

„Mobile Phone Base S

4. Workshop im Rahmen des COST 281 Programms der

Reinhard Giraud

Neue Funkmasten für die Basisstationen von Mobilfunknetzen führen immer öfter zu Klagen von Anwohnern über gesundheitliche Probleme, die zumeist unspezifischer Art sind (Kopfschmerzen, Schlafstörungen oder allgemeine Befindlichkeitsstörungen). Obwohl in allen Fällen die gültigen Grenzwerte eingehalten und meist erheblich unterschritten werden, wird die elektromagnetische Strahlung der Basisstationen für diese Gesundheitsprobleme verantwortlich gemacht. Es besteht in Teilen der Öffentlichkeit die Sorge, dass die elektromagnetischen Emissionen von Mobilfunkmasten, selbst dann, wenn die gültigen Grenzwerte (Personenschutzwerte) eingehalten werden, zumindest langfristig gesehen gesundheitsschädlich sein könnten.

Der Tagungsort Dublin Castle

tations and Health’

Europäischen Union in Dublin am 15. und 16. Mai 2003

Gibt es aber überhaupt objektiv gesehen Gründe, die dafür sprechen, dass in der Nähe von Mobilfunkmasten eine erhöhte Gesundheitsgefahr für die Bevölkerung besteht? Um den Sorgen der Öffentlichkeit von einer wissenschaftlichen Warte aus nachzugehen, fand am 15. und 16. Mai 2003 in Dublin im Rahmen des COST 281 Programms der EU ein Workshop zum Thema „Mobilfunksender und Gesundheit“ (Mobile Phone Base Stations and Health) statt.

Etwa 100 Wissenschaftler und Experten aus aller Welt hatten sich im Dubliner Schloss versammelt, um dieses Thema in den folgenden fünf Themenbereichen zu behandeln:

- *Epidemiologische Studien:* Welche bisher durchgeführten Studien sind in diesem Zusammenhang relevant? Wie müsste eine solche Studie angelegt werden, und welche besonderen Probleme erschweren eine solche Studie?

- *Messmethoden:* Lässt sich zuverlässig bestimmen, welche Expositionen in der Umgebung von Funkmasten auftreten? (Lassen sich insbesondere Langzeit-Expositionen abschätzen?)

- *Dosimetrie:* Wünschenswert wäre ein einfaches Dosimeter, mit dem sich die Exposition über einen längeren Zeitraum erfassen lässt. Wie müsste ein solches „Mobilfunk Dosimeter“ aussehen? Kann es so gebaut werden, dass es von den Trägern

einfach zu bedienen ist und immer getragen werden kann? Ist eine Machbarkeitsstudie sinnvoll?

- *Psychologische Aspekte:* Handelt es sich bei den berichteten unspezifischen Gesundheitsproblemen im Umfeld von Mobilfunkmasten um objektivierbare Einwirkungen oder um subjektiv empfundene Störungen, die keine physikalische Ursache haben? Wie müsste eine Studie angelegt werden, die klar zwischen physischen und psychischen Ursachen unterscheiden kann?

- *Risikokommunikation:* Wie soll der Dialog zwischen Besorgten und Betroffenen, den Behörden und der Wissenschaft geführt und wie sollen die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien zu diesem Themenkomplex der Öffentlichkeit vermittelt werden? Worin liegen die Möglichkeiten, Risiken und Fallstricke der Risikokommunikation?

Welche Aufmerksamkeit das Thema „Funkmasten und Gesundheit“ in der Öffentlichkeit mittlerweile erfährt, erkennt man nicht zuletzt daran, dass der Workshop in Dublin vom Irischen Minister für Kommunikation und Umwelt, John Browne, offiziell eröffnet wurde. Minister Browne wies in seiner Eröffnungsrede darauf hin, dass er mittlerweile mehr Zeit damit verbringt, mit seinen Wählern über Funkmasten zu diskutieren als über irgendwelche andere Umweltsorgen.



Minister John Browne, Department of Communications, Marine & Natural Resources



v.l.n.r.: Gunnhild Oftedal, Mirjana Moser, Norbert Leitgeb, Joachim Schüz

I. Epidemiologische Studien

Der Themenbereich „Epidemiologische Studien“ wurde mit einem Grundsatzreferat zum Thema „Mobilfunk-Basisstationen und Epidemiologie“ von Joachim Schüz vom Institut für Medizinische Biostatistik, Epidemiologie und Informatik der Universität Mainz eröffnet. Er bot darin einen Überblick über grundsätzliche Probleme bei epidemiologischen Studien. Ein ganz besonders wichtiger Punkt ist dabei, eine klar definierte Metrik zu haben, mit der eindeutig zwischen exponierten und nicht exponierten Personen unterschieden werden kann. Dies ist allerdings bei epidemiologischen Studien zu möglichen Gesundheitsgefahren von Mobilfunkmasten äußerst schwierig, da zum einen die gesuchten Effekte, wenn überhaupt vorhanden, nur sehr schwach sein können, und da andererseits die Expositionswerte in der Nähe von Basisstationen zeitlich und räumlich (selbst nach weniger als einem Meter) um mehrere Größenordnungen schwanken können.

Schüz wies weiter darauf hin, dass Studien, die versuchen, sehr schwache Effekte nachzuweisen, so angelegt sein müssen, dass sie eine möglichst hohe Spezifität haben, d.h. dass eine (tatsächlich) nicht-exponierte Person auch mit hoher Wahrscheinlichkeit als nicht-exponiert klassifi-

ziert wird. Oder anders gesagt: die Zahl der fälschlicherweise als „exponiert“ klassifizierten Personen muss so gering wie möglich sein. Auch diese Bedingung wird sich bei epidemiologischen Studien zu möglichen Gesundheitsgefahren von Mobilfunkmasten nur schwer realisieren lassen. Schüz stellte dann eine Reihe von Studien vor, die das Krebsrisiko in der Nähe von Radio- und Fernsehsendern untersucht hatten. Einige Resultate scheinen dabei auf ein erhöhtes Risiko an Leukämie zu erkranken, hinzudeuten. Allerdings lasse sich aus diesen Studien auf Grund methodologischer Mängel kein eindeutiger Schluss ziehen.

Gunnhild Oftedal vom Sør-Trøndelag University College in Trondheim, Norwegen, ging in ihrem Vortrag der Frage nach, ob es überhaupt Sinn macht, bei der Suche nach möglichen Gesundheitsgefahren von Funkmasten epidemiologische Studien zu benutzen. Sie untersuchte dies am Beispiel einiger konkreter Untersuchungen, die zu diesem Zweck bereits durchgeführt wurden. Diese Studien (allesamt Querschnittsstudien) haben subjektiv berichtete Symptome unspezifischer Art (wie z.B. Kopfschmerzen, Schlafstörungen, u.a. kognitive Faktoren) erfasst.

Nach Meinung von Frau Oftedal sind folgende Faktoren beim Design einer

künftigen Studie besonders zu beachten: Statistische Aussagekraft, Bias (Voreingenommenheit, systematischer Fehler), Verfälschung (confounding) und exakte Bestimmung der Exposition. Bei der Bestimmung der Exposition reicht es nicht aus, einfach nur die Entfernung zur Basisstation festzuhalten (zu große Schwankungen). Die Vermeidung von Bias ist besonders wichtig. Studien sollten daher möglichst doppelblind durchgeführt werden. Verfälschungen können z.B. dadurch entstehen, dass Personen, die besonders besorgt sind, dazu neigen, ihre Symptome überzubewerten.

Mirjana Moser vom Schweizer Bundesamt für Gesundheit in Bern stellte eine Pilotstudie vor, die in der Schweiz mit Personen durchgeführt worden war, die im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern über Gesundheitsprobleme geklagt hatten. Von 394 Befragten hatten 74% ihre Probleme „mit Sicherheit“ mit Mobilfunk Basisstationen in Zusammenhang gebracht. Am häufigsten wurde über Schlafprobleme (60%) und Kopfschmerzen (40%) berichtet. Frau Moser schlägt vor, dass eine Laborstudie oder eine „experimentelle Feldstudie“ durchgeführt werden sollte, um den kausalen Zusammenhang dieser berichteten Symptome mit elektromagnetischen Feldern zu untersuchen. Die Studie sollte sich ihrer Meinung nach auf „elektrosensible Personen“ konzentrieren.

Norbert Leitgeb vom Institut für Biomedizinische Technik der Technischen Universität Graz in Österreich äußerte in seinem Vortrag prinzipielle Zweifel am Nutzen epidemiologischer Studien um damit mögliche Gesundheitsgefahren in der Nähe von Mobilfunkmasten zu untersuchen. Falls von Mobilfunk überhaupt eine Gesundheitsgefahr ausgeht, so müsste sich dies zuerst beim Gebrauch von Mobiltelefonen zeigen, da in diesem Fall die Exposition wesentlich höher ist als jene die in der Nähe von Mobilfunk Basisstationen auftritt. Auf Grund vieler Unsicherheiten (z.B. bei der Bestimmung der Exposition



über einen längeren Zeitraum) können nach Leitgeb's Meinung epidemiologische Studien zum Gesundheitsrisiko von Basisstationen weder ein eventuell vorhandenes kleines Risiko nachweisen, noch definitiv die Nicht-Existenz eines Risikos demonstrieren. Im Sinne einer Risikokommunikation seien sie daher sogar kontraproduktiv.

Bei der abschließenden Diskussion zeigte sich, dass von den meisten anwesenden Experten epidemiologische Studien im Zusammenhang mit Mobilfunk Basisstationen eher als problematisch gesehen werden. Dies gilt vor allem deshalb, weil sich die Expositionsverhältnisse auf Grund ihrer starken räumlichen und zeitlichen Schwankungen nur mit großem Aufwand und großen Unsicherheiten feststellen lassen, insbesondere dann, wenn dies über einen längeren Zeitraum erfolgen soll.

Bei der Untersuchung von akuten Effekten sind Laborexperimente eindeutig vorzuziehen, da sich die Expositionsverhältnisse in diesem Fall zuverlässig kontrollieren lassen. Bei der Untersuchung kurzfristiger Effekte (z.B. Schlafstörungen) sollte in jedem Fall ein „Doppelblind“-Versuch angestrebt werden. Dies ist allerdings nur in Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern möglich. Bei langfristigen Effekten (z.B. Krebsauslösung) ist das Hauptproblem, dass es zur Zeit keine zuverlässige Unterscheidung gibt, um zwischen exponierten und nicht- oder wenig-exponierten Personen in der Nähe von Mobilfunkbasisstationen zu unterscheiden. Epidemiologische Studien würden mehr Sinn machen, wenn sie in der Nähe starker Sender (Radio und TV) durchgeführt würden, da sich in diesem Fall leichter eine Einteilung der Anwohner in verschiedene Expositionsclassen vornehmen ließe.

Es ist auf jeden Fall notwendig, bessere Methoden zur Festlegung einer Expositionsmetrik zu entwickeln. Außerdem sollten weiterhin zahlreiche Messkampagnen in der Umgebung von Mobilfunkmasten durchgeführt werden, um möglichst um-

fangreiches Material zur tatsächlichen Expositionssituation verfügbar zu haben. Schließlich wurde es in diesem Zusammenhang auch als wichtig angesehen, weitere Studien zur Wirkung schwacher elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme durchzuführen.

2. Messmethoden

Im ersten Vortrag zum Themenbereich „Messmethoden“ ging **Georg Neubauer** von der Austrian Research Centers GmbH in Seibersdorf, Österreich, vor allem der Frage nach, mit welcher Genauigkeit und Zuverlässigkeit sich die Exposition durch elektromagnetische Felder in der Nähe von Basisstationen überhaupt bestimmen lässt. Die Expositionswerte hängen von einer Reihe von physikalischen Phänomenen ab (z.B. Reflexion, Beugung, Mehrwegeausbreitung und Diffusion), die dazu führen, dass die Felder von Basisstationen sowohl räumlich als auch zeitlich starke Schwankungen aufweisen. Kürzlich durchgeführte Messungen der Firma ARC Seibersdorf zeigten, dass selbst auf kleinstem Raum (ca. 1 m³) die Leistungsdichte, die vom BCCH Kanal einer benachbarten GSM Basisstation gemessen wird, um bis zu zwei Zehnerpotenzen variieren kann. Auch zeitlich lassen sich Schwankungen in der selben Größenordnung feststellen. Das zeigt,

dass es äußerst schwierig sein wird, die tatsächliche Exposition von Anwohnern in der Nähe von Basisstationen festzustellen, und dass auf jeden Fall die Auswahl eines geeigneten Messprotokolls von besonderer Wichtigkeit ist.

Unter dem Mandat der Europäischen Union befasst sich das Technische Komitee TC 106x der CENELEC (Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung) zur Zeit mit der Entwicklung von Standards (einschließlich der erforderlichen Messprozeduren), die dazu dienen sollen, die Exposition in der Nähe von Basisstationen nach einem einheitlichen Verfahren zu ermitteln. Dabei zeigt sich, dass die Art der Feldverteilung stark von dem angenommenen Expositionsszenario abhängt. Ob sich unter diesen Voraussetzungen überhaupt epidemiologische Studien durchführen lassen, um mögliche schädliche Effekte der elektromagnetischen Felder von Basisstationen zu untersuchen, wird deshalb in Fachkreisen äußerst kontrovers diskutiert. Wie Neubauer berichtete, finden zur Zeit Diskussionen bezüglich der Durchführbarkeit solcher Studien zwischen verschiedenen nationalen und internationalen Institutionen und Organisationen statt.

Christof Olivier von der Abteilung für Informationstechnologie der Universität Gent in Belgien verglich in seinem Vor-



v.l.n.r.: Antonio Martínez-González, Carla Oliveira, Christian Bornkessel, Wolfgang Hotz, Georg Neubauer, Christof Olivier

trag die unterschiedlichen Methoden, die bei der Messung der elektromagnetischen Felder von Basisstationen anzuwenden sind, je nachdem ob man dabei die Einhaltung von Grenzwerten überprüfen, oder aber die tatsächliche Exposition für einzelne Personen ermitteln will. Bisher sind Messungen in der Umgebung von Basisstationen fast ausschließlich zu dem Zweck erfolgt, die Einhaltung gültiger Grenzwerte zu überprüfen. Dabei wird stets von einer „Worst-Case“ Situation ausgegangen. Dieser Ansatz ist allerdings nicht geeignet, um die tatsächliche Exposition festzustellen, der einzelne Personen ausgesetzt sind. Die bisher verwendeten Mess- und Rechenverfahren müssen also entsprechend angepasst werden.

Ein erster Zwischenschritt könnte die Ermittlung von Mittelwerten an bestimmten Orten bzw. unter Annahme bestimmter Verhaltensmuster der zu untersuchenden Personen sein. Es wird allgemein als wichtig angenommen, dass auch die Ganzkörper SAR (spez. Absorptionsrate) ermittelt wird. Um die Ganzkörper SAR abzuschätzen genügt es allerdings nicht, einfach nur das elektrische Feld zu messen. Man muss auch Auftreffwinkel und Polarisation bestimmen. Es sind also wesentlich komplexere Feldmessungen erforderlich als bei Messungen zur Einhaltung von Grenzwerten. Nach Ansicht von Olivier sind Vorhersagen zur Langzeitexposition in der Umgebung von Mobilfunk-Basisstationen nahezu unmöglich, da dies von zu vielen unkontrollierbaren Variablen abhängt. Dasselbe gilt für die Abschätzung historischer Expositionswerte. Damit ist der zeitliche Verlauf der Emission von elektromagnetischen Feldern (EMF) über die Jahre gemeint.

Carla Oliveira vom Institut für Telekommunikation der Universität Lissabon, Portugal, stellte in ihrem Vortrag die Ergebnisse einer Messkampagne vor, bei der die Expositionswerte von Mobilfunk-Basisstationen in Lissabon gemessen wurden. Ziel der Messkampagne war es, die Einhaltung

von Personenschutzwerten zu überprüfen. Selbst im ungünstigsten Fall wurden dabei noch Werte gemessen, die 13.58 dB unterhalb des Grenzwertes lagen (gemäß Empfehlung des EU Ministerrats). Im allgemeinen lagen die Messwerte 22.4 dB unterhalb der Grenzwerte. Die höchsten Werte wurden auf Dächern auf Höhe der Antennen gemessen.

Wolfgang Hotz von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) in Mainz stellte die Ergebnisse einer deutschen Messkampagne an über 3600 Standorten vor. Auch hier war das Ziel die Einhaltung der Grenzwerte zu überprüfen. In keinem einzigen Fall wurde dabei ein Überschreiten der Personenschutzgrenzwerte gemessen. Es wurde festgestellt, dass die Höhe der Feldstärke an einem bestimmten Ort nicht sonderlich repräsentativ ist. Der Wert ist sowohl zeitabhängig als auch stark abhängig von den jeweiligen räumlichen Bedingungen. Es scheint daher nicht zweckmäßig zu sein, die Feldstärkemessungen in kartographischer Form festzuhalten, wie dies von der RegTP ursprünglich geplant war. Bei einer detaillierteren Messung in Taucha (Sachsen), die Herr Hotz exemplarisch vorstellte, wurde festgestellt, dass der Beitrag des Mobilfunks zur Gesamtexposition (Radio, Fernsehen etc.) nur sehr gering ist. Diese Tendenz zeigte sich auch an den meisten anderen Messorten.

Auch **Antonio Martínez-González** vom Institut für Theoretische Nachrichtentechnik der Technischen Universität in Carthagene, Spanien, stellte die Ergebnisse einer Messkampagne in Carthagene, einer mittelgroßen Stadt im Südosten Spaniens, vor. Wie im vorhergehenden Beitrag wurden auch diese Messungen durchgeführt, um die Einhaltung der Grenzwerte sicherzustellen. Auch hier waren in allen Fällen die Messwerte deutlich unter den Grenzwerten.

Im letzten Vortrag dieses Themenbereichs berichtete **Christian Bornkessel** von der IMST GmbH in Kamp-Lintfort, Nordrhein-Westfalen, über ein Messprogramm

seiner Firma in der Umgebung von 24 Basisstationen (insgesamt 87 Messpunkte). Anders als bei den vorausgegangenen Vorträgen wurden diese Messungen nicht durchgeführt, um die Einhaltung von Grenzwerten zu überprüfen, sondern mit dem Ziel, die tatsächliche Exposition innerhalb von Gebäuden festzustellen. An jedem Messort wurde durch Hin- und Herbewegen der Antenne der Ort maximale Feldstärke ermittelt. Obwohl sich alle Messorte in unmittelbarer Nachbarschaft von Basisstationen befanden, wurden in allen Fällen die ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) Grenzwerte weit unterschritten.

Es zeigte sich, dass es nicht möglich war, die Basisstationen gemäß bestimmter Parameter in Kategorien einzuteilen, da die Expositionsverhältnisse selbst bei ähnlichen äußeren Bedingungen zu unterschiedlich waren. In einem Laborexperiment fand auch die Gruppe von Bornkessel, dass die Feldstärke selbst auf kleinstem Raum (ca. 10 cm) um den Faktor 100 schwanken kann. Ein weiteres bemerkenswertes Resultat war die Tatsache, dass sich bei den Messungen der so genannte „Regenschirm“- oder „Leuchtturm“-Effekt (nach dem direkt unterhalb der Sendeantenne die Feldstärke besonders niedrig sein sollte) nicht ohne weiteres bestätigen ließ.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich in diesem Themenbereich zeigte, dass es äußerst schwierig sein dürfte, die Anwohner von Mobilfunk Basisstationen so bezüglich ihrer Exposition durch die elektromagnetischen Felder der Basisstationen zu kategorisieren, dass dies als Grundlage für eine aussagekräftige epidemiologische Studie dienen könnte. Die räumlichen und zeitlichen Schwankungen sind dafür zu groß, und die Einflüsse anderer Hochfrequenz-Quellen (Radio- und Fernsehsender, Mobiltelefone, schnurlose Telefone etc.) sind oftmals viel stärker als das eigentlich interessierende Feld der Basisstationen. Außerdem ist festzuhalten, dass bei allen Messkampagnen Expositionswerte weit un-



terhalb der in fast allen Ländern gültigen ICNIRP-Grenzwerte festgestellt wurden.

3. Dosimetrie

Auf Grund der oben beschriebenen Schwierigkeiten zur Feststellung des auf die exponierten Personen entfallenden Anteils an elektromagnetischen Feldern wäre es wünschenswert, ein kleines und einfach handhabbares Gerät zur Verfügung zu haben, das von den Teilnehmern an einer epidemiologischen Studie jederzeit getragen werden kann, und das über einen längeren Zeitraum unmittelbar die Exposition aufzeichnet, der diese Person ausgesetzt ist, unabhängig davon, wo sie sich gerade befindet.

Im ersten Vortrag dieses Themenbereichs ging **Joe Wiart** vom Forschungs- und Entwicklungs-Zentrum der France Telecom auf die grundsätzlichen Anforderungen und die Machbarkeit für ein solches „persönliches Dosimeter“ ein. Nach seiner Meinung dürfte ein solches Dosimeter nicht größer als $15 \times 10 \times 4 \text{ cm}^3$ sein. Es sollte in der Lage sein, frequenzselektiv zu messen und dabei insbesondere zwischen den Frequenzen des Mobilfunks (up- und downlink) differenzieren zu können. Außerdem sollte das Gerät möglichst isotrop (gleichmäßig in alle Richtungen) messen, wobei die Tatsache, dass das Gerät am Körper getragen werden muss, ein großes Problem darstellt.

Schließlich muss das Dosimeter empfindlich genug sein, um die erwarteten schwachen Felder messen zu können, was zu Problemen mit der Linearität führen kann.

Es stellt sich die Frage, ob bei Einhaltung der vorgenannten Anforderungen ein solches Dosimeter so gebaut werden kann, dass dadurch die Feldeinwirkung über einen Bereich von etwa 20 dB (Faktor 100) gemessen werden kann, um danach die Teilnehmer einer epidemiologischen Studie in verschiedene Expositionsklassen einteilen zu können. Nach Ansicht von Joe Wiart ist dies zwar „schwierig, aber machbar“.

Jürgen Kausche von der Firma Rohde und Schwarz präsentierte in seinem Vortrag eine Designstudie für ein persönliches Dosimeter. Das wesentliche Element des vorgeschlagenen Geräts besteht aus einer Serie von Miniantennen, die an verschiedenen Stellen ringsum in einen Gürtel eingearbeitet werden, den die Versuchsperson tragen soll. An der Seite des Gürtels befindet sich ein kleiner Kasten, in dem die Signale der verschiedenen Antennen dann zeitlich nacheinander und periodisch ausgewertet werden sollen.

Gedacht wird an zwei Typen: zum einen ein schmalbandiger Spektrumsanalyser, der nacheinander für jede einzelne Antenne das zu messende Spektrum durchsucht (im Technikjargon: durchscannt) und

der für eine Gesamtaufzeichnungsdauer von etwa drei Stunden ausgelegt sein soll. Beim zweiten Typ handelt es sich um ein breitbandiges System, das mit sechs frequenzselektiven Filtern arbeitet und bei dem im Rhythmus von weniger als einer Sekunde nacheinander für jede Antenne von einem Frequenzband zum nächsten geschaltet werden soll. Dieses Gerät soll Messungen über einen Zeitraum von 24 Stunden aufzeichnen.

Ob ein solches System mit seinen in den Gürtel eingearbeiteten Miniantennen praktikabel ist, wurde von einem Teil der anwesenden Experten in Frage gestellt. Immerhin soll das Gerät ja auch im Schlaf getragen werden.

Als weniger aufwändige Lösung wurde von Kausche vorgeschlagen, mit einem isotropen und frequenzselektiven Sensor die Exposition in den Räumen zu bestimmen, in denen sich Personen üblicherweise für mehrere Stunden am gleichen Ort aufhalten (also am besten im Schlafzimmer). Auf diese Weise wäre es möglich, Personen, die an ihrer Schlafstelle einer „hohen“ Exposition (relativ gesehen) ausgesetzt sind (bezüglich der interessierenden Mobilfunkfrequenzen), von solchen zu unterscheiden, die „niedrig“ oder gar nicht exponiert sind. Dies würde, zumindest für die Dauer des Schlafs, eine grobe Klassifizierung für eine epidemiologische Studie ermöglichen.

Im letzten Vortrag dieses Themenbereichs stellte **Carla Malacarne** vom ITC-irst (Zentrum für wissenschaftliche und technologische Forschung) in Trentin, Italien, ein numerisches Modell vor, mit dem sich berechnen lässt, wie viel Energie der elektromagnetischen Felder einer Basisstation an welchen Stellen im menschlichen Körper absorbiert wird. Modelliert wurde das Feld einer 900 MHz GSM Basisstation. Für den menschliche Körper wurde ein Modell entwickelt, indem die Wasserverteilung (und damit die Permittivität) im Körper mittels eines MRI Tomographen (Magnetic Resonance Imaging) aufgezeichnet wurde.



v.l.n.r.: Elzbieta Sobiczewska, Ray Kemp, Paolo Vecchia, Tom Mc Manus



4. Psychologische Aspekte

Johan Havenaar vom Altrecht Institute for Mental Health Care in Utrecht, Niederlande, war der erste Vortragende in der Sektion „Psychologische Aspekte“. Er konzentrierte sich dabei auf das sogenannte „Electric Hypersensitivity Syndrome“ (EHS) und hob hervor, dass von „psychologischen Effekten“ üblicherweise erst dann gesprochen werden kann, wenn für ein Gesundheitsproblem alle denkbaren biologischen Ursachen mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden können. Dies sei bei der Exposition durch elektromagnetische Felder nicht unbedingt gegeben. Er führte als Beispiel für einen biologischen Effekt elektromagnetischer Felder auf das Gehirn die rTMS (repetitive Transcranial Magnetic Stimulation) an, die für therapeutische Zwecke, z.B. zur Behandlung der Schizophrenie, eingesetzt wird.

Andererseits sind die Symptome beim EHS vergleichbar mit denen bei der „Multiple Chemical Sensitivity“ oder bei anderen sogenannten „Medically Unexplained Physical Symptoms“ (MUPS), bei denen vermutet wird, dass sie durch rein psychologische Effekte hervorgerufen werden. Es gibt nach den Worten von Havenaar eine Reihe von Studien, bei denen nachgewiesen werden konnte, dass diese unspezifischen Symptome auch unter Scheinexposition auftreten. Diese Studien scheinen also zu bestätigen, dass die Symptome durch einen „Nocebo“ Effekt (im Gegensatz zu Placebo) ausgelöst werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass durch andere Studien (die sich allerdings nicht auf elektromagnetische Felder bezogen) gezeigt werden konnte, dass dieser Nocebo Effekt z.B. durch Aufklärung der Betroffenen gemildert werden kann.

Eric van Rongen vom Health Council of the Netherlands in Den Haag, Niederlande, berichtete über ein Experiment, das zur Zeit in den Niederlanden durchgeführt wird. 36 Personen, die von sich behaupten,

durch die elektromagnetischen Felder benachbarter Basisstationen beeinflusst zu sein, und eine Kontrollgruppe von 36 Personen, die in diesem Sinne nicht „elektrosensibel“ sind, werden bezüglich allgemeiner Symptome und kognitiver Funktionen unter dem Einfluss der Felder von GSM und UMTS Signalen untersucht. Der Versuch findet in einem abgeschirmten Raum statt und ist doppelblind, d.h. weder Testperson noch Versuchsleiter wissen, ob das Feld gerade eingeschaltet ist oder nicht. Die im Experiment verwendete Feldstärke entspricht etwa der, wie sie in Häusern in der Nähe von Basisstationen zu erwarten ist (also weit unterhalb der ICNIRP Grenzwerte). Erste Resultate der Studie werden für Mitte Juli 2003 erwartet.

Über ein weiteres Experiment, das in der Schweiz durchgeführt wurde, trug **Martin Rööfli** von der Abteilung für Soziale und Präventive Medizin der Universität Bern, Schweiz, vor. Es handelte sich um eine Pilotstudie, um die Machbarkeit einer später geplanten, groß angelegten Studie zu testen. Die Pilotstudie wurde in der Umgebung einer neu errichteten Basisstation durchgeführt, die zu Beginn der Studie den Sendebetrieb noch nicht aufgenommen hatte. Die insgesamt 37 Testpersonen, die alle in der Nähe dieser Basisstation wohnten, waren aufgefordert worden, über eine Dauer von sechs Wochen jeden Abend und jeden Morgen ein Schlaftagebuch auszufüllen. Zusätzlich wurden jeden Mittwoch morgen Urinproben auf ihren Gehalt an Kortison getestet. Eine Person trug außerdem während des Test ein „Actiwatch“ Gerät, womit die Schlafaktivität aufgezeichnet werden konnte. Zu Beginn und am Ende der Testperiode wurde bei allen Testpersonen ein Hausbesuch durchgeführt, und in einer Befragung der Einfluss durch verschiedene Umweltfaktoren (z.B. Lärm) ermittelt, sowie eine Messung der Exposition im Radio- und Mikrowellenbereich vorgenommen.

Der Sendebetrieb der Basisstation wurde am 16. Tag der Studie aufgenommen,

wovon die Öffentlichkeit (und die Testpersonen) allerdings nicht in Kenntnis gesetzt wurden. Auf diese Weise konnte, unbeeinflusst durch psychologische Effekte, festgestellt werden, ob der Sendebetrieb in irgendeiner Weise den Schlaf oder das allgemeine Wohlbefinden der Testpersonen beeinflusst hat.

Es zeigte sich, dass das Studiendesign (Schlaftagebuch, Interviews, Messungen, Actiwatch, Testpersonen fungieren gleichzeitig auch als Kontrollgruppe) prinzipiell geeignet ist, um damit eine aussagekräftige größer angelegte Studie durchzuführen. Lediglich die Aussagekraft der Höhe des Kortisonspiegels ist zweifelhaft. Bei einer solchen Studie ist eine Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern unerlässlich, da nur so die Exposition durch die Basisstationen in randomisierter Weise an- und abgeschaltet werden kann. Ein wesentlicher Nachteil des Studiendesigns ist allerdings, dass sich damit nur kurzfristige Effekte untersuchen lassen.

In der Pilotstudie selbst war keine signifikante Änderung der Schlafdauer und des allgemeinen Wohlbefindens nach Aufnahme des Sendebetriebs festzustellen. Festzuhalten ist allerdings, dass sich auch die Gesamtexposition durch elektromagnetische Felder in den Häusern der Testpersonen nach Aufnahme des Sendebetriebs der Basisstation kaum änderte.

Hermann Vetter von der HAAG in Schönbrenn, Deutschland, berichtete über ein groß angelegtes Forschungsprojekt, das zwischen 1971 und 1976 in Heidelberg durchgeführt worden war. Mehr als 6000 Einwohner Heidelbergs im Alter von 33 bis 46 Jahren waren damals mit dem Ziel befragt worden, von ihnen ein psychologisches Persönlichkeitsprofil zu erstellen. Ein wesentliches Merkmal dieses Persönlichkeitsprofils war, ob die Befragten dazu neigten die Ursache für persönliche Probleme eher bei sich selbst zu suchen, oder ob sie dazu neigten, äußere Faktoren (Umweltverschmutzung, soziales Umfeld, etc.) dafür verantwortlich zu machen.

Dieses Datenmaterial könnte jetzt dazu benutzt werden, um dieselben Personen nochmals zu befragen, ob sie sich in ihrem Wohlbefinden durch Mobilfunk im allgemeinen bzw. durch benachbarte Basisstationen im besonderen beeinträchtigt fühlen oder nicht. Dabei könnte vorab anhand der früher ermittelten Persönlichkeitsparameter eine Einteilung der Befragten in „Besorgte“ und „Sorglose“ (bzgl. Umweltfaktoren) erfolgen und auf eine Korrelation mit Klagen über Gesundheitsprobleme durch benachbarte Basisstationen untersucht werden.

Monica Sandström vom National Institute of Working Life in Umeå, Schweden, berichtete über eine Pilotstudie, bei der 18 Personen befragt worden waren, welche Symptome sie mit benachbarten Basisstationen in Zusammenhang bringen. Die Befragten stellen keinen repräsentativen Querschnitt der Bevölkerung dar. Sie wurden rekrutiert, nachdem sie auf Anzeigen in 10 schwedischen Tageszeitungen geantwortet hatten, in denen die Leser aufgefordert worden waren über Symptome zu berichten, die sie mit Mobilfunkbasisstationen in Zusammenhang bringen. Es meldeten sich lediglich 18 Personen, von denen sich 17 als „elektrisch hypersensitiv“ bezeichneten. Viele der Personen, die sich meldeten, waren Mitglieder des schwedischen Vereins elektrosensibler Personen.

Die häufigsten Symptome, über die von den befragten Personen geklagt wurde, waren Konzentrationsschwierigkeiten, Kopfschmerzen, allgemeines Unwohlsein, Gedächtnisstörungen, ungewohnte Müdigkeit, Schlafstörungen, Schwindel, Übelkeit und Zahnprobleme. Frau Sandström zieht aus ihrer Studie den Schluss, dass es Menschen gibt, die besorgt sind über den weiteren Ausbau der Mobilfunknetze, und dass viele Menschen keinen Bedarf für einen solchen Ausbau sehen. Die Entscheidung für einen weiteren Ausbau habe nicht genügend Rückhalt in der Bevölkerung. Sie hält daher einen Dialog, der auf der Ver-

mittlung von Tatsachen aufbaut, für sehr wichtig.

5. Risikokommunikation

Es gibt ohne Zweifel viele Bedenken in der Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gesundheitsgefahren von Mobilfunk Basisstationen, die oftmals auf eine Fehleinschätzung des empfundenen Risikos zurückzuführen sind. Eine offene und wahrheitsgemäße Risikokommunikation ist daher wichtig, um unbegründete Ängste zu zerstreuen oder gar nicht erst entstehen zu lassen.

Im ersten Vortrag dieses Themenbereichs ging **Peter Wiedemann** von der Programmgruppe Mensch, Umwelt und Technologie der Forschungszentrums Jülich, Deutschland, auf grundsätzliche Fragen der Risikowahrnehmung in der Bevölkerung im Zusammenhang mit Elektrosmog ein. Ein grundsätzliches Problem ist dabei, dass Laien das „Risiko“, das von Funkmasten (und von Mobiltelefonen) ausgeht, anders wahrnehmen, als dies von Experten eingeschätzt wird. In einer Reihe von Studien zeigte sich, dass sich die Öffentlichkeit im allgemeinen keine allzu großen Sorgen über diese Risiken macht, dass das Thema aber in den Medien mit zunehmender Häufigkeit behandelt und die politische Diskussion darüber in hohem Maße kontrovers geführt wird.

Von Wiedemanns Gruppe wurde im Sommer 2002 in Tirol eine Studie mit 151 Personen durchgeführt, um dabei individuelle Unterschiede bei der Risikowahrnehmung in Bezug auf Funkmasten und Mobiltelefone zu untersuchen, und um herauszufinden, wie die Bevölkerung die wichtigsten Argumente, die in diesem Zusammenhang bei der Risikokommunikation gemacht werden, bewertet. Von Interesse war auch, wie künftige Ereignisse die Risikowahrnehmung beeinflussen könnten.

Die befragten Personen wurden, je nachdem wie ihre Einstellung in Bezug auf das Risiko, das vom Mobilfunk ausgeht, war, in drei Gruppen eingeteilt: „Besorgte“,

„Sorglose“ und solche die in dieser Hinsicht keine klare Meinung hatten („Unentschiedene“). Die Variablen, die darüber entschieden, zu welcher Gruppe jemand gehörte, waren vor allem Alter und Geschlecht. Andere Variable (z.B. Schulabschluss) spielten keine Rolle. Wie Wiedemann es formulierte, gehörten zu den „Sorglosen“ vor allem junge Männer und zu den „Besorgten“ überwiegend ältere Frauen.

Es zeigte sich weiter, dass die Risikowahrnehmung stark von der einmal gefassten Meinung abhängt. Sowohl die Gruppe der Besorgten als auch die der Sorglosen tendierte dazu, die Argumente zu bevorzugen, die ihre vorgefasste Meinung bestätigen, während gegenteilige Argumente und Informationen unterbewertet werden. Lediglich die „Unentschiedenen“ sind bereit, Pro und Kontra Argumente gleichermaßen wichtig zu nehmen. Das stellt eine Herausforderung für die Risikokommunikation dar, da es schwierig ist, eine einmal gefasste Meinung – und seien die Argumente auch noch so gut – zu ändern. Es liegt nahe, dass es vor allem darauf ankommt, *rechtzeitig* zu informieren (also z.B. *bevor* ein neuer Funkmast errichtet wird).

Nach den bisher gewonnenen Erkenntnissen – so führt Wiedemann aus – zeigt sich, dass es eine starke Asymmetrie zwischen warnenden und beruhigenden Informationen gibt. Warnende Meldungen werden viel aufmerksamer wahrgenommen und üben einen größeren Einfluss aus als beruhigende Meldungen. Dieser Effekt ist besonders ausgeprägt bei der Gruppe der Besorgten. All dies deutet darauf hin, dass es bei der Risikokommunikation offenbar nicht genügt, die Bevölkerung neutral und sachlich zu unterrichten. Nach Meinung von Wiedemann ist es wichtig, besser zu verstehen, wie andere Variablen, z.B. soziale Normen und Emotionen, die Risikowahrnehmung beeinflussen.

Ray Kemp von Galson Sciences in Oakham, Großbritannien, hob in seinem Vor-

trag hervor, dass es wichtig sei, die Sorgen in der Bevölkerung bezüglich möglicher Gesundheitsgefahren die von Funkmasten ausgehen, ernst zu nehmen. Selbst wenn es keine biologisch nachweisbaren Effekte gibt, die auf die Strahlung von Basisstationen zurückzuführen sind, so kann doch schon allein die Vorstellung eines Risikos in den betroffenen Personen Stress auslösen und zu erheblichem Widerstand der Anwohner gegen die Errichtung von Funkmasten führen. Einige Initiativen, die in jüngster Zeit von den Netzbetreibern in Großbritannien und einigen anderen Ländern gestartet wurden, um den Dialog mit der Öffentlichkeit zu intensivieren (z.B. Online-Verzeichnisse über Basisstationen), sind Zeichen für eine veränderte Einstellung gegenüber den Sorgen der Anwohner.

Ray Kemp schlägt für diesen Dialog eine, wie er es nennt, „Kommunikationsleiter“ vor, um zu vermeiden, dass die Risikokommunikation kontraproduktiv wirkt. Auf der untersten Stufe werden lediglich allgemeine Informationen durch Presseartikel oder Flugblätter vermittelt, aber je höher man auf dieser Leiter klettert, umso intensiver wird der Dialog, wobei auf den verschiedenen Stufen unterschiedliche Akteure involviert werden (Netzbetreiber, Bürgerversammlungen, Forschungsinstitute, Behörden, etc.). Nach Kems Ansicht ist es notwendig, die Effektivität der Risikokommunikation weiter zu erforschen und zu verbessern.

Nach Ansicht von **Paolo Vecchia** vom Physiklabor des nationalen Gesundheitsinstituts in Rom, Italien, ist Risikokommunikation das entscheidende Element beim Management des in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit von Mobilfunk Basisstationen ausgehenden „Risikos“. Es ist offensichtlich, dass es bei der Einschätzung des Risikos moderner Technologien eine große Kluft gibt zwischen der Meinung von Experten und der Wahrnehmung desselben Risikos durch Laien.

Bei der wissenschaftlichen Untersuchung der Mechanismen der Risikowahrnehmung hat sich gezeigt, welches die wesentlichen Faktoren sind, die dabei eine Rolle spielen. Einer der wichtigsten Faktoren ist die mangelnde Vertrautheit mit den zu Grunde liegenden komplizierten wissenschaftlichen, technischen und medizinischen Mechanismen. Die laiengerechte Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist daher ein zentraler Aspekt der Risikokommunikation, bei der es allerdings zu einer Reihe von Problemen kommen kann.

Um wissenschaftliche Erkenntnisse für Laien verständlich darzustellen, sind Vereinfachungen erforderlich. Dieser Vorgang ist immer subjektiv und kann zu Missverständnissen führen, insbesondere dann, wenn die Informationen durch die Medien weiter verzerrt werden. Außerdem neigen Laien dazu, in „schwarz-weiß“ Kategorien zu urteilen (gefährlich/ungefährlich, krebs-erregend/nicht-krebs-erregend), während Wissenschaftler ein Risiko kontinuierlich oder in wesentlich feineren Abstufungen beurteilen.

Es ist auch wichtig, auf welche Weise Informationen vermittelt werden. Vorträge, Zeitschriftenartikel und Broschüren sind geeignete Instrumente, um Informationen „direkt“ zu übermitteln. Es gibt aber auch viele Kanäle, über die eine Botschaft auf eine „versteckte“ bzw. „indirekte“ Weise transportiert werden kann. Dazu gehören Gerichtsurteile, „gut gemeinter“ Rat zur Risikovermeidung, übertriebene Vorsichtsmaßnahmen und unangemessen restriktive Grenzwerte. Oftmals werden solche versteckten Botschaften auch gleichzeitig mit direkten Informationen übermittelt und können letztere sogar konterkarieren. So wird manchmal schon allein auf Grund der Ankündigung, dass eine epidemiologische Studie durchgeführt werden soll, der Öffentlichkeit unbeabsichtigt signalisiert, dass an den vorgebrachten Bedenken „irgend etwas dran sein muss“. Dieser Effekt muss nach Meinung von Vecchia unbedingt berücksich-

tigt werden, wenn man darüber nachdenkt, Studien zu möglichen Gesundheitsgefahren von Funkmasten durchzuführen.

Zum Abschluss stellte **Elzbieta Sobiczewska** von der Abteilung für Mikrowellensicherheit des Militärinstituts für Hygiene und Epidemiologie in Warschau, Polen, eine Studie vor, bei der etwa 1000 Personen, die in der Nähe von Mobilfunk-Basisstationen wohnen und die sich in Bürgerbewegungen gegen die Errichtung dieser Basisstationen engagiert hatten, bezüglich ihrer Wahrnehmung und Kenntnis möglicher Risiken durch Funkmasten und bezüglich ihrer Kenntnis der biologischen Effekte von Mikrowellen befragt worden waren. Es zeigte sich, dass die meisten Befragten nur sehr wenig über mögliche biologische Effekte von Mikrowellen wussten. Andererseits war aber in der Regel die Furcht vor möglichen Gesundheitsgefahren durch die Strahlung der Funkmasten umso höher, je niedriger der Kenntnisstand über die biologischen Effekte von elektromagnetischen Wellen war. Mobilfunkbasisstationen wurden übrigens nur dann als solche wahrgenommen, wenn sie auf weithin sichtbaren Masten angebracht waren, nicht aber, wenn sie sich auf oder an Gebäuden befanden.

Als Konsequenz der Ergebnisse dieser Studie und weiterer Untersuchungen, die in den vergangenen fünf Jahren in Polen durchgeführt wurden, hat man in Polen folgende Empfehlungen zur Schlichtung künftiger Konflikte bei der Errichtung neuer Basisstationen ausgegeben: Erstens, die Anwendung moderner Methoden der Risikokommunikation in Form von klaren, wissenschaftlich fundierten und allgemein verständlichen Informationen. Zweitens, Versammlungen und Verhandlungen mit Vertretern der Anwohner unter Beteiligung unabhängiger Experten, die wenn möglich von den Anwohnern selbst ausgewählt werden, und drittens, die Initiierung und Förderung unabhängiger Forschung zur Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Mensch und Umwelt.



Zusammenfassung der Workshop-Diskussion

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass die Stärke der elektromagnetischen Felder von Mobilfunk-Basisstationen, auch in deren unmittelbarer Nachbarschaft, stets weit unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte liegt. Bei solch niedrigen Expositionen ist es aus wissenschaftlicher Sicht äußerst unwahrscheinlich, dass Mensch oder Umwelt in irgendeiner Weise gefährdet sein könnten. Außerdem konnte bisher, trotz zahlloser Untersuchungen, die die Effekte schwacher elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme im allgemeinen, sowie auf Tiere und Menschen im Besonderen studiert haben, kein schlüssiger Nachweis für eine gesundheitliche Gefährdung bei solch niedrigen Expositionen erbracht werden.

Nach Meinung vieler anwesender Experten kann aus diesem Grund kaum damit gerechnet werden, dass epidemiologische Studien in der Lage sind, Beeinträchtigungen der Gesundheit durch die Felder von Mobilfunk-Basisstationen nachzuweisen, bzw. ein statistisch erkennbares Risiko festzustellen.

Wegen der räumlich und zeitlich stark schwankenden Feldstärke ist es nur mit erheblichem Aufwand (wenn überhaupt) möglich, eine brauchbare Expositionsmetrik festzulegen, mit der sich die Teilnehmer an einer solchen Studie in unterschiedliche Expositionsklassen einteilen ließen. Dies wird noch dadurch erschwert, dass auch Personen, die nicht in der Nähe von Basisstationen leben, hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von zahllosen anderen Quellen ausgesetzt sind, und diese Felder sind meist erheblich stärker als jene des Mobilfunks.

Ein persönliches Dosimeter, mit dem die Exposition frequenzselektiv über eine längere Zeit direkt am Körper der Versuchspersonen gemessen werden könnte, würde die Aufgabe, verschiedene Expositionsklassen zu ermitteln, sicher erheblich erleichtern. Aber ein solches Personen-Dosimeter existiert zur Zeit noch nicht. Selbst wenn es kurzfristig gebaut werden könnte, müsste in einer Pilotstudie erst noch die Tauglichkeit für den Einsatz nachgewiesen werden. Außerdem lassen sich damit bestenfalls kurzfristige Effekte untersuchen, die aber in der Regel – nach Mei-

nung der meisten der anwesenden Experten – besser unter Laborbedingungen studiert werden könnten.

Weiter gilt es zu klären, ob die auf diesem Workshop besprochenen psychologischen Effekte eine Erklärung für die berichteten Gesundheitsprobleme sein könnten, über die die Anwohner von Funkmasten klagen. Wenn jemand davon überzeugt ist, dass Funkmasten eine Gesundheitsgefahr sind, dann wird schon die bloße Tatsache, dass in unmittelbarer Nachbarschaft ein solcher Funkmast errichtet wird, Stress auslösen, der dann zu allen möglichen Befindlichkeitsstörungen und Gesundheitsproblemen führen kann. Die Vortragenden in der Sektion „Psychologische Aspekte“ haben dafür eine Reihe von Indizien angeführt.

Umso wichtiger wird dann eine von den anwesenden Experten geforderte rechtzeitige und sorgfältige Risikokommunikation, damit solcher Stress gar nicht erst entstehen bzw. soweit wie möglich wieder abgebaut werden kann.

*Dr.-Ing. Reinhard Giraud,
wissenschaftlicher Berater,
Forschungsgemeinschaft Funk e.V.*

81

