

Mobilfunkstrahlung in Wohngebieten

Öko-Test: Ein empfehlenswerter und realistischer Vorsorgewert ist $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$

Im Auftrag des Umweltmagazins Öko-Test hat die Baubiologie Maes an 28 Messpunkten die Mikrowellen von Mobilfunk-Basisstationen der vier D- und E-Netze in Deutschland und Salzburg erfasst. Man wollte einschätzen, welche Strahlungsbelastung im Alltag auftreten kann, mit welchen Feldstärken zu Hause, in Schlafbereichen, am Arbeitsplatz oder auch im Freien zu rechnen ist. Der Test wurde nach der Veröffentlichung im April-Heft 2001 um zahlreiche weitere Messpunkte ergänzt. Die Strahlungsstärken lagen dabei insgesamt zwischen 0,01 und 152.000 Mikrowatt pro Quadratmeter. Der Öko-Test kam in Absprache mit den Elektrosmog-Experten Dr. Lebrecht von Klitzing (Medizinische Universität Lübeck), Prof. Dr. Günter Käs (Universität der Bundeswehr, Neubiberg) und der Baubiologie Maes aus Neuss zu dem gemeinsamen Schluss: "Ein empfehlenswerter und realistischer Vorsorgewert ist $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$." Das Magazin definiert Strahlungsstärken bis $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$ als niedrige Belastung, 10 bis $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ als mittlere und über $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ als hohe Belastung. Prof. Käs: "100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ im Haus sind zu viel." Dr. von Klitzing: "100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ sind bereits sehr bedenklich." $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$ sollten, wann immer möglich, speziell wenn es um dauerhafte Einwirkungen geht, unterschritten werden, um biologische Risiken niedrig zu halten. Für sensible, Kinder und Kranke sowie für Schlaf- und Regenerationsbereiche wären noch niedrigere Werte sinnvoll. Wenn nicht mehr als 10 bis höchstens $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ Mobilfunkstrahlung ein Haus von außen erreicht, dann, und nur dann, haben die Bewohner -je nach Situation- gute Chancen individuelle Schutzmaßnahmen eigenverantwortlich vornehmen zu können, z.B. durch Abschirmungen im Schlafbereich, um auf anzustrebende Werte unter $1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ zu kommen. Das ist nicht technikfeindlich, denn eine ausreichende bis optimale Handyversorgung wäre gesichert, weil Handys schon bei etwa $0,001 \mu\text{W}/\text{m}^2$ funktionieren.

Derzeit werden auf dem Gebiet der Mobilfunktechnik Fortschritte erzielt ohne hinreichende Prüfung auf ihre biologische Unbedenklichkeit. Wenig berücksichtigt bleiben bisher gesundheitliche Auswirkungen unterhalb der direkten Erwärmung des Körpers. Zunehmend zeigen sich in internationalen Studien deutliche Hinweise auf gesundheitliche Risiken in durchaus alltagsüblichen Mobilfunkfeldern. Zur Erfassung der tatsächlichen Strahlungsbelastung durch solche Funkanlagen wurden in mehreren Städten die Feldintensitäten in Wohngebieten und Wohnungen untersucht. Das Umweltmagazin 'Öko-Test' veröffentlichte und kommentierte 28 Messergebnisse. Die Auswertung dieser und weiterer Resultate soll hier vorgestellt und im Zusammenhang mit der umstrittenen Grenzwertsituation in Deutschland diskutiert werden.

D-Netz, E-Netz, UMTS

In Deutschland gibt es bereits über 50 Millionen Mobilfunktelefonierer. Die derzeit betriebenen Mobilfunknetze sind die beiden **D-Netze** der DeTeMobil (D1, Telekom) und von Vodafone (D2,

einst Mannesmann) und die beiden **E-Netze** von E-Plus (E1) und Viag-Interkom (E2).

Die D- und E-Netze basieren seit 1992 auf dem GSM-Standard. Bei beiden Netzen handelt es sich um eine ganz neue digitale Telefon-technik, sie funktioniert erstmals mit **gepulsten Mikrowellen**. Die Trägerfrequenzen der D- und E-Netze liegen bei 890 bis 960 MHz und 1710 bis 1880 MHz bei einem Puls von 217 Hz für die Mobilgeräte (Handys) und bis 1733 Hz für die Basisstationen.

Zur Zeit befindet sich der neue Mobilfunk-Standard **UMTS** im Aufbau. Er wird die D- und E-Netze ergänzen, nicht wie häufig angenommen wird, ersetzen. Für UMTS werden zusätzliche etwa 50.000 Basisstationen installiert, die ersten sind schon in Betrieb. Bis zum Jahr 2010 soll die flächendeckende UMTS-Versorgung zustande kommen. Die meisten Anlagen sind niedriger als zehn Meter und strahlen weniger als zehn Watt Leistung ab. Sie brauchen weder eine Bau- noch eine Umweltgenehmigung. Die Betreiber müssen vor der Inbetriebnahme diese lediglich mitteilen.

Die UMTS Sendefrequenzen liegen bei 1900 bis 2170 MHz, und die Systeme sind teilweise ähnlich gepulst wie die D- und E-Netze. Grundlagenforschung in Bezug auf Risiken durch UMTS-Wellen liegt, wie bei der Einführung der D- und E-Netze auch, noch nicht vor. Die Basisstationen werden in nächster Nähe zu Wohngebieten und direkt auf privaten Hausdächern aufgestellt.

Messungen der Funkstrahlung

Die Strahlung von Mobilfunkstationen wurde von uns an sender-nahen Standorten und bis zu 1500 m Entfernung erfasst. Es kamen dabei kalibrierte Spektrumanalysatoren und Messantennen zum Einsatz, welche die Spitzenleistungen der Einzelsender und -kanäle anzeigen und die Zuordnung der Werte zu den jeweiligen Sendefrequenzen des Mobilfunks ermöglichen. Dabei wurden die Spitzenwerte der D- und E-Netz-Sendeleistungen aufsummiert. In der nachfolgenden Tabelle sind die Messergebnisse mit den dazugehörigen Randbedingungen und Messorten aufgelistet, es wurde nach aufsteigender Strahlungsdichte sortiert.

**Auszüge einiger Messungen der Mobilfunkstrahlung in Häusern
ausgehend von Basisstationen in Wohngebieten**

Ort	Messpunkt	Abstand m	Messwert $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Sicht- kontakt	
1	Niederelbert, Zentrum	Einfamilienhaus, Kinderzimmer EG	1500	< 0,01	nein
2	Neuss, Zentrum (Stadtgarten)	Jugendstilhaus, Souterrain (siehe 8,23)	500	0,01	nein
3	Duisburg-Rheinhausen	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	300	0,01	nein
4	Meerbusch-Lank, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Kinderzimmer EG	150	0,02	nein
5	Düsseldorf, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Wohnraum 2. OG	250	0,05	nein
6	Bad Homburg, Randgebiet	Einfamilienhaus, Kinderzimmer EG	1000	0,05	nein
7	Neuss-Eppinghoven, Zentrum	Mehrfamilienhof, Schlafraum 1. OG	350	0,1	nein
8	Neuss, Zentrum (Stadtgarten)	Jugendstilhaus, Parterre (siehe 2,23)	500	0,2	nein
9	Köln, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Schlafraum EG	300	0,5	nein
10	München-Bogenhausen	Wohnackhaus, Schlafraum 3. OG	400	0,8	nein
11	Wülfrath, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Wohnzimmer 1. OG	600	1	nein
12	Lübeck-Schlutup	Mehrfamilienhaus, 1. OG (siehe 27)	25	1	nein
13	Düsseldorf-Flehe	Mehrfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	500	5	nein
14	Schnaitsee, Obernhof	Im großen Viehstall, Eingang (siehe 25)	100	6	ja
15	Bergisch-Gladbach, Refrath	Haus, 2. OG mit Schutzglas (siehe 36)	250	8	ja
16	Wuppertal, Hofkamp	Industriegebäude, Büro 4. OG	20	10	nein
17	Mettmann-Metzkausen	Wohnhaus, Schlafraum EG	350	12	nein
18	Rees, Stadtrandsiedlung	Einfamilienhaus, Küche EG (siehe 39)	40	20	nein
19	Köln-Südstadt, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Schlafraum 3. OG	200	40	ja
20	Salzburg (A), Zentrum	Mehrfamilienhaus, Schlafraum 2. OG	50	50	ja
21	Düsseldorf-Wersten	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	35	52	nein
22	Schnaitsee, Obernhof	Bauernhaus, Dachgeschoss (siehe 33)	100	65	ja
23	Neuss, Zentrum (Stadtgarten)	Jugendstilhaus, 3. OG (siehe 2,8)	500	100	kaum
24	Wuppertal-Katernberg	Wohn- / Bürogebäude, Büro 5. OG	10	110	nein
25	Schnaitsee, Obernhof	Im großen Viehstall, Fenster (siehe 14)	100	115	ja
26	Düsseldorf-Ludenberg	Mehrfamilienhaus, Schlafraum 4. OG	500	160	nein
27	Lübeck-Schlutup	Mehrfamilienhaus, 6. OG (siehe 12)	5	200	nein
28	Korbach-Rhena, Randgebiet	Einfamilienhaus, Wohnzimmer EG	400	230	ja
29	Meerbusch-Büderich	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	40	250	nein
30	Schnaitsee, Obernhof	Auf der großen Viehweide	100	280	ja
31	Brühl, Zentrum	Wohnhochhaus, 4. OG (siehe 32,40,53)	25	280	nein
32	Brühl, Zentrum	Wohnhochhaus, EG (siehe 31,40,53)	30	300	nein
33	Schnaitsee, Obernhof	Bauernhaus, Balkon 1. OG (siehe 22)	100	350	ja
34	Saerbeck, Industriegebiet	Zweifamilienhaus, Kinderzimmer 1. OG	50	500	nein
35	Kruikeke (B), Zentrum	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	80	710	ja
36	Bergisch-Gladbach, Refrath	Haus, 1. OG ohne Schutzglas (siehe 15)	250	850	ja
37	Bückerburg, nahe Zentrum	Mehrfamilienhaus, Wohnbereich 2. OG	30	1300	ja
38	Meerbusch-Büderich	Wohnhaus, Schlafraum 1. OG	35	1800	ja
39	Rees, Stadtrandsiedlung	Einfamilienhaus, Büro Dach (siehe 18)	40	2000	ja
40	Brühl, Zentrum	Wohnhochhaus, 5. OG (siehe 31,32,53)	10	2200	nein
41	Oberursel, Zentrum	Einfamilienhaus, Kinderzimmer 1. OG	65	2800	ja
42	Westerland / Sylt, Zentrum	Hochhaus, Ferienwohnung 10. OG	80	3100	ja
43	Lohra, Stadtrand	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	60	3200	ja
44	Düsseldorf, Zentrum	Geschäftshaus, Büro 5. OG	300	3800	ja
45	Kaarst, Zentrum	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	250	4000	ja
46	Haibach-Nord, Stadtrand	Einfamilienhaus, Kinderzimmer 1. OG	55	5200	ja
47	Düsseldorf-Niederkassel	Wohnhaus, Kinderzimmer 3. OG	30	5800	ja
48	München, Zentrum	Bürohaus, Büro 4. OG	40	13.300	ja
49	Düsseldorf-Wersten	Behindertenschule, Klassenraum 2. OG	200	15.000	ja
50	Hannover, Zentrum	Bürohaus, Büro 5. OG	20	16.400	ja
51	Langensfeld, Zentrum	Einfamilienhaus, Schlafraum 1. OG	45	18.300	ja
52	Salzburg (A), Zentrum	Parkplatz zwischen Wohnhäusern	20	25.300	ja
53	Brühl, Zentrum	Wohnhochhaus, 5. OG (siehe 31,32,40)	10	32.000	ja
54	Maintal-Hochstadt, Zentrum	Mehrfamilienhaus, Kinderzimmer 2. OG	15	152.000	ja

Anmerkungen zu einigen Ergebnissen in der Tabelle: Die Strahlungsintensität in dem Neusser Jugendstilhaus (2,8,23) variiert bei gleichem Abstand zu den Sendeanlagen um den Faktor 1 bis 10.000, je nachdem wo im Haus gemessen wurde. Bei dem Mehrfamilienhaus in Lübeck-Schlutup (12,27) befindet sich die Funkanlage auf dem Flachdach des Gebäudes. Im Obernhof im bayerischen Schnaitsee (14, 25,30) werden krankhafte Veränderungen beim Viehbestand auf die Funkbelastung zurückgeführt. Jenes Kinderzimmer in Saerbeck (34) wurde nach den Messungen abgeschirmt, der Effekt: 0,5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, das sind 99 % Reduzierung. Seitdem geht es dem zuvor ständig kranken fünfjährigen Jungen wieder gut. Die Besitzer der Ferienwohnung auf Sylt (42) haben nur hier immer Kopfschmerzen und andere Beschwerden, zu Hause mitten im Ruhrgebiet nie. Kopfschmerzen, Schwindel und Ohrengeräusche beklagt auch der Besitzer des Büros in Düsseldorf (44), ebenfalls nur hier, nach einer halben Stunde außerhalb des Büros sind die Beschwerden verschwunden. Der elfjährige Sohn aus Düsseldorf-Nieder-kassel (47) schläft im Kinderzimmer keine Nacht; verlegt man ihn ins Gästezimmer (hier 99,5 % weniger Funk), so schläft er ohne Probleme. Der in Salzburg geforderte Wert von 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ wird an mehreren Stellen überschritten, so auch am Messpunkt 52. Das Kinderzimmer in Maintal-Hochstadt (54) wurde komplett abgeschirmt, zusätzlich auch das Bett. So gingen die außergewöhnlich extremen Werte von über 150.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ auf unter 300 zurück. Das Kind hatte hier Angstträume, Nachtschweiß, war nervös, verhaltensauffällig und kam nicht zur Ruhe. Danach ging es ihm noch nicht vollkommen gut, aber spürbar besser.

Interessant, dass neben dem Abstand zu den Sendeanlagen auch der Sichtkontakt eine wesentliche Rolle spielt, die Messreihe mit Sichtkontakt zeigt eine im Mittel um den Faktor 10 höhere Strahlenbelastung. Hier wird die nahe Verwandtschaft der Funk-Mikrowellen zum elektromagnetischen Spektrum des Lichtes deutlich.

Alle unsere Messwerte liegen erwartungsgemäß auch in nächster Nähe zu den Sendern deutlich unterhalb der Grenzwerte. Wir haben nach einigen tausend Unter-

suchungen noch keine einzige Grenzwertüberschreitung gefunden. Die Einhaltung der Verordnung wird auch in Messaktionen der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post dokumentiert, wobei die Ergebnisse im Mittel um den Faktor 100 bis 1000 unter den Grenzwerten liegen, gemessen an sendernahen Standorten draußen im Freien.

Bewertung und Grenzwerte

Insgesamt liegen 16 von insgesamt 54 ausgewählten Messpunkten im Bereich relativ niedriger Belastung bis 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (Bewertung Dr. von Klitzing, Prof. Käs und Baubiologie Maes, siehe Öko-Test), 9 Messpunkte im Bereich mittlerer Belastung über 10 bis 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und 29 Messpunkte im Bereich hoher Belastung über 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. 11 Punkte liegen über 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, einem Wert, bei dem in wissenschaftlichen Laborversuchen bereits bei Kurzzeiteinwirkung biologische Effekte wie Hirnstromveränderungen und Nervenreizungen gefunden wurden. Kritische 10.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und mehr gab es an 6 Stellen. Der 'Sieger' brachte 152.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ auf die Anzeige unserer Messgeräte.

Nach Auswertung mehrerer tausend Untersuchungen durch die Baubiologie Maes aus den Jahren 1995 bis 2000 wurden in den meisten deutschen Häusern, speziell an Schlafplätzen, Mobilfunkeinwirkungen im Bereich von 0,01 bis 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ermittelt. Vor 1995, in den Anfangsjahren der sprunghaft zunehmenden Mobilfunkinstallation, war es etwa ein Zehntel, nach 2000 bis heute dürfte etwa das Zehnfache erreicht sein. Mit der Installation von UMTS erwarten wir eine weitere deutliche Zunahme der Hintergrundbelastung. Vor 1992 gab es gar keine gepulsten Mobilfunkwellen.

Im Nahbereich bis zu 100 Meter Senderabstand und mit Sichtkontakt zum Sender kann in einigen Fällen (längst nicht in allen) mit Dauerbelastungen bis und über 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ gerechnet werden. Ohne Sichtkontakt muss im Umfeld von 100 Metern von Einwirkungen bis und über 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ausgegangen werden. Die breite Streuung ist abhängig von der Art, Intensität, Ausrichtung, Anzahl und Höhe der Sender, vom Abstand und Sichtkontakt zum Sender, vom Reflexionsverhalten in der Umgebung, von der Baumasse nebst Art der Fenster, um nur ei-

nige Beispiele zu nennen. Deshalb ersetzen unsere Angaben keine individuelle Messung vor Ort, sie können aber zur orientierenden Abschätzung der Strahlenexposition an Sendern beitragen.

Der Richtwert in Salzburg wurde 1999 auf 250 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ für Einzelsender und 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ für die Summe aller Basisstationen mit Einverständnis der Betreiber festgesetzt. Seit September 2002 fordert Salzburg strengere Werte: in Außenbereichen 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und für Innenräume 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

Die Empfehlung von Dr. v. Klitzing ist auch 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Kritische Wissenschaftler, Umweltmediziner und Baubiologen fordern für gepulste Mikrowellen vorsorglich die Unterschreitung von 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ für die Dauerexposition in Regenerations- und Schlafbereichen.

Der Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz, Wolfram König, hat im Juli 2001 Handynutzer vor den Risiken gewarnt. Der BfS-Chef empfahl für Standortfestlegungen die Kommunen mit einzubinden und die Umgebung von Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser zu meiden.

Die Ärztekammer in Niedersachsen fordert im August 2002: "Bei der Belastung durch Sendemasten geht es um unfreiwillig eingegangene Risiken und dauerhafte Belastungen. Es sind viele Menschen betroffen. Die vorhandenen medizinischen und biologischen Befunde zeigen, dass im Sinne einer vorbeugenden Vorsicht es unumgänglich ist, sich am Minimierungsprinzip zu orientieren. Alle Möglichkeiten zu einer Minimierung der Immissionen sollen genutzt werden."

Das Europäische Parlament veröffentlicht im März 2001: "Die Besorgnis der Öffentlichkeit ist nicht unbegründet." Deshalb das Fazit: "An Stellen mit Langzeitbelastung sollte 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ nicht überschritten werden."

Die 'Welt am Sonntag' berichtet im April 2002: "Mobilfunkmasten schrecken Käufer ab. 70 % der in einer Studie des Rings Deutscher Makler befragten 600 Mitglieder gaben an, dass sich Sendeanlagen verkaufshemmend oder wertmindernd auf den benachbarten Immobilienbesitz auswirken. Dabei geht es um Wertverluste bis 50 %, wenn sich das Haus oder die Wohnung unter oder in unmittelbarer Nähe einer Funkeinrichtung befinden."

Grenzwerte, Richtwerte und Empfehlungen für D- und E-Netz-Mobilfunkstrahlung (Stand 10/2002)

100.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DIN/VDE 0848 für den Arbeitsplatz
10.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DIN/VDE 0848 für die Bevölkerung, Thermische Effekte über 1 °C
9.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Deutschland 26. BImSchV (Elektromogverordnung) für E-Netze (1997)
4.500.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	England, Schweden, Finnland, Japan, ICNIRP, WHO, EU-Rat, SSK für E-Netze Deutschland 26. BImSchV (Elektromogverordnung) für D-Netze (1997)
100.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Italien, China, Russland, Polen, Ungarn, Bulgarien für die Summe aller Anlagen
90.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Schweiz für E-Netze (2000)
45.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Schweiz für D-Netze (2000)
25.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Wallonien / Belgien für die Summe aller Anlagen (2001)
10.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Stadt Wien für die Summe aller Anlagen (2001)
1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Ecolog-Institut Hannover (2000) Salzburg Stadt/Land für die Summe aller Anlagen (Salzburger Modell, 1999) Salzburger Resolution, getragen von 19 internationalen Wissenschaftlern (2000) Bundesärztekammer und andere Ärzteorganisationen (2000)
500-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz)
660 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Toscana / Italien für die Summe aller Anlagen (2002)
250 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Salzburg Stadt/Land für Einzelanlagen (Salzburger Modell, 1999)
100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Europäisches Parlament, Wissenschaftsdirektion STOA (2001) Dr. Neil Cherry, Lincoln-Universität Neuseeland (2000)
10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Salzburg Stadt/Land für die Summe aller Anlagen in Außenbereichen (2002) Dr. Lebrecht von Klitzing, Medizinische Universität Lübeck (2001)
bis 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Bewertung Öko-Test 4/2001 als niedrige Belastung, 10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ als mittlere und über 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ als hohe Belastung; in Absprache mit Baubiologie Maes, Dr. v. Klitzing (Uni Lübeck) und Prof. Günter Käs (Bundeswehr-Universität)
1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Salzburg Stadt/Land für die Summe aller Einwirkungen in Innenräumen (2002) Dr. Lebrecht von Klitzing (Uni Lübeck) für DECT-Schnurlostelefone (2001) Resolution Bürgerforum für Wachbereiche (1999)
0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Richtwert Baubiologie für Schlafbereiche (Maes/IBN 2000) 0,1-5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ schwache, 5-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ starke, 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ extreme Anomalie
0,01 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Resolution Bürgerforum für Ruhebereiche (1999)
~ 0,01-1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Durchschnitt in Häusern, speziell an Schlafplätzen (Maes 1995-2000)
< 0,001 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Optimale Funktion eines D- oder E-Netz-Handys gewährleistet (Maes 1995-2002)
0,000.084 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Konzessionsbedingte Mindestversorgung für D-Netze (Schweiz, 2002)
0,000.334 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Konzessionsbedingte Mindestversorgung für E-Netze (Schweiz, 2002)
< 0,000.001 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Natürliche Hintergrundstrahlung (Neitzke)
> 10.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Mobilfunk-Handy in Kopfnähe (Maes, Mierau, Hewlett Packard, 1994-2002) 1 m 10.000-1.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 5 m 500-50.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 20 m 30-3000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
> 100.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Mobilfunk-Basisstation in bis zu 20 m (Maes, Merkel, Haumann, 1995-2002) 50 m 5-20.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 100 m 1-5000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 500 m 0,1-500 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (Sicht)
> 100.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	DECT-Schnurlostelefon-Basis in 30-50 cm (Maes, Mierau, Haumann, 1996-2002) 1 m 10.000-40.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 5 m 400-1600 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 20 m 25-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

Die Internationale Strahlenschutzkommission ICNIRP ist ein privater Verein in München, der Grenzwerte erarbeitet, die von der Weltgesundheitsorganisation WHO, der nationalen Strahlenschutz-Kommission SSK und einigen Ländern, wie Deutschland, übernommen wurden. Die meisten Länder haben keine gesetzlichen Grenzwerte und akzeptieren die ICNIRP-Vorschläge nicht.

Es gibt weltweit zunehmend massive Proteste gegen die ICNIRP-Werte, deren Berechnungsgrundlage lediglich der thermische Effekt ist, also die Frage nach Erwärkung von Körpern oder Körperteilen im Einfluss der elektromagnetischen Mikrowellen, deshalb viel zu hoch ausfallen und keinen ernst zu nehmenden biologischen Schutz bieten.

Die Schweizer Grenzwerte gelten

für Innenräume und Bereiche, in denen sich Menschen regelmäßig und über längere Zeit aufhalten, und andere sensible Zonen wie Schulen und Kindergärten.

Die 1999 auf dem Bürgerforum an Bundesumweltminister Trittin übergebene Resolution wird getragen von Elektromogexperten, Wissenschaftlern, Umweltmedizinern, Baubiologen, Umweltkliniken, -verbänden, -laboren, Instituten, Berufsverbänden, Bürgerinitiativen, Selbsthilfegruppen und Arbeitskreisen.

Nach Erfahrung der Baubiologie Maes und Kollegen sind bei einigen Menschen biologische Effekte und gesundheitliche Probleme wie z.B. Kopfschmerzen, Unwohlsein, Konzentrationsschwäche, Schlafstörungen, Leistungsnicks, Verhaltensauffälligkeiten, Ohrgeräusche, Herz- und Kreis-

laufstörungen, Bluthochdruck... im Bereich von etwa 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei Dauereinwirkung, speziell in Schlafbereichen, feststellbar. Andere Elektromogexperten, Wissenschaftler und Umweltmediziner decken unsere Erfahrung und warnen in dieser Größenordnung vor biologischen Problemen.

Wenn nicht viel mehr als 10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ Mobilfunkstrahlung durch Sendeanlagen der näheren Umgebung an einem Haus ankommen, so gibt es drinnen für die hier lebenden Menschen in den meisten Fällen solide Möglichkeiten zum individuellen Schutz. Fast immer sind starke Reduzierungen der Funkintensität zur gesundheitlichen Vorsorge möglich.

Wenn das Haus selbst die Strahlung bereits gut zurückhält (massive Bausubstanz, dicke Wände, Betonarmierungen, Metallflächen,

metallbeschichtete Wärmeschutzscheiben, kein Sichtkontakt...), so wären Außenwerte von 100-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und darüber auch noch durch zusätzliche Abschirmmaßnahmen, Schlafplatz- oder Raumwechsel recht gut beherrschbar.

Hierfür stehen inzwischen eine Reihe von praktikablen Materialien zur Verfügung, seien es nun Folien, Stoffe, Gardinen, Gewebe, Gaze, Tapeten, Putze, Fliegengitter oder die bewusste Fensterglas- sowie Baustoffauswahl. Am Rande sei bemerkt, dass vor dem geplanten Einsatz solcher Produkte sachverständige Messungen und Beratungen vor Ort notwendig sind, weil sie falsch eingesetzt eine Situation durchaus auch verschlimmern können.

Diskussion und Forschung

Die Mobilfunkstrahlung ist nicht nur kritisch durch ihre Intensität, sondern auch die Form ihrer Abstrahlungscharakteristik, die Modulation bzw. Pulsung. Die thermische Gefahr dieser Mikrowellen ist gut erforscht und in der Literatur beschrieben. Arbeiter an Radaranlagen erlitten starke Verbrennungen, und es gab Todesfälle. Offizielle Grenzwerte sind, wie erwähnt, ausschließlich an diesem Konzept der Wärmeentwicklung orientiert. In der letzten Zeit häufen sich die Berichte über die gesundheitlichen Gefahren auch weit unterhalb von thermischen Wirkungen.

Der Medizinphysiker Dr. Lebrecht von Klitzing (Universität Lübeck), hat gefunden, dass gepulste Strahlen, wie sie bei den D- und E-Netzen vorliegen, im EEG nachweisbare Veränderungen der Hirnströme verursachen. Ähnliche Effekte bestätigten mehrere Forschungsgruppen. Sie wurden im Labor mit Feldstärken ausgelöst, die im Alltag in der Umgebung von etwa 50 bis 200 Metern von D- oder E-Basisstationen zu erwarten sind. Im Schlaflabor wurden diese EEG-Veränderungen noch Stunden über das Ausschalten der Funkquellen hinaus festgestellt.

Ärzte zeigten im Dunkelfeldmikroskop, dass sich rote Blutkörperchen nach nur wenigen Minuten Mobilfunkeinwirkung wie magnetisch anziehen und miteinander verkleben, eine Art Geldrollenbildung. Wenn solche Blut-

körperchen - Zusammenballungen in kleine Gefäßverästelungen hineingeraten, dann könnte das die Gefahr eines Herzinfarktes oder von Thrombosen steigern.

Australische Forscher stellten ein Erklärungsmodell auf, wie Handywellen Krebs auslösen können. Demnach produzieren Zellen, die regelmäßig solchen Funkfeldern ausgesetzt sind, vermehrt Hitze-Schock-Proteine. Ein Zuviel der Proteine begünstigt Krebs und dämpft die Wirkung von Anti-Krebs-Medikamenten. Der von den Wissenschaftlern vermutete Mechanismus würde auch bei Strahlenintensitäten greifen, die unterhalb der Grenzwerte liegen.

In Australien wurde über rapide zunehmende Hirntumorerkrankungen berichtet. Die Gehirntumorstatistik war lange Jahre stabil, sie stieg erst in den letzten Jahren mit der sprunghaften Zunahme von Handywellen in die Höhe. Dies deckt sich mit mehreren wissenschaftlichen Beobachtungen einer Öffnung der Blut-Hirn-Schranke im Einfluss der gepulsten Mikrowellenstrahlung.

In der epidemiologischen Studie des Universitätsklinikums Essen wurde ein Zusammenhang zwischen der Entstehung von Augenkrebs und dem Gebrauch von Handys festgestellt. Die Ergebnisse der Untersuchung weisen auf eine Verdopplung des Risikos für diesen Augentumor hin.

ECOLOG-Studie

Das ECOLOG-Institut in Hannover hat im Auftrag der T-Mobil/Telekom den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand in Bezug auf die Auswirkungen der Mobilfunkfelder auf die Gesundheit des Menschen ausgewertet. Das Resultat der umfassenden Studie zeigt, dass es eine Reihe ernst zu nehmender Befunde aus Untersuchungen belasteter Bevölkerungsgruppen und aus Tierexperimenten gibt, die auf eine krebsfördernde Wirkung der Felder hindeuten. Experimente an Zellenkulturen ergaben zudem signifikante Hinweise auf eine direkte gentoxische Wirkung dieser Felder, wie DNS-Brüche und Schäden an den Chromosomen. Auf ein kanzerogenes Potential der Mobilfunkwellen weisen auch die Befunde zur Beeinflussung der Zelltransformation, der Zell-

vermehrung und der Zellkommunikation hin.

Nachgewiesen wurden ferner Störungen zellulärer Prozesse wie der Protein-Synthese und Steuerung durch Enzyme, sowie Wirkungen auf das Hormon- und Immunsystem. In vielen Versuchen an Menschen wie an Tieren wurden Beeinflussungen des zentralen Nervensystems gefunden, die von neurochemischen bis zu Veränderungen des Gehirnpotentials und Beeinträchtigungen von Gehirnfunktionen reichen. Letztere zeigen sich im Tierexperiment an Defiziten im Lernvermögen.

Bei Menschen wurden Beeinflussungen kognitiver Funktionen entdeckt. Risiken für das Gehirn ergeben sich auch durch die bereits erwähnte Öffnung der Blut-Hirn-Schranke für Fremd- und Schadstoffe, die man in mehreren Experimenten mit Nagetieren fand. Im Tierexperiment konnten zudem eine deutliche Verminderung der Konzentration des Hormons Melatonin im Blut und weitere hormonelle Auffälligkeiten festgestellt werden.

WHO-Studie

Die Weltgesundheitsorganisation organisiert derzeit eine umfangreiche Studie zum Krebsrisiko. Ende 2003 sollen erste Ergebnisse veröffentlicht werden.

Empfehlung

Viele Städte, Gemeinden, Kirchen... stehen vor der schwierigen Aufgabe zwischen dem Bedürfnis nach einem flächendeckenden Mobilfunknetz und den daraus resultierenden Problemen für betroffene Bürger zu vermitteln, vom finanziellen Reiz der Mieteinnahmen ganz abgesehen.

Die endgültige Beurteilung von akuten oder zukünftigen biologischen Risiken ausgehend von Mobilfunksendern ist zur Zeit noch schwierig, zum Schutz der öffentlichen Gesundheit jedoch dringend erforderlich. Aus baubiologischer Erfahrung, zahlreichen Fallbeispielen betroffener Bürger und den bereits bekannten biologischen Effekten wird für die gepulsten Immissionen von Mobilfunkstationen ein Vorsorgewert für alltägliche Dauerbelastungen von maximal 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ empfohlen, für Schlaf- und Regenerationsbereiche noch darunter.