Langzeitexposition mit GSM oder UMTS (SAR 0.4 W/kg) traten keine Unterschiede zwischen exponierten Tieren und Kontrollen auf.

Eine Studie über vier Generationen hinweg an chronisch mit UMTS-Signalen exponierten Mäusen ergab keine Hinweise auf negative Effekte auf die Parameter Fortpflanzung und Entwicklung.

Die Beteiligung an der internationalen Fall-Kontroll-Studie zu Handynutzung und Hirntumoren oder Akustikusneurinomen (gutartiger Tumor des Hörnervs) (INTERPHONE) hat wertvolle Informationen erbracht. In den nationalen Teilstudien wurde übereinstimmend gezeigt, dass das Risiko von Handynutzern, an einem Hirntumor oder Akustikusneurinom zu erkranken, bei einer Nutzungsdauer von weniger als 10 Jahren nicht erhöht ist. Für eine Beurteilung der Langzeitnutzerguppe (Mobiltelefonnutzung für mehr als 10 Jahre) müssen die Daten der Teilnehmerländer noch zusammengefasst ausgewertet werden. Diese Ergebnisse lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts nicht vor. Im deutschen INTERPHONE-Teil wurde zusätzlich das Hirntumorrisiko bei Nutzung von schnurlosen Telefonen und in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer DECT-Basisstation im Schlafzimmer nahe am Bett untersucht. Es ergaben sich keine Hinweise für ein erhöhtes Hirntumorrisiko. Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Fall-Kontroll Studie zum Uvealmelanom (seltener Augentumor) zeigen ebenfalls keinen Hinweis auf ein erhöhtes Risiko durch die Nutzung von Mobiltelefonen. Auch hier können wegen zu geringer Zahl von Langzeitnutzern noch keine Aussagen zu den gesundheitlichen Auswirkungen bei einer Nutzung von mehr als 10 Jahren gemacht werden.

Die Fall-Kontroll Studie zu Kinderleukämie um starke Radio- und Fernsehsender zeigt keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen geschätzter Feldstärke und einem Risiko für Kinderleukämie. Die Gesamtevidenz der bisherigen aussagekräftigen Studien zu Kinderleukämie im Kontext mit den Ergebnissen der Studien zu Wirkmechanismen spricht mehr gegen als für einen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang.

Wünschenswert wäre die Durchführung von großen Kohortenstudien gewesen, da diese im Gegensatz zu Fall-Kontroll-Studien die Untersuchung einer großen Bandbreite von möglichen Langzeiteffekten in Abhängigkeit von Mobilfunk erlauben (z. B. Krebsinzidenz, Gesamtmortalität, Herz-Kreislaufkrankungen, neurodegenerative Erkrankungen, Katarakte, etc.). In Deutschland wurde die Machbarkeit von zwei Kohortenstudien geprüft. Eine der geplanten Studien sollte an beruflich hoch exponierten Personengruppen durchgeführt werden. Es konnten jedoch keine geeigneten Kohorten definiert werden, die aussagekräftige Risikoabschätzungen zugelassen hätten. In einer weiteren Machbarkeitsstudie wurde die Möglichkeit geprüft, sich an der internationalen prospektiven Kohortenstudie an Mobilfunknutzern (COSMOS) zu beteiligen. Aufgrund der geringen Teilnahmebereitschaft der Bevölkerung an der Studie und der Schwierigkeiten bei der Verfolgung bestimmter Endpunkte (z. B. neurodegenerative Erkrankungen) ließ sich die Teilnahme an dieser Studie, die in anderen europäischen Ländern durchgeführt wird, in Deutschland im Rahmen des DMF leider nicht realisieren.

II.1.5.3 Risikokommunikation

Die im Rahmen des DMF durchgeführten Forschungsprojekte zu Risikokommunikation haben den Kenntnisstand über die Wahrnehmung des Themas Mobilfunk in der allgemeinen Bevölkerung und in verschiedenen Subgruppen maßgeblich verbessert.

Bezogen auf die Gesamtgesellschaft zeigt die Auswertung der jährlichen Umfragen eine deutliche Stabilität des Ausmaßes der öffentlichen Besorgnis und der empfundenen gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Mobilfunk über die Jahre hinweg. Eine deutliche Stabilität ist auch in der vergleichenden Risikowahrnehmung zahlreicher verschiedener möglicher Gesundheitsrisiken zu erkennen. So werden z. B. die gesundheitlichen Risiken von Luftverschmutzung, UV-Strahlung oder gentechnisch veränderten Lebensmitteln höher eingeschätzt als die elektromagnetischer Felder. Dennoch sind in bestimmten Subgruppen die Sorge bzgl. elektromagnetischer Felder und die wahrgenommene Beeinträchtigung hoch. Mobilfunksendeanlagen stehen dabei insgesamt mehr im Fokus der Aufmerksamkeit als Handys, nicht zuletzt u. a. aufgrund der Unfreiwilligkeit der Exposition. Die Untersuchungen machen aber auch deutlich, dass Beeinträchtigungen durch elektromagnetische Felder für den überwiegenden Teil der Bevölkerung keine Rolle spielen. Nur bei einem sehr geringen Teil der Bevölkerung stellen sie eine feststehende und auch belastende Gegebenheit im täglichen Leben dar. Dementsprechend sind die Aufmerksamkeit bzw. das Informationsbedürfnis und die Bereitschaft, sich mit Informationen zu dem Thema auseinanderzusetzen, beim Großteil der Bevölkerung recht gering.

Grundsätzlich wird anhand der Untersuchungsergebnisse deutlich, dass nicht an der Quantität, sondern an der Qualität von Kommunikationsmaßnahmen angesetzt werden muss, um Informationen für spezifische Zielgruppen zugänglich, verständlich und glaubwürdig zu gestalten. Dabei sollte sich jede Institution darüber bewusst werden, bei welchen Gruppen ihre Informationen überhaupt eine Chance haben, wahrgenommen und evtl. auch verwertet zu werden. Entscheidungen über die jeweils wichtigen Zielgruppen müssen bewusst getroffen werden. Bei der Erstellung von Informationsmaterialien muss den spezifischen und unterschiedlich motivierten Informationsbedürfnissen verschiedener Gruppen in differenzierterer Form entsprochen werden. Dies betrifft sowohl den Inhalt als auch die Ausgestaltung und das Medium zur Mitteilung der Maßnahmen.

So benötigen z. B. stark besorgte Bevölkerungsgruppen spezifische, auf ihre Sorgen und Bedürfnisse abgestimmte Informationen, wie z. B. Empfehlungen, wie sie ihre persönliche Exposition reduzieren können – ungeachtet der Frage eines ursächlichen Zusammenhangs zwischen Exposition und gesundheitlichen Wirkungen.

Grundsätzlich muss in der Wissenschafts- und Risikokommunikation noch stärker auf die Erläuterung der für Laien weitgehend unbekanntes Expertenterminologie geachtet werden, ebenso wie auf die unterschiedliche Ver-

wendung von Begriffen (wie z. B. „Risiko“) durch Experten und Laien.

Kommunale Vertreter können einen wichtigen Beitrag zu einer guten Risikokommunikation und den Umgang mit Standortkonflikten auf lokaler Ebene leisten. Als geeigneter Rahmen für die Kooperation und Kommunikation der Akteure dienen sowohl die freiwillige Selbstverpflichtung zwischen den Netzbetreibern und der Bundesregierung als auch die entsprechenden Vereinbarungen auf Länderebene. Die im Rahmen des DMF erarbeiteten Erkenntnisse und der neu erstellte Mobilfunk-Ratgeber für Kommunen (www.ratgeber-mobilfunk.de) können insbesondere für kleinere und ländliche Kommunen Unterstützung bieten. Eine wichtige Aufgabe bleibt auf Seiten der Kommunen, die nötigen sozialen und kommunikativen Kompetenzen für eine Verbesserung des Dialogs sowohl mit den Netzbetreibern, als auch mit den Bürgerinnen und Bürgern aufzubauen. Im Vordergrund steht dabei z. B. die frühzeitige Information der Bürgerinnen und Bürger über die Standortplanungen, die Schaffung von Transparenz, das Eingehen auf Besorgnisse von Bürgerinnen und Bürgern und die Berücksichtigung derer Interessen soweit möglich. Beteiligte mit widersprüchlichen Interessen „an einen Tisch zu holen“ sollte von den Kommunen als eine selbstverständliche Maßnahme zur Konfliktlösung angesehen werden.

Als spezielles Informationsangebot zu verschiedenen Fragestellungen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern wurde das Internet-Informationssystem EMF-Portal (www.emf-portal.de) eingerichtet, um interessensunabhängig wissenschaftliche Informationen für verschiedene Stakeholder, Wissenschaftler, Entscheidungsträger und wissenschaftliche Laien zur Verfügung zu stellen. Insbesondere beruflichen Nutzern mit einem gewissen Hintergrundwissen bietet das EMF-Portal eine gute Informationsquelle, da es einen schnellen Überblick über den aktuellen Stand neuer wissenschaftlicher Publikationen ermöglicht. Die Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit für interessierte Laien wird angestrebt, insbesondere im Sinne einer stärkeren Hilfestellung zur Bewertung von Studien.

II.1.6 Bewertung des Bundesamts für Strahlenschutz

Das BfS hat eine Bewertung der unter II.1.5 dargestellten Ergebnisse vorgenommen. Demnach gehört das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm zu den weltweit größten Programmen, die zu elektromagnetischen Feldern durchgeführt wurden. Es habe die wissenschaftlichen Erkenntnisse über gesundheitliche Wirkungen wesentlich verbessert und sei daher auch für den internationalen wissenschaftlichen Kenntnisstand von hoher Bedeutung.

Die Ergebnisse des DMF geben insgesamt keinen Anlass, die Schutzwirkung der bestehenden Grenzwerte in Zweifel zu ziehen. Ebenso habe sich hinsichtlich der Frage der Elektrosensibilität die Indizienlage verdichtet, dass kein ursächlicher Zusammenhang zwischen einer Exposition mit elektromagnetischen Feldern und unspezifischen

Symptomen wie Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen oder Kopfschmerzen bestehe.

Die Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms decken sich mit den Resultaten entsprechender anderer internationaler wissenschaftlicher Programme.

Weitere Informationen sind nachzulesen unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de/>.

Die im Rahmen der Auswertung identifizierten wissenschaftlichen Unsicherheiten insbesondere zu Kindern und Langzeitwirkungen machen auch weiterhin Vorsorgemaßnahmen erforderlich. Dazu gehören neben der Intensivierung der Forschungsaktivitäten zur Verringerung insbesondere der o. g. wissenschaftlichen Unsicherheiten auch die Information bzw. Aufklärung der Bevölkerung, in deren Rahmen die Bundesregierung empfehle, die individuelle Strahlenexposition durch elektromagnetische Felder zu verringern, und hierfür entsprechende Verhaltensweisen benennt (<http://www.bfs.de/de/elektro>).

II.1.7 Bewertung der Strahlenschutzkommission

Neben dem BfS hat auch die SSK eine eigene vom BfS unabhängige Bewertung des DMF vorgelegt (<http://www.ssk.de/werke/kurz-info/2008/ssk0804.htm>); diese Bewertung umfasst die zum Zeitpunkt der SSK-Beratungen abgeschlossenen 36 Forschungsprojekte. Dabei wurden u. a. die Eignung der ausgewählten Forschungsthemen, die wissenschaftliche Qualität der durchgeführten Arbeiten sowie die erzielten Erkenntnisgewinne zur Bewertung der gesundheitlichen Aspekte des Mobilfunks betrachtet.

Die SSK stellt fest, dass das DMF einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlage für die gesundheitliche Bewertung der Exposition durch die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks und damit zur Risikokommunikation geleistet habe. Die bisherigen Ergebnisse zeigten, dass die ursprünglichen Befürchtungen über gesundheitliche Risiken nicht bestätigt werden konnten und sich auch keine neuen Hinweise auf bisher noch nicht bedachte gesundheitliche Auswirkungen ergeben hätten. In Übereinstimmung mit anderen internationalen Gremien (WHO, ICNIRP) könnte festgestellt werden, dass die den bestehenden Grenzwerten zugrunde liegenden Schutzkonzepte nicht in Frage gestellt seien.

Während für die gesundheitliche Bewertung akuter Expositionen aus biologischer Sicht bereits vielfältiges Datenmaterial vorliege, sei für die Bewertung länger anhaltender bis lebenslanger Expositionen noch Forschungsbedarf gegeben, der besonders im Hinblick auf potenzielle Langzeiteffekte zu sehen sei. Offene Fragen ergeben sich auch bezüglich der Exposition von Föten und Kindern sowie potenzieller Auswirkungen auf Kognition, Befindlichkeit und Schlaf.

Es wird Aufgabe der SSK sein, die Ergebnisse des DMF nach Vorliegen der Ergebnisse aller Projekte auch unter Einbeziehung der zwischenzeitlich erarbeiteten wissen-

schaftlichen Literatur und der Ergebnisse anderer nationaler Forschungsprogramme in eine aktuelle Gesamtbewertung einzubinden.

II.1.8 Erklärung der Bundesregierung zum Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms

Auf Grundlage der Bewertungen des DMF durch das BfS und die SSK hat die Bundesregierung eine Erklärung zum Abschluss des DMF abgegeben:

„Die Bundesregierung hat im Juni 2002 das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) in Auftrag gegeben, um klären zu können, ob die geltenden Grenzwerte die Bevölkerung vor der Mobilfunkstrahlung ausreichend schützen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und die Strahlenschutzkommission (SSK) haben nach Abschluss des DMF übereinstimmend festgestellt, dass die vorliegenden Ergebnisse des Forschungsprogramms keine Erkenntnisse erbracht haben, die die geltenden Grenzwerte aus wissenschaftlicher Sicht in Frage stellen. Die zu Beginn des DMF bestehenden Hinweise auf mögliche Risiken konnten durch die DMF Projekte nicht bestätigt werden.

Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm gehört zu den weltweit größten Programmen, die in diesem Bereich durchgeführt wurden. Es hat die wissenschaftlichen Kenntnisse über gesundheitliche Wirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks wesentlich verbessert. Daher besitzen die Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms eine hohe Bedeutung auch für den internationalen wissenschaftlichen Kenntnisstand.

Das DMF ist nach dem Mobile Telecommunication and Health Research Programm in Großbritannien (MTHR) das zweite nationale Forschungsprogramm, das jetzt offiziell abgeschlossen wird. Der Abschlussbericht zum Mobile Telecommunication and Health Research Programm in Großbritannien (MTHR) wurde im Herbst 2007 veröffentlicht und deckt sich in der Gesamtbewertung und in den Schlussfolgerungen mit denen des DMF. Auch zeichnen sich nach vorliegendem Kenntnisstand in den derzeit noch laufenden nationalen Forschungsprogrammen (Frankreich, Schweiz, Dänemark etc.) keine neuen Hinweise auf bisher unerforschte oder unentdeckte Risiken ab.

Die Bundesregierung ist sich bewusst, dass auch intensivste wissenschaftliche Forschung mögliche Risiken nicht völlig ausschließen kann. Die Bundesregierung wird deshalb auch nach Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms gezielt Forschung auf dem Gebiet des Mobilfunks weiter betreiben, um die fachlichen Grundlagen zur Risikobewertung in einigen Bereichen weiter zu verbessern. Die Mobilfunkbetreiber haben sich bereit erklärt, hierfür die Forschung weiterhin finanziell zu unterstützen.

Die Bundesregierung hat die SSK gebeten, in den Bereichen, in denen aus ihrer Sicht noch Forschungsbedarf be-

steht, Vorschläge für weitere Forschungsvorhaben zu unterbreiten. Die Bundesregierung hat die SSK ferner gebeten, die Ergebnisse der Mobilfunkforschung mit den Erkenntnissen der internationalen Forschung auf diesem Gebiet abzugleichen und hierzu zeitnah zu berichten.

Vor diesem Hintergrund hält die Bundesregierung weiterhin an den bestehenden Grenzwerten fest. Sie bekennt sich auch weiterhin zu Vorsorgemaßnahmen.“

Die Erklärung der Bundesregierung ist im Internet veröffentlicht unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/dmf_abschluss_erklaerung.pdf.

Die in der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV geregelten Grenzwerte werden daher beibehalten. Sie sollen aber künftig rechtssystematisch dem Vierten Buch Umweltgesetzbuch – Nichtionisierende Strahlung (Viertes Buch Umweltgesetzbuch – UGB IV) zugeordnet werden. Im Rahmen dieses Regelungsvorhabens sollen die Grenzwerte auf den gesamten Frequenzbereich entsprechend der EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) vom 12. Juli 1999 erstreckt werden. Damit werden insoweit die im bisherigen Umweltrecht bestehenden Lücken geschlossen.

II.2 Blauer Engel

Die Strahlenschutzkommission hat in der Empfehlung „Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern“ darauf hingewiesen, „bei der Entwicklung von Geräten und der Errichtung von Anlagen die Minimierung von Expositionen zum Qualitätskriterium zu machen. Sie weist darauf hin, dass – entgegen der öffentlichen Besorgnis, die vor allem Mobilfunkbasisstationen (ortsfeste Anlagen) betrifft – die Immission insbesondere durch die elektromagnetischen Felder von Geräten, z. B. von Endgeräten der mobilen Telekommunikation unter dem Gesichtspunkt des vorsorgenden Gesundheitsschutzes zu betrachten sei, weil es hier am ehesten zu einer hohen Exposition eines Nutzers kommen könne.“ Der Umsetzung dieser Empfehlung dient das vom BMU vorgeschlagene Umweltzeichen „Blauer Engel“. Vergabekriterium dafür ist, dass die maximale Strahlungsintensität des Gerätes, ausgedrückt als SAR-Wert, nicht mehr als 0,6 Watt pro Kilogramm beträgt. Daneben werden die Energieeffizienz und die Materialeigenschaften im Hinblick auf Umwelt- und Recyclingfreundlichkeit berücksichtigt.

Bereits seit Mitte Juni 2002 können Hersteller von Mobiltelefonen den „Blauen Engel“ beantragen, sofern die Handys, die von der Jury Umweltzeichen festgelegten Kriterien (u. a. strahlungsarm) einhalten. Bisher hat erst ein Hersteller das Umweltzeichen beantragt. Die Handyhersteller begründen ihre eher ablehnende Haltung damit, dass es sich um einen globalisierten Markt handele und dass die Geräte europäischen Vorgaben entsprechen. Außerdem suggeriere der „Blauer Engel“, dass entsprechend gekennzeichnete Handys gesundheitlich unbedenklicher seien als solche ohne den „Blauen Engel“. Das Prinzip,

die SAR-Werte aus Vorsorgegründen abzusenken, wird von den Herstellern nicht anerkannt. Es fehlt an der Bereitschaft, mit dem „Blauen Engel“ einen zusätzlichen aktiven Beitrag zum vorsorgenden Gesundheits- und Verbraucherschutz zu leisten. Die Bundesregierung sieht es nach wie vor als sinnvoll an, wenn Hersteller das Angebot aufgreifen, zumal nahezu ein Drittel der auf dem Markt befindlichen Mobiltelefone das Kriterium „strahlungsarm“ des „Blauen Engels“ bereits erfüllen. Daher sind die Hersteller aufgefordert, die Entwicklung strahlungsärmerer Handys voranzutreiben und sich einer verstärkten Verbraucherinformation nicht zu verschließen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bietet unter der Internetadresse <http://www.bfs.de/elektro/hff/oekolabel.html> eine Übersicht von SAR-Werten der aktuell auf dem Markt angebotenen Mobiltelefone an, so dass die Verbraucherinnen und Verbraucher sich schon jetzt beim Handykauf an dem umweltfreundlichen Wert von 0,6 W/kg orientieren können.

Ende 2006 wurde für Babyüberwachungsgeräte die Vergabegrundlage für den Blauen Engel veröffentlicht (http://www.blauer-engel.de/_downloads/vergabegrundlagen_de/UZ-125.zip). Die Vergabegrundlagen für den Blauen Engel für DECT-Telefone wird seitens der Bundesregierung mit den Herstellern noch diskutiert.

II.3 Freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber vom Dezember 2001

Ein weiteres zentrales Element der Vorsorgemaßnahmen der Bundesregierung ist die Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber, die diese im Nachgang zur Versteigerung der UMTS-Lizenzen im Jahr 2001 gegenüber der Bundesregierung abgegeben haben. Damit sollten die Konflikte beim Netzausbau verringert und die Vorsorge im Bereich Mobilfunk auf freiwilliger Basis verstärkt werden. Die Einhaltung der Selbstverpflichtung wurde durch jährlich erstellte unabhängige Gutachten überprüft.

Anlässlich der Internationalen Kongresses zum Abschluss des DMF hat die Bundesregierung die Umsetzung sowie die bisher erreichten Ergebnisse der freiwilligen Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber einer umfassenden Bewertung unterzogen (http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/dmf_abschluss_bilanz.pdf).

Aus dem Jahresgutachten 2007 wurde deutlich, dass durch die Selbstverpflichtungserklärung der Mobilfunknetzbetreiber Verbesserungen in allen Bereichen der Selbstverpflichtung (1. Kommunikation und Partizipation, 2. Verbraucherschutz und Verbraucherinformation zu Handys, 3. Forschungsförderung, 4. Monitoring als Beitrag zum Risikomanagement) erwirkt werden konnten (http://www.bmu.de/strahlenschutz/emf_mobilfunk/hochfrequente_felder/doc/41784.php). Die Selbstverpflichtung hat sich damit in der Auseinandersetzung um den Ausbau des Mobilfunks als ein sinnvolles Politikinstrument erwiesen. Einen wichtigen Beitrag hat dazu neben dem gutachterlichen Überprüfungsprozess auch die Bereitschaft der Beteiligten zum Dialog geleistet. Die we-

sentlichen Ziele – die Klärung offener Forschungsfragen, die Verbesserung der Transparenz beim Netzaufbau und bei den tatsächlich gemessenen Immissionen – wurden erreicht. Insbesondere bei der Lösung von Standortkonflikten, in einzelnen Bereichen der Forschung, bei der Information der Bürgerinnen und Bürger sowie der Verbraucherinformation besteht weiterer Handlungsbedarf. Insbesondere zu diesen Fragen wird die Bundesregierung den Dialog mit den Netzbetreibern weiter fortsetzen.

Die Mobilfunknetzbetreiber haben auf dem Internationalen Kongress zum DMF zugesagt, das heute erreichte Niveau der Umsetzung der Selbstverpflichtung zu halten und verpflichten sich, folgende zusätzliche bzw. die Pflichten aus der bestehenden Selbstverpflichtung konkretisierende Maßnahmen zu ergreifen:

- Verbesserung bei der Übersendung der Sendebeginnsanzeige
- Verbesserungen des Konfliktmanagements in Kommunen
- Informationsmaterialien in betriebeigenen Shops für den Verbraucher leichter zugänglich zu machen
- Unterstützung der Forschungsaktivitäten der Bundesregierung zu gesundheitlichen Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks in 2009 und 2010 mit bis zu 500 000 Euro pro Jahr
- Schriftlicher Bericht gegenüber der Bundesregierung alle zwei Jahre über die Erfahrungen mit der Selbstverpflichtung und jährliches Überprüfungsgespräch mit der Bundesregierung.

(http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/dmf_abschluss_massnahmen.pdf)

III. Vorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Die Forschungsvorhaben des BMWi zu „Emissionsminderung“, „Genehmigungsverfahren“ und „Risikokommunikation“ wurden im Jahr 2005 abgeschlossen; die entsprechenden Ergebnisse sind im Internet unter <http://www.mobilfunk-information.de> einsehbar.

Ziel des Forschungsvorhabens „Minimierung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunkanlagen“ war es, ausgehend von einem intelligenten Leistungsmanagement zwischen Mobilfunkbasisstation und Handy, Vorschläge zu einer weiteren Reduzierung der elektromagnetischen Felder aller im Rahmen der Studie betrachteten Funkssysteme zu erarbeiten. Für das intelligente Leistungsmanagement im GSM sollte überprüft werden, welche Parameter verändert werden können, um eine Reduzierung der gesendeten elektromagnetischen Felder zu erreichen. In dieser Studie wurden zudem verfügbare Ergebnisse aus den nationalen und internationalen Gremien ausgewertet. Vergleichend sollten Aussagen über die gesetzlichen und regulatorischen Vorschriften innerhalb der EU und der Schweiz berücksichtigt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der BMWi-Forschungsvorhaben waren Untersuchungen zur Beeinträchtigung von Personen mit Körperhilfen (Herzschrittmachern und Defibrillatoren) und Implantaten durch elektromagnetische Felder des GSM-Mobilfunks, DECT, UMTS, Power Line Communication und Induktionsfunkanlagen sowie Untersuchungen zur Minimierung entsprechender elektromagnetischer Felder.

Das Forschungsvorhaben „Alternative Streitbeilegung in der Mobilfunkdebatte“ des BMWi wurde in erster Linie mit dem Ziel durchgeführt, das Genehmigungsverfahren der Bundesnetzagentur (BNetzA) insbesondere bei der Standortsuche für GSM- und UMTS-Mobilfunkbasisstationen zu unterstützen. Daher wurden auf Basis mediativer Lösungsansätze versuchsweise betroffene Nutzer mit einem Mobilfunknetzbetreiber zusammengebracht, um einvernehmliche Lösungen in der Standortfrage zu erreichen. Mit dem Projekt sollte ein wissenschaftlich dokumentiertes und standardisiertes Modellverfahren entwickelt werden, welches gleichermaßen auf die verschiedenen Standort-Konflikte angewendet werden kann. Darüber hinaus wurde mit diesem Forschungsvorhaben aus dem Bereich Risikokommunikation untersucht, in wie weit der erforderliche Dialog zwischen Mobilfunknetzbetreibern, der öffentlichen Hand und den Betroffenen verstärkt werden kann. Unter Einbeziehung dieser Erkenntnisse werden der Öffentlichkeit weiterhin vom BMWi aktuelle Informationen über die Zusammenhänge und Wirkungen elektromagnetischer Felder sowie über einschlägige Forschungsergebnisse in dem o. g. Internetportal zugänglich gemacht.

Um den konstruktiven Informationsaustausch zwischen Forschung, Industrie und öffentlicher Verwaltung zu fördern, hat das BMWi im Jahr 2007 die Tagung „Mobilfunk zwischen Mensch und Technik“ durchgeführt. Zentrales Diskussionsthema war die Frage, welche Rolle insbesondere öffentliche Verwaltung, Netzbetreiber und Hersteller beim Thema elektromagnetische Felder einnehmen. Die Diskussionsbeiträge wurden im o. g. Internetportal veröffentlicht.

IV. Vorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

IV.1 Potenzialanalyse emissionsmindernder Technologien

Die derzeit eingesetzten Funk-Kommunikationssysteme, die z. B. auf den Standards GSM, UMTS, HSDPA, WLAN (IEEE 802.11), WiMAX (IEEE 802.16) und DVB-T/DVB-H basieren, sind so ausgelegt, dass auf der Empfängerseite gerade noch eine zuverlässige Detektion der Signale erfolgen kann. Dies hat zur Konsequenz, dass bei heute gängigen Funkstandards keine wesentliche Verringerung der elektromagnetischen Belastung mehr möglich ist, da andernfalls erhebliche Leistungseinschränkungen in Kauf genommen werden müssten.

Das BMBF hat die Untersuchung zukünftiger Mobilfunktechnologien mit Blick auf diese Effizienz-Fragestellungen gezielt gefördert. Im zunächst mit rund 1 Mio. Euro geförderten Forschungsvorhaben miniwatt hatte sich ein

breiter Kreis von Experten mit der Effizienzverbesserung zukünftiger Mobilfunksysteme beschäftigt und Vorschläge erarbeitet, mit welchen neuen Technologien die Strahlungsbelastung reduziert werden könnte:

- Kleinzellige Mobilfunknetze (Pico-/Femtozellen),
- selbstorganisierende Funknetze,
- neue Methoden der Raum-Zeit-Signalverarbeitung für Mehrantennensysteme,
- neue Methoden der Datenkompression,
- Nutzung neuer Frequenzbereiche.

Im Rahmen von miniwatt wurde abgeschätzt, dass bei Einsatz dieser Systeme folgende Trends bei der elektromagnetischen Belastung bis 2015 wahrscheinlich sind:

- Obwohl im privaten Bereich die Nutzung der drahtlosen Kommunikation und Steuerung weiterhin stark zunehmen wird, ist wegen verbesserter Effizienz damit zu rechnen, dass die elektromagnetischen Emissionen konstant bleiben. In Büroumgebungen ergibt sich ebenfalls die positive Erwartung, dass die spektrale Leistung sinkt und die Gesamtemission am Arbeitsplatz trotz steigender Datenrate konstant gehalten werden kann. Voraussetzung ist allerdings, dass die Firmen eine konsequente Einführung emissionsmindernder Technologien praktizieren.
- Auch im öffentlichen Bereich werden die Kommunikationsnetze in Zukunft dichter werden. Infolge reduzierter Zellgrößen und durch die Nutzung neuer Techniken wird die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen abnehmen. Ein erhebliches Potenzial zur Senkung der Exposition ist im Aufbau des digitalen Rundfunks zu erkennen, da systembedingt für digitale Übertragungen bei gleichen Randbedingungen weniger Sendeleistung benötigt wird.

Im 2005 gestarteten und ebenfalls mit rund 1 Mio. Euro geförderten Nachfolgevorhaben miniwatt II wurden die Immissionen aktueller und zukünftiger Mobilfunk- und Rundfunkdienste untersucht, insbesondere Erfolg versprechende Maßnahmen zur Minimierung dieser Immissionen. Auf Grund der Beteiligung aller Mobilfunknetzbetreiber stehen die Ergebnisse diesen sofort für geeignete Umsetzungsmaßnahmen zur Verfügung. Ferner werden die Ergebnisse zu den spezifischen Absorptionsraten auch den Endgeräteherstellern zugänglich gemacht.

- Es konnte gezeigt werden, dass feinmaschigere Netzstrukturen und intelligente Antennensysteme gegenüber herkömmlichen Systemen deutliche Vorteile bezüglich der Exposition aufweisen. Ferner wurde festgestellt, dass – ein großes Nutzerinteresse an derselben Information vorausgesetzt – eine rundfunkähnliche Aussendung über ein DVB-T Netz zu einer niedrigeren Immissionsbelastung führt als eine individuelle Verteilung der Information über UMTS.
- Es wurde nachgewiesen, dass die spezifische Absorptionsrate bei Mobiltelefonen durch ein immissionsop-

timiertes Design, z. B. durch die Art der Anbringung der Antenne, deutlich gesenkt werden kann.

- Die Pulshaltigkeit von Funksignalen wurde analysiert und Methoden zu deren Abschwächung identifiziert.
- Die Immissionen bedeutender Funkdienste wurden bestimmt und addiert.
- In weiteren Arbeitspaketen erfolgte eine Abschätzung der möglichen biologisch-medizinischen Wirkungen durch die zu erwartenden Expositionen.

IV.2 Forschung zur Umsetzung emissionsmindernder Technologien

Das BMBF hat in den vergangenen Jahren eine Reihe von Forschungsvorhaben im Rahmen der Leitinnovation Mobiles Internet gefördert, mit denen die Umsetzung der Empfehlungen des Vorhabens miniwatt erforscht worden ist. An diesen erfolgreich abgeschlossenen Forschungsvorhaben wirkten u. a. die weltweit führenden Mobilfunkausrüster mit. Damit war gewährleistet, dass in zukünftigen Mobilgenerationen die Vorschläge zur Emissionsreduzierung der Systeme marktfähig sein werden. Bei den Aktivitäten zur Weiterentwicklung der 3. Mobilfunkgeneration und zur Erforschung eines Gigabit WLAN-Systems hatten mindestens 5 Teilvorhaben mit einem Fördervolumen von rund 7 Mio. Euro unmittelbare Relevanz hinsichtlich der Umsetzung emissionsmindernder Technologien.

Aktuell werden in den BMBF-Forschungsprojekten EASY-C und MIMOWA erhebliche Forschungsanstrengungen unternommen, die spektrale Effizienz drahtloser Kommunikationssysteme mittels Mehrantennensystemen und Funkzellen-Kooperationstechniken weiter zu steigern. Unmittelbare Relevanz für die Minimierung von Strahlungsemission haben innerhalb dieser beiden Projekte v. a. drei mit insgesamt rund 2 Mio. Euro geförderte Teilvorhaben. Diese beschäftigen sich mit der Implementierung von Mehrantennensystemen in Endgeräten und Basisstationen sowie mit Aspekten des Beamformings, d. h. einer effizienten Strahlungsbündelung ähnlich wie im Richtfunk.

V. Maßnahmen der Bundesregierung zur Aufklärung und Information der Bevölkerung

Die Aufklärung der Bevölkerung über mögliche gesundheitliche Wirkungen elektromagnetischer Felder hat für die Bundesregierung einen hohen Stellenwert. Es werden hierfür zum einen Printmedien eingesetzt, zum anderen werden Informationen im Internet bereitgestellt. Weitere Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit sind die Teilnahme an bzw. Durchführung von Informationsveranstaltungen. Der Deutsche Bundestag wird jährlich von der Bundesregierung mit dem Bericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ auch über die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen im Bereich „nichtionisierende Strahlung“ unterrichtet. Im jährlich erscheinenden Jahresbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ des

BMU wird die Fachöffentlichkeit über die neuesten Erkenntnisse auch im Bereich Mobilfunk informiert. Das BfS hat etliche Informationsmaterialien zum Thema Mobilfunk erarbeitet, die auf das Informationsbedürfnis sowohl des Fachpublikums als auch der interessierten Laien bzw. der Kinder und Jugendlichen abgestimmt sind. Hier ist die Broschüre „Strahlung und Strahlenschutz“ zu erwähnen, die Infoblätter zu einzelnen Themen des Mobilfunks, die Strahlenschutzthemen, die sich mit einzelnen Aspekten des Mobilfunks genauer auseinandersetzen, die Broschüre „Mobilfunk: Wie funktioniert das eigentlich“ für Kinder und Jugendliche, und das Unterrichtsmaterial „Mobilfunk“.

Die BNetzA trägt mit ihrer Broschüre „Funk und Umwelt“ aus der Schriftenreihe „regtp facts“ dem Informationsbedürfnis ebenfalls Rechnung.

Für drängende Fragen zu Mobilfunk allgemein und zu aktuellen gesundheitlichen Fragen in Bezug auf hochfrequente elektromagnetische Felder steht der Öffentlichkeit ein kostenloses Bürgertelefon unter der Rufnummer 01888 333 1130 bzw. per E-Mail unter info@bfs.de zur Verfügung.

Im Rahmen des Internetauftritts von BMU (<http://www.bmu.de>) und BfS (<http://www.bfs.de>) werden unter dem Stichwort „Elektromagnetische Felder“ sachliche Informationen zum gesamten elektromagnetischen Spektrum gegeben (Hochfrequenz, Niederfrequenz und UV) sowie häufig gestellte Fragen unter dem Stichwort „FAQ“ beantwortet. Die im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms angestregten Forschungsarbeiten und deren Fortschritt werden für die Öffentlichkeit transparent im Internet unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de> dargestellt.

Unter der Internetadresse <http://www.mobilfunk-information.de> hat das BMWi ein umfassendes Internetportal zur Information der Bevölkerung über Fragen des Mobilfunks und angrenzender Gebiete eingerichtet. Das eigenständige Portal wurde im Jahr 2004 als Themenwebseite in die Internetseite des BMWi integriert. Weiterhin steht bei der BNetzA unter der Adresse <http://emf.bundesnetzagentur.de> eine öffentlich zugängliche Datenbank aller Funkanlagen zur Verfügung, die eine Standortbescheinigung haben. Die Standortbescheinigung weist den einzuhaltenen Sicherheitsabstand zur jeweiligen Funkanlage aus. In diese Datenbank werden neben den Daten von routinemäßigen Überprüfungen von elektromagnetischen Feldern an öffentlichen Plätzen auch die Ergebnisse des demnächst beginnenden EMF-Monitorings (EMF: Elektromagnetische Felder) stehen. Im Rahmen des EMF-Monitoring werden mit transportablen Messstationen (EMF-Monitore) Langzeitmessungen des Hochfrequenzspektrums zwischen 9 kHz und 3 GHz unter Einschluss der Mobilfunkfrequenzen vorgenommen werden. Die Installation dieser EMF-Monitore, die in Abstimmung mit den Bundesländern eingesetzt werden können, wird von den Mobilfunknetzbetreibern finanziert und im späteren Einsatz auch unterstützt.

VI. Fazit und Ausblick

Die Forschungsaktivitäten der Bundesregierung verfolgen einen sehr breiten und umfassenden Ansatz.

– Mit den Vorhaben zur Klärung offener Fragen über gesundheitliche Auswirkungen bezüglich hochfrequenter elektromagnetischer Felder wurde der wissenschaftliche Kenntnisstand zunehmend vertieft, auf dessen Basis erneut festgestellt werden konnte, dass durch die geltenden Grenzwerte der 26. BImSchV die Bevölkerung ausreichend vor gesundheitlichen Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder geschützt ist (BMU).

Um die fachlichen Grundlagen zur Risikobewertung weiter zu verbessern, wird das BMU auch nach Abschluss des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms in 2008 weiterhin gezielt Forschung auf dem Gebiet des Mobilfunks betreiben – insbesondere zu Langzeitwirkungen und Wirkungen auf Kinder – und jährlich 0,5 Millionen Euro für die Forschung zur Verfügung stellen. Die Mobilfunknetzbetreiber haben sich bereit erklärt, die Forschung weiterhin finanziell zu unterstützen.

– Nach Abschluss der Vorhaben zu Genehmigungsverfahren u. a. bei der Standortplanung und zur Risikokommunikation konnte die Information der Bevölkerung erheblich verbessert werden (BMW).i).

– Emissions- und immissionsmindernde Technologien konnten bereits weiterentwickelt werden; weitere Optimierungsmaßnahmen werden mit hohem Aufwand vorangetrieben (BMBF).

VII. Anhang: Forschungsvorhaben der Bundesregierung zum Mobilfunk

VII.1 Vorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Das DMF umfasst insgesamt 54 Forschungsprojekte in den Bereichen Biologie (22 Projekte), Dosimetrie (15 Projekte), Epidemiologie (10 Projekte) und Risikokommunikation (7 Projekte). Die einzelnen Forschungsvorhaben mit Zwischen- bzw. Abschlussberichten sowie weiterführende Informationen zum Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm können unter <http://www.emf-forschungsprogramm.de> nachgelesen werden.

Die Ergebnisse des DMF wurden durch das BfS zusammengefasst und fachlich bewertet. Der hierzu erstellte Gesamtbericht mit Stand vom 15. Mai 2008 kann über den Wirtschaftsverlag NW/Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Postfach 10 11 10, Bürgermeister-Smidt-Straße 74-76, 27568 Bremerhaven bezogen werden (BfS-SG-08/2008, ISBN 978-3-86509-826-9).

Im Folgenden sind die einzelnen Projekte mit einer Kurzbeschreibung aufgelistet:

	Dosimetrie	Stand 01.12.2008
1	<p>Untersuchung der SAR-Verteilung in elektromagnetisch exponierten Versuchstieren</p> <p>Mit Hilfe rechnerischer Methoden soll die Verteilung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) im Körper von exponierten Versuchstieren ermittelt und mit der experimentell ermittelten, möglichst hoch aufgelösten, räumlichen SAR-Verteilung verglichen werden.</p>	Beendet
2	<p>Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, Mess- und Berechnungsverfahren zu entwickeln, die geeignet sind, die Exposition der Bevölkerung im Umfeld von Mobilfunk Basisstationen zu ermitteln.</p>	Beendet
3	<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>Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens für die Erfassung der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder ausgehend von Mobilfunkbasisstationen im Rahmen epidemiologischer Studien.</p>	Beendet
4	<p>Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren im Haushalt und Büro</p> <p>Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung einer detaillierten Übersicht aus strahlenschutztechnischer Sicht über gegenwärtig bereits verwendete und in naher Zukunft am Markt zu erwartende drahtlose Kommunikationseinrichtungen für Heim- und Büroanwendungen sowie die Erarbeitung von mess- und rechentechnischen Verfahren zur Expositionsbestimmung.</p>	Beendet
5	<p>Bestimmung der Expositionsverteilung von HF Feldern im menschlichen Körper, unter Berücksichtigung kleiner Strukturen und thermophysiologisch relevanter Parameter</p> <p>Aufbauend auf den gegenwärtig wissenschaftlich dokumentierten Erkenntnissen bezüglich der Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Felder im menschlichen Körper, sollen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens weiterreichende Untersuchungen, speziell im Hinblick auf anatomisch kleine und empfindliche Organstrukturen des Kopfes (z. B. Auge, Innenohr, Pinealdrüse) durchgeführt werden.</p>	Beendet
6	<p>Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR-Werte), die während der alltäglichen Nutzung von Handys auftritt</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, mögliche Verfahren zur Ermittlung der tatsächlichen Exposition der Nutzer von Mobiltelefonen zu diskutieren. Desweiteren soll durch das Vorhaben an einer Reihe konkreter Beispiele die zeitliche Variabilität sowie die Abhängigkeit der Belastung der Nutzer vom Gerät, von der Netzstruktur und von Umgebungseinflüssen gezeigt werden.</p>	Beendet
7	<p>Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN-Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten</p> <p>Im Rahmen dieses Projektes soll die reale Feldverteilung im Umfeld von WLAN-Sendeantennen in innerstädtischen Gebieten erfasst werden, um ein Bild über die reale Expositionssituation zu bekommen, die sich durch diese Sender für die Bevölkerung ergibt.</p>	Beendet
8	<p>Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von UMTS-Sendeanlagen</p> <p>Als Ergänzung zum Projekt „Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen“ sollen in diesem Projekt Verfahren zur Messung und Berechnung elektromagnetischer Felder in der Umgebung von UMTS-Sendeanlagen entwickelt werden.</p>	Beendet

	Dosimetrie	Stand 01.12.2008
9	<p>Bestimmung der realen Exposition bei Handynutzung in teilgeschirmten Räumen im Vergleich zur Exposition unter günstigen Bedingungen im Freien</p> <p>Die Hypothese, dass die drahtlose Telekommunikation in teilabgeschirmten Räumen (z. B. Handynutzung in Kraftfahrzeugen, der Bahn oder in bestimmten Innenräumen) zu erhöhten Expositionen durch hochfrequente elektromagnetische Felder führt, soll im Rahmen dieses Projektes überprüft und quantifiziert werden.</p>	Beendet
10	<p>Exposition durch körpernahe Sender im Rumpfbereich</p> <p>Dieses Forschungsvorhaben soll die Frage beantworten, ob es im Rumpfbereich sensible, lokale Bereiche gibt, die unter den angesprochenen Randbedingungen stärker exponiert sind, und denen im Rahmen eines wirksamen Strahlenschutzkonzeptes besonders Rechnung zu tragen ist.</p>	Beendet
11	<p>Bestimmung der Exposition der Bevölkerung in der Umgebung von digitalen Rundfunk und Fernsehsendern</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, Untersuchungen an relevanten Typen von DVB-T – und DAB – Sendeanlagen durchzuführen sowie die unterschiedlichen Versorgungskonzepte (analog, digital, Verteilung der Sender) in Hinblick auf die damit verbundene Exposition der Bevölkerung zu bewerten.</p>	Beendet
12	<p>Untersuchungen zu der Fragestellung, ob makroskopische dielektrische Gewebeeigenschaften auch auf Zellebene bzw. im subzellulären Bereich uneingeschränkte Gültigkeit besitzen</p> <p>Dielektrische Eigenschaften von biologischen Geweben wie etwa die elektrische Leitfähigkeit oder die Dielektrizitätskonstante sind makroskopische Größen. Im Rahmen dieses Projektes soll geprüft werden, ob diese Eigenschaften beim Übergang in zelluläre oder gar subzelluläre Dimensionen weiterhin ihre Gültigkeit besitzen.</p>	Endet voraussichtlich Anfang 2009
13	<p>Entwicklung eines praktikablen rechentechnischen Verfahrens zur Ermittlung der tatsächlichen Exposition in komplizierten Immissionsszenarien mit mehreren verschiedenartigen HF-Quellen</p> <p>Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines praktikablen rechentechnischen Verfahrens zur Ermittlung der realen SAR-Werte in komplizierten Immissionsszenarien mit mehreren verschiedenartigen HF-Quellen.</p>	Endet voraussichtlich Anfang 2009
14	<p>Untersuchung des Einflusses von Antennen- und Gerätetopologien von körpernah betriebenen drahtlosen Kommunikationsendgeräten auf die von diesen verursachten SAR Werte</p> <p>Ziel des Vorhabens ist zu untersuchen, welchen Einfluss das Design von Antennen und Geräten sowie die Wahl der Sendefrequenz auf die resultierenden SAR Werte von körpernah betriebenen Endgeräten drahtloser Kommunikationsdienste haben.</p>	Beendet
15	<p>Bestimmung der Exposition durch Ultra-Wideband Technologien</p> <p>Mit Ultrawideband (UWB) steht eine neue Technologie vor der Einführung, die anders als die bisher üblicherweise zur Funkübertragung eingesetzten schmalbandigen Verfahren Expositionen über einen besonders weiten Frequenzbereich hervorrufen wird. Derzeit stehen noch keine geeigneten und anerkannten Verfahren für die Expositionserhebung von UWB Technologien zur Verfügung. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts soll daher der Frage nachgegangen werden, wie derartige Immissionen geeignet zu erheben und zu bewerten sind.</p>	Beendet

	Biologie	Stand 01.12.2008
1	<p>Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie</p> <p>A. Demodulation/Kommunikation</p> <p>Es wird die elektrische Feldverteilung an und in der Zellmembran unter dem Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder berechnet und experimentell überprüft. An neuronalen Netzwerken werden die Aktivität der einzelnen Nervenzellen und die Signalübertragung zwischen den Nervenzellen untersucht.</p>	Beendet
2	<p>Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie</p> <p>B. Pinealdrüse</p> <p>In der Hirnanhangsdrüse wird u. a. das Hormon Melatonin gebildet. Es soll geklärt werden, ob die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks die Hirnanhangsdrüse in ihrer Funktion beeinflussen.</p>	Beendet
3	<p>Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie</p> <p>C. Funktionen</p> <p>An Immunzellen wird der Einfluss eines GSM-Mobilfunksignals auf zelltypspezifische Funktionen wie die Phagozytoseaktivität, die Produktion freier Radikale (Superoxide und Stickoxide) und die Bildung von Interleukinen sowie mögliche Einflüsse auf das Proteinstromat der Zellen untersucht.</p>	Beendet
4	<p>Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder</p> <p>Mäuse eines für die Entstehung einer bestimmten Form des Blutkrebses (lymphoblastische Lymphome) empfindlichen Zuchtstammes werden lebenslang elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks ausgesetzt. Es werden die Überlebensrate und das Körpergewicht dokumentiert, Blutwerte analysiert, und relevante Organe auf das Auftreten von Tumormarkern (Tumorkennzeichen) untersucht.</p>	Beendet
5	<p>in vivo-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation</p> <p>A. Langzeituntersuchungen</p> <p>Hier werden über drei Generationen hinweg Labornager Mobilfunkfeldern ausgesetzt. Der Gesundheitszustand der Tiere, die Körperentwicklung, die Vermehrungsfähigkeit und vor allem mögliche Auswirkungen auf Lernleistung und Gedächtnis werden untersucht.</p>	Beendet
6	<p>in vivo-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation</p> <p>B. Kanzerogenese</p> <p>Hier wird untersucht, ob die Felder der UMTS-Mobilfunktechnologie bei dauerhafter Befeldung die Leukämierate oder die Bildung solider Tumore in einem Leukämie-Tiermodell, den AKR-Mäusen, beeinflussen.</p>	Beendet
7	<p>in vivo-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation</p> <p>C. Blut-Hirn-Schranke</p> <p>Ziel des Forschungsvorhabens ist die Untersuchung der Frage, ob und wie Zellen der Blut-Hirn-Schranke durch hochfrequente Felder der Mobilfunktechnologie beeinflusst werden.</p>	Beendet

	Biologie	Stand 01.12.2008
8	<p>Einfluss der Mobilfunkfelder auf die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke von Labornagern (in vivo)</p> <p>Aufgabe dieses Vorhabens ist es, den Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke im Tiermodell Ratte zu bestimmen. Es wird untersucht, ob Schäden – ggf. auch zeitverzögert – auftreten, ob sich eine eventuell erhöhte Durchlässigkeit wieder rückbildet, und ob etwaige Veränderungen als Hinweis für eine Gesundheitsschädigung gewertet werden können.</p>	Beendet
9	<p>Untersuchung möglicher genotoxischer Effekte von GSM-Signalen auf isoliertes menschliches Blut</p> <p>In der geplanten Studie über mögliche HF-bedingte, genotoxische Effekte werden DNA-Strangbrüche, chromosomale Veränderungen, Mikrokerne und Schwesterchromatidaustausche untersucht. Dazu wird Blut von mehreren Spendern (Erwachsene und Kinder) mit Mobilfunksignalen befeldet und nach einem einheitlichen Protokoll in drei Labors, die nicht die Befeldung durchgeführt haben, parallel analysiert.</p>	Endet voraussichtlich Mitte 2009
10	<p>Einfluss von GSM Signalen auf isoliertes menschliches Blut</p> <p>B. Differenzielle Genexpression</p> <p>Ziel des Projekts ist die Untersuchung der Frage, ob Felder des Mobilfunks das Proteilmuster in Blutzellen (z. B. die Bildung von Stressproteinen) beeinflussen. Analog zum Projekt Genotoxizität werden Blutzellen (Lymphozyten) erwachsener und jugendlicher Spender befeldet und analysiert.</p>	Endet voraussichtlich im 1. Quartal 2009
11	<p>Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane</p> <p>A. Das Hörsystem</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, mögliche Effekte von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf das Hörsystem zu beschreiben und deren Wirkungsmechanismen zu untersuchen, um die gesundheitliche Relevanz beurteilen zu können.</p>	Beendet
12	<p>Möglicher Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung des Mobilfunks auf das Auslösen und den Verlauf von Phantomgeräuschen (Tinnitus)</p> <p>Als Ergänzung zu dem Projekt „Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane. A. Das Hörsystem“ soll hier untersucht werden, ob und ab welcher Intensität hochfrequente elektromagnetische Felder des Mobilfunks Tinnitus auslösen könnten.</p>	Beendet
13	<p>Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane.</p> <p>B. Das visuelle System</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, mögliche Effekte von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf das Auge zu beschreiben und deren Wirkungsmechanismen zu untersuchen, um die gesundheitliche Relevanz beurteilen zu können.</p>	Beendet
14	<p>Machbarkeitsstudie zur Untersuchung altersabhängiger Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter</p> <p>In einer umfassenden Literatur- und Datenrecherche wurden mögliche altersabhängige Auswirkungen der HF-Exposition untersucht und kritische Zielstrukturen diskutiert. Als Ergebnis wird empfohlen, kopfnah betriebene Strahlungsquellen mit höchster Priorität zu betrachten. Obwohl auch biologische und epidemiologische Studien machbar sind, werden Projekte mit dosimetrischer Ausrichtung favorisiert. Die Machbarkeitsstudie zeigt, dass in einer einzelnen Hauptstudie zwar die Fragestellung nicht umfassend beantwortet werden kann, wichtige Teilaspekte aber sinnvoll bearbeitet werden können. Eine Hauptstudie wird auf Basis der Machbarkeitsstudie durchgeführt.</p>	Beendet

	Biologie	Stand 01.12.2008
15	<p>Untersuchung der altersabhängigen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter (Hauptstudie)</p> <p>Durch möglichst realitätsnahe Modellierung sowohl des kindlichen Kopfes als auch der Strahlungsquelle soll die Frage nach Ausmaß und Verteilung der Energieaufnahme und Temperaturveränderungen im kindlichen Kopf untersucht werden. Dabei werden altersabhängige Unterschiede so weit wie möglich berücksichtigt. Untersuchungen an Probanden (Dicke und Elastizität des Ohres, Temperaturmessungen im Gehörgang und auf der Haut) fließen in die Modellierungen ein.</p>	Endet voraussichtlich im 1. Quartal 2009
16	<p>Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es zu klären, ob hochfrequente elektromagnetische Felder, die von Mobiltelefonen abgegeben werden, die Gehirnaktivität (Schlaf und kognitive Leistungsfähigkeit) beeinflussen können.</p>	Beendet
17	<p>Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, den Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder von Basisstationen des Mobilfunks auf die Schlafqualität der Bevölkerung in der Nähe einer Mobilfunksbasisstation zu untersuchen.</p>	Beendet
18	<p>Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen</p> <p>In Ergänzung zu dem Projekt „Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen“ soll hier die Reaktion auf den Wegfall der elektromagnetischen Exposition in den Wohnungen von Betroffenen untersucht werden.</p>	Beendet
19	<p>Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ mittels einer epidemiologischen Studie an „elektrosensiblen“ Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter</p> <p>Ziel des Vorhabens ist die Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ an Patienten, die sich als elektrosensibel gegenüber elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks betrachten. Die Studie soll klären, ob der selbstdiagnostizierten Elektrosensibilität eine besondere Empfindsamkeit oder Wahrnehmung elektromagnetischer Felder zugrunde liegt und wie die Gruppe der „Elektrosensiblen“ hinsichtlich psychischer und labor-klinischer Parameter charakterisiert ist.</p>	Beendet
20	<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>In dem Forschungsvorhaben soll anhand objektiver medizinischer Tests geklärt werden, ob Allergien und eine besonders hohe Belastung mit bzw. eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Schwermetallen und Chemikalien tatsächlich bedeutsam für das Auftreten von Elektrosensibilität sind, und wie sich dieser Zusammenhang gegebenenfalls auf Art und Stärke der gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Betroffenen auswirkt.</p>	Endet voraussichtlich Anfang 2009
21	<p>Langzeitstudie an Labornagern mit UMTS-Signalen</p> <p>In dieser Studie soll geklärt werden, ob eine Langzeitexposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks nach UMTS-Standard Vermehrungsfähigkeit und Entwicklung beeinflusst.</p>	Beendet

	Biologie	Stand 01.12.2008
22	<p>Einfluss hochfrequenter Felder des Mobilfunks auf die metabolische Umsatzrate im Tiermodell (Labornager)</p> <p>Im Forschungsprojekt „Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder“ wurde eine signifikant höhere Gewichtszunahme bei den nach GSM-Standard, SAR 0.4 W/kg chronisch exponierten Tieren im Vergleich zur Kontrolle beobachtet. Im vorliegenden Projekt soll untersucht werden, ob diese detektierte Gewichtszunahme auf eine Beeinflussung des Metabolismus unterhalb der Schwelle für gesicherte thermische Effekte zurückzuführen ist.</p>	Endet voraussichtlich Ende 2008

	Epidemiologie	Stand 01.12.2008
1	<p>Machbarkeitsstudie für eine Kohortenstudie, die dazu dienen soll, anhand hoch-exponierter (Berufs-)gruppen ein möglicherweise erhöhtes Krankheitsrisikos durch die Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zu erfassen</p> <p>Ziel des Vorhabens war es, im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu prüfen, ob in Deutschland eine Kohortenstudie zu hoch exponierten (Berufs-)gruppen durchgeführt werden kann. Es wurden potentielle 30 Berufsgruppen identifiziert und auf festgelegte Kriterien zur Machbarkeit einer Kohortenstudie geprüft. Nur drei Gruppen erfüllten die Kriterien. Für diese wurde ein mögliches Studiendesign erarbeitet und Vor- und Nachteile der Durchführung einer entsprechenden Kohortenstudie bewertet. Gesamtergebnis der Bewertung war, dass kein Studiendesign für eine Kohortenstudie festgelegt werden konnte, welches eine verzerrungsfreie Abschätzung des Erkrankungsrisikos durch HF-EMF erlaubt hätte. Das BfS hat deshalb entschieden, keine Kohortenstudie an hoch HF-exponierten Personen durchzuführen.</p>	Beendet
2	<p>Prospektiven Kohortenstudie unter Handynutzern</p> <p>Zur Untersuchung von Langzeiteffekten von Handynutzung ist geplant, international eine prospektive Kohortenstudie zu Handynutzern mit 250 000 Kohortenmitgliedern in mehreren Studienzentren durchzuführen. In einer Machbarkeitsstudie wurde geprüft, ob in Deutschland eine Studie mit 50 000 Kohortenmitgliedern aufgebaut werden kann, die die Anforderungen des internationalen Studienprotokolls erfüllt. Die Machbarkeitsstudie zeigte, dass aufgrund der geringen Teilnahmeraten der Probanden eine solche Studie nur mit extrem großem Aufwand aufgebaut werden könnte. Aus diesem Grund hat das BfS beschließen müssen, im Rahmen des DMF-Programms keine solche Studie zu finanzieren.</p>	Beendet
3	<p>Beteiligung an einer Fall-Kontroll-Studie zu Aderhautmelanomen und Radiofrequenzstrahlung (RIFA-Studie)</p> <p>In einer von der DFG und der Uni Essen finanzierten Fall-Kontroll-Studie wird der Frage nachgegangen, inwieweit für häufige Nutzer eines Mobiltelefons ein erhöhtes Risiko besteht, an einem seltenen Augentumor zu erkranken. Ziel der zusätzlichen finanziellen Unterstützung durch das BfS war es, zusätzliche Interviews bei Fällen und Kontrollen durchzuführen, um die Aussagekraft der Studie zu erhöhen. Die Erhebung bei Fällen und Kontrollen ist abgeschlossen. Insgesamt wurden 458 Fälle und 1.210 Kontrollen interviewt. Die statistische Auswertung, die nicht Gegenstand dieses Projekts war, erfolgt derzeit.</p>	Beendet
4	<p>Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen</p> <p>Im Rahmen einer Basiserhebung wurde ein bundesweiter Querschnitt von ca. 40 000 Personen zu gesundheitlichen Beschwerden und subjektivem Expositionserleben befragt, sowie eine grobe Abschätzung der Felder von Mobilfunkbasisstationen über die Standortdaten der Basisstationen und Angaben der Probanden vorgenommen. Auf Basis einer Vertiefungserhebung bei 3 200 regional aus der Basiserhebung ausgewählten Probanden erfolgen detaillierte Erhebungen der Beschwerden und Confounder. Darauf aufbauend werden Risikoanalysen durchgeführt.</p>	Beendet

	Epidemiologie	Stand 01.12.2008
5	Ergänzungsstudie zu Probanden der Querschnittsstudie Im Rahmen der Vertiefungserhebung des Vorhabens „Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunk-Basisstationen“ werden zusätzlich Personendosimeter zur Expositionsbestimmung eingesetzt.	Beendet
6	Validierung des Expositionssurrogats der Querschnittsstudie Auf der Grundlage der in der Ergänzungsstudie zur Querschnittsstudie für 1 500 Probanden durchgeführten Messungen soll eine externe Validierung des Expositionssurrogats der Hauptstudie durchgeführt werden.	Beendet
7	Erweiterungsstudie einer multinationalen epidemiologischen Studie des möglichen Zusammenhangs zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Auftreten von Tumoren des Kopf- und Halsbereiches (INTERPHONE-Studie) Zur Klärung, ob bei Verwendung eines Mobiltelefons ein erhöhtes Hirntumorrisiko vorliegt, initiierte die WHO eine internationale Fallkontrollstudie, die in 13 Ländern nach einem einheitlichen Studienprotokoll durchgeführt wird. Durch das DMF wird eine Erweiterungsstudie finanziert, mit der die Aussagekraft des deutschen Studienteils gestärkt und die Übertragung der Ergebnisse der internationalen Studie auf deutsche Verhältnisse verbessert werden soll.	Beendet
8	Retrospektive Expositionsabschätzung bei Teilnehmern der INTERPHONE-Studie Im Rahmen dieses Vorhabens wird ein wichtiger Aspekt der Auswertung der Interphone-Rohdaten – die retrospektive Expositionsabschätzung – mitfinanziert.	Endet voraussichtlich 2008
9	Epidemiologische Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen Ziel des Vorhabens ist es, die Hypothese eines erhöhten Kinderleukämierisikos in der Umgebung starker Fernseh- und Rundfunksender in einer deutschlandweiten epidemiologischen Studie zu untersuchen	Beendet
10	Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern Ziel dieses Vorhabens ist es, im Rahmen einer bevölkerungsbezogenen Querschnittsstudie den Zusammenhang der akuten subjektiven Befindlichkeit mit der individuell gemessenen und selbsteingeschätzten Exposition von Mobilfunkfeldern bei Kindern und Jugendlichen zu untersuchen.	Endet voraussichtlich Anfang 2009

	Risikokommunikation	Stand 01.12.2008
1	Zielgruppenanalyse zur differenzierten Information Ziel des Vorhabens war es, die zentralen Zielgruppen für die Informations- und Kommunikationsmaßnahmen im Bereich Mobilfunk zu identifizieren und hinsichtlich ihrer charakterisierenden Merkmale und Eigenschaften zu beschreiben, um eine Grundlage für die zielgruppen-gerechte Information im Bereich Mobilfunk zu gewinnen.	Beendet
2	Wissensbasierte Literaturdatenbank über die Einwirkungen elektromagnetischer Felder auf den Organismus und auf Implantate Ziel des Vorhabens war es, eine fundierte, objektive und interessenunabhängige Informationsquelle zu schaffen, um die Diskussion über mögliche gesundheitliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf eine sachlichere Grundlage zu stellen und den interessierten Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit zu geben, die tatsächlichen oder vermeintlichen Risiken durch elektromagnetische Felder objektiv einzuschätzen.	Beendet

	Risikokommunikation	Stand 01.12.2008
3	<p>Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks – jährliche Umfragen</p> <p>In jährlichen repräsentativen Umfragen werden die Wahrnehmung und Sorgen der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks ermittelt und mögliche Veränderungen erfasst.</p>	Beendet
4	<p>Innovative Verfahren zur Konfliktschlichtung bei der Standortbestimmung von Mobilfunksendeanlagen</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, exemplarische Lösungen für die Standortproblematik zu finden und anhand eines Leitfadens eine sachliche Auseinandersetzung um den Mobilfunk vor Ort zu unterstützen. Anhand dieses Leitfadens soll den Kommunen Informationen an die Hand gegeben werden, wie die angemessene Information der Bürger im Rahmen der Standortbestimmung von Mobilfunksendeanlagen erfolgen kann.</p>	Beendet
5	<p>Ergänzende Informationen über Elektrosensible</p> <p>Ziel des Vorhabens ist es, nähere beschreibende Informationen über elektrosensible Personen im Bereich der soziodemografischen und weiteren Persönlichkeitsmerkmale zu erheben. Damit sollen die Kenntnisse über elektrosensible Personen über den medizinisch-biologischen Bereich hinaus ergänzt und diese Personengruppe „im Ganzen“ beschrieben werden.</p>	Beendet
6	<p>Untersuchung der Kenntnis und Wirkung von Informationsmaßnahmen im Bereich Mobilfunk und Ermittlung weiterer Ansatzpunkte zur Verbesserung der Information verschiedener Bevölkerungsgruppen</p> <p>Ziel dieses Vorhabens ist es, die Kenntnis und Wirkung in der Öffentlichkeit der im Bereich Mobilfunk zahlreich vorhandenen Informations- und Kommunikationsmaßnahmen zu untersuchen.</p>	Beendet
7	<p>Unterstützung der Kooperation der Mobilfunkakteure durch die lokale Agenda 21</p> <p>Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die vorhandenen Erfahrungen und Potenziale aus den lokalen Agenda 21-Prozessen auszuwerten und daraus Empfehlungen für die Kooperation der Beteiligten im Mobilfunkbereich abzuleiten.</p>	Beendet

VII.2 Vorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Die im Folgenden aufgeführten Forschungsprojekte zu Genehmigungsverfahren und Risikokommunikation sind bereits abgeschlossen; die Ergebnisse sind unter <http://www.mobilfunk-information.de> im Internet einsehbar.

	Genehmigungsverfahren
36/02	Machbarkeitsstudie „Alternative Streitbeilegung in der aktuellen EMVU-Debatte“
37/02	Schutz von Personen mit Implantaten und Körperhilfen in elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunktanlagen
38/09	Minimierung elektromagnetischer Felder des Mobilfunks, UMTS, DECT, Powerline und Induktionsfunktanlagen.
	Risikokommunikation
38/02	Verbesserung der für die Öffentlichkeit zur Verfügung stehenden Informationen über Effekte der elektromagnetischen Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) in Mobilfunkfeldern

VII.3 Vorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Die nachfolgend aufgeführten Forschungsprojekte sind mit Ausnahme der drei letztgenannten Vorhaben abgeschlossen. Die Ergebnisse zu miniwatt sind in Form einer Broschüre auf der Webseite des Projektträgers ([http:// www.pt-dlr.de](http://www.pt-dlr.de)) veröffentlicht.

	Potenzialanalyse emissionsmindernder Technologien (ca. 2 Mio. Euro Fördervolumen)	
01BU 250	Förderschwerpunkt hyperNET -Teilvorhaben: Alternative Funksysteme zur Verminderung der Strahlungsdichte im digitalen Rundfunk, Mobilfunk und bei drahtlosen LANs (miniwatt I)	Beendet
01BU 550	Minimierung der Immission künftiger Funkdienste (miniwatt II – technischer Teil)	Beendet
	Forschung zur Umsetzung emissionsmindernder Technologien (ca. 9 Mio. Euro Fördervolumen, davon ca. 7 Mio. Euro abgeschlossene Projekte)	
01BU 350	Leitinnovation Mobile Internet – 3GET – Teilvorhaben: Entwurf von Mehrträger-Mobilfunksystemen mit kooperativen, verteilten Antennen;	Beendet
01BU 358	Leitinnovation Mobile Internet – 3GET – Teilvorhaben: Konzeption, Entwicklung und Analyse neuartiger Funkzugangstechniken für die Evolution der Mobilfunksysteme der dritten Generation	Beendet
01BU 370	Leitinnovation Mobile Internet – WIGWAM – Teilvorhaben: Breitbandige HF-Funkübertragung mit Hilfe von Kompensations- und Adaptionstechniken im Basisband;	Beendet
01BU 351	Leitinnovation Mobile Internet – 3GET – Teilvorhaben: Multistandard-Architekturen für blockbasierte Codierungsverfahren – MARCOV I	Beendet
01BU 352	Leitinnovation Mobile Internet – 3GET – Teilvorhaben: Multistandard-Architekturen für blockbasierte Codierungsverfahren – MARCOV II	Beendet
01BU 0686	EUREKA-Verbundprojekt MIMOWA – (MEDEA+ 2A 103) – Teilvorhaben: Mehrantennensysteme für mobile Endgeräte	läuft noch bis 2009
01BU 0642	Verbundvorhaben: EASY-C – Teilvorhaben: Realisierung eines digitalen Hochfrequenzsubsystems mit integrierten aktiven Antennen für zukünftige zelluläre Mobilfunksysteme	läuft noch bis 2010
01BU 0646	Verbundvorhaben: EASY-C – Teilvorhaben: Szenarien für adaptive Gruppenantennen mit mehreren Sende-/Empfangsantennen und veränderbarer Richtcharakteristik	läuft noch bis 2010