

# Auswirkungen des Mobilfunks

## Beiträge zur Fachtagung



**Auswirkungen des Mobilfunks**  
Beiträge zur Fachtagung  
November 2001  
im Rathaus der Stadt Mainz

## Impressum

Herausgeber: Stadt Mainz, Umweltamt  
Städtetag Rheinland-Pfalz  
mit Unterstützung der Landeszentrale für Umweltaufklärung

Redaktion: Jan Jahns, Anne Nemetz  
Gestaltung: Harald Vatter-Balzar AGD  
Druck: Druckwerkstätten Hoffmann  
Auflage: 1500 Stück  
Ausgabe: Mai 2002  
Hinweis: Für die Inhalte der veröffentlichten Beiträge sind die jeweiligen Autoren verantwortlich. Die Inhalte stellen nicht die Meinung der Herausgeber dar.

Wolfgang Reichel Umweltdezernent der Stadt Mainz <b>Begrüßung</b>	4
Dr. Gunnar Schwarting Geschäftsführer des Städtetages Rheinland-Pfalz <b>Grußwort</b>	5
Dr. H.-Peter Neitzke ECOLOG Institut <b>GSM- und UMTS-Mobilfunk: Expositionen, Grenzwerte, Risiken</b>	6
Dr. Fritz Lauer T-Mobil GmbH <b>Mobilfunk und Kommunen</b>	16
Josef Opitz Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation <b>Verfahren der Standortbescheinigung</b>	21
Lebrecht von Klitzing Medizinische Universität Lübeck <b>Gesundheitliche Folgen und Auswirkungen des Mobilfunks</b>	24
Eva Böhler Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Universität Mainz <b>Epidemiologie hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung</b>	27
Heidi Bolch Umweltamt, Stadt Aschaffenburg <b>Mobilfunk auf städtischen Liegenschaften in der Stadt Aschaffenburg</b>	34
Friedrich Eberbach Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz <b>Immissionsschutzrechtliche Regelungen im Zusammenhang mit dem Mobilfunk</b>	40

## Begrüßung

Sehr geehrte Damen und Herren,

zur Fachtagung „Auswirkungen des Mobilfunks“ begrüße ich Sie ganz herzlich im Ratssaal der Stadt Mainz.

Das Tagungsprogramm können Sie in den Tagungsmappen entnehmen. Ich freue mich, dass wir mit dem Thema auf so gute Resonanzen gestoßen sind. Wie Sie der Teilnehmerliste entnehmen können, haben sich nicht nur Vertreter aus Rheinland-Pfalz, sondern auch aus Hessen, Saarland und Nordrhein-Westfalen angemeldet. Ich freue mich auch, dass diese Tagung als erste ihrer Art in Rheinland-Pfalz gemeinsam mit dem Städtetag Rheinland-Pfalz veranstaltet wird.

Die Dichte der Sendemasten für den Mobilfunk ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen und wird dies, auch in Hinblick auf das neue UMTS-Netz, weiter tun. Auch wenn die Nutzung des Mobilfunks für breite Kreise der Bevölkerung zur Selbstverständlichkeit geworden ist, werden an die Kommunalverwaltungen in zunehmenden Maße gesundheitliche Bedenken seitens der Bevölkerung herangetragen. Gerade neue Standorte für Mobilfunkanlagen stehen dabei oft in der öffentlichen Diskussion und der Entscheidungsdruck für die Verwaltung ist hoch.

Die Handlungsmöglichkeiten der kommunalen Verwaltungen sind aber sehr beschränkt. Zur Zeit sind Regelungen hauptsächlich über die 26. Bundesimmissionsschutz Verordnung und das Baurecht möglich.

Die rechtliche Grundlage der 26. Bundesimmissionsschutz Verordnung gibt einen Rahmen für die Beurteilung der zulässigen Strahlenbelastung. Die Prüfung der Einhaltung der vom Bundesgesetzgeber vorgegebenen Grenzwerte erfolgt über die sogenannte Standortbescheinigung. Diese stützt sich aber nur auf die thermischen Effekte der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung. Besonders die nicht thermischen Effekte und deren Auswirkungen auf den menschlichen Organismus stehen derzeit aber in der öffentlichen Diskussion.

Das Baurecht hat nur sehr eingeschränkte Regelungsmöglichkeiten, die sich in der Hauptsache auf die bauliche Gestaltung der Anlagen und die Lage besonders hoher Antennenanlagen beschränkt. Wegen der zunehmenden Sensibilisierung der Bevölkerung für dieses Thema stellt sich die Frage, ob die Regelungsmöglichkeiten ausreichend sind für das kommunale Handeln.

Diese Fachtagung richtet sich an Mitglieder der betroffenen Umwelt- und Bauverwaltungen, aber auch an kommunale Entscheidungsträger. Sie will einen umfassenden und ausgewogenen Überblick über die unterschiedlichen Gesichtspunkte des Themas Mobilfunk-Anlagen geben. Es wird auf die Strahlenexposition in Deutschland und die damit verbundenen Risiken eingegangen werden. Die gesundheitlichen Aspekte der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung, besonders im Hinblick auf die nicht thermischen Effekte und ein mögliches Krebsrisiko, werden aufgezeigt. Auch die Standortfindung und die damit verbundenen Genehmigungen stellen ein zentrales Themenfeld dar. Welche Regelungen eine Stadtverwaltung treffen kann und welche Resonanzen und Ergebnisse damit erzielt werden können, wird am Beispiel der Stadt Aschaffenburg erörtert werden.

Die Fachtagung will die Mitglieder der kommunalen Verwaltungen über die unterschiedlichen Aspekte dieses komplexen Themas informieren. Damit soll eine Hilfestellung zur Meinungsbildung gegeben werden, welche die Kommunikation mit den verschiedenartigen Akteuren in der Praxis erleichtern soll.

## Grußwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

namens des Städtetages Rheinland-Pfalz begrüße ich Sie sehr herzlich zu der von uns gemeinsam mit der Stadt Mainz ausgerichteten Tagung zu Auswirkungen des Mobilfunks, einem Thema, dessen hohe Aktualität ich sicher nicht zu betonen brauche. In vielen Kommunen, so auch in wohl allen unseren Mitgliedstädten, stellt sich die Frage, wie mit den technischen Anforderungen der neuen Mobilfunkstandards, die ja zu deutlich mehr Standorten für Sendeanlagen führen, umzugehen ist.

Mein Dank gilt der Stadt Mainz, Ihnen Herr Beigeordneter Reichel und Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, für die Gastfreundschaft und die Vorbereitung der Veranstaltung. Ein besonderes Dankeschön aber auch an Frau Schönberg aus unserem Hause, die sich mit der Materie seit langem befasst und sich von Seiten unseres Verbandes maßgeblich um die inhaltliche Ausgestaltung des heutigen Tages gekümmert hat. Zu großem Dank verpflichtet sind wir selbstverständlich den Referenten, die uns aus ganz unterschiedlichen Blickwinkeln Informationen geben werden, zugleich aber auch für unsere vielen Fragen zur Verfügung stehen werden.

Wenn ich die Beratungen in unseren Gremien Revue passieren lasse, so stehen an erster Stelle Fragen nach den möglichen Auswirkungen des Mobilfunks auf unsere Gesundheit. Die Bürgerinnen und Bürger fragen uns – die Kommunalpolitik –, ob wir mögliche negative gesundheitliche Konsequenzen kennen und ob wir sie bei unseren Entscheidungen berücksichtigen. Ich mache keinen Hehl daraus: Wir können diese Fragen nicht beantworten, wir müssen uns auf das Urteil von Fachleuten verlassen. Nicht zuletzt deshalb haben wir diese Tagung vorbereitet, um Ihnen und uns mehr Informationen über eine zugegeben sehr diffizile Materie zu geben.

Die Bürgerschaft fragt uns aber auch, wo denn die Installation von Mobilfunkanlagen beabsichtigt ist und welchen Einfluss die Kommune nehmen kann. Die Vereinbarung, die die Kommunalen Spitzenverbände auf Bundesebene, der Deutsche Städtetag, der Deutsche Städte- und Gemeindebund und der Deutsche Landkreistag, hierzu mit den Mobilfunkbetreibern getroffen haben, ist dafür sicher eine wichtige Basis. Denn sie enthält die Zusage der Mobilfunkbetreiber, ihre Standortüberlegungen frühzeitig mit der Kommune zu erörtern. Auf der Landesebene haben wir mit den Mobilfunkbetreibern Möglichkeiten erörtert, diesen Informationsprozess möglichst umfassend zu gestalten. Diese Veranstaltung ist ein wichtiger Baustein zur Information.

Natürlich hat eine Mobilfunkanlage auch bau- und immissionsschutzrechtliche Implikationen. Das jüngst in Bremen ergangene Urteil zu Anlagen in reinen Wohngebieten hat gezeigt, dass die ursprünglich sehr einfach formulierte „10-m-Regel“ differenziert zu betrachten ist. Auch die Nutzung städtischer Liegenschaften, die in der Vereinbarung der Kommunalen Spitzenverbände auf Bundesebene und der Mobilfunkbetreiber ins Auge gefasst wurde, ist bei der Analyse im Detail durchaus problematisch, wie der in der Diskussion immer wieder zitierte „Kindergarten-Fall“ zeigt.

In den Gesprächen mit den Kollegen aus den anderen Bundesländern höre ich aber auch eine andere Sorge. Es wird befürchtet, dass der neue Mobilfunkstandard auf die Ballungsräume und wichtige Verkehrsachsen konzentriert bleibt und der sog. ländliche Raum (in dem sich übrigens auch eine Reihe von Städten befindet) von der technologischen Entwicklung „abgekoppelt“ wird. Da es um ein enormes Investitionsvolumen geht, das sich letztlich wirtschaftlich rechnen muss, ist die Befürchtung gewiss nicht von der Hand zu weisen.

Sie sehen – wir haben es mit einer Fülle von Fragen und Problemstellungen zu tun. Ich hoffe, dass Sie heute Nachmittag zumindest einige Antworten mit nach Hause nehmen können.

## GSM- und UMTS-Mobilfunk: Expositionen, Grenzwerte, Risiken

### Expositionen

Um eine flächendeckende Mobilfunkversorgung sicher zu stellen, ist Deutschland von mehreren Netzen von Funkzellen überzogen, die jeweils von einer Mobilfunkbasisstation versorgt werden. Derzeit sind in Deutschland knapp 50.000 GSM-Mobilfunkanlagen der vier Netzbetreiber T-Mobil (D1), Mannesmann/Vodafone (D2), E-Plus und Viag-Intercom in Betrieb. Mit dem Aufbau der UMTS-Netze wird sich diese Zahl etwa verdoppeln.

### GSM und UMTS

Beim Mobilfunk werden zur Zeit vor allem elektromagnetische Felder im Mikrowellenbereich mit Frequenzen von rund 900 MHz (D1, D2) bis 1800 MHz (E-Plus, Viag-Intercom, auch D2) benutzt. Die UMTS-Netze werden mit Frequenzen um 2000 MHz arbeiten. Während die Felder der alten Mobilfunknetze (A, B, C) kontinuierlich abgestrahlt wurden, arbeiten die modernen, digitalen GSM-Netze mit gepulsten Feldern (TDMA-Verfahren). Die Pulsung ergibt sich daraus, dass mehrere Nutzer parallel von der Basisstation bedient werden, und jeder nur während kurzer Zeitfenster von 0,577 Millisekunden Länge im Abstand von 4,615 Millisekunden tatsächlich Kontakt mit der Station hat. Bei den GSM-Systemen wird die Strahlung also in kurzen Pulsen abgegeben. Die Frequenz dieser Pulse ist konstant, beim GSM-Standard sind es 217 Pulse pro Sekunde, d.h. die Pulsung hat eine Frequenz von 217 Hz. Da die Basisstation mehrere Nutzer „parallel“ bedient, ist bei ihr die 217 Hz-Pulsung nicht so stark ausgeprägt wie beim Handy.

Die UMTS-Netze werden in der ersten Ausbaustufe dagegen wieder kontinuierlich arbeiten. Auch beim UMTS-Mobilfunk werden mehrere Teilnehmer parallel bedient, ihre Trennung erfolgt jedoch nicht durch die Zuordnung zu unterschiedlichen Zeitfenstern, sondern durch eine zusätzliche Codierung (CDMA-Verfahren).

Die Stärke der von einer Mobilanlage oder einem –telefon ausgehenden Felder wird entweder durch die elektrische Feldstärke in Volt pro Meter (V/m) oder durch die Leistungsflussdichte (Intensität) in Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ ) angegeben. Es werden aber oft auch andere, abgeleitete Einheiten benutzt, wie Milliwatt pro Quadratmeter ( $1 mW/m^2 = 0,001 W/m^2$ ), Mikrowatt pro Quadratmeter ( $1 \mu W/m^2 = 0,000001 W/m^2$ ) oder sogar Nanowatt pro Quadratmeter ( $1 nW/cm^2 = 0,00001 W/m^2$ ).

Die von den Mobilfunkanlagen abgestrahlte Leistungsflussdichte hängt von der Zahl der Nutzer ab, die auf die Anlage zugreifen, aber auch vom Abstand zwischen den Mobilfunktelefonen (Handys) und den Basisstationen. Viele Nutzer bedeuten eine höhere abgestrahlte Intensität und bei größeren Abständen muss sowohl von der Basisstation wie vom Handy eine höhere Intensität abgestrahlt werden, um die Verbindung aufrecht zu halten, als bei geringeren Abständen. Lediglich im sogenannten „Organisationskanal“ wird in der Regel mit voller Leistung, unabhängig von der Zahl der zu bedienenden Nutzer gesendet.

### Strahlungsverteilung

Mobilfunkanlagen strahlen in der Regel nicht in alle Raumrichtungen gleich stark ab, da die Antennen eine bestimmte Richtcharakteristik haben (s. Abbildung 1, Seite 7). Die elektromagnetische Belastung in der Umgebung einer Anlage hängt daher nicht nur von der Zahl der Antennen und der Sendeleistung ab, sondern auch von den verwendeten Antennentypen, insbesondere deren Antennengewinn, Abstrahlcharakteristik und Neigungswinkel, sowie der Art wie die Antennen montiert sind. Es ist deshalb unmöglich eine allgemeingültige Aussage zur Belastung durch Mobilfunkanlagen zu machen. Diese muss vielmehr in der Planungsphase anhand der technischen und baulichen Daten der Anlage berechnet bzw. nach Inbetriebnahme der Anlage durch Berechnung oder Messung bestimmt werden.

Untersuchungen aus Österreich und der Schweiz zufolge, die durchaus auf Deutschland übertragbar sind, macht der Mobilfunk bereits jetzt, vor der Einführung der UMTS-Netze, den größten Teil der Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Felder aus. Lediglich in der unmittelbaren Umgebung leistungsstarker Radio- und Fernsehsender überwiegen die Immissionen durch diese Anlagen.

**Abstrahlcharakteristik einer Mobilfunkantenne**

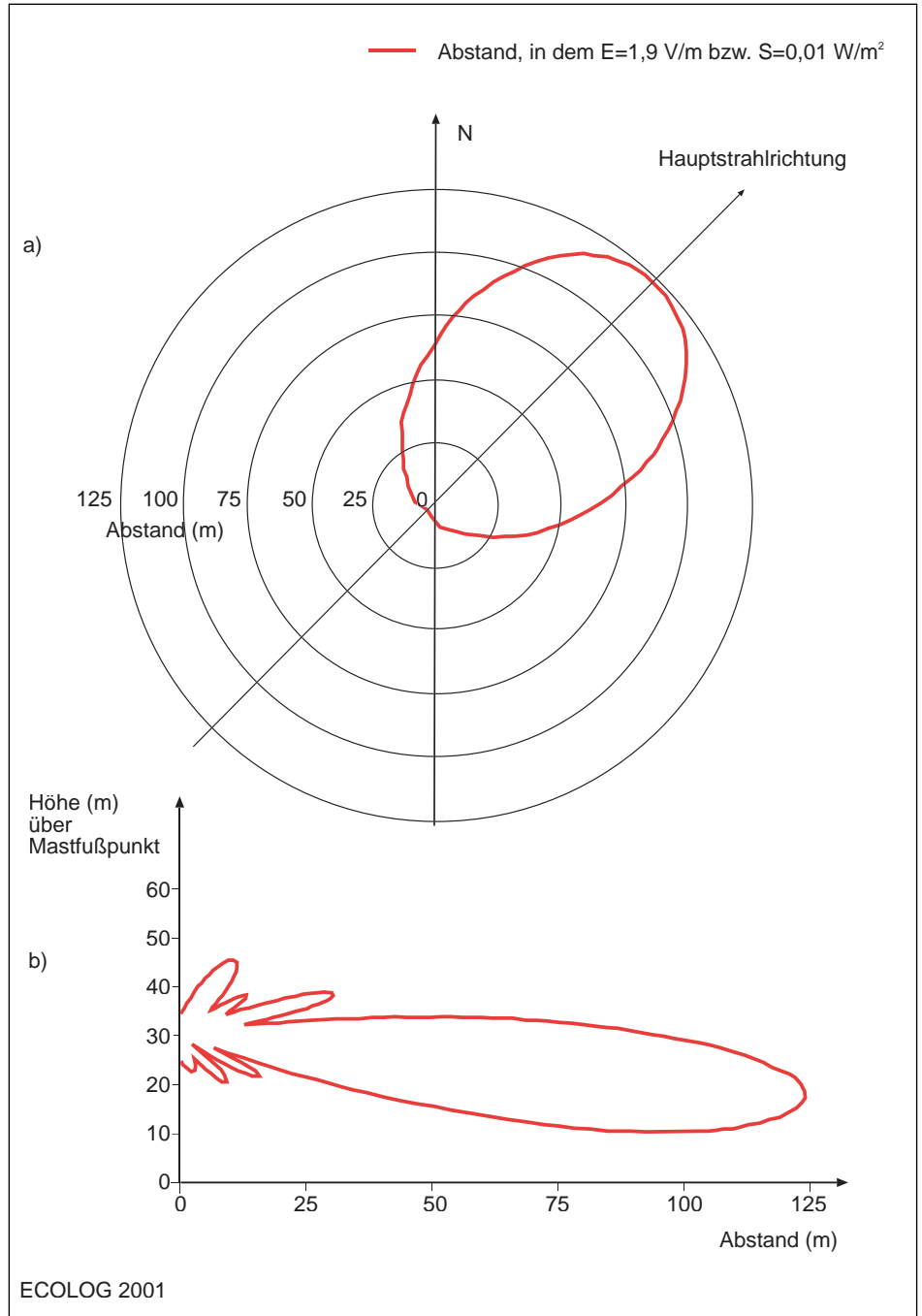


Abbildung 1

Die Profile geben den Abstand an, bis zu dem der vom ECOLOG-Institut empfohlene Vorsorgegrenzwert von  $1,9 \text{ V/m}$  bzw.  $0,01 \text{ W/m}^2$  bei dieser Beispielanlage überschritten wird. Für andere Anlagen mit anderen technischen Daten ergeben sich andere Profile.

## Risikobewertung unter Unsicherheit

Die Bewertung möglicher Gesundheits- oder Umweltrisiken, die von einer technologischen Entwicklung ausgehen, sollte sich nach Möglichkeit auf gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse stützen. Dies ist angesichts der Rasanz der technischen Entwicklung nicht immer möglich. Mit Ausnahme des Arzneimittelbereichs, wo die Unbedenklichkeit einer Substanz vor der Zulassung durch umfangreiche Tierexperimente und klinische Untersuchungen nachgewiesen werden muss, geht man in fast allen anderen Bereichen, in denen eine neue Technologie eingeführt wird, bei der neue Stoffe, Organismen oder Strahlungsarten zum Einsatz kommen, von einer Unschädlichkeitsvermutung aus. Das heißt, die Technologien werden angewandt, die Stoffe, die Organismen oder die Strahlung werden eingesetzt, und eine Überprüfung erfolgt erst, wenn es Verdachtsmomente für schädliche Auswirkungen auf Gesundheit oder Umwelt gibt. Zugleich werden durch die Einführung und Anwendung der Technologie aber oft Fakten und wirtschaftliche Sachzwänge geschaffen, die hohe Anforderungen an die Beweiskraft von Argumenten zu ihrer möglicherweise gebotenen Einschränkung zur Folge haben. Die wissenschaftliche Überprüfung möglicher Risiken „hinkt“ der Anwendung in der Regel um Jahre hinterher. Die politischen Entscheidungen über eine Reglementierung, aber auch wirtschaftliche Entscheidungen, zum Beispiel im Hinblick auf die Absicherung im Schadensfall, müssen deshalb häufig vor dem Hintergrund nicht immer vollständig gesicherter Erkenntnisse erfolgen.

## Risikobewertung

Die Bewertung der Risiken, die möglicherweise von den elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks ausgehen, ist ein Beispiel für die oben beschriebene Problematik des Umgangs mit unvollständigem und unsicherem Wissen. Hier ist eine Risikobewertung besonders dringlich, da sich der Mobilfunk innerhalb von weniger als zehn Jahren zu einer flächendeckenden Technologie entwickelt hat und fast die gesamte Bevölkerung von den Expositionen betroffen ist. Das bedeutet, dass selbst ein kleines individuelles Gesundheitsrisiko zu einer großen Zahl von Erkrankungsfällen führen kann.

Der rasanten Entwicklung dieser Technologie steht jedoch ein nur langsam wachsender wissenschaftlicher Erkenntnisstand zu möglichen Auswirkungen der Felder gegenüber. Die derzeit vorliegenden Befunde stellen noch keinen wissenschaftlich allgemein akzeptierten Beweis für gesundheits- und umweltschädliche Wirkungen elektromagnetischer Felder bei Feldstärken unterhalb der Schwellen für thermische Wirkungen dar. Allerdings sind sie als deutliche Hinweise auf mögliche Gefahren und hinreichender Anlass für vorsorgende Maßnahmen zum Gesundheits- und Umweltschutz zu werten.

## Klassifizierung der wissenschaftlichen Evidenz

Gesundheitliche Schäden durch einen Schadstoff, durch Strahlung oder Mikroorganismen, allgemein eine Noxe, gelten dann als nachgewiesen, wenn entsprechende übereinstimmende Ergebnisse aus unabhängig voneinander durchgeführten Untersuchungen vorliegen, die zudem in das wissenschaftliche Gesamtbild passen. Gemessen an diesen Anforderungen müssen die toxischen Wirkungen vieler Umwelttoxine als unbewiesen gelten. Das gilt insbesondere für viele Noxen, die nicht akut toxisch sind, die aber im Verdacht stehen, bei chronischen Expositionen zu gesundheitlichen Spätschäden zu führen.

Die Forderung nach einer unabhängigen Replikation jeder Untersuchung ist natürlich ein an sich richtiges Prinzip wissenschaftlichen Arbeitens, denn nur so sind Zufallsbefunde, Selbsttäuschungen und Fälschungen auszuschließen. Versuche zur Replikation von Forschungsarbeiten werden jedoch höchst selten unternommen, weil sie als Wiederholungen bereits durchgeführter Untersuchungen wissenschaftlich nur wenig Anerkennung finden und somit auch nicht karrierefördernd sind. Zudem sind Replikationen, gerade wenn es um die Wirkungen elektromagnetischer Felder geht, sehr schwierig, weil zur vollständigen Charakterisierung elektromagnetischer Felder im Experiment weit mehr Parameter zu spezifizieren sind als z.B. bei chemischen Substanzen (u.a. Frequenz, Intensität, Modulation und Zeitstruktur), und sie sind aufwendig, weil sie oft nur in einer engen Zusammenarbeit von Medizinern, Biologen, Physikern und Technikern zu realisieren sind.

Wenn Untersuchungen trotz dieser Hemmnisse von einer anderen Arbeitsgruppe wiederholt werden und zu gleichen Ergebnissen führen, sind sie sicher ein starker Beleg dafür, dass der untersuchte Zusammenhang zwischen der Einwirkung des Feldes und einem biologischen Effekt real ist. Oft wird allerdings ein negativer Versuchsausgang im Wiederholungsexperiment als Widerlegung des ersten Experiments gewertet. Der Ausgang eines Experiments ist jedoch, gerade wenn es darum geht, kleine Effekte nachzuweisen, nicht selten davon abhängig, wie überzeugt die Experimentatoren vom Vorhandensein des Effekts sind. Dies birgt natürlich die Gefahr, dass Ergebnisse als wahr angesehen werden, weil man sie so erwartet hat, obwohl sie vielleicht nur auf

einem Zufall oder einem experimentellen Artefakt beruhen. Es birgt aber auch die Gefahr, dass man ein als Replikation geplantes Experiment nachlässiger durchführt oder vorschnell abbricht, weil man ohnehin nicht mit einem positiven Ergebnis rechnet, obwohl der Effekt real ist und nur durch experimentelle Störeinflüsse überdeckt wurde.

Vor diesem Hintergrund müssen sich die zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit vor den möglichen Wirkungen dieser Noxen zu treffenden gesetzlichen Regelungen oft auf mehr oder weniger gesicherte wissenschaftliche Hinweise stützen. Das gilt beim derzeitigen Forschungsstand insbesondere auch für die elektromagnetischen Felder des Mobilfunks.

Im Bereich der hochfrequenten elektromagnetischen Felder gelten bisher lediglich die akuten Wirkungen, die auf der Erzeugung von Wärme beruhen („thermischer Effekt“), als im wissenschaftlich strengen Sinne nachgewiesen. Für andere Wirkungen liegen bisher lediglich wissenschaftliche Hinweise vor, die bei einzelnen, durchaus gesundheitsrelevanten Effekten aber so stark sind, dass sie Anlass für vorsorgende Maßnahmen zum Gesundheitsschutz sein sollten.

## ECOLOG-Gutachten

Das ECOLOG-Institut hat im Rahmen mehrerer Gutachten den wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder ausgewertet. Dabei wurden nur wissenschaftliche Arbeiten berücksichtigt, die in begutachteten wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden und die bestimmte wissenschaftliche Mindeststandards hinsichtlich der angewandten Methodik und der Dokumentation erfüllen. Auf der Grundlage dieser Auswertungen wurde für die Fachgespräche des Bundesumweltministeriums und der Strahlenschutzkommission im Frühjahr 2001 eine Klassifizierung der Stärke der wissenschaftlichen Evidenz für gesundheitliche Auswirkungen und möglicherweise gesundheitlich relevante biologische Effekte entsprechend dem folgenden Schema vorgenommen:

Klassifizierung der Evidenz wissenschaftlicher Forschungsergebnisse

- Nachweis: es liegen übereinstimmende Ergebnisse identischer Untersuchungen vor
- konsistente Hinweise: es liegen (starke) Hinweise aus unterschiedlichen Untersuchungsansätzen mit gleichem Endpunkt vor
- starker Hinweis: es liegen übereinstimmende Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen vor
- Hinweis: es liegen ähnliche Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen vor
- schwacher Hinweis: es liegen einzelne Untersuchungsergebnisse vor

Tabelle 1, Seite 10 gibt einen Überblick über die Erkenntnisse aus Untersuchungen zu den Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme und den menschlichen Organismus (Spalte 1), die zur Untersuchung angewandten Methoden (Spalte 2), die niedrigsten Leistungsflussdichten bzw. Werte der spezifischen Absorptionsrate (SAR), bei denen die jeweiligen Effekte oder Wirkungen beobachtet wurden (Spalte 3) sowie die Stärke der wissenschaftlichen Evidenz (Spalte 4 bis 8). Im Literaturverzeichnis am Ende dieses Beitrags sind die Arbeiten aufgeführt, in denen sich ausführliche Diskussionen der einzelnen Ergebnisse und Hinweise auf die Originalliteratur finden.

Die in Tabelle 1, Seite 10 aufgeführten gesundheitlichen Auswirkungen und biologischen Effekten hochfrequenter elektromagnetischer Felder wurden überwiegend bei Leistungsflussdichten bzw. Spezifischen Absorptionsraten (SAR) beobachtet, bei denen keine oder nur schwache thermische Wirkungen zu erwarten sind. Die akuten Schädigungen und Beeinträchtigungen durch die thermischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder, wie Schädigung des Gewebes durch Überhitzung und Wahrnehmung von Feldern hoher Intensität als „Ticken“ (Mikrowellen- oder Radar-„Hören“), gelten als wissenschaftlich unstrittig (Kategorie: Nachweis) und werden hier nicht weiter diskutiert.

## Krebsrisiko

Epidemiologische Untersuchungen zum Krebsrisiko in der Umgebung von Mobilfunkanlagen sind derzeit noch kaum möglich, da es sich hierbei vielfach um Krankheiten mit Latenzzeiten von 20 und mehr Jahren handelt, der Mobilfunk mit flächendeckenden Expositionen aber noch nicht einmal 10 Jahre alt ist. Ähnliches gilt für das Gehirntumorrisiko im Zusammenhang mit der Handy-Nutzung. Hierzu liegen derzeit auch nur wenige Studien vor, die in ihren Ergebnissen auch nicht einheitlich sind. Es fällt aber auf, dass gerade die Studien, die in Schweden und Finnland, zwei Ländern mit einer bereits längeren Verbreitung des Mobilfunks, durchgeführt wurden, auf ein erhöhtes Gehirntumorrisiko bei Personen deuten, die Mobiltelefone länger und häufiger genutzt haben. Zwei Studien aus den USA und eine aus Dänemark ergaben dagegen

Wirkung/Effekt	Methode	S (W/m <sup>2</sup> ) / SAR (W/kg)	Klassifizierung			
					schwache Hinweise	
					Hinweise	
				starke Hinweise		
			konsistente Hinweise			
			Nachweis			
<b>Krebs</b>						
Krebs, insgesamt	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	0,5/				+
Leukämie	Epidemiologie					+
Lymphdrüsenkrebs	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	3/0,01				+
Gehirntumoren	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	0,01/				+
Lungenkrebs	Epidemiologie					+
Brustkrebs	Epidemiologie, Frauen					+
	Epidemiologie, Männer					+
	Experiment, Tier	10/0,3				+
Augenkrebs	Epidemiologie					+
Hodenkrebs	Epidemiologie					+
Hautkrebs	Experiment, Tier	10/1,2				+
andere Krebsformen	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	/0,5				+
<b>Zentrales Nervensystem</b>						
Neuroendokrines Syst.	Experiment, Tier	/0,6				+
Blut-Hirn-Schranke	Experiment, Tier, Zelle	/0,016				+
Gehirnfunktionen	Experiment, Mensch	0,01/			+	
	Experiment, Tier	1/			+	
kognitive Funktionen, (Lern-) Verhalten	Experiment, Mensch	/0,9			+	
	Experiment, Tier	/0,07			+	
Motorische Funktionen	Epidemiologie, Kinder					+
<b>Immunsystem</b>						
Lymphozyten	Experiment, Zelle	15/1,5				+
<b>Herz-Kreislauf-System</b>						
Kreislaufkrankungen	Epidemiologie					+
Herzschlagrhythmus-Varibilität	Epidemiologie					+
Blutbild	Epidemiologie					+
<b>Hormonsystem</b>						
Melatonin	Experiment, Mensch	0,5/				+
	Experiment, Tier	/0,6				+
Stresshormone	Experiment, Mensch	0,2/			+	
	Experiment, Tier	/0,6			+	
<b>Vermehrung</b>						
Infertilität	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	0,01/				+
Teratogenität	Epidemiologie					+
	Experiment, Tier	/2,3				+
<b>Erbmaterial</b>						
Chromosomen-Aberrationen, Mikrokerne	Experiment, Mensch	0,1/			+	
	Experiment, Tier	/0,05			+	
	Experiment, Zelle	/0,3			+	
DNS-Brüche	Experiment, Tier	10/0,6			+	
	Experiment, Zelle	8/2,4			+	
DNS-Synthese u. Reparatur	Experiment, Zelle	0,9/1,5 10 <sup>-4</sup>				+
Mutagene Wirkung	Experiment, Mikroorganismen	10/				+
<b>Zelluläre Prozesse</b>						
Gen-Expression, -Transkription, -Translation	Experiment, Tier	/0,3			+	
	Experiment, Zelle	0,9/0,0001			+	
Zell-Proliferation, -Transform.	Experiment, Zelle	/1			+	
Zell-Zyklus	Experiment, Zelle	5/				+
Zell-Kommunikation	Experiment, Zelle	1/0,001				+
Ca <sup>2+</sup> -Homöostase	Experiment, Zelle	/0,03			+	
Enzymaktivität, ODC	Experiment, Zelle	10/				+
Enzymaktivität, andere	Experiment, Zelle	/0,05				+

Tabelle 1

Klassifizierung der wissenschaftlichen Evidenz für biologische Effekte und gesundheitliche Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder (zur Definition der Klassifizierungskategorien siehe Text)

keine statistisch signifikant erhöhten Risiken. In diesen Ländern hat der Mobilfunk jedoch, wie in Deutschland, erst später eine weitere Verbreitung gefunden.

Der flächendeckende Ausbau der Mobilfunknetze und die starke Verbreitung von Mobiltelefonen werden epidemiologische Untersuchungen zu Gesundheitsrisiken auch künftig methodisch sehr schwierig machen, da die für solche Untersuchungen notwendigen unbelasteten Vergleichsgruppen in absehbarer Zeit nicht mehr zur Verfügung stehen werden. Bei der Bewertung möglicher Risiken kann man jedoch auch auf epidemiologische Untersuchungen zum Gesundheitszustand der Anwohner von anderen Hochfrequenz-Sendeanlagen (Radio- und Fernsehsender, militärische Funksendeanlagen, Radaranlagen) und von Personen, die an ihrem Arbeitsplatz hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren, zurückgreifen. Hier liegen einige Hinweise auf erhöhte Raten für Krebs insgesamt, für Leukämie und Gehirntumoren bei den Anwohnern bzw. bei den Beschäftigten der Anlagen vor. Auch auf die Entwicklung anderer Tumoren haben hochfrequente elektromagnetische Felder möglicherweise einen fördernden Einfluss (s. Tabelle 1), zumindest gibt es hierzu Hinweise aus epidemiologischen Untersuchungen. Diese sind wegen der geringen Zahl solcher Untersuchungen bisher aber überwiegend als „schwach“ einzustufen. Jedoch gibt es auch erste Hinweise aus Tierexperimenten, die auf eine kanzerogene Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder deuten. So wurde z.B. an Ratten und an transgenen Mäusen mit einer mäßig erhöhten Prädisposition für Lymphknotenkrebs, die gepulsten hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt wurden, eine Erhöhung der Krebsrate beobachtet.

### Andere gesundheitliche Auswirkungen

Neben den bisher diskutierten Risikoerhöhungen für schwerwiegende Erkrankungen als Folge der Exposition in hochfrequenten Feldern gibt es Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen verschiedener Befindlichkeitsstörungen und der Entfernung der Wohnung zu Kurzwellensendeanlagen. In einer großangelegten Studie wurde dem von den Anwohnern des Kurzwellensenders Schwarzenburg bei Bern geäußerten Verdacht eines Zusammenhangs zwischen Gesundheitsbeschwerden und dem Sender nachgegangen. Es fanden sich keine Hinweise auf eine Beeinflussung schwerwiegender Erkrankungen (z.B. Krebs). Jedoch wurde festgestellt, dass bei Personen, die bis zu etwa 1000 Meter vom Sender entfernt wohnten, vermehrt neurovegetative Störungen wie Schlafstörungen, Nervosität, Müdigkeit, Gliederschmerzen auftraten. In mehreren Teilstudien konnte bestätigt werden, dass die Schlafstörungen von der gemessenen Feldstärke direkt abhingen, das heißt sie kamen mit steigender Feldstärke häufiger vor. An keinem Messort wurden die seinerzeit in der Schweiz empfohlenen Grenzwerte überschritten. Über ein gehäuftes Auftreten psychoneurovegetativer Symptome wird auch bei Personen berichtet, die in der Nähe der Kurzwellensendeanlage Moosbrunn in Österreich wohnten. Auch hier fand sich eine Abhängigkeit der Beschwerden wie Kopfschmerzen und Schwindel von der Entfernung zum Sender. Erste Ergebnisse einer österreichischen Untersuchung zum Gesundheitszustand der Bevölkerung in der Umgebung von Mobilfunkanlagen deuten auf einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Störungen und der Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Felder hin.

Es gibt einige Anhaltspunkte aus experimentellen Untersuchungen, die Erklärungen für die in epidemiologischen Studien aufgezeigten Risiken bieten. Die folgenden Effekte wurden alle bei Versuchsbedingungen festgestellt, bei denen ein thermischer Effekt ausgeschlossen werden kann.

In Experimenten an verschiedenen Tieren und am Menschen wurden Auswirkungen niederfrequent modulierter Hochfrequenzfelder auf das Nervensystem nachgewiesen, diese reichen von Einflüssen auf die Wirksamkeit bestimmter Neurotransmitter (Tier) über Veränderungen der Gehirnpotenziale (EEG, Mensch und Tier) und Beeinflussungen kognitiver Funktionen (Mensch und Tier) bis zu Beeinflussungen des Lernvermögens und des Verhaltens (Tier). Die vorliegenden Ergebnisse sind als konsistente Hinweise auf Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das Zentrale Nervensystem zu werten.

Eine Vergrößerung der Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke für Fremdstoffe unter dem Einfluss hochfrequenter Felder wurde in mehreren Tier-Experimenten beobachtet. In Untersuchungen an Probanden wurde eine erhöhte Ausschüttung bestimmter Stresshormone unter der Einwirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder festgestellt. Ähnliche Ergebnisse liegen auch aus Experimenten an Ratten vor. In letzteren Untersuchungen ergaben sich auch Hinweise auf Beeinträchtigungen des Immunsystems. Diese Ergebnisse sind insgesamt als konsistente Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Hormonsystems zu werten.

Die Ergebnisse von epidemiologischen Untersuchungen an beruflich exponierten Männern und von experimentellen Untersuchungen an Tieren ergaben Hinweise, dass hochfrequente Felder nicht erst bei thermisch wirksamen Intensitäten zu einer Abnahme der Fertilität führen können.

In Untersuchungen an Zellkulturen wurden Veränderungen am Erbgut, wie Einzel- und Doppelstrangbrüche sowie Schäden an den Chromosomen (Chromosomen-Aberrationen, Auftreten von Mikrokernen), festgestellt. Hierbei kann es sich um Folgen der direkten Einwirkung der Felder auf der molekularen Ebene handeln, es kann aber auch sein, dass die Schäden am Erbgut durch andere Noxen entstanden sind, und dass die hochfrequente Strahlung „nur“ zu einer Hemmung der natürlichen zelleigenen Reparaturmechanismen führt. Die vorliegenden Untersuchungen werden in ihrer Gesamtheit als konsistente Hinweise auf Veränderungen des Erbmaterials unter der Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder unterhalb der Schwellen für makrothermische Effekte gewertet.

Ebenfalls in in vitro-Experimenten wurden Einflüsse niederfrequent gepulster Felder auf die Zellkommunikation, insbesondere auf den Calcium-Efflux, beobachtet, wie sie auch bei niederfrequenten Magnetfeldern auftreten. Die vorliegenden Befunde, wie auch die Ergebnisse von Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Gen-Expression, die Gen-Transkription und die Gen-Translation stellen konsistente Hinweise auf entsprechende Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder dar. Starke Hinweise auf eine fördernde Wirkung solcher Felder auf die Zell-Proliferation und Beeinflussungen der Zell-Transformation liegen aus verschiedenen In-vitro-Untersuchungen vor.

Die Aktivität des Enzyms Ornithindecarboxylase, das die Geschwindigkeit der Biosynthese von Polyaminen und damit des Zellwachstums bestimmt, kann einigen Experimenten zufolge nicht nur durch bekannte chemische Tumorpromotoren gesteigert werden. Es wurde gezeigt, dass diese Wirkung auch durch niederfrequent amplitudenmodulierte Hochfrequenzfelder hervorgerufen werden kann.

## Zusammenfassung

Die Zahl der epidemiologischen Untersuchungen, die im Hochfrequenzbereich durchgeführt wurden, ist gering. Da sehr unterschiedliche Expositionssituationen mit verschiedenen Trägerfrequenzen und Modulationsarten untersucht wurden, ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Studien nicht gegeben. Dennoch sind die Ergebnisse insgesamt als ernstzunehmende Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko (insbesondere Leukämie und Gehirntumoren) als Folge hochfrequenter elektromagnetischer Expositionen zu werten. Eine verlässliche Aussage über das Gesundheitsrisiko von Mobilfunk-Nutzern lässt sich derzeit noch nicht machen, allerdings deuten die ersten Untersuchungen auf einen Zusammenhang zwischen dem Gebrauch von Handys und der Ausbildung von Gehirntumoren. Auf der experimentellen Seite gibt es etliche Untersuchungen, bei denen Effekte auf der zellulären Ebene oder patho-physiologische Wirkungen nachgewiesen wurden, die u.a. im Hinblick auf die Entstehung von Krebs bedeutsam sein könnten. Viele dieser Effekte wurden bereits für Intensitäten nachgewiesen, die deutlich unter der Schwelle für thermische Effekte und den derzeit geltenden Grenzwerten lagen.

## Grenzwerte und Vorsorge

Die derzeit gültigen, in der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) festgelegten Grenzwerte stellen den Schutz der Bevölkerung vor akuten Wirkungen durch hochfrequente elektromagnetische Felder sicher, soweit diese auf der makroskopischen thermischen Wirkung dieser Felder beruhen. Die Strahlenschutzkommission (SSK) kommt in ihrer aktuellen Stellungnahme zu dem Schluss, „dass auch nach Bewertung der neueren wissenschaftlichen Literatur keine neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse im Hinblick auf nachgewiesene Gesundheitsbeeinträchtigungen vorliegen, die Zweifel an der wissenschaftlichen Bewertung aufkommen lassen, die den Schutzkonzepten der ICNIRP bzw. der EU-Ratsempfehlung zugrunde liegt.“ (In dem hier betrachteten Frequenzbereich stimmen die deutschen Grenzwerte mit den ICNIRP- und den EU-Empfehlungen überein). Es gibt jedoch, wie die Übersicht gezeigt hat, z.T. starke und widerspruchsfreie Hinweise auf mögliche Gesundheitsbeeinträchtigungen und gesundheitsrelevante biologische Wirkungen der Felder des Mobilfunks. Solche Fälle, in denen es wissenschaftliche Hinweise auf ein potenzielles Risiko gibt, dieses jedoch noch nicht voll nachweisbar ist, wenn nicht messbar ist, in welchem Umfang ein Risiko besteht, oder wenn wegen unzureichender oder nicht eindeutiger wissenschaftlicher Daten nicht feststellbar ist, wie sich das Risiko auswirken kann, sind nach einer Mitteilung der EU-Kommission vom Februar 2000 der Anlass für die Anwendung des Vorsorgeprinzips. Das heißt, es sind ordnungsrechtliche, technische und gegebenenfalls planerische Maßnahmen anzuwenden, um das potenzielle Risiko zu vermindern.

Die SSK hat vor diesem Hintergrund erstmals Empfehlungen zur Vorsorge verabschiedet. Bemerkenswert ist insbesondere die Empfehlung, „... Maßnahmen zu ergreifen, um Expositionen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren. Dies gilt insbesondere für Bereiche, in denen sich Personen regelmäßig über längere Zeit aufhalten. Die Maßnahmen sollten sich am Stand der Technik orientieren.“ Gerade im Zusammenhang mit der Ausweisung von Standorten für Mobilfunkanlagen kommt der Beachtung dieses Minimierungsprinzips eine besondere Bedeutung zu, denn aus der Struktur der Mobilfunknetze ergeben sich zwar Bedingungen für die Standorte der Anlagen, zumindest außerhalb der großstädtischen Zentren gibt es jedoch in der Regel erhebliche Planungsspielräume. So ist es zwar aus wirtschaftlichen Gründen verständlich, dass die Mobilfunknetzbetreiber auch in kleineren Kommunen innerörtliche Standorte anstreben, denn hier können oft bestehende Gebäude als Antennenträger genutzt werden und es fallen keine Kosten für lange Stromversorgungs- und Festnetzleitungen an. Technisch zwingend sind solche Standorte jedoch in der Regel nicht und von den elektromagnetischen Immissionen her sind außerörtliche Standorte meist günstiger. Ein Standort außerhalb einer Ortschaft erfordert zwar u. U. eine höhere Sendeleistung um überall im Ort die notwendige Mindestfeldstärke zu erreichen, da die Feldstärke jedoch umgekehrt proportional zum Abstand abnimmt, sind die Immissionen im Ort oft deutlich niedriger als bei innerörtlichen Anlagen (siehe Abbildung 2 unten).

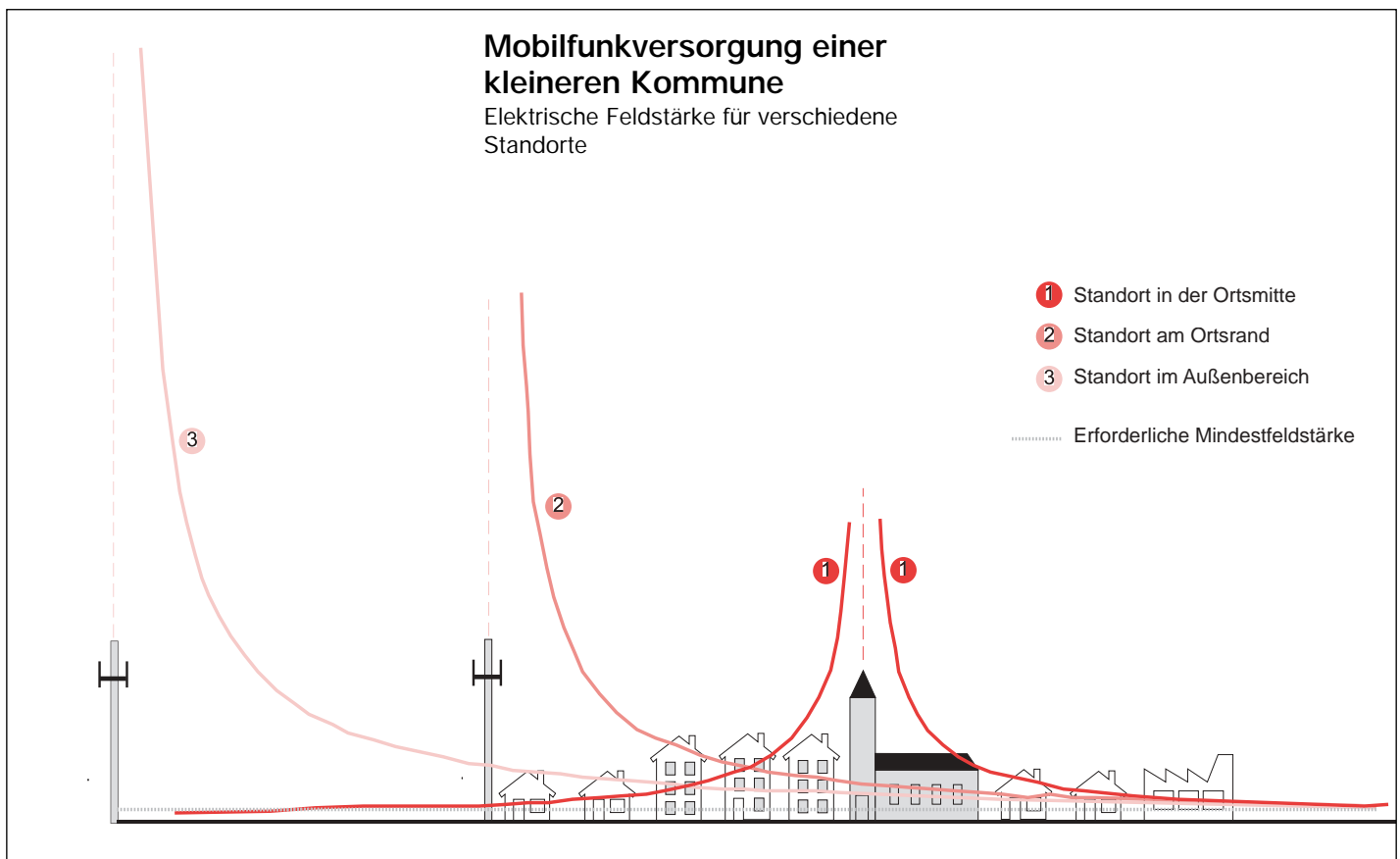


Abbildung 2

*Elektromagnetische Belastung durch Mobilfunkanlagen zur Versorgung einer kleineren Ortschaft.*

Die Kurven zeigen die Abhängigkeit der elektrischen Feldstärke in Hauptstrahlrichtung vom Abstand von der jeweiligen Anlage.

Um im Ort die zur Versorgung notwendige Feldstärke sicherzustellen (gepunktete Linie) sind für Anlagen am Rand und außerhalb der Ortschaften größere Sendeleistungen notwendig, im Ort ist jedoch insbesondere im letzten Fall die Belastung geringer, da die Feldstärke umgekehrt proportional mit dem Abstand vom Sender abnimmt.

Um die tatsächliche Belastung zu bestimmen, müssen neben der Sendeleistung die Montagehöhe der Anlage, die Ausrichtung der Antennen und die Antennencharakteristik sowie ggf. die Dämpfung durch die Bebauung berücksichtigt werden.

## Vorsorge in anderen Ländern

In einigen Ländern, so in der Schweiz und Italien, wurden zusätzlich zu einem Minimierungsgebot zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung Vorsorgegrenzwerte eingeführt, die deutlich niedriger sind als die in der 26. BImSchV festgelegten Werte (s. Tabelle 2, unten). Diese sind überall dort anzuwenden, wo sich Menschen auf Dauer aufhalten. Grundlage der Schweizer Grenzwerte ist die technische Machbarkeit, d.h., um die Belastung der Bevölkerung so gering wie möglich zu halten, wurde als Vorsorgewert der Wert für die elektrische Feldstärke zugrunde gelegt, bei dem Mobilfunk ohne Einschränkung betrieben werden kann. Die Einhaltung dieses Wertes erfordert allerdings mehr Sorgfalt bei der Auswahl von Standorten für Mobilfunkanlagen. Das gilt auch für die vom ECOLOG-Institut auf der Basis der Auswertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes vorgeschlagenen Vorsorgegrenzwert von 1,9 V/m bzw. 0,01 W/m<sup>2</sup> (s. Tabelle 2, unten). Dieser Wert wird, in Ermangelung einer staatlichen Empfehlung, bereits in etlichen Städten und Gemeinden bei der Beurteilung von Standorten für Mobilfunkanlagen angewandt. Andere Kommunen orientieren sich an den im Land Salzburg angewandten Vorsorgewerten (s. Tabelle 2, unten). Die evangelische Kirche in Deutschland hat ihren Gemeinden die ECOLOG-Empfehlung als Zielwert empfohlen. Eigene Empfehlungen für Vorsorgegrenzwerte haben der Bund für Umwelt und Naturschutz sowie der Bundesverband gegen Elektromog vorgelegt (s. Tabelle 2, unten). Die Anwendung letzterer würde den Mobilfunk in seiner jetzigen Form unmöglich machen.

Mit der im Juni 2001 unterzeichneten freiwilligen Vereinbarung zwischen den Kommunalen Spitzenverbänden und den Mobilfunknetzbetreibern können die Kommunen etwas mehr Einfluss auf eine umwelt- und gesundheitsverträglichen Planung und Realisierung der Mobilfunknetze nehmen. Künftig sollen sie, anders als in der Vergangenheit, rechtzeitig über die Planungen der Netzbetreiber informiert werden, und sie erhalten die Möglichkeit, eigene Vorschläge für Standorte von Sendeanlagen zu machen. Es wird sich allerdings noch zeigen müssen, ob und wie sich dies in der Planungspraxis auswirkt, denn für eine gleichberechtigte Diskussion mit den Netzbetreibern bedarf es erheblicher Fachkenntnisse. Die Netzbetreiber sind zwar gehalten, Standortvorschläge ergebnisoffen zu prüfen, aber nicht verpflichtet, den Vorstellungen der Kommune zu folgen. Dennoch bedeutet die verabredete frühzeitige Information der Kommune über die Mobilfunkplanung vor Ort einen deutlichen Fortschritt gegenüber der bisher üblichen Praxis bei der Planung und Realisierung von Standorten für Mobilfunkanlagen - vorausgesetzt, die Kommunen nutzen diese Informationen, um ihrerseits ihre Bürger frühzeitig über geplante Anlagenstandorte zu informieren.

Trägerfrequenz	900 MHz (GSM)		1.800 MHz (GSM, DCS, DECT)		2.000 MHz (UMTS)	
	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )
Deutschland 26. BImSchV	41,3	4,5	58,3	9,0	61,5	10,0
Italien (t > 4 h)	6,0	0,1	6,0	0,1	6,0	0,1
Schweiz (Anlagengrenzwerte)	4,0	0,04	6,0	0,1	6,0	0,1
ECOLOG-Institut (t > 4 h)	1,9	0,01	1,9	0,01	1,9	0,01
Salzburger Resolution, HF ges.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,1	0,1
Salzburger Resolution, gepulst	0,6	0,001	0,6	0,001	0,6	0,001
BUND	0,5	0,0007	0,5	0,0007	0,5	0,0007
BV geg. Elektromog u.a. (Wachbereich)	0,02	10 <sup>-6</sup>	0,02	10 <sup>-6</sup>		
BV geg. Elektromog u.a. (Schlafbereich)	0,002	10 <sup>-8</sup>	0,002	10 <sup>-8</sup>		

Tabelle 2

Grenzwerte und Vorsorgeempfehlungen für Mobilfunkfrequenzen

## Literatur

Hennies K., Neitzke H.-P. & Voigt H. 2000: Mobilfunk und Gesundheit – Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes unter dem Gesichtspunkt des vorsorgenden Gesundheitsschutzes. Gutachten im Auftrag der T-Mobil

Neitzke H.-P., Hennies K. & Voigt H. 2001: Gesundheitliche Auswirkungen und biologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Felder. Ausarbeitung für die Fachgespräche der Strahlenschutzkommission

EMF-Monitor: Elektromagnetische Felder, Umwelt und Gesundheit.  
Fachinformationsdienst des ECOLOG-Instituts

BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz e.V.) 2001: Position 'Elektrosmog'. Juli 2001

EPD (Evangelischer Pressedienst) 2001: epd-Dokumentation 35/01: Mobilfunkanlagen auf kirchlichen Gebäuden und Grundstücken. Frankfurt

SSK (Strahlenschutzkommission) 2001: Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, gebilligt in der 174. Sitzung der SSK am 13./14. September 2001-11-05

Anschrift des Autors:

ECOLOG Institut  
Nieschlagstraße 26  
30449 Hannover

## Mobilfunk und Kommunen

### Einführung

Mobilfunk eröffnet dem Bürger neue Möglichkeiten der Kommunikation. Die nahezu unbegrenzte Mobilität im privaten Umfeld und im Beruf führte besonders im Jahr 2000 zu einem erheblichen Anwachsen der Kundenzahlen - gegenwärtig nutzen rund 60 Millionen Bürger ein Handy. Der hierzu erforderlichen Netzinfrastruktur, bestehend aus derzeit ungefähr 40000 Sendestationen, stehen viele Menschen, auch viele aktive Nutzer des Handys, wegen vermuteter Risiken skeptisch gegenüber. Aufgrund der kapazitätsbedingt wachsenden Anzahl der Sendeanlagen werden diese oft auch in Wohnbereichen, also im unmittelbaren Umfeld der Nutzer installiert. Aus diesem Grund hat sich in den vergangenen beiden Jahren das Interesse besonders der Anwohner und der Kommunalpolitik auf die Basisstationen fokussiert. Im Vordergrund stehen unter dem Schlagwort „Elektrosmog“ Fragen nach gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder, aber auch Beanstandungen des Vorgehens der Mobilfunkbetreiber bei der Errichtung neuer Sendeanlagen.

Aus diesem Grund stehen Aspekte der Gesundheitsvorsorge und Verbesserungen der Informationspolitik im Vordergrund ernsthafter Bemühungen verschiedener Beteiligter, so auch der Mobilfunkbetreiber, die Akzeptanz für eine zukunftssichere Entwicklung der Mobilfunknetze zu erreichen. Dies gilt insbesondere für den technologischen Übergang von GSM zu UMTS und dem damit verbundenen Aufwand an neuen Sendeanlagen. Eine verbesserte Kommunikation zwischen Betreibern und Kommunen ist hierbei ein wichtiger Ansatz. Die zwischen Mobilfunkbetreibern und den Kommunalen Spitzenverbänden Anfang Juli 2001 geschlossene freiwillige Vereinbarung bedeutet daher ein Chance, die Zusammenarbeit zwischen beiden Seiten zu verbessern. Allerdings erfordert die Umsetzung auch umfassende Veränderungen interner Prozesse der Betreiber bei der Errichtung neuer Basisstationen, da sich das bisherige Vorgehen ausschließlich nach den gesetzlichen Rahmenvorgaben richtete.

Mobilfunk kann ohne ein leistungsfähiges Netz nicht funktionieren. Es liegt daher im Interesse aller Beteiligten, die Diskussionen zu versachlichen und durch verbesserte Information einen möglichst konfliktfreien Weg zur Errichtung der Technik bei Sicherstellung eines hohen Sicherheitsniveaus zu gewährleisten. Der Konsens hierüber zwischen Politik, Industrie und Kunden der Mobilfunktechnik ist für eine zukunfts-sichere Entwicklung der Mobilfunktechnik in Deutschland eine wesentliche Voraussetzung.

### Struktur moderner Mobilfunknetze

Die notwendige Anzahl von Basisstationen richtet sich nach dem Bedarf, also der Anzahl der Nutzer und der erzeugten Verkehrsmenge. Während eine Prognose des damaligen Bundespostministeriums noch im Jahr 1985 mit maximal 5 Millionen Handynutzern im Jahr 2000 rechnete, ist dem gegenüber die aktuelle Anzahl mehr als zehnmal so hoch. Da die Anzahl der zeitgleich möglichen Gespräche pro Basisstation aufgrund der beschränkt zur Verfügung stehenden Funkfrequenzen begrenzt ist (z.B. max. 64 beim D-Netz), müssen die derzeitigen Netze kapazitätsbedingt kontinuierlich ausgebaut werden.

Alle modernen Mobilfunknetze sind zellular strukturiert. Der gesamte Versorgungsbereich (z.B. eine Stadt) wird in einzelne zusammenhängende Versorgungsbereiche, die Funkzellen, ähnlich einem Wabenmuster untergliedert (s. Abbildung 3, Seite 17). Jede Funkzelle wird durch jeweils eine Basisstation funktechnisch versorgt, diese Sende- und Empfangsanlagen bilden die Knotenpunkte des Funknetzes. Die Größe der Zellen variiert je nach Verkehrsmenge und topografischen Bedingungen zwischen 300 Metern und einigen Kilometern. Wesentliche Kriterien bei der Planung des Gesamtnetzes sind:

- Flächendeckende Versorgung bei hoher Übertragungsqualität
- Ausreichende Kapazitäten (= gleichzeitig mögliche Anzahl von Gesprächen)
- Möglichst geringe Umweltbelastung durch elektromagnetische Felder
- Versorgung in Gebäuden (= Inhouseversorgung)

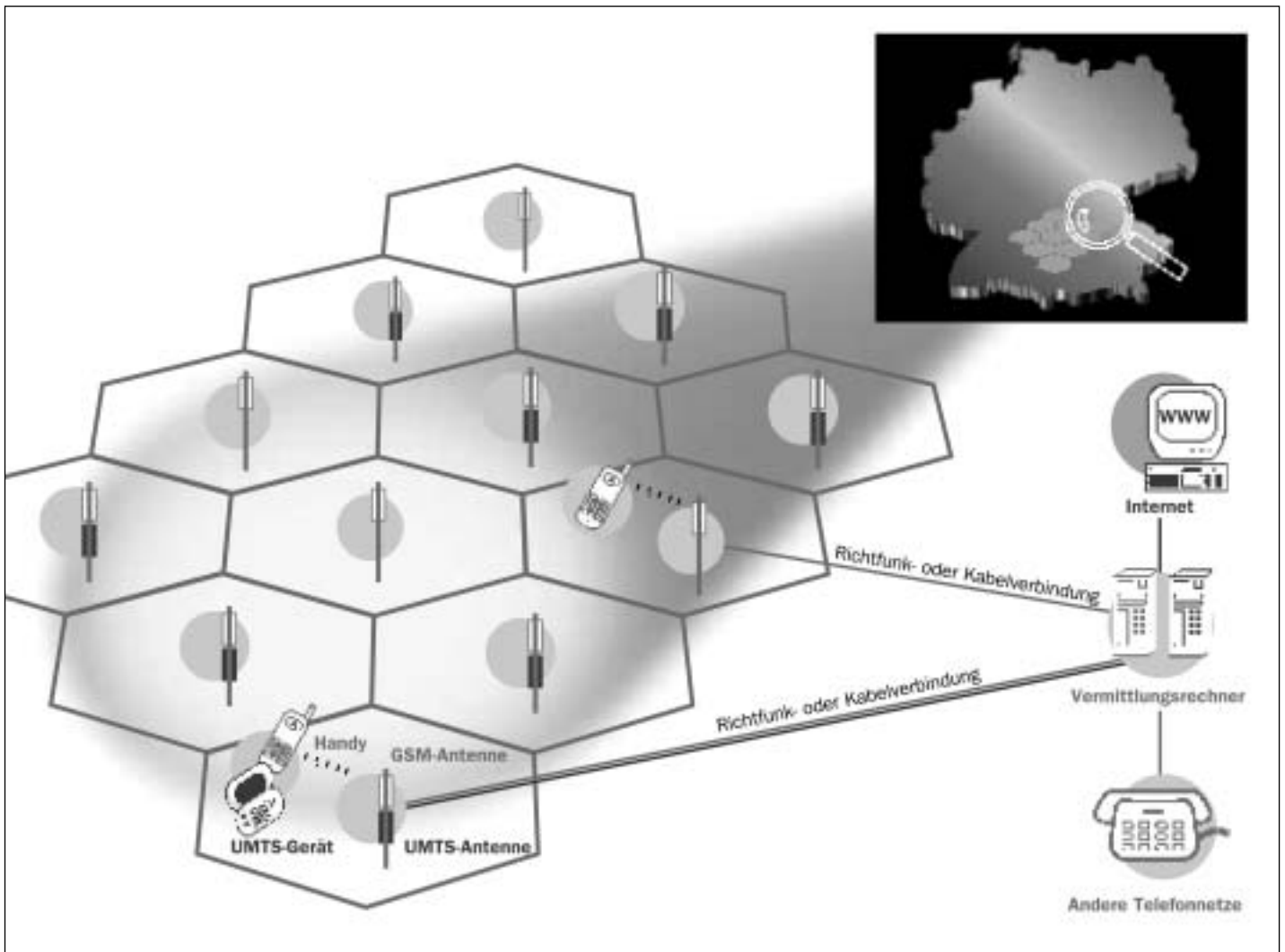


Abbildung 3

Netzstruktur im Mobilfunk

### Komplexe Netzstrukturen

Die oft in Diskussionen erkennbare isolierte Betrachtung einzelner Sendeanlagen ist in Anbetracht der inzwischen komplexen Netzstrukturen nicht zielführend. Veränderungen an einer Sendeanlage haben immer Auswirkungen, auch auf die Gestaltung der Nachbarzellen. Im Umkehrschluss richtet sich die Platzierung einer neuen Sendestation immer auch nach der bereits bestehenden Umgebungsstruktur, also vorhandenen Funkzellen. Damit unterliegt die Planung neuer Basisstationen, insbesondere in Städten und Ballungsgebieten mit hohem Verkehrsaufkommen, sehr engen technischen Randbedingungen.

Die Netze in Städten werden heute von allen Betreibern ausschließlich als sogenannte Mikrozellennetze aufgebaut. Der geringe Durchmesser der Funkzellen von ca. 500 bis 1200 Metern führt zu einem Abstand der Sendeanlagen von 300 bis 600 Metern. So werden in einer Stadt mit ca. 50.000 Einwohnern im Durchschnitt bis zum Endausbau zum flächendeckenden Mobilfunkbetrieb ca. 20 möglichst gleichmäßig verteilte Basisstationen für das T-D1-Netz benötigt. In einer Großstadt wie München dagegen sind es mehr als 500 Anlagen. Dies bedeutet jedoch auch, dass die Genauigkeit zur Platzierung einer Sendeanlage noch um ca. 50 bis maximal 100 Meter variieren darf.

Die Entwicklung des Kleinzellennetzes erweist sich jedoch für die Begrenzung der für den Betrieb erforderlichen elektromagnetischen Felder als vorteilhaft. Durch intelligente Funknetzplanung konnte die notwendige Sendeleistung der Mobilfunkbasisstationen im Laufe der Jahre immer weiter gesenkt werden. So hat sich die für den Betrieb einer Sendeanlage notwendige Sendeleistung pro Funkkanal auf durchschnittlich ein Fünftel verringert und beträgt besonders in Wohngebieten noch zwischen vier und zehn Watt pro Funkkanal. Zum Vergleich wird ein mittelgroßer Rundfunksender demgegenüber mit Leistungen von 10.000 Watt und mehr betrieben.

Dabei gerät die Platzierung neuer Sendeanlagen oft in das Spannungsfeld physikalischer Vernunft auf der einen und emotionalen Vorbehalten auf der anderen Seite: Die zentrale Installation im unmittelbaren Nahbereich von Nutzern, also auch in Wohngebieten, stellt eine möglichst geringe Abstrahlung, sowohl beim Handy wie auch bei der Basisstation sicher. Je kürzer die Distanz, desto niedriger ist die erforderliche Sendeleistung. So beträgt die Sendeleistung eines Handys im Kleinzellennetz statt der möglichen 2 Watt nur noch durchschnittlich 0,3 Watt. Demgegenüber sehen gerade die unmittelbaren Anwohnern aufgrund der verwirrenden und uneinheitlichen Medienberichte wohnnahe Anlagen eher mit Skepsis.

Zweifelsohne war jedoch gerade der Trend zur „nutzernahen“ Anlagenerrichtung in den letzten Jahren ein entscheidender Grund dafür, dass der „Elektrosmog“ sich trotz zahlenmäßiger Zunahme an Sendeanlagen nicht deutlich erhöht hat und durchschnittlich deutlich unterhalb der von der Wissenschaft empfohlenen Grenzwerten liegt. Oft unterschreitet der tatsächlich gemessene Wert in der Nähe dieser Anlagen den gesetzlich zulässigen Wert um mehr als das Hundertfache. Die Forderung, Sendeanlagen nicht in Wohnbereiche, sondern an den Rand oder in unbewohntes Gebiet zu stellen, ist also bezüglich eines vorsorgenden Umweltschutzes kontraproduktiv.

Die UMTS-Technik ist keine „technologische Revolution“, wie dies in der euphorischen Medienberichterstattung immer wieder zu lesen ist. UMTS ist ein neuer technischer Standard, der die konsequente Weiterentwicklung der bestehenden GSM-Technik ermöglicht. Vergleichbar ist dies z.B. mit dem Übergang vom Schwarz/Weiß- zum Farbfernsehen.

Der UMTS-Standard verbessert insbesondere die Möglichkeiten der mobilen Datenübertragung, die mit der heutigen D- und E-Netztechnik nur sehr eingeschränkt funktioniert. Dies wird zukünftig ein erheblich erweitertes Angebot mobiler Dienstleistungsangebote im gewerblichen, aber auch im privaten Umfeld ermöglichen. Damit wird die Verfügbarkeit einer gut ausgebauten UMTS-Netzinfrastruktur auch eindeutig zu einem regionalen Standortfaktor.

Seitens des Lizenzgebers, in Deutschland das Bundeswirtschaftsministerium, wurden für UMTS sechs Lizenzen versteigert. Neben den bestehenden Netzbetreibern T-Mobile, D2-Vodafone, E-Plus und Viag Interkom erhielten auch zwei neue Konsortien, 3G und Mobilcom, eine Lizenz. Die Lizenzbedingungen sehen derzeit eine Versorgung von 25% der Bevölkerung bis Ende des Jahres 2003 und 50% der Bevölkerung bis Ende 2005 vor. Im Vergleich zur zeitlichen Entwicklung der bestehenden Netze ist dies ein hochambitioniertes Ziel und zwingt die Mobilfunkunternehmen, auch die bestehenden regionalen Randbedingungen wie z.B. mögliche Entwicklungshemmnisse in ihre Planung einzubeziehen.

Der neue UMTS-Standard erfordert ein vollständig neues Sende- und Empfangsnetz, also auch die Installation neuer Sendestationen. Aus heutiger Sicht geht man zur Erfüllung der Lizenzauflagen von bundesweit ca. 40.000 zusätzlichen Anlagen aus. Baugröße, Aussehen, Sendeleistung, Abstrahlverhalten und grundlegende Netzstruktur der UMTS-Technik sind in etwa mit der bestehenden Technik vergleichbar. Aus diesem Grunde sind die Netzbetreiber darum bemüht, soweit technisch sinnvoll, möglichst viele der neuen Sendeantennen zusätzlich an bestehenden Dachmasten zu installieren. Die effiziente Ausschöpfung von Mitnutzungsmöglichkeiten ist daher für die Kommunen auch relevant als Einflussfaktor aus Sicht der Stadt – bzw. Landschaftsplanung.

UMTS erfordert allerdings auch - da technisch komplexer als GSM - eine sehr regelmäßige Netzstruktur, also eine gleichmäßige Verteilung der Basisstationen. Dies ist u.a. auch die Voraussetzung, die für die Datenübertragung notwendigen Datengeschwindigkeiten zu erreichen.

Die beschriebenen Rahmenbedingungen für UMTS machen aus heutiger Sicht klar erforderlich, dass Kommunen und Mobilfunkbetreiber zukünftig enger zusammenarbeiten, als dies in den vergangenen Jahren der Fall war.

Informationsdefizite um das Thema Mobilfunk sind wesentliche Antriebsfaktoren der zunehmenden Unsicherheit und der mangelnden Akzeptanz gegenüber Sendeanlagen. Bürger und Politiker haben kaum Verständnis für die zunehmende Menge an Baumaßnahmen von Basisstationen, die immer wieder Anlass für Kontroversen sind, da Ihnen oft das Wissen über die komplexe Struktur des Mobilfunknetzes nicht zugänglich ist. So stehen Verantwortliche in den Kommunen oft vor dem Problem, ohne Kenntnis über aktuelle Baumaßnahmen der Betreiber in ihrem Verantwortungsbereich gleichzeitig Anlaufpunkt für Bürgerbeschwerden zu sein.

## Entwicklung der UMTS - Netzinfrastruktur

## Neue Wege der Informationspolitik

Noch gravierender wirkt sich der Informationsmangel bei der Beurteilung der Sicherheit der Mobilfunktechnik aus. Offizielle Stellen kommunizieren in zu geringem Umfang Fakten zum Gesundheitsschutz und überlassen damit die „Information“ zu diesen Fragen radikal argumentierenden Aktionsgruppen wie z.B. der bayerischen Bürgerwelle, die ohne substantielles Fachwissen bemüht ist, eigene Ziele über reine Verunsicherungs- und Angstpolitik gegenüber der Öffentlichkeit zu erreichen. Anstatt Informationen aus seriösen Quellen steht damit den Bürgern oft nur ein sehr verzerrtes Bild des tatsächlichen Standes der wissenschaftlichen Erhebungen über Wirkungen elektromagnetischer Felder zur Verfügung. Schuld daran ist auf der einen Seite die inaktive Öffentlichkeitsarbeit staatlicher Stellen, auf der anderen Seite jedoch auch die Passivität der Mobilfunkunternehmen in der öffentlichen Diskussion.

Ein weiteres Defizit ist der Kommunikationsstil. Während Wissenschaft und öffentliche Instanzen differenziert, aber für den „Normalbürger“ unverständlich argumentieren, werden von Gruppen wie Bürgerwelle und ähnlichen Gruppierungen inhaltlich einseitige, fachlich zu großen Teilen falsche und damit unbrauchbare, aber laienverständlich aufbereitete Meinungen vorwiegend in Form von Zitaten verbreitet. Letztendliches Ziel z.B. der Bürgerwelle ist, Mobilfunk zu stoppen und den weiteren Ausbau zu verhindern. Dies entspricht jedoch nur dem Ziel einer verschwinden Minderheit in unserer Gesellschaft.

Um dieser Entwicklung entgegenzutreten, haben die UMTS-Mobilfunkunternehmen gemeinsam das Informationszentrum Mobilfunk mit Sitz in Berlin gegründet. Ziel ist zum einen, die breite Allgemeininformation über Mobilfunk, insbesondere die neue UMTS-Technik zu verbessern, aber auch eine Informations- und Diskussionsplattform zu kontroversen Fragen zu bilden. Erfreuliche Initiativen in Richtung sachlicher Information werden inzwischen auch von einigen staatlichen Institutionen unternommen, so auch vom Umweltministerium in Baden-Württemberg sowie den Kommunalen Spitzenverbänden des Landes.

Ein wichtiger Schritt war in diesem Zusammenhang der Abschluss einer freiwilligen Vereinbarung mit den Kommunalen Spitzenverbänden auf Bundesebene, mit dem Ziel einer verbesserten Einbindung der Kommunen bei der Errichtung der Netzinfrastruktur. Diese zwischen dem Deutschen Landkreistag, dem Städte- und Gemeindebund, dem Deutschen Städtetag und den sechs UMTS-Betreibern unterzeichnete „Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze“ sieht Regelungen zu folgenden Punkten vor:

1. Standort-Datenbank: Den Kommunen soll die Information über bereits bestehende Standorte auf Basis der Daten der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) verfügbar gemacht werden. Nach ersten Gesprächen der Beteiligten ist aus heutiger Sicht von einer ersten Lösung bis Ende des Jahres auszugehen.
2. Ein dreistufiges Informationsmodell soll die Einbindung der Kommunen verbessern:
  - Die Kommunen erhalten regelmäßige Informationen über die Netzplanung der einzelnen Betreiber.
  - Die Kommunen werden in den Prozess der Errichtung einzelner Sendestandorte einbezogen.
  - Die Hauptverwaltungsbeamten der Kommunen erhalten die Information über die Aufnahme des Sendebetriebs einer Anlage in Form einer Betriebsanzeige.

Die freiwillige Vereinbarung geht erheblich über den bestehenden gesetzlichen Rahmen hinaus. Sie stellen damit auch eine Herausforderung für die Mobilfunkunternehmen, die ihre internen Prozesse umstellen und adaptieren müssen, aber auch für die Kommunen dar, die nunmehr Mitverantwortung für die Entwicklung der Zukunftstechnologie Mobilfunk übernehmen. Die Regeln der Vereinbarung sollen beginnend ab Oktober im Laufe des 4. Quartals stufenweise umgesetzt werden. Dabei liegt auf der Hand, dass nicht alle ca. 13.800 Kommunen zeitgleich von Beginn an einbezogen werden können, die Schwerpunkte werden dort liegen, wo das höchste Bauvolumen für UMTS bzw. die Optimierung und kapazitätsbedingte Erweiterung des GSM-Netzes erwartet wird. Die Mobilfunkbetreiber werden bei der Umsetzung eng mit den Kommunalen Spitzenverbänden zusammenarbeiten.

## Sicherheit, Grenzwerte und Vorsorgeaspekte

Über mögliche Risiken elektromagnetischer Felder wird zur Zeit besonders in den Medien viel spekuliert. Tatsache ist, dass es der Wissenschaft trotz jahrelanger intensiver Suche bis heute nicht gelungen ist, objektive Beweise für gesundheitliche Risiken zu erbringen. Aufgrund der immer wieder formulierten „wissenschaftlichen Unsicherheit“ wird aber insbesondere von der Politik, aber auch von Umweltverbän-

den verstärkt eine „Vorsorge“- Lösung gefordert. In der Diskussion ist dringend zwischen eher populistischen, mit Blick auf Wählerstimmen in die öffentliche Diskussion geworfenen Vorschlägen auf der einen und substantiellen Verbesserungsvorschlägen auf der anderen Seite zu unterscheiden.

Vorsorge bedeutet nicht zwingend eine Verschärfung der in der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz festgelegten Grenzwerte. Diese wurden mehrfach strengen fachlichen Überprüfungen unterworfen, so zuletzt durch die deutsche Strahlenschutzdiskussion (SSK) gemäß der aktuellen Empfehlung von September 2001, aber auch anderen internationalen Expertengruppen. Eindeutiges Fazit: es gibt keine objektiven wissenschaftlichen Gründe für Grenzwertverschärfungen.

Der Versuch, dennoch wissenschaftliche Risiken zum Ausdruck zu bringen, führt demgegenüber seitens sozialökologisch und eher wissenschaftskritisch ausgerichtete Institute wie dem Ecolog-Institut Hannover oder dem Nova-Institut in Hürth zu erkennbarer Wissenschaftssemantik: Statt wissenschaftlicher Beweise werden dort „begründete Hinweise“, „Hinweise“ oder „hinreichende Verdachtsmomente“ gesehen und als ausreichend betrachtet, um dennoch die Grenzwerte unter „Vorsorgeaspekten“ zu verändern. Zudem würden die vorgeschlagenen Grenzwertverschärfungen, z.B. nach dem „Schweizer“ oder „Salzburger“ Modell zu einem deutlichen Mehrbedarf an Sendemasten führen, beim Schweizer Modell mindestens 30 Prozent. Grenzwertverschärfungen führen zudem zu keiner Beruhigung der öffentlichen Diskussion, solange sie auf spekulativen Überlegungen aufbauen. Nicht zuletzt würde hierdurch die für die Mobilfunkunternehmen in Anbetracht der hohen Investitionen notwendigen Rechtssicherheit gefährdet.

Dabei ist Vorsorge bereits im Genehmigungsverfahren zur Errichtung von Sendeanlagen der Mobilfunknetze in vollkommen ausreichendem Maße umgesetzt worden. Dies gilt für das Paket „Grenzwerte + Standortbescheinigung“. Während strittig ist, ob die Grenzwerte bereits Vorsorge berücksichtigen, sind in dem Verfahren zur Erstellung der Standortbescheinigung deutlich sicherheitskonservative „worst-case“-Überlegungen umgesetzt worden. Beides zusammen ist zwingende Voraussetzung für die Aufnahme des Sendebetriebs jeder Mobilfunkanlage. Gleiches gilt auch für jede technische Veränderung. Derart konsequente Sicherheitsmaßnahmen um Mobilfunkanlagen sind bisher in keinem anderen Land der EU umgesetzt worden.

Weitere sinnvolle Vorsorgemaßnahmen sind konsequente Messprogramme zur fortlaufenden Kontrolle der Höhe der elektromagnetischen Belastung im öffentlichen Bereich. Beispielhaft sind hier u.a. Projekte in den Ländern Baden-Württemberg und Bayern.

Mobilfunk für 60 Millionen Bürger in Deutschland ist nur mit einer leistungsfähigen Mobilfunkinfrastruktur sicherzustellen. Der beste Weg, dieses bei gleichzeitiger Minimierung der für den Betrieb notwendigen elektromagnetischen Emissionen zu erreichen, ist die konsequente Optimierung des Kleinzellennetzes. Diese Struktur sorgt für niedrigen Sendeleistungen sowohl beim Handy (Verbraucherschutz) wie auch bei den Sendeanlagen des Netzes (Umweltschutz). Dies erfordert jedoch die „nutzernahe“ Installation von Anlagen insbesondere in Wohnbereichen.

Durch die zunehmende Menge notwendiger Sendeanlagen für GSM und die neue UMTS-Technik bedingt, sind zwingend Maßnahmen für eine umfassendere Information von Politik und Öffentlichkeit zur Akzeptanzverbesserung erforderlich.

Grenzwertverschärfungen sind wissenschaftlich nicht begründbar und wären kein geeigneter Beitrag, den Mobilfunkkonflikt zu lösen.

Anschrift des Autors:

DeTe Mobil Deutsche Telecom MobilNet GmbH  
Wittlichstraße 6  
64295 Darmstadt

## Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

## Verfahren der Standortbescheinigung

### Einführung

Seit dem 1.7.1992 wird in Deutschland bundesweit einheitlich das Standortverfahren zur Gewährleistung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern durchgeführt. Im Rahmen des Standortverfahrens werden ortsfeste Funkanlagen, sofern diese eine äquivalente isotrope Strahlungsleistung von zehn Watt und mehr aufweisen, so überprüft, dass die von den Anlagen emittierten Feldstärken nicht die Personenschutzgrenzwerte überschreiten können. Seit 1992 wurde das Standortverfahren stetig weiter entwickelt und an die jeweils aktuellen Anforderungen zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Felder angepasst. Das in Deutschland durchgeführte Standortverfahren ist in Bezug auf seine konsequente Umsetzung der „Empfehlungen des Rates vom 12. Juli 1999, zur Begrenzung der Expositionen der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)“ in Europa beispiellos.

### Ortsfeste Funkanlagen

Ortsfeste Funkanlagen werden zur terrestrischen funktechnischen Versorgung eines bestimmten Bereiches oder Gebietes benötigt. Zur Planung des Rundfunk- und Fernsehnetzes werden von den Rundfunk- und Fernsehanstalten lokale Versorgungsmessungen durchgeführt, um anhand der sogenannten Mindestfeldstärke u.a. die Standortwahl des Senders und die benötigte Sendeleistung zu bestimmen.

In ähnlicher Weise erfolgt die Planung von Mobilfunkstandorten. Die Planung und der Aufbau eines Mobilfunknetzes liegt, unter Beachtung der gültigen Rechtsvorschriften, in der Verantwortung des Netzbetreibers. Zur Standortbestimmung von ortsfesten Mobilfunkbasisstationen setzen die Betreiber computergestützte Verfahren ein, bei denen die topographischen Verhältnisse, die Bebauung und der Bewuchs sowie das erwartete Gesprächs/Kommunikationsaufkommen für jede auszubildende Mobilfunkzelle (eine Mobilfunkzelle wird durch eine Basisstation gebildet) berücksichtigt werden.

### Aufgaben RegTP

Die Standortwahl von ortsfesten Funkanlagen ist somit das Ergebnis einer vom Betreiber der ortsfesten Funkanlage verantworteten Funknetzplanung, bzw. Versorgungsplanung.

Die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) überwacht die Einhaltung der telekommunikationsrechtlichen Vorschriften. Hierzu gehört u.a. die Verpflichtung der Betreiber, vor der Inbetriebnahme einer ortsfesten Funkanlage das Standortverfahren bei der Reg TP erfolgreich abzuschließen. Das Standortverfahren ist abgeschlossen, wenn der von der Reg TP festgelegte Sicherheitsabstand auch am Installationsort einhaltbar ist. Anderenfalls verweigert die Reg TP die Erteilung der Standortbescheinigung. Auf landesrechtlich geregelte Baugenehmigungsverfahren oder auf das Anzeigeverfahren entsprechend § 7 der 26. Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) hat die Reg TP keinen Einfluss. In beiden Verfahren (Baugenehmigung und Anzeige) ist jedoch für die zuständige Landesbehörde die von der Reg TP erteilte Standortbescheinigung Entscheidungsgrundlage.

### Zum Standortverfahren

In der Regel werden von der Reg TP die Sicherheitsabstände für eine Standortbescheinigung rechnerisch ermittelt. Wenn dies aus technischen Gründen (z.B. Betrachtungen innerhalb des Funknahfeldes eines Rundfunksenders) nicht möglich ist, erfolgt die Festlegung des Sicherheitsabstandes messtechnisch oder auch auf der Grundlage von numerischen Nahfeldberechnungen.

Bei einer rechnerischen Erteilung einer Standortbescheinigung wird jede Sendeanenne anhand ihrer technischen Parameter einzeln betrachtet. Dabei wird von der maximal möglichen Anlagenauslastung ausgegangen und jeder zu bewertende Parameter im Sinne des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern zu Ungunsten des Betreibers angenommen (worst-case-Betrachtung). Die Bewertung stimmt mit den Vorgaben der „Empfehlungen des Rates vom 12. Juli 1999, zur Begrenzung der Expositionen der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)“ überein.

Diese konservative Bewertungsmethode hat zur Folge, dass bei Mobilfunkstandorten, für die bereits eine Standortbescheinigung erteilt wurde, Nachmessungen die Werte der Standortbescheinigungen bestätigen. Dies ist leicht verständlich, denn messtechnisch werden nur die tatsächlichen Feldstärken, die sich in Abhängigkeit der augenblicklichen Sendeleistung, der Witterung, der Bodenbeschaffenheit u.a. Parametern verändern können, erfasst, während bei rechnerischen Betrachtungen funktechnische Parameter im Sinne des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern zu Ungunsten des Betreiber angenommen werden.

Um im Standortverfahren derartige messtechnische Verfälschung auszuschließen, veranlasst die Reg TP bei ortsfesten Funkanlagen, für die eine Standortbescheinigung nur messtechnisch erteilt werden kann, die Einstellung von betrieblichen Maximal-sendeparametern.

### Festlegung von Sicherheitsabständen

Der in der Standortbescheinigung festgelegte Sicherheitsabstand ist auf den gesamten Standort bezogen und berücksichtigt:

1. die Feldstärken der beantragten ortsfesten Funkanlage,
2. die Feldstärken der Funkanlage, die ebenfalls an diesem Standort montiert sind (Standortmitbenutzung) und
3. die relevanten Feldstärken, die von umliegenden ortsfesten Funkanlagen ausgehen (u.a. werden auch ortsfeste, militärische Funkanlagen mit berücksichtigt)

Neben dem Standort bezogenen Sicherheitsabstand, der sämtliche am Standort montierten Sendefunkanlagen berücksichtigt, weist die Reg TP für jede Sendeantenne einen separaten Sicherheitsabstand aus. Mit dieser umfassenden Bewertung der ortsfesten Funkanlagen und Darstellung der Sicherheitsabstände macht die Reg TP Standorte von Funkanlagen im Hinblick auf den Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern transparent. Alle Schutzabstände, die von der Reg TP festgelegt werden, sind auf die Unterkante der am niedrigsten montierten Sendeantenne bezogen.

### Beispiele

Ein Schleuderbetonmast ist 30 Meter hoch. In einer Höhe von 25 Metern wurden am Schleuderbetonmast die Sendeantennen montiert. Unterhalb dieser Sendeantennen befinden sich beispielsweise nur Empfangsantennen. In diesem Fall ist der von der Reg TP festgelegte Sicherheitsabstand auf die Unterkante der Sendeantenne bezogen, die sich in einer Höhe von 25 Metern befindet. Wird ein vertikaler Sicherheitsabstand von 0,8 Meter angenommen (dies ist für Mobilfunkanlagen ein typischer Wert), so wären zwischen dem Fußpunkt des Antennenträgers und der Sendeantenne eine Sicherheitsreserve von 24,2 Meter. Aufgrund der mit der Entfernung rasch abnehmenden Feldstärken, ergeben sich am Fußpunkt des Antennenträgers Feldstärken, die weit unterhalb der weltweit wissenschaftlich anerkannten Personenschutzgrenzwerte der „Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999, zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)“ befinden. Dieser Sachverhalt lässt sich sehr deutlich an anhand der Ergebnisse der bundesweiten Reg TP EMVU-Messaktionen nachvollziehen.

### Erlöschen einer Standortbescheinigung

Eine erteilte Standortbescheinigung ist keine Dauerbescheinigung. Sobald ein Betreiber technische Merkmale, die für die Festlegung des Sicherheitsabstandes von Bedeutung sind ändert (wie z.B. die Montagehöhe, die Hauptstrahlrichtung, die Anzahl der Kanäle, die Leistung, der Antennengewinn) erlischt die Standortbescheinigung und das Standortverfahren ist erneut durchzuführen. Eine Standortbescheinigung erlischt auch, wenn der Standort von neuen Funkanlagen mitbenutzt werden soll. Diese Mitnutzung ist nur dann möglich, wenn die Einhaltung der Personenschutz-Grenzwerte durch die Standortbescheinigung sichergestellt ist. Neben der Prüfung, inwieweit überhaupt eine Standortbescheinigung erteilbar ist, sind bei einer Standortmitnutzung auch andere technische Aspekte von Bedeutung. Auch aus Gründen einer möglichen gegenseitigen Störbeeinflussung von mitinstallierten Funkanlagen (EMV) aber auch aus Planungen des Funknetzaufbaues kann nicht in allen Fällen eine Standortmitnutzung erfolgen. Eine generelle Forderung, dass Funkanlagen bereits vorhandene Standorte von Funkanlagen mitnutzen sollen, kann deshalb nicht von der Reg TP unterstützt werden.

### Überprüfung

Standorte, für die bereits eine Standortbescheinigung durch die Reg TP erteilt wurde, werden in unregelmäßigen Abständen und ohne Kenntnis der Betreiber von der Regulierungsbehörde am Installationsort überprüft. Die Anzahl der Standortüberprüfungen einer Reg TP-Außenstelle ist von der Anzahl der pro Jahr in einer Außenstelle erteilten Standortbescheinigungen abhängig. Pro Jahr werden zehn Prozent der in einer Reg TP-Außenstelle erteilten Standortbescheinigungen überprüft. Die bisher durchgeführten Standortüberprüfungen ergaben, dass der überwiegende Teil der Standorte ohne

Beanstandungen war. Bei einigen Standorten wurden fehlerhafte Standortbezeichnungen festgestellt, die aber keinerlei Einfluss auf den von der Reg TP festgelegten Sicherheitsabstand hatten. Die Korrektur dieser geringen Mängel wurden von den Reg TP-Außenstellen im Rahmen des Standortverfahrens vorgenommen.

## Grenzwerte

Die Regulierungsbehörde verfolgt aufmerksam die, unter dem Schlagwort Elektromog, geführte Diskussion über mögliche Gefahren durch elektromagnetische Felder von Funkanlagen. Dabei nimmt die Reg TP weder eine fachliche Bewertung der Grenzwerte noch eine Kommentierung der Arbeiten von Grenzwertkritikern vor. Die Reg TP weist in diesem Zusammenhang auf die Fachkompetenz der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK).

## Bundesweite Messaktion 1999/2000

Ziel der bundesweiten EMVU-Messaktionen ist es, der interessierten Öffentlichkeit die Möglichkeit zu geben, sich einen Überblick über die an öffentlichen Wegen und Plätzen vorhandenen Feldstärken von ortsfesten Funkanlagen im Frequenzbereich 9 Kilohertz (kHz) bis 300 Gigahertz (GHz) zu verschaffen. Die bundesweite Messaktion unterscheidet sich damit vom Standortverfahren. Im Rahmen des Standortverfahrens werden am Installationsort einer ortsfesten Funkanlage die Feldstärken überprüft und ein einzuhaltender Sicherheitsabstand festgelegt. Die bundesweiten Messaktionen dokumentieren dagegen die Feldstärken, die an Orten anzutreffen sind, an denen sich die Öffentlichkeit aufhält. Die erste Messaktion fand 1992 statt und wurde vom ehemaligen Bundesamt für Post und Telekommunikation und Post (BAPT) durchgeführt und in Form einer Broschüre der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Zur Einbindung der Bundesländer änderte das ehemalige BAPT die Konzeption der bundesweiten Messaktionen. Seit der Messaktion 1996/97 erfolgt die Festlegung der Messorte in enger Zusammenarbeit mit den Umweltministerien der Länder. Im Freistaat Bayern fanden während der Messaktion 1999/2000 an insgesamt 190 Messorten Feldstärkemessungen statt. 67 dieser Messorte wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen ausgewählt. Bei keiner Feldstärkemessung konnte eine Überschreitung der Personenschutz-Grenzwerte festgestellt werden. In der Nähe von leistungsstarken Rundfunk- und Fernsehsendern liegt der Faktor der Grenzwert-Unterschreitung in der Regel im Bereich von 5 bis 100. Ganz anders sind dagegen die Messergebnisse im Bereich von Mobilfunkanlagen. Hier liegt der Faktor der Grenzwert-Unterschreitung bei 700 bis weit über 10.000. Die Ergebnisse der bundesweiten Messaktion sind auf den EMVU-Internetseiten der Reg TP veröffentlicht worden.

## Informationen

Die Reg TP gibt gerne Auskunft über erteilte Standortbescheinigungen. Anwohner, die in direkter Nachbarschaft zu einer ortsfesten Funkanlage wohnen, können sich an die jeweils zuständige Reg TP-Außenstelle wenden, um Auskunft über die von der Reg TP erteilte Standortbescheinigung zu erhalten.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass Reg TP-Außenstellen sich ausschließlich zu den inhaltlichen Aspekten einer erteilten Standortbescheinigung äußern. Generelle Verfahrensfragen, die das Standortverfahren betreffen, sollten direkt an die Reg TP in Mainz, Referat 414, Canisiusstraße 21, 55122 Mainz, gesandt werden. Broschüren zum Standortverfahren und weitere Informationen zum Thema „Elektromog“ befinden sich auf den EMVU-Internetseiten der Reg TP.

## EMVU-Internetseite der Reg TP

Diese können wie folgt im Internet aufgerufen werden: <http://www.regtp.de>. Nach Eingabe dieser Internetadresse öffnet sich die Eingangsseite der Reg TP. Von dort gelangt man über das wählbare Feld „Technische Regulierung“ zu den EMVU-Internet-Seiten der Reg TP.

Anschrift des Autors:

Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation  
Referat 414  
Canisiusstraße 21  
55122 Mainz

## Gesundheitliche Folgen und Auswirkungen des Mobilfunks

### Einführung

In der Diskussion zu Umweltbelastungen wird zunehmend der Begriff „Elektrosmog“ genannt. So unglücklich diese Bezeichnung auch gewählt ist, zeigt sich doch hier, dass die Expansion in der Entwicklung und im Einsatz elektrotechnischer Systeme Ängste in großen Teilen der Bevölkerung hervorruft. Während die Sinnesorgane des Menschen bewusst zahlreiche Umwelteinflüsse wahrnehmen können (z.B. Lärm oder auch Geruch), ist die Sensorik für elektrische, magnetische oder auch elektromagnetische Felder gar nicht oder nur innerhalb eines kleinen Bereichs vorhanden. So ist im gesamten elektromagnetischen Spektrum das Auge in der Lage, den schmalen Bereich des sichtbaren Lichts zwischen 400 und 800 nm (nm = Nanometer =  $10^{-9}$  Meter) zu registrieren. Schon weitaus unspezifischer reagieren die Wärmerezeptoren der Haut, welche die infrarote Strahlung am Ende des sichtbaren Bereichs wahrnehmen können. Damit ist aber auch schon das Vermögen des Menschen, elektromagnetische Felder unmittelbar wahrzunehmen, erschöpft. Keineswegs bedeutet dies aber, dass damit auch jede weitere biologische Wirkung elektromagnetischer Felder nicht mehr erfolgt.

### Grundsätzliche Wirkungen

Grundsätzlich haben elektromagnetische Felder aufgrund der thermodynamischen Gesetzmäßigkeit die physikalisch eindeutig definierte Eigenschaft, Energie zu übertragen. Wird die Feldenergie z.B. von einem Menschen absorbiert, dann erfolgt entsprechend dem Energieerhaltungssatz eine Energietransformation, überwiegend in Wärme. Um hier einen kritischen Temperaturwert nicht zu erreichen gibt es Grenzwerte, die sich aus den Berechnungen an einem Strommodell ableiten. Dabei geht es letztlich darum, festzulegen, welche Immissionen nach den thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten den kritischen Energieeintrag zur Folge haben. Nicht berücksichtigt ist die Tatsache, dass ein biologisch aktives, also lebendes System, sich keineswegs an diese thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten eines Phantoms hält. Es wird die Dosis, also das Produkt aus Leistung und Zeit, über einen Zeitraum von sechs Minuten integriert und das Ergebnis als Bewertungsmaßstab genommen. So ist auch in keiner Grenzwertregelung jemals von der Modulationsart der elektromagnetischen Felder die Rede gewesen. Bedenkt man in diesem Zusammenhang, dass es zahlreiche Publikationen aus den vergangenen 30 Jahren gibt, in denen schon allein die konstante Periodizität von Feldänderungen eine biologische Wirkung zeigt, dann offenbart sich, dass diese Erkenntnisse bei der Einführung zeitschlitzmodulierter Telekommunikationsverfahren schlichtweg ignoriert wurden.

Auch wenn die Betreiber elektromagnetischer Feldemittenten (Sendeanlagen) immer wieder mit großem publizistischen Aufwand argumentieren, dass die Emissionen unterhalb der Grenzwerte nach ICNIRP (Intern. Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) oder 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) liegen und somit alles im Griff habe, wächst die Kritik an der Informationspolitik zu möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Allzu gerne wird die Tatsache geleugnet, dass die biologischen Wirkungen dieser Felder in der internationalen Literatur umfangreich beschrieben sind. Auch wenn das Wirkungsmodell bis heute nicht bekannt ist und die kausale Beweisführung der Feldwirkung äußerst schwierig ist, zeigt sich doch, dass in der Bevölkerung zunehmend eine Sensibilisierung zu dieser Thematik erfolgt.

### Biologische Effekte

Das übliche Schema, die biologische Relevanz irgendwelcher Faktoren zu bewerten, beruft sich auf den Standard der statistischen Analyse, wonach die Wirkung einer Substanz auf ein Lebewesen nach bestimmten festgelegten Kriterien zu bewerten ist. So gilt zunächst, dass das Biosystem eindeutig reagieren muss. Bei einer toxischen Substanz bedeutet dieses, dass für den beobachteten Zeitraum eine Dosis/Wirkungsbeziehung gelten muss. Auch muss die Forderung einer Monokausalität erfüllt sein. Synergetische Effekte, also die veränderte Reaktion einer sonst nicht oder schwach wirkenden Substanz durch die Anwesenheit einer anderen, bereiten insofern schon ein Grundproblem, da alle möglichen Variablen in ihrer Zusammensetzung und Menge keineswegs bekannt sind. Eine weitere grundsätzliche Unsicherheit bereitet das Bio-

system selbst, wenn es auf eine Störgröße, also auch auf die zu testende Noxe, mit individueller Bandbreite reagiert. In keinem Fall wird die Dynamik der Bioregulation selbst berücksichtigt, und daran scheitern auch die meisten statistischen Erhebungen über biologische Wirkungen elektromagnetischer, aber auch elektrischer und magnetischer Felder. Ein Grundproblem ist die fehlende Antwort auf die Frage: über welchen Zeitraum soll beobachtet werden?

Dieses muss vor allem vor dem Hintergrund gesehen werden, dass das Biosystem „Mensch“ auf jede unterschwellige Störung mit einer durchaus längeren Zeitkonstanten ein individuelles Reaktionsmuster ausbildet, das sich dann auch in einer gesundheitlichen Beeinträchtigung manifestieren kann.

Bekannt ist dieses im Bereich der Toxikologie, in der unterschieden wird zwischen „chronischer“ und „akuter“ Toxizität: eine Langzeit-Dosierung einer akut nicht messbar wirkenden Substanz kann biologisch problematisch werden. Der Zeitfaktor spielt hier eine entscheidende Rolle. Dennoch wird häufig diese Tatsache ignoriert, dass ein und dieselbe Substanz in der Langzeitexposition ein anderes Bild der biologischen Wirkung aufweisen kann, als bei höherer Konzentration in der akuten Wirkung. So wird zum Beispiel sowohl von vielen Medizinerinnen als auch von Toxikologen das MCS-Syndrom – eine Überempfindlichkeit gegenüber Chemikalien bei Langzeitexposition – als eine der vielen Varianten des psychosomatischen Themenkreises gesehen. Hier sollte bedacht werden, dass diese Diagnose durchaus fatale Folgen für den Betroffenen haben kann.

Weitaus schwieriger ist die Diskussion, wenn es um die Wirkungen der schwachen elektromagnetischen Felder geht. Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten, wonach durch Energieabsorption es zu einer Temperaturerhöhung kommen kann, sind hier nicht mehr relevant. Dennoch werden – wie schon erwähnt – ausschließlich diese Wirkungsmechanismen bei der Festlegung von Grenzwerten angesetzt, obgleich die internationale Wissenschaft immer wieder darauf hinweist, dass dieses Denkmodell falsch ist. Die Frage, warum mit großer Energie hieran festgehalten wird, ist leicht zu beantworten: es sind zum einen die ökonomischen Interessen, welche die Betreiber der Emittenten leiten, zum anderen ist es unsere Gesellschaft und somit wir selbst, die sich häufig unkritisch dem technischen Fortschritt unterwirft.

## Problemlösung

Hier stellt sich die Frage nach der Problemlösung. Sie ist durchaus zu finden, wenn jeder ein wenig über die Komplexität seines eigenen biologischen Systems nachdenkt und das Ergebnis gesellschaftsrelevant umsetzt. So war schon vor Einführung des Mobilfunks bekannt, dass es Mitmenschen gibt, die auf schwache elektrische Felder im häuslichen Umfeld massiv und durchaus objektivierbar reagieren. Feldstärken von weniger als 5 V/m (Volt/Meter), hervorgerufen durch die Installation der Energieversorgung, kann von Schlafstörungen bis zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen. Angesichts des Grenzwerts von 5.000 V/m für die hier vorliegende Feldfrequenz von 50 Hz muss der Betroffene selbst eingestehen, dass er hier nicht der Norm genügt, also per definitionem anormal ist. Auch die Tatsache, dass er kein Einzelfall ist, sondern die relative Zunahme dieser Patienten in den letzten Jahren ein volkswirtschaftliches Problem darstellen, hat den Gesetzgeber bis heute nicht im geringsten davon überzeugt, dass durchaus auch andere Wirkungsmechanismen gelten als die, die das sogenannte Strommodell hergibt. Es sind nicht die unmittelbaren Störungen auf den Nervenbahnen durch Fremdströme oder mikrozelluläre Temperatureffekte, sondern offensichtlich subtile Störungen der Bioregulation.

Zum Verständnis bedarf es einiger grundlegender Kenntnisse zur Funktion biologischer Regelsysteme. Dem Physiologen, der hier eigentlich erklärend auftreten sollte, wird dieser Zuständigkeitsbereich angesichts der übermächtigen Biowissenschaft „Gentechnik“ genommen, da scheinbar alles ausschließlich über Gene gesteuert wird. Vergessen wird hierbei, dass auch durch die Umwelteinflüsse, auf die das Biosystem reagiert, Reaktionsabläufe im Genom manifestiert werden. Nur so erfolgt jeder Evolutionsschritt. Ermöglicht wird dieses dadurch, dass jedes Biosystem offen ist, also alle Informationen aus dem Milieu analysiert und bewertet. Unbedingt notwendig hierzu sind vorübergehend chaotische Zustände. Chaos bedeutet hier aber nicht Unordnung, sondern nicht-strukturierte Ordnung. Je mehr ein iteratives System in eine feste Struktur eingebunden ist, also einen Ordnungszustand besitzt, desto schwieriger wird es, über Näherungsverfahren das Optimum im Regelverhalten zu finden. Der allgemeine Begriff „Ordnung“ hat für ein aktives Biosystem einen anderen Stellenwert.

Hierfür gibt es zahlreiche Beispiele. Eine strenge Periodizität in der Aufeinanderfolge einzelner Herzaktionen beim Menschen ist mit dem Leben nicht vereinbar; Variabilität ist lebensnotwendig. Nur so ist es möglich zu reagieren. Periodische Reize, denen der Mensch ausgesetzt wird, sind eine erstklassige Foltermethode. Hierbei spielt es keine Rolle, ob diese akustisch, visuell oder sensorisch angeboten werden. Als Beispiel sei der Stroboskopeffekt periodische Lichtblitze in Diskotheken genannt, der heftige Reaktionen bis hin zum epileptischen Anfall auslösen kann. Es handelt sich hier um

ein gepulstes Hochfrequenzsignal in einem Frequenzbereich, der durch unser Sinnesorgan Auge detektiert werden kann. Die Annahme aber, dass dieses nur für den sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums gilt, ist mit Sicherheit falsch.

## GSM- und DECT-Standard

In den Mittelpunkt der derzeitigen Diskussion gerückt sind somit die Feldemittenten im Zusammenhang mit der Installation funktechnischer Anlagen nach dem GSM- oder DECT-Standard. Dieser Technik der Zeitschlitzmodulation bedienen sich sowohl die Mobiltelefone („Handys“) als auch die schnurlosen Haustelevone. Beiden gemeinsam ist die niederfrequente Modulation eines Hochfrequenzsignals, um die digitalisierte Sprachinformation komprimiert in periodischen Zeitschlitzten zu übertragen. Beim GSM- bzw. DCS-Standard der D- und E-Mobilfunknetze ist die Periodizität der aufeinanderfolgenden Zeitschlitzte 217 Hz, beim DECT-System des Haustelevons 100 Hz. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass ein „Handy“ nur während des Telefonats sendet, während das DECT-Haustelevon unabhängig vom Telefonat, also fortlaufend das 100 Hz-Signal emittiert.

Ebenfalls Dauersender sind die GSM-Basisstationen, die immer häufiger in Wohngebieten installiert werden. Weitere Techniken zeigen auf, dass es in Zukunft nicht nur bei diesen genannten Emittenten bleiben wird (WLAN, „bluetooth“). Obgleich die Leistungsdichten sowohl der schnurlosen DECT-Telefone als auch der GSM-Basisstation im näheren Wohnbereich erheblich unterhalb der Grenzwerte liegen, reagieren insbesondere Kinder äußerst heftig, beginnend mit Schlafstörungen bis hin zum veränderten Blutbild oder geschwächten Immunstatus. Die immittierten Leistungen liegen Größenordnungen unterhalb des Bereichs, wo thermische Effekte relevant sind, auf denen die allgemeinen Regelwerke der Grenzwerte basieren. Hier wird auf einer unbekanntenen Ebene in das Biosystem eingegriffen; vieles spricht dafür, dass das Bioregulationssystem gestört wird. Insbesondere das autonome Nervensystem reagiert recht eindeutig.

## Mögliche Grenzwerte

So werden beim Menschen die Hirnstromsignale (Elektroenzephalogramm = EEG) verändert. Wenn dieses auch nur als Phänomen gesehen werden kann, so zeigt sich doch deutlich, dass es zu einem Feldeinfluss kommt. Weitau konkret hinsichtlich einer negativen Beeinflussung ist die nachgewiesene Erhöhung des Blutdrucks während und kurzzeitig nach der Exposition und auch die veränderte Dynamik in der Regulation der peripheren Hautdurchblutung. Diese Systeme unterliegen der Kontrolle des autonomen Nervensystems, also im Bereich der subtilen Regelfunktionen. Eine Störung auf dieser Ebene hat erfahrungsgemäß weitreichende Folgen. Weiterhin dürfte eine erhebliche Brisanz in der Tatsache begründet sein, dass die Blut-Hirn-Schranke offensichtlich nicht mehr die lebensnotwendigen Filtereigenschaften erfüllt, also schädigende Substanzen aus dem Blutkreislauf in das Gehirn gelangen können. Bisher existiert kein einziges Wirkungsmodell, was natürlich die Diskussion zu den Effekten im niederenergetischen Bereich erschwert. So werden nicht selten die zahlreich beschriebenen Wirkungen schwacher Felder ignoriert, nur weil der Mechanismus mit dem aktuellen Lehrbuchwissen nicht beschrieben werden kann.

Um jedoch eine Diskussionsbasis zu finden, orientiert man sich an den Erfahrungswerten der Langzeitexposition, wozu insbesondere die Immissionen im Ruhe- oder Schlafbereich zählen. Hier sollten 10  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  Leistungsflussdichte beim GSM-Standard und 1  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  beim DECT-Telefon nicht überschritten werden. Diese Erfahrungswerte beruhen in der Regel auf gesundheitliche Beeinträchtigungen sensibler Personen, die Vorschädigungen durch Chemikalien oder Nahrungsmittel-Unverträglichkeiten haben. Hinzu kommt die Erkenntnis, dass auch bei „Normalpersonen“ in der Langzeitexposition es zu einer allmählichen Sensibilisierung kommt.

Jeder, der vor wenigen Jahren die Diskussionen zu der Holzschutzmittelproblematik verfolgt hat, weiß, dass Unkenntnis keine Entschuldigung sein kann. Vielmehr müssen die Verantwortlichen bereit sein, auch einen Lernprozess aus der Erfahrung erleiden zu können. Der Thron, auf dem sich die heutige Wissenschaft wähnt, ist keineswegs so solide, wie sie gerne glaubt.

Anschrift des Autors:

Medizinische Universität Lübeck  
Ratzeburger Allee 160  
23538 Lübeck

## Epidemiologie hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung

### Einleitung

Gesundheitsschädigende Effekte durch nicht-ionisierende elektromagnetische Felder werden seit Jahrzehnten unter wissenschaftlichen Experten sowie in der Öffentlichkeit sehr kontrovers diskutiert. Das Gebiet ist sehr umfangreich. Einerseits werden als gesundheitsschädigende Wirkungen eine Reihe sehr unterschiedlicher Erkrankungen und Symptome in Betracht gezogen. Andererseits sind elektromagnetische Felder des gesamten Frequenzspektrums in den verschiedensten Lebensbereichen vorhanden. Während die durch hochfrequente elektromagnetische Felder verursachten thermischen Effekte unumstritten sind (thermische Effekte liegen auch den Grenzwertbestimmungen zu Grunde), sind gesundheitsschädigende Wirkungen durch nicht-thermische Effekte, z.B. der Veränderung der Hormonregulierung oder intrazellulären Signalprozesse, nicht experimentell gesichert. Auch wenn nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand ein Krebsrisiko durch nicht-ionisierende Strahlung eher sehr klein (wenn überhaupt vorhanden) sein dürfte, wird dieses Thema in der Öffentlichkeit weltweit intensiv und auch emotional diskutiert.

Ein Handlungsbedarf für eine weitere Erforschung des Feldes mit verbesserter Methodik und auf den Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen aufbauender Fragestellungen ergibt sich allerdings neben der öffentlichen Besorgnis auch aus der starken Zunahme der Exposition. Die Zunahme der Exposition liegt vor allem im stark expandierenden Mobilfunk-Bereich begründet. Die Notwendigkeit weitergehender Forschung wird auch in internationalen Empfehlungen unterstrichen (Repacholi, 1998). Die hier gegebene Übersicht beschränkt sich auf epidemiologische Studien zum Krebsgeschehen. Direkt zum Mobilfunk gibt es bisher nur eine Studie, die sich mit einer anderen Gesundheitsschädigung befasste. Hierbei ging es um Befindlichkeitsstörungen, z.B. Konzentrationsstörungen und lokale Wärmeempfindungen und die Nutzung von Mobiltelefonen. Den Abschlussbericht dieser Studie publizierten Mild et al. (1998). Eine Übersicht zu epidemiologischen Studien des gesamten Spektrums der nicht-ionisierenden Strahlung (einschließlich niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder der Energieversorgung) findet sich in Schüz und Michaelis (2001).

### Einzelstudien zum Mobilfunk

Die erste epidemiologische Studie zu einem möglichen Zusammenhang zwischen der Benutzung von Handys und dem Auftreten von Hirntumoren publizierten Hardell et al. (1999). Bei der Studie handelt es sich um eine bevölkerungsbezogene Fallkontrollstudie in Teilregionen von Schweden, an der letztendlich 209 Fälle und 425 Kontrollen teilnahmen. Angehörige von Sterbefällen oder zu kranke Patienten wurden nicht befragt. Die Benutzung der Handys wurde per selbstauszufüllendem Fragebogen erhoben. Die Odds Ratio (OR) ist als der Faktor zu interpretieren, um den die Chance zu erkranken steigen, wenn man exponiert ist.

Handyprävalenz		
Fälle	mindestens 1 Jahr	78 (37,3%)
	mindestens 5 Jahre	34 (16,3%)
Kontrollen	mindestens 1 Jahr	161 (37,9%)
	mindestens 5 Jahre	69 (16,2%)
Latenzzeit	1 Jahr	OR 0,98 (95%-KI 0,69-1,41)
	5 Jahre	OR 0,83 (95%-KI 0,49-1,42)

Tabelle 3

*Ergebnisse der Studie von Hardell et al.*

Bei einer Unterteilung nach analogen (NMT) und digitalen Handys (GSM) zeigten sich praktisch keine Unterschiede in den Risikoschätzern. Eine Unterteilung nach der Nutzungsdauer zeigte für keine Untergruppe einen Trend eines zunehmenden Risikos bei zunehmender Nutzungsdauer. Auch für die Untergruppe mit der längsten und stärksten Exposition – Personen, die ihr (NMT-)Handy in einem Zeitraum von minde-

stens zehn Jahren mehr als 968 Stunden benutzt hatten – zeigte sich kein zunehmendes Risiko. Die Autoren griffen auch die Hypothese auf, dass Hirntumoren häufiger an derjenigen Kopfseite auftreten, an die das Handy typischerweise gehalten wird. Hierbei zeigte sich eine tendenzielle Übereinstimmung sowohl für rechts-rechts als auch links-links, die auf insgesamt 13 exponierten Fällen beruhte (von diesen nutzten neun ausschließlich NMT-Handys, drei NMT- und GSM-Handys und eine Patientin nur ein GSM-Handy). Die schwedische Studie wurde ausgeweitet, eine wissenschaftliche Veröffentlichung der Ergebnisse liegt allerdings zur Zeit noch nicht vor.

Zwei größere Fallkontrollstudien zur gleichen Fragestellung wurden in den USA durchgeführt. Muscat et al. (2000) untersuchten Hirntumorfälle in drei medizinischen Zentren in New York sowie je einem Zentrum in Providence und Boston. Die Krankenhaus basierte Studie umfasste 469 Fälle und 422 Kontrollen. Kontrollen konnten auch Patienten mit anderen bösartigen Erkrankungen mit Ausnahme von Leukämien oder Lymphomen sein.

<b>Handyprävalenz</b>		
Fälle	mindestens 4 Jahre	17 (3,6%)
Kontrollen	mindestens 4 Jahre	22 (5,2%)
<b>Latenzzeit</b>		
	4 Jahre	OR 0,7 (95%-KI 0,3-1,4)
	mehr als 10 Stunden/Monat	OR 0,7 (95%-KI 0,3-1,4)

Tabelle 4

*Ergebnisse der Studie von Mucac et al.*

Bei der Betrachtung der Lage der Tumoren ergab sich eine tendenzielle Übereinstimmung zwischen der Seiten des Tumors (grob als links, mittig, rechts) und der Angabe, an welche Seite des Kopfes das Handy vorwiegend gehalten wurde. Bei einer spezifischeren Betrachtung der Schläfenlappen jedoch traten sogar etwas mehr Tumoren als erwartet auf der gegenüberliegenden Seite als der vorwiegend betroffenen Kopfseite auf. Die Autoren warnen in der Diskussion vor einer Überinterpretation des schwachen Zusammenhangs zwischen der Handy-Nutzung und dem Auftreten Tumoren, da es in den teilnehmenden Zentren Unterschiede bei der Diagnosestellung dieser Tumoren gegeben haben könnte.

Die zweite amerikanische Studie wurde von Inskip et al. (2001) veröffentlicht. Es handelte sich ebenfalls um eine Krankenhaus basierte Fallkontrollstudie, an der letztendlich 782 Patienten und 799 Kontrollpersonen teilnahmen. Für zu kranke oder verstorbene Teilnehmer wurde ein Proxy-Interview geführt. Die Hälfte der Teilnehmer wurde in Phoenix rekrutiert, die andere Hälfte etwa zu gleichen Teilen in Boston und Pittsburgh. Die Auswertung der Daten erfolgte für alle Patienten mit Hirntumor und getrennt nach Gruppen. Als Exposition wurde die durchschnittliche tägliche Telefonierdauer, die Anzahl Jahre regulärer Handy-Nutzung, die kumulative Handy-Nutzung und das Jahr der ersten Handy-Nutzung betrachtet. Für die jeweiligen höchsten Expositionsklassen ergaben sich für alle Hirntumoren gemeinsam durchgängig Odds Ratios von 1,0 oder darunter.

<b>Handyprävalenz</b>		
Fälle	mindestens 3 Jahr*	17 (2,2%)
Kontrollen	mindestens 3 Jahr*	28 (3,5%)
<b>kumulative Handynutzung</b>		
> 10 Stunden		OR 1,0 (95%-KI 0,6-1,5)
	Gliom	OR 0,9 (95%-KI 0,5-1,6)
	Meningeom	OR 0,7 (95%-KI 0,3-1,7)
	Akustikneurinom	OR 1,4 (95%-KI 0,6-3,5)

Tabelle 5

*Ergebnisse der Studie von Inskip et al. Bem: Gliome, Meningeome und Akustikneurinome sind Tumorarten.*

\* für mindestens 15 Minuten Nutzung pro Tag

Die Tumoren traten auf der Seite des Kopfes, an die das Telefon vorwiegend gehalten wurde, nicht unverhältnismäßig häufiger auf. Die Autoren schränkten die Aussagekraft ihrer Studie selbst ein, indem sie auf die kurzen Expositionsdauern der Teilnehmer hinwiesen.

Der mögliche Zusammenhang zwischen Hirntumoren und Handy-Nutzung war auch ein Schwerpunkt einer dänischen Kohortenstudie<sup>1</sup> (Johansen et al., 2001). Die Studie umfasste alle Dänen, die zwischen 1982 und 1995 ein Handy auf ihren Namen angemeldet hatten. Aus der von den Mobilfunkbetreibern zur Verfügung gestellten Namensliste mit mehr als 723.000 Personen wurden aus dem Abgleich mit dem dänischen Bevölkerungsregister Anmeldungen von Firmenhandys gestrichen (etwa 200.000) sowie die Kohorte um Duplikate, Fehler und ähnliches bereinigt. Letztendlich bestand die Kohorte, die mit dem dänischen Krebsregister abgeglichen wurde, aus 420.095 Teilnehmern. In der Kohorte hatten 7,1% der Teilnehmer ihr Handy drei Jahre oder länger angemeldet. Bezüglich der Hirntumoren ergab sich weder eine Verknüpfung mit digitalen noch mit analogen Handys.

<b>Handyprävalenz</b>		
Kohorte	mindestens 3 Jahre	
	min. 15 Min./Tag	29827 (7,1%)
<b>Latenzzeit</b>	1-4 Jahre bzgl. Hirntumoren	RR 1,1 (95%-KI 0,9-1,3)
	> 4 Jahre bzgl. Hirntumoren	RR 1,0 (95%-KI 0,7-1,6)

Tabelle 6

*Ergebnisse der Studie von Johansen et al.*

Anstrengungen, die Exposition über Telefonrechnungen zu quantifizieren, wurden abgebrochen, als festgestellt wurde, dass die Informationen zu unvollständig gewesen wären. In der dänischen Kohortenstudie waren die Leukämieerkrankungen der zweite Schwerpunkt neben den Hirntumoren. Insgesamt traten unter den Handynutzern nicht mehr Leukämiefälle auf als erwartet. Für die längste Latenzzeit ( $\geq 5$  Jahre) war das Relative Risiko<sup>2</sup> (RR) niedriger als Eins. Unterteilt nach Handy-Typen, lagen die RRs bei 0,9 für die analogen und 1,2 für die digitalen Handys. Krebserkrankungen insgesamt traten unter den Männern in der Kohorte deutlich seltener auf als erwartet, was vor allem in der niedrigeren Lungenkrebsrate begründet lag. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Kohorte der Handy-Nutzer im Schnitt einen höheren Sozialstatus als die Allgemeinbevölkerung hat, und somit der Raucheranteil geringer ist als in der Allgemeinbevölkerung. Darauf weisen auch die erniedrigten RRs für die tabak- und alkoholassoziierten Krebsformen (Mund- und Rachenkrebs, Speiseröhrenkrebs und Leberkrebs) hin. Auch Magenkrebs war unter Männern in der Kohorte weniger als erwartet aufgetreten, was vermutlich mit der gesünderen Ernährung in der Kohorte zusammenhängt. Bei den Frauen war keine der betrachteten Krebserkrankungen mit der Handy-Nutzung verbunden.

In einer deutschen Fallkontrollstudie zur Handy-Nutzung wurde eine mögliche Verbindung mit dem Auftreten von Augentumoren untersucht (Stang et al., 2001). Für die Auswertungen wurden eine bevölkerungsbezogene (Teil einer Studie zu seltenen Krebsformen) und eine krankenhausbasierte Studie kombiniert. Insgesamt waren für die Auswertungen Informationen zu 118 Fällen und 475 Kontrollen verfügbar. Die Teilnehmeraten lagen bei 84% (Fälle) und 48% (Kontrollen) in der bevölkerungsbezogenen Studie sowie bei 88% (Fälle) und 79% (Kontrollen) in der krankenhausbasierten Studie. Das Interview fand in der Regel durch persönliche Befragung, bei etwa 20% der Teilnehmer telefonisch statt. Die Studie war nicht auf eine umfassende Erhebung der Handy-Nutzung ausgerichtet. Teil der Befragung war lediglich, ob die Teilnehmer während der Arbeit für mehrere Stunden am Tag ein Funkgerät, Mobiltelefon oder ähnliches Kommunikationsgerät benutzt hatten. Die Entscheidung, ob es sich um ein Handy, ein Walkie-Talkie oder anderes Funkgerät gehandelt haben könnte, wurde auf Basis der Berufshistorie vorgenommen. Die Handy-Nutzung wurde in zwei Gruppen als „möglich“ und „wahrscheinlich“ eingeteilt.

<b>Handyprävalenz</b>		
Fälle	mindestens 3 Jahre	5 (4,2 %)
Kontrollen	mindestens 3 Jahre	8 (1,7%)
<b>Latenzzeit</b>	5 Jahre	OR 3,8 (95%-KI 0,0-16,5)

Tabelle 7

*Ergebnisse der Studie von Hardell et al.*

<sup>1</sup>Kohortenstudie: Eine Population wird über einen vorgegebenen Beobachtungszeitraum hinsichtlich des Eintretens interessierender Ereignisse, z.B. Erkrankungen beobachtet. In dieser Studie wurden alle Dänen, die zwischen 1982 und 1995 ein Handy angemeldet hatten, hinsichtlich einer Krebserkrankung untersucht. Die Ergebnisse dieser Gruppe von Dänen wurde mit der dänischen Gesamtbevölkerung in Bezug auf Krebserkrankungen verglichen.

<sup>2</sup>Aufgrund des Studiendesigns (Kohortenstudie) werden Relative Risiken (RR) angegeben. Die Interpretation ist der OR analog.

Die Tendenz eines erhöhten Augentumors (Uvealmelanoms) zeigte sich in beiden Studienteilen, in der krankenhausbasierten Studie aber stärker als in der bevölkerungsbasierten Studie. Der Expositionsbeginn lag für die Hälfte der Exponierten bei 1993 oder früher und für immerhin noch 25% bei 1990 oder früher. Dies bedeutet, dass ein relevanter Teil der Gesamtexposition auch auf analoge Handys zurückzuführen war. Ergänzung: In der dänischen Kohortenstudie wurden 8 Fälle mit Augenkrebs beobachtet, die Zahl der erwarteten Fälle lag bei 13,5.

## Bewertung

Die Aussagekraft der bisherigen Studien ist nicht ausreichend, um das Risiko bei Langzeitanwendern mit sehr häufigem Handy-Gebrauch und potenziell langen Latenzzeiten zwischen Exposition und Erkrankung beurteilen zu können. Dies räumen die Autoren der jeweiligen Publikation auch ein. Letztlich zeigen die Studien aber, dass eine dramatische Beschleunigung eines Tumorwachstums oder eine massive Risikohöherung durch Handy-Nutzung ausgeschlossen werden können. Die Ergebnisse der bisherigen Studien lassen eher Rückschlüsse auf die analoge Mobilfunktechnik zu, da in den Studienregionen die Anzahl der Nutzer von digitalen Handys in den betreffenden Studienzeiträumen zu gering war. Die Studien gaben ebenfalls keine Hinweise darauf, dass eventuell nur bestimmte Typen von Hirntumoren mit einem höheren Erkrankungsrisiko durch Handy-Nutzung verbunden sind. Dies gilt z.B. für Tumore des achten Hirnnervs (Akustikusneurinome), die auf Grund ihrer Lage in Ohrnähe von besonderem Interesse sind.

## WHO-Studie

Diese Erkenntnisse aus den abgeschlossenen Studien kommen nicht unerwartet. Weil bereits früher vermutet wurde, dass mit Einzelstudien, besonders für ausgewählte stärker belastete Gehirnregionen, ein auf Erfahrungen basierender Nachweis eines möglichen Risikos kaum möglich wäre, gab die WHO frühzeitig den Anstoß für eine internationale Fallkontrollstudie in 13 Ländern mit einem einheitlichen Studienprotokoll. Für diese bis 2004 laufende Studie wird angestrebt, 6.000 Fälle mit Geschwülsten der Nervenscheiden oder der Hirnhaut sowie weitere 1.000 Fälle mit Tumoren im Ohrbereich (Akustikusneurinom) zu rekrutieren. Zwar ist auch bei dieser Studie, bei der die Fallidentifizierung im Herbst 2000 begann, die berücksichtigte Latenzzeit im Schnitt noch relativ kurz; doch selbst wenn nur bei wenigen Prozent der Teilnehmer eine starke Langzeitnutzung eines Handys vorliegt, sind absolut betrachtet die Fallzahlen ausreichend groß, um belastbare Aussagen zu erzielen (Cardis und Kilkenny, 1999). Die Studie ist so ausgelegt, dass selbst eine nur zehnpromtente Risikoerhöhung nachgewiesen werden kann. Die deutschen Zentren der WHO-Studie sind neben der Universität Mainz auch die Universität Bielefeld und das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg (weitere Informationen zu dieser Studie: <http://info.imsd.uni-mainz.de/interphone>).

Fasst man die drei bisherigen Fallkontrollstudien bezüglich der Resultate für ein vermehrtes Auftreten von Hirntumoren an der Kopfseite, an die das Handy vorwiegend gehalten wird, zusammen, so bieten diese wenig Unterstützung für diese Hypothese. Zwar sind in der Studie von Hardell et al. die meisten Handy-Nutzer mit langjähriger Nutzungsdauer vertreten, unter denjenigen Patienten, auf denen die tendenzielle Seitenübereinstimmung beruht, berichteten aber mehr als die Hälfte eine eher kurze Nutzungsdauer. Die tendenzielle Übereinstimmung beruht also auch auf Einwirkungsstärken, die in den viel größeren Studien von Muscat et al. und Inskip et al. durchaus vertreten waren. Daher hätte der Zusammenhang dort – wäre er vorhanden gewesen – auch gezeigt werden können. Bei der Interpretation der Ergebnisse von Hardell et al. besteht auch das Problem, dass insgesamt gesehen die Studienergebnisse unauffällig waren. Damit bedeutet die Beobachtung der Seitenübereinstimmung auch, dass unter Handy-Nutzern Tumoren seltener als erwartet in der Kopfmitte oder auf der der Handy-Nutzung gegenüber liegenden Kopfseite auftraten. Dies ist biologisch wenig verständlich und könnte eher ein Hinweis auf ein Problem bei der Befragung sein. Da die Ergebnisse auf sehr kleinen Fallzahlen beruhen, kann schon die falsche Zuordnung der Seitenangabe der Handy-Nutzung von sehr wenigen Teilnehmern einen Effekt auf die Ergebnisse gehabt haben. Insgesamt ist die Hypothese, dass Hirntumoren eher auf derjenigen Kopfseite auftreten könnten, an die das Handy beim Telefonieren auch gehalten wird, wichtig. Geeignet wird sie vermutlich aber erst von der noch laufenden WHO-Studie beantwortet werden können.

Die neue Studie von Stang et al. erzeugt eine Hypothese für eine Krebsform, zu der überhaupt nur sehr wenig Kenntnisse zur Ursache vorliegen. Eine Überprüfung des Befundes erscheint angebracht. Die Studie von Johansen et al. ist unter anderem deshalb ein wichtiger Hinweis für die Epidemiologie, weil sie zeigt, wie sehr sich insbesondere die Gruppe der frühen Handy-Nutzer von der Allgemeinbevölkerung unterscheiden. Die niedrigen Raten von Krebserkrankungen der Lunge, der Speiseröhre,

des Magens und der Leber zeigen, dass bekannte Risikofaktoren für Krebs wie Tabak, hoher Alkoholkonsum, ungesunde Ernährung und eventuell auch berufliche Belastungen unter den Handy-Nutzern deutlich seltener sind. Das liegt vermutlich im durchschnittlich höheren Sozialstatus der Handy-Nutzer begründet. Jede epidemiologische Studie zum Mobilfunk muss deshalb diese Einflussfaktoren unbedingt berücksichtigen.

### Mobilfunk Basisstationen

Eine Aussage zu einem möglichen Krebsrisiko durch von Mobilfunk-Basisstationen emittierten hochfrequenten elektromagnetischen Feldern kann allein auf Basis epidemiologischer Studien bisher nicht getroffen werden. Eine epidemiologische Studie zu chronischen Erkrankungen ist auf Grund der schwierigen Expositionsbestimmung bei Mobilfunk-Basisstationen zur Zeit nicht erfolgsversprechend. Schüz und Mann (2000) halten eine Studie nur für machbar, wenn eine Expositionssystematik definiert werden kann, die:

- a) für große Studienpopulationen anwendbar ist (vor allem unter den Gesichtspunkten Kosten und Aufwand),
- b) auch für lange zurückliegende Zeiträume geschätzt werden kann,
- c) das gesamte Spektrum hochfrequenter elektromagnetischer Felder umfasst und
- d) für die Bildung von Expositionsgruppen genügend trennscharf ist (zu bedenken ist, dass eine „nicht exponierte Gruppe“ in Wirklichkeit immer noch „sehr schwach“ exponiert ist und die höchste Expositionsgruppe immer noch „schwache“ Expositionen umfasst). Eine Expositionsschätzung auf Basis des Abstandes zur nächsten Basisstation erfüllt diese Kriterien eindeutig nicht. Messungen sind bei der schnellen Expansion des Mobilfunks nicht geeignet, wenn Aussagen über früher vorhandene Emissionen gemacht werden müssen. Dass es für rückblickende Studien zu Mobilfunk-Basisstationen bisher keine Expositionsmaß gibt, ist auch eine Schlussfolgerung von epidemiologischen Experten nach einem Workshop in Heidelberg (Blettner et al., 2000).

### Sendeanlagen

Bisher wurden weltweit drei ökologische Studien im Umkreis von Sendeanlagen publiziert, deren beobachtete Populationen groß genug waren, um eine mögliche Erhöhung von Krebserkrankungen überhaupt feststellen zu können. Diese Studien fanden in der Umgebung von Sendetürmen auf Oahu, Hawaii (Maskarinec et al., 1994), in Australien (North Sydney) (Hocking et al., 1996) und in Großbritannien (Sutton Coldfield) (Dolk et al., 1997) statt. Die australische Studie wurde hierbei später von einer anderen Gruppe einer Überprüfung unterzogen (McKenzie et al., 1998). Die britische Studie wurde von den gleichen Autoren nach identischer Vorgehensweise auf eine größere Studienregion ausgedehnt (Dolk et al., 1997). Bei allen drei Studien ergaben sich auf den ersten Blick Hinweise auf ein häufigeres Auftreten von Leukämieerkrankungen im Nahbereich der Sender. Bei einer zweiten Überprüfung der Daten ergaben sich jedoch bei allen drei Studien Befunde, die die ursprünglich veröffentlichten Ergebnisse in Frage stellten.

Bei der Hawaii-Studie beschränkte sich die erhöhte Leukämie-Inzidenz bei Kindern auf einen dreijährigen Zeitraum innerhalb einer elfjährigen Studienperiode von 1979 bis 1990. Bei einer Einzelfallbetrachtung der Leukämiefälle innerhalb des dreijährigen Zeitfensters zeigte sich eine für Leukämieerkrankungen ungewöhnliche Verteilung in der Bevölkerung. Fast alle betroffenen Kinder waren Mädchen und erkrankten an der einer an sich selteneren Form der Leukämie. Zudem waren die Kinder zum Zeitpunkt der Diagnosestellung älter, als man aufgrund der Altersverteilung bei Leukämien erwarten würde. Eine Fallkontrollstudie in der Region brachte keine zusätzlichen Erkenntnisse. Auslöser der Studie war ein Bericht über eine mögliche Krankheitshäufung.

In Großbritannien, wo die Studie um den Sutton Coldfield Transmitter (erhöhte Leukämie-Erkrankungsrate für alle Altersgruppen zusammengefasst) nach identischer Vorgehensweise auf zwanzig weitere Senderstandorte ausgedehnt wurde, konnten die auffälligen Befunde der ersten Studie nicht nachvollzogen werden. Um Sutton Coldfield traten im 2 km-Umkreis 23 Leukämiefälle gegenüber 12,6 erwarteten Fällen auf. In der Erweiterungsstudie ergab sich für die gleiche Erkrankung im gleichen Abstand von den Sendern ein unauffälliges Ergebnis (79 beobachtete Fälle gegenüber 81,6 erwarteten Fällen). Bei beiden Studien zeigte sich vor allem für eine chronische Form der Leukämie jedoch ein Trend einer abnehmenden Häufigkeit der Fälle mit zunehmender Entfernung vom Sender. Die erweiterte Studie wurde vornehmlich durch die dicht besiedelte Gegend um den Fernsehsender in Crystal Palace geprägt. In Sutton Coldfield arbeitete die Sendeanlage mit einer ähnlichen Leistung für TV, hatte aber zusätzlich noch eine Antenne für FM-Radio. Auslöser der Studie in Sutton Coldfield war ebenfalls ein Bericht über eine mögliche Krankheitshäufung. Hocking et al. berechneten für einen 18jährigen Zeitraum für den Vergleich einer Nah-

region von drei Sendeanlagen in Nord-Sydney im Vergleich zu den an die Nahregion angrenzenden Stadtteile ein erhöhtes Leukämierisiko für sowohl alle Altersklassen als auch Kinder im speziellen. McKenzie et al. kritisierten vor allem die Wahl der Vergleichsregion, dennoch blieb auch in ihrer Überprüfung die Verknüpfung für Leukämie bei Kindern erhalten. Sie wiesen jedoch darauf hin, dass die höhere Kinderleukämierate im gesamten Nahbereich auf eine etwa dreifach erhöhte Erkrankungsrate in einem der drei Stadtteile im Nahbereich zurückzuführen war, und hier vor allem auf Leukämien unter den 0-4-jährigen im Zeitraum 1972-78. In den beiden anderen im Durchschnitt höher exponierten Stadtteilen war keine Erhöhung der Leukämierate beobachtet worden. Hirntumoren traten im Nahbereich nicht häufiger auf als erwartet (Hocking et al., 1996).

## Bewertung

Für eine abschließende Bewertung ist die bisherige wissenschaftliche Grundlage nicht ausreichend. Dafür gibt es vor allem zwei Gründe. Erstens handelt es sich ausnahmslos um ökologische Studien, bei der Expositionen von Personengruppen aber nicht Individuen betrachtet werden, sodass ein ökologischer Trugschluss möglich ist. Zweitens sind ökologische Studien lediglich zur Aufstellung von Hypothesen geeignet, da diese Studien meist nicht systematisch oder von vornherein geplant durchgeführt werden. Auslöser einer Studie zur Erkrankungshäufung ist meist die Vermutung einer solchen Häufung, für die bereits Anzeichen vorliegen, sodass letztendlich die Wahrscheinlichkeit höher ist, diese auch zu finden. Wird der Verdacht der Erkrankungshäufung nicht bestätigt, wird in der Regel die Untersuchung auch nicht publiziert. Insofern ist es zu erwarten, dass in der Literatur mehr Berichte zu auffälligen Ergebnissen auftauchen, als zu unauffälligen Ergebnisse. Insbesondere die australische Studie ist jedoch so ernst zu nehmen, dass eine von vornherein geplante Studie (eventuell mit eingebetteter Fallkontrollstudie für eine individuelle Expositionsschätzung) im Umkreis mehrerer Sendeanlagen empfehlenswert wäre.

## Berufliche Expositionen

Zu arbeitsplatzbedingten EMF-Expositionen wurde eine Vielzahl epidemiologischer Studien durchgeführt, z.B. gibt es allein mehr als 30 Studien zum Auftreten von Hirntumoren. Im größeren Teil der Studien standen jedoch niederfrequente elektrische und magnetische Felder (50/60 Hz) im Vordergrund. Gezielt zu Radio- und Mikrowellen gibt es Untersuchungen zu Militär-Gruppen, zu CB-Funkern und zu Gruppen von Beschäftigten in mit Radiowellen operierenden Industriebranchen (z.B. eine Gruppe von Motorola-Mitarbeitern). Die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Studien auf den Mobilfunk ist aus mehreren Gründen im Einzelfall zu hinterfragen. Zum einen sind die Intensität und die Frequenz der Exposition anders als bei Mobilfunk. Weiterhin sind beruflich Exponierte meist auch noch anderen Belastungen ausgesetzt, sodass falls eine Verbindung mit einer Krebserkrankung besteht, nicht klar ist, ob diese auf die Hochfrequenz-Strahlung oder eine andere Exposition zurückzuführen ist. Auch die Art der Exposition (Ganzkörper oder lokal) kann anders sein als beim Mobilfunk. Insgesamt sind die Ergebnisse der berufsepidemiologischen Studien wenig aussagekräftig, daher ist eine abschließende Bewertung des Zusammenhangs zwischen der Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern im beruflichen Umfeld und Krebserkrankungen nicht möglich. Es fehlen insbesondere große qualitativ gute Studien mit genauerer Expositionsbeschreibung. Blettner und Schlehofer (1999) führten in einem Übersichtsartikel eine Analyse der Berufskrebsstudien zu dieser Fragestellung unterteilt nach Studientyp durch. Hierbei zeigte sich die stärkste Verknüpfung für die qualitativ schlechtesten Studien (Risikoschätzer von 1,6), auf Basis der qualitativ hochwertigen Studien lagen die Risikoschätzer bei 1,1 bis 1,3. Teilweise handelt es sich bei den Studien um sogenannte Record Linkage-Studien, bei denen verfügbare Daten von Todesbescheinigungen oder aus Krebsregistern genutzt wurden. Die Auswertung erfolgte nach dem Fall-Kontroll-Ansatz oder nach der Verteilung der Mortalitätsrisiken in der exponierten Gruppe im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung. Die Bewertung dieser Studien ist kritisch, da diese ursprünglich nicht für die Fragestellung erhobenen Daten insbesondere bezüglich der Exposition sehr fehlerbehaftet sein können. Da in den Record Linkage-Studien oft parallel mehrere Fragestellungen untersucht wurden, ist hierbei auch die Gefahr besonders groß, dass vorwiegend „positive“ Ergebnisse publiziert wurden und dadurch eine auf publizierten Daten beruhende Analyse zu einem verzerrten Bild kommt.

## Bewertung

In den bisherigen Studien zeigt sich keine überzeugende Verknüpfung mit irgendeiner Krebsform. Manche Studien sind allerdings überzeugend, sodass die Fragestellung in zukünftigen Untersuchungen erneut aufgegriffen werden sollte (z.B. Studien zu Brustkrebs und Leukämie). Da die Studien sich vorwiegend auf Berufsgruppen konzentrierten, wobei die Exposition innerhalb der Berufsgruppe sehr unterschiedlich ist und meist nur eine unscharfe Beschreibung der Exposition vorliegt, ist eine direkte Übertragbarkeit auf den Mobilfunk nicht möglich.

## Zusammenfassung

Die bisherigen Studien zum Gebrauch von Mobiltelefonen haben keine Hinweise auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko ergeben. Auf Grund der eher kurzen Nutzungszeit von Mobiltelefonen sind diese Studien aber vielmehr vorläufiger Natur, weil Schädigungen durch eine intensive Langzeitnutzung nicht ausgeschlossen werden können. Unwahrscheinlich sind lediglich eine dramatische Beschleunigung eines Tumorwachstums oder eine massive Risikoerhöhung. Richtungsweisende Studien zu dieser Fragestellung sind bereits in der Durchführungsphase. Durch diese Studien kann auch geklärt werden, ob sich ein verstärktes Tumorwachstum eventuell nur auf diejenigen Gehirnareale beschränkt, die durch die Handy-Strahlung besonders betroffen sind.

Aus epidemiologischen Studien zu anderen Expositionen mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern als dem Mobilfunk gibt es keine überzeugenden Hinweise auf eine Verursachung von Krebs. Allerdings fehlen qualitativ gute Studien, sodass Einzelhinweise, die sich in einigen Studien ergaben, nicht entsprechend interpretiert werden können. Auch das Fehlen biologisch schlüssiger Hypothesen schränkt die Aussagekraft ein.

Epidemiologische Studien sprechen bisher eher gegen die Hypothese, dass wenn es Schädigungen durch Hochfrequenz-Strahlung gibt, diese nur durch gepulste Strahlung verursacht werden. Die beiden bisher einzigen beeinflussenden Hinweise auf einen Effekt (die Seitenbeziehung aus der Studie Hardell et al. und die Zunahme von Befindlichkeitsstörungen mit zunehmender Telefonierdauer in Mild et al.) waren für analoge Handys tendenziell stärker als für digitale Handys.

## Literatur

- Blettner M, Michaelis J, Wahrendorf J. Workshop on research into the health effects of cellular telephones. *Epidemiology* 2000; 11: 609-11
- Blettner M, Schlehofer B. Gibt es ein erhöhtes Risiko für Leukämien, Hirntumoren oder Brustkrebs nach Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung? *Med Klin* 1999; 94: 150-8
- Cardis E, Kilkeny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat Protect Dosimetry* 1999; 83: 179-83
- Dolk H, Elliott P, Shaddick G, et al. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. *Am J Epidemiol* 1997b; 145: 10-7
- Dolk H, Shaddick G, Walls P, et al. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. *Am J Epidemiol* 1997a; 145:1-9
- Hardell L, Nasman A, Pahlson A, et al. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study. *Int J Oncol* 1999; 15: 113-6
- Hocking B, Gordon JR, Grain HL, et al. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med J Aust* 1996; 165: 601-5
- Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, et al. Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001; 344: 79-86
- Johansen C, Boice J Jr, McLaughlin J, Olsen J. Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst* 2001; 93: 203-7
- Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1994; 13: 33-7
- McKenzie DR, Yin Y, Morrell S. Childhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney--a second look. *Aust NZ J Public Health* 1998; 22: 360-7
- Mild KH, Oftedal G, Sandström M, et al. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. A Swedish-Norwegian epidemiological study. *Arbetslivsrapport 23* (1998), Solna, Schweden (Arbetslivsinstitutet)
- Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000; 284: 3001-7
- Repacholi MH. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 1998; 19: 1-19
- Schüz J, Mann S. A discussion of potential exposure metrics for use in epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2000; 10: 600-5
- Schüz J, Michaelis J. Epidemiologie nicht-ionisierender elektromagnetischer Felder – eine Übersicht. *Umweltmed Forsch Prax* 2001; 6: 67-76
- Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, et al. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology* 2001; 12: 7-12

Anschrift der Autoren:

Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universität Mainz  
Langenbeckstraße 1  
55131 Mainz

## Mobilfunk auf städtischen Liegenschaften in der Stadt Aschaffenburg

### Die aktuelle Beschlusslage

Am 22.03.2000 fasste der Umwelt- und Verwaltungssenat (UVS) der Stadt Aschaffenburg folgenden Beschluss:

„... Die Errichtung von Mobilfunksendeanlagen auf städtischen Gebäuden oder Liegenschaften, die sich in der Nähe zur Wohnbebauung befinden, kann nur dann zugelassen werden, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden:

- Vom Betreiber ist rechnerisch nachzuweisen, dass bei Maximalleistung bestimmte Vorsorgewerte nach Schweizer Werten für die umliegende Wohnbebauung eingehalten werden.
- Die Einhaltung der errechneten Vorsorgewerte ist vom Betreiber durch einen neutralen Gutachter messtechnisch nach Inbetriebnahme der Sendeanlage zu überprüfen und der Stadt Aschaffenburg vorzulegen.
- Die Mietverträge sind so zu gestalten, dass bei Nichteinhaltung der prognostizierten Vorsorgewerte die Sendeanlage durch den Betreiber demontiert wird, ohne dass der Stadt Aschaffenburg dabei Kosten entstehen.“

### Diskussionsprozesse vor dem Beschluss:

In Aschaffenburg war bis zum Frühjahr 1998 Mobilfunk in der Öffentlichkeit nahezu kein Thema. Mit der geplanten Errichtung einer Sendeanlage in einem Wohngebiet bildete sich erstmals eine Interessengemeinschaft, die ihrer Besorgnis durch Anrufe bei den städtischen Ämtern und Anfragen bei Stadträten Ausdruck verlieh. Daraufhin beantragte im Frühjahr 1998 eine Stadtratsfraktion einen Bericht im Umwelt- und Verwaltungssenat (UVS) über Art, Umfang und Rechtsgrundlage von in Aschaffenburg installierten Sendeanlagen des Mobilfunks und eine Darstellung der momentanen Einschätzung von Risiken oder Gefährdungen durch solche Anlagen. Mit der Erarbeitung der Sitzungsvorlage wurde das damalige Umweltamt beauftragt. Der Bericht enthielt eine kurze Erklärung der physikalischen Grundlagen von elektromagnetischen Feldern, eine Auflistung von wissenschaftlich anerkannten und nicht anerkannten Wirkungen und beobachteten Effekten, die Darstellung der gesetzlichen Grenzwerte, Erläuterungen zum Zustandekommen der Grenzwerte, die Zahl der damals beim zuständigen Ordnungsamt angezeigten Sendeanlagen (27), sowie die Rechtslage für die Kommunen hinsichtlich Immissionsschutzrecht und Baurecht. Der Bericht wurde vom UVS am 08.10.1998 zunächst zur Kenntnis genommen. Ein Stadtratsmitglied beantragte jedoch, bis auf weiteres auf städtischen Liegenschaften keine Sendeanlagen errichten zu lassen.

Bei der erneuten Diskussion am 18.11.1998 beschloss der Umwelt- und Verwaltungssenat: „Der Bericht des Umweltamtes zu Sendeanlagen des Mobilfunks in Aschaffenburg wird zur Kenntnis genommen.

Aus Gründen der vorbeugenden Gesundheitsvorsorge ihrer Mitbürger verzichtet die Stadt Aschaffenburg und ihre Werke zukünftig und bis auf weiteres darauf, Wohngebäude und eigene Liegenschaften, die in der unmittelbaren Nachbarschaft zu Wohngebäuden liegen, für die Errichtung von Sendemasten zur Verfügung zu stellen.“

Aufgrund von Berichten in der lokalen Presse begann ein Mobilfunkbetreiber die Diskussion mit dem Umweltamt. Er stand im Begriff, drei konkrete Liegenschaften der Stadt für die Installation von Sendeanlagen anzufragen. Themen der Auseinandersetzung waren in den Gesprächen zum einen, in wie weit ein solcher Beschluss aus Gründen der Gesundheitsvorsorge gerechtfertigt sei. Zum anderen wurde diskutiert, unter welchen Voraussetzungen die Stadt Aschaffenburg überhaupt noch bereit ist, Grundstücke für Sendeanlagen zur Verfügung zu stellen.

Auch Grenzwertempfehlungen kritischer Wissenschaftler und Gruppierungen wurden dabei erörtert. So meinte z.B. der Mobilfunkbetreiber, dass er den von den GRÜNEN in einem 10-Punkte-Programm zu Mobilfunk geforderten Wert, nämlich 1/10 des gesetzlichen Grenzwertes bezogen auf die elektrische Feldstärke, bzw. 1/100 bezogen auf die Leistungsflussdichte leicht einhalten würde.

Empfehlung	Unterschreitungsfaktor für die Leistungsflussdichte
KATALYSE Institut	4,5 (10) - für D- bzw. E-Netz
GRÜNE (10-Punkte-Programm)	100
ECOLOG Institut	100
Schweiz	
(für „Orte mit empfindlicher Nutzung“)	100
BUND	10.000 (gilt nur für den Schlafbereich)

Tabelle 8

### Grenzwertempfehlungen

Schnell wurde aus diesen Diskussionen klar, dass der am 18.11.1998 gefasste Entschluss so nicht vollziehbar war. Die Formulierung „unmittelbare Nachbarschaft“ musste konkretisiert werden.

In der kritischen Literatur waren Entfernungsempfehlungen zwischen 200 und 1.000 Metern zu finden, wobei 1.000 Meter für städtische Verhältnisse von vorneherein als kaum einhaltbar eingeschätzt wurden.

### Vorher-/Nachher-Messung am Mobilfunkstandort „Stadion“

Um Klarheit für die weitere Vorgehensweise zu erlangen, prüfte das Umweltamt zunächst die drei Standortanfragen. Das städtische Stadion stellte sich dabei als am wenigsten für die Wohnbevölkerung problematisch heraus. Dem Umwelt- und Verwaltungssenat (UVS) wurde daraufhin vorgeschlagen, dort die Errichtung einer Sendeanlage zuzulassen, verbunden mit einer Messung der elektromagnetischen Felder vor und nach Errichtung bzw. Inbetriebnahme der Sendeanlage. Der UVS stimmte dieser Vorgehensweise zu und auch der Mobilfunkbetreiber erklärte sich einverstanden.

Mit den Messungen sollte die Beantwortung folgender Fragen ermöglicht werden:

- Wie groß, im Vergleich zum gesetzlichen Grenzwert und zu anderen Empfehlungen, ist die Immission, die durch die neue Mobilfunksendeanlage in der Umgebung erzeugt wird?
- Wie groß sind dazu im Vergleich die bereits vor Inbetriebnahme der Anlage vorhandenen Felder, verursacht von anderen regionalen Rundfunk-, TV- und Mobilfunksendern?
- Welche Schlussfolgerungen für die Größe der Immission an zukünftigen Standorten von Mobilfunksendern auf dem Gebiet der Stadt Aschaffenburg lassen sich aus den Messergebnissen ziehen?

Die erste Messaktion wurde vor dem Bau der Anlage am 10. August 1999 durchgeführt, die zweite Messaktion nach dem Einschalten der Anlage fand am 10. Dezember 1999 statt.

Die Messpunkte wurden gemeinsam vom Gutachter und dem Umweltamt festgelegt. Neben Messpunkten im Stadiongelände wurden alle anderen Messpunkte in die Nähe von Wohngebäuden gelegt, um auf die Immission an Daueraufenthaltsorten von Personen schließen zu können (s. Abbildung 4, Seite 36):

- Messpunkt 1: Stadion, Nordostkurve (mehrere Standorte mit Entfernungen zwischen 5 und 30 Metern vom Antennenfuß)
- Messpunkt 2: Dietrich-Bonhoeffer-Straße (Standort mitten im Wohngebiet; Entfernung über 1.000 Meter, war nur gewählt worden, weil die Errichtung einer zweiten Sendeanlage im Gebiet des Staatshafens vorgesehen war, die jedoch am geplanten Standort nicht realisiert wurde)
- Messpunkt 3: Magnolienweg 44 a (Gewerbliche Halle mit Hausmeisterwohnung, die am nächsten zur Sendeanlage gelegene Wohnung, Entfernung ca. 140 Meter)
- Messpunkt 4: Ahornweg, zu diesem Zeitpunkt noch unbebautes Wohngebiet (ca. 300 Meter)
- Messpunkt 5: Leiderer Stadtweg 21, Mehrfamilienhaus, Messpunkt im Garten vor dem Haus (Entfernung ca. 360 Meter)

Die Messungen wurden in Bodennähe (Höhe: 1,3 Meter) durchgeführt. Zusätzlich wurden nach Inbetriebnahme der neuen Sendeanlage im Stadiongelände, Messpunkte 1c – 1e, sowie an den Messpunkten 3 und 5 mittels Mast auch Immissionsmessungen in vier Meter Höhe über Grund durchgeführt. Dies geschah, um einerseits am Stadion möglichst nahe in den Hauptstrahlungsbereich der Antenne zu kommen. Andererseits auch, um Aussagen machen zu können, wie stark sich bei in der Nähe befindlichen Wohnhäusern die Immission in höheren Stockwerken gegenüber dem Erdgeschoss verändert.

Die Messergebnisse wurden zusätzlich unter Zuhilfenahme der vom Betreiber zur Verfügung gestellten technischen Daten der Anlage (Kanalzahl) auf die Immissionswerte bei Maximalauslastung hochgerechnet.

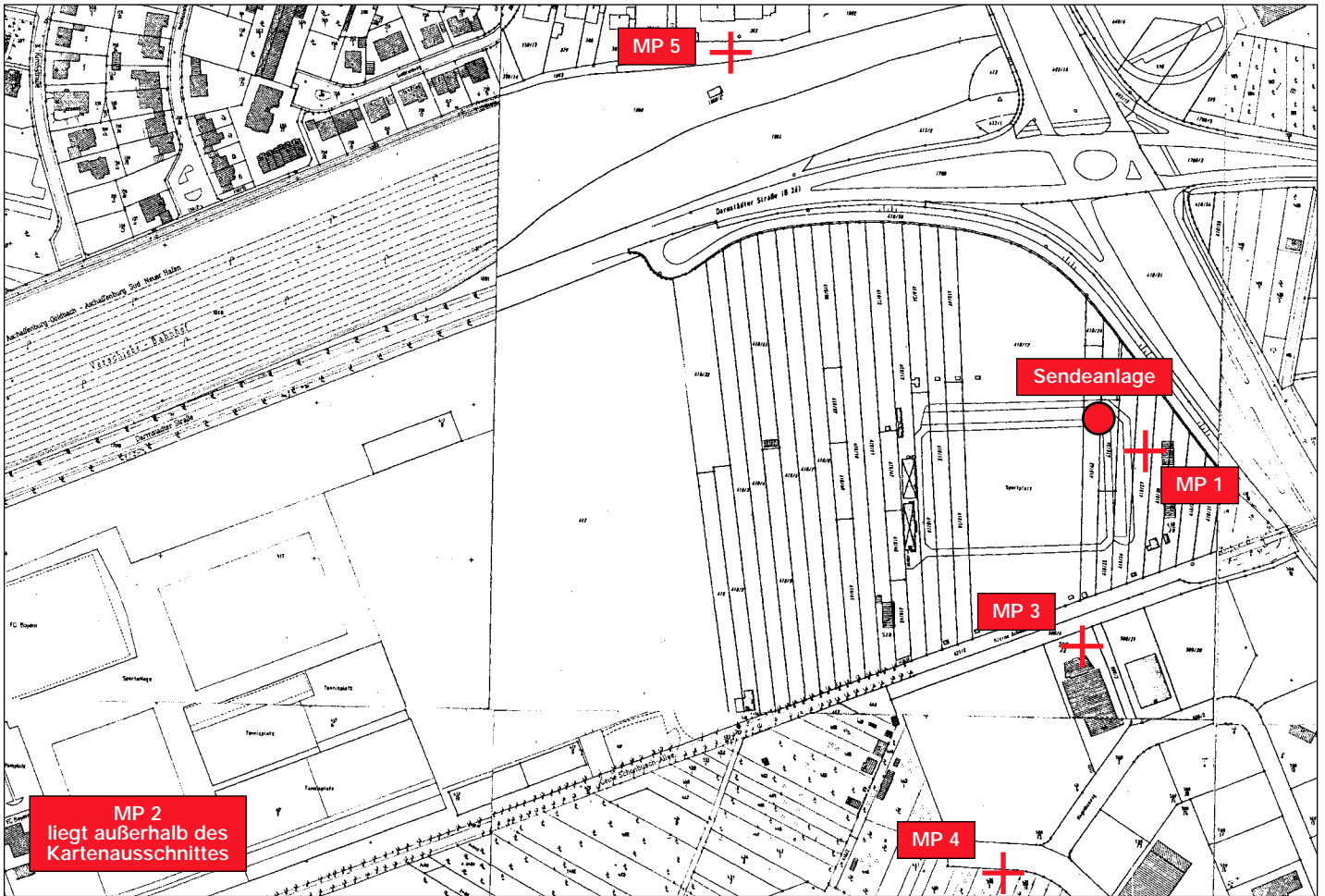


Abbildung 4

Messpunkte am Mobilfunkstandort „Stadion“ Maßstab ca. 1 : 4000

Für die Auswertung wurde als Beurteilungsgröße die Leistungsflussdichte gewählt.

Messpunkt	vor Inbetriebnahme des Senders	nach Inbetriebnahme des Senders	Unterschieds- faktor
1	0,002 ‰	0,2 ‰	100
2	0,00005 ‰	0,00006 ‰	1,2
3	0,00073 ‰	0,11 ‰	151
4	0,00028 ‰	0,0024 ‰	8,6
5	0,017 ‰	0,019 ‰	1,1

Tabelle 9

Summenimmission vor und nach Inbetriebnahme des Mobilfunksenders  
(Angaben in Promille des gesetzlichen Grenzwertes, bezogen auf die Leistungsflussdichte)

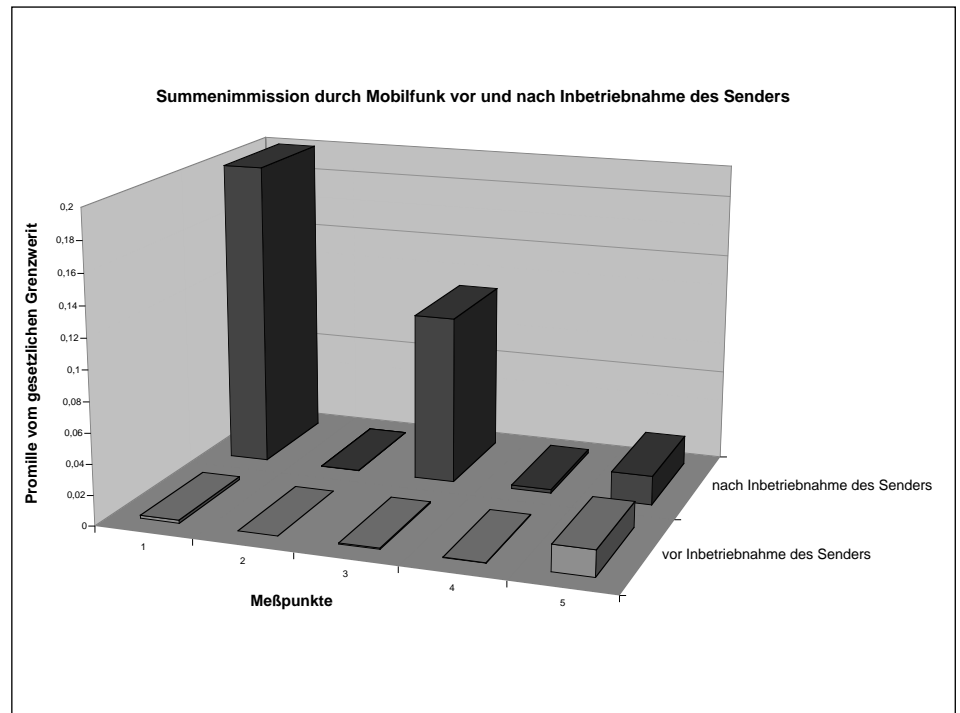


Abbildung 5

Graphische Darstellung der Summenimmission durch Mobilfunk vor und nach Inbetriebnahme des Senders

Wie aus der Tabelle 9 und der Abbildung 5 ersichtlich, ergaben sich an den gewählten Messpunkten auch nach Installation des neuen Senders Immissionswerte, die deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert liegen. Für die in der Nähe der Antenne liegenden Messpunkte 1 und 3 ergeben sich durch die neue Sendeanlage deutliche Erhöhungen, während bei den weiter entfernten Punkten 2, 4 und 5 kaum eine Änderung ersichtlich ist. Bei Messpunkt 5 ist jedoch der Einfluss einer anderen Mobilfunkantenne nachweisbar.

Die Messungen in verschiedenen Höhen ergab, dass die Immissionswerte in der Höhe zunehmen. Bei am Messpunkt 1 vorgenommenen verschiedenen Messungen beeinflusste die Höhe den Messwert oft stärker als die horizontale Entfernung. Der Gutachter folgerte daraus, dass die Entfernung allein keine geeignete Größe ist, um den Immissionswert einer geplanten Sendeanlage zu prognostizieren, sondern dass neben einer Entfernungsbetrachtung auch die Abstrahlungsgeometrie der Antenne sowie das Umfeld (wegen Reflektionen an Gebäuden oder Bäumen) betrachtet werden muss.

### Behandlung der Ergebnisse im Umwelt- und Verwaltungssenat (UVS)

Am 22.03.2000 wurden die Ergebnisse der Messkampagne in öffentlicher Sitzung dem UVS vorgestellt. Für die weitere Vorgehensweise wurden drei verschiedene Szenarien dargestellt.

1. Anlagen werden nur zugelassen, wenn zu erwarten ist, dass der strenge Vorsorgewert des Bund Naturschutz von einem Zehntausendstel des gesetzlichen Grenzwertes eingehalten wird. Aus Sicht der Gesundheitsvorsorge wäre dies für Sendeanlagen auf städtischen Liegenschaften eine hohe Schwelle, die vom Anlagenbetreiber zu erfüllen wäre. Andererseits existieren nur sehr wenige Standorte im Stadtgebiet, an welchem dieser Standard zu erfüllen wäre. (Für das Stadion wäre diese Voraussetzung gerade so noch erfüllt, wenn man vom Wert am Messpunkt 3 und in 4 Metern Höhe absieht). Dies hätte vermutlich zur Folge, dass sich die Mobilfunkbetreiber verstärkt an private Grundstückseigentümer wenden. Hier hat die Stadt dann gar keinen Einfluss auf die Errichtung von Sendeanlagen, auch wenn diese mitten im Wohngebiet und in unmittelbarer Nachbarschaft zu Wohnungen liegen, sofern der gesetzliche Grenzwert eingehalten wird.

2. Anlagen werden dann zugelassen, wenn zu erwarten ist, dass der in der Schweiz für besonders schützenswerte Bereiche gültige Grenzwert (ein Hundertstel des Grenzwerts der 26. BImSchV) eingehalten wird<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> In der Schweiz gelten grundsätzlich die gleichen Grenzwerte wie in Deutschland. Es wurden jedoch Vorsorgewerte für „besonders schützenswerte Bereiche“ eingeführt, die bei einem Zehntel der Werte der 26. BImSchV liegen (bezogen auf die Leistungsflussdichte ergibt dies ein Hundertstel des deutschen Wertes). Zu den besonders schützenswerten Bereichen zählen z.B. Kindergärten, Spielplätze sowie Räume, in denen sich Personen regelmäßig während längerer Zeit aufhalten.

Mit der Einhaltung dieses Wertes haben die Mobilfunkbetreiber voraussichtlich wenig Probleme. Im Fall Stadion werden diese Werte selbst in unmittelbarer Nähe zur Sendeanenne eingehalten. Das heißt, dass in den meisten Fällen keine Einschränkung beim Aufstellen von Sendeanlagen eintreten wird, es sei denn, eine Antenne würde mit der Hauptstrahlrichtung direkt z.B. in die Wohnungen eines höher gelegenen Hauses senden.

### 3. Festlegung einer gestuften Vorgehensweise:

Vom Mobilfunkbetreiber ist die Belastung der umliegenden Wohnbebauung durch eine geplante Anlage rechnerisch zu bestimmen. Der Stadtrat trifft unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und möglichen alternativen Standorten die Entscheidung über die Zulassung oder Ablehnung der Sendeanlage. Dabei müssen mindestens die in der Schweiz gültigen Grenzwerte eingehalten werden. Anzustreben wäre jedoch die Einhaltung der Vorsorgewerte des Bund Naturschutz.

Von der Bewertung liegt diese Variante zwischen den Varianten 1 und 2.

In allen Fällen wäre vom Betreiber zu fordern:

- das Einhalten der entsprechenden Vorsorgewerte bzw. die zu erwartende Belastung vor dem Zustandekommen eines Mietvertrages durch einen unabhängigen Gutachter rechnerisch nachzuweisen.
- die Überprüfung des prognostizierten Wertes durch Messung nach Inbetriebnahme der Sendeanlage
- die Bereitschaft, sich bei Nichteinhaltung der prognostizierten Werte die Anlage wieder abzubauen, ohne dass der Stadt Aschaffenburg hierdurch Kosten entstehen.

Der UVS entschied sich für die Variante 2: Einhaltung der Schweizer Werte. Zusätzlich wurde die Verwaltung beauftragt, an die Bürger zu appellieren, sich der Haltung und Vorgehensweise der Stadt Aschaffenburg auch bei der Errichtung von Sendeanlagen auf privaten Liegenschaften anzuschließen. Dies geschah durch Veröffentlichung des Beschlusses und entsprechendem Appell im amtlichen Anzeiger der Tageszeitung. Aus dem Werdegang des Beschlusses ist ersichtlich, dass es bei der Entscheidung für die Schweizer Werte nicht um eine wissenschaftliche oder medizinisch begründete Wahl eines Grenzwertes handelte, sondern um den Versuch, eine Vorgehensweise zu finden, die eine möglichst optimale Standortfindung hinsichtlich des Schutzes der Bevölkerung ermöglicht. Da der Beschluss nur für städtische Grundstücke anwendbar ist, schien es auch sinnvoll, nicht zu strenge Werte festzulegen, um kein Ausweichen der Mobilfunkbetreiber nur noch auf private Grundstücke zu provozieren. Weitere Gründe für die Wahl der Variante 2 lagen auch in der Tatsache begründet, dass die „Schweizer Werte“ gesetzlich bzw. durch Verordnung verankerte Vorsorgewerte in einem europäischen Land und damit auch gegenüber den Mobilfunkbetreibern besser begründbar sind, als Grenzwertforderungen von Mobilfunkkritikern.

Der im UVS gefasste Beschluss gilt selbstverständlich nur für städtische Gebäude und Liegenschaften. Er hat keine öffentlich-rechtliche Wirkung, ist keine Satzung mit Bindungswirkung für Dritte, sondern kann nur in privatrechtlichen Regelungen, z.B. im Pachtvertrag für städtische Liegenschaften umgesetzt werden.

## Praktische Folgen des Beschlusses

Nachdem auf den ersten Beschluss vom November 1998 hin zumindest ein Mobilfunkbetreiber in eine rege Diskussion mit der Stadtverwaltung trat, gab es nach dem zweiten Beschluss keine Reaktionen der Betreiber.

Auch wurden seitdem keine Standortanfragen für städtische Grundstücke mehr gestellt. Dies lag sicher auch daran, dass zum Zeitpunkt der Beschlussfassung im März 2000 der Ausbau des GSM-Netzes in Aschaffenburg schon recht weit gediehen war. Unter den 45 Standorten im November 2001 sind nur 5, die seit Beschlussfassung neu hinzukamen (neu seit dem ersten Beschluss 11/98 immerhin 15 Standorte, darunter auch der städtische Standort am Stadion).

Im Herbst 2001 stellte erstmals ein Betreiber eine Standortanfrage für das städtische Krematorium und berechnete die Anlage auch hinsichtlich der Einhaltung der Schweizer Werte für die umliegenden Gebäude, die für diesen Standort hätten eingehalten werden können. Ob dieser Betreiber jedoch auch bereit gewesen wäre, die Einhaltung der Schweizer Werte in den Pachtvertrag mit aufzunehmen, bleibt leider unklar, weil der Standort aus anderen Gründen nicht realisiert werden konnte. Andere telefonische oder schriftliche Voranfragen von Betreibern wurden nach Übersendung des städtischen Beschlusses nicht mehr weiterbetrieben.

Die daraus abgeleitete Vermutung, dass die Mobilfunkbetreiber davor zurückscheuen, andere Werte als die gesetzlichen Grenzwerte zu akzeptieren, hat sich mittlerweile mehrfach bestätigt. Die Betreiber fürchten, dass bei Akzeptanz anderer Werte in einer Stadt viele andere Städte und Gemeinden mit ähnlichen Forderungen auftreten.

Im Sommer 2001 wurde eine freiwillige Vereinbarung zwischen den Mobilfunkbetreibern und den kommunalen Spitzenverbänden geschlossen. Die Betreiber verpflichten sich hier, die Gemeinden frühzeitig über die zukünftige Netzplanung zu informieren und Standortvorschläge der Kommunen möglichst mit in die Planungen einzubeziehen. Dies bedeutet allerdings keine Stärkung der rechtlichen Position der Gemeinden und auch kein "Veto-Recht" für einzelne Standorte.

Da Aschaffenburg durch die Nähe zum Ballungsraum Rhein-Main für den UMTS-Netzaufbau interessant ist, treten die Netzbetreiber jetzt an die Stadt heran, um grundsätzliche Wünsche und Anforderungen der Stadt an die Errichtung von Sendeanlagen abzusprechen und ihre Entwürfe für die Netzplanung des UMTS-Netzes vorzustellen. Mit UMTS wird es zu einer Flut neuer Sendeanlagen kommen. Da von den bestehenden GSM-Standorten nur ein Teil auch für das UMTS-Netz genutzt werden kann, muss mit einer Verdoppelung bis Verdreifachung der Antennenstandorte gerechnet werden, falls tatsächlich alle Lizenznehmer ihr eigenes Netz aufbauen. Eine Installation von Antennen auch in dicht bebauten Bereichen wird sich bei diesem Netz wohl nicht vermeiden lassen, da die Netzgeometrie nur geringe Abweichungen zulässt und eine hohe Netzqualität die Nähe zum Kunden erfordert.

Die Stadt Aschaffenburg wird in den Gesprächen mit den Mobilfunkbetreibern anstreben, möglichst optimale Standorte zu suchen, was den Schutz der Wohnbevölkerung vor elektromagnetischer Strahlung betrifft. Ziel ist, möglichst überall zumindest die Einhaltung der Schweizer Vorsorgewerte zu erreichen. Allerdings bestehen Zweifel, ob die Verwaltung überhaupt in der Lage ist, anhand der Netzplanung der Betreiber einzuschätzen, wie groß die Belastung der umliegenden Wohnbebauung für den einzelnen Antennenstandort sein wird. Die nächste Frage wird sein, ob die Netzgeometrie eine „verträgliche“ Standortwahl zulassen wird und inwieweit die Netzbetreiber zu einer gewissen Flexibilität bereit sind.

Im politischen Raum steht die Novellierung und Änderung der 26.BimSchV bevor. Die Stadt Aschaffenburg ist gespannt, ob der Gesetzgeber auch in Deutschland Vorsorgewerte nach Schweizer Vorbild einführt. Aktuelle Stellungnahmen der Strahlenschutzkommission zu den geltenden Grenzwerten halten diese Hoffnung gering.

Anschrift der Autorin:

Stadt Aschaffenburg  
Umwelt- und Ordnungsamt  
Sachgebiet Umweltschutz  
Postfach 100 163  
63701 Aschaffenburg

## Immissionsschutzrechtliche Regelungen im Zusammenhang mit dem Mobilfunk

### Einleitung

Die Diskussion über mögliche Gefahren des Mobilfunks wird in zunehmendem Maße emotional und kontrovers geführt: So werden beispielsweise Grenzwerte, die auf der Expertise von international anerkannten Fachleuten beruhen, in Zweifel gezogen und in ihrer Höhe als zynisch empfunden. Auch werden in der Diskussion und in Eingaben an Behörden oftmals staatliche Maßnahmen gefordert, um die Errichtung sowie den Betrieb von Sendefunkanlagen zu unterbinden, auch wenn die Anlagen rechtskonform errichtet und betrieben werden. Diese Beispiele ließen sich fortsetzen. Ziel dieses Referates ist es, die wesentlichen Grundlagen des Immissionsschutzrechts im Zusammenhang mit dem Mobilfunk darzustellen, um einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion zu leisten.

### Grundlage der immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)

Die immissionsschutzrechtlichen Regelungen zum Mobilfunk basieren auf dem Bundesimmissionsschutzgesetz, das die Schutzziele, die auch im Zusammenhang mit dem Mobilfunk gelten, eindeutig definiert. Danach ist es Zweck dieses Gesetzes, die „Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen“.

Bemerkenswert an dieser Zielsetzung ist einerseits, dass dieses Gesetz den Schutz des Menschen einschließlich seiner belebten aber auch unbelebten Umwelt regelt; andere Gesetze beschränken sich in ihren Schutzziele lediglich auf den Menschen bzw. dessen Sachgüter. Auch wird in dieser Zielsetzung die Vorsorge festgeschrieben, die insbesondere im Zusammenhang mit dem Mobilfunk eine erhebliche Bedeutung gewonnen hat. Andererseits schränkt diese Zweckbestimmung den Anwendungsbereich auf die schädliche Umwelteinwirkung ein, was insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Mobilfunk einer genaueren Untersuchung bedarf.

### Immissionen und schädliche Umwelteinwirkungen

Der zentrale Begriff des Bundesimmissionsschutzgesetzes ist die Immission, die „auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter“ einwirkt. Zu den Immissionen zählen Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen.

Immissionen sind also erst dann definiert, wenn sie auf die Schutzgüter einwirken. Dabei kommt es nicht darauf an, ob diese Immissionen tatsächlich einwirken. Vielmehr reicht es aus, dass eine Immission unter normalen Umständen auf ein Schutzgut einwirken kann. Beispielsweise ist eine Umwelteinwirkung unter Berücksichtigung dieser Bestimmung unbeachtlich, wenn sie in einer Höhe von 50 m über Grund in einem Gebiet auftritt, in dem nur eingeschossige Bauweise zugelassen ist. Wenn jedoch in einem Gebiet eine entsprechende Hochhausbebauung zugelassen ist und dort die gleiche Immission auftritt, dann ist dies sehr wohl von Immissionsschutz rechtlicher Bedeutung; selbst wenn das Gebiet (noch) keine entsprechende Bebauung aufweist. Beim Begriff der Immission ist ferner zu beachten, dass diese Immission nicht unmittelbar in einen Zusammenhang mit einer bestimmten Anlage gebracht werden muss. Dies bedeutet, dass nach dem BImSchG die Summe aller an einem Ort einwirkenden gleichartigen Immissionen zu betrachten ist.

Nicht jede Umwelteinwirkung wird durch das BImSchG unterbunden. Vielmehr werden durch das Gesetz schädliche Umwelteinwirkungen als Immissionen definiert, „die nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“.

In der amtlichen Begründung wird hierzu ausgeführt, dass Nachteile und Belästigungen in der Regel Störungen geringeren Grades darstellen und daher nicht schlechthin als schädliche Umwelteinwirkungen zu bewerten sind. Diese Einschränkung erhalten sie in der Regel erst, wenn es sich um erhebliche Nachteile und Belästigungen handelt. Diese Einschränkung ist das Ergebnis einer Güterabwägung, auf die in einem

hochindustrialisierten und dichtbesiedelten Lande nicht verzichtet werden kann. Bereits die Einwirkung mit dem geringsten schädlichen Einfluss auf die Schutzgüter, die der erheblichen Belästigung, muss „nach neueren medizinischen Erkenntnissen allgemein als schädlich“ angesehen werden. Es genügt also für die Einordnung einer Umwelteinwirkung als schädlich nicht der hypothetische Verdacht, dass diese Einwirkung schädlich sein könnte. Vielmehr muss die Schädlichkeit dieser Immission der herrschenden medizinischen Erkenntnis entsprechen.

Die Erheblichkeit einer Beeinträchtigung wird grundsätzlich nach der Reaktion eines durchschnittlich Empfindlichen, wobei auch Kinder oder ältere Menschen zu berücksichtigen sind, auf die Umwelteinwirkung bemessen. Die Bewertung einer Umweltwirkung richtet sich also nicht an Personen aus, die gegenüber dem krankmachenden Faktor der Immission eine Überempfindlichkeit aufweisen. Die Erheblichkeit einer Immission bestimmt sich jedoch auch nach dem jeweiligen Umfeld, in dem diese Immission auftritt. Beispielsweise kann eine Lärmimmission, die in einem Industriegebiet noch unerheblich ist, in einem reinen Wohngebiet als erheblich eingestuft werden.

### 3. Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)

Die 26. BImSchV wurde aufgrund des § 23 BImSchG erlassen. Damit ist die grundsätzliche Entscheidung gefallen, dass alle der 26. BImSchV unterliegenden Anlagen keiner Genehmigung sondern nur der Anzeige bedürfen. Dies bedeutet weiter, dass eine Beteiligung der Öffentlichkeit, wie sie bei genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne des BImSchG durchgeführt wird, im Rahmen der 26. BImSchV ausgeschlossen wird. Dies war der Ansatzpunkt der Kritik von Kommunen und deren Verbände. Es ist zu hoffen, dass mit der Verabschiedung der „Vereinbarung über den Informationsaustausch und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze“ am 5. Juli 2001 diese Probleme ihr Ende gefunden haben.

Die 26. BImSchV gilt u.a. für die Errichtung von Hochfrequenzanlagen, die gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Die Verordnung gilt aber nicht für Hochfrequenzanlagen, die privat oder hoheitlich betrieben werden (z.B. Polizeifunkanlagen, Amateurfunkanlagen). Der Grund hierfür liegt in der Bestimmung des § 22 Abs. 1 Satz 3 BImSchG, wonach die Verpflichtung zur Vermeidung bzw. Beschränkung anderer Immissionen als Luftverunreinigungen und Geräusche nur für Anlagen gilt, die gewerblich bzw. im Rahmen von wirtschaftlichen Unternehmungen betrieben werden.

Hochfrequenzanlagen im Sinne der 26. BImSchV sind ortsfeste Sendefunkanlagen, die elektromagnetische Felder im Bereich von 10 Megahertz bis 300.000 Megahertz<sup>4</sup> erzeugen und deren äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) mindestens zehn Watt beträgt. Die äquivalente isotrope Leistung ist die Leistung, die bei der entsprechenden Senderanordnung mit einer Antenne ohne Antennengewinn abgestrahlt wird. Demnach unterliegen Mobilfunkbasisstationen mit Leistungen unter zehn Watt nicht der 26. BImSchV.

Anspruch der Verordnung ist es, dass sie Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen aber auch zur Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen festlegt.

### Hochfrequenzanlagen des Mobilfunks und 26. BImSchV

Der 26. BImSchV unterliegen im Bereich des Mobilfunks nur die Mobilfunkbasisstationen. Obwohl Mobiltelefone selbst in nicht unerheblichem Maße zur Immissionsituation beitragen können – sie werden ja an Personen sowie in Bereichen betrieben, in deren unmittelbarer Umgebung sich Personen aufhalten –, unterliegen sie nicht der 26. BImSchV.

### Grenzwerte und Einwirkungsbereich

Im Einwirkungsbereich von Mobilfunkbasisstationen dürfen bei höchster betrieblicher Auslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere ortsfeste Sendefunkanlagen, in der Verordnung bestimmte Grenzwerte<sup>5</sup> der elektrischen und magnetischen Feldstärke nicht überschritten werden. Dabei wird als Einwirkungsbereich der Bereich verstanden, in dem sich die Immission der Sendefunkanlage signifikant vom Untergrund abhebt.

<sup>4</sup>Die derzeit in der 26. BImSchV bestehende Regelungslücke zwischen niederfrequenten und hochfrequenten Feldern wirkt sich im Bereich des Mobilfunks nicht aus.

<sup>5</sup>Im Frequenzbereich des Mobilfunks (ca. 900 bis 2000 MHz) ergeben sich für die elektrische Feldstärke Grenzwerte zwischen 41 [V/m] und 61,5 [V/m] sowie für die magnetische Feldstärke Grenzwerte zwischen 0,11 [A/m] und 0,17 [A/m].

Im Einwirkungsbereich sind aber nur die Gebäude und Grundstücke zu beachten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt sind. Die Verordnung verlangt aber nicht, dass die Gebäude oder Grundstücke dem dauernden Aufenthalt von Personen dienen müssen. Es reicht vielmehr aus, wenn sich Personen dort regelmäßig länger - mehrere Stunden- aufhalten. Auch ein Aufenthalt, der nur zu bestimmten Jahreszeiten stattfindet, wird von der Regelung des nicht nur vorübergehenden Aufenthalts erfasst. Im Gegensatz dazu werden Orte, an denen die Verweilzeit eines Einzelnen in der Regel gering ist, zu den Orten gezählt, die nur zum vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind. Sofern sie außerhalb von Wohnungen liegen, sind in diesem Zusammenhang Gänge, Flure, Treppenräume usw. anzuführen. Auch dienen Orte, an denen sich ständig Personen -aber mit jeweils nur kurzer Verweilzeit- aufhalten, nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Personen. Derartige Orte sind beispielsweise Bahnsteige oder Bushaltestellen.

Die Grenzwerte der 26. BImSchV selbst beruhen auf den Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht ionisierender Strahlung (ICNIRP<sup>5</sup>). Diese Kommission setzt sich aus unabhängigen Wissenschaftlern zusammen, die sich in der Hauptkommission sowie in vier ständigen Komitees „Epidemiologie“, „Biologie“, „Physik“ und „optischer Strahlung“ mit dem Schutz vor nicht ionisierenden Strahlen befassen. Die von der ICNIRP empfohlenen Werte hat die Weltgesundheitsorganisation übernommen. Auch die deutsche Strahlenschutzkommission, ein Beratergremium des Bundesumweltministers von unabhängigen Wissenschaftlern, hat vor Verabschiedung der 26. BImSchV die Übernahme dieser Werte empfohlen. Damit erfüllen diese Werte den vom BImSchG geforderten Anspruch, dass die Grenzwerte der herrschenden medizinischen Erkenntnis entsprechen müssen.

## Anzeige

Mindestens zwei Wochen vor der Inbetriebnahme oder einer wesentlichen Änderung hat der Betreiber eine Anzeige an die zuständige Aufsichtsbehörde zu erstatten. Dies sind in Rheinland-Pfalz die Regionalstellen Gewerbeaufsicht der Struktur- und Genehmigungsdirektionen. Als wesentliche Änderung wird jede Änderung angesehen, bei der Anlagenteile derart modifiziert werden, dass die Immissionssituation nachteilig verändert wird. Bei einer Mobilfunkbasisstation sind das z.B. Leistungserhöhungen oder Veränderungen der Antennengeometrie, die zu einer Vergrößerung oder Richtungsänderung des von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) in der Standortbescheinigung festgelegten Sicherheitsabstands führen. Mit der Anzeige soll der Aufsichtsbehörde die Überwachung der Verordnung erleichtert werden.

Jeder Anzeige ist neben den Angaben zur Inbetriebnahme und einem Lageplan die Standortbescheinigung der RegTP beizufügen. Diese Standortbescheinigung ist das wesentliche Dokument im Bezug auf den Immissionsschutz bei einer Mobilfunkbasisstation. Diese Unterlage enthält die Parameter, die zur Beurteilung des verordnungskonformen Betriebs einer Mobilfunkbasisstation erforderlich sind.

## Instrumente der Aufsichtsbehörde: Anordnung, Untersagung, Ordnungswidrigkeitenverfahren

Der Aufsichtsbehörde steht im Zusammenhang mit den Mobilfunkbasisstationen das Instrumentarium des BImSchG zur Verfügung. Insbesondere kann sie Anordnungen gegen den Betreiber einer Mobilfunkbasisstation erlassen, um einen der Rechtsverordnung entsprechenden Zustand herbeizuführen. Kommt der Betreiber der vollziehbaren Anordnung nicht nach, so kann die Behörde den Betrieb der Basisstation untersagen.

Der unzulässige Betrieb einer Mobilfunkbasisstation, sei es aus technischen Gründen, sei es, dass die erforderliche Anzeige nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erstattet wurde, stellt eine Ordnungswidrigkeit dar, die entsprechend geahndet werden kann.

## Weitergehende Anforderungen

Die 26. BImSchV berücksichtigt ausdrücklich nicht die Wirkungen elektromagnetischer Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate. Sie verweist darauf, dass aufgrund anderer Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit oder des Telekommunikationsrechts weitergehende Anforderungen gestellt werden können, die beispielsweise größere Sicherheitsabstände als nach der 26. BImSchV verlangen. Derartige Rechtsvorschriften sind beispielsweise

- Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten
- Medizinproduktegesetz
- Telekommunikationsgesetz.

<sup>5</sup> ICNIRP = International Commission Non-Ionizing Radiation Protection

## Ausblick

Angesichts der Kritik an den bisher geltenden Grenzwerten hat sich die deutsche Strahlenschutzkommission erneut mit der Problematik aller elektromagnetischer Felder auseinandergesetzt und kommt in ihrer Empfehlung vom 4. Juli 2001 zu dem Schluss, „dass auch nach der Bewertung der neueren wissenschaftlichen Literatur keine neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse im Hinblick auf nachgewiesene Gesundheitsbeeinträchtigungen vorliegen, die Zweifel an der wissenschaftlichen Bewertung aufkommen lassen, die den Schutzkonzepten der ICNIRP bzw. der EU-Ratsempfehlung zugrunde liegt.“

Diese Feststellung bedeutet, dass die im Zusammenhang mit dem Mobilfunk diskutierten athermischen Wirkungen als nicht nachgewiesen bzw. im Hinblick auf eine neue Grenzwertregelung als unerheblich gelten. Neben weiteren Empfehlungen zum Schutz vor nachgewiesenen Gesundheitsbeeinträchtigungen gibt die Strahlenschutzkommission Empfehlungen zur Vorsorge. Danach sollten

- bei der Entwicklung von Geräten und der Errichtung von Anlagen die Minimierung von Expositionen zum Qualitätskriterium gemacht werden,
- Expositionen durch elektromagnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten minimiert werden,
- für alle Geräte und Anlagen, die relevante Expositionen verursachen können, entsprechende Produktinformationen zur Verfügung gestellt werden,
- Geräte im Hinblick auf die Exposition einheitlich gekennzeichnet werden,
- rechtzeitig vor Einführung neuer Technologien die für eine gesundheitlich Bewertung notwendigen Daten offengelegt werden,
- relevante Immissionen durch elektromagnetische Felder in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, und
- vor Errichtung von ortsfesten Anlagen die Bürger verstärkt zu informieren und Vertretern von Kommunen in die Planung einzubeziehen.

## Schlussbemerkung

Der für den Erlass der Novelle zuständige Bundesumweltminister und auch der für die Telekommunikation zuständige Bundeswirtschaftsminister haben bereits im Sommer dieses Jahres Vorhaben angekündigt, mit denen Empfehlungen der Strahlenschutzkommission umgesetzt werden sollen.

Trotz aller staatlichen Regelungen zum Schutz vor den schädlichen Umwelteinwirkungen elektromagnetischer Felder kann jeder Einzelne durch sein persönliches Verhalten zur Minderung seiner Exposition wesentlich beitragen. Im privaten Umfeld, das nicht durch immissionsschutzrechtliche Bestimmungen geregelt ist, sind heute Geräte weit verbreitet, die elektromagnetische Felder emittieren (z.B. Mobilfunktelefon, Funkbabyphon, Mikrowellenherd, Schnurlostelefon), deren Immissionen zumindest im Größenbereich der elektromagnetischen Felder von Mobilfunkbasisstation liegen. Einerseits sollten diese Geräte nur dann eingesetzt werden, wenn hierfür keine Alternative zur Verfügung steht. Andererseits sollten diese Geräte optimal gewartet werden, um unerwünschte Abstrahlungen (z.B. bei Mikrowellenherden) zu minimieren. Dass derartige Maßnahmen durchaus wirkungsvoll sind, hat eine im Jahre 2000 vom Staatlichen Umweltamt Kiel in Auftrag gegebene Studie gezeigt, danach liegen die Feldstärken der in Häusern betriebenen Geräte in der gleichen Größenordnung oder sogar über den von außen einwirkenden Feldstärken.

## Literatur

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz -BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I S.721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880); zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. Oktober 1996 (BGBl. I S. 1498) sowie Amtliche Begründung

Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder -26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)

Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder vom Länderausschuss für Immissionsschutz verabschiedet in seiner 94. Sitzung am 11.-13. Mai 1998/erarbeitet durch den Arbeitskreis „Elektromagnetische Strahlung“ des Länderausschusses für Immissionsschutz  
Berlin: Erich Schmidt, 2000 (LAI Schriftenreihe; Bd. 22 ISBN 3-503-04881-2)

Opitz, J., Standortverfahren und EMVU-Messaktion  
Vortrag anlässlich der Fachtagung „Auswirkungen des Mobilfunks“  
am 7. November 2001 in Mainz

Strahlenschutzkommission, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, verabschiedet in der 173. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 4. Juli 2001, Gebilligt in der 174. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 13./14. September 2001, <http://www.ssk.de>

Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Jürgen Trittin:  
Kommunen an der Auswahl der Mobilfunkstandorte beteiligen, Bundesumweltministerium verstärkt Forschung zum Mobilfunk, Pressemitteilung vom 1. Juli 2001  
<http://www.bmu.de/fset1024.php>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundeswirtschaftsministerium  
stärkt Information über Mobilfunksender Pressemitteilung vom 23. August 2001  
<http://www.bmwi.de/Homepage/Presseforum/Pressemitteilungen/2001/1823prm2.jsp>

Wuschek, M. ; Messtechnische Ermittlung hochfrequenter elektromagnetischer Felder an repräsentativen Orten in Schleswig Holstein  
Hrsg. Staatliches Umweltamt Kiel November 2000

Feldhaus, G. et al., Bundesimmissionsschutzrecht, Kommentar  
Loseblattsammlung 2. Auflage C. F. Müller Heidelberg

Anschrift des Autors:

Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz  
Kaiser Friedrich-Straße 1  
55116 Mainz

**Umweltberichte**

Teil „Bodenschutz“, 1987 (vergriffen)

Teil „Gewässerschutz“, 1989 (vergriffen)

Teil „Umweltschutz in der Verwaltung“, 1993

**Berichte und Sonderdrucke**

Teil „Stadtklima“, Textband und Kartenband, 1994  
(Schutzgebühr 7,80 EUR)

Umweltbericht 1985 - 1995:  
Umweltschutz und Bürgerservice

Stadtklima Mainz (Schutzgebühr pro Band 10,20 EUR)  
Band 1: Text und Tabellen, 1989  
Band 2: Karten (A3 - Format), 1989

Energiekonzept Mainz,  
Analyse, Bewertung, Szenarien und Maßnahmen zu CO<sub>2</sub>- Minderung, 1993

Grundwasserqualität im Stadtgebiet Mainz, 1994

Gewässerpflegepläne Mainz,  
Bestand, Analyse und Entwicklung der Fließgewässer, 1995

Polychlorierte Biphenyle -  
Ursachen der Belastung, gesundheitliche Bewertung und Sanierungsmöglichkeiten.  
Beiträge zum Expertengespräch, 1995

Energieeinsparung im Handwerk,  
Strukturanalyse der Mainzer Handwerksbetriebe und Ermittlung des  
Energiesparpotentials, 1997

Least-Cost-Planning,  
Energieeinsparung oder Kraftwerkszubau?  
Dokumentation zum Hearing, Dezember 1995, im Rathaus der Stadt Mainz, 1997

Low-Distance Solar Heat Supply, Energy Study for the Building Area  
„In den hundert Morgen“ in Mainz-Ebersheim, 1997 (in Englisch)

Solare Nahwärmeversorgung,  
Konzeptstudie für das geplante Wohngebiet „In den hundert Morgen“  
in Mainz-Ebersheim, 1997

Blockheizkraftwerke: Möglichkeiten und Chancen des wirtschaftlichen Einsatzes.  
Dokumentation zum Hearing, März 1998, im Rathaus der Stadt Mainz, 1998

Klimaschutz durch Energiesparen an Schulen - KESch.  
Das Begleitheft zum Energiesparprojekt an Mainzer Schulen, 1998 (vergriffen)

Natur erleben in der Stadt, Städtökologischer Lehrpfad, 1999,  
(Schutzgebühr 1,50 EUR)

Verbesserung des Wärmeschutzes im Gebäudebestand,  
Ergebnisbericht zum Modellprojekt, 1999

Energiekonzept Mainz, CO<sub>2</sub>-Bilanz Mainz 1997 und Maßnahmenkatalog 2000, 2001

## Karten

Thermalkartierung Mainz, Poster 93 x 93 cm, mit Erläuterungen, 1989  
(Schutzgebühr 1,00 EUR)

Ingenieurgeologische Karte Mainz, Karte 104 x 96 cm, mit Erläuterungen, 1990  
(Schutzgebühr 2,60 EUR)

Versickerungspotenzialkarte, Karte 1:50 000, mit Erläuterungen, 2000

## Umweltinformationen

Farbenfrohes Gestalten - Umgang mit giftigen Chemikalien in Farben und Lacken,  
(Broschüre), 1988

ui - UmweltInformationsZentrum (Faltblatt)

Umwelt pro Kopf,  
Rechenschema für's umweltbewusste Haushaltsmanagement (Faltblatt)

Energiebewußtes Bauen - passive Sonnenenergienutzung (Infoblatt)

Umweltfreundliche Schultasche (Faltblatt)

Klimaschutz in Mainz (Faltblatt)

Merkblatt: Regenwassernutzung und -versickerung (Infoblatt)

ÖkoTermine Mainz/Wiesbaden,  
Veranstaltungskalender für Umwelt, Naturschutz und Gesundheit  
(regelmäßig zweimonatlich erscheinend)

Kleines Klima-Heft 1 („Haushalt“), 2 („Bauen und Renovieren“), 3 („Verkehr und  
Mobilität“), Infoheftchen, 1998

Umweltmanagement in der Stadtverwaltung Mainz,  
Eine Information für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 1999

Wassersparkonzept der Stadt Mainz, Wasserdargebot, Verbrauchsbereiche,  
Maßnahmen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs, Betreibwassernutzung, 1999

Regenwasserbewirtschaftung naturnah und dezentral, 2001

Bezug:

**Stadt Mainz**  
Umweltamt  
Postfach 3820  
55028 Mainz



