

Protokoll des Fachgesprächs „Dosimetrie bei epidemiologischen Studien um Basisstationen“

BfS Neuherberg, 15. März 2004

Teilnehmer:

Berg, Breckenkamp (Universität Bielefeld), Bornkessel (IMST, Kamp-Lintfort), Neitzke, Voigt (ECOLOG, Hannover), Bökelmann (Vodafone, Düsseldorf), Brix, Vogel (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München), Brüggemeyer (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover), Gerhardt (E-plus, Düsseldorf), Hansen (Bergische Universität Wuppertal), Hombach (T-Mobile, Darmstadt), Kamp, Kalau (Enorm GmbH), Praml, Radon (LMU München), Schmid (ARC Research Centers Seibersdorf), Schönborn (O₂, München), Schüz (Universität Mainz), Wiedenhofer (Bayerisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik), Wuschek (Fachhochschule Deggendorf),

Weiss, Matthes, Kreuzer, Ziegelberger, Asmuss, Baldermann, Pophof (Bundesamt für Strahlenschutz)

Tagesordnung

1. Begrüßung
2. Grundlegende Anforderungen an die Dosimetrie aus der Sicht der Epidemiologie
3. Probleme der Feldverteilung um Basisstationen
4. Stand der Arbeit zur Entwicklung eines Dosimetrie-Konzeptes
5. Diskussion des Dosimetrie-Konzeptes im Hinblick auf die epidemiologischen Vorgaben und dessen Realisierbarkeit
6. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

1. Begrüßung und Einleitung durch Herrn Weiss (BfS)

Das Fachgespräch dient der Vorbereitung einer Entscheidung des BfS über die Machbarkeit der Querschnittstudie zur Erfassung und Bewertung von gesundheitlichen Beschwerden durch die Exposition von Basisstationen. Der Schwerpunkt liegt auf Fragen der Expositionsbestimmung. Darüber hinaus gehende Fragestellungen zur Machbarkeit der Studie werden in einem weiteren Fachgespräch Anfang Mai 2004 behandelt.

2. Grundlegende Anforderungen an die Dosimetrie aus der Sicht der Epidemiologie (Frau Berg, Universität Bielefeld)

Frau Berg stellt kurz die Problematik epidemiologischer Studien um Basisstationen vor, die ursprünglich von COST 281 wegen nicht realisierbarer Expositionsermittlung

verworfen worden waren. Wegen der vorhandenen Besorgnis in der Bevölkerung werden dennoch epidemiologische Studien angestrebt und mittlerweile sowohl von COST 281 als auch von der WHO für notwendig erachtet. Grundsätzlich gilt, dass eine retrospektive Erfassung der Exposition durch Basisstationen nahezu unmöglich ist und von daher chronische Krankheiten nicht untersucht werden können. Die Ermittlung der aktuellen Exposition erscheint jedoch nach derzeitigem Erkenntnisstand machbar. In Querschnittsstudien werden zeitgleich die aktuelle Exposition und aktuelle Befindlichkeitsstörungen erhoben. Da man davon ausgehen kann, dass akute Befindlichkeitsstörungen direkt mit der aktuellen EMF-Exposition einhergehen, können mit diesem Studiendesign Aussagen zum Zusammenhang zwischen EMF und Befindlichkeitsstörung getroffen werden. Im Rahmen des Projektes „Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen“ wird derzeit in einer Pilotphase das Studiendesign in Zusammenarbeit von Uni Bielefeld, Uni Mainz, DKFZ Heidelberg und NFO Infratest München erarbeitet.

Um einen Zusammenhang zwischen geäußerten Befindlichkeitsstörungen und der aktuellen Hochfrequenzexposition zu untersuchen, ist es notwendig, die aktuelle Feldimmission durch Sendeanlagen in der Nähe der betreffenden Personen mit ausreichender Genauigkeit festzustellen.

Frau Berg erläutert, dass für die Durchführung des Projekts eine grobe Expositionsabschätzung für eine große Gruppe (Basiserhebung) sowie eine exaktere Dosimetrie für eine kleine Gruppe (Vertiefungserhebung) erforderlich ist.

Davon ausgehend, dass Fehler in der Expositionsabschätzung bei Erkrankten und Nicht-Erkrankten gleichermaßen auftreten (Nicht-differenzielle Missklassifikation), führt die Missklassifikation immer zu einer Unterschätzung des Risikos. Frau Berg gibt hierzu einige Beispiele für Auswirkungen der Missklassifikation auf das geschätzte Risiko. Im weiteren Verlauf der Pilotphase muss dringend geklärt werden, welche Unsicherheiten bei der Kategorisierung der gegebenen Population zugelassen werden können und welche Vorgaben für die Expositionsermittlung erfüllt sein müssen, um Risiken noch ausreichend genau erfassen zu können. Diese Sensitivitätsanalyse ist auf dem nächsten Fachgespräch (2. Epidemiologisches EMF-Kolloquium) vorzulegen und zu diskutieren.

3. Probleme der Feldverteilung um Basisstationen (Herr Bornkessel, IMST GmbH)

Herr Bornkessel stellt Ergebnisse aus dem Projekt „Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen“ vor.

Es wurden Messungen der Feldstärke an unterschiedlichen Messpunkten durchgeführt, wobei unterschiedlichste Anordnungsconfigurationen untersucht wurden, allerdings unter dem Aspekt der "Maximumsuche". Zur Bestimmung der Feldstärken wurde ein Raum-Volumen mit der Schwenkmethode abgetastet. Es

zeigten sich große Immissionsschwankungen in einer Messreihe und zwischen unterschiedlichen Messreihen. Messorte, die auf Anfrage von Bürgern untersucht wurden, zeigten mehrheitlich deutlich niedrigere Feldstärken als die für die Maximumsuche ausgewählten Messorte.

Es wurden mehrere mögliche Einflussfaktoren untersucht und deren Bedeutung bestimmt:

1. Entfernung

Es bestätigt sich, dass im Bereich bis zu einigen hundert Metern Abstand zur Basisstation der Faktor Entfernung für eine Abschätzung der relativen Feldstärke nicht geeignet ist. Erst in größerer Entfernung ist davon auszugehen, dass die Feldstärke mit zunehmendem Abstand deutlich abnimmt.

2. Höhenverhältnis Emissions- zu Immissionsort. Winkel zur Hauptstrahlrichtung

Diese Faktoren sind als Haupt-Einflussgrößen zu betrachten. Messorte in Hauptstrahlrichtung gehörten zu den höchstexponierten.

3. Antennen-Sendeleistung

Basis: maximale Kanalanzahl, nur Hauptstrahlrichtung berücksichtigt. Die anhand der Kanalzahl abgeschätzte Sendeleistung stellte keine wichtige Einflussgröße dar. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Kanäle nicht notwendigerweise proportional zur Sendeleistung ist, da einzelne Kanäle unterschiedliche Leistungen haben können. Es wurde entsprechend angemerkt, dass die Kanalzahl kein maßgebliches Kriterium für die Immission darstellt.

4. Antennentyp und Ausrichtung, Downtilt

Wichtige Einflussfaktoren.

5. Horizontale Ausrichtung zum Sektor

Nachweisbarer Einflussfaktor.

6. Dämpfung durch Gebäude oder andere Sichthindernisse

Befindet sich die Basisstation auf dem Dach eines Gebäudes, findet man in der Regel eine gleichmäßige Abnahme der Feldstärke über die Höhe im Haus, außen und auf Nachbargebäuden ist die Exposition in aller Regel höher. Ausnahmen können bei Reflexionen an Nachbargebäuden auftreten.

7. "Leuchtturmeffekt"

Es wurden nur Wohnungen direkt unter der Anlage verglichen. Ergebnis: die gemessenen Feldstärken waren zwar niedriger, als der geringe Abstand zur Station vermuten ließe, aber nicht notwendigerweise klein. Verallgemeinerungen sind nicht möglich. Der "Leuchtturmeffekt" ist zwar oft vorhanden, aber nicht immer.

8. Benachbarte Anlagen

Der Einfluss benachbarter Anlagen war oft gering. Die Anlage am Ort liefert oft (aber nicht immer) den größten Beitrag. Ausnahmen waren z.B. besonders exponierte Messpunkte.

9. Schwankungen der gemessenen Feldstärke in Innenräumen

Es traten starke Unterschiede der Feldstärke auf. Immissionen können in einigen Fällen aufgrund der Reflexionen sogar Freiraumprognosen überschreiten. Die mögliche Dämpfung durch Mobiliar und Personen spielt eine wesentliche Rolle.

10. Zeitliche Immissionsschwankungen

Dieser Einflussfaktor war vergleichsweise gering. Es wurde ein typischer tageszeitlicher Verlauf gemessen, wobei die Feldstärken nachts am geringsten sind.

Fazit:

Einflussfaktoren sind komplex und müssen in Kombination betrachtet werden. Viele klassische Regeln gelten nur eingeschränkt. Entscheidend ist die Orientierung zur Hauptstrahlrichtung. Exakte Vorhersagen zu erwartender Immissionen sind schwierig. Schwankungen im Innenraum sind als "worst case Szenario" einzu-beziehen, aber nicht als Realsituation darzustellen. Zeitliche Schwankungen können berücksichtigt werden. Generell sind Nachbarn in der Hauptstrahlrichtung stärker exponiert als Personen in Wohnungen direkt unter der Antenne. Der Winkel zur Hauptstrahlrichtung ist das beste Maß. Zeitliche Schwankungen sind vergleichsweise gering.

4. Stand der Arbeit zur Entwicklung eines Dosimetrie-Konzeptes (Herr Neitzke, ECOLOG – Institut)

Herr Neitzke stellt seine bisher durchgeführten Arbeiten zur elektromagnetischen Exposition in der Umgebung von Mobilfunk-Basisstationen im Rahmen des Forschungsprojektes „Bestimmung der Exposition von Personengruppen, die im Rahmen des Projektes „Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen“ untersucht werden“ vor.

Ziel: Bestimmung der Exposition für eine möglichst große Zahl von Teilnehmern an der Querschnittsstudie.

Bisher wurden Messungen in 180 Wohnungen im ländlichen oder kleinstädtischen Bereich durchgeführt. Prinzipielle Methode: 1 m X 1 m Raster vermessen, i. d. R. nur in einer Höhe, oder 5-Punkte Raster (Diagonale im Raum), in kleinen Räumen auch nur ein Punkt, sowie Messungen an ca. 250 Punkten im Außenraum um Basisstationen. Bisher wurden Daten von 120 Stationen ausgewertet.

Bei den Messorten wurden möglichst unterschiedliche Siedlungs- und Gebäudetypen sowie unterschiedliche Standort- und Anlagentypen ausgewählt, bisher jedoch ausschließlich im ländlichen oder kleinstädtischen Raum. Die erforderlichen Anlagedaten wurden überwiegend von den Gemeinden bereitgestellt.

Bei den Feldstärkemessungen lagen von den Wohnungen (n = 132) knapp 80 in der Kategorie unter $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$, ca. 15 Wohnungen $>100 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Im weiteren wurde eine vereinfachte Formel $S_F = P_A G_A (\theta, \phi) / (4\pi r^2)$ für die Freiraumausbreitung diskutiert. In diese Formel gehen Anzahl der Antennen, Frequenz, Sicherheitsabstände in Hauptstrahlrichtung, Hauptstrahlrichtungen jeder einzelnen Antenne, Montagehöhen sowie Höhe des Messortes ein. Die Einbeziehung von Terrainunterschieden war nicht realisierbar.

Um Faktoren wie z.B. Dämpfung zu erfassen, werden die Wohnungen nach Bebauungstyp unterschieden (Einzel- und Reihenhausbebauung, Blockbebauung, aufgelockert oder verdichtet, geschlossene Bebauung, jeweils Ausbreitung direkt/indirekt, Sichtbarkeit der Basisstation ja/nein). Als Downtilt werden 2 Grad angenommen. Unter den Begriff "Dämpfung" fallen dabei alle Umgebungsfaktoren, die einen Einfluss auf die Leistungsflussdichte haben.

Herr Neitzke weist mehrfach darauf hin, dass das Modell stark vereinfacht sein muss, um für die große Zahl der in der Querschnittstudie zu untersuchenden Wohnungen (geplant sind 30.000 Haushalte) anwendbar zu sein.

Bei einem Vergleich der nach diesem vereinfachten Modell berechneten Werte mit den gemessenen Werten kommt Herr Neitzke auf einen Regressionskoeffizienten von maximal 0.6, was nach Meinung von Herrn Neitzke und Frau Berg akzeptabel erscheint. Die Frage, wie belastbar die einfache lineare Regression wirklich ist, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Zu den aus Sicht von Herrn Neitzke noch anstehenden Aufgaben gehören:

Auswertung der Messergebnisse, weitere Standorte in verdichteter und geschlossener Bebauung, ggf. Verbesserung der Antennenmodelle, Ermittlung der Dämpfungsfaktoren für alle Immissionssituationen, Überprüfung des Verfahrens und der Dämpfungsfaktoren durch Messungen und Berechnungen an weiteren Standorten.

5. Diskussion des Dosimetrie-Konzeptes im Hinblick auf die epidemiologischen Vorgaben und dessen Realisierbarkeit

Es wurden drei Fragen formuliert:

1. Ist die ECOLOG-Methode zielführend?
2. Welche Alternativen wären denkbar?
3. Wie ist die Datenverfügbarkeit für das ECOLOG-Modell?

zu 1. Ist die ECOLOG Methode zielführend?

Es wird die Frage aufgeworfen, mit welcher Sicherheit die wichtigsten Parameter bestimmt werden können, z.B. Dämpfung (geschätzt 2-16 dB Abweichung), Sendeleistung (geschätzt Faktor 2-4), Zeitabhängigkeit (geschätzt Faktor 2), Mittelung über Zeit und Raum (geschätzt 8 - 20 dB).

Welcher Gesamtfehler sich hieraus ergäbe, konnte quantitativ nicht bestimmt werden, er wurde aber übereinstimmend als erheblich eingeschätzt.

Bezüglich der Variationen in Innenräumen findet ECOLOG deutlich geringere Schwankungen als die IMST GmbH und die Fachhochschule Deggendorf. Von ECOLOG wird dieses Problem daher als nicht so schwerwiegend eingeschätzt. Infolge des von ECOLOG eingesetzten Messverfahrens (feste Messpunkte, keine Maximumsuche, Mittelung über die Zeit) liegen die ECOLOG-Messwerte durchgehend unter den von der IMST GmbH ermittelten Werten. Vorgeschlagen werden Daten-Abgleich und Diskussion der Ergebnisse zwischen ECOLOG und IMST GmbH. Generell findet auch die Fachhochschule Deggendorf höhere Messwerte als ECOLOG, was daran liegen kann, dass die FH Deggendorf im Gegensatz zu ECOLOG Großstädte einbezogen hat. Zudem muss bei Daten, die auf der Basis weniger Stützstellen gewonnen wurden das Problem der zeitlichen und räumlichen Mittelung genauer betrachtet werden.

Es wird die Frage diskutiert, wie die Expositionsgruppen "stark/mittel/schwach" definiert und voneinander abgegrenzt werden sollen. ECOLOG würde - vor dem Hintergrund der als vorläufig zu betrachtenden Ergebnisse - eine Exposition von 100 $\mu\text{W}/\text{qm}$ als "stark" definieren, alles unter 10 oder auch 1 $\mu\text{W}/\text{qm}$ als "schwach". Es wird darauf hingewiesen, dass der Abstand zwischen den Kategorien (1 μW - 100 $\mu\text{W}/\text{qm}$) deutlich geringer wäre als die diskutierten Unsicherheitsfaktoren, und somit in den anzunehmenden Schwankungen "untergehen" würde. Seitens der epidemiologischen Forschungsnehmer wird festgestellt, dass eine Einteilung in Kategorien wünschenswert, jedoch auch eine stetige Variable möglich wäre.

Es wird die Frage diskutiert, ob man mit anderen Daten das ECOLOG-Modell testen könnte. Während die Maximal-Werte der IMST GmbH hierfür wohl nicht in Frage kommen, wäre die FH Deggendorf bereit, sofern die von ihr erhobenen Daten vom Auftraggeber freigegeben würden, das ECOLOG-Modell versuchsshalber auf ihre Daten anzuwenden.

zu 2. Welche Alternativen werden gesehen?

Seitens des Bayerischen Landesamtes für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (LfAS) wird kurz der Stand des Personendosimeters skizziert. Insgesamt ist das Projekt noch nicht abgeschlossen, bisher existiert ein Prototyp, mit dem erste grobe Testmessungen durchgeführt wurden. Voneinander unabhängig erfassbar sind die Frequenzbereiche 900 MHz (D-Netz), 2GHz (E-Netz, DECT, UMTS) und 2.4 GHz (WLAN). Für das D-Netz und E-Netz können relevante Beiträge durch eigene Telefonate (Handy) als solche identifiziert werden. Fernsehsender zu erfassen, ist bei den gegebenen Dimensionen des Messgeräts (Gewicht ca. 65 g,

klein, je nach Datenmenge 15 Stunden bis 15 Tage benutzbar, Abtastrate 0.5 - 10 sek) nicht machbar. Es wird deutlich, dass es *das* HF-Dosimeter für alle interessierenden Frequenzen nicht gibt. Auch von dem LfAS-Dosimeter ist nicht anzunehmen, dass es in ausreichender Stückzahl zu vertretbaren Preisen für die Querschnittstudie bereitgestellt werden kann.

Zur Vereinfachung wird vorgeschlagen, die Studie in ländlichen Gebieten durchzuführen, da hier der Abstand zur Basisstation (ab 500 m) als Maß besser geeignet ist als in stark bebauten Gebieten. Als wichtig wird auch die Erfassung der Einflüsse von LW, MW und KW erachtet, um sicherzustellen, dass keine Cluster einbezogen werden, in denen die EMF-Exposition durch Basisstation gering, aber durch Radio- und Fernsender hoch ist. Weiterhin wird angeregt, Gemeinsamkeiten, d.h. übereinstimmende Charakteristika der vergleichsweise "hoch" bzw. "gering" exponierten Wohnungen zu suchen und diese Charakteristika als Hilfsmittel zur Ermittlung der Kategorien heranzuziehen.

zu 3. Wie ist die Datenverfügbarkeit?

Die Vertreter der Betreiber weisen darauf hin, dass sie kein Personal abstellen können, um die nötigen Daten aus ihren Unterlagen herauszusuchen und verweisen auf die zentrale Sammelstelle RegTP. ECOLOG schätzt als Größenordnung 3000-5000 benötigte Standortbescheinigungen, vielleicht auch doppelt so viele. Von Seiten der epidemiologischen Forschungsnehmer wird angemerkt, dass zunächst ein Zugriff auf *alle* Standortdaten nötig ist, um die Basisstationen lokalisieren zu können.

Die benötigten Standortbescheinigungen liegen offenbar überwiegend als Papierdaten bei der RegTP vor. Nur ein geringer Teil ist in Datenbanken erfasst. Es ist also zu prüfen, ob alle benötigten Daten bei der RegTP verfügbar sind und ob diese eine ausreichende Genauigkeit und Aktualität aufweisen.

6. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Neben der Klärung der Frage, ob die von ECOLOG vorgestellte Methode für die Expositionsermittlung im Rahmen der Querschnittstudie geeignet ist und zu belastbaren Ergebnissen führt, müssen die präsentierten Daten von der epidemiologischen Seite überprüft und bewertet werden. Alternativen wurden nicht aufgezeigt. Mit einem für eine große Studie einsetzbaren Dosimeter ist in nächster Zukunft nicht zu rechnen (Kosten!). Als eine weitere Schwierigkeit könnte sich die Verfügbarkeit der benötigten Daten erweisen. Hier ist möglichst schnell mit der RegTP zu klären, welche Daten in welcher Form vorhanden sind und zur Verfügung gestellt werden können.

Zusammenfassend wurde festgehalten, dass dem vorgestellten Lösungsansatz erhebliche Skepsis entgegengebracht wird. Es wurde noch nicht zweifelsfrei gezeigt, dass die aus epidemiologischer Sicht erforderlichen Anforderungen an dosimetrische Kriterien erfüllt werden können. Hauptziel im verbleibenden Teil der

Machbarkeitsstudie ist es, die aufgeworfenen Fragen soweit zu beantworten, dass eine wissenschaftlich vertretbare Entscheidung über die Durchführung der geplanten Querschnittstudie möglich wird.

Es wird angestrebt, dass auf dem 2. Epidemiologischen EMF-Fachgespräch im Mai 2004 ein schlüssiges, zielführendes Konzept für die Querschnittstudie vorgelegt werden kann. Dabei sind die aufgeworfenen Fragen der Expositionsermittlung und der Datenverfügbarkeit bei der RegTP zu berücksichtigen.