

Epidemiologische Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen

Interner Arbeitstitel:

**Kindliche Leukämien und Expositionen in der Umgebung von hochfrequenten Sendestationen
(KiSS)**

Operationshandbuch

Projektleitung: Joachim Schüz
(Institute of Cancer Epidemiology, Kopenhagen)

Projektmitarbeiter: Sabrina Bennack (IMBEI)
Hiltrud Merzenich (IMBEI)
Sven Schmiedel (Institute of Cancer Epidemiology, Kopenhagen)

Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Fragestellungen der Studie	5
3	Operationalisierung der Fragestellungen	6
3.1	Studiendesign	6
3.2	Studienregion	6
3.3	Studienzeitraum	9
3.4	Studienpopulation	10
3.4.1	Definition der Fallkinder	10
3.4.2	Definition der Kontrollkinder.....	10
3.5	Auswahlverfahren und Matching	11
3.5.1	Fallkinder	11
3.5.2	Kontrollkinder	13
4	Geocodierung von Wohnadressen	15
5	Datenhaltung und Datenschutz	17
6	Auswertepan	18
6.2	Validierung der Zielvariable	22
7	Expositionsschätzung	26
7.1	Datenübermittlung zur Expositionsschätzung	30

1 Einleitung

Bei der KiSS-Studie handelt es sich um eine Fall-Kontroll-basierte Untersuchung zum Zusammenhang zwischen dem Leukämierisiko bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umgebung leistungsstarker Sendestationen von Rundfunk und Fernsehen.

Im Rahmen einer Pilotphase war zu prüfen, ob die Durchführung einer Studie zum Zusammenhang zwischen Kinderkrebs und Expositionen um große Sendeeinrichtungen als Fallkontrollstudie möglich ist. Hierzu waren die folgenden konzeptionellen Aufgaben zu bearbeiten:

- die Entwicklung von Einschlusskriterien für die Auswahl geeigneter Feldquellen,
- die Festlegung der Studienregion,
- die Definition der „Fälle“,
- die Verfahren zur Rekrutierung der Kontrollgruppe,
- die Festlegung möglicher Störgrößen.

Die Ergebnisse der Pilotphase sind im Bericht zur Pilotphase (*nachfolgend Studienprotokoll genannt*) dokumentiert.

Auf dem Studienprotokoll aufbauend sind im Operationshandbuch alle relevanten organisatorischen Abläufe der Hauptphase der KiSS-Studie dargestellt. Neben der Rekrutierung der Kontrollpopulation, der nachgehenden Adressrecherche bei den Fallkindern und der Expositionsbestimmung sieht der Projektplan Feldmessungen vor, die ganz gezielt auf die epidemiologische Fragestellung ausgerichtet sind.

Bei der Festlegung des Studienablaufs wurden die Richtlinien der Good Epidemiological Practice (GEP) berücksichtigt (<http://www.dgepi.de>). Das vorliegende Operationshandbuch beschreibt

- das Studiendesign,
- das Ziehungsverfahren der Kontrollpersonen,
- die Datenerhebung (Adressrecherche und Geokodierung),
- den Aufbau der Datenbanken und Datenhaltung,
- die Maßnahmen zum Datenschutz,
- die Auswertungsmethoden,
- die Expositionsschätzung und
- Validierung der Exposition.

Projektmonat	Dauer	Projektarbeiten
März 2005 – November 2005	9 Monate	Pilotphase
Dezember 2005-Februar 2006	3 Monate	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Anschreiben der Betreiber der ausgewählten Sendeanlagen zu historischen Betriebszuständen ◆ Auswahl weiterer solitärer TV-Sendemasten ◆ Endgültige Festlegung der Fälle und Gemeinden ◆ Vorbereitung der nachgehenden Adressrecherche bei den Fällen ◆ Vorbereitung der Kontrollrekrutierung
März 2006–September2007	19 Monate	Hauptphase: Kontrollrekrutierung, Geocodierung der Hausadressen, Expositionsschätzung und Validierung;
Oktober 2007–Dezember 2007	5 Monate	Auswertung
	Σ 36	

2 Fragestellungen der Studie

Hauptfragestellungen der KiSS-Studie sind:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Leukämierisiko bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umgebung leistungsstarker Sendestationen von Radio und Fernsehen?
- Gibt es unterschiedliche Risiken bei verschiedenen Sendertypen in Abhängigkeit von spezifischen Expositionscharakteristiken?

Als Nebenfragestellungen werden untersucht:

- Lässt sich eine Abhängigkeit zwischen dem Erkrankungsrisiko und den geschätzten Feldstärken zeigen?
- Lässt sich eine säkulare Entwicklung in der Expositionssituation und dem Erkrankungsrisiko feststellen?

(vgl. Kapitel 6 „Auswertepan“)

3 Operationalisierung der Fragestellungen

3.1 Studiendesign

Das Vorhaben „Kindliche Leukämien in der Umgebung hochfrequenter Sendestationen (KiSS)“ wird als Fall-Kontroll Studie ohne Befragung durchgeführt. Für alle Adressen (Fälle und Kontrollen) ist eine Expositionsabschätzung durchzuführen, in die der Abstand einer Wohnadresse zur Sendeanlage einfließen wird. Weiterhin wird unter anderem die tatsächliche Sendeleistung in der Expositionsabschätzung berücksichtigt.

3.2 Studienregion

Die Studienregion besteht aus Gemeinden in der Umgebung von insgesamt 24 Funksendeanlagen in den westdeutschen Ländern der Bundesrepublik Deutschland (16 AM-Sender, 8 UKW/TV-Sender). Grundlage für die Auswahl der Funksendeanlagen und die Festlegung der Bezugsradien waren die im Studienprotokoll festgelegten Kriterien. Für die festgelegten Gebiete wurden die zugehörigen Gemeinden ermittelt, wobei alle Gemeinden berücksichtigt wurden, die den Bezugsradius tangierten. Diese Aufgabe war Bestandteil der Pilotphase. Detaillierte Beschreibungen finden sich im Studienprotokoll.

Die **Abbildung 1** zeigt kartografisch die ausgewählten Senderregionen. **Tabellen 1** und **2** zeigen die Standorte der Funksendeanlagen.

Die Exposition von Fällen und Kontrollen soll mit historischen Daten der Senderbetreiber zur Sendeleistung für die zu betrachtenden Zeiträume berechnet werden. Die endgültige Standortzusammensetzung kann somit erst festgelegt werden, wenn die Verfügbarkeit solcher Daten evaluiert wurde (vgl. Kap. 7).

Abbildung. 1

Übersicht zu Standorten der AM-Sender und UKW / TV – Sender

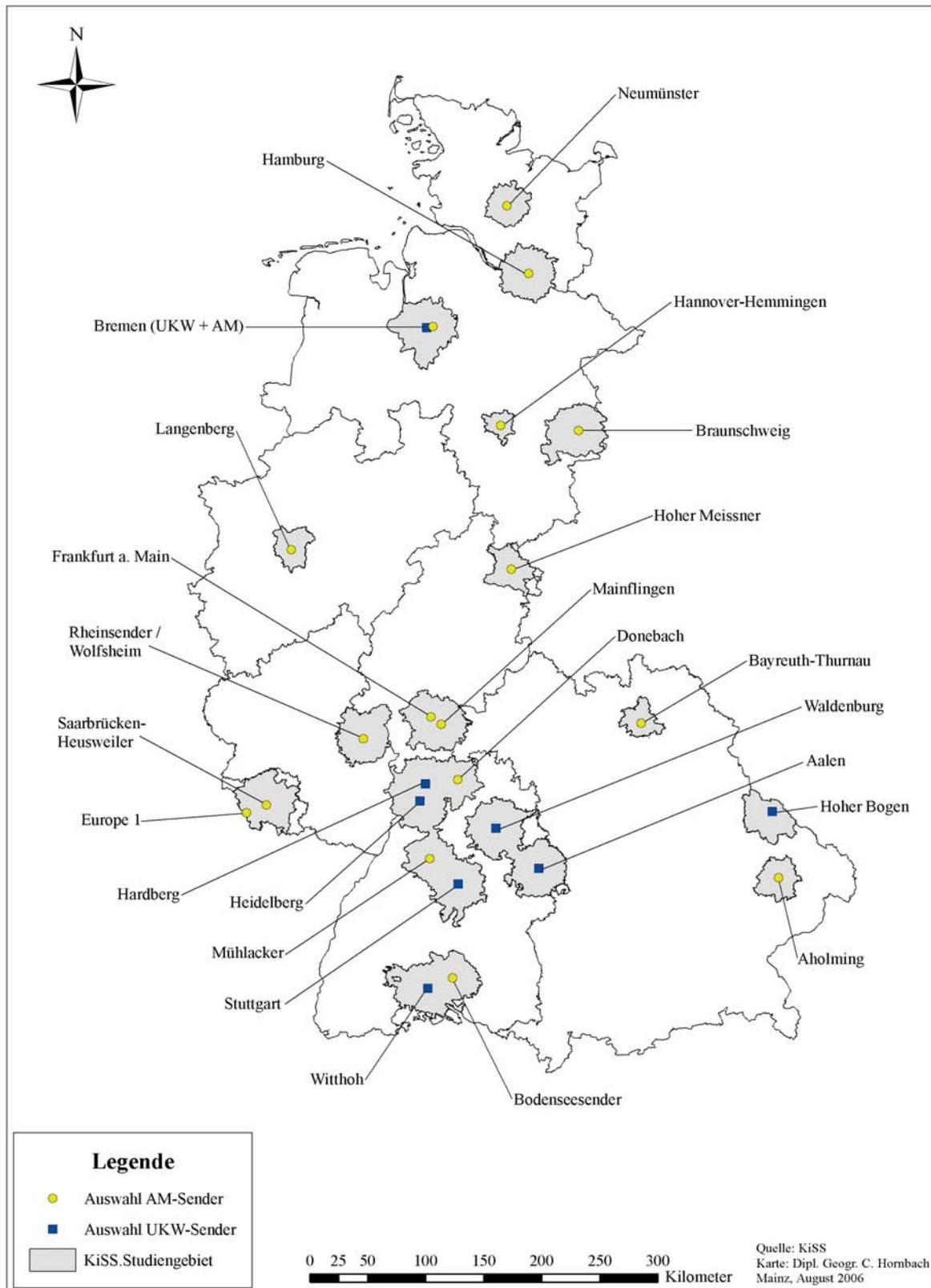


Tabelle 1 AM-Sender

Kennung1	Standort	Ort	Land	Betreiber	Leistung EMRP (aktuell)	Anzahl Gemeinden
AM01	Aholming	Aholming	Bayern	DLF	500	25
AM02	Bayreuth-Thurnau	Thurnau	Bayern	DLF	100	18
AM07	Bodenseesender	Messkirch	Baden-W.	SWR	150	37
AM08	Braunschweig	Cremlingen	Niedersachsen	TSI	200	62
AM09	Bremen	Bremen	Bremen	RB	100	15
AM10	Donebach	Mudau	Baden-W.	DLF	500	21
AM11	Frankfurt / Main	Rodgau-Weißkirchen	Hessen	HR (AFN)	250	44
AM12	Hamburg	Hamburg	Hamburg	NDR	100	46
AM13	Hannover-Hemmingen	Hannover	Niedersachsen	NDR	60	7
AM14	Hoher Meissner	Hessisch-Lichtenau	Hessen	HR	90	17
AM15	Langenberg	Langenberg	NRW	WDR	60	10
AM16	Mainflingen	Mainhausen	Hessen	TSI (Evangeliums-RF)	350	64
AM17	Mühlacker	Mühlacker	Baden-W.	SWR	100	67
AM18	Neumünster	Ehndorf	Schleswig-H.	DLF	300	76
AM19	Rheinsender / Wolfsheim	Wolfsheim	Rheinland-Pfalz	SWR	100	161
AM20	Saarbrücken-Heusweiler	Heusweiler	Saarland	SR	600	41

Tabelle 2 UKW / TV-Sender

Kennung	UKW-Standort	Land	UKW (ERP)_Summe)*	Betreiber	Anzahl Gemeinden
UKW35	Hardberg	Hessen	200	HR	60
UKW68	Witthoh	Baden-Württemberg	200	SWR	58
UKW02	Aalen	Baden-Württemberg	220	SWR)	44
UKW42	Hoher Bogen	Bayern	225	BR	33
UKW 65	Waldenburg	Baden-Württemberg	350	SWR	48
UKW38	Heidelberg	Baden-Württemberg	400	SWR)	78
UKW16	Bremen	Bremen	450	RB	28
UKW61	Stuttgart	Baden-Württemberg	565	SWR	79

* aktuelle Sendeleistung ohne TV-Anteil

3.3 Studienzeitraum

Der Studien- oder Diagnosezeitraum umfasst den 1.1.1984 bis zum 31.12.2003. In diesem Zeitraum muss bei einem Fallkind erstmalig die Diagnose gestellt worden sein.

Unter Berücksichtigung einer Latenzzeit zwischen Exposition und Erkrankung wird der zu berücksichtigende Expositionszeitraum festgelegt vom 1.1.1983 bis zum 31.12.2003.

3.4 Studienpopulation

3.4.1 Definition der Fallkinder

Gemäß der Internationalen Klassifikation der Krebserkrankungen bei Kindern (ICCC-3¹) werden folgende Klassen betrachtet:

ICCC 11	Lymphoid leukaemias
ICCC 12	Acute myeloid leukaemias
ICCC 13	Chronic myeloproliferative diseases
ICCC 14	Myelodysplastic syndrome and other myeloproliferative diseases
ICCC 15	unspecified and other specified leukaemias

Die Kriterien der Kinder, die als Fallkinder in die Fall-Kontroll Studie eingeschlossen werden, sind Kinder,:

- die an einer primären Leukämie (ICD C91-C95) gemäss ICCC Gruppe I erkrankten und diese eine erste Krebserkrankung darstellt (Ersttumoren);
- die bei der Diagnosestellung zwischen 0 und 14 Jahre alt sind;
- deren Krebserkrankung im Zeitraum vom 1.1.1984 bis 31.12.2003 diagnostiziert wurde;
- die dem Deutschen Kinderkrebsregister (DKKR) bekannt sind;
- die mit ihren Familien zum Zeitpunkt der Diagnosestellung ihren Hauptwohnsitz im definierten Studiengebiet hatten (deutsche Wohnbevölkerung);

3.4.2 Definition der Kontrollkinder

Die Kinder, die als Kontrollen dienen, werden nach folgenden Match-Kriterien ausgewählt:

- Alter zum Zeitpunkt der Diagnose;
- Meldezeitraum (Diagnosemonat/-Jahr des Falls)
- Geschlecht;
- Senderregion;

Folgende Kinder sind als Kontrollkinder auszuschließen:

- die dem DKKR als krebskranke Kinder bekannt sind;

Fälle, die vor Diagnose der Leukämie gemäß der Definition in Kap. 3.4.1 als Kontrollen gezogen werden, werden nicht ausgeschossen.

¹ Steliarova-Foucher E, Stiller C, Lacour B, Kaatsch P. Third Classification of Childhood cancer, Third Edition. Cancer 2005 (103): 1457-1467.

3.5 Auswahlverfahren und Matching

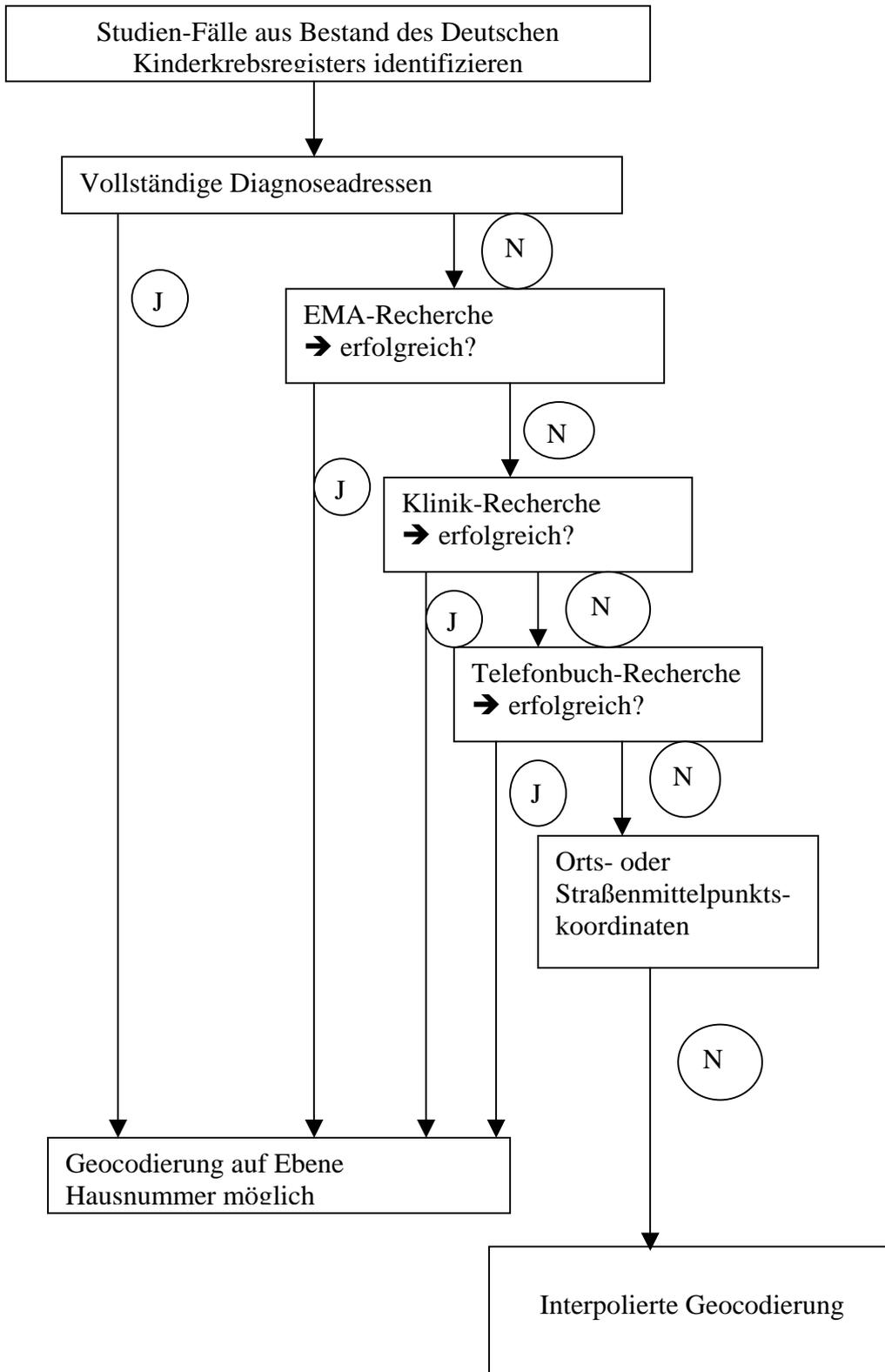
3.5.1 Fallkinder

Die Auswahl der relevanten Fallkinder ergibt sich aus den genannten Einschlusskriterien (vgl. 3.4.1). Für den Diagnosezeitraum 1984 bis 2003 und unter Berücksichtigung des Studiengebietes wurden insgesamt 2230 Fallkinder identifiziert, wobei für 919 Kinder die Adresse zum Diagnosezeitpunkt nicht vorliegt. Für die nachgehende Adressrecherche gelten die folgenden Regelungen:

- (1) Falls die Daten beim Einwohnermeldeamt gelöscht wurden oder aber das betreffende Kind als „nicht gemeldet“ gilt, so gilt es als verloren („lost“) und kann in der Studie nicht weiter berücksichtigt werden;
- (2) Ein Fallkind gilt als „nicht zur Grundgesamtheit zugehörig“, wenn es im Ausland erkrankte bzw. zum Diagnosezeitpunkt den Hauptwohnsitz nicht im Studiengebiet hatte;
- (3) Generell werden nur Fälle in die Studienpopulation aufgenommen, für die die Adresse des Hauptwohnsitzes vorliegt;
- (4) Falls die Angaben des Deutschen Kinderkrebsregisters zum Geburtsdatum oder Todesdatum eines Falles von den Angaben des Einwohnermeldeamtes abweichen, so gilt die Angabe des Amtes als korrekt und soll in die Datenbank übernommen werden.

Für die Gruppe der 919 Kinder ohne vorliegende Adresse werden über die Einwohnermeldeämter Daten zur Wohndauer im Sendegebiet erhoben: Es wird dabei das Zuzugsdatum an die jeweilige Adresse des Fallkindes ermittelt und die Zeitdauer bis zum Diagnosedatum bestimmt (vgl. Kap. 6, Sensitivitätsanalyse zur Expositionsdauer). Eine entsprechende Recherche zum Zuzugsdatum wird für alle Fallkinder durchgeführt, also auch für solche Fälle, deren Adresse zum Diagnosezeitpunkt bereits vorliegt.

Abbildung. 2 Schema zur Adressrecherche bei Fallkindern



3.5.2 Kontrollkinder

Die Adressen der Kontrollen werden bei der Ziehung aus den Einwohnermeldeamtsdaten ermittelt. Die Definition der Studienregion muss derart erfolgen, dass Fälle und Kontrollen aus dem gleichen Studiengebiet stammen. Bei der Ziehung ist es wichtig, die Kontrollen aus den einzelnen Gemeinden gemäß der Bevölkerungsverteilung zum Zeitpunkt der Diagnose des Falls zu ziehen. Ansonsten käme es zu Verzerrungen der Risikoschätzer. Bei der Ziehung muss überprüft werden, dass Fälle nicht auch als Kontrollen gezogen werden. Zusätzlich wird über die Einwohnermeldeämter ermittelt, seit wann die Kinder am Wohnort bzw. der interessierenden Adresse zum Zeitpunkt der Diagnose des Falls lebten. Für Gemeinden, die gleichzeitig zu zwei Senderregionen gehören, erfolgt die Kontrollziehung in beiden Senderregionen.

Pro Fallkind sind 6 Kontrollkinder gemäß den Matchkriterien (vgl. 3.4.2) zu ziehen.

Von einem Fallkind sind bekannt: Geburtsdatum, Diagnosejahr, Diagnosealter, Geschlecht und Senderregion. Für jede Gemeinde liegen auf Ebene der amtlichen Schlüsselnummern folgende Informationen vor: Bevölkerungszahl der Kinder pro Gemeinde, pro Kalenderjahr, pro Altersjahr und Geschlecht. Gewichtet mit der Bevölkerung im zum Fallkind passenden Kalenderjahr, Alter und Geschlecht werden zu jedem Fallkind sechs Gemeinden in fester Reihenfolge aus der entsprechenden Senderregion gezogen. Dabei kann es vorkommen, dass insbesondere große Gemeinden mehrfach gezogen werden. Die Einwohnermeldeämter der bis zu sechs Gemeinden werden angeschrieben. Die Kontrollen werden bei der Ziehung bereits mit 1 bis 6 durchnummeriert. Plätze 1-3 sind die für die Auswertung designierten Kontrollen. Platz 4-6 rücken nach, wenn eine oder mehrere der für die Plätze 1-3 angesprochenen Gemeinden keine Kontrollen liefern können oder wollen. Durch die so eingebaute Redundanz kann erfahrungsgemäß für fast 99% aller Fälle gewährleistet werden, dass 3 Kontrollen in der Auswertung zur Verfügung stehen werden.

Zu jedem Fallkind werden aus der gezogenen Gemeinde alle Namen und Adressen erbeten, die zum Datum der Diagnose des Fallkindes in der Gemeinde lebten und mit ihrem Geburtsdatum um bis maximal sechs Monate vom Geburtstag des Fallkindes abweichen. Aus den gelieferten Einwohnerdaten wird das Kind als Kontrolle gewählt, dessen Geburtsdatum am nächsten zum entsprechenden Fall liegt. Falls mehrere Kinder mit gleichem Geburtsdatum geliefert werden, wird eines zufällig gezogen.

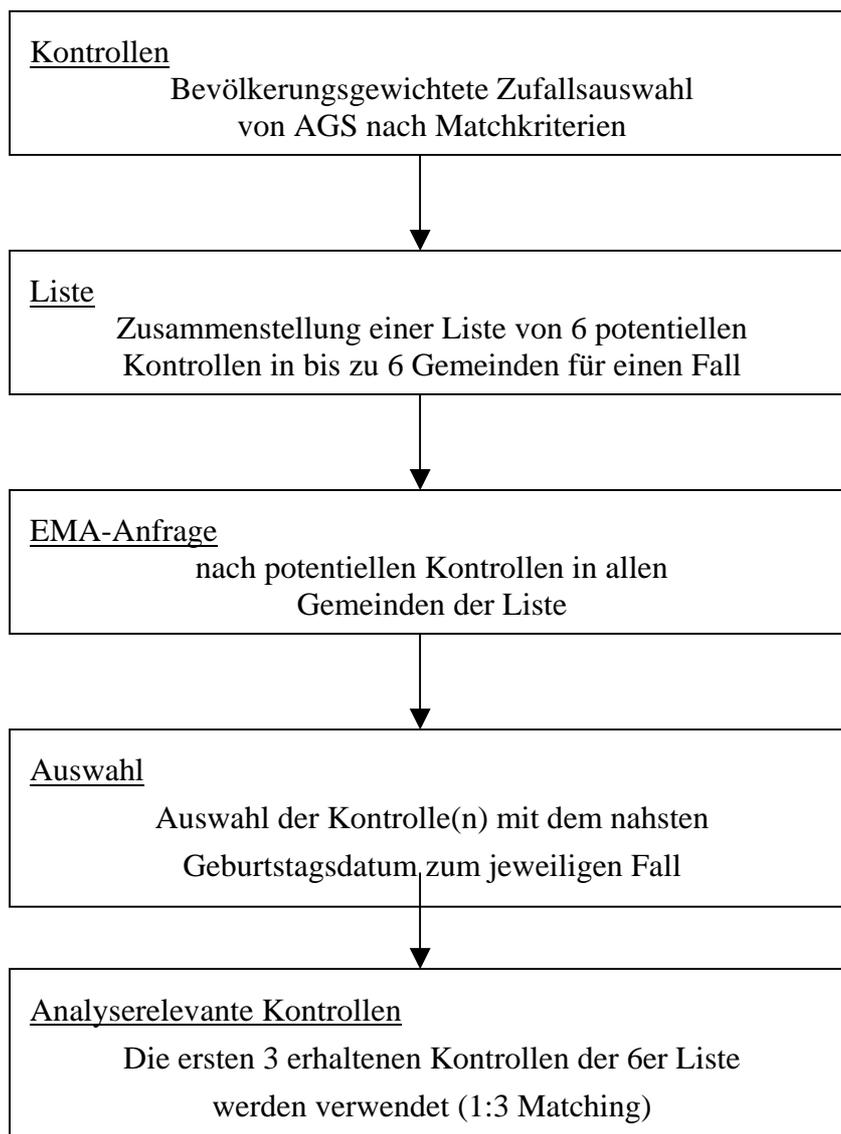
Wie breit das Intervall um den Geburtstag des Fallkindes gewählt wird, hängt von der Gemeindegröße ab: es wird so gewählt, dass voraussichtlich bis zu 30-50 Adressen erhältlich sind. In kleineren Gemeinden (weniger als 20-30 Kinder pro Alter, Kalenderjahr und

Geschlecht) werden alle Namen und Adressen von Kindern dieses Alters und Geschlechts aus dem betreffenden Kalenderjahr erbeten.

Stellt die Bereitstellung dieser Information aus weiter zurückliegenden Jahren von Seiten der Gemeinden in einer größeren Region ein grundsätzliches Problem dar, so ist die Nachziehung von Gemeinden nicht sinnvoll. Kann die Einwohnerdatei nicht für das Diagnosejahr rekonstruiert werden, so erfolgt die Ziehung aus der aktuellen Wohnbevölkerung. Dies impliziert den Ausschluss zwischenzeitlich weggezogener Familien.

Aus den gelieferten Einwohnerdaten, wird das Kind als Kontrolle gewählt, dessen Geburtsdatum am nächsten zum entsprechenden Fall liegt. Falls mehrere Kinder mit gleichem Geburtsdatum geliefert werden, wird eines zufällig gezogen. Die Adressen dieser sechs Kontrollkinder zum Datum der Erstdiagnose des Fallkinds werden geokodiert.

Abbildung. 3 **Schema zur Adressrecherche bei Kontrollkindern**



4 Geocodierung von Wohnadressen

Bestandteil der individuellen Expositionsabschätzung im Rahmen der KiSS-Studie ist die Geocodierung von Wohnadressen und der Expositionspunktquellen. Bereits während der Pilotphase wurden die Standorte der Sendeanlagen geokodiert (vgl. Studienprotokoll). Sekundengenaue Koordinaten sind zudem über die Betreiber erfragbar.

Alle Wohnadressen der Fall- und Kontrollkinder zum Zeitpunkt der Diagnose werden mit Gauß-Krüger-Koordinaten geokodiert, um damit die exakte Distanz zur Sendeanlage errechnen zu können. Die Anschriften der Probanden zum Zeitpunkt der Diagnose werden in 10 westdeutschen Bundesländern liegen.

Das Landesvermessungsamt NRW führt keine länderübergreifende Geocodierung von Hauskoordinaten durch. Die Geocodierung wird aus diesem Grund als Auftrag an die Firma infas GEOdaten GmbH vergeben. Erstellt werden katastergenaue (lagegenaue) Geokoordinaten und interpolierte Geokoordinaten.

Datenübermittlung an infas GEOdaten GmbH:

Fälle und Kontrollen werden im Verhältnis 1:3 gemischt und in anonymisierter Form (mit Anschriften, aber ohne Namen) übermittelt. Fälle und Kontrollen enthalten eine ID (Laufnummer). Der Schlüssel zur Verknüpfung von ID und Fällen/Kontrollen wird im IMBEI entwickelt und verwaltet. Der Firma infas GEOdaten GmbH werden somit Adressen übermittelt, die weder Alters-, Geschlechts- noch Namensangaben haben und keinerlei Personenbezug erlauben. Die Adressen werden aus dem Zeitraum 1984 bis 2003 stammen, was der Firma infas GEOdaten GmbH ebenfalls nicht bekannt sein wird. Die Abstandsberechnung zwischen Wohnadresse und Sendestation erfolgt im IMBEI.

Übermittlung der Geokoordinaten an das IMBEI:

Ausgabeformat der Hauskoordinaten: Gauß-Krüger-Koordinatensystem;

Die Firma infas GEOdaten GmbH führt eine Prüfung und Adress-Validierung durch. Das Qualitätskennzeichen der Codierung wird dem IMBEI mit den Geokordinaten übermittelt. Sind (historische) Adressen im Katasterbestand nicht mehr vorhanden (z.B. Umbenennung von Straßen), so wird die nächst beste Koordinate - z. B. Nachbarhaus oder Straßenabschnittsmittelpunkt genommen.

Tabelle 3 Qualität von Hauskoordinaten

Index	Qualität der Koordinate
1	Katasterkoordinate innerhalb des Hausumrings
2	Katasterkoordinate innerhalb des Flurstücks
10	Interpolierte Koordinate Hausgenau
20	Interpolierte Koordinate Straßenabschnittsschwerpunkt
25	Interpolierte Koordinate Straßenabschnittsmittelpunkt
30	Interpolierte Koordinate Wohnquartiersgenau
40	Ortsgenau
50	Interpolierte Koordinate Postleitzahlengenau

5 Datenhaltung und Datenschutz

Das Studienkonzept und die relevanten Studienunterlagen wurden dem Datenschutzbeauftragten des Landes Rheinland-Pfalz vorgelegt und gebilligt.

Die Datenbanken mit personenbezogenen Angaben werden auf einem Server des Deutschen Kinderkrebsregisters gespeichert. Damit gelten alle für das Deutsche Kinderkrebsregister (DKKR) relevanten Datenschutz- und Sicherungsmaßnahmen auch auf die Daten der KiSS-Studie. Der Server befindet sich in einem ständig geschlossenen Raum, zu dem nur autorisierte Personen Zugang haben. Vor Zugriffen von außen ist der Server durch eine Firewall und Passworte geschützt.

Die Studiendaten befinden sich auf gespiegelten Festplatten und werden zusätzlich jede Nacht auf Magnetband gesichert. Die täglichen Sicherungen werden eine Woche lang aufbewahrt bevor sie überschrieben werden. Monatlich wird ein sog. Monatsband auf Magnetband erstellt und außerhalb, in einem Tresor in einem anderen Gebäude gelagert.

Jeder Mitarbeiter des Deutschen Kinderkrebsregisters und alle Personen, die auf Daten des DKKR zu Studienzwecken zugreifen unterliegen den Bestimmungen des Datenschutzes. Eine Kontrolle erfolgt durch den Datenschutzbeauftragten des IMBEI.

6 Auswertepplan

6.1 Hypothesen und Auswertestrategien

Haupthypothese 1: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Leukämierisiko bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umgebung leistungsstarker Sendestationen von Radio und Fernsehen? (Statistische Nullhypothese $OR = 1,0$, wobei die Expositionsvariable eine binäre (kategoriale) Variable ist, d.h. dass das Risiko von exponierten Kindern mit dem Risiko von schwach-exponierten Kindern verglichen wird)

Auswertungsstrategie 1a: die Exposition wird modelliert über die Feldstärke bzw. die Addition von Leistungsflußdichten (absolute Werte). Hierzu wird die Gesamtmission an einzelnen Wohnkoordinaten berücksichtigt.

Auswertungsstrategie 1b: es wird die prozentuale Grenzwertausschöpfung betrachtet. Das biologische Wirkungsmodell, auf dem die Grenzwerte der 26. BImSchV² basieren, besagt, dass im Hochfrequenzbereich ab 100 kHz die vom menschlichen Körper absorbierte Leistung die relevante Größe für die Immissionsbeurteilung darstellt (Spezifische Absorptionsrate, SAR). Die absorbierte Leistung ist proportional zum Quadrat der einwirkenden elektrischen Feldstärke. Wenn mehrere Einzelfelder vorhanden sind, ist die Summenleistung zu bilden. Bezieht man dabei vor der Quadrierung die Einzelfeldstärken auf den jeweiligen Grenzwert und zieht dann aus der entstehenden Summe der Quadrate die Wurzel, so ergibt sich die am Ort/Messpunkt wirksame Gesamtmission in Form einer grenzwertbezogenen Feldstärke. Die Grenzwertvorgaben sind eingehalten solange die Gesamtmission den Wert 1 (100%) nicht überschreitet.

Beide Herangehensweisen sind plausibel. Auswertungsstrategie 1b berücksichtigt die thermische Wirkung von elektromagnetischen Feldern (SAR, Wärmeentwicklung), während dies bei Auswertungsstrategie 1a gerade nicht der Fall ist, da unbekannt ist, ob das unterstellte biologische Modell für kindliche Leukämien von ätiologischer Relevanz ist.

² Bundesimmissionsschutz-Verordnung

Haupthypothese 2: Gibt es unterschiedliche Risiken der verschiedenen Sendertypen in Abhängigkeit von der Modulationsart? (Statistische Nullhypothese $OR(AM\text{-Sender}) = OR(UKW/TV\text{-Sender})$)

Nebenhypothese 1: Lässt sich eine Abhängigkeit zwischen dem Erkrankungsrisiko und den geschätzten Feldstärken zeigen? (Statistische Nullhypothese $\beta = 0$, im Regressionsmodell, wobei ein monotoner Zusammenhang zwischen der Feldstärke als stetige Variable und dem Erkrankungsrisiko modelliert wird)

Nebenhypothese 2: Lässt sich eine säkulare Entwicklung in der Expositionssituation und der Erkrankungshäufigkeit feststellen? (Statistische Nullhypothese $OR(\leq 1992) = OR(> 1992)$)

Die Hauptthesen wird auch im Sinne einer konfirmatorischen Analyse zum 5%-Niveau zweiseitig getestet.

Exposition

Definition: es wird die mittlere Exposition im Jahr vor dem Diagnosezeitpunkt geschätzt. Es werden nur solche Sender einbezogen, die im Zeitraum vor Diagnose mindestens ein Jahr mit hoher Leistung in Betrieb waren. Dabei sei „hohe Leistung“ definiert als ein Zeitraum, in dem der Sender „nicht abgeschaltet“ war.

Die Exposition wird modelliert über die Antennenleistung (mittlere monatliche Exposition) im Jahr vor dem Diagnosezeitpunkt eines Falls, Abstand und Richtung des Wohnorts von Fall oder Kontrolle von der Sendestation aus. Berechnet wird eine erwartete Feldstärke (V/m). Diese erwartete Feldstärke dient der Einteilung der Probanden in Expositionsklassen. Da nicht zu erwarten ist, dass Grenzwerte überschritten werden, die eine „natürliche“ Einteilung zuließen, werden Quantile zur Klasseneinteilung verwendet. Ausnahme bildet hierbei die direkte Umgebung um UKW-Sendeanlagen.

Weiterhin ist mit Unterschieden bei Feldstärken (V/m) zwischen UKW- und AM-Antennen zu rechnen. Da die biologische Wirkung nicht nur von der Feldstärke (V/m) abhängt sondern auch von der Frequenz (MHz) und hier verschiedene Frequenzbändern vorliegen, ist damit zu rechnen, dass verschiedene Bereiche von Feldstärken gemessen werden. Deswegen wird die Einteilung in stärker exponiert und weniger stark exponiert bei UKW- und AM-Sendern getrennt vorgenommen.

Expositionsbestimmung bei Überschneidungsgebieten zweier Hauptsender: es soll der Maximalwert (eines) Senders genommen werden.

Missklassifikation:

Da das endgültige Modell zur Expositionsrechnung nicht vorliegt, können noch keine Aussagen über die Art und Auswirkung der Missklassifikation getroffen werden. Das Expositionsmodell muss höchstmögliche Spezifität nahe 100% liefern, damit ein tatsächlicher Zusammenhang nicht durch eine Verzerrung des Odds Ratios zum Nulleffekt hin maskiert wird.

Modell:

Da gematchte Fall-Kontroll-Gruppen vorliegen, wird eine bedingte logistische Regression durchgeführt mit Fall-Kontroll-Status als abhängige Variable. Einzige Einflussvariable sind die Expositionsclassen (x_i , $i=1,\dots,n$). Das Effektmaß ist das Odds Ratio. Die Expositionsclassen werden folgendermaßen in das Modell implementiert:

$$\log(\text{OR}(x_i)) = \beta_i x_i.$$

Confounder:

Mögliche Störgröße ist die Urbanität (Stadt-Land). Die Berücksichtigung weiterer Confounder wird nicht durchgeführt, da diese die Befragung der Teilnehmer voraussetzt, welche in der Studie nicht geplant ist. Der Confounder wird als relevant angesehen, wenn er den Regressionskoeffizienten der Exposition um mindestens 10% ändert.

Überprüfung der Haupthypothese 1

Die Gesamtgruppe wird für diese Analyse verwendet. Als Einteilungsgrenze in höher Exponierte und weniger stark Exponierte dient das 10%-Fraktil der berechneten Feldstärken, getrennt nach UKW- und AM-Antennen.

Überprüfung der Haupthypothese 2:

Angenommen, es gäbe eine biologische Wirkung nur in einem der beiden untersuchten Frequenzbereiche, so würde im Modell zur Überprüfung der Haupthypothese 1 diese Wirkung eventuell nicht entdeckt, da sie vom anderen Frequenzbereich „überdeckt“ wird. Deswegen wird zur Überprüfung der Haupthypothese 2 das Modell getrennt für UKW- und AM-Antennen berechnet.

Überprüfung der Nebenhypothese 1:

Zeigt sich bei der Überprüfung der Haupthypothese ein Zusammenhang zwischen Exposition und Krebsrisiko, so wird die Nebenhypothese 1 über fraktionelle Polynome (Vorgehen wie bei Royston et al., 1999) überprüft. Bedingung für ein plausibles Modell ist, dass zwischen erwarteter Feldstärke (V/m) und Krebsrisiko ein monotoner Zusammenhang besteht.

Überprüfung der Nebenhypothese 2:

Zur Überprüfung der Nebenhypothese 2 wird eine Indikatorvariable $I_{>1992}$ eingeführt, welche 1 wird, wenn der Fall nach dem 31.12.1992 diagnostiziert wurde ($\beta_1 X + \beta_2 I_{>1992} X$). Falls kein Unterschied zwischen den Zeiträumen existiert, sollte das 90%-Konfidenzintervall von β_2 die 0 nicht enthalten.

Falls sich bei Überprüfung der Haupthypothese 2 ergab, dass die Wirkung bei beiden Frequenzbereichen unterschiedlich ist, wird auch hier getrennt nach diesen Frequenzbereichen ausgewertet.

Sensitivitätsanalyse zur Expositionsdauer:

Für über 900 Fälle und deren Kontrollen liegt das Einzugsdatum des Wohnorts zum Diagnosezeitpunkt vor. Aus den folgenden zwei Gründen kann eine kumulative Expositions-schätzung nicht durchgeführt werden:

1. Um belastbare Abschätzungen über die kumulative Exposition eines Falls oder einer Kontrolle zu erhalten, müsste man bei allen Probanden eine Erfassung der Wohnorthistorie durchführen. In der Studie sind Kinder bis zum 14. Lebensjahr eingeschlossen. Eine Rückverfolgung aller Adressen für alle Probanden mittels Einwohnermeldeamtsrecherche würde die Mittel und den Zeitrahmen der Studie sprengen.
2. Die untersuchte Exposition durch UKW- und AM-Antennen besteht auch außerhalb des Studiengebiets. Da für diese Gebiete keine Expositionsabschätzung möglich ist, wäre eine geschätzte kumulative Exposition fehlerbehaftet.

Aus diesem Grund wird verglichen, ob sich die Dauer zwischen Einzugs- und Diagnosedatum für die ca. 900 Fälle und deren Kontrollen unterscheidet.

6.2 Validierung der Zielvariable

Ziel der Validierung ist eine Abschätzung der Missklassifikation der Zielvariable „exponiert“ bzw. „nicht exponiert“ zu treffen und für diese Abschätzung die Anzahl an benötigten Vergleichen zwischen gemessenen und berechneten Expositionen festzulegen. Weiterhin soll mit dieser Analyse festgestellt werden, welche der möglichen Expositionsmaße für die Hauptanalyse der KiSS-Studie verwendet wird.

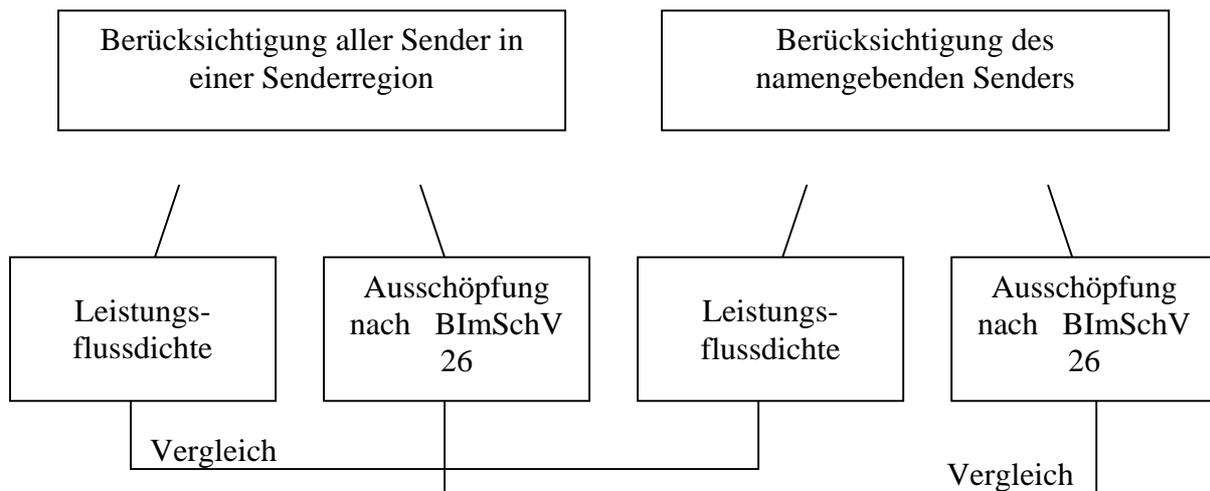
Die Haupthypothese 1 bezieht sich auf die Gesamtexposition durch alle Sender.

„Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Leukämierisiko bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in der Umgebung leistungsstarker Sendestationen von Radio und Fernsehen?“

Da Feldstärken von AM-Sendern und UKW/TV-Sendern zur Bestimmung der Gesamtexposition nicht summierbar sind, müssen diese in Leistungsflussdichten umgerechnet, summiert und dann kategorisiert werden. Da bei dieser Formulierung die Frequenzabhängigkeit verloren geht, diese aber relevant bei bekannten biologischen Wirkungen ist, wird als zweites die prozentuale Ausschöpfung zum Grenzwert nach 26. BImSchV angewendet.

Die zur Validierung verwendeten Messungen basieren auf dem Maximalwert (Schwenkmethode mit Max Hold) der Feldstärke. Eine Umrechnung in die prozentuale Ausschöpfung des Grenzwerts ist einfach möglich.

Abbildung 4: Vergleiche in der Validierungsstudie



Zunächst wird untersucht, ob die Berücksichtigung aller Sender in einem Sendergebiet zu einer Verbesserung der Expositionsabschätzung führt. Man hat also zum einen die Leistungsflussdichte (bzw. Ausschöpfung nach BImSchV 26) aus dem Modell³, welches alle Sender berücksichtigt, zum anderen die Leistungsflussdichte (bzw. Ausschöpfung nach BImSchV 26) aus dem Modell, das nur den namensgebenden Sender berücksichtigt. Beide können nun mit den Messwerten verglichen werden.

Das Expositionsmodell mit der geringeren Missklassifikation (Vergleich „alle Sender“ vs. „Hauptsender“) wird in der Hauptstudie verwendet.

In einem weiteren Schritt wird verglichen, wie stark das Modell variiert, wenn im Modell nicht ein Maximalwert geschätzt wird, sondern ein Mittelwert. Falls die Modelle ähnlich klassifizieren, kann in der Hauptstudie auf eine Sensitivitätsanalyse verzichtet werden.

Bewertung: Missklassifikation der Messung und Rechnung

Es ist bekannt, dass bei Feldstärkemessungen der Messfehler mit der Stärke des gemessenen Feldes zunimmt. Daher ist es möglich, dass Exponierte eher missklassifiziert werden als Nicht-Exponierte. Daher liegt wahrscheinlich differenzielle Expositions-Missklassifikation vor, die eine größere Missklassifikation bei den Exponierten aufweist. Da nur zwei Kategorien vorhanden sind, wird der Effekt der Exposition auf das Risiko unterschätzt.

Folgende Vier-Felder-Tafel wird verwendet, um Sensitivität und Spezifität der Schätzungen abzuschätzen.

³ Schätzmodell zur Versorgungsplanung (vgl. 1.3)

Tabelle 4: Vier-Felder-Tafel zur Berechnung von Spezifität und Sensitivität

		Messung	
		Exponiert	Nicht exponiert
Schätzung	Exponiert	a	b
	Nicht exponiert	c	d
Σ		a+c	b+d

Sensitivität: $a/(a+c)$ plus exaktes 95%-Konfidenzintervall

Spezifität: $d/(b+d)$ plus exaktes 95%-Konfidenzintervall

Allgemein lässt sich sagen, dass bei geringer Prävalenz der Exposition höchstmögliche Spezifität über 90% gewährleistet werden muss, damit das OR nicht zu stark unterschätzt wird. Die differenzielle Missklassifikation bewirkt eine Verschlechterung der Sensitivität.

Zusätzlich wird der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman angegeben inkl 95%-Konfidenzintervall.

Die Verteilung der Exposition der Validierung wird nicht derjenigen innerhalb der Studienregion entsprechen. Deswegen kann auch nicht im Vorhinein gesagt werden, ob die Feldstärke am 90%-Perzentil der Validierung auch der der Studie entsprechen wird. Aufgrund dieser Unsicherheit wird einmal die Receiver-Operating-Characteristic (ROC) Kurve verwendet und zum Zweiten die Berechnungen auch für das 85% und 95%-Perzentil durchgeführt.

Weiterhin wird über die Einführung einer Kategorie zwischen Exponierten und Nicht-Exponierten nachgedacht, welche 10% aller Werte umfasst, also zwischen dem 80% und 90%-Perzentil liegt. Damit soll sichergestellt werden, dass die Missklassifikation innerhalb der Klassen der Exponierten und Nicht-Exponierten geringer wird. Durch die Einführung dieser dritten Klasse, bleibt die Anzahl a in Tabelle 1 unberührt. In allen anderen Zellen kommt es zu Verschiebungen. Die Frage ist nun, ob der Anteil der Klasse der laut Messung und Schätzung Nicht-Exponierten an den laut Messung Nicht-Exponierten größer wird, mit anderen Worten, ob die Spezifität zunimmt. Ist dies der Fall, wird die Klasse zwischen dem 80% und 90% Perzentil beibehalten.

Vergleich der möglichen Expositionen (Maximum, Mittelwert)

Bei dem Vergleich der Einteilung in Exponierte und Nicht-Exponierte zwischen dem Mittelwert und dem Maximum wird wiederum eine Vier-Felder-Tafel verwendet und das Kappa Maß für die überzufällige Übereinstimmung zwischen zwei Bewertungsmethoden

berechnet. Liegt der Kappa Koeffizient über 0,8, dann wird auf eine separate Auswertung des Maximums mittels Sensitivitätsanalyse in der Hauptstudie verzichtet. Zusätzlich ist eine Bewertung mittels Bland-Altman-Plots vorgesehen.

Benötigte Anzahl von Messungen bzw. Berechnungen

Um eine Aussage über die benötigte Anzahl an Messungen bzw. Schätzungen treffen zu können, wird für die folgende Berechnung vorausgesetzt, dass eine Spezifität und Sensitivität von 90% vorliegt. Wie oben ausgeführt, soll das entsprechende Konfidenzintervall der Spezifität maximal 5% von diesem Wert abweichen (also: untere Grenze KI bei >85%). Um diese Grenze einzuhalten, müssen für 300 Punkte eines Gebiets Messungen und die entsprechenden Berechnungen vorliegen.

Tabelle 5 Vier-Felder-Tafel mit der benötigten Anzahl der Vergleiche Messung vs. Schätzung

		Messung	
		Exponiert	Nicht exponiert
Schätzung	Exponiert	27	27
	Nicht exponiert	3	243
Σ		30	270

Spezifität 90%, 95% KI-Intervall: [85,8%; 93,9%].

Damit wird eine Anzahl von 300 Messungen bzw. berechneten Feldstärken benötigt.

Die Validierung wird sich auf die Senderregionen Mühlacker (AM-Sender), Stuttgart (UKW/TV-Sender), Bodensee (AM-Sender) sowie die unabhängige Region Freiburg beziehen. Die Berechnung der Expositionen durch das Modell werden durch den Südwestdeutschen Rundfunk durchgeführt. Die Messwerte werden dem BOTRONIC-Datensatz⁴ entnommen. Die berechneten und gemessenen Daten pro Messpunkt werden an das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Johannes Gutenberg-Universität Mainz geliefert. Hier werden die vorstehend beschriebenen Validierungsberechnungen durchgeführt.

⁴ Bochtler U, Eidher R, Wuschek U. Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg – Ergebnisse des FunkWellenmessprojektes 2001-2003. Stuttgart 2003. <http://www2.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/funkWellen/pdf/gesamt.pdf>.

7 Expositionsschätzung

Für die Ermittlung der Exposition durch Rundfunksender im Langwellen- und Mittelwellenbereich (150 – 1606,5 kHz) und im UKW- und TV-Bereich (47 - 790 MHz) müssen alle für eine bestimmte Untersuchungsregion relevanten Sender ermittelt werden. Für die Ermittlung der Exposition der Fälle / Kontrollen soll mit den historischen Daten der Senderbetreiber die Aussendung der Sender für die zu betrachtenden Zeiträume berechnet werden. Dazu werden, für die jeweiligen relevanten Zeiträume getrennt, die charakteristischen Daten des Senders wie Sendeleistung, Sendart, Antennendiagramm und Betriebszeiten benötigt. Dazu müssen alle Betreiber von relevanten Sendeanlagen in den Untersuchungsregionen angeschrieben werden und um die Übermittlung der Daten gebeten werden. Dieses soll im 1. Quartal 2006 erfolgen. Prinzipiell haben alle Betreiber schon ihre Mitarbeit signalisiert. Diese Daten können teilweise aus den Unterlagen der jeweiligen Sendestelle ermittelt werden, müssen voraussichtlich aber z. T. auch aus der Erinnerung von Mitarbeitern rekonstruiert werden. Für einige Sender gibt es auch Unterlagen vom Errichter sowie Daten einer Vermessung des Antennendiagramms durch Befliegungen. Wenn andere Sender in der jeweiligen Untersuchungsregion eine relevante Feldstärke erzeugen, müssen sie zusätzlich mit berücksichtigt werden. Dazu werden sowohl die Informationen von den Betreibern der Sendeanlagen abgefragt, die Informationen der jährlichen Veröffentlichung der Hörfunk- und Fernsehsender („Wittsmoor- Liste“) als auch vorhandene Messungen des gesamten relevanten Spektralbereiches in den jeweiligen Regionen ausgewertet. Sind in der Studienregion relevante Militärsender zu berücksichtigen, so ist die Mitarbeit der Bundeswehr notwendig. Eine mögliche Zuarbeit wurde vom Verteidigungsministerium in Aussicht gestellt. Wenn es nicht möglich ist, für einen der relevanten Sender die notwendigen Daten zu beschaffen, müssen ggf. einzelne Studienregionen ganz oder partiell bzw. einzelne Zeitfenster aus der Untersuchung herausgenommen werden.

Da bei UKW- und TV-Sendern die Antennendiagramme in der Regel nicht für sehr kleine vertikale Winkel bekannt und vermessen sind, ergibt sich in der unmittelbaren Umgebung um die jeweiligen Sendetürme eine Zone, in der die Exposition nicht mit hinreichender Sicherheit berechnet werden kann. In dieser Zone ist mit einer kleinräumigen sehr inhomogenen Exposition durch die „Nebenzipfel“ des Antennendiagramms zu rechnen.

Die Plausibilität dieser Daten kann durch Vergleich mit den Daten der „Wittsmoor- Liste“ und den Unterlagen zur Genehmigung des jeweiligen Senders bei der Telekommunikationsbehörde überprüft werden. Die Daten der Senderbetreiber sollten aber eine erheblich bessere Beschreibung der Emission ermöglichen, da sie sicher die tatsächliche Emission wiedergeben. Mithilfe von Wellenausbreitungsmodellen, die beim SWR und beim Institut für Rundfunktechnik für die Berechnung der Rundfunkversorgung entwickelt wurden, sollen

dann mit Hilfe dieser Emissionsdaten und den jeweiligen topographischen Daten die Immissionen in der gesamten Studienregion berechnet werden. Deren Eignung zur Expositionsbestimmung wurde durch messtechnische Validierungsverfahren im Raum Stuttgart und Mühlacker erprobt und für ein automatisiertes Schätzverfahren weiterentwickelt (Pilotphase).

Die Expositionsschätzung für die AM-Sender erfolgt durch Berechnung mit spezieller Lösung der Wellengleichung (angepasstes Van der Pol/Bremmer Verfahren). Dies erlaubt die Berücksichtigung von Antennenstandort, Abstrahl-Charakteristiken und Bodenleitfähigkeit. Berechnet wird die Feldstärke am Erdboden. Zur Abschätzung eines Einflusses der Topografie wurden mehrere Ausbreitungsmodelle getestet. Alle Modelle haben sich als gleichwertig erwiesen, so dass auf eine gesonderte Berücksichtigung der Topografie verzichtet werden kann.

Die Expositionsschätzung für FM/TV-Sender erfolgt mit optimierten strahlenoptischen Verfahren (MEEKS- Programmpaket des SWR). Dieses erlaubt die Berücksichtigung von Antennenstandort, Abstrahl-Charakteristiken und Topographie. Eine Skalierung der berechneten Feldstärke auf Bodenfeldstärke ist erforderlich. Hierzu sind Feldmessungen geplant. Eine weitere methodische Schwierigkeit ist die Expositionsbestimmung im direkten Nahbereich der Sender. Geplant ist eine Nachrüstung der Modelle für den Nahbereich mit Vertikaldiagrammen. Für kleinere Winkel werden plausible Annahmen getroffen. In diesem Zusammenhang sind zusätzliche Messkampagnen geplant.

Es ist zu erwarten, dass die Berechnungen mit den beim SWR eingesetzten Programmen plausible Daten liefern, da diese speziell für die Gegebenheiten des Rundfunks entwickelt wurden. Die Berechnung soll aber auch durch Vergleichsberechnungen mit weiteren Programmen sowie durch Messung validiert werden. Die Validierung durch Berechnung soll durch eine Vergleichsberechnung mit dem kommerziellen Programm WinField der Firma FGEU durchgeführt werden. Dabei soll für je einen UKW- / TV-Sender und einen Mittelwellensender in einer einfachen Konfiguration eine Parallelberechnung durchgeführt werden.

Mit den SWR-Programmen werden bei UKW und TV die durch die jeweilige lokale Bodenstruktur (Häuser, Bäume etc.) ungestörten Feldstärken berechnet. In der Regel sind solche Werte erst oberhalb der Dachkante („10 Meter-Wert“) zu erwarten. Der Feldstärkewert in Bodennähe ist in der Regel erheblich geringer, wobei der Übergangsfaktor von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten abhängt. Diese Gegebenheiten können in der Regel recht gut durch die Bebauungsart oder Bevölkerungsdichte beschrieben werden.

Durch die in verschiedenen Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Saarland, Niedersachsen etc.)⁵ schon durchgeführten Messungen liegt eine größere Anzahl von Messwerte für Feldstärken in 1 bzw. 1,5 Meter Höhe über Boden vor, die zur Validierung der Rechnungen mit herangezogen werden können. Im Rahmen dieser Messungen wurde jeweils der gesamte hochfrequente Frequenzbereich vermessen. Damit kann auch der Einfluss anderer Feldquellen betrachtet werden. Es werden aber im Rahmen dieser Validierung noch weitere Messungen durchgeführt, besonders in Studienregionen, für die bis jetzt keine Messungen vorliegen. Entsprechende Messgeräte sind verfügbar. Aktuelle Messreihen geben aber nur die Situation heute wieder, eine Extrapolation auf historische Daten ist in der Regel dadurch nicht möglich.

Inwieweit auch Daten von den Empfangsstellen der Bundesnetzagentur verfügbar und verwendbar sind, muss noch geprüft werden. Sowie weitere relevante historische Messdaten für Expositionsmessungen aufgefunden werden, werden auch diese mit berücksichtigt.

Generell können Messungen nur berücksichtigt werden, wenn zu den Messungen auch die Qualitätssicherung beschrieben ist und die jeweiligen Vertrauensbereiche angegeben sind. Die Messstellen der Länder haben dazu in den letzten Jahren Vergleichsmessungen durchgeführt, so dass man davon ausgehen kann, dass die Daten der Ländermessstellen für diesen Zweck verwendbar sind.

Dabei ergibt sich als weiterer Aspekt, dass die Übergangsfaktoren zum „10-Meter-Wert“ ermittelt werden müssen. Dazu gibt es zum einen Daten der Rundfunkbetreiber, die veröffentlicht sind und zum anderen können auch Messungen mit speziellen Fahrzeugen mit einem ausfahrbaren Messmast durchgeführt werden. Dazu müssen einerseits die Daten aus der Literatur ermittelt werden und andererseits Messungen zur Validierung mit einem Messmast durchgeführt werden. Der SWR und das Landesamt für Gewerbeaufsicht in Rheinland Pfalz verfügen über entsprechende Fahrzeuge und haben eine entsprechende Mitarbeit in Aussicht gestellt. Entsprechende Messgeräte sind verfügbar.

Im Saarland werden Messungen der Feldstärke über längere Zeiträume (mehrere Monate) durchgeführt. Mit Hilfe dieser Daten kann die Schwankung der relevanten Feldstärken mit der Zeit betrachtet und mit den Angaben der Senderbetreiber verglichen werden.

Da die Übergangsfaktoren von der Bebauungsart abhängig sind, ist zur Berechnung der Exposition der Fälle/Kontrollen der für den Wohnort relevante Wert zu ermitteln. Zur Bebauungsart liegen detaillierte kleinräumige Daten der Rundfunkbetreiber vor, die diese für

⁵ Bochtler U, Eidher R, Wuschek U. Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg – Ergebnisse des FunkWellenmessprojektes 2001-2003. Stuttgart 2003 <http://www2.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/funkWellen/pdf/gesamt.pdf>.

ihre Berechnung der Versorgungsgrade benötigen. Mit diesen Daten können die mit dem SWR- Programm berechneten Daten auf die lokalen Gegebenheiten angepasst werden.

Mit den Ergebnissen dieser Berechnungen können dann für die vorgegebenen Zeiträume Expositionswerte punktgenau für die jeweiligen Geokoordinaten der Fälle / Kontrollen berechnet werden. Diese Berechnungen müssen für jede zu betrachtende Region mit allen dort relevanten Sendern und für jeden zu betrachtenden Zeitraum durchgeführt werden. Aus diesen Daten kann dann für jeden Fall / Kontrolle ein Expositionswert ermittelt werden, der die Exposition an einem Wohnort während des betreffenden Zeitraumes beschreibt.

Das Verfahren der Expositionsermittlung soll im Raum Stuttgart für UKW- und TV-Sender und im Raum Mühlacker für einen Mittelwellensender erprobt werden. Dazu sind schon die technischen Daten für die relevanten Sender erhoben worden. Mit diesen Daten müssen jetzt die flächigen Expositionsberechnungen durchgeführt und ein Programmmodul für die punktgenaue Expositionsberechnung geschrieben werden. Ziel ist es, für einen Eingabesatz von Geokoordinaten und Zeiträumen die jeweiligen Expositionsdaten automatisch zu erzeugen. Aufgrund des für die Rekrutierung von Kontrollpersonen über die Einwohnermeldeämter zu erwartenden Zeitraumes, werden Hauskoordinaten der Studienpopulation nicht vor dem zweiten/dritten Quartal 2006 vorliegen. Daher muss das Programmmodul zuerst mit einem Satz von Dummydaten getestet werden. Dieser Test soll bis Sommer 2006 durchgeführt worden sein. Die Schätzung des Übergangswertes sollen im Laufe dieses Jahres durchgeführt werden. Anzahl und Umfang richten sich dabei nach den aus der Literatur ermittelbaren Informationen. Die Aufbereitung der Datensätze für alle Sender und die Validierung der vorhandenen und noch zu beschaffenden Messungen wird weitere Zeit beanspruchen.

Weitere Messungen sollten nur bei Unklarheiten und dem Fehlen anderer Daten durchgeführt werden.

7.1 Datenübermittlung zur Expositionsschätzung

Der SWR erhält einen anonymisierten Datensatz, der für jede Person der Studienpopulation eine Laufnummer und die zugehörigen Geokoordinaten der jeweiligen Wohnanschrift beschreibt. Im Datenübergabeprotokoll wird die Zweckbindung der Daten formuliert.

Dem IMBEI werden zur Auswertung folgende Informationen für den Expositionszeitraum 1983-2003 zur Verfügung gestellt:

Exposition (Feldstärken) des namengebenden Hauptsenders: für jede Wohnkoordinate die mittlere (minimale und maximale) Exposition der Funksendeanlage pro Monat (z.B. 01/1983, 02/1983, 03/1983 usw.) für den gesamten Schätzzeitraum

- (a) FM
- (b) TV
- (c) FM/TV (gesamt)
- (d) AM (Tag), AM (Nacht)
- (e) AM (gesamt)
- (f) Gesamtexposition und Grenzwertausschöpfung.

Exposition (Feldstärken) des namengebenden Hauptsenders und aller relevanten Zusatzsender: für jede Wohnkoordinate die mittlere (minimale und maximale) Exposition der Funksendeanlage pro Monat (z.B. 01/1983, 02/1983, 03/1983 usw.) für den gesamten Schätzzeitraum

- (a) FM
- (b) TV
- (c) FM/TV (gesamt)
- (d) AM (Tag), AM (Nacht)
- (e) AM (gesamt)
- (f) Gesamtexposition und Grenzwertausschöpfung.