

Dosimetrisches Meßsystem für den Mobilfunk

Ein Meßverfahren, das von Prof. Niels Kuster, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik der ETH Zürich, entwickelt wurde, ermöglicht die dosimetrische Überprüfung von Mobilfunkgeräten hinsichtlich der Einhaltung heute geltender Sicherheitsgrenzwerte.

Nach Untersuchungen an analogen Mobilfunkgeräten wurden jetzt auch Meßreihen mit Geräten nach dem GSM-Standard durchgeführt.

Hochfrequente elektromagnetische Wellen können unterschiedlich tief in menschliches Gewebe eindringen und dabei Wärmeeffekte erzielen. Um bei intensiver Hochfrequenzbefeldung jedoch biologische Wirkungen auslösen zu können, müssen bestimmte Schwellenwerte der Energieaufnahme überschritten werden. Umfangreichen Untersuchungen zufolge liegt dieser Wert bei ca. 1 Grad Celsius. Zum Schutz vor diesen Wärmeeffekten muß daher gewährleistet sein, daß sich kein Körperteil oder Organ als Folge der Hochfrequenzabsorption um mehr als 0,5 - 1 Grad Celsius erwärmt.

Um mögliche gesundheitliche Schäden durch ungewollte elektromagnetische Exposition zu verhindern, wurden Sicherheitsgrenzwerte eingeführt, bei deren Einhaltung thermische Effekte als äußerst unwahrscheinlich gelten. Internationale Organisationen, die derartige Grenzwertempfehlungen ausarbeiten, sind z.B. IRPA, ANSI/IEEE, DIN/VDE oder CENELEC.

Als Bezugsgröße gilt die pro kg Körpermasse aufgenommene

elektromagnetische Leistung (W/kg), die auch spezifische Absorptionsrate (SAR) genannt



Prof. Niels Kuster, Leiter des Instituts für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik der ETH Zürich

wird. Der Wert von 1 - 4 W/kg wurde in Versuchen als kritischer Schwellenwert ermittelt.

Für beruflich exponierte Gruppen gilt der um einen Sicherheitsfaktor 10 strengere Grenzwert von 0,4 W/kg. Für die übrige Bevölke-

rung wurde der Wert auf 0,08 kg festgelegt, um auch die gesundheitlich schwächsten Personen schützen zu können. Neben diesen Grenzwerten, die sich auf die durchschnittliche Exposition des ganzen Körpers beziehen, wurden auch Grenzwerte für eine rein lokale Belastung definiert, wie sie zum Beispiel beim Mobilfunktelefonieren auftreten kann. Diesen Schwellenwert legten die Kommissionen CENELEC und DIN/VDE bei 20 mW/10 g fest, während die IEEE/ANSI-Kommission lediglich 1,6 mW/1 g zuläßt. Beide Werte dürfen, gemittelt über sechs Minuten, nicht überschritten werden. Da bislang kein geeignetes Meßverfahren zur Verfügung stand, bediente man sich eines „Hilfkonstruktes“ und leitete einfacher zu messende elektrische und magnetische Feldstärken ab. Die Werte erwiesen sich jedoch als zu ungenau, als daß eine verlässliche Typenprüfung hätte durchgeführt werden können. Es war nicht möglich, die Geräte auf ihre Konformität mit den Expositionsgrenzwerten zu testen.

Das von Prof. Niels Kuster entwickelte Meßverfahren, das gegenwärtig als einfaches, kosteneffizientes und zuverlässiges

FORSCHUNG

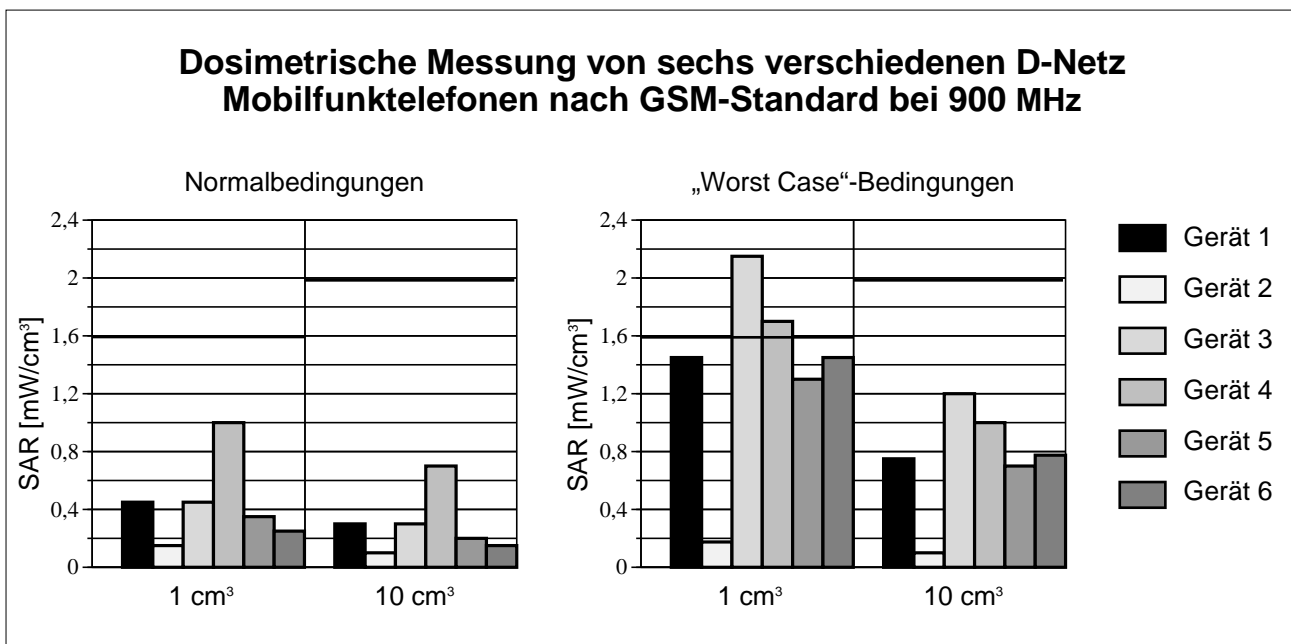
Typprüfverfahren weiterentwickelt wird, mißt die in der Praxis tatsächlich auftretenden Feldstärken und Feldverteilungen insbesondere im Kopfbereich, der sich beim Funktelefonieren im unmittelbaren Nahfeld der Antenne befindet.

Bei der Überprüfung, ob die Grenzwerte eingehalten werden, erweist es sich als Hauptschwie-

basiert auf einer neu entwickelten Nahfeldsonde, kombiniert mit einem integrierten Entfernungssensor. Die Sonde mit einem Durchmesser von 8 mm wird durch einen sechs-achsigen Roboter in einem 2 mm starken, anatomisch korrekt geformten Fiberglas-Phantomkopf, der mit einer die Gehirnmasse simulierenden Flüssigkeit gefüllt ist, positioniert. Der Phantomkopf wird mit dem zu

5) Auswertung und Darstellung der Daten.

Bei der Messung an Mobilfunkgeräten wird zuerst die Feldstärke in einem grobmaschigen Gitter, welches das ganze Funkgerät (Funkgerät incl. Antenne) abdeckt, ausgemessen. Danach wird um den Ort des Maximums in einem feineren Würfelgitter gemessen, aus dem die gemittelten



rigkeit, daß der Ort der maximalen Absorption elektromagnetischer Wellen nur schwer a priori voraussehbar ist. Um diese Maxima trotzdem zuverlässig bestimmen zu können, ist es erforderlich, in einem relativ großen Körpervolumen mit einem feinen räumlichen Gitter zu messen. Diese Anforderung zwingt dazu, mit sogenannten Schalenmodellen zu arbeiten, die mit gewebe-simulierenden Flüssigkeiten gefüllt sind.

Das von Prof. Kuster entwickelte Roboter-gestützte Meßsystem

testenden Handy in einer Position befiehlt, die der normalen Benutzerposition entspricht.

Der gesamte Meßvorgang wird vom PC aus gesteuert. Die Software übernimmt fünf Aufgabenbereiche:

- 1) Steuerung des Roboters
- 2) Auswertung des Oberflächensensors
- 3) Steuerung und Überwachung der Meßverstärker, Fehlererkennung
- 4) digitale Filterung der stark ver-räuschten Meßwerte

SAR-Werte für spezifische Gewebemassen (z.B. 10 g und 1 g) durch dreidimensionale Interpolation berechnet werden.

Das dosimetrische Meßverfahren erlaubt die wirklichkeitsgetreue Abbildung der lokalen Absorption elektromagnetischer Wellen: Die Reproduzierbarkeit der dosimetrischen Untersuchungen ist genauer als plus/minus 5 %. In Versuchen konnte nachgewiesen werden, daß weder die komplexe Struktur des Schädels noch die Inhomogenität des Gehirngewebes einen entscheidenden Ein-



Bei Messungen am Phantomkopf wurden die für Handies gültigen Grenzwerte bei allen geprüften GSM-Geräten unterschritten. Das von Prof. Kuster entwickelte Testlabor wird gegenwärtig hinsichtlich des Einsatzes zur Typprüfung von Mobilfunktelefonen optimiert.

fluß auf die Absorption haben. Die Abweichung der Meßergebnisse am Phantom liegen in einer Bandbreite von etwa plus/minus 10 % vom Original.

Um der Marktentwicklung gerecht zu werden – der digitale GSM-Standard entwickelt sich eindeutig zum dominierenden Mobilfunkstandard in Europa und Ost-Asien –, untersuchte Prof. Niels Kuster in einer neuen Meßreihe jetzt auch sechs verschiedene D-Netz-Mobilfunktelefone, die nach dem GSM-Standard bei 900 MHz arbeiten.

Obwohl die durchschnittliche Spitzenleistung dieser Geräte mit 250 mW sehr niedrig ist und unter der von Funktelefonen des analogen C-Netzes liegt, läßt sich das Absorptionsverhalten beim Telefonieren mit derartigen Geräten nicht vorhersagen. Zu viele Faktoren spielen für das Absorptionsverhalten eine Rolle. Darüber hinaus führt die zunehmende Minia-

turisierung zum Einsatz kürzerer Antennen, was zu höheren Absorptionsraten im Kontaktbereich Handy-Kopf führen kann.

Prof. Niels Kuster untersuchte an sechs Mobilfunktelefonen die Einhaltung der Grenzwerte. Verwendet wurde das neue dosimetrische Meßverfahren.

Bei sachgemäßer Handhabung blieb jedes der getesteten Geräte sowohl nach der schärferen amerikanischen ANSI/IEEE-Norm als auch nach der europäischen CENELEC-Norm deutlich unter den Grenzwerten.

Die Geräte wurden anschließend unter „Worst-Case“-Bedingungen, d.h. bei den denkbar ungünstigsten Betriebsbedingungen, wie sie bei unsachgemäßer Handhabung auftreten können, getestet. Das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn die Antenne des Gerätes in Bereichen oberhalb des Ohres direkt an den Kopf gepreßt wird.

Zwei der getesteten, allerdings älteren Geräte überschritten unter diesen in der Praxis unüblichen Betriebsbedingungen leicht die gegenwärtigen amerikanischen ANSI/IEEE-Sicherheitsgrenzwerte.

Die Untersuchungen von Prof. Kuster belegten, daß die maximale, lokal absorbierte Leistung – wie erwartet – stark von der Abschirmung und damit der Konstruktion des Mobilfunkgerätes abhängt. Das bedeutet – so Prof. Kuster –, daß mit einer entsprechenden Gerätekonstruktion von den Herstellern ein erheblicher Beitrag zur Eindämmung des „Elektrosmogs“ geleistet werden kann.

Um die Zulassung des Meßsystems als Typprüfverfahren für Mobilfunkgeräte zu erlangen, wird das im Rahmen des Meßverfahrens eingesetzte Testphantom am Institut von Prof. Niels Kuster derzeit noch optimiert.