

VI NICHTIONISIERENDE STRAHLUNG

(NON-IONISING RADIATION)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz

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

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

Auf Grund der konsistenten Ergebnisse epidemiologischer Studien wird in der Fachwelt eine Krebs begünstigende Wirkung niederfrequenter Magnetfelder z. B. für kindliche Leukämie bei zeitlich gemittelten magnetischen Flussdichten über etwa 0,4 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. Von der IARC (International Agency for Research on Cancer) werden niederfrequente Magnetfelder als „möglicherweise kanzerogen“ eingestuft, ebenso wie z. B. Koffein oder Autoabgase. Da für niedrige Intensitäten niederfrequenter Magnetfelder nach wie vor kein Wirkungsmechanismus bekannt ist, empfiehlt die SSK, die geltenden Grenzwerte beizubehalten.

In der wissenschaftlichen Literatur wird über einen Einfluss niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder auf die wachstumshemmende Wirkung von Melatonin und bestimmten Krebsmedikamenten auf Brustkrebszellen berichtet. Die wachstumshemmende Wirkung wurde dabei abgeschwächt. Ein Forschungsprojekt, das im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesumweltministeriums (UFOPLAN) von 1999 bis 2004 durchgeführt wurde, bestätigte diese Ergebnisse, die zunächst nur einen biologischen Effekt an einigen Brustkrebszelllinien beschreiben. 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 Vorhaben 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 Exposition mit niederfrequenten Magnetfeldern bei einer magnetischen Flussdichte von 1,2 μT die Expression vieler Gene gegenüber den nicht-exponierten Kontrollen verändert ist. Da die Bestimmung der Genexpression mit Hilfe so genannter Mikroarrays nur einen Überblick über die unterschiedlich exprimierten Gene liefert, wurden die interessantesten und für die Krebsentstehung (Kanzerogenese) und Signaltransduktion bedeutsamsten Gene mit weiteren Methoden näher untersucht. Es zeigen sich erneut einige signifikante Veränderungen. Auf Grund der Vielzahl von Daten erfordert die Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich ihrer tatsächlichen biologischen Bedeutung aber eine Zusammenstellung und kritische Gesamtbeurteilung aller Ergebnisse. Der in einem früher durchgeführten Vorhaben beobachtete Effekt, dass eine Flussdichte von 1,2 μT eine stärkere Wirkung auf die wachstumshemmende Wirkung des Tamoxifen (Krebsmedikament) hat als eine Flussdichte von 100 μT konnte bei den Untersuchungen der Genexpression bestätigt werden.

Eine Studie mit dem Titel „Machbarkeitsstudie – Verifizierung der Beschwerden 'Elektrosensibler' vor und nach einer Sanierung“ beschäftigte sich mit dem Phänomen der Elektrosensibilität. Sie ist abgeschlossen, der Abschlussbericht ist auf der Homepage des Bundesumweltministeriums (www.bmu.de/strahlenschutz/doc/5942.php) veröffentlicht. Es zeigte sich, dass die zahlreichen Beschwerden, die von den Betroffenen auf elektrische und magnetische Felder zurückgeführt werden, in der Bevölkerung weit verbreitet sind. Es ergaben sich aber keine Hinweise auf eine spezifische Häufung von Symptomen bei einer bestimmten Gruppe von Personen, womit möglicherweise die Existenz einer Gruppe von „elektrosensiblen“ Personen mit spezifischem Beschwerdenprofil angezeigt gewesen wäre. Mit Hilfe der „transkranialen Magnetstimulation“ wurden die objektive motorische Schwelle und die möglicherweise vorhandene Fähigkeit elektrosensibler 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 von 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 konnten bei einem Vorhaben zum Thema „Elektrosensibilität“, das im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms durchgeführt wurde, an einer größeren Gruppe von Personen im Wesentlichen bestätigt werden. Da die Altersverteilung der Probanden in dieser Studie gegenüber der Machbarkeitsstudie wesentlich breiter war, konnten auch Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen aufgezeigt werden. Die Ergebnisse dieses Vorhabens werden im Zusammenhang mit weiteren Studien im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms diskutiert und bewertet, wobei auch die Ergebnisse der internationalen Untersuchungen zum Thema „Elektrosensibilität“ berücksichtigt werden.

1.2 Hochfrequente elektromagnetische Felder (High-frequency electromagnetic fields)

Die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der hochfrequenten elektromagnetischen Felder vor allem des Mobilfunks waren auch im Jahr 2006 Gegenstand kontroverser öffentlicher und wissenschaftlicher Diskussionen. Grundlage der wissenschaftlichen Diskussion sind Hinweise auf mögliche biologische Wirkungen bei Intensitäten unterhalb der in Deutschland geltenden Grenzwerte (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 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.

Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm

Um die Risikobewertung bezüglich möglicher „Wirkungen elektromagnetischer Felder des Mobilfunks“ auf einer soliden Datenbasis leisten zu können, wurde das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) vom Bundesumweltministerium initiiert, das im Rahmen des UFOPLANS durch das BfS umgesetzt und fachlich betreut wird. Hierfür stehen für den Zeitraum von 2002 bis 2008 insgesamt 17 Mio. Euro zur Verfügung, die vom BMU und den Mobilfunknetzbetreibern anteilig übernommen werden.

Gestützt auf mehrere öffentliche Fachgespräche unter Beteiligung der deutschen Strahlenschutzkommission und Vertretern aus Wissenschaft, Politik, Umwelt- und Verbraucherverbänden sowie der Öffentlichkeit im Rahmen einer öffentlichen Konsultation über das Internet (www.emf-forschungsprogramm.de/oeffentlichkeit) wurde das Gesamtprogramm mit Priorisierung der Forschungsvorschläge festgelegt.

Das Deutsche Mobilfunk Forschungsprogramm beinhaltet insgesamt 53 Forschungsprojekte, wovon 22 Projekte dem Bereich Biologie, 15 Projekte dem Bereich Dosimetrie, 9 Projekte dem Bereich Epidemiologie und 7 Projekte dem Bereich Risikokommunikation zugeordnet sind. In 2006 wurden die Finanzmittel vollständig festgelegt, somit ist sichergestellt, dass die im Rahmen des DMF die zugesagten Mittel von insgesamt 17 Mio. Euro vollständig ausgeschöpft werden. Eine Übersicht über die Vorhaben befindet sich in Tabelle 2.2-1

Tabelle 2.2-1 Forschungsvorhaben zum Mobilfunk

Biologische Wirkungen (Biologie)
• Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. A. Demodulation / Kommunikation • Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. B. Pinealdrüse • Untersuchungen zu Wirkungsmechanismen an Zellen unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie. C. Funktionen • Beeinflussung der spontanen Leukämierate bei AKR/J-Mäusen durch nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder • <i>In-vivo</i>-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. A. Langzeituntersuchungen • <i>In-vivo</i>-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. B. Kanzerogenese • <i>In-vitro</i>-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunkkommunikation. C. Blut-Hirn-Schranke • 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)

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 thermophysiologisch 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
- Entwicklung eines praktikablen rechentechnischen Verfahrens zur Ermittlung der tatsächlichen Exposition in komplizierten Immissionsszenarien mit mehreren verschiedenartigen HF-Quellen
- Untersuchung des Einflusses von Antennen- und Gerätetopologien von körpernah betriebenen drahtlosen Kommunikationsendgeräten auf die von diesen verursachten SAR-Werte
- 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)
- Retrospektive Expositionsabschätzung bei Teilnehmern der 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

Die Befragung im Jahr 2006 war die letzte in einer jährlichen Befragungsreihe, die das Bundesamt für Strahlenschutz seit dem Jahr 2003 beim infas-Institut für angewandte Sozialwissenschaften in Auftrag gegeben hatte. Anhand der Befragungen werden die aktuelle Wahrnehmung der Bevölkerung in Bezug auf gesundheitliche Risiken von elektromagnetischen Feldern erfasst sowie mögliche Veränderungen über den Untersuchungszeitraum hinweg beleuchtet.

Als Sondermodul wurde im Jahr 2006 wieder ein vertiefender Fragenkomplex zur Kenntnis und Anwendung von Vorsorgemaßnahmen aufgegriffen, der bereits im Jahr 2004 Bestandteil der Befragung war. Ziel war es zu überprüfen, ob innerhalb der letzten beiden Jahre Veränderungen in diesem Bereich festzustellen sind. Zudem wurde ein im Jahr 2005 aufgenommenes Sondermodul zu Begleitumständen der Sorgen bzw. Beeinträchtigungen wegen elektromagnetischer Felder in verkürzter Form weitergeführt.

In Telefoninterviews wurden – wie auch jeweils in den Jahren 2003 bis 2005 – 2500 Zielpersonen einer bundesweit repräsentativen Stichprobe der in Privathaushalten lebenden Bevölkerung ab 14 Jahren zu der Thematik befragt.

Die hohe Konstanz der Ergebnisse, die sich in den vergangenen Untersuchungsjahren abgezeichnet hat, setzt sich auch in dieser abschließenden Befragung durch. Insgesamt zeigt sich allerdings in den diesjährigen Befragungsergebnissen eine im Vergleich mit den Vorjahren etwas sorgenfreiere Einschätzung der Bevölkerung hinsichtlich verschiedener Befragungsinhalte. Die Befragung fand auf Grund des Projekt-Zeitplans im Juni/Juli des Jahres 2006 statt. Dieser Befragungszeitraum fiel auf das sportliche und gesellschaftliche Ereignis des Jahres – die Fußballweltmeisterschaft – sowie einen langen Zeitraum überdurchschnittlich heißer Sommerwochen. Die Einflüsse, die diese Umstände auf Teilnahmebereitschaft und Zusammensetzung der realisierten Stichprobe sowie auf die Befragungsergebnisse möglicherweise haben, werden im Bericht detailliert beschrieben.

Die Anteile der Personen, die sich im Hinblick auf hochfrequente elektromagnetische Felder des Mobilfunks besorgt (27%) oder gesundheitlich beeinträchtigt (9%) beschreiben (30% bzw. 10% im Jahr 2005) sind etwas geringer (nicht statistisch signifikant). Nach wie vor trägt die Mobilfunksendeanlage stärker als das Handy zu Besorgnis und Beeinträchtigung wegen elektromagnetischer Felder bei. Dieser Unterschied wird mit zunehmender Stärke der Besorgnis bzw. Beeinträchtigung deutlicher.

Auch der Vergleich der Wahrnehmung gesundheitlicher Risiken durch mobilfunkrelevante Strahlungsquellen mit anderen möglichen gesundheitlichen Risikofaktoren zeigt gegenüber den Vorjahren eine deutliche Konstanz (sowohl im Grad der Besorgtheit als auch 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 Lebensmittel, oder die UV-Strahlung.

Die Bekanntheit des SAR-Wertes hat gegenüber dem Jahr 2005 um vier Prozentpunkte auf 27% abgenommen, allerdings ist ein weiterer (wenn auch gegenüber 2005 geringer) Zuwachs der Bedeutung des SAR-Wertes bei getätigten Entscheidungen zur Wahl eines bestimmten Handys zu verzeichnen.

Die Ergebnisse des Fragenkomplexes zu Kenntnis und Anwendung von Vorsorgemaßnahmen zeigte nur geringfügige Veränderungen im Vergleich zu den beiden Vorjahren 2004 und 2005.

Die detaillierten Ergebnisse zu diesem Fragenkomplex und zu den zahlreichen anderen Themenkomplexen sind in dem Abschlussbericht auf der Internetseite des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms einzusehen.

Umweltzeichen „Blauer Engel“

Die Strahlenschutzkommission hat in der Empfehlung „Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern“ (Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK), Heft 29, 2001; www.ssk.de/werke/volltext/2001/ssk0103.pdf) 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 (ortsfixe 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.

Ende 2006 umfasste diese Erhebung insgesamt 814 Geräte von 26 verschiedenen Herstellern, wovon 56 Handys UMTS-Geräte waren. Ein standardisiert ermittelter SAR-Wert konnte für 742 Handys gefunden werden. Es lässt sich erkennen, dass aus Sicht des Strahlenschutzes mit der Begrenzung auf einen SAR-Wert bis 0,6 W/kg ca. 30% der in 2006 auf dem deutschen Markt befindlichen Handys mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ hätten ausgezeichnet werden können, wobei der Aspekt der umwelt- und recyclingfreundlichen Produktion allerdings nicht berücksichtigt ist. Informationen zu den Vergabegründungen für den „Blauen Engel“ für Handys sind auf der Internetseite des RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. zu finden. .

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.

Strahlungsarme DECT-Schnurlostelefone

DECT-Telefone halten auf Grund ihrer niedrigen mittleren Sendeleistung von weniger als 20 mW den geltenden SAR-Basisgrenzwert von 2 W/kg ein. Es muss daher nicht, wie bei Mobiltelefonen üblich, der SAR-Wert nach DIN EN 50360 zum Nachweis der Übereinstimmung mit den Grenzwerten ermittelt und von Herstellerseite angegeben werden.

Die Basisstationen der nach dem DECT-Standard arbeitenden Schnurlos-Telefone senden allerdings im Stand-by-Betrieb (kontinuierliches Kontrollsignal zwischen Basisstation und Mobilteil), also auch dann wenn nicht telefoniert wird. Darüber hinaus wird beim Telefonieren unabhängig vom Abstand zwischen dem Telefon und der Basisstation permanent mit der maximalen Leistung gesendet.

Unter dem Aspekt einer vorsorglichen Reduzierung der Exposition ist zu fordern, dass die Basisstationen im Stand-by-Betrieb automatisch abgeschaltet und die Telefone mit einer bedarfsgerechten Regelung der Sendeleistung ausgestattet werden.

Strahlungsarme DECT-Telefongeräte sollten folgende Kriterien erfüllen:

- Abschaltung oder mindestens 100.000-fache Absenkung des Kontrollsignals im Standby-Betrieb unabhängig von der Anzahl der angemeldeten Mobilteile, wobei sich das Mobilteil nicht notwendigerweise in der Basis befinden muss
- Bedarfsgerechte Regelung der Sendeleistung des Mobilteils beim Telefonieren in mehr als 2 Stufen ähnlich der beim Handy
- Bedarfsgerechte Regelung der Sendeleistung der Basisstation während des Telefonierens
- Möglichkeit des Anschlusses eines Headsets an das Mobilteil
- Möglichkeit der Einstellung / Begrenzung der Reichweite

Diesen Forderungen kommen die Hersteller nur zögerlich nach: Zu Beginn des Jahres 2006 erschienen erstmals zwei Geräte auf dem deutschen Markt, die eine Absenkung des Kontrollsignals zwischen Basisstation und Mobilteil ermöglichen. Hierzu muss sich das Mobilteil in der Basisstation befinden und es darf nur ein Mobilteil an der Basis angemeldet sein. Diese Geräte können als „bedingt strahlungsarm“ bezeichnet werden. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat eine Liste der in 2006 auf dem deutschen Markt erhältlichen bzw. angekündigten „bedingt strahlungsarmen“ DECT-Schnurlostelefone sowie Art und Ausmaß ihrer Strahlungsreduzierung zusammengestellt. Diese Liste ist im Internet unter: www.bfs.de/elektro/Strahlungsarme_Dect_Schnurlostelefone.html veröffentlicht.

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

2.1 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 2006 die maximalen und mittleren UVI-Werte eines jeweiligen Monats für den Norden (Messstationen Westerland und Zingst), die Mitte (Messstationen Dortmund, Lindenberg und Kulmbach) und den Süden (Messstation München) der Bundesrepublik dargestellt.

Man erkennt die große Schwankungsbreite der UV-Werte, die vor allem wetterbedingt ist. Ein durch Ozon bedingter Effekt kann auf Grund der vielfältigen Einflussgrößen derzeit nicht nachgewiesen werden.

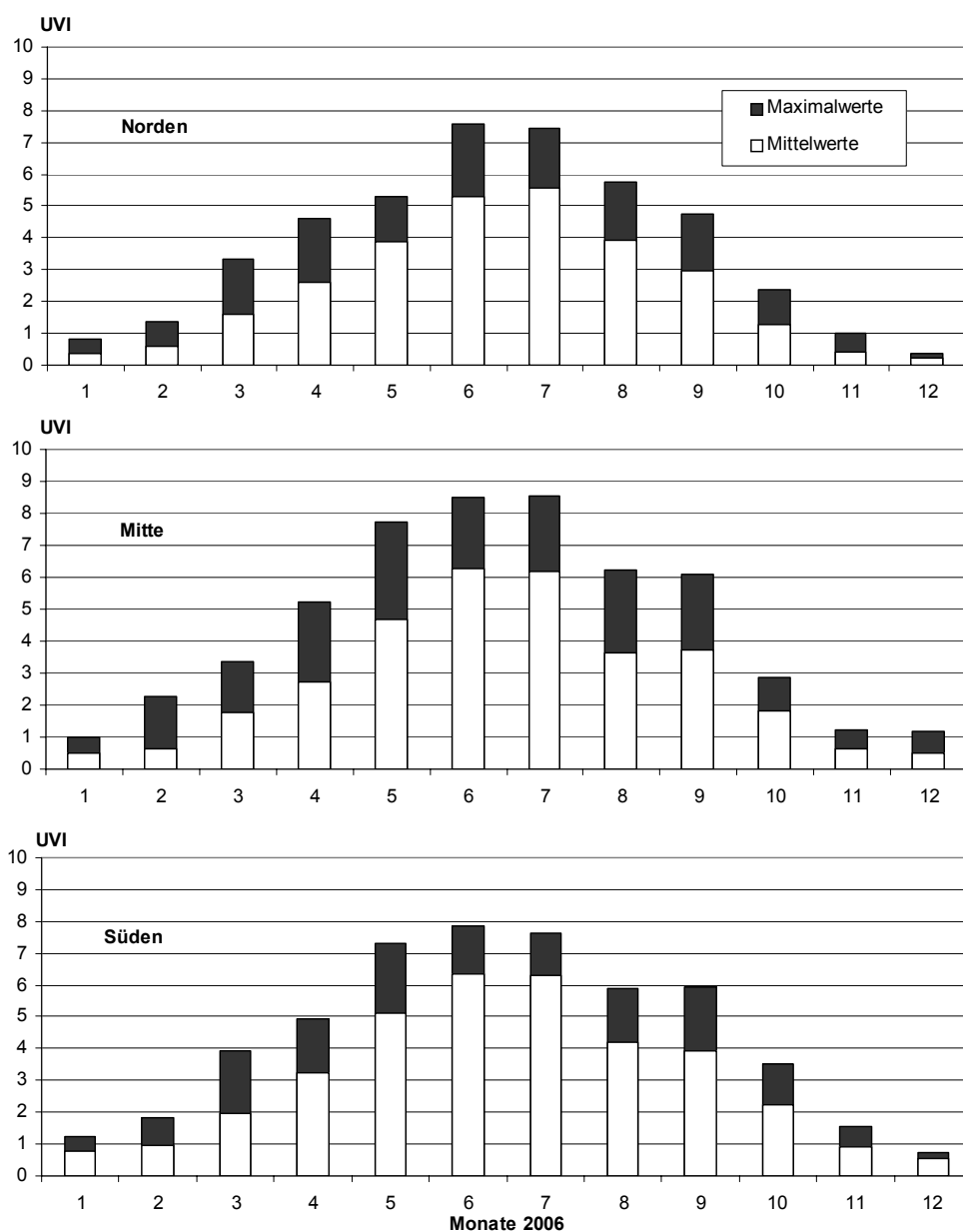


Abbildung 1.1-1 Maximale und mittlere UVI-Werte der Monate im Jahr 2006
(Maximum and mean UVI values per month in the year 2006)

2.2 Forschung bei optischer Strahlung (Research on optical radiation)

Die Einwirkung von künstlicher oder im Sonnenlicht enthaltener UV-Strahlung auf die Haut führt zu dauerhaften und irreversiblen Veränderungen. Mittels epidemiologischer Studien und durch Untersuchungen an Tiermodellen und Zellen konnte weiterhin gezeigt werden, dass auch chronische Bestrahlung mit Infrarot (IR; Wärmestrahlung) sowohl allein als auch in Kombination mit UV-Strahlung Hautschäden hervorrufen kann. Deswegen wurden im Jahr 2006 Forschungsvorhaben im Bereich UV und auch in Bezug auf das mögliche Zusammenwirken von UV und IR durch das BfS betreut.

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

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. Die Reparatur UV-bedingter DNA-Schäden unterliegt offensichtlich einer Regulation. Es konnte gezeigt werden, dass die Reparatur durch das Zytokin Interleukin 12, aber auch durch andere Mediatoren und durch die Phenole des Grünen Tees beeinflusst werden kann. Diese Ergebnisse könnten für eine Verbesserung des UV-Schutzes genutzt werden. Außerdem wurden wertvolle Erkenntnisse für eine bessere Aufklärung der Bevölkerung gewonnen. Nach neueren Erkenntnissen bietet die Anwendung von Sonnenschutzmitteln allein keinen ausreichenden Schutz gegen Hautkrebs, so dass zusätzliche Vorsorgemaßnahmen dringend erforderlich sind. Im Vorhaben wurden Vorarbeiten geleistet für die Entwicklung eines Screening-Tests für das individuelle Risiko, an Hautkrebs zu erkranken. Dieser könnte einen wesentlichen Beitrag für verbesserte Vorsorgemaßnahmen liefern.

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) hatte 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. 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. Nach den Ergebnissen des Vorhabens führen bereits tägliche UV-Expositionen, 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. Dies gilt auch für die Untersuchungen, die gezeigt haben, dass eine UVA-Bestrahlung (wie sie z. B. in Solarien angeboten wird) die Kapazität der Zellen, durch solares UV induzierte Schäden zu reparieren, möglicherweise herabsetzt. Die oft empfohlene Vorbräunung im Solarium hätte demnach keine Schutzwirkung, sondern im Gegenteil eher eine propagierende Wirkung auf die Hautkrebsentstehung.

Forschungsvorhaben zum Thema IR

- Untersuchung des Zusammenwirkens von UV- und Infrarot-Strahlung bei der Hautalterung und Krebsentstehung

Ziel des Vorhabens „Untersuchung des Zusammenwirkens von UV- und Infrarot-Strahlung bei der Hautalterung und Krebsentstehung“ (2006 - 2008) ist es zu beschreiben, auf welchem Weg IR-Strahlung allein und in Kombination mit UV-A- und UV-B-Strahlung zur beschleunigten Hautalterung und Krebsentstehung beiträgt und soweit möglich den Wirkungsmechanismus aufzuklären. Es soll beruhend auf diesen Erkenntnissen aufgezeigt werden, wie ein optimaler Schutz vor den schädlichen Wirkungen sowohl von UV- als auch von IR-Strahlung im Alltag aussehen könnte.

2.3 Zertifizierung von Solarienbetrieben (*Certification of solaria*)

Die UV-Belastung der Bevölkerung steigt auf Grund des heutigen Freizeitverhaltens (u.a. Fernreisen in äquatoriale Regionen, Aufenthalte in der Sonne und der Nutzung so genannter Wellness-Bereiche mit Solarien) kontinuierlich an. Die gleichzeitige Besorgnis erregende Beobachtung einer Zunahme von Hautkrebs ist mit diesem Freizeitverhalten in Verbindung zu bringen. Deswegen hat sich das Bundesamt für Strahlenschutz auch 2006 für die Umsetzung von Maßnahmen eingesetzt, um die UV-Belastung für weite Bevölkerungsteile zu reduzieren.

Grundlage ist das im Mai 2003 etablierte Verfahren für die Zertifizierung der Solarien. Die wesentlichen Kriterien für eine Zertifizierung sind:

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

Bis Ende 2006 wurden insgesamt 86 Solarienbetriebe zertifiziert. In Anbetracht der Gesamtzahl der Solarienbetriebe, die nach Angaben von Vertretern der Solarienbranche bei ca. 5500 Solarien deutschlandweit liegt, ist diese Anzahl unbefriedigend und zwingt zu einer Überprüfung des Instruments der Freiwilligkeit.