

Reduzierung der Expo Mobiltelefon-

Was ist technisch möglich und sinnvoll?

Sigurd Goltz,
Siegfried Eggert

Einleitung

Die Entwicklung und die Einführung der Mobiltelefone der zweiten Generation (GSM 900 und DCS 1800) und dritten Generation (UMTS) als Mittel einer unbeschränkten Massenkommunikation hat im Hinblick auf die Exposition der Menschen gegenüber elektromagnetischen Feldern zu einer neuen Situation geführt, die durch folgende besondere Merkmale gekennzeichnet ist:

- Die Zahl der Exponierten hat sich, verglichen mit der Zeit vor der Einführung des Mobilfunks, vervielfacht (Teilnehmerzahlen 2004 in GSM-Netzen für Westeuropa: 450 Mio., für die BRD 67,5 Mio.).
- Es sind Menschen jeden Alters und jeglichen Gesundheitszustandes den Feldern gegenüber exponiert und es gibt keine Kontrolle der Expositionsbedingungen, insbesondere der Expositionszeit.
- Die Exposition erfolgt im physikalischen Sinn unter Nahfeldbedingungen.

Parallel mit dem Ausbau der vorhandenen Mobilfunknetze und dem Aufbau neuer Funknetze (UMTS, WLAN) werden weltweit Forschungsarbeiten zur biologischen Wirkung der von Mobilfunksystemen ausgehenden elektromagnetischen Felder durchgeführt. Das stetige Anwachsen der Teilnehmerzahlen zeigt, dass der größte Teil der Nutzer aus dieser Funktechnologie persönliche und berufliche Vorteile zieht, mögliche gesundheitliche Bedenken nicht in den Vordergrund stellt bzw. sich auf den gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand, dass von Mobiltelefonen keine Gesundheitsfahren ausgehen, verlässt.

Andererseits formiert sich mit dem weiteren massiven Ausbau der Funknetze eine Gegnerschaft, die sich vor allem von den Basisstationen und nicht von den Mobiltelefonen gesundheitlich bedroht fühlt, ob-



sition von Nutzern

wohl von Letzteren der größte Teil der Exposition verursacht wird. Zu beachten ist dabei, dass dieser Widerstand aufgrund gesundheitlicher Beschwerden vieler Menschen, die im näheren Umfeld von Basisstationen wohnen, erst mit dem Aufbau der D- und E-Netze entstand, obwohl es zuvor bereits jahrelang die Basisstationen des C-Netzes gab, deren Sendeleistung zumeist höher war.

Auch gegen die Mobiltelefone gibt es Widerstände, obwohl nur Mobiltelefone angeboten werden, für die der Nachweis vorliegen muss [1], dass die international akzeptierten Grenzwerte eingehalten werden [2, 3].

Um auch diesen Nutzern zu helfen, ihre Bedenken zu überwinden, werden in diesem Beitrag die wichtigsten physikalisch-biologischen Zusammenhänge, die bei der Mobiltelefonnutzung eine Rolle spielen, dargestellt und Wege aufgezeigt, wie die Exposition des Nutzers verringert werden kann. Dabei wird auch auf Produkte eingegangen, deren Wirkung nur auf „Glauben“ und nicht auf anerkannten physikalisch-biologischen Grundlagen beruht.

Physikalisch-biologische Grundlagen

Handgehaltene Mobiltelefone, daher auch ihr Kunstname „Handy“, sind im nachrichtentechnischen Sinne Sende-Empfangsgeräte, die sich hinsichtlich ihres Frequenzbereiches und der Art und Weise der Aufprägung des Sprachsignals auf die hochfrequente Trägerfrequenz (Modulation) von anderen Sprechfunkgeräten unterscheiden. Zur Abstrahlung und zum Empfang der Hochfrequenzenergie ist immer eine Antenne erforderlich. Soll ein Bauteil eines Gerätes mit einem akzeptablen Wirkungsgrad als Antenne wirken, so müssen zumindest die folgenden Grundbedingungen erfüllt sein:

- Die größte Längsausdehnung des Bauteils muss in der Größenordnung der Wellenlänge des Hochfrequenzsignals liegen.
- Es muss ein elektrisches „Gegengewicht“ zur Antenne (z. B. das Gehäuse) vorhanden sein.

Bei den Mobiltelefonen werden diese Bedingungen nur in begrenztem Maße erfüllt.

Art und Form der Antennen haben sich im Laufe der Mobiltelefonentwicklung verändert, da sie sich auch wandelnden gestalterischen Ansprüchen (Gehäusedesign) und Kundenwünschen anpassen mussten. Auf die typische Antennenformen wird im Weiteren näher eingegangen. Aufgrund der sehr kompakten Bauweise der Mobiltelefone und der körpernahen Nutzung werden die Strahlungseigenschaften nicht nur von der Antenne, sondern auch von der Kombination Antenne/Mobiltelefongehäuse und der jeweiligen Position in unmittelbarer Kopfnähe und der das Mobiltelefon haltenden Hand bestimmt. Bild 1 zeigt ein berechnetes Strahlungsdiagramm eines Mobiltelefons mit integrierter Antenne mit Kopf des Benutzers [4].

Weil die Mobiltelefone überwiegend in unmittelbarer Kopfnähe betrieben werden, findet eine Kopplung zwischen dem biologischen Objekt Mensch und der Antenne über das von der Antenne erzeugte elektrische und magnetische Feld (Nahfeld) statt. Ein Teil der von der Antenne abgestrahlten Hochfrequenzenergie wird dabei im Körpergewebe absorbiert und in Wärme umgewandelt. Er geht für den eigentlichen Zweck der Telekommunikation verloren und trägt teilweise erheblich zur Verkürzung der Einsatzzeit der Batterie bei.

Dieser im Kopfbereich absorbierte Energieanteil und die damit verbundenen vermuteten Gesundheitsbeeinflussungen sind ein Grund für die Angst vieler Menschen vor dem Mobilfunk.

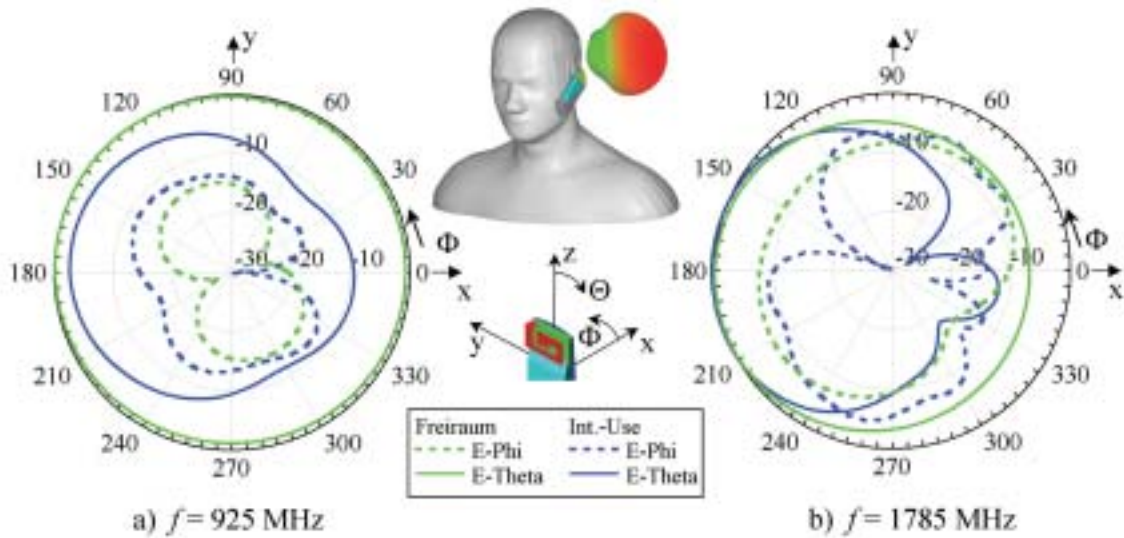


Bild 1: Strahlungsdiagramm eines Mobiltelefons mit integrierter Antenne (4)

Das Maß für die in biologisches Gewebe eingekoppelte Energie ist die Spezifische Absorptionsrate (SAR – **Specific Absorption Rate**), eine Messgröße, die die absorbierte Leistung bezogen auf eine definierte Körpermasse (W/kg) angibt. Sämtliche gegenwärtig existierenden Personenschutzgrenzwerte für Expositionen im Hoch- und Höchsthfrequenzbereich basieren auf Erkenntnissen zur thermischen Wirkung, deshalb werden die festgelegten Werte für die SAR auch als Basisgrenzwerte bezeichnet.

Das bedeutet aber nicht, dass die ICNIRP [2] die Ergebnisse der Forschung zu den vermuteten sogenannten nichtthermischen Wirkungen nicht zur Kenntnis nimmt und bewertet. Bisher liegen auf diesem Gebiet aber keine Resultate vor, die eine Grundlage für neue Grenzfestsetzungen bilden könnten.

Im Mobilfunkbereich können direkte Personengefährdungen mit Sicherheit ausgeschlossen werden, wenn eine Teilkörper-SAR von 20 mW/10 g [2] eingehalten wird, was einem Wert von 2 W/kg entspricht. Das ist bei allen handgehaltenen Mobiltelefonen der Fall. Dabei ist zu beachten, dass sich dieser Grenzwert auf die allgemeine Bevölkerung bezieht und 1/5 des Grenzwertes für eine berufliche Exposition beträgt.

Den Zusammenhang zwischen SAR, Gewebeparametern, Feldgrößen sowie thermischen Größen zeigt Gleichung 1.

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} E_i^2 = c \frac{\Delta T}{\Delta t} \quad (\text{Gl. 1})$$

mit

- SAR spezifische Absorptionsrate in W/kg
- σ elektrische Gewebe-Leitfähigkeit in S/m
- ρ Gewebe-Dichte in kg/m^3
- E_i Effektivwert der elektrischen Ersatzfeldstärke im Gewebe in V/m
- c spezifische Wärmekapazität des Gewebes in $\text{J/kg} \cdot \text{K}$
- ΔT Temperaturanstieg im Erwärmungszeitintervall Δt in K
- Δt Erwärmungszeitintervall in s.

Messungen an Mobiltelefonen zur Kontrolle der Einhaltung der zulässigen SAR-Werte werden in Europa nach dem Produktstandard [1] durchgeführt. Die in diesem Standard beschriebenen Messverfahren sowie auch numerische Verfahren beruhen auf den Er-



Bild 2: SAR-Messung mit dem ESM-120 (Maschek-Elektronik)

gebnissen von Forschungsarbeiten, die frühzeitig parallel mit der Zunahme körpfernah gehaltener Funktelefone durchgeführt wurden und einen hohen technischen Stand aufweisen [5].

Kommerzielle SAR-Messplätze erfordern einen hohen Investitionsaufwand, werden stationär betrieben und die Messungen erfordern einen hohen Zeitaufwand. Seit 2004 steht auch ein transportables SAR-Meter zur Verfügung, dessen patentiertes Messverfahren sogar eine Echtzeitmessung der SAR und eine problemlose Vor-Ort-Messung ermöglicht [6]. Weitere Vorteile sind die Schnelligkeit der Messung und die Preisgünstigkeit des Messsystems. Dieses Verfahren ist nicht zugelassen für Messungen nach der EN 50361 [1]. Bild 2 zeigt das eine SAR-Messung an einem Mobiltelefon mit dem SAR Meter ESM-120.

Einen schnellen und anschaulichen Überblick über die Energieabsorption und -verteilung an der Kopfoberfläche in Abhängigkeit von dem verwendeten Mobiltelefon und seiner Antenne liefern thermografische Verfahren. Hierbei werden z. B. Kopfmodelle aus Schaumpolystyrol verwendet, die mit einer Absorberfolie überzogen sind, die der menschlichen Haut nachgebildete elektrische Eigenschaften aufweist [7].

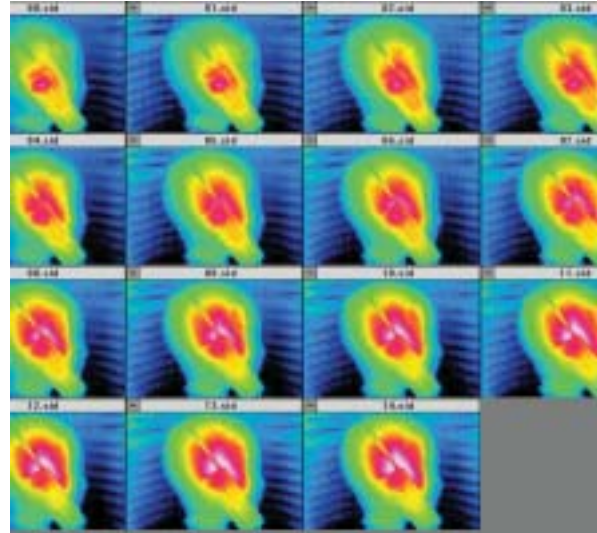


Bild 3: Darstellung des Erwärmungsvorganges über eine Serie von 15 Einzelaufnahmen

Bild 3 zeigt eine Serie von 15 Einzelaufnahmen, die im Abstand von jeweils 20 s die momentane Temperaturverteilung auf der Kopfmodell-Oberfläche im Bereich der Antenne darstellen.

Deutlich ist zu sehen, dass die maximale Energieabsorption bei einer Stabantenne im Bereich des Antennenfußpunktes erfolgt (Antennenstrommaximum), d. h. das magnetische Antennen-Nahfeld bestimmt im Wesentlichen den Energieeintrag in den Kopf. Ein vergleichbares Bild würde sich bei den überwiegend bei aktuellen Mobiltelefonen eingesetzten Spulen-(Helix-)Antennen mit kurzer Bauform ergeben, die die Stabantennen abgelöst haben und die ebenfalls ein konzentriertes Magnetfeld erzeugen.

Eine direkte Messung der in den Kopf des Mobiltelefonnutzers eingekoppelten Energie (und damit der SAR) ist selbstverständlich nicht möglich. Mit den SAR-Messplätzen wird in einem 1:1 Schalenphantom mit der Form des menschlichen Kopfes und Oberkörpers, das mit einer gewebeäquivalenten Flüssigkeit gefüllt ist, die SAR als Mittelwert über ein Volumen gemessen. Unmittelbare Rückschlüsse auf Temperaturerhöhungen und -verteilungen im realen Kopf des Nutzers sind nicht möglich, da durch den Blutfluss

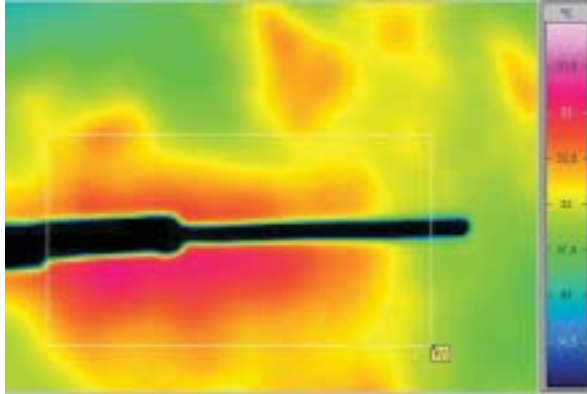


Bild 4: Erwärmung der Hautoberfläche nach 13minütiger Exposition (Feldquelle: Mobiltelefon-Antennennachbildung mit 2 W cw gespeist)

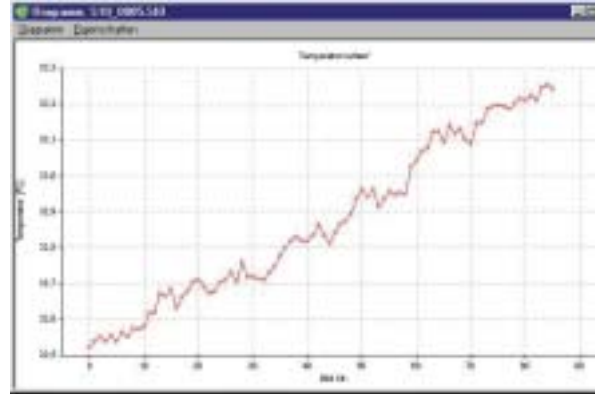


Bild 5: Diagramm des Temperaturanstiegs im heißesten Punkt des in Bild 4 markierten Bereichs

geringe lokale Erwärmungen abgeführt werden. Bei Phantommessungen ist eine Berücksichtigung des Wärmetransports durch das Blut nicht möglich. Mittels aufwändiger Modellrechnungen unter Berücksichtigung des Blutflusses wurde ein Temperaturanstieg im Gehirn von maximal 0,1 K ermittelt [8].

Ursachen der von einigen Nutzern beklagten und mittels Thermografie auch messbaren Erwärmungen im Bereich des Ohres oder der Haut in Ohrnähe während langer Telefonate sind im Wesentlichen die Wärmeisolierung des Ohres und der Wange durch das Mobiltelefon und die Eigenerwärmung des Gerätes bei längerer Betriebsdauer, während der Anteil der Hochfrequenz-Energieabsorption am Messergebnis bei der Untersuchung nach [9] kaum nachweisbar war.

Hier muss aber betont werden, dass sich bei körpernah betriebenen Antennen, die mit deutlich höheren Leistungen als im Mobilfunkbereich betrieben werden, sehr gut Erwärmungsvorgänge an der Hautoberfläche thermografisch darstellen lassen. Bereits bei 2 W mittlerer Sendeleistung und längerer Einwirkung ist der Blutkreislauf nicht mehr in der Lage, die lokale Erwärmung im Bereich der Hautoberfläche abzuführen (siehe Bild 4) und es kommt zu einem kontinuierlichen Anstieg der Hauttemperatur (Bild 5) [10].

Wie kann die Exposition des Mobiltelefon-Nutzers verringert werden?

Die Feld-Exposition des Mobiltelefon-Nutzers kann durch folgende Maßnahmen verringert werden:

- konstruktive Gestaltung von Mobiltelefonen (einschließlich Antenne)
 - Verhalten des Nutzers
 - Abschirmung.
- Darüber hinaus werden von verschiedenen Anbietern Produkte und Dienstleistungen angeboten, die Mobilfunkstrahlung „eliminieren“ oder versprechen, deren gesundheitliche Nebenwirkungen „zu neutralisieren“. Dazu gehören z. B.
- sogenannte „Feldsammler“, „Neutralisierer von Störschwingungen“, Elektrosmog „fressende“ Technologien wie z. B. „Skalarabsorber“ usw.; Kommentare dazu sind z. B. in [11] zu finden
 - das Anbringen von Aufklebern, sogenannten „Chips“ am Mobiltelefon [12]
 - Therapieverfahren zur Elektrosmog-Neutralisation mittels Geräten oder Medikamenten.

Während die Maßnahmen a) bis c) auf nachvollziehbaren physikalisch-biologischen Effekten beruhen, verlassen die Produkte unter d) bis f) diesen Bereich und begeben sich auf das Gebiet der Pseudowissen-

schaften. Hier kann nur noch der „Glaube“ des Nutzers etwas bewirken. Kritik an „Chip-Produkten“ ist unter anderem in [13] zu finden.

Zu a)

Mit konstruktiven Maßnahmen lässt sich die Exposition am wirkungsvollsten verringern. Obwohl die Optimierung von Mobiltelefon-Antennen in Richtung Reduzierung der Energieabsorption technisch möglich ist und Vorschläge seit langem vorliegen [14], haben die Hersteller viele Gesichtspunkte zu beachten. Dazu gehören vor allem die Minimierung des Preises der Antenne, gestalterische Gesichtspunkte und Kundenwünsche, die einer Antennenoptimierung teilweise entgegenstehen. Die Entwicklung einer Antenne mit verringerter Energieeinkopplung in den Kopf führt häufig zur gleichzeitigen Verschlechterung der Sende- und Empfangseigenschaften. Als Resultat muss das Mobiltelefon mit einer größeren Leistung bei seiner Verbindung mit der Basisstation senden, so dass im Endeffekt keine Expositionsverringering auftritt. Gestalterische Trends wie z. B. die „Klapphandys“, bei denen die Antenne konstruktionsbedingt weiter vom Kopf des Nutzers positioniert ist, führen in der Regel zu einer Reduzierung der SAR.

Da bis heute eine Einigung auf Kennzeichnung der Mobiltelefone in Bezug auf die Höhe der in den Kopf eingekoppelten SAR nicht erreicht wurde und zudem alle auf dem Markt befindlichen Mobiltelefone die SAR-Grenzwerte einhalten, besteht kein Druck auf die Hersteller, hier etwas zusätzlich zu tun.

Mit dem ESM-120 wurden an drei typischen Mobiltelefonen SAR-Messungen durchgeführt: Mobiltelefon mit Helixantenne, Mobiltelefon mit im Gehäuse integrierter Antenne (Patchantenne) und ein modernes Klapptelefon (siehe Bild 2).

In Tabelle 1 sind die SAR-Messergebnisse beim Verbindungsaufbau – hier sendet das Mobiltelefon immer mit Maximalleistung – zusammengefasst. Um den Messaufwand zu reduzieren, wurde einmal ohne und einmal nach dem Anbringen eines sogenannten „Chips“ (siehe Maßnahme e) die SAR bestimmt. Ein messbarer Einfluss auf die SAR konnte nicht festgestellt werden (siehe auch Newsletter 02/04, S. 42).

Zu b)

Der Nutzer kann bei gesundheitlichen Bedenken mehr als allgemein angenommen zur Expositionsreduzierung beitragen. Dazu gehören

- Auswahl eines Mobiltelefons mit geringer SAR und gleichzeitig gutem Abstrahlverhalten
- keine „Strahlungsblocker“, „Antennen-Abschirmungen“ u. dgl. einsetzen (siehe Ausführungen unter d) und e), die in den meisten Fällen genau das Gegenteil bewirken und die Sendeleistung zusätzlich erhöhen
- Mobiltelefon erst nach dem Verbindungsaufbau und der Gesprächsannahme an das Ohr halten (Mobiltelefon sendet beim Verbindungsaufbau mit Maximalleistung, erst danach setzt die Leistungsregelung ein) und die Gesprächszeiten kurz halten
- Antenne nicht mit den Fingern oder der Hand zusätzlich bedämpfen, da sonst die Sendeleistung erhöht wird
- Antenne nicht unnötig dem Kopf nähern oder sogar dagegen drücken; zur Abstandsvergrößerung Antenne-Kopf kann auch ein sogenanntes Headset benutzt werden
- wenn möglich, Standorte mit guten Empfangsbedingungen aussuchen; auf die entsprechende Displayanzeige achten; gute Empfangsbedingungen korrespondieren mit guten Sendebedingungen
- in Fahrzeugen Außenantennen benutzen, das gilt auch für Züge: hier sogenannte Repeater-Wagen, die entsprechend gekennzeichnet sind, für ein Gespräch aufsuchen.

Tabelle 1: SAR-Messergebnisse mit dem ESM-120 und verschiedenen Mobiltelefonen

Mobiltelefon mit:	maximaler Effektivwert der SAR (jeweils über 1,3 s und 1 g Masse gemittelt) beim Verbindungsaufbau
Stabantenne	0,7 W/kg
Spulen-(Helix-)Antenne integrierter Antenne	1,2 W/kg
Klapptelefon	0,44 W/kg

Eine sehr gute Zusammenstellung, die den Boden der Physik und Biologie nicht verlässt und aus der in diese Aufzählung einige Punkte eingeflossen sind, ist unter [15] zu finden.

Zu c)

Soll ein Bau- oder Zusatzteil als Abschirmung wirken, so müssen mindestens folgende physikalische Bedingungen erfüllt sein:

- Die Längsausdehnung des Bauteils muss mindestens in der Größenordnung der Wellenlänge des Hochfrequenzsignals (D-Netz: Wellenlänge etwa 33 cm) liegen, besser aber größer sein
- Die größte Wirkung hat eine Abschirmung, wenn sie die Strahlungsquelle vollständig einschließt, allerdings funktioniert dann das Telefon nicht mehr.

Alle Teilabschirmungen beeinflussen nur den Wirkungsgrad des Gerätes und verschlechtern die ohnehin schon nicht sonderlich gute Rundstrahlcharakteristik. Bei entsprechender Dimensionierung können solche „Abschirmungen“ sogar die Anpassung zwischen der Antenne und dem Kopf des Benutzers in dem Sinne verbessern, dass der Anteil der im Kopf absorbierten Hochfrequenzenergie zunimmt.

Bei Abschirmungen mit reflektierender oder absorbierender Wirkung, die zur direkten Anbringung am Mobiltelefon gedacht sind, z. B. im Bereich der Antenne, ist zu beachten, dass sie nicht nur den optischen Eindruck des Telefons teilweise erheblich verschlechtern und somit von den Nutzern kaum akzeptiert werden, sondern auch aufgrund ihrer geringen Abmessungen im Verhältnis zur Wellenlänge relativ wirkungslos sind. Technisch sinnvoll wären nur Kopfbedeckungen aus Abschirmgewebe mit reflektierender Wirkung, die z. B. in Form von Phone-Caps angeboten werden, die die Sendeleistung in den meisten Fällen nicht negativ beeinflussen.

Zu d)

„Feldsammler“, die zur Anbringung in geschlossenen Räumen vorgesehen sind, dazu gehören z. B. auch Wohnräume und die Innenräume von Kraftfahrzeugen, sollen die Mobilfunkstrahlung „einsammeln“ und damit „unschädlich“ machen. Hierbei wird eindeutig das

Gebiet der Physik verlassen und es beginnt der Glaube des Käufers an eine Wirkung, die ihm mit pseudowissenschaftlichen Erklärungen vorgegaukelt wird und dazu noch viel Geld kostet.

Zu e)

Hier gilt im Prinzip das unter d) Gesagte. Vertrieben werden von verschiedenen Anbietern sogenannte „Chips“, Aufstecker usw., die überwiegend aus Kunststoff bestehen und am Mobiltelefon befestigt, z. B. aufgeklebt, werden können. Schon allein der Name „Chip“ ist technisch völlig falsch gewählt, denn unter einem Chip wird in der Elektronik ein aktives Bauelement verstanden. Diese sogenannten „Chips“ haben in der Regel keinen messbaren Einfluss auf die SAR und auf das Abstrahlverhalten (siehe Anmerkungen zur Tabelle 1). Um einer Kritik in dieser Richtung gleich vorzubeugen, wird dies auch von einigen Anbietern nicht behauptet, sondern es wird mit ähnlichen pseudowissenschaftlichen Argumenten wie bei den Produkten unter d) versucht, eine Erklärung für die Wirkungsweise zu geben. Auf eines muss dennoch hingewiesen werden: Auch bei diesen „Chips“ kann es sogar bei einem günstigen Zusammentreffen von Materialeigenschaften und mechanischen Abmessungen zu der schon mehrfach erwähnten Verbesserung der Ankopplung der Antenne an den Kopf des Benutzers und damit zu einem Anstieg der absorbierten Energie kommen, wenn der „Chip“ auf der dem Kopf des Benutzers zugewandten Seite des Mobiltelefons angebracht wird. Dieser Effekt wird seit dem Beginn der Anwendung der Mikrowellen für therapeutische Zwecke bewusst ausgenutzt, um den Eintrag der Energie in den menschlichen Körper zu erhöhen [16].

Eine umfangreiche Zusammenfassung, was von diesen „Chips“ letztendlich außerhalb des „Glaubens“ an die Wirkung zu halten ist, ist in [14] zu finden und soll an dieser Stelle nicht noch einmal wiederholt werden. Hinzu kommt, dass die Hersteller dieser „Chips“ den Kritikern mit Schadenersatzklagen drohen. Aber es gibt auch erste positive Gerichtsentscheidungen, bei denen Richter das Vertreiben wirkungsloser „Chips“ als gewerblichen Betrug ansehen und entsprechende Strafen aussprechen [17].

Zu f)

Hier wird ein Bereich der physikalischen und medikamentösen Therapien betreten, der außerhalb der Schulmedizin liegt.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Mobiltelefone sind aus unserer modernen Welt nicht mehr wegzudenken, dazu bringen sie den Nutzern zu viele Vorteile. Nach dem gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand zur biologischen Wirkung der von Mobiltelefonen emittierten elektrischen und magnetischen Felder kann ein Gesundheitsrisiko ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse von SAR-Messungen verschiedener Institutionen stimmen weitgehend überein und zeigen, dass die SAR-Werte bei einem großen Teil der Mobiltelefone weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. Eine Notwendigkeit zur Verringerung der vom Benutzer der Telefone absorbierten Hochfrequenzenergie hinsichtlich der Verringerung einer Gesundheitsgefährdung besteht deshalb nicht. Im Interesse besorgter Nutzer ist es zu begrüßen, wenn Mobiltelefon-Antennen entwickelt und eingesetzt werden, durch die der Anteil der absorbierten Energie verringert und der fernmeldetechnische Wirkungsgrad verbessert wird. Gegner neuer Technologien, hier die des Mobilfunks, wird es immer geben. Ihre Argumente werden die weitere Anwendung mobiler Kommunikation nicht verhindern, jedoch mit dazu beitragen, dass über eine Expositionsminimierung nachgedacht und diese auch technisch umgesetzt wird.

Einige wirkungsvolle Möglichkeiten zur Expositionsreduzierung, die physikalisch begründet sind, werden in diesem Beitrag aufgezeigt.

Man muss aber auch zur Kenntnis nehmen, dass Anbieter zweifelhafter Produkte („Strahlungsblocker“, „Chips“, „Strahlungssammler“ zur Reduzierung des „Elektrosogs“ usw.) auch den umsatzstarken und damit profitablen Mobilfunkmarkt erschlossen haben. Vergleichende Untersuchungen verschiedener Institutionen zur Wirkung derartiger Produkte haben gezeigt, dass eine Expositionsverringerung mit ihnen nicht erreicht wird.

Hier hilft nur eine sachliche Aufklärung der Mobiltelefonnutzer und nicht eine weitere Verunsicherung durch das Schüren der Ängste vor dem Mobilfunk!

Literatur

- [1] DIN EN 50361 (VDE 0848 Teil 361):2002-03: Grundnorm zur Messung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) in Bezug auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen (300 MHz bis 3 GHz)
- [2] ICNIRP: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (1998) 4, S. 494-522
- [3] Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften v. 30.7.1999, S. L199/59-L199/70
- [4] Manteufel, D.: Analyse und Synthese von integrierten Antennen für Mobiltelefone unter besonderer Berücksichtigung des Benutzereinflusses. Dissertation an der Universität Duisburg-Essen, 16.10.2002. Veröffentlicht in: Berichte aus der Hochfrequenztechnik, Shaker Verlag Aachen, 2002
- [5] Kuster, N: Abschlussbericht zum Projekt: Entwicklung eines Testverfahrens zur standardisierten dosimetrischen Überprüfung von Mobilfunkgeräten, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik, September 1993, überarbeitet im Januar 1994
- [6] Eder, H.; Hombach, V.: Mobiler Messkopf zur standortbezogenen Teilkörper-SAR-Messung an Mobiltelefonen und Basisstationen, Bayerisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (LfAS), München, 2003
- [7] Goltz, S.; Eggert, S.; Dammaß, G: Thermografische Darstellung elektromagnetischer Felder, EMC Kompendium 1998, S. 298-300
- [8] van Leeuwen, G.M.J.; Lagendijk, J.J.W.; Zwamborn, A.P.M.; Hornsleth, S.N.; Kotte, A.N.T.J.: Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone, Phys. Med. Biol. 44 (1999), S. 2367-2379
- [9] Oftedal, G.; Straume, A.; Johnsson, A.: Wie kommt es zur Erwärmung der Haut durch Handys? NEWSLetter 1/2004, S. 12-15
- [10] Eggert, S.; Goltz, S.; Ruppe, I.; Hentschel, K.; Dammaß, G.: Thermographic visualization of the distribution of absorbed RF-energy on surfaces. Postersession, Annual Meeting of BEMS 1998
- [11] Humbug fürs Handy Mit obskurer Technik gegen den Elektrosmog versuchen Scharlatane Geld zu machen (<http://www.zeit.de/2004/11/C-Handychip>)
- [12] Gabriel-Chips machen Mobilfunkstrahlung unschädlich (http://www.gabriel-tech.de/tech/cms/Produkte/gabriel_chips/handy.php)
- [13] Jörn, F.: Der Gabriel-Chip, NEWSLetter 2/2004, S. 42-46
- [14] Becks, T.: Optimierte Antennen für Mobilfunkgeräte, Funkschau 17 (1996), S. fehlen (EXPO-585)
- [15] 15 Tipps: So vermeiden Sie Handystrahlung (http://www.chip.de/artikel/c_artikel_11947624.html?tid1=19504&tid2=0)
- [16] Rentsch, W.: Mikrowellen und Kuerzwellentherapie. Gustav Fischer Verlag Jena 1985, S. 46, 63
- [17] Wirkungslose Chips gegen Elektrosmog verkauft - Sechs Jahre Haft (http://www.anwalt-tv.net/index2_full.php?feed=11073)

Dipl.-Ing. Sigurd Goltz und Dr. Siegfried Eggert sind wissenschaftliche Mitarbeiter beim Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Berlin.