

VI NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG

(NON-IONISING RADIATION)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

1. **Optische Strahlung - Forschung und aktuelle Themen**
(Optical radiation - research and current topics)

1.1 **Solares UV-Monitoring**
(Terrestrial UV-Monitoring)

An den Messstationen des deutschen UV-Messnetzes (ausführliche Informationen in Teil A - VI - 1.4) wird täglich die UV-Strahlung gemessen.

Sowohl die täglichen Messwerte aller Stationen als auch die 3-Tages-Prognose in den Sommermonaten werden vom BfS (<http://www.bfs.de/uv/uv2/uvi>) als UVI-Werte veröffentlicht. In Abbildung 1.1-1 wurden für das Jahr 2005 die maximalen und mittleren UVI-Werte eines jeweiligen Monats für den Norden (Messstation Westerland und Zingst), die Mitte (Messstation Dortmund, Langen und Kulmbach) und den Süden (Messstation München) der Bundesrepublik dargestellt.

Man erkennt zum einen die große Schwankungsbreite der UV-Werte, die vor allem wetterbedingt sind. Andererseits ist zu beobachten, dass zumindest schon im April in der Mitte Deutschlands UVI-Werte von 7 auftraten, d. h., dass Schutzmaßnahmen für die Haut ab dieser Zeit empfehlenswert waren.

Eine statistische Auswertung der bisherigen Messdaten lässt seit 1993 einen leichten Anstieg der UV-Strahlung erkennen. Ein durch Ozon bedingter Effekt kann jedoch auf Grund der vielfältigen Einflussgrößen derzeit nicht nachgewiesen werden.

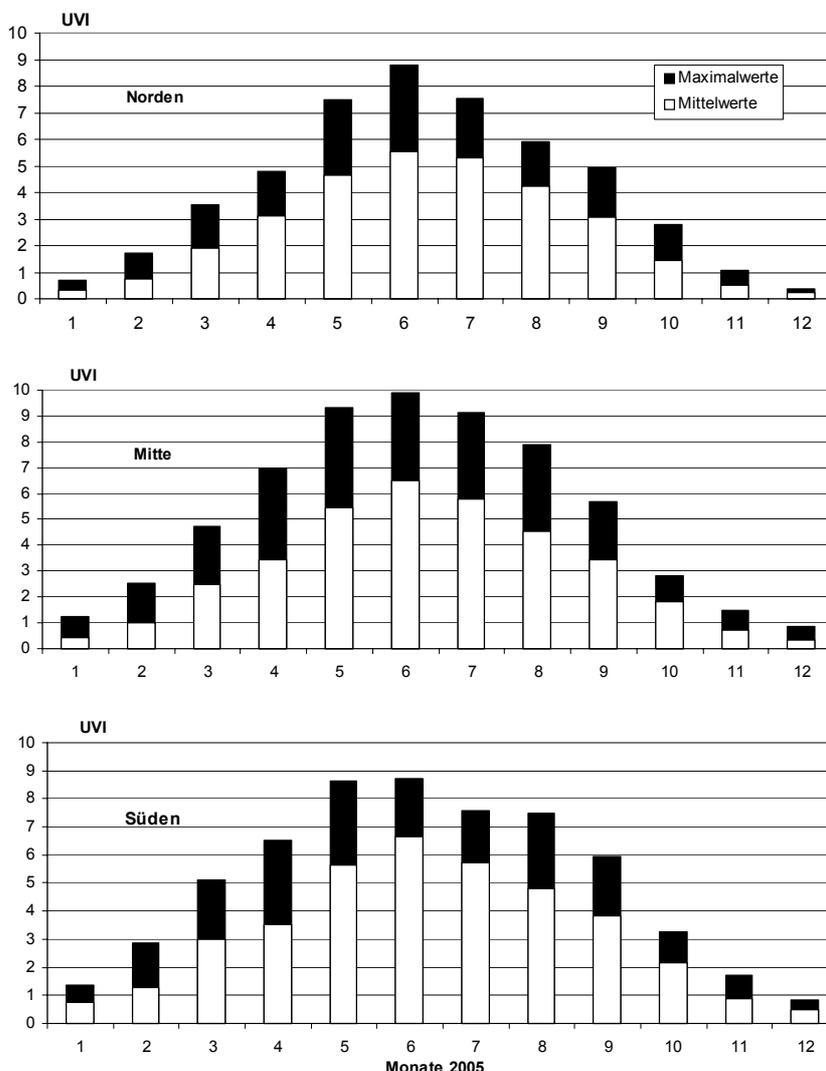


Abbildung 1.1-1 **Maximale und mittlere UVI-Werte der Monate im Jahr 2005**
(Maximum and mean UVI values per month in the year 2005)

1.2 Forschung bei optischer Strahlung (Research on optical radiation)

Die Einwirkung von künstlicher oder im Sonnenlicht enthaltener UV-Strahlung führt zu dauerhaften und irreversiblen Veränderungen der Haut. Auch im Jahr 2005 wurden deshalb Forschungsvorhaben im Bereich UV durch das BfS betreut, die die unterschiedlichen Entstehungsmechanismen von Hautkrebs auf Grund erhöhter UV-Bestrahlung näher beleuchten.

Forschungsvorhaben zum Thema UV

- Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkrebs Teilprojekt 2: „Molekularbiologische Prozesse bei UV-induzierten Hautkrebsen“
- Untersuchung der Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses - Entwicklung von biologischen Indikatoren für die bereits erfolgte Schädigung der Haut durch UV-Strahlung und für das individuelle Hautkrebsrisiko
- Körperflächenbezogene UV-Dosimetrie solarer UV-Strahlung an Tagen mit durchbrochener Bewölkung

Im Rahmen des Projektes „Untersuchung molekularer und zellulärer Entstehungsmechanismen UV-induzierter Hautkrebs; Teilprojekt 2 „Molekularbiologische Prozesse bei UV-induzierten Hautkrebsen“ (2002 – 2004) wurden Erkenntnisse über die Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses erweitert. Unter anderem wurden Faktoren für die unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Personen gegenüber UV-induziertem Hautkrebs wie z. B. die Pigmentierung der Haut, unterschiedliche Reparaturkapazitäten der Zellen und immunologische Parameter näher charakterisiert. Es konnten in dem Vorhaben wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden für eine Verbesserung des UV-Schutzes und für eine bessere Aufklärung der Bevölkerung. Nach neueren Erkenntnissen bietet die Anwendung von Sonnenschutzmitteln allein keinen ausreichenden Schutz gegen Hautkrebs. Die Entwicklung eines geeigneten Screening-Tests für das individuelle Risiko, an Hautkrebs zu erkranken, liefert einen wesentlichen Beitrag für verbesserte Vorsorgemaßnahmen. Die Ergebnisse des Vorhabens wurden in mehreren Artikeln in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht.

Das Projekt „Untersuchung der Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses – Entwicklung von biologischen Indikatoren für die bereits erfolgte Schädigung der Haut durch UV-Strahlung und für das individuelle Hautkrebsrisiko“ (2002 – 2005) hat zum Ziel, weitere Einsichten in die Entstehungsmechanismen des UV-induzierten Hautkrebses zu erlangen. Es konnte gezeigt werden, dass in der Basalzellschicht der Epidermis menschlicher Haut nach UV-Exposition *in-vivo* Zellen auftreten, die einen der wichtigsten UV-induzierten DNA-Schäden, das Cyclobutan-Pyrimidindimer (CPD), im Kern akkumulieren. Die Zellen („CPD-retaining basal cells“ CRBCs) verbleiben mindestens 6 Wochen, d. h. über einen Regenerationszyklus der Haut hinweg, in der Epidermis und es haben sich Hinweise darauf ergeben, dass es sich bei einem Teil der CRBCs um epidermale Stammzellen handelt. Die Induktion der CRBCs scheint in erster Linie von der UV-Exposition abzuhängen und erfolgt in gleicher Weise in gesunden Personen wie in Personen mit Hautkrebs in der Anamnese. Wichtig für die Entstehung von Hautkrebs ist deshalb offensichtlich das weitere „Schicksal“ der CRBCs, d. h., Prozesse, die nach der Induktion von CRBCs in der Epidermis ablaufen. Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die bisherige Empfehlung, Sonnenbrände zu vermeiden, offensichtlich nicht ausreicht, um das Hautkrebsrisiko zu senken. Auch die Verwendung von Sonnenschutzmitteln bietet nach neueren Erkenntnissen keinen ausreichenden Schutz gegen Hautkrebs. Nach den Ergebnissen des Vorhabens führen bereits tägliche UV-Expositionen mit Dosen, die noch nicht zu einem Sonnenbrand führen, über einen längeren Zeitraum zu einer dauerhaften Schädigung der Epidermis. Chronischen UV-Expositionen mit niedrigen Dosen ist ein Großteil der Bevölkerung zumindest während der Sommermonate ausgesetzt. Die im Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse müssen bei der Aufklärung der Bevölkerung über die schädigende Wirkung von UV-Strahlung und bei den entsprechenden Empfehlungen berücksichtigt werden. Einen Einfluss auf die Empfehlungen bezüglich der Nutzung von Solarien sollten darüber hinaus die Untersuchungen haben, die zeigen, dass eine UVA-Bestrahlung (wie sie in Solarien angeboten wird) die Kapazität der Zellen, durch solares UV induzierte Schäden zu reparieren, möglicherweise herabsetzt. Die oft empfohlene Vorbräunung im Solarium hat demnach keine Schutzwirkung, sondern im Gegenteil eher eine propagierende Wirkung auf die Hautkrebsentstehung.

Das Forschungsvorhaben „Körperflächenbezogene UV-Dosimetrie solarer UV-Strahlung an Tagen mit durchbrochener Bewölkung“ (März 2005 – November 2005) hatte zum Ziel, insbesondere für Situationen mit durchbrochener Bewölkung Daten zu erheben und Erkenntnisse zu gewinnen, die es ermöglichen, aus den Messergebnissen des bundesweiten solaren UV-Messnetzes des BfS/UBA zu einer verbesserten Abschätzung der tatsächlichen UV-Belastung der Bevölkerung zu gelangen. Es konnte gezeigt werden, dass aus den Messungen bei einer konstanten Wellenlänge von $\lambda_E = 312 \text{ nm}$ die erythemwirksame Bestrahlungsstärke E_r mit hoher Genauigkeit (Fehler im Bereich weniger Prozent) errechnet werden konnte, so dass diese Methode sehr gut geeignet ist, E_r zeitlich hoch aufgelöst zu erfassen. Der Vergleich der auf diese Weise ermittelten Werte mit den zeitgleich im Rahmen des BfS/UBA-Messnetzes mit dem zweiten Spektralradiometer gemessenen E_r -Werte zeigt, dass es bei durchbrochener Bewölkung zu einer kurzfristigen, absoluten Erhöhung der erythemgewichteten UV-Strahlung um bis zu 20% (Gesamtstrahlung um über 50%) gegenüber unbewölkten Bedingungen kommen kann. Dies geschieht bei speziellen Wetterbedingungen, nämlich vorwiegend bei Schönwetterwolken mit etwa 5 bis 7 Achtel Bedeckungsgrad. Der Betrag bzw. die Dauer dieser kurzfristigen Erhöhung zu Beginn bzw. am Ende durchziehenden Cumuluswolken ist allerdings geringer als die Reduktion der Bestrahlungs-

stärke infolge der Abschattung durch die Wolken selber. Daher ist die am Erdboden empfangene Bestrahlungsdosis gegenüber derjenigen bei unbewölkten Bedingungen insgesamt doch reduziert, was entsprechende Modellrechnungen für die entsprechenden Messtage zeigen konnten. Die Reduktion variiert vor allem in Abhängigkeit von der Art der Wolken und dem Bedeckungsgrad. Im geringsten Fall beträgt sie lediglich etwa 10 %. Als Folge dessen verlängert sich entsprechend die Expositionszeit bis zum Erreichen einer MED. Eine Abhängigkeit der Reduktion von der Neigung der Empfängerfläche zeigte sich nicht, nur die bekannte Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der Empfängerneigung.

1.3 Internationaler Workshop „UV und Vitamin D“ (*International workshop on UV Exposure guidance*)

Im Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg, fand am 17. und 18. Oktober 2005 der Internationale Workshop „International Workshop on UV exposure guidance: A balanced approach between health risks and health benefits“ statt. Er wurde ausgerichtet durch die Organisationen ICNIRP, WHO und EUROSKIN. Ziel des Workshops war es, den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu UV- und Vitamin-D-Wirkungen zusammenzufassen und eine Empfehlung zur Sonnenexposition zu erarbeiten, die den gesundheitlichen Risiken und Nutzen von UV und Vitamin D gerecht wird. Die bisherigen Empfehlungen zu Sonnenexposition von Strahlenschutz- und Vitamin-D-Experten sind widersprüchlich. Die gesundheitsschädigenden Wirkungen von UV sind seit Jahren nachgewiesen. Gleichzeitig induziert UV-B-Strahlung in der Haut die Produktion von Pro-Vitamin D₃, das zu Vitamin D umgewandelt wird. Vitamin D reguliert den Kalziumspiegel im Blut und spielt dadurch eine essenzielle Rolle im Aufbau und Erhalt des Knochengewebes. Neuere epidemiologische Studien liefern Hinweise, dass ein Mangel an Vitamin D mit einigen Krebsarten wie Darmkrebs, aber auch Brust- und Prostatakrebs, korreliert zu sein scheint. Es wurden die Fragen nach dem optimalen Vitamin-D-Spiegel und einen möglichen Ausgleich von Vitamin-D-Mangel z. B. durch eine Vitamin-D-Anreicherung in Nahrungsmitteln diskutiert. Der Besuch von Solarien als eine Methode zur Deckung des Vitamin-D-Bedarfs wurden von der überwiegenden Mehrheit der Workshop-Teilnehmer als ungeeignete Vitamin-D-Quelle bewertet. Große Übereinstimmung bestand darin, dass körperliche Aktivitäten im Freien als gesundheitsfördernd anzusehen sind, und entsprechende Sonnenschutzmaßnahmen bei UV-Indices höher als 3 propagiert werden sollen.

Die Vorträge und Ergebnisse des Workshops sowie die Diskussionen hierzu wurden nach Durchlaufen eines Gutachter-gestützten Prozesses in der Fachzeitschrift „Progress in Biophysics & Molecular Biology“, Vol. 92 (1) publiziert (<http://www.sciencedirect.com>).

1.4 Zertifizierung von Solarienbetrieben (*Certification of solaria*)

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

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

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

Die wesentlichen Kriterien für eine Zertifizierung von Sonnenstudios sind:

- definierte Gerätestandards mit limitierter UV-Bestrahlung,
- Prüfungsvorschriften,
- einheitliche Betriebsabläufe bzgl. der Hygiene und
- fachliche Qualifikation der im Kundenkontakt stehenden Mitarbeiter.

In 2004 wurden durch das Bundesamt für Strahlenschutz fünf Betriebe als Zertifizierungsstelle für Solarien akkreditiert. In Folge wurden bis Ende 2005 insgesamt 55 Solarienbetriebe zertifiziert. In Anbetracht der Gesamtzahl der Solarienbetriebe ist diese Anzahl unbefriedigend und zwingt zu einer Überprüfung des Instruments der Freiwilligkeit.

2. Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder - Forschung und aktuelle Themen (*Electric, magnetic and electromagnetic fields - research and current topics*)

2.1 Niederfrequente elektrische und magnetische Felder (*Low-frequency electric and magnetic fields*)

Auf Grund der konsistenten Ergebnisse epidemiologischer Studien und einiger Untersuchungen an Zelllinien wird eine Krebs begünstigende Wirkung niederfrequenter Magnetfelder z. B. für kindliche Leukämie und Brustkrebs bei magnetischen Flussdichten weit unterhalb des Grenzwerts von 100 μT diskutiert. Die SSK hat ein erhöhtes Risiko für Leukämieerkrankungen bei Kindern, die längere Zeit einer nächtlichen Exposition von 0,4 μT magnetischer Flussdichte und darüber ausgesetzt sind, als Verdacht für eine mögliche gesundheitliche Beeinträchtigung eingestuft. Und dies, obwohl für niedrige Intensitäten niederfrequenter Magnetfelder nach wie vor kein Wirkungsmechanismus nachgewiesen ist. Von der IARC werden niederfrequente Magnetfelder als „möglicherweise kanzerogen“ eingestuft.

Liburdy *et al.* (1993;1997) [1, 2] berichteten über einen Einfluss niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die wachstumshemmende Wirkung des Zirbeldrüsenhormons Melatonin und des Krebsmedikaments Tamoxifen auf Brustkrebszellen. Die wachstumshemmende Wirkung wurde abgeschwächt. Ein Forschungsprojekt mit dem Titel „Verifizierung des veränderten Wachstumsverhalten von verschiedenen Brustkrebszelltypen in vitro unter Magnetfeldeinfluss mit verschiedenen Onkostatika“, das im Rahmen des UFOPLANS von 1999 – 2004 durchgeführt wurde, bestätigte die Ergebnisse von Liburdy *et al* [2]. Die Ergebnisse beschreiben zunächst nur einen biologischen Effekt an einigen Brustkrebszelllinien. Ein Wirkungsmechanismus hierzu ist unbekannt.

Um die gesundheitliche Relevanz für den Menschen beurteilen zu können, sind demnach weitere Untersuchungen vor allem zur Aufklärung des molekularen Mechanismus erforderlich. Daher wird seit 2004 im Rahmen des UFOPLANS ein Folgevorhaben mit dem Titel „Untersuchung des Wirkungsmechanismus für die Veränderung des Wachstums von Brustkrebszellen unter dem Einfluss von Onkostatika und niederfrequenten Magnetfeldern“ durchgeführt. Es werden Veränderungen der Genexpression und der Signaltransduktion von Steroidhormonrezeptoren untersucht. Ferner soll geklärt werden, bei welchen Zelllinien die Effekte auftreten und ob die Wirkung anderer Brustkrebsmedikamente ebenfalls beeinträchtigt wird. Erste Zwischenergebnisse bei der Zelllinie MCF-7 zeigen, dass nach einer Exposition mit niederfrequenten Magnetfeldern bei einer Flussdichte von 1,2 μT die Expression vieler Gene gegenüber den nicht-exponierten Kontrollen verändert ist. Da die Bestimmung der Genexpression mit Hilfe sogenannter Mikroarrays nur einen Überblick über die unterschiedlich exprimierten Gene liefert, werden die interessantesten und für die Krebsentstehung (Kanzerogenese) und Signaltransduktion bedeutsamsten Gene mit weiteren Methoden näher untersucht.

Eine Studie mit dem Titel „Machbarkeitsstudie – Verifizierung der Beschwerden 'Elektrosensibler' vor und nach einer Sanierung“ beschäftigte sich mit dem Phänomen der Elektrosensibilität. Die Studie ist abgeschlossen, der Abschlussbericht ist auf der Homepage des Bundesumweltministeriums (<http://www.bmu.de/strahlenschutz/doc/5942.php>) veröffentlicht.

Es zeigte sich, dass die Beschwerden, die von den Betroffenen auf elektromagnetische Felder zurückgeführt werden, in der Bevölkerung weit verbreitet sind. Es ergaben sich aber keine Hinweise auf eine spezifische Häufung von Symptomen bei einer Gruppe von Personen, die möglicherweise die Existenz einer Gruppe von „elektrosensiblen“ Personen mit spezifischem Beschwerdenprofil angezeigt hätten. Mit Hilfe der transkraniellen Magnetstimulation wurden die objektive motorische Schwelle und die Fähigkeit von elektrosensiblen Personen und Kontrollpersonen gemessen, subjektiv zwischen einem tatsächlichen und einem simulierten Magnetimpuls zu unterscheiden (Doppel-Blind-Design). Dabei zeigte sich, dass sich die objektiven motorischen Schwellen der Elektrosensiblen zu denen der Kontrollpersonen nicht unterscheiden. Andererseits konnte eine klar verminderte Fähigkeit der subjektiv elektrosensiblen Personen festgestellt werden, zwischen einem simulierten und einem tatsächlichen Magnetimpuls zu unterscheiden.

Die Ergebnisse dieser Studie flossen in die Aufgabenstellung eines Vorhabens zum Thema „Elektrosensibilität“ ein, das im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms durchgeführt wird.

Literatur

- [1] Lidbury RP, Sloma RT, Sokolic R, Yaswen P: „ELF magnetic fields, breast cancer, and melatonin: 60 hz fields block melatonin's oncostatic action on ER+ breast cancer cell proliferation“. *J Pineals Res.* 14, 89 - 97, 1993
- [2] Lidbury RP, Harland JD: „Environmental Magnetic fields inhibit the antiproliferative action of tamoxifen and melatonin in a human breast cancer cell line“. *Bioelectromagnetics* 18, 555 - 562, 1997
- [3] Girgert R, Schimming H, Körner W, Gründker C, Hanf V: Induction of tamoxifen resistance in breast cancer cells by ELF electromagnetic fields“. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 336, 1144 - 1149, 2005

2.2 Hochfrequente elektromagnetische Felder (*High-frequency electromagnetic fields*)

Die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der hochfrequenten elektromagnetischen Felder vor allem des Mobilfunks waren auch im Jahr 2005 Gegenstand kontroverser öffentlicher und wissenschaftlicher Diskussionen. Grundlage der wissenschaftlichen Diskussion sind Hinweise auf mögliche biologische Wirkungen bei Intensitäten unterhalb der in Deutschland geltenden Grenzwerte (<http://www.bfs.de/elektro/hff/grenzwerte.html>). Aus diesen Hinweisen lässt sich kein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung ableiten. Sie sind jedoch Grund genug, entsprechende Vorsorge walten zu lassen. Zu diesen Vorsorgemaßnahmen gehört neben der Sicherstellung einer möglichst geringen Exposition u. a. auch die Intensivierung und Koordinierung der Forschung. Das BfS initiiert und koordiniert im Auftrag des BMU nationale Forschungsvorhaben, um den Hinweisen auf mögliche biologische Effekte von Mobilfunkfeldern nachzugehen. Weitere Forschungsvorhaben, die die technische Weiterentwicklung und eine als Vorsorgemaßnahme gebotene Minimierung der Exposition der Bevölkerung durch Mobilfunkfelder zum Inhalt haben, werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) vergeben.

Eine Gesamtaufstellung der Forschungsprojekte der Bundesregierung im Bereich Mobilfunk und die dazugehörigen Erläuterungen können in der Bundestagsdrucksache 16/1791 "Zweiter Bericht der Bundesregierung über die Forschungsergebnisse in Bezug auf Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen" nachgelesen werden. Die folgende Tabelle 2.2-1 gibt einen Überblick über die Forschungsvorhaben des BMU zum Mobilfunk im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms (DMF).

Liste der Forschungsprojekte des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms

Biologische Wirkungen (Biologie)
• Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. B. Pinealdrüse
• Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. C. Funktionen.
• Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder
• <i>in vivo</i> – Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. A. Langzeituntersuchungen
• <i>in vivo</i> – Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. B. Kanzerogenese
• <i>in vitro</i> – Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. C. Blut-Hirn-Schranke
• Einfluss der Mobilfunkfelder auf die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke von Labornagern (<i>in vivo</i>)
• Untersuchung möglicher genotoxischer Effekte von GSM-Signalen auf isoliertes menschliches Blut
• Einfluss von GSM Signalen auf isoliertes menschliches Blut. B. Differenzielle Genexpression
• Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane. A. Das Hörsystem
• Möglicher Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung des Mobilfunks auf das Auslösen und den Verlauf von Phantomgeräuschen (Tinnitus)
• Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder der Mobilfunkkommunikation auf Sinnesorgane. B. Das visuelle System
• Machbarkeitsstudie zur Untersuchung altersabhängiger Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter
• Untersuchung der altersabhängigen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf der Basis relevanter biophysikalischer und biologischer Parameter (Hauptstudie)
• Untersuchungen an Probanden unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen
• Untersuchung der Schlafqualität bei Anwohnern einer Basisstation – Experimentelle Studie zur Objektivierung möglicher psychologischer und physiologischer Effekte unter häuslichen Bedingungen
• Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen

- Untersuchung des Phänomens „Elektrosensibilität“ mittels einer epidemiologischen Studie an „elektrosensiblen“ Patienten einschließlich der Erfassung klinischer Parameter
- Untersuchung elektrosensibler Personen im Hinblick auf Begleitfaktoren bzw. -erkrankungen, wie z. B. Allergien und erhöhte Belastung mit bzw. Empfindlichkeit gegenüber Schwermetallen und Chemikalien
- Langzeitstudie an Labornagern mit UMTS-Signalen
- Einfluss hochfrequenter Felder des Mobilfunks auf die metabolische Umsatzrate im Tiermodell (Labornager)
- Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf menschliche Fibroblasten (Genotoxizität)

Erfassung der Exposition (Dosimetrie)

- Untersuchung der SAR-Verteilung in elektromagnetisch exponierten Versuchstieren
- Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen
- 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
- Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren im Haushalt und Büro
- Bestimmung der Expositionsverteilung von HF-Feldern im menschlichen Körper, unter Berücksichtigung kleiner Strukturen und thermophysiological relevanter Parameter
- Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR-Werte), die während der alltäglichen Nutzung von Handys auftritt
- Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN-Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten
- Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von UMTS-Sendeanlagen
- Bestimmung der realen Exposition bei Handynutzung in teilgeschirmten Räumen im Vergleich zur Exposition unter günstigen Bedingungen im Freien
- Exposition durch körpernahe Sender im Rumpfbereich
- Bestimmung der Exposition der Bevölkerung in der Umgebung von digitalen Rundfunk- und Fernsehsendern
- Untersuchungen zu der Fragestellung, ob makroskopische dielektrische Gewebeeigenschaften auch auf Zellebene bzw. im subzellulären Bereich uneingeschränkte Gültigkeit besitzen
- Bestimmung der Exposition durch Ultra-Wideband-Technologien

Epidemiologie

- Machbarkeitsstudie für eine Kohortenstudie, die dazu dienen soll, anhand hoch-exponierter (Berufs)gruppen ein möglicherweise erhöhtes Krankheitsrisiko durch die Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zu erfassen
- Machbarkeit einer prospektiven Kohortenstudie unter Handynutzern
- Beteiligung an einer Fall-Kontroll-Studie zu Aderhautmelanomen und Radiofrequenzstrahlung (RIFA-Studie)
- Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen
- Erweiterungsstudie einer multinationalen epidemiologischen Studie des möglichen Zusammenhangs zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Auftreten von Tumoren des Kopf- und Halsbereiches (INTERPHONE-Studie)
- Epidemiologische Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen
- Ergänzungsstudie zu Probanden der Querschnittsstudie
- Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern

Risikokommunikation

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

Repräsentative Umfrage zum Thema Mobilfunk

Das BfS hat die Durchführung einer repräsentativen Umfrage zur Wahrnehmung des Mobilfunks und zum Informationsverhalten in der Bevölkerung in Auftrag gegeben. Die Umfrage zur „Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks“ wurde erstmals im Jahr 2001 durchgeführt. Die Befragung wird jährlich wiederholt, um mögliche Veränderungen in der Wahrnehmung des Mobilfunks bzw. in der berichteten Besorgnis oder Beeinträchtigung durch die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks zu erfassen.

Bei der Befragung im Jahr 2005 wurde als Sondermodul ein Fragenkomplex mit aufgenommen, der die Begleitumstände der Sorgen bzw. Beeinträchtigungen wegen elektromagnetischer Felder genauer beleuchten sollte. Zudem wurde eine Frage zur Zuschreibung von Kompetenz verschiedener Institutionen im Zusammenhang mit dem Thema Mobilfunk und Gesundheit eingeführt.

Insgesamt zeichnen sich die Befragungsergebnisse durch eine hohe Konstanz gegenüber den Ergebnissen der beiden Befragungen 2004 und 2003 aus. Der starke Zuwachs in der Handynutzung, der in den beiden letzten Jahren zu verzeichnen war, hat sich nicht fortgesetzt. Veränderungen lassen sich nur in den mittleren und hohen Altersgruppen beobachten. Die subjektive Wahrnehmung der Nähe des Wohnortes zu Mobilfunksendeanlagen bleibt trotz objektiv steigender Dichte des Mobilfunknetzes konstant, ebenso wie die Sicherheit der Befragten, Mobilfunksendeanlagen auf den ersten Blick erkennen zu können. Die Anteile der Personen, die sich im Hinblick auf hochfrequente elektromagnetische Felder des Mobilfunks besorgt (30%) oder gesundheitlich beeinträchtigt (10%) beschreiben (30% bzw. 9% im Jahr 2004) sind unverändert. Die meistgenannten gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch elektromagnetische Felder beziehen sich auf Kopfschmerzen und Schlafprobleme. Als befürchtete gesundheitliche Beeinträchtigungen werden in erster Linie Kopfschmerzen / Migräne sowie die Angst, an Krebs zu erkranken, genannt. Die Mobilfunksendeanlage trägt stärker als das Handy zu Besorgnis und Beeinträchtigung wegen elektromagnetischer Felder bei. Eine im Jahr 2004 angedeutete Verschiebung in Richtung Handy als der am stärksten zu Besorgnis bzw. Beeinträchtigung führenden Quelle elektromagnetischer Felder bestätigt sich im Jahr 2005 nicht. Der Unterschied wird mit zunehmender Stärke der Besorgnis bzw. Beeinträchtigung deutlicher. Erstmals wurden in der Befragung 2005 ein Fragenkomplex mit aufgenommen, der die Art und Qualität der Bedenken wegen elektromagnetischer Felder genauer beleuchtet. Der Bericht stellt die Ergebnisse zu Fragen bzgl. des Zeitpunktes des ersten Auftretens der gesundheitlichen Bedenken, die Häufigkeit der Bedenken, der Befürchtung konkreter oder unspezifischer Beschwerden und andere Ergebnisse dieses Fragenkomplexes in Abhängigkeit von der Stärke der Besorgnis bzw. der stärksten Sorgenquelle dar. Auch der Vergleich der Wahrnehmung gesundheitlicher Risiken durch mobilfunkrelevante Strahlungsquellen mit anderen möglichen gesundheitlichen Risikofaktoren zeigt gegenüber den Vorjahren eine deutliche Konstanz in der Reihenfolge: um die verschiedenen, mit dem Mobilfunk bzw. elektromagnetischen Feldern verbundenen Aspekte macht sich die Bevölkerung deutlich weniger Sorgen als z. B. um Luftverschmutzung, den Verzehr von Fleisch unbekannter Herkunft, gentechnisch veränderte Lebensmitteln, oder UV-Strahlung. Die Bekanntheit des SAR-Wertes hat gegenüber dem Jahr 2004 nicht zugenommen, allerdings ist gegenüber 2003 ein deutlicher Zuwachs der Bedeutung des SAR-Wertes bei getätigten Entscheidungen zur Wahl eines bestimmten Handys zu verzeichnen.

Weitere Ergebnisse der Befragung können in den Ergebnisberichten nachgelesen werden, die im Internet unter www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de/forschung/risikokommunikation/risikokommunikation_verg/risiko_021.html veröffentlicht sind.

Umweltzeichen "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 aus Geräten, z. B. bei 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.“ Um dementsprechend besonders strahlungsarme Handys, die nach dem GSM-, GPRS- oder UMTS-Standard arbeiten, für den Verbraucher sichtbar zu kennzeichnen, wurden die Vergabekriterien für das Umweltzeichen „Blauer Engel“ durch die Jury „Umweltzeichen“ in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Juni 2002 festgelegt. Demnach kann der „Blaue Engel“ an Handys vergeben werden, deren nach normierten Methoden ermittelter SAR-Wert bei höchstens 0,6 Watt pro Kilogramm liegt und die umwelt- und recyclingfreundlich produziert wurden. Das BfS stellt in regelmäßigen Abständen die unter standardisierten Bedingungen ermittelten SAR-Werte für zahlreiche handelsübliche Handys zusammen und veröffentlicht sie unter www.bfs.de/elektro/oekolabel.html.

Die Handyhersteller lehnen das Umweltzeichen „Blauer Engel“ für Mobilfunkendgeräte nach wie vor geschlossen ab. Ihre ablehnende Haltung begründen sie damit, dass es sich um einen globalisierten Markt handelt und dass die Geräte europäischen Vorgaben entsprechen. Außerdem suggeriere der „Blaue 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. Dabei würden nahezu ein Drittel der auf dem Markt befindlichen Mobiltelefone das Kriterium „strahlungsarm“ des „Blauen Engels“ bereits erfüllen. Die Hersteller sind aufgefordert, die Entwicklung strahlungsärmerer Handys voranzutreiben und sich einer verstärkten Verbraucherinformation nicht zu verschließen.

