

# **Protokoll zum 3. Kolloquium „Epidemiologische Forschungsvorhaben des BfS zu hochfrequenten elektromagnetischen Feldern“**

---

am 14.11.2005 von 09:00 bis 16:15

am Bundesamt für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg  
(Organisation: PD Dr. Kreuzer, BfS)

## **Teilnehmer (Extern):**

**Dr. G. Berg** (Universität Bielefeld, AG3 Epidemiologie und Medizinische Statistik)  
**Dr. C. Bornkessel** (IMST, Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik, Kamp-Lintfort)  
**Prof. Dr. R. von Kries** (LMU München, Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin)  
**Prof. Dr. M. Kundi** (Medizinische Universität Wien, Institut für Umwelthygiene)  
**Dr. H. Merzenich** (Universität Mainz, Inst. f. Med. Biometrie, Epidemiologie und Informatik)  
**Dr. R. Mundhenke** (BMU, Bundesumweltministerium)  
**Prof. Dr. D. Nowak** (LMU München, Institut für Arbeits- und Umweltmedizin)  
**PD Dr. K. Radon** (LMU München, Institut für Arbeits- und Umweltmedizin)  
**Dr. M. Röösl** (Universität Bern, Institut für Sozial- und Präventivmedizin)  
**Dr. B. Schlehofer** (DKFZ Heidelberg, AG Umweltepidemiologie)  
**Fr. A. Schmidt-Pokrzywniak** (Uni Halle, Inst. f. Med. Epidemiologie, Biometrie u. Informatik)  
**PD Dr. J. Schüz** (Danish Cancer Society, Institute of Cancer Epidemiology, Kopenhagen)  
**Fr. H. Spiegel** (LMU München, Institut für Arbeits- und Umweltmedizin)  
**Prof. Dr. A. Stang** (Universität Halle, Inst. für Med. Epidemiologie, Biometrie und Informatik)  
**Dr. E. Vogel** (Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz)

## **Teilnehmer (BfS Neuherberg)**

**Dr. M. Asmuss** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Dr. C. Baldermann** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Dr. A. Dehos** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Hr. D. Geschwentner** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Dr. T. Jung** (BfS, SG 1, Strahlenwirkungen – und risiko)  
**PD Dr. M. Kreuzer** (BfS, SG 1.2, Strahlenepidemiologie) (*Protokollführerin*)  
**Hr. R. Matthes** (Leiter: BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Fr. C. Pölzl** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**PD Dr. B. Pophof** (BfS, AG NIR, Nichtionisierende Strahlung)  
**Dr. W. Weiss** (BfS, SG, Fachbereich Strahlenschutz und – gesundheit)

## Top 1: Begrüßung

Herr WEISS begrüßt die Teilnehmer zum 3. Epidemiologie Kolloquium im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms und geht kurz auf den Stand des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms ein. Der Abschluss des DMF-Forschungsprogramms ist für Anfang 2007 geplant. Der Bereich Epidemiologie umfasst ca. 20 % des Gesamtfinanzvolumens des DMF-Programms. Herr WEISS berichtet kurz über die Entscheidung des BfS, die geplante prospektive Kohortenstudie nicht im Rahmen des DMF-Programms durchzuführen. Er würdigt ausdrücklich die Bemühungen sowohl des Auftragnehmers als auch der beteiligten Netzbetreiber. Die Machbarkeitsstudie hatte ein insgesamt positives Ergebnis hinsichtlich der technischen Durchführbarkeit erbracht, auch war die Kooperationsbereitschaft und der personelle Einsatz der vier Netzbetreiber sehr hoch. Aufgrund der extrem geringen Teilnahmebereitschaft der Probanden ist die Durchführung einer Hauptstudie mit unveränderter Vorgehensweise nicht möglich. Eine weitere Machbarkeitsstudie zur Überprüfung unterstützender Maßnahmen zur Steigerung der Probandenzahl ist vom Zeit- und Finanzplan innerhalb des DMF-Programms nicht mehr möglich.

## Top 2: Kurzbericht zum Stand der Forschungsvorhaben des DMF-Programms im Bereich Epidemiologie und zu den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie Handykohorte

Frau KREUZER berichtet, dass es insgesamt 8 Forschungsvorhaben im Bereich Epidemiologie gibt, davon sind 4 abgeschlossen, 2 laufen und 2 befinden sich unmittelbar vor Vergabe. Der Anteil dieser Forschungsvorhaben am Gesamtfinanzvolumen des DMF-Programms liegen bei 17 %. Dieser Anteil ist auch deswegen so gering, da die geplante Durchführung der Handykohorte nun entfällt. Eine Auflistung der Vorhaben mit deren Laufzeiten wird als Tischvorlage zur Verfügung gestellt. Der Stand der Forschungsvorhaben, die zugehörigen Zwischenberichte und der Abschlussbericht sind im BfS-Internet-Portal [www.emf-forschungsprogramm.de](http://www.emf-forschungsprogramm.de) zu finden. Frau KREUZER geht in Kürze auf alle 8 Vorhaben ein, und gibt anschließend nähere Erläuterungen zur Handykohortenstudie.

- „*Machbarkeitsstudie für eine Kohortenstudie an beruflich hoch exponierten Personen*“. Die Machbarkeitsstudie ist abgeschlossen. Es konnte kein Studiendesign gefunden werden, das eine verzerrungsfreie Risikoabschätzung erlaubt hätte.
- „*Beteiligung an deutscher INTERPHONE-Studie*“. Das BfS hat sich an dieser Studie finanziell beteiligt, um zusätzliche Fälle und Kontrollen zu rekrutieren. Die Feldphase und damit das DMF-Projekt wurden Ende 2004 abgeschlossen. Nun muss die Publikation der deutschen Ergebnisse abgewartet werden. Eine Gesamtbewertung der Ergebnisse der INTERPHONE-Studie ist erst nach der gemeinsamen Auswertung der Daten aller Studien der 13 Länder möglich.
- „*Beteiligung an einer Fall-Kontroll Studie zu Aderhautmelanomen und Radiofrequenzstrahlung (RIFA-Studie)*“. Das BfS hat sich finanziell an dieser Studie beteiligt, um die Anzahl der Fälle und Kontrollen zu erhöhen. Die Feldphase und das DMF-Projekt sind abgeschlossen. Die Studie und deren erste vorläufige Ergebnisse werden im Verlauf der Veranstaltung vorgestellt.

- „*Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbasisstationen*“. Diese Studie wurde bereits im 1. und 2. Epi-Kolloquium ausführlich diskutiert. Sie befindet sich in der 3. Phase, der sog. Vertiefungserhebung. Hier werden ca. 3.000 Probanden im Detail nach Beschwerden und Confoundern befragt. Ein wichtiger Erfolg ist, dass nun über ein zusätzliches Vorhaben „*Ergänzungsstudie zur Querschnittsstudie*“ der Einsatz von Personendosimetern in der Vertiefungserhebung vorgesehen ist.
- „*Epidemiologische Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen*“. In einer vorgeschalteten Pilotstudie wurde geprüft, ob in Deutschland ein Studiendesign entwickelt werden kann, das die Schwächen der bisherigen Studien deutlich überwindet. Darauf aufbauend soll ein Studiendesign für eine Hauptstudie vorgeschlagen werden. Die Pilotstudie wurde vor kurzem abgeschlossen und die Ergebnisse werden im Verlauf der Veranstaltung berichtet.
- „*Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern*“. Die Pilotstudie zu diesem Vorhaben wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz in Auftrag gegeben und finanziert. Die Machbarkeit wurde erfolgreich demonstriert. Die Hauptstudie beginnt demnächst im Rahmen des DMF-Programms. Das Studiendesign und die Ergebnisse der Pilotstudie werden heute vorgestellt.
- „*Prospektive Handykohortenstudie*“. Die Machbarkeitsstudie ist abgeschlossen.

Frau KREUZER berichtet über Hintergrund und Stand der Handykohortenstudie im DMF-Programm. Im Juni 2003 hat ein internationales Expertengremium der WHO empfohlen, eine große internationale prospektive Handykohortenstudie zu initiieren. Diese soll ca. 250.000 Handynutzer umfassen. Fünf Länder stehen in der Diskussion, sich an der Studie zu beteiligen: England, Schweden, Dänemark, Finnland und Deutschland. Als Endpunkte sollen untersucht werden: die Gesamtmortalität, Krebsinzidenz, ausgewählte Tumorlokalisationen (Hirntumore, Augentumore, Speicheldrüsenkrebs, Leukämien, etc.), neurodegenerative Erkrankungen, Herzkreislauf-erkrankungen, Akustikusneurinome und Befindlichkeitsstörungen. Erstmals ist eine „objektive“ Expositionsermittlung vorgesehen, wobei die relevanten Daten der ein- und ausgehenden Gespräche direkt von den Rechnungslisten der Netzbetreiber über einen Zeitraum von 3 Monaten jährlich ausgelesen und die Probanden zusätzlich befragt werden (Hauptnutzer, Lateralität, Freisprechanlagen). Im Minimum ist ein 5- und 10 Jahres Follow-up geplant.

Die Durchführung einer Handykohortenstudie in Deutschland wurde nach Öffentlichkeitsbeteiligung im 2. Fachgespräch in Berlin im Konsens mit BMU, SSK mit Priorität 1 in das DMF-Programm aufgenommen. Eine wichtige Voraussetzung war die Prüfung der technischen Durchführbarkeit der Studie und die Abschätzung des Aufwands im Rahmen einer vorgeschalteten Machbarkeitsstudie. Die Machbarkeitsstudie wurde vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Uni Mainz (in Zusammenarbeit mit der Fakultät Gesundheitswissenschaften der Uni Bielefeld und der AG Umweltepidemiologie des DKFZ Heidelberg) durchgeführt und ist abgeschlossen. Die grundsätzliche Machbarkeit der Studie wurde erfolgreich gezeigt (Aufbau der Kohorte über Netzbetreiber-Rechnungslisten oder über Einwohnermeldeämter, Extraktion der notwendigen Expositionsdaten über die Netzbetreiber,

Klärung aller Datenschutzaufgaben, Möglichkeiten eines Follow-Ups für die geforderten Endpunkte). Besonders hervorzuheben ist die hohe Kooperationsbereitschaft der vier Netzbetreiber. Als stark limitierender Faktor erwies sich jedoch die extrem geringe Teilnahmebereitschaft der angeschriebenen Probanden. So wurden 4.000 Probanden über die Netzbetreiberlisten zufällig ausgewählt und kontaktiert. Die Teilnehmerate lag bei 5%. Weitere 1.000 Probanden wurden über Einwohnermeldeämter zufällig ausgewählt und kontaktiert. Hier lag die Teilnehmerate bei 12%. Allerdings erfüllt ein Großteil davon nicht die Einschlusskriterien (nur Handynutzer, keine Prepaid-Verträge).

Bei einer Teilnehmerate von 5% müssten zum Aufbau einer Kohorte mit 50.000 Handynutzern in Deutschland allein 1 Mio Personen kontaktiert werden. Dies ist nicht zu finanzieren. Mit ein Grund für den geringen Response sind die hohen Datenschutzaufgaben in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern. Der Response könnte möglicherweise durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit erhöht werden. Ohne eine weitere Machbarkeitsstudie ist es aber völlig spekulativ, ob der Response mindestens um einen Faktor 4 bis 5 gesteigert werden kann. Eine weitere Machbarkeitsstudie kann im Rahmen des DMF-Programm aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht mehr durchgeführt werden. Deshalb hat das BfS entschieden im Rahmen des DMF-Programms keine Handykohortenstudie in Deutschland zu fördern.

## **DISKUSSION**

Herr SCHÜZ berichtet kurz über den internationalen Stand der Handykohorte. Für Dänemark ist die Durchführung der Studie finanziell gesichert und eingeplant, Schweden erhält ebenfalls eine öffentliche Finanzierung, die Höhe ist derzeit noch offen. England stellt wahrscheinlich ebenfalls finanzielle Mittel zur Verfügung, für Finnland ist die Finanzierungssituation offen. Herr SCHÜZ weist noch einmal darauf hin, dass in Deutschland die Initiierung einer großen Kohortenstudie allein wegen der Datenschutzaufgaben sehr schwierig ist und man bei weiteren solchen Studien unbedingt frühzeitig Juristen in ein Forschungsvorhaben einbinden müsste, da dieser Bereich für „normale“ Wissenschaftler kaum zu durchdringen ist, solche Studien dann aber an den hohen Datenschutzaufgaben scheitern können. Auch sollte bei zukünftigen Planungen bzw. Machbarkeitsstudien ein professionelles Marketing-Unternehmen eingebunden werden. Die Erfahrungen aus dieser Machbarkeitsstudie sollten aufgearbeitet und dokumentiert werden, damit diese Erfahrungen bei der Planung und Durchführung von zukünftigen Kohortenstudien berücksichtigt werden können.

Frau SCHLEHOFER weist noch einmal daraufhin, dass bestimmte Endpunkte wie z.B. neurodegenerative Erkrankungen nicht über Fall-Kontroll Studien, sondern ausschließlich über das Studiendesign einer „eingebetteten Fall-Kontroll Studie“ im Rahmen einer Kohortenstudie untersucht werden können. Herr KUNDI gibt zu Bedenken, dass manche Kohortenstudien auf eine Rekrutierung vor der Ära der Implementierung von Datenschutzrichtlinien zurückgehen und dass wegen des Aufwands eben selten neue prospektive Studien angelegt werden. Man müsse diese Einschränkung der Möglichkeiten der Forschung, die ja die Interessen der Menschen - nämlich die auf Unversehrtheit und Gesundheit - schützen will, in Abwägung der legitimen Datenschutzinteressen mit den Juristen und insbesondere der Politik diskutieren.

### **Top 3: Bericht zu den Ergebnissen der Pilotstudie „Akute Gesundheitseffekte durch Mobilfunk bei Kindern“ (finanziert über STGMUV) und Vorstellung des Studiendesigns für die Hauptstudie**

Das Forschungsvorhaben wurde von der LMU München, Institut für Arbeits- und Umweltmedizin (Frau PD Dr. RADON, Herr Prof. Dr. NOWAK, Frau SPEGEL) und dem Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin (Herr Prof. Dr. von KRIES) durchgeführt. Frau RADON berichtet zuerst über die Pilotstudie, die vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz finanziert worden war. Ziel der Studie war die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und akuten gesundheitlichen Effekten bei Kindern und Jugendlichen. Als Studiendesign wurde eine bevölkerungsbezogene Querschnittstudie in München durchgeführt. Darin wurden 83 Kinder (8-12 Jahre), 81 Jugendliche (13-17 Jahre) und 142 Erwachsene einbezogen. Es wurden ausführliche Interviews zur allgemeinen Befindlichkeit und zu potentiellen Confoundern (Medienkonsum, Umweltbesorgnis, soziale Unterstützung, familiäre Probleme, schulische Probleme, etc.) bei den Kindern (bzw. Eltern) und Jugendlichen durchgeführt sowie ein Symptomtagebuch eingesetzt. Die individuelle Exposition gegenüber Mobilfunk wurde mittels Personendosimetrie erhoben. Aus epidemiologischer Sicht sind dabei folgende Anforderungen an die Personendosimetrie wichtig: Messung aller Mobilfunkbereiche (Eigentelefonate, Fremdtelefonate, DECT, Basisstationen), geringe Nachweisgrenze, Validität und Reliabilität, robuster und zuverlässiger Einsatz, hohe Akzeptanz und Möglichkeit der Ableitung verschiedener Messgrößen. Weniger wichtig hingegen sind die Erfassung von TV/Rundfunk-Frequenz, Frequenzselektivität und die Vergleichbarkeit mit stationären Messungen.

Die Teilnahmebereitschaft für Kurzfragebögen war mit 76 % (Kinder) bis 81 % (Jugendliche) sehr hoch, zum Interview bereit waren 59 % bzw. 68 %. Mäßig bzw. stark besorgt über EMF waren bei den Eltern 12 %, bei den Jugendlichen 8 %. Vor- und Nachteile verschiedener Auswertestrategien der Exposition werden vorgestellt (Maximale Exposition, Mittlere Exposition, kumulative Exposition und % über einer Schwelle). Für die Hauptstudie wird kumulative Exposition vorgeschlagen. Diese korreliert sehr hoch mit der Variable „% über einer Schwelle“. Zwei Geräte der Firmen Antenassa und Maschek wurden miteinander verglichen. Diese liefern eine Übereinstimmung der Ergebnisse bei Einteilung der Exposition in „höher“ und „niedriger exponiert“ von 70 %. Die Entscheidung fällt aufgrund der besseren Tragbarkeit für Kinder zugunsten des Maschek Dosimeters. Die Messwerte werden als plausibel eingeschätzt. Der neue Prototyp erlaubt die Einteilung in 3 Frequenzbänder GSM-900 (Summe Up/downlink), GSM1800 (Summe E-Netz, UMTS, DECT) und WLAN. Mobilfunkeigentelefonate sind für die mittlere Exposition wenig relevant. Ein Problem stellt der Umgang mit nächtlichen Werten dar, da starke räumliche Variationen der Exposition bestehen. Legt man das Dosimeter auf das Nachtkästchen kann es in einem Minimum oder Maximum liegen. Um die Missklassifikation abschätzen zu können, wurden die Probanden gebeten vor und nach der Schlafenszeit durch das Schlafzimmer 3-5 min zu „wandern“. Fast 50 % haben beide „Wanderungen“ vergessen.

Frau RADON stellt zum Schluss das Design für die Hauptstudie vor. Es sollen 1.500 Kinder (8-12 Jahre) und 1.500 Jugendliche (13-17 Jahre) an der Studie teilnehmen. Bei einer Symptomprävalenz von 10 %, einer Unterteilung der Exposition am 90-er Perzentil, einer Power von 80 % und einem Alpha-Fehler von 5 % kann ein Odds Ratio von 2 aufgedeckt werden. Die Studie soll in Bayern stattfinden. Aus der Millionenstadt München sollen je 600 Kinder und Jugendliche einbezogen werden, aus der Großstadt Augsburg je 300, aus einer Kleinstadt (> 10.000 Einwohner) und einer Kleinstadt (< 10.000 Einw.) je 300 Kinder und Jugendliche. Das Auswertungskonzept sieht folgende Analysen vor: 1) Es wird die aktuelle gemessene Exposition über je 8 Stunden (morgens, nachmittags/abends und nachts) in Verbindung zur akuten Befindlichkeit (mittags, abends, nach dem Aufwachen) gesetzt, sowie die über 24 h gemessene Exposition mit dem allgemeinen Befinden. 2) Es wird die selbsteingeschätzte aktuelle Exposition in Beziehung zur akuten Befindlichkeit gesetzt, sowie die selbsteingeschätzte allgemeine Exposition zum allgemeinen Befinden. Die gemessene Exposition wird quantifiziert in Form der kumulativen Gesamtexposition über jeweils 8 h und über 24 h. In Sensitivitätsanalysen wird zusätzlich der Median und das 90 % Perzentil der kumulativen Exposition betrachtet sowie die kumulative Exposition in den drei Frequenzbereichen.

## **DISKUSSION**

Es wird thematisiert, ob das Fehlen der Erfassung von Fernseh- und Rundfunkfrequenzen zu einer Missklassifikation der Exposition führen könnte bzw. einen wesentlichen Confounder darstellen kann, falls eine Korrelation mit der Mobilfunkexposition bestünde. Man sollte zumindest eruieren, ob es solche Standorte in der Region gibt und wie sich das auswirken könnte. Es sollte vermieden werden, eine so dominierende Feldquelle in der Studienregion zu haben. Auch wird diskutiert, ob eine unterschiedliche Absorption bei Personen nicht zu einer höheren Fehlklassifikation führt als die eigentliche Messung.

Weiterhin wird die fehlende Unterscheidung von up/downlink angesprochen. Dem wird erwidert, dass Handytelefonate nach Erfahrungen der Pilotstudie eine relative geringe Rolle an der Gesamtexposition hatten und diese ohnehin zeitlich vom Probanden am Dosimeter per Knopfdruck markiert werden sollen. Telefonate von Nachbarn können aber in die gleiche Größenordnung fallen. Es ist auch möglich, dass die Jugendlichen am Tag der Messung mit besonders vielen Bekannten und Freunden telefonieren, um diese Neuigkeit mitzuteilen. Des weiteren wird das Problem der nächtlichen Messungen diskutiert und nach Lösungsmöglichkeiten gesucht (z.B. Anhängen an Mobile). Insgesamt wird festgehalten, dass diese Studie trotz möglicher Schwächen durch den erstmaligen Einsatz von Personendosimetrie das Potential hat, neue Qualitätsmaßstäbe zu setzen.

Die Auswahl der Probanden aus 4 Orten wird diskutiert. Stadt/Land und Wohnortgröße kann ein Confounder sein (z.B. unterschiedliche Responseraten, Exposition, Befindlichkeit). Die Probanden werden so stratifiziert nach Wohnortgröße ausgewählt, dass sie repräsentativ für Bayern sind. Auch wird dadurch ein großer Expositionsrange erreicht. Die Probanden werden zufällig aus den Einwohnermeldeämter der Orte gezogen. Die Exposition wird nur über 24 h gemessen. Es ist nicht sichergestellt, ob die an dem einen Tag gemessene Exposition eine typische Exposition für den Probanden ist.

Es wird diskutiert, als Untersuchungstage nur mittlere Wochentage (Di bis Do) zu verwenden. Dies ist aber aus logistischen Gründen nicht praktikabel. Es wird vorgeschlagen an einer kleineren Substichprobe evtl. an mehreren Tagen zu messen, zu unterschiedlichen Tageszeiten und Wochenzeiten, ggf. Wochenende.

#### **Top 4: Bericht zu den Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Beteiligung an einer Fall-Kontroll Studie zum Uvealmelanom und Radiofrequenzstrahlung“**

Das Forschungsvorhaben wurde von der Universität Halle-Wittenberg (Prof. STANG, Dr. SCHMIDT-POKRZYWNIAC) und der Universität Essen (Prof. JÖCKEL) durchgeführt. Herr STANG und Frau SCHMIDT-POKRZYWNIAC berichten über die Studie. Anlass für die Fall-Kontroll Studie zum Uvealmelanom war eine 2001 publizierte Vorstudie, die für Handynutzer und Nutzer von Funkgeräten ein dreifach erhöhtes Risiko für eine Uvealmelanomerkrankung zeigte. Nachteil dieser Studie waren die geringe Studiengröße, die Beschränkung auf beruflich Exponierte und die wenig detaillierte Expositionserfassung. Die Studie wurde nun als Fall-Kontroll Studie mit drei verschiedenen Kontrollgruppen (1. Augenarztkontrollen gematcht nach Alter und Geschlecht und Praxis, 2. Geschwisterkontrollen gematcht nach Alter und – falls möglich - nach Geschlecht und 3. Bevölkerungskontrollen gematcht nach Alter, Geschlecht und Region) konzipiert. Einschlusskriterien sind: inzidente Uvealmelanompatienten der Universitätsklinikum Essen, Rekrutierungszeitraum 09/2002 bis 09/2004, Alter 20-74 Jahre bei Referenzdatum und Wohnort Deutschland.

Als Erhebungsinstrumente wurde ein Fragebogen zum Selbstauffüllen postalisch verschickt. Dieser umfasst die Berufsbiographie, Haar- und Augenfarbe, Anzahl der Muttermale und Sommersprossen an Unterarmen und Fußrücken, Angaben zur Nutzung von Schweißgeräten und sowie Handy-, Funkgerät- und schnurlose Telefonnutzung. Zusätzlich wurde ein computerunterstütztes Telefoninterview durchgeführt. Dies umfasste Ethnizität, phänotypische Merkmale, Screeningfragen zu interessierenden Berufen und Branchen, Gebrauch von Handy, schnurlosen Telefonen, Funkgeräten, Mikrowelle und Radar, medizinische Vorgeschichte, Familienanamnese und UV-Exposition. Des Weiteren wurde ein Non-Responder-Fragebogen eingesetzt (Grund der Nichtteilnahme, Beruf, Augenfarbe, regelmäßige Handy- und Funkgerätenutzung, Raucherstatus, Schulbildung). Die Erfassung des Gebrauchs von Handys und schnurlosen Telefonen erfolgte über den IARC-Fragebogen, der auch in der INTERPHONE-Studie eingesetzt wurde. Die Einstiegsfrage lautete „jemals ein Mobiltelefon genutzt“ (80 % der Bevölkerungskontrollen) und „jemals regelmäßig ein Mobiltelefon genutzt“ (mehr als 1×Woche über einen Zeitraum von 6 Monaten oder länger) (36 % der Bevölkerungskontrollen). In sog. Kalenderphasen wurde die Telefonnutzung im Detail erfragt (Marke, Modell, Netzbetreiber, Antennencharakteristika, Nutzung von Freisprechanlagen, Anzahl der Telefonate pro Zeiteinheit, Dauer, Lateralität, etc.).

Die Teilnahmeraten (inklusive teilweise Interviewter) waren insgesamt sehr hoch: Fälle 95 % (n = 459), Bevölkerungskontrollen 57 % (n = 844), Hausaugenarztkontrollen 52 % (n = 180) und Geschwisterkontrollen 57 % (n = 189). Ein Vergleich der altersstandardisierten Prävalenzen zwischen teilnehmenden Bevölkerungskontrollen und nicht-teilnehmenden Bevölkerungskontrollen, die einen Non-Responder Frage-

bogen ausgefüllt haben, zeigte eine leicht höhere Prävalenz von Handynutzern unter den Teilnehmern (34 %) als unter den Nicht-Teilnehmern (27 %) und eine deutlich höhere Schulbildung der Teilnehmer. Der Rauchstatus war vergleichbar. Allerdings wich die Abfrage zum regelmäßigen Mobiltelefongebrauch bei Non-Respondern von der der Teilnehmer ab, so dass Prävalenzunterschiede sowohl auf Selektionseffekte als auf unterschiedliche Fragebogenmethodiken zurückführbar sind. Ein möglicher Selektionsbias im Hinblick auf Handynutzung und Sozialstatus ist nicht auszuschließen und muss näher untersucht werden.

Frau SCHMIDT-POKRZYWNIAK präsentiert die Ergebnisse der Risikoanalysen im Hinblick auf Augen- und Haarfarbe, Sonnenbrandneigung und Nävi an Unterarmen und Fußrücken. Anschließend präsentiert Herr STANG Ergebnisse zum Gebrauch von Handys. Diese müssen allerdings als vorläufig betrachtet werden, da noch diverse Analysen ausstehen. Analysiert wurde die Kategorisierung „never“, „sporadic“, „regular“, die kumulative Dauer des Gebrauchs in Jahren, der regelmäßige Gebrauch seit mindestens 5 Jahren (ja/nein) oder seit 10 Jahren (ja/nein), die kumulative Anzahl der Gespräche und die kumulative Dauer in Stunden. Die Risikoanalysen zeigen in der überwiegenden Mehrheit kein erhöhtes Risiko, jedoch vereinzelt je nach Kontrollgruppe oder Fall-Kollektiv in einzelnen Kategorien der höchsten kumulativen Dosis erhöhte Risiken. Eine endgültige Interpretation ist erst möglich, sobald systematische Fehler (Selektion und Expositionsmessfehler) näher untersucht sind, weitere Sensitivitätsanalysen durchgeführt wurden, eine Unterscheidung zwischen digitalen und analogen Geräten stattfand, weitere Radiofrequenzquellen berücksichtigt wurden, eine dezidierte Berücksichtigung von Induktions- und Latenzzeiten stattfand, etc.

## **DISKUSSION**

Es wird diskutiert, welche Rolle hohe und lange Expositionen spielen und damit welche Annahmen es zu Latenzzeiten beim Auftreten des Uvealmelanoms gibt. Hierzu gibt es aber noch wenige wissenschaftliche Erkenntnisse. Ein weiterer Diskussionspunkt ist die fehlende Berücksichtigung von Confoundern in den Risikoanalysen wie zum Beispiel Augenfarbe, berufliche Faktoren, etc.. Herr STANG wiederholt, dass dies erst vorläufige Analysen sind und eine Confounderkontrolle der nächsten Analyseschritt ist. Manche Variablen müssen erst aufbereitet werden und können erst dann im Modell berücksichtigt werden. Als möglichen Zeithorizont für die endgültige Risikoschätzung gibt Herr STANG circa Mitte 2006 an.

Es wird weiterhin thematisiert, inwiefern die Teilnahme an der Studie von dem Wissen um das Ziel (Handynutzung) geprägt sein kann. In der RIFA-Studie war dieses Unterziel jedoch unbekannt. Von daher sollte keine Beeinflussung stattgefunden haben. Im Gegensatz dazu wird bei der INTERPHONE-Studie diskutiert, ob dies bei der Teilnahme eine Rolle gespielt haben könnte. Ein Vergleich der beiden Kontrollgruppen ergibt möglicherweise zusätzliche Einsichten in das Teilnahmeverhalten. Des Weiteren werden eine Reihe von Detailfragen erörtert wie z. B. die genaue Erhebung der UV-Exposition, warum die bedingte logistische Regression verwendet wurde, welche Einschlusskriterien verwendet wurden etc.

## **Top 5: Bericht zu den Ergebnissen der Pilotstudie „Kinderkrebs um große Sendeeinrichtungen“ und Vorstellung des Studiendesigns für Hauptstudie**

Die Projektleitung des Forschungsvorhabens liegt bei Herrn PD Dr. SCHÜZ von der Danish Cancer Society in Kopenhagen, Projektmitarbeiterin ist Frau Dr. MERZENICH von der Universität Mainz. Kooperationspartner ist Herr BRÜGGEMEYER aus Hannover. Herr SCHÜZ gibt zuerst einen kurzen Hintergrundbericht. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Untersuchung eines Zusammenhangs zwischen Leukämien bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umgebung leistungsstarker Sendestationen von Radio und Fernsehen. Bisherige Untersuchungen gaben vereinzelt Hinweise auf ein erhöhtes Leukämierisiko. Eine schlüssige Evidenz konnte jedoch aus den Studien nicht gezogen werden, da die Expositionsabschätzung sehr grob war (rein distanz-basiert) und immer ein „ökologischer“ Studienansatz verwendet wurde. In einer Pilotstudie sollte untersucht werden, ob ein verbessertes Studiendesign entwickelt werden kann.

Frau MERZENICH berichtet die Ergebnisse der Pilotstudie. Das Maß für die Stärke einer elektromagnetischen Welle ist die Leistungsflussdichte  $S$  ( $\text{Watt/m}^2$ ). Die Leistungsflussdichte nimmt reziprok-quadratisch mit der Entfernung einer Sendestation ab. Zusätzlich spielen Topographie, Bewuchs, Bebauung, Bodenleitfähigkeit, Gebäudedämpfung, zeitliche veränderliche Betriebszustände und senderspezifische Charakteristika eine Rolle. Mittelwellensender weisen folgende Charakteristika auf: Standort häufig im ländlichen Raum, solitäre Anlagen, hohe Trägerleistung, isotrope Strahlung, monotoner Expositionsabfall mit zunehmender Distanz zur Quelle, hohe Feldstärke im näheren Umfeld ( $\geq 10$  V/m bis 300 m Entfernung). Bei UKW und TV-Sender handelt es sich um Sektorenantennen mit vertikaler Bündelung der elektromagnetischen Felder mit folgenden Charakteristika: komplexer Feldstärkenverlauf im Nahfeld, geringe Korrelation zwischen Distanz und Exposition bei UHF-Sendern, Standort häufig in Stadtbereichen, auf einem Sendemast sind häufig mehrere UKW und TV-Sender installiert. Nach Vorgabe des BfS sollten alle Fernsehsender mit mind. 500 kW ERP und alle Hörfunksender mit mind. 200 kW ERP in die Studienregion aufgenommen werden. Eine Recherche ergab 32 AM-Hörfunk- und 42 Fernsehsender. Nach Ausschluss aller Sendeanlagen aus Ostdeutschland, Anlagen in bevölkerungsarmen Gebieten und Kurzwellensender verbleiben für die Studie 16 Standorte mit Mittelwellensendern und 8 Standorte mit UKW/TV-Sendern. Das Studiengebiet wird für Mittelwellensender folgendermaßen definiert. Es wird für jeden Sender unter Berücksichtigung betriebsspezifischer Daten der 1 V/m Radius bestimmt und dieser verdoppelt. Für UKW/TV-Sender wird für jeden UKW-Sender der theoretische 90 dB ( $\mu\text{V/m}$ ) bestimmt. Alle Gemeinden, die sich in diesen Radien befinden werden in das Studiengebiet aufgenommen.

Der Diagnosezeitraum wird definiert als 1984 bis 2003. Ab 1984 ist das Deutsche Kinderkrebsregister (DKKR) bezüglich Leukämien als vollständig zu betrachten. Als Expositionszeitraum wird 1982 bis 2003 definiert und eine zwei-jährige Latenzzeit unterstellt. Zwei expositionsrelevante Zeitfenster werden bestimmt: 1982-1992 und 1993-2003 (Ausbau der Basisstationen des Mobilfunks, Dt. Wiedervereinigung). Einschlusskriterien für Leukämiefälle sind: inzidente primäre Leukämien (ICD C91-C95), Erkrankung zwischen 1982 und 2003, Diagnosealter zwischen 0 und 14 Jahren, dem DKKR bekannt und Wohnsitz zum Zeitpunkt der Diagnose im Studiengebiet. In den Senderegionen der Mittelwellensender sind damit 1.481 Fälle aufgetreten, bei den

UKW/TV-Sendern 749 Fälle. Es erfolgt ein 1:3 (de facto 1:6 bei der Ziehung) Matching der Kontrollen nach Alter bei Diagnose, Geschlecht, Senderegion. Diese werden bevölkerungsgewichtet zufällig aus den Gemeinden der Senderegionen gezogen (historische Kontrollen). Bei insgesamt 2.250 Fällen ist von 13.500 Kontrollen aus 1.200 Gemeinden auszugehen. Nach Erfahrungen der KIKK (Kinderkrebs um Kernkraftwerke) Studie dauert entsprechend die Feldphase mehr als 1 Jahr. Laut Zuwendung sind nur 10 Monate vorgesehen.

Die Expositionsabschätzung erfolgt über drei Elemente. 1. die individuelle Ermittlung des Wohnortabstands zum Sender zum Diagnosezeitpunkt. 2. die Berücksichtigung der räumlichen Position eines Hauses zur Antenne, d.h. Verwendung von Informationen der Antennenrichtdiagramme über die Abstrahlcharakteristiken (Höhenwinkel/Horizontalwinkel) und 3. die Berücksichtigung der Strahlungsleistung über die Zeit, d.h. Erfassung von relevanten Betriebsdaten über die tatsächlich abgestrahlte Senderleistung über die Zeit, Tag- und Nacht-Unterschiede, Abstrahlcharakteristiken und exponierte Sektoren. Des Weiteren werden Validierungsmessungen in ausgewählten Senderegionen stattfinden. 90 % der Sender werden von ARD und T-Systems betrieben. T-Systems hat ihre grundsätzliche Bereitschaft zur Kooperation (Bereitstellung von betriebsspezifischen Daten) bekundet. Seitens des SWR wurde eine Unterstützung im Rahmen der Expositionsabschätzung zugesagt.

In der Pilotstudie galt es zu klären, ob wesentliche Confounder existieren, die über eine zusätzliche Befragung der Probanden erhoben werden müssen. Ergebnis der Literaturrecherche war, dass es keinen Faktor gibt, der mit der Exposition eng korreliert ist und gleichzeitig ein bedeutender und gesicherter Risikofaktor für Leukämien im Kindesalter ist. Mögliche solche Risikofaktoren wären eine Morbus Down Erkrankung, starke Magnetfeldexpositionen (50 Hz), Pestizide, berufliche Expositionen. Für einen Verzicht auf eine Elternbefragung spricht zudem eine mögliche selektive Teilnahme der Kontrollen, Recall Bias, Machbarkeit einer Befragung zu Expositionen in weit zurückliegenden Zeiträumen, ethische Aspekte und ökonomische Gründe. Abschließend wird vorgeschlagen die Studie um eine separate Betrachtung der TV- und UKW-Sender zu erweitern, da es sich bei UKW-Expositionen um eine konstante Hüllkurve handelt und bei analogen TV-Sendern um Impulsmodulationen.

## **DISKUSSION**

Es wird thematisiert, inwiefern die Betreiberdaten valide sind und vor allem, ob die tatsächlichen Feldstärken durch die Software der Betreiber nicht eher unterschätzt werden. Ein weiteres Problem könnte auftreten, falls die Unterlagen bei den Betreibern nicht vorhanden oder unvollständig sind. Es wird kontrovers diskutiert, ob Hochspannungsleitungen einen möglichen Confounder darstellen. Da das Risiko aber eher als moderat einzustufen ist und die Zahl der Exponierten als sehr gering eingeschätzt werden, ist es unwahrscheinlich, dass dieser Faktor einen wichtigen Confounder darstellt. Auch wird auf das bekannte Problem des Populationmixing hingewiesen. Es gibt die Theorie, dass Leukämiecluster dadurch entstehen, dass z.B. durch Zuwanderungen von städtischen Populationen in ländliche Regionen ein bisher nicht identifizierter Erreger, der mit Leukämie assoziiert ist, verbreitet wird. Um diese Hypothese zu prüfen, können aber die Daten der Einwohnermeldeämter zu Wohndauern und Zuzügen herangezogen werden. Im Prinzip herrscht Konsens, dass eine zusätzliche Befragung der Eltern im Hinblick auf Confounder nicht notwendig ist.

Es wird weiter diskutiert, die Wohndauer zu erheben. Erfahrungen zeigen, dass dies über Einwohnermeldeämter möglich ist. Es wird nachgefragt, inwiefern die statistische Power ausreichend ist. Die KIKK-Studie (Kernkraftwerke) hätte deutlich mehr Fälle. Für das vorgeschlagene Studiendesign kann aber sowohl für Mittelwellensender als auch UKW/TV-Sender ein OR von ca. 1.5 entdeckt werden. Es herrscht allgemeiner Konsens, dass es wichtig wäre, in dieser Studie, die die einzige in dieser Form ist, UKW und TV-Sender getrennt zu betrachten und deshalb die Standorte zu erweitern und mehr Fälle und Kontrollen aufzunehmen. Dies würde aber zu einer längeren Dauer und höheren Kosten des Forschungsvorhabens führen. Das BfS wird diesen Vorschlag kritisch prüfen.

## **Top 6: Abschlussdiskussion**

Frau KREUZER dankt noch einmal allen Beteiligten für die offene Diskussion und rege Mitwirkung und insbesondere allen Vortragenden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit der Studie Kinder und Mobilfunk erstmals eine große epidemiologische Studie an Kindern durchgeführt wird und erstmals Personendosimetrie eingesetzt wird. Die RIFA-Studie ist die erste epidemiologische Studie des DMF-Programms, die bereits in der Abschlussphase ist und somit erste Ergebnisse liefert. Die Machbarkeitsstudie zu Kinderkrebs um große Fernseh- und Radiosender erbrachte ein positives Ergebnis, so dass nun erstmals eine Studie mit deutlich höherer Aussagekraft als bisher zu dieser Thematik durchgeführt werden kann. Alle Vorträge und Beiträge werden in diesem Protokoll zusammengefasst. Dieses Protokoll wird allen Beteiligten vorab zur Kommentierung geschickt und anschließend auf die Webseite des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms (<http://www.emf-forschungsprogramm.de>) gestellt. Das 3. Epi-Kolloquium dürfte das letzte Kolloquium in dieser Form im DMF-Programm sein. Im Jahr 2006/2007 zum Abschluss des DMF-Programms werden mehrere große Abschluss-Workshops zu verschiedenen Themen stattfinden. Herr KUNDI regt an in der letzten Auswertungsphase der Epi-Projekte – soweit möglich – vorab noch einmal ein Fachkolloquium durchzuführen, um noch Vorschläge der Fachgruppe in die Auswertung aufnehmen zu können.