

## NEWS

l e t t e r

G 14514 ● 6. Jahrgang ● Nr. 3 ● Dezember 1998

## Verkehr

## Nahfeld von Mobiltelefonen innerhalb von Fahrzeugen

von Dr. Achim Bahr

**Im Fahrzeug betriebene GSM-Mobiltelefone zeigen keine signifikanten Änderungen der spezifischen Absorptionsrate gegenüber dem Freiraumfall.**

Gegenwärtig nutzen mehr als 10 Millionen Teilnehmer die in Deutschland verfügbaren Mobilfunknetze. Während im analogen C-Netz vornehmlich portable Geräte mit abgesetztem Telefonhörer oder fest in das Auto integrierte Endgeräte Verwendung finden, sind in den digitalen D- und E-Netzen fast ausschließlich Handfunktelefone im Einsatz.

Aufgrund des geringen räumlichen Abstands zum menschlichen Körper während des Mobiltelefonierens nehmen diese Geräte einen breiten Raum bei der Berichterstattung über das Thema „Elektrosmog“ ein. Zur Vermeidung von „Elektrosmog“ wird häufig geraten, Handfunktelefone innerhalb eines Fahrzeugs ausschließlich mit einer Außenantenne zu verwenden.

Ein Grund hierfür ist die Schirmwirkung der metallischen Fahrgastzelle, die zu ei-



ner ausgeprägten Dämpfung der Funksignale führt. Im allgemeinen wird das Handfunkgerät in einem solchen Fall vom Netz nicht angewiesen, mit einer niedrigeren Ausgangsleistung zu senden, wie dies in direkter Umgebung zu einer Basisstation der Fall ist. Abgesehen von Komforteinbußen durch die Verringerung der stand-by- bzw. Gesprächszeit ist dieses Argument aus Sicht der Personenschutznormung allerdings unerheblich, da für die normenkonforme dosimetrische Bewertung von Mobiltelefonen im Sinne einer worst case-Betrachtung stets die maximale Ausgangsleistung des Gerätes zugrunde gelegt wird.

**Fortsetzung auf S. 2**

## Inhalt

**VERKEHR**

Nahfeld von Mobiltelefonen innerhalb von Fahrzeugen

S. 1

**EDITORIAL**

S. 2

**NACHRICHTEN**

S. 5

**FORSCHUNG**

Diskussion auf spekulativem Niveau

S. 6

Den gesamten Spielraum ausloten

S. 8

**ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT**

Störfestigkeit medizinischer Elektrogeräte

S. 10

**IMPRESSUM**

S. 12





Georg Langheld,  
Vorstandsvorsitzender  
der FGF

## Liebe Leserinnen und Leser,

wieder neigt sich ein Jahr dem Ende zu, und Sie halten die letzte diesjährige Ausgabe des Newsletters in Händen. Gemeinsam können wir als Forschungsgemeinschaft Funk auf ein ereignisreiches und erfolgreiches Jahr zurückblicken.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich einige Worte in eigener Sache verlieren. Für mich persönlich endet das Jahr 1998 mit einem kleinen Wermutstropfen, heißt es doch, Abschied zu nehmen: Mit Beginn des neuen Jahres werde ich das Amt des Vorstandsvorsitzenden der Forschungsgemeinschaft Funk niederlegen. Die Übernahme neuer Aufgaben bei Motorola gestattet es mir nicht, meine Tätigkeit bei der FGF weiter auszuüben.

Die Aufgabe in der FGF hat mir Freude gemacht, und ich schaue mit Stolz auf das zurück, was Vorstand und Mitglieder bis heute erreicht haben.

Die FGF ist ein großartiges Beispiel freiwilliger Zusammenarbeit von Universitäten und Instituten, Behörden und Industrie in gemeinsamer gesellschaftlicher Verantwortung. Dafür sei an dieser Stelle dem Vorstand, den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, den Mitgliedern und den vielen aktiven Helfern, den Partnern und den vielen Freunden der FGF noch einmal herzlich gedankt.

Auf der Mitgliederversammlung am 28. Januar 1999 wird ein neuer Vorstand gewählt. Dem neuen Vorstand und der FGF wünsche ich schon heute viel Erfolg für diese Arbeit.

Die FGF und den neuen Vorstand erwartet eine Menge Arbeit. Neue und weitreichende wissenschaftliche Studien warten auf die Vergabe.

Strikte Neutralität gegenüber den Forschungsergebnissen bei der Vergabe der Aufträge und bei der Veröffentlichung müssen satzungsgemäß im Vordergrund stehen. So wird es der FGF weiterhin gelingen, den internationalen Ruf als Initiator für Forschung und Plattform für den wissenschaftlichen Dialog auszubauen. Dies wird auch in Zeiten eines veränderten Umfeldes die Diskussion über EMVU in der Öffentlichkeit entsprechend dem Auftrag der Satzung versachlichen. Auch dieser neue Newsletter soll dazu beitragen.

Hier ein ausgewogenes Verhältnis zwischen wissenschaftlichem Fachjargon und einem allgemeinverständlichen journalistischen Stil zu finden, um sowohl den Nicht-Fachmann als auch den Experten anzusprechen, ist nicht immer ganz einfach. Aber ich denke, das ist uns weitgehend gelungen.

Ich wünsche allen Lesern und Leserinnen im Namen der Forschungsgemeinschaft Funk, aber auch in meinem eigenen Namen ein gesegnetes, friedliches Weihnachtsfest und ein erfolgreiches neues Jahr.

Ihr Georg Langheld  
Vorstandsvorsitzender der FGF

# Mob

Zusätzlich haben Untersuchungen gezeigt, daß innerhalb des Fahrgastraums Feldüberhöhungen aufgrund der zahlreichen im Fahrzeug vorhandenen metallischen Teile auftreten können. Die beobachteten Feldüberhöhungen lassen allerdings keine Aussage darüber zu, ob innerhalb des menschlichen Körpers tatsächlich erhöhte Feldstärken auftreten.

Am Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH) in Kamp-Lintfort sind Untersuchungen zur Beantwortung dieser Fragestellung durchgeführt worden. Hierbei wurden exemplarisch insgesamt vier vermessen. Zwei Geräte arbeiteten nach dem GSM 900 Standard (D-Netze), zwei weitere nach dem GSM 1800 Standard (E-Netze).

## Personenschutznormung im HF-Bereich

Nachdem die Norm DIN/VDE 0848 Teil 2 von 1984 durch das Deutsche Institut für Normung (DIN) zurückgezogen wurde, ist z.Zt. der Normentwurf DIN/VDE 0848 Teil 2 in der Fassung von 1991 in Deutschland maßgebend. Die Aussagen der DIN haben auch die sich derzeit im Fluß befindliche Harmonisierung der Normen für Europa gefördert. Die Grenzwerte der Vornorm ENV 50166 des Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC), deren Gültigkeit zu Beginn des Jahres um zwei weitere Jahre verlängert wurde, sind denen im neuesten Entwurf der DIN/VDE 0848/1991 Teil 2 sehr ähnlich. Die analog für die USA vom American National Standards Institute (ANSI) herausgegebene Norm ANSI C95.1 wird in vielen anderen Ländern ebenfalls zur Bewertung herangezogen.

Eine der wichtigsten Organisationen, die sich auf internationaler Ebene mit der Entwicklung von Richtlinien befaßt, ist die ICNIRP (ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Die aktuellen Richtlinien der ICNIRP stammen aus dem Jahr 1998 und umfassen den Frequenzbereich bis 300 GHz.

In allen normativen Bestimmungen werden Basisgrenzwerte und abgeleitete Grenz-

# Mobiltelefone

werte unterschieden. Im Hochfrequenzbereich hat sich herausgestellt, daß zur Beschreibung der Wirkung eines elektromagnetischen Feldes die spezifische Absorptionsrate (SAR) eine aussagekräftige und biologisch relevante Basisgröße darstellt. Die spezifische Absorptionsrate ist ein Maß für die im menschlichen Körper in Wärme umgesetzte Leistung bezogen auf das Körpergewicht und daher direkt mit einer Temperaturerhöhung im Gewebe verknüpft.

Im Zusammenhang mit Mobiltelefonen schreibt inzwischen die Federal Communications Commission (FCC) als Bundesbehörde vor der Markteinführung neuer Geräte auf dem amerikanischen Markt die Überprüfung des in der ANSI-Norm festgelegten Grenzwerts für die spezifische Absorptionsrate SAR verbindlich vor. Das IMST als Dienstleister im Bereich der Mobil- und Satellitenfunktechnik ist inzwischen für SAR-Messungen von Mobiltelefonen FCC gelistet.

Auf europäischer Ebene ist im Juli 1998 die europäische Spezifikation ES 59005 „Considerations for evaluation of human exposure to Electromagnetic Fields (EMFs) from Mobile Telecommunication Equipment (MTE) in the frequency range 30 MHz - 6 GHz“ der CENELEC/SC111B Task Group verabschiedet worden. Diese Meßvorschrift enthält eine für Mobilfunkgeräte zugeschnittene Verfahrensanweisung, wie gemessen werden muß und welche Spezifikationen die verwendeten Meßgeräte erfüllen müssen. Für die praktische Anwendung ist wichtig, daß insgesamt vier unterschiedliche Positionen des Mobilfunktelefones am Kopf berücksichtigt werden müssen und daß das Mobilfunktelefon während der Messung mit maximaler Leistung senden muß. Bild 1 zeigt die „30°“-Position, die als eine der Standardpositionen in der ES 59005 definiert ist. Die „30°“-Position wird für die im folgenden vorgestellte Untersuchung zugrunde gelegt.

Das dosimetrische Prüflabor des IMST ist seit Mitte dieses Jahres für SAR-Messungen gemäß ES 59005, ENV 50166, DIN/VDE 0848 und ANSI C95.1 akkreditiert. Diese bisher in Deutschland einmalige Ak-

kreditierung bezieht sich außerdem auf Messungen der elektrischen und magnetischen Feldstärke gemäß ENV 50166, DIN/VDE 0848 und ANSI C95.1.

## Einfluß einer metallischen Wand auf das Nahfeld

Im realen Betrieb wie z.B. innerhalb eines Zuges kann es vorkommen, daß Mobiltelefone in räumlicher Nähe zu einer metallisch leitenden Wand betrieben werden. Hierbei ergibt sich die Fragestellung, ob Reflexionen an dieser metallischen Wand zu einer Erhöhung der spezifischen Absorptionsrate SAR innerhalb des menschlichen Körpers führen.

Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde der Meßaufbau gemäß Bild 2 verwendet. Die zu vermessenden Mobiltelefone werden an einem Phantom befestigt, das mit einer gewebesimulierenden Flüssigkeit gefüllt ist. Das Mobiltelefon befindet sich vor einer metallischen Wand. Innerhalb des Phantoms wird mit dem dosimetrischen Meßsystem DASY die spezifische Absorptionsrate als Funktion des Abstands zwischen Mobiltelefon und metallischer Wand bestimmt. Die Messung erfolgt voll automatisch mit Hilfe eines Roboters, der eine miniaturisierte Feldsonde innerhalb des Phantoms verfährt.

In Bild 3 sind die gemessenen SAR-Werte für zwei der insgesamt vier untersuchten Handfunktelefone bei ausgezogener Antenne zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß beide Geräte den Basisgrenzwert für die spezifische Absorptionsrate von 2 W/kg gemäß des deutschen Normenentwurfs bzw. der europäischen Vornorm mit einem deutlichen Sicherheitsabstand einhalten.

Zusätzlich kann festgehalten werden, daß sich durch eine Änderung des Abstands zwischen Mobiltelefon und metallischer Wand Änderungen der SAR-Werte gegenüber dem Freiraumfall ergeben, die kleiner als 25% sind. Hierbei ergibt sich eine konsistente Tendenz für beide Geräte: Bei einem auf die zugrunde liegende Wellenlänge bezogenen Abstand von  $\lambda/4$  zwischen Mobiltelefon und metallischer Wand tritt eine Überhöhung der SAR-Werte auf.

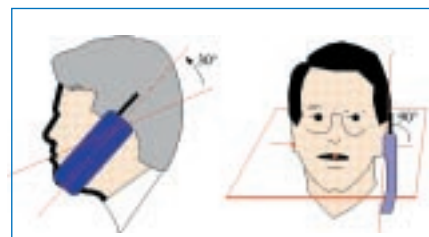


Bild 1: Die „30°“-Position entsprechend der europäischen Spezifikation ES 59005 zur dosimetrischen Bewertung von Mobiltelefonen.



Bild 2: Meßaufbau zur Untersuchung des Einflusses in der Nähe befindlicher metallisch leitender Teile auf die SAR-Werte.

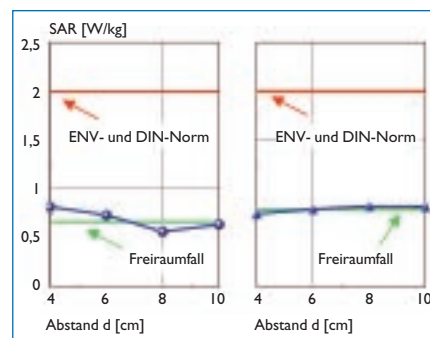


Bild 3: Gemessene SAR-Werte als Funktion des Abstands zwischen Mobiltelefon und metallischer Wand bei ausgezogener Antenne, links: GSM 1800, rechts: GSM 900.

**Wie die vorangegangene Untersuchung gezeigt hat, sind primär direkt in der Nähe des Mobiltelefons befindliche metallische Strukturen für das veränderte Absorptionsverhalten der elektromagnetischen Felder verantwortlich. Im Fahrzeug kommen deshalb insbesondere die Halterungen der Rückenlehne, der Kopfstützen sowie die Fahrzeugholme für die beobachteten geringfügigen Änderungen der SAR-Werte in Betracht.**

Dies entspricht gemäß des Spiegelungsprinzips einer konstruktiven Überlagerung der Felder, die direkt vom Handfunktelefon verursacht werden mit den durch die elektrische Wand reflektierten Feldanteilen. Aufgrund des größeren absoluten räumlichen Abstands ist die Erhöhung der SAR-Werte bei konstruktiver Überlagerung für das GSM 900-Gerät geringer ausgeprägt.

### Dosimetrische Messungen in einem Kraftfahrzeug

Im folgenden wird der Einfluß eines Kraftfahrzeugs (VW Golf) mit seinen zahlreichen metallischen Teilen auf die SAR-Werte untersucht, die sich beim Mobiltelefonieren im Fahrzeuginneren ohne Verwendung einer externen Fahrzeugantenne ergeben. Die Vermessung erfolgt sowohl für die Fahrer- als auch für die Beifahrerposition. Der verwendete Aufbau mit dem Meßroboter und dem flüssigkeitsgefüllten Phantom ist in Bild 4 dargestellt. Sämtliche Messungen wurden gemäß Bild 4 für die Linkshänderhaltung durchgeführt, d.h. das Mobiltelefon befindet sich insbesondere während des Betriebs in Fahrerposition in engem räumlichen Kontakt mit der Karosserie des Fahrzeugs.

Bild 5 zeigt die ermittelten SAR-Werte für die untersuchten GSM 900- und GSM 1800-Mobiltelefone. Die Abweichung zu den Freiraumwerten bei gleicher Sendeleistung ist für beide GSM-Standards gering, sie beträgt maximal 18 %. Hierbei ergibt sich für die GSM 900-Geräte durchgängig eine Verringerung der SAR-Werte innerhalb des Kraftfahrzeugs im Vergleich zum Freiraumfall. Für die GSM 1800-Mobiltelefone zeigen die Meßergebnisse keine einheitliche Tendenz.

Aufgrund der komplexen Wellenausbreitungssituation innerhalb des Fahrzeugs ist eine anschauliche Interpretation der für beide GSM-Standards resultierenden SAR-Werte nicht so einfach möglich wie im zuvor diskutierten Fall einer metallischen Wand. Wie die vorangegangene Untersuchung gezeigt hat, sind primär direkt in der Nähe des Mobiltelefons befindliche metallische Strukturen für das veränderte



Bild 4: Anordnung zur Bestimmung der SAR-Werte innerhalb eines flüssigkeitsgefüllten Phantoms auf der Beifahrerposition eines VW Golf.

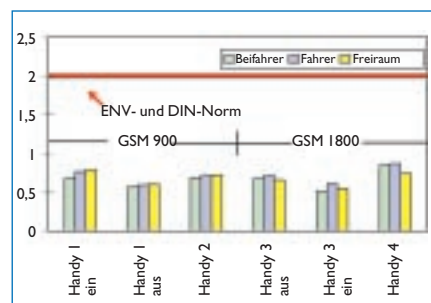


Bild 5: Gemessene SAR-Werte für die Mobiltelefone (GSM 900 sowie GSM 1800) innerhalb eines Kfz im Vergleich zum Freiraumfall.

Absorptionsverhalten der elektromagnetischen Felder verantwortlich. Im Fahrzeug kommen deshalb insbesondere die Halterungen der Rückenlehne, der Kopfstützen sowie die Fahrzeugholme für die beobachteten geringfügigen Änderungen der SAR-Werte in Betracht.

### Zusammenfassung

Die beim Mobiltelefonieren im menschlichen Körper hervorgerufene spezifische Absorptionsrate hängt im wesentlichen von dem verwendeten Handfunktelefon ab. Die vorgestellte Untersuchung des IMST zeigt, daß die räumliche Nähe metallischer Teile keinen signifikanten Einfluß auf die sich einstellenden SAR-Werte während des Mobiltelefonierens hat. Insbesondere ergibt sich keine signifikante Überhöhung der SAR-Werte bei der Verwendung eines Mobiltelefons innerhalb eines Kraftfahrzeugs.

Über diese Studie wurde auch in einem Artikel der FUNKSCHAU berichtet. Der Autor Dr.-Ing. Achim Bahr leitet die Arbeitsgruppe „technische EMVU“ des Instituts für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST). ■