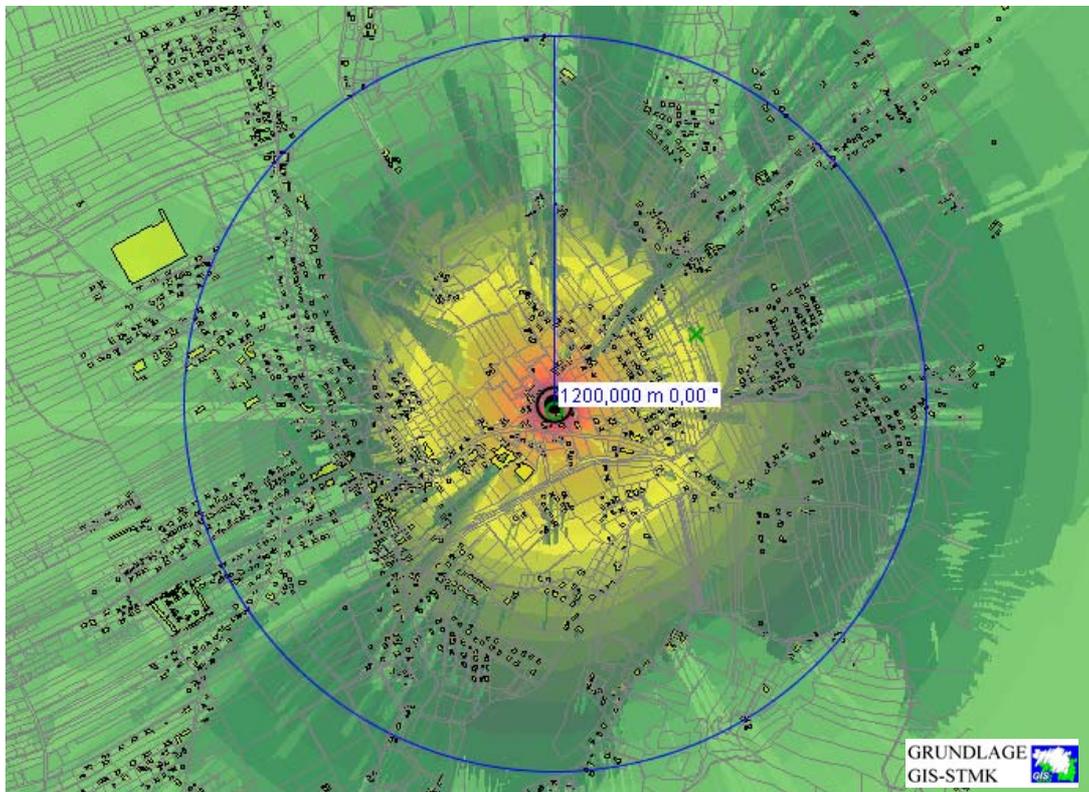


Umweltepideimiologische Untersuchung der Krebsinzidenz in den Gemeinden Hausmannstätten & Vasoldsberg



Dr. Gerd Oberfeld

Impressum

Herausgeber: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung für das
Gesundheitswesen (Landessanitätsdirektion),
Landessanitätsdirektor Hofrat Dr. Odo Feenstra

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Gerd Oberfeld, Salzburg

Druck: Printcenter Universität Salzburg

Herausgegeben: Graz, im Jänner 2008

Umweltepideimiologische Untersuchung
der Krebsinzidenz in den Gemeinden
Hausmannstätten & Vasoldsberg

Auftraggeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung,
Fachabteilung 8B, Landessanitätsdirektion, Graz

Aufagnehmer

Dr. Gerd Oberfeld, Salzburg

20. Jänner 2008

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei nachfolgend angeführten Personen und Organisationen für die Unterstützung bei der Durchführung dieser Untersuchung sehr herzlich bedanken.

- Herrn HR Dr. Odo Feenstra, Amt der Steiermärkischen Landesregierung
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung, GIS-Steiermark, Graz
- Herrn Altbürgermeister Günther Köck, Gemeinde Hausmannstätten
- Herrn Bürgermeister Josef Baumhackl, Gemeinde Vasoldsberg
- Herrn Dr. med. univ. Jörg Garzarolli-Thurnlackh, Distriktsarzt, Hausmannstätten

- Allen Studienteilnehmern
- Frau Marianne und Herrn Dipl.-Ing. Werner Sabutsch, Hausmannstätten
- Herrn Herbert Suppan, Hausmannstätten

- Herrn Univ.-Prof. Dr. Michael Kundi, Medizinische Universität Wien
- Herrn Univ.-Prof. Dr. Lennart Hardell, Universität Örebro, Schweden

- Herrn Manfred Haider, Messtechniker, Eggstätt
- Herrn Dr. Dietrich Moldan, Messtechniker, Iphofen
- Herrn Dipl.-Ing. Mark Strapetz, NIRView, Salzburg

- Frau Elisabeth Oberfeld-Öhler, Salzburg

Die Studie wurde aus Mitteln des Landes Steiermark finanziert. Die Portokosten wurden von den Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg übernommen.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	5
Inhaltsverzeichnis.....	7
Zusammenfassung	11
Zusammenfassung der Risikoberechnungen für die Stichprobe A.....	14
Alle Lokalisationen	14
Lokalisation Brust.....	15
Lokalisation Gehirn.....	16
Einleitung und Fragestellung	17
Methodik.....	18
Allgemeine Überlegungen zum Studiendesign.....	18
Falldefinition	19
Studiengebiet	19
Beobachtungszeitraum	21
Zusammenstellung der Melderegister-Stichprobe.....	22
Erhebung des Fall- und Kontrollstatus aus der Melderegister-Stichprobe	23
Auswahl der Fall-Kontroll-Stichproben.....	25
Melderegister-Stichprobe-Beschreibung.....	25
Fremdselektions-Stichprobe-Beschreibung.....	25
Stichprobe A-Beschreibung	25
Stichprobe B-Beschreibung	26
Stichprobe C-Beschreibung.....	27
Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit	28
Melderegister-Stichprobe	28
Fremdselektions-Stichprobe	28
Auswahl der Fälle und Kontrollen	29
Auswahl der Fälle	29
Melderegister-Stichprobe	29
Fremdselektions-Stichprobe	30

Auswahl der Kontrollen.....	31
Melderegister-Stichprobe	31
Fremdselektions-Stichprobe	32
Zusammensetzung der drei Fall-Kontroll-Stichproben.....	33
Fälle und Kontrollen	33
Fälle	33
Stichprobe A - Zusammensetzung.....	34
Stichprobe B - Zusammensetzung	35
Stichprobe C - Zusammensetzung.....	36
Persönliches Interview.....	37
Expositionserhebung – Berechnung	38
Expositionserhebung – Messungen.....	41
C-Netz Simulationssender	41
Expositionsmessungen	43
Erfassung des Simulationssignals für den C-Netz Sender.....	43
Weitere EMF Messungen	43
Technische Daten zum C-Netz (NMT 450).....	44
Statistik.....	51
Ergebnisse.....	52
Expositionsberechnung C-Netz.....	52
Ergebnisse der Expositionsberechnungen.....	54
Ergebnisse der Expositionsmessungen	55
Vergleich von Berechnungsdaten und Messdaten für das C-Netz (NMT 450).....	56
Örtliche Verteilung der Fälle und Kontrollen im Studiengebiet.....	59
Verteilung von Fällen und Kontrollen in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C-Netz-Sender	59
Teilnahme der Kontrollen in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C-Netz Sender.....	60
Teilnahme der Fälle in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C- Netz Sender	62
Zeitlicher Verlauf des Auftretens der Krebserkrankungen innerhalb der bereits vorgenommenen zeitlichen Begrenzungen.....	63

Zeitliche Verteilung der Fälle der Stichproben A bzw. B in zwei Distanzklassen	64
Zeitliche Verteilung der Fälle der Stichprobe C in zwei Distanzklassen	65
Beschreibung der Fälle	66
Stichprobe A und B - Fallbeschreibung	66
Stichprobe C - Fallbeschreibung	67
Verteilung der erhobenen Variablen zwischen Fällen und Kontrollen bei der Stichprobe C	68
Expositionsbezogene Krebsrisiko-Analysen	71
Krebsrisiko-Analyse – räumliche Verteilung	72
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe A – räumliche Verteilung	72
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe B – räumliche Verteilung	74
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C – räumliche Verteilung	76
Zusammenstellung der Risikoberechnungen für die Distanzklassen für alle drei Stichproben	77
Krebsrisiko-Analyse – Berechnungen und Messungen	78
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe A – Expositionsbestimmung durch Berechnung	79
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe B – Expositionsbestimmung	82
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C – Expositionsbestimmung	85
Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C – Expositionsbestimmung	86
Zusammenstellung der Risikoberechnungen für die höchste Expositionsklasse für alle drei Stichproben	87
Diskussion	88
Abbildungsverzeichnis	95
Tabellenverzeichnis	97
Literatur	101
Anhang	102
EMF- Messungen: Methoden und Verfahren	102
Elektrische Wechselfelder	102
Magnetische Wechselfelder	102
Hochfrequenz	102

Zusammenfassung

Studienziel war die Klärung, ob die Krebserkrankungen, die im östlichen Gemeindegebiet von Hausmannstätten bzw. von Vasoldsberg bekannt wurden, eine zeitliche und örtliche Häufung darstellen und ob diese gegebenenfalls mit der in den Jahren 1984 bis 1997 betriebenen Mobilfunksendeanlage für das Autotelefonnetz in Verbindung stehen. Diese Mobilfunksendeanlage war Teil des bundesweit von der Österreichischen Post- und Telegrafverwaltung errichteten C-Netzes, das in Österreich mit dem Nordic Mobile Telephone System 450 (NMT 450) Standard betrieben wurde. Die Zellradien dieses Netzes betragen in der Regel bis zu 30 km, wobei der Standort Hausmannstätten als Füllsender betrieben wurde.

Das Studiengebiet wurde als Kreisfläche mit einem Radius von 1200 Metern Radius um die ehemalige Sendeanlage festgelegt. Mit Hilfe der Steiermärkischen Landesregierung (GIS Steiermark) und der Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg konnten n=2543 potentielle Studienteilnehmer ermittelt werden, die persönlich zur Teilnahme eingeladen wurden. Unter Anwendung eingrenzender Expositionsbedingungen wie der Annahme einer Latenzzeit, einer „Nachwirkzeit“ und einer Mindestexpositionsdauer von jeweils fünf Jahren wurden drei unterschiedliche Fall-Kontroll-Stichproben zusammengestellt. Die Stichproben A (67 Fälle/1242 Kontrollen) und B (67 Fälle/646 Kontrollen) umfassten lebende und verstorbene Fälle, die Stichprobe C (28 Fälle/56 Kontrollen) nur lebende Fälle.

Die Distanzauswertung zeigte unter der gewählten zeitlichen Eingrenzung für den Bereich 0-200 m um den Sender gegenüber dem Bereich 201-1200 m in allen drei Stichproben ein signifikant erhöhtes Krebsrisiko und damit eine eindeutige örtliche Häufung. Die Häufung zeigte sich insbesondere für Brust- und Hirntumoren.

Die Expositionsermittlung gegenüber dem C-Netz-Sender erfolgte auf individueller Ebene für alle drei Stichproben (A, B, C) durch Berechnung mit Hilfe der Softwareprodukte NIRView und CORLA. Dabei wurde eine

Antenneneingangsleistung von 25 Watt für einen ständig abgestrahlten Funkkanal (Calling Channel = Rufkanal) unter Berücksichtigung von Antennencharakteristik, Gelände und Bebauung zugrunde gelegt. Die Intensität der Strahlungsdichte wurde für insgesamt 1309 Personen individuell ermittelt.

Zur Frage welche Expositionsannahme getroffen werden sollte, nur der ständig abgestrahlte Calling Channel oder Calling Channel + (vermutlich) drei Traffic Channels, ergibt sich aus Vorsorgesicht die Annahme der ausschließlichen Berücksichtigung des Calling Channels, wie es bei der Auswertung auch erfolgte.

Zusätzlich wurde 25 Meter östlich des ehemaligen C-Netz-Senders ein Simulationsender in selber Antennenhöhe (acht Meter über dem Boden) aufgebaut und das abgestrahlte Testsignal (434,2 MHz) frequenzselektiv in den Schlafräumen der 84 Studienteilnehmer gemessen (nur Stichprobe C). Zusätzlich wurden bei dieser Stichprobe über einen umfangreichen Fragebogen im persönlichen Interview Krebsrisikofaktoren und schützende Faktoren erhoben. Die Analyse ergab, dass diese Faktoren die gefundene örtliche Häufung bzw. die Beziehung zur Strahlenexposition nicht erklären konnten.

Die zentrale Auswertung erfolgte im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen der Höhe der Strahlenexposition durch den Sender und dem Krebsrisiko. Dabei wurde das Risiko (Chancenverhältnis oder odds ratio=OR) für die Expositionsclassen 10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 100-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und größer 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (1 mW/m^2) im Verhältnis zur Referenzkategorie kleiner 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (jeweils im Freien) ermittelt.

Die Analyse ergab über alle Modelle signifikant erhöhte Risikoschätzer. Im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) war das Krebsrisiko in der höchsten Expositions-kategorie (>1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) für alle Krebslokalisationen je nach Stichprobe 5 bis 8-fach höher. Die Krebsfälle betrafen wie schon bei der Distanzauswertung besonders die Lokalisationen Brust und Gehirn.

Im Vergleich zur Referenzkategorie ($<10 \mu\text{W}/\text{m}^2$) war das Krebsrisiko in der Stichprobe A in der höchsten Expositions-kategorie ($>1000 \mu\text{W}/\text{m}^2$) für Brustkrebs 23-fach, für Gehirntumoren 121 -fach höher. Für alle drei untersuchten Endpunkte (Alle Lokalisationen, Brust, Gehirn) ergaben sich signifikante Expositions-Wirkungsbeziehungen (p for the trend).

Die Detailergebnisse für die Stichprobe A sind im nachfolgenden Kapitel „Zusammenfassung der Risikoberechnungen für die Stichprobe A“ zusammengestellt. Die Stichprobe A hat gegenüber der Stichprobe B den Vorteil der größeren Kontrollzahl und damit der etwas höheren statistischen power zum anderen besteht sie im wesentlichen aus der Melderegisterstichprobe und ist somit unabhängig von der Teilnahmebereitschaft.

Zusammenfassend zeigte sich unter der gewählten zeitlichen Eingrenzung eine signifikante zeitliche und örtliche Häufung von Krebserkrankungen im Bereich um das Wählamt Hausmannstätten sowie signifikante Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen der Strahlungsexposition und dem Auftreten von Brustkrebs und Gehirntumoren.

Diese Untersuchung ist die weltweit erste Fall-Kontroll-Studie, die die Frage des Krebsrisikos im Zusammenhang mit einem Mobilfunksender mit Hilfe einer speziellen Berechnungssoftware sowie historisch nachgebildeten Messungen untersucht hat. Die Untersuchung von C-Netz Sendern ist aus mehreren Gründen zielführend. Diese ergeben sich etwa aus dem Umstand, dass die Antennencharakteristika hinreichend bekannt sind und im Prinzip nur die Information über den Standort und die Antennenhöhe erforderlich ist, um die Exposition nachzubilden. Weiters waren im Expositionszeitraum 1984-1997 die Hochfrequenzexpositionen noch überschaubar, ein Umstand, der die Erforschung gesundheitlicher Auswirkungen der neuen Technologien zunehmend erschwert.

Zusammenfassung der Risikoberechnungen für die Stichprobe A

Im Folgenden werden die Ergebnisse der multivariaten Risikoberechnungen adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus für die Stichprobe A in Form von Tabellen und Grafiken dargestellt.

Alle Lokalisationen

Exposition im Freien	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	837	39	1,0	-	-	0,001
10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	313	17	1,3	0,7-2,5	0,454	
100-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	76	7	3,4	1,4-8,3	0,008	
>1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	16	4	8,5	2,4-30,2	0,001	

Tabelle 1: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

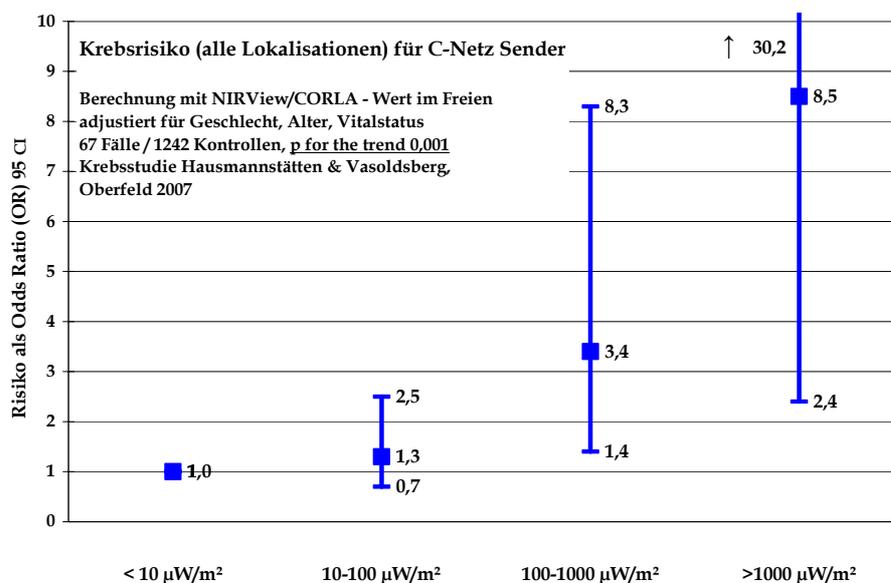


Abbildung 1: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

Lokalisation Brust

Exposition im Freien	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	837	7	1,0	-	-	0,008
10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	313	3	1,1	0,3-4,5	0,881	
100-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	76	1	2,6	0,3-22,7	0,394	
>1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	16	2	22,5	3,6-136,6	0,0007	

Tabelle 2: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

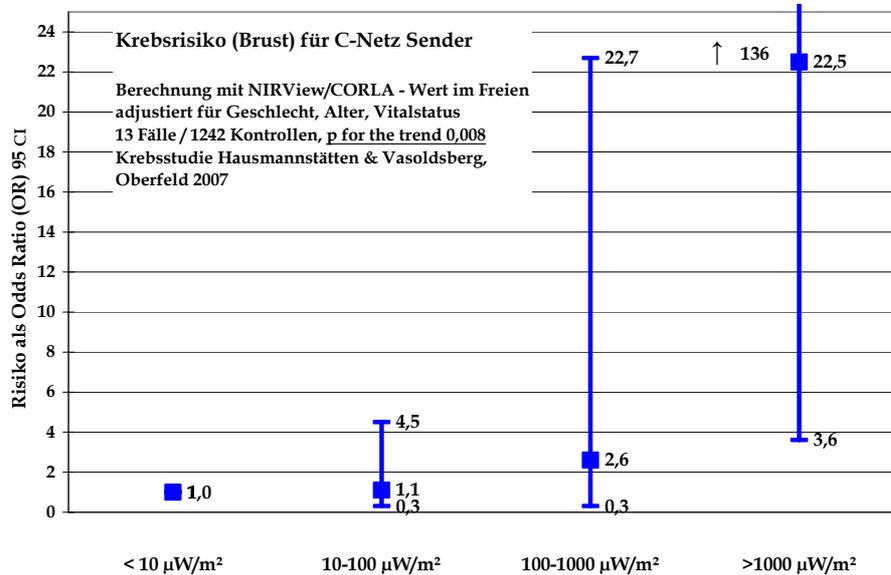


Abbildung 2: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

Lokalisation Gehirn

Exposition im Freien	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	837	1	1,0	-	-	0,012
10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	313	0	0,0	0,0-2E+28	0,867	
100-1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	76	2	20,3	1,2-355,2	0,039	
>1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	16	2	121,1	7,0-2086,0	0,001	

Tabelle 3: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

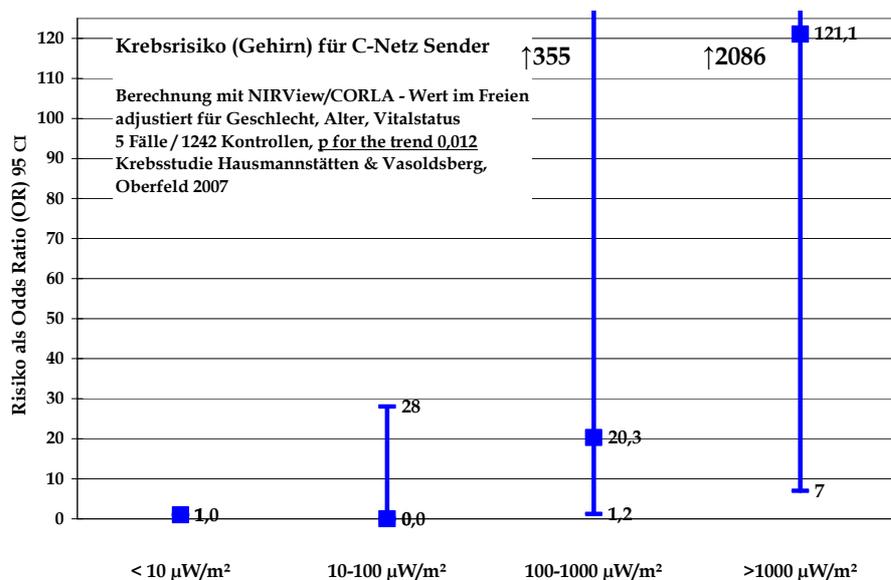


Abbildung 3: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

Einleitung und Fragestellung

Seit mehreren Jahren steht die Frage im Raum, ob die Krebserkrankungen, die im östlichen Gemeindegebiet von Hausmannstätten bzw. in Vasoldsberg bekannt wurden, eine zeitliche und örtliche Häufung darstellen und ob sie gegebenenfalls mit der in den Jahren 1984 bis 1997 betriebenen Mobilfunksendeanlage für das Autotelefonnetz (C-Netz) am Standort Wählamt der Telekom Austria in der Schemmerlstraße in Verbindung stehen.

Das Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Landessanitätsdirektion, HR Dr. med. Odo Feenstra beauftragte den Umweltmediziner Dr. Gerd Oberfeld mit Schreiben GZ: FA8B 20.2-91/95-45ad vom 5.8.2005, eine umweltepidemiologische Untersuchung zur Krebsinzidenz in den Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg durchzuführen. Beide Gemeinden liegen im Bezirk Graz Umgebung.



Sendeantenne

Empfangsantennen

Abbildung 4: Rechte Bildhälfte: Wählamt Schemmerlstraße mit C-Netz (NMT 450) Sende- und Empfangsanlage, 8071 Hausmannstätten, Grundstück-Nr. 865, KG Hausmannstätten, 1994. Quelle W. Sabutsch.

Methodik

Allgemeine Überlegungen zum Studiendesign

Zentrale Überlegungen zum Studiendesign waren:

- Definition und Festlegung des Studiengebiets
- Definition und Festlegung des relevanten Expositionszeitraumes
- Analyse im Hinblick auf die örtliche Verteilung
- Analyse im Hinblick auf die zeitliche Verteilung
- Analyse im Hinblick auf Expositions-Wirkungs-Relationen mit dem C-Netz Sender
- Eigene Erhebung von Fällen im Studiengebiet, da für die Steiermark nur zusammenfassende Registerdaten zur Verfügung standen
- Untersuchung von drei verschiedenen Fall-Kontroll-Stichproben
 - 1) **Stichprobe A**
Fälle aus Erhebungen (Lebende und Verstorbene),
Kontrollen aus Meldedaten und Erhebungen (Lebende und Verstorbene)
 - 2) **Stichprobe B**
Fälle aus Erhebungen (Lebende und Verstorbene),
Kontrollen aus Erhebungen (Lebende und Verstorbene)
 - 3) **Stichprobe C**
Fälle aus Erhebungen (Lebende)
Kontrollen aus Erhebungen nach Geschlecht und Alter gematcht

Anmerkung: Der Aufwand, drei unterschiedliche Fall-Kontroll-Stichproben zu erstellen und zu analysieren, erfolgte hauptsächlich, um Erkenntnisse für künftige Untersuchungen zu gewinnen, da unter anderem der Aufwand und die Methodik der Datensammlung und Analyse stark unterschiedlich ist.

Falldefinition

Unter die Falldefinition „Krebs“ in dieser Studie fallen bösartige Neubildungen (C00 bis C97 nach ICD10) sowie gutartige Neubildungen (D32=Meningen und D33=Gehirn und anderer Teile des Zentralnervensystems nach ICD10). Von den bösartigen Neubildungen der Haut (C43=bösartiges Melanom der Haut und C44=sonstige bösartige Neubildungen der Haut) wurde C44 ausgeschlossen. Der Ausschluss von C44 (nicht melanotische Hauttumoren) ist eine übliche Vorgangsweise in der Krebs epidemiologie. Weiters wurden Carcinoma in situ-Fälle (D00-D09) ausgeschlossen. DCO (Death Certificate Only) Fälle wurden nicht ausgeschlossen.

ICD10 ist die Kurzbezeichnung für Positionsnummern (Diagnoseschlüssel) nach der 10. Revision der Internationalen Klassifikation der Krankheiten und Todesursachen (ICD10) mit Stand vom 30.11.2006.

Studiengebiet

Ausgehend von der Studienhypothese eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Betrieb der ehemaligen C-Netz Sendeanlage der Telekom Austria (vormals Österreichische Post und Telegraphenverwaltung) und einer möglichen Krebshäufung wurde das Studiengebiet als Kreisfläche definiert, in deren Zentrum das Wählamt liegt.

Als Radius wurde aus nachfolgenden Gründen eine Distanz von 1200 Metern gewählt:

1. Ausreichender Expositionsgradient (ausgehend von der C-Netz Sendeanlage)
2. Ausreichende Anzahl von Fällen und Kontrollen im Studiengebiet.

Vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, GIS-Steiermark, wurden alle aktuellen Adressen samt Geokoordinaten im Studiengebiet zur Verfügung gestellt. Für das Gemeindegebiet von Hausmannstätten waren dies 613 Adressen, für das Gemeindegebiet von Vasoldsberg 220 Adressen. Im Zuge der Datenanforderung bei den Gemeinden ergaben sich für Vasoldsberg zwei zusätzliche Adressen und somit 222 Adressen und in Summe 835 Adressen im Studiengebiet. Im Zuge der

Berechnung der Distanzen zeigte sich, dass eine dieser zusätzlichen Adressen (Kontrolle) knapp außerhalb des Studiengebietes lag. Aus methodischen Gründen war die Beibehaltung angezeigt, es wird im Folgenden trotzdem vom Studiengebietsradius von 1200 Metern gesprochen. Weiters wurden von GIS-Steiermark Katasterpläne und das Höhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) beigelegt.

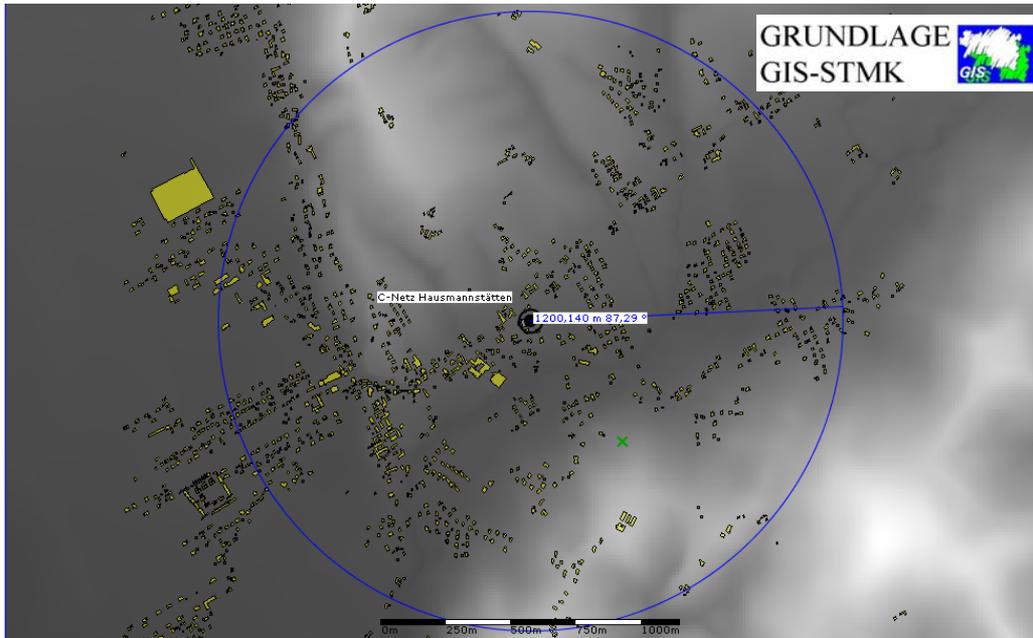


Abbildung 5: Studiengebiet (Radius 1200 m) mit Gebäuden und Höhenmodell (berechnet mit NIRView 3.0.1). Datengrundlage GIS-STMK.

Beobachtungszeitraum

Der Betrieb des C-Netz Senders begann am 1. November 1984 und endete am 31. Dezember 1997. Die Betriebsdauer betrug somit 13 Jahre und 2 Monate.

Die Auswahl des Beobachtungszeitraumes erfolgte nach pragmatischen Überlegungen mit dem Ziel, das mögliche zeitliche Wirkungsfenster auf einen plausiblen Zeitraum einzuengen, um einen etwaigen Fehlklassifikationsbeitrag möglichst gering zu halten. Dabei wurde eine „Latenzzeit“ und „Nachwirkzeit“ von jeweils fünf Jahren unterstellt. Daraus ergab sich ein Beobachtungszeitraum vom 1. November 1989 bis 31. Dezember 2002.

C-Netz Betrieb	01.11.1984														31.12.1997							
Latenzzeit	01.11.1984					01.11.1989																
Nachwirkzeit															31.12.1997		31.12.2002					
Beobacht. Zeit						01.11.1989														31.12.2002		
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002			

Tabelle 4: Zeittabelle für C-Netz Betrieb, Latenzzeit, Nachwirkzeit und Beobachtungszeit.

Zusammenstellung der Melderegister-Stichprobe

Die vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, GIS-Steiermark, selektierten Adressen im Radius von 1200 Metern um das Wähleramt Hausmannstätten wurden den Meldeämtern der Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg übermittelt.

Die Meldeämter wurden ersucht Namens- und Adressdaten nach folgenden Kriterien mitzuteilen:

	Hausmannstätten	Vasoldsberg	Summe
Aktuell im Studiengebiet gemeldete Personen	Stichtag 15.9.2005 n=1872	Stichtag 6.10.2005 n=660	n=2532
Aus dem Studiengebiet weggezogen bzw. im Studiengebiet umgezogene Personen im Zeitraum 1.11.1984 bis 31.12.1997	n=1216	n=135	n=1351
Im Studiengebiet nach dem 1.1.1984 verstorbene Personen	n=248	n=98	n=346
Summe	n=3336	n=893	n=4229

Tabelle 5: Anzahl Personen im Studiengebiet nach bestimmten Kriterien

Für die Aussendung der Ersterhebungsbögen erfolgte nun eine Eingrenzung nach folgenden Ausschlusskriterien:

1. Anmeldung nach dem 31.12.1997
2. Abmeldung vor dem 1.11.1984
4. Doppelmeldungen
5. Alter unter 18 Jahren, soweit keine Person über 18 Jahre im selben Haushalt gemeldet war

	Hausmannstätten	Vasoldsberg	Summe
Aktuell im Studiengebiet gemeldete Personen	Stichtag 15.9.2005 n=1111	Stichtag 6.10.2005 n=428	n=1539
Aus dem Studiengebiet weggezogen bzw. im Studiengebiet umgezogene Personen im Zeitraum 1.11.1984 bis 31.12.1997	n=870	n=134	n=1004
Summe	n=1981	n=562	n=2543

Tabelle 6: Verteilung der angeschriebenen Personen im Studiengebiet (Melderegister-Stichprobe)

Erhebung des Fall- und Kontrollstatus aus der Melderegister-Stichprobe

Im nächsten Schritt erfolgte die Erhebung des Fall- bzw. Kontrollstatus sowie des Einverständnisses. Dazu wurde jeder aktuell im Studiengebiet gemeldete sowie jeder im Zeitraum 1.11.1984 bis 31.12.1997 aus dem Studiengebiet weggezogene bzw. innerhalb des Studiengebietes umgezogene Bewohner schriftlich kontaktiert.

Dies erfolgte durch Zusendung eines Begleitschreibens mit einem persönlich adressierten Erhebungsbogen, zweier leerer Zusatzbögen und eines vorfrankierten Rückkuverts. Die Aussendungen erfolgten am 5. und 7. November 2005. Am 30.12.2005 erfolgte der Versand eines Erinnerungsschreibens (Reminder).

Die Aussendung erfolgte an n=2543 Personen. Diese Gruppe wird als Melderegister-Stichprobe bezeichnet.

Von den n=2543 ausgesandten Ersterhebungsbögen wurden bis 29.1.2006 n=1372 ausgefüllt retourniert, davon waren n=182 ausgefüllte Zusatzbögen.

n=445 Briefe kamen als unzustellbar zurück. n=7 Aussendungen waren Doppelzusendungen und wurden in der Datenbank korrigiert.

	n
Ausgesandte Fragebögen (Melderegister-Stichprobe)	2543
Doppelzusendung	-7
Unzustellbare Fragebögen	-445
Grundsätzlich erreichbare Gesamtstichprobe	2091
Eingelangte Fragebögen aus der Gesamtstichprobe	1192
Zusatzbögen	182

Tabelle 7: Aussendung und Rücklauf der Erhebungsbögen und Zusatzbögen

Von n=445 unzustellbaren Fragebögen betrafen n=20 die Gemeinde Hausmannstätten und n=20 die Gemeinde Vasoldsberg. n=405 betrafen andere Postadressen.

Die Rücklaufquote der grundsätzlich erreichbaren Gesamtstichprobe errechnete sich wie folgt:

$$\frac{\text{Eingelangte Fragebögen aus Gesamtstichprobe} \times 100}{\text{grundsätzlich erreichbare Gesamtstichprobe}}$$

$$\frac{1192 \times 100}{2091} = 57,0\%$$

Von den n=182 eingelangten Zusatzbögen betrafen n= 69 Sterbefälle.

Auswahl der Fall-Kontroll-Stichproben

Als Datenbasis zur Auswahl der insgesamt drei unterschiedlichen Fall-Kontroll-Stichproben standen die Melderegister-Stichprobe und die Fremdselektions-Stichprobe zur Verfügung.

Melderegister-Stichprobe-Beschreibung

Personen, die über Melderegisterdaten der Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg selektiert und angeschrieben wurden (im Wesentlichen nur lebende Personen – Ausnahme zum Zeitpunkt der Abmeldung lebende Personen, jedoch danach verstorben).

Fremdselektions-Stichprobe-Beschreibung

Personen, die über Zusatzbögen von Personen der Melderegister-Stichprobe zusätzlich mitgeteilt wurden (lebende und verstorbene Personen).

Stichprobe A-Beschreibung

Die Hauptdatenbasis der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe A ist das Melderegister der Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg (Summe $n=2536$). Da die Fragestellung der Studie eine Begrenzung auf den interessierenden Beobachtungszeitraum unter Berücksichtigung von Latenz- und Nachwirkzeit (je fünf Jahre) sowie einer Mindestexpositionsdauer von fünf Jahren vorsah, verblieben daraus $n=1528$ Fälle bzw. Kontrollen. Über die Fremdselektion wurden $n=182$ Fälle bzw. Kontrollen eingebracht. Der Vorteil der Stichprobe A gegenüber der Stichprobe B liegt in dem Umstand, dass die Kontrollgruppe unabhängig von der Teilnahmebereitschaft war und damit kein Selbstselektionsbias gegeben war. Ein Vorteil gegenüber der gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe C war die höhere Fallzahl, da auch verstorbene Personen in der Stichprobe enthalten waren und zudem eine große Anzahl von Kontrollen für die Auswertung zur Verfügung stand.

Dies führte gegenüber der gematchten Stichprobe zu einer höheren statistischen Mächtigkeit (Power).

Der Nachteil dieser Stichprobe liegt in der eingeschränkten Möglichkeit der Überprüfung der Krebsdiagnose sowie der fehlenden Information über mögliche individuelle Risikofaktoren bzw. protektive Faktoren. Inwieweit diese Umstände für das Ergebnis relevant sein können, wird bei der Diskussion erörtert.

Stichprobe B-Beschreibung

Die Hauptdatenbasis der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe B ist ebenfalls das Melderegister der Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg (Summe $n=2536$, bzw. nach Anwendung der zeitlichen Selektion $n=1528$) mit der Einschränkung, dass nur Personen, die den Erhebungsbogen übermittelten, in diese Stichprobe aufgenommen wurden ($n=847$). Über die Fremdselektion wurden $n=182$ Fälle bzw. Kontrollen eingebracht.

Der Nachteil der Stichprobe B gegenüber der Stichprobe A liegt in der Teilnahmebereitschaft und dem daraus resultierenden Selbstselektionsbias. Ein Vorteil gegenüber der gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe C ist die höhere Fallzahl, da auch verstorbene Personen in der Stichprobe enthalten waren und zudem eine große Anzahl von Kontrollen für die Auswertung zur Verfügung stand. Dies führt gegenüber der gematchten Stichprobe zu einer höheren statistischen Mächtigkeit (Power).

Der Nachteil dieser Stichprobe liegt in der eingeschränkten Möglichkeit der Überprüfung der Krebsdiagnose sowie der fehlenden Information über mögliche individuelle Risikofaktoren bzw. protektive Faktoren. Inwieweit diese Umstände für das Ergebnis relevant sein können, wird bei der Diskussion erörtert.

Stichprobe C-Beschreibung

Die Fall-Kontroll-Stichprobe C setzt sich aus zum Zeitpunkt des persönlichen Interviews im Februar 2006 lebenden Personen zusammen, die über die Aussendung erhoben wurden und die bereit waren, an der Detailstudie (Detailbefragung und Messungen) teilzunehmen. Das Matching erfolgte nach Geschlecht und Alter im Verhältnis 1:2. Somit wurden jedem Fall zwei Kontrollen zugeordnet. Der Vorteil der Fall-Kontroll-Stichprobe C lag in der Möglichkeit der Erfassung individueller Daten zu protektiven Faktoren und Risikofaktoren, sowie in der Möglichkeit, die historische Exposition gegenüber dem C-Netz Sender messtechnisch zu erfassen. Nachteilig waren die gegenüber den anderen Stichproben verringerte statistische Mächtigkeit und der Umstand, dass bereits verstorbene Fälle nicht berücksichtigt werden konnten.

Im Folgenden werden das Verfahren und die angewendeten Kriterien zur Selektion der beiden Fall-Kontroll-Stichproben dargestellt. Die Datenbasis ist dabei die Melderegister-Stichprobe und die Fremdselektions-Stichprobe.

Unter Berücksichtigung ätiologischer Überlegungen zur Expositionszeit und zur „Latenzzeit“ bzw. „Nachwirkzeit“ von jeweils fünf Jahren wurden weitere die Fall-Kontroll-Stichproben einengende Kriterien angewandt.

Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit

Melderegister-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Melderegister-Stichprobe (im November und Dezember 2005 persönlich angeschrieben)	2543
1	Melderegister-Stichprobe abzüglich n=7 Doppelerfassungen	2536
2	Abmeldedatum frühestens 1.11.1989 (Mindestexposition 5 Jahre) aus Nr. 1	2431
3	Anmeldedatum spätestens 31.12.1992 (Mindestexposition 5 Jahre) aus Nr. 1	1825
4	Kriterium Nr. 2 und Nr. 3 zutreffend	1721
5	Zeitraum zwischen Anmelde- und Abmeldedatum ≥ 5 Jahre aus Nr. 4	1528
6	Als unzustellbar zurückgekommen (aus Nr. 5)	120
7	Keine Antwort (aus Nr. 5)	561
8	Ausgangsteilstichprobe Melderegister-Stichprobe	847
9	Rücklaufrate der Melderegister-Stichprobe $847 \cdot 100 / 1528$	55,4 %

Tabelle 8: Melderegister-Stichprobe mit Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit

Fremdselektions-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Fremdselektierte Gruppe	182
1	Mindestaufenthaltsdauer im Untersuchungsgebiet = missing value	14
2	Mindestaufenthaltsdauer im Untersuchungsgebiet ≥ 5 Jahre	107
3	Ausgangsteilstichprobe Fremdselektion	107

Tabelle 9: Fremdselektions-Stichprobe mit Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit

Auswahl der Fälle und Kontrollen

Auswahl der Fälle

Melderegister-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Ausgangsteilstichprobe Melderegister	847
1	Krebs = missing value	20
2	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33)	63
3	Krebs (C44)	4
4	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) aus Nr. 2 excl. C44 aus Nr. 3	59
5	Diagnose im Zeitraum 1.11.1989 (Latenz 5 Jahre) bis 31.12.2002 (Nachwirkzeit 5 Jahre) aus Nr. 4	46
6	Diagnosestellung frühestens 5 Jahre nach Beginn der Exposition aus Nr. 5	45
7	Diagnosestellung spätestens 5 Jahre nach Ende der Exposition aus Nr. 6	44
8	Vitalstatus = Lebend aus Nr.7	39
9	Vitalstatus = Verstorben aus Nr. 7	5
10	Zusage zur Teilnahme an Detailstudie aus Ersterhebung aus Nr. 8	33
11	Absage bei telefonischer Kontaktaufnahme zwecks Terminvereinbarung zur persönlichen Befragung aus Nr. 10	5
12	Teilnahme an der persönlichen Befragung und den Expositionsmessungen	28
13	Stichproben A bzw. B	39 +5=44
14	Stichprobe C	28

Tabelle 10: Auswahl der Fälle aus der Melderegister-Stichprobe

Fremdselektions-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Ausgangsteilstichprobe Fremdselektion	107
1	Krebs = missing value	1
2	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) excl. C44 = ja	32
3	Diagnose im Zeitraum 1.11.1989 (Latenz 5 Jahre) bis 31.12.2002 (Nachwirkzeit 5 Jahre) = missing value	2
4	Diagnose im Zeitraum 1.1.1990 (Latenz 5 Jahre und 2 Monate) bis 31.12.2002 (Nachwirkzeit 5 Jahre)	23
5	Diagnosestellung frühestens 5 Jahre nach Beginn der Exposition aus Nr. 4	23
6	Diagnosestellung spätestens 5 Jahre nach Ende der Exposition aus Nr. 5	23
7	Vitalstatus = Lebend	2
8	Vitalstatus = Verstorben	21
9	Zusage zur Teilnahme an Detailstudie aus Ersterhebung aus Nr. 7	0
10	Stichproben A bzw. B	2+21=23
11	Stichprobe C	0

Tabelle 11: Auswahl der Fälle aus der Fremdselektions-Stichprobe

Auswahl der Kontrollen

Melderegister-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Melderegister-Stichprobe	1528
1	Krebs=missing value	20
2	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) = nein	1445
3	Vitalstatus = Lebend	1445
4	Stichprobe A	1445
5	Rücklauf Melderegister-Stichprobe	847
6	Krebs = missing value	20
7	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) = ja	63
8	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) = nein	764
9	Exposition an identer Adresse im Studiengebiet ≥ 5 Jahre aus Nr. 3	730
10	Vitalstatus = Lebend	730
11	Vitalstatus = Verstorben	0
12	Stichprobe B	730
13	Zusage zur Teilnahme an Detailstudie aus Ersterhebung aus Nr. 12 = missing value	36
14	Zusage zur Teilnahme an Detailstudie aus Ersterhebung aus Nr. 12	526
15	Aktuelle Adresse = Expositionsadresse	440
16	Stichprobe C	440

Tabelle 12: Auswahl der Kontrollen aus der Melderegister-Stichprobe

Fremdselektions-Stichprobe

Nr.	Kriterium	n
0	Rücklauf Fremdselektion	107
1	Krebs = missing value	1
2	Krebs (ICD10: C00 bis C97, D32, D33) = nein	72
3	Vitalstatus = Lebend	46
4	Vitalstatus = Verstorben	26
5	Aktuelle Adresse = Expositionsadresse aus Nr. 4	24
6	Stichproben A+B	46+27=73
7	Stichprobe C	24

Tabelle 13: Auswahl der Kontrollen aus der Fremdselektions-Stichprobe

Da innerhalb der Fremdselektions-Stichprobe kein Fall für die Stichprobe C vorlag, erfolgte die Auswahl der Kontrollen ausschließlich aus der Melderegister-Stichprobe.

Zusammensetzung der drei Fall-Kontroll-Stichproben

Die drei Fall-Kontroll-Stichproben mussten verschiedene Randbedingungen erfüllen, die im Folgenden zusammengefasst werden.

Fälle und Kontrollen

- Meldung an einer Wohnadresse im Studiengebiet für \geq fünf Jahre zwischen 1.11.1984 und 31.12.1997 (Betriebszeit des Senders).

Fälle

- ICD10: C00 bis C97, D32, D33 exklusive C44
- Diagnose im Zeitraum 1.11.1989 bis 31.12.2002
- Diagnosestellung frühestens fünf Jahre nach Beginn der Exposition
- Diagnosestellung spätestens fünf Jahre nach Ende der Exposition
- Mindestexpositionszeit im Studiengebiet fünf Jahre
- Verifizierung der Diagnose soweit als möglich

Stichprobe A - Zusammensetzung

Nach Zusammenstellung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe A wurde das Alter der Kontrollen überprüft und alle Jahrgänge, die jünger als der jüngste Fall sowie alle Jahrgänge, die älter als der älteste Fall waren, aus der Stichprobe entfernt. Somit verblieben für die Auswertung n=67 Fälle und n=1242 Kontrollen.

Datenquelle	Vitalstatus	F	K Pool	K Ausschluss zu junger Jahrgänge	K Ausschluss zu alter Jahrgänge	K Auswahl
Melderegister	Lebend	39	1445	260	2	1183
Melderegister	Verstorben	5	0	0	0	0
Fremdselektion	Lebend	2	46	13	0	33
Fremdselektion	Verstorben	21	26	0	0	26
Gesamt	-	67	1517	273	2	1242

Tabelle 14: Zusammensetzung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe A - Zusammensetzung

Der deutlich überwiegende Anteil der Kontrollen der Stichprobe A war mit n=1183 (Melderegister) gegenüber n=59 (Fremdselektion) unabhängig von der Teilnahmebereitschaft. Die n=59 entsprechen einem Anteil von 4,8 % der gesamten Kontrollen. Diese Gruppe wurde in der Stichprobe belassen, da diese Stichprobe wie auch die Stichprobe B ebenfalls über die Fremdselektion ermittelte Fälle enthielt.

Stichprobe B - Zusammensetzung

Nach Zusammenstellung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe B wurde das Alter der Kontrollen überprüft und alle Jahrgänge, die jünger als der jüngste Fall sowie alle Jahrgänge, die älter als der älteste Fall waren, aus der Stichprobe entfernt. Somit verblieben für die Auswertung n=67 Fälle und n=646 Kontrollen.

Datenquelle	Vitalstatus	F	K Pool	K Ausschluss zu junger Jahrgänge	K Ausschluss zu alter Jahrgänge	K Auswahl
Melderegister	Lebend	39	730	142	1	587
Melderegister	Verstorben	5	0	0	0	0
Fremdselektion	Lebend	2	46	13	0	33
Fremdselektion	Verstorben	21	26	0	0	26
Gesamt	-	67	803	155	1	646

Tabelle 15: Zusammensetzung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe B - Zusammensetzung

Der überwiegende Anteil der Kontrollen der Stichprobe A war mit n=587 (Melderegister) gegenüber n=59 (Fremdselektion) unabhängig von der Teilnahmebereitschaft. Die n=59 entsprechen einem Anteil von 9,1 % der gesamten Kontrollen. Diese Gruppe wurde in der Stichprobe belassen, da diese Stichprobe wie auch die Stichprobe B ebenfalls über die Fremdselektion ermittelte Fälle enthielt.

Stichprobe C - Zusammensetzung

Die Fall-Kontroll-Stichprobe C umfasste zum Zeitpunkt des persönlichen Interviews im Februar 2006 lebende Personen. Das Matching erfolgte nach Geschlecht und Alter im Verhältnis 1 Fall zu 2 Kontrollen nach der Methode des nächstgelegenen Geburtstages. Da über die Fremdselektion keine zusätzlichen Fälle eingebracht wurden, wurden n=29 Fälle und n=58 Kontrollen in die Auswahl einbezogen. Im Zuge der Detailerhebung zeigte sich, dass ein Fall entgegen den Angaben aus der Ersterhebung außerhalb des Beobachtungszeitraumes lag und inklusive der beiden Kontrollen auszuschließen war. Somit verblieben für die Auswertungen n=28 Fälle und n=56 Kontrollen.

Datenquelle	Vitalstatus	F	K Pool	F:K	K Auswahl	F+K
Melderegister	Lebend	28	440	1:2	56	84
Fremdselektion	Lebend	0	25	0	0	0

Tabelle 16: Zusammensetzung der gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe C- Zusammensetzung

Persönliches Interview

Im Zeitraum 15. bis 25. Februar 2006 wurden vom Studienleiter bei n=29 Fällen und n=58 Kontrollen persönliche Interviews durchgeführt. Dabei wurden in einem achtseitigen Detailfragebogen (siehe Anhang) Informationen wie z.B. zur Expositionssituation, Familienanamnese hinsichtlich Krebserkrankungen, Ernährung, Wohnumfeld, Beruf, Rauchverhalten sowie bei Fällen die Verifizierung der Diagnose durch Einsicht in entsprechende Befunde erhoben.

Expositionserhebung – Berechnung

Die Exposition gegenüber dem C-Netz Sender am Wählamt Hausmannstätten (System NMT 450) wurde mittels der Software NIRView Vers. 3.0.1 (SyntEvo GmbH, Ainring, Deutschland) und der Zusatzsoftware CORLA (Telecommunication Network Consulting (TNC), Aachen, Deutschland) berechnet. Die Abkürzung CORLA steht für Cube Oriented Ray Launching Algorithm und ist eine spezielle Software, die Gebäude in Würfelform modelliert und ein Strahlverfolgungsmodell mit Beugungen und Reflexionen realisiert (Gelände- und Gebäudemodell).

Die Gebäudegrundrisse wurden aus den Katasterplänen extrahiert. Als Gebäudehöhe (massiver Bauteil ohne Dachaufbauten) wurde aufgrund der relativ einheitlichen Bauhöhen generell eine Höhe von sechs Metern zugewiesen.

Da die verwendete Antennentype nicht eruiert werden konnte, wurde basierend auf einer Fotografie, die die Baulänge (ca. 2 m), Art (Rundstrahler) und Montagehöhe (Antennenunterkante ca. 8m über Gelände) zeigte, eine für diese Zwecke möglichst ähnliche Antennentype im selben Frequenzbereich ca. 451 bis 466 MHz herangezogen. Als Antenneneingangsleistung wurde ein Funkkanal mit 25 W angesetzt. Die Anzahl der am Standort Wählamt Hausmannstätten eingesetzten Funkkanäle konnte nicht ermittelt werden. Eine plausible Annahme liegt bei einem Calling Channel (Anrufkanal) und drei zusätzlichen Voice od. Traffic Channels (Sprach- od. Verkehrskanäle). Zur Berechnung wurde nur der beim System NMT 450 ständig abgestrahlte Calling Channel herangezogen.

Datengrundlage für die Expositionsrechnung:

- Antennentype K 721 388 (Kathrein, Rosenheim, Deutschland), Baulänge 2016 mm, elektrischer Downtilt 0°, Gewinn 7 dBi, vertikaler Öffnungswinkel 18°, mit den jeweiligen vertikalen und horizontalen Dämpfungsfaktoren (Antennendiagramme), Frequenzbereich 440-470 MHz, VSWR 1,5, Polarisation = vertikal, maximum power =500 W
- Antenneneingangsleistung: 25 W Calling Channel (Anrufkanal)
- Traffic Channels (Sprechkanäle) wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt
- Antennenhöhe über Grund, Antennenunterkante 8 m
- Höhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesens (BEV) bereitgestellt von GIS-STMK
- Katasterplan bereitgestellt von GIS-STMK
- Adressverzeichnis bereitgestellt von GIS-STMK
- Zu berechnender Expositionspunkt= Höhe des Schlafplatzes über Geländeniveau in Hausmitte
 - Bei den Stichproben A bzw. B generell 2,35 m
 - Bei Stichprobe C laut Befragung für das Erdgeschoss 1 m, für den 1. Stock 4 m
- Gebäudehöhen für CORLA generell 6 m. Dies berücksichtigt nur den massiven Baukörper, da die Dachdeckung im Studiengebiet zumeist Eternit oder Ziegel ist.
- Indoorloss 0 dB – der Berechnungswert entspricht dem Wert im Freien
- CORLA wurde mit der bestmöglichen Auflösung von 1 m (Kantenlänge der Würfel) berechnet.
- CORLA-Modellparameter siehe nachstehende Abbildungen



Abbildung 6: Verwendeter CORLA Algorithmus



Abbildung 7: Verwendete CORLA Modellparameter

Expositionserhebung – Messungen

C-Netz Simulationssender

Der Betrieb eines Simulationssenders ermöglichte die Ermittlung der historischen Exposition durch den C-Netz Sender im Bereich des Wähleramtes Hausmannstätten. Als umweltepidemiologisch günstige Faktoren für die orientierende Nachbildung der historischen Exposition sind dabei zu nennen:

- Im Betriebszeitraum der Sendeanlage November 1984 bis Dezember 1997 stellten die Emissionen des C-Netz Senders im überwiegenden Zeitraum die einzige lokale hochfrequente Immissionsquelle dar, da das GSM-Netz erst in der zweiten Hälfte der 90er Jahre in Betrieb genommen wurde und am Standort selbst zudem einen anderen Immissionsschwerpunkt in größerer Distanz hatte.
- Es waren bzw. sind keine lokalen Radio- und Fernsehsender sowie RADAR-Anlagen vorhanden.
- Es war möglich, eine vergleichbare Antenne zu ermitteln und einzusetzen.
- Die Antennenunterkante konnte ermittelt werden.
- Ein Grundstück direkt neben dem Wähleramt Hausmannstätten war Grünland und von der Straße aus mit einem Hubsteiger befahrbar. Das Einverständnis des Grundstücksbesitzers für die vorübergehende Nutzung lag vor.
- Die verwendete Simulationsfrequenz von 434,2 MHz lag im Amateurfunkband bzw. 433 MHz ISM Band und damit in einem ähnlichen Frequenzbereich wie die Downlink-Frequenzbänder der C-Netz Basisstationen (461,310 – 465,730 MHz), sodass ähnliche Ausbreitungs- und Transmissionseigenschaften (z.B. Durchdringung von Bauteilen) gegeben waren.

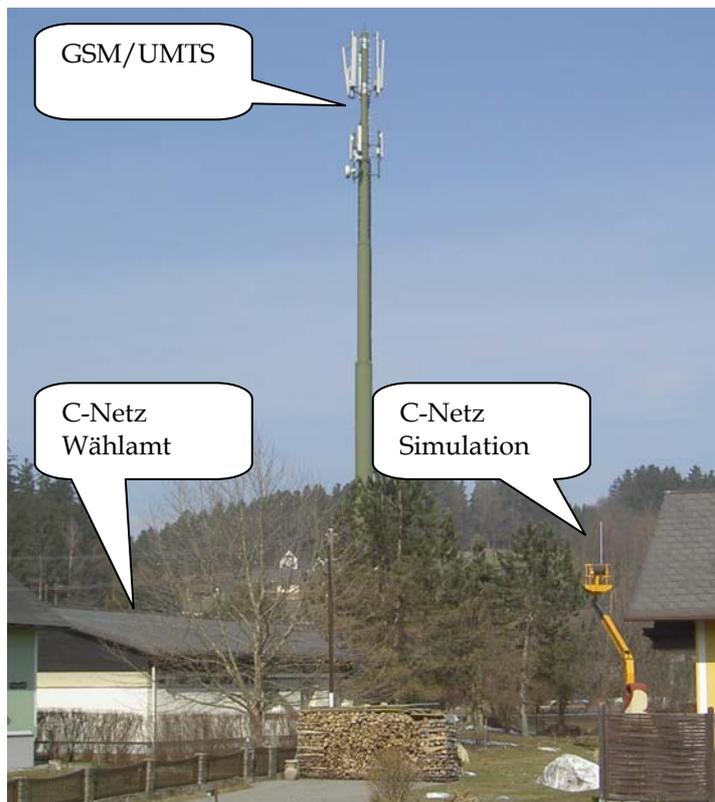


Abbildung 8: Übersicht ehemaliger C-Netz Dachstandort Wählamt, Standort C-Netz Simulationssender und aktuelle Antennentragmastanlage GSM/UMTS, März 2006



Abbildung 9: C-Netz Simulationssender auf mobilem Hubsteiger montiert, März 2006

Am 19. März 2006 wurde auf einem benachbarten Grundstück etwa 25 m östlich des ehemaligen C-Netz-Senderstandortes ein Hubsteiger aufgestellt. Am Personenkorb des Hubsteigers wurde die Sendeantenne K 721 388 (Rundstrahler) vertikal ausgerichtet und befestigt. Die Antenne wurde dabei in dieselbe absolute Höhe wie die ehemalige Antenne am Dach des Wählamtes gebracht. Die Signaleinspeisung aus dem Transceiver (DR605E, Alinco) erfolgte über ein 30 m langes Antennenkabel (RG213, Berkenhoff & Drebes). Das Signal der Frequenz 434,2 MHz (ISM-Band), Signalbandbreite 12 kHz, war unmoduliert.

Der Original C-Netz Sender wurde mit einer deutlich höheren Sendeleistung als der Simulationssender betrieben. Der Korrekturfaktor wurde rechnerisch ermittelt und basiert auf einer Messung von Sendeleistung, Kabeldämpfung und Stehwellenverhältnis. Die in diesem Bericht angeführten Expositionswerte des C-Netz - Simulationssenders beziehen sich auf eine hochgerechnete

Antenneneingangsleistung von 25 W für den ständig abgestrahlten Calling Channel (Anrufkanal). Traffic Channels wurden in den Beurteilungswert nicht eingerechnet.

Expositionsmessungen

Im Zeitraum 20. bis 25. März 2006 wurden von den Messtechnikern Dr. Dietrich Moldan und Manfred Haider bei allen Studienteilnehmern Messungen verschiedener EMF-Parameter durchgeführt. Die Seriennummern und Kalibrierzeugnisse sind beim Studienautor bzw. den Messtechnikern hinterlegt.

Erfassung des Simulationssignals für den C-Netz Sender

Messort waren die im Expositionszeitraum verwendeten Schlafräume. Für die Analyse wurde jedoch nur jener Schlafraum herangezogen, der im relevanten Expositionszeitraum (im Hinblick auf den C-Netz Sender) überwiegend verwendet wurde. Kernziel war die frequenzselektive Erfassung des kurzzeitig auf Anforderung abgestrahlten 434,2 MHz Signals. Das mittels kalibrierter bikonischer Antennen jeweils (UBBA 9114 mit BBUK 9139, Schwarzbeck) abgetastete Messvolumen (Grundfläche 60 cm x 60 cm, Höhe 30 cm) befand sich jeweils im Kopf- und Oberkörperbereich des Bettes. Als Messgeräte wurden kalibrierte Spektrumanalysatoren (FSH3, Rhode & Schwarz und R3132, Advantest) eingesetzt. Die Analysatoren wurden dabei wie folgt eingestellt: Detector=Positive Peak, Trace=Max Hold, RBW/VBW 10 kHz/10 kHz, Sweeptime=100 ms, Span=200 kHz.

Weitere EMF Messungen

Zusätzlich wurden im aktuell sowie den im Expositionszeitraum verwendeten Schlafräumen niederfrequente elektrische Wechselfelder (3D, potentialfrei, 10 Hz-100 kHz), magnetische Wechselfelder (3 D, Auswertung 22:00-06:00, 16 2/3 Hz und 50 Hz-2 kHz) und hochfrequente elektromagnetische Wellen (Radio, TV, GSM, UMTS, DECT, ISM 2,4 GHz, RADAR) gemessen. Für die gegenständliche Analyse wurde jener Schlafraum herangezogen, der im relevanten Expositionszeitraum (im Hinblick auf den C-Netz Sender) überwiegend verwendet wurde. Betreffend Messverfahren und -methoden siehe Anhang.

Technische Daten zum C-Netz (NMT 450)

In Österreich wurde das C-Netz als Funkautotelefonnetz im Zeitraum 1.11.1984 bis 31.12.1997 von der Post- und Telegrafverwaltung bzw. deren Nachfolgerin, der Mobilkom Austria AG betrieben. Es war ein rein nationales Netz mit der Vorwahl 0663. Als System wurde NMT 450 (Nordic Mobile Telephone System), das etwa in Norwegen, Schweden, Dänemark und Finnland bereits 1981 eingesetzt wurde, verwendet.

Die nachfolgenden Informationen wurden u.a. Handbüchern entnommen bzw. wurden im Rahmen einer im Dezember 2007 durchgeführten Messstudie in Südschweden erhoben. In Schweden war das System NMT450 von 1981 bis Ende 2007 in Betrieb.

Der Betrieb erfolgte in Österreich in den Frequenzbändern 451,310 – 455,730 MHz als up link (vom Mobilteil zur Basisstation) sowie 461,310 – 465,730 MHz als down link (von der Basisstation zum Mobilteil). Die Betriebsbewilligung erstreckte sich auf 222 Kanäle. Der Kanalabstand betrug in Österreich 20 kHz.

Das C-Netz hatte wie die heutigen GSM- und UMTS-Netze eine zellulare Struktur, wobei die Zellradien in ländlichen Regionen etwa 20 bis 30 km betragen. Als Antennen wurden Rundstrahlantennen mit einem Antennengewinn von 6 bis 9 dBi eingesetzt. Dabei kamen ein bis drei Antennen (davon eine Sendeantenne) zur Erhöhung der Empfangsempfindlichkeit (Antennen Diversity) zum Einsatz. Als Standorte wurden in ländlichen Gebieten zumeist höher gelegene Geländepunkte mit freier Sicht auf das Umland gewählt. Der Standort am Wählamt Hausmannstätten ist mit einer Antennenunterkantenhöhe von 8 Metern ein Füllsender zur Abdeckung eines kleinen Gebietes – jedoch mit identer Sendeleistung wie für größere Versorgungsgebiete. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Antennentragmastanlage für das System NMT450 mit einer geschätzten Höhe von rund 50 m in Südschweden.



Abbildung 10: Antennentragmastanlage in Südschweden, Dezember 2007, Masthöhe ca. 50 m bestückt mit GSM 900 (Sektorantennen) und NMT 450 Rundstrahlantennen, Quelle: G. Oberfeld

Im Hinblick auf die resultierenden Immissionen (Strahlungsdichte) im Umfeld um Sendeanlagen kommt neben der Antennentype und der Sendeleistung, der Standortwahl, Topografie und Siedlungsverteilung sowie der Antennenhöhe entscheidende Bedeutung zu. Dies soll im Folgenden an Hand von drei Berechnungsbeispielen für eine typische NMT450 Rundstrahlantenne (Antennengewinn 7 dBi, vertikaler Öffnungswinkel 18Grad) Antenneneingangsleistung 25 W gezeigt werden.

- Beispiel A: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 8 m (war realisiert)
- Beispiel B: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)
- Beispiel C: Standort Geländehöhe, Seehöhe 470 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)

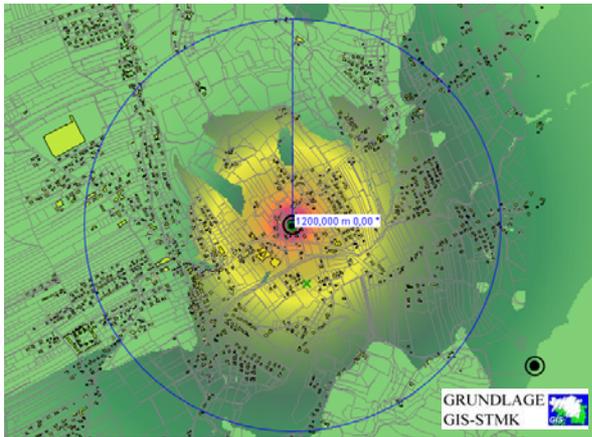


Abbildung 11: Beispiel A: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 8 m (war realisiert)

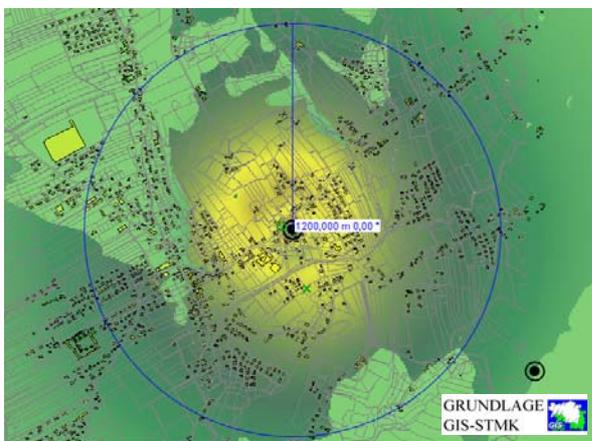


Abbildung 12: Beispiel B: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)



Abbildung 13: Beispiel C: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 470 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)

Der Vergleich der drei Berechnungsplots zeigt deutlich, dass die Immissionsbelastung bei geeigneter Standortwahl von mehr als $1000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (rot) auf unter $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (grün) reduziert werden kann.

Theoretisch hatte jede Basisstation bis zu 30 Kanäle (Frequenzen) zur Verfügung, die bedarfsabhängig zum Einsatz kommen konnten. Die Anzahl der am Standort Hausmannstätten maximal möglichen Kanalanzahl und deren Auslastung war rund zehn Jahre nach Betriebsende nicht mehr zu ermitteln. Füllsender wie der vorliegende Standort waren vermutlich mit 4 Kanälen (1 Calling Channel, 2 Traffic Channels und 1 Reservekanal) konfiguriert. Die Antenneneingangsleistung betrug 25W je Kanal). Der Calling Channel entspricht einem Organisationskanal, der ständig von der Basisstation abgestrahlt wird. Bedarfsabhängig werden sg. Traffic oder Voice Channels, also Sprech- oder Verkehrskanäle abgestrahlt. Daher ist die über den Calling Channel ständig abgestrahlte Immission als Mindestexposition anzusehen. Die Untersuchungen in Schweden ergaben, dass der Calling Channel im Abstand von mehreren Minuten die Frequenz wechselte, wobei jeweils vier Frequenzen verwendet wurden. Bei einem Rufaufbau wurde dem zugeschalteten Traffic Channel eine dieser vier Frequenzen zugewiesen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Screenshot einer Spektrumanalyse im Frequenzbereich für den Downlink (nur Calling Channel) eines NMT 450 Senders in Schweden. Dabei wurden die Signale mit zwei Kurven (Trace) mit als Live-Modus (clear write, gelb) und Maxhold-Modus (max hold, grün) aufgezeichnet.

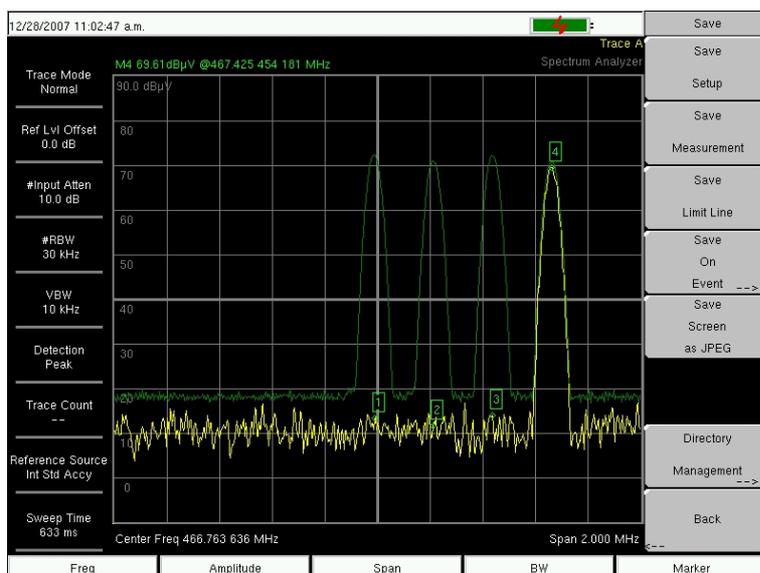


Abbildung 14: Der Calling Channel (Rufkanal) zeigte ein langsames (einige Minuten) Frequenzwechselverhalten innerhalb von vier Frequenzen, Schweden, Dezember 2007, Quelle: M. Haider.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Netzabdeckung (Coverage) im Jahr 1988 für das C-Netz in Österreich. Dabei ist mit Ausnahme gewisser, vor allem alpiner Gebiete eine weitgehende Flächendeckung ersichtlich.

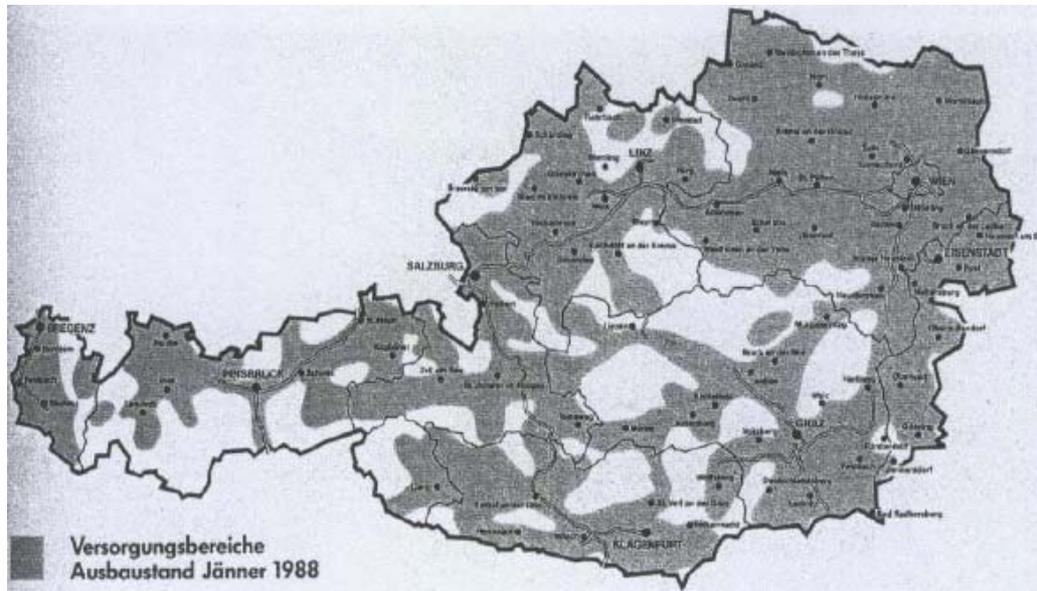
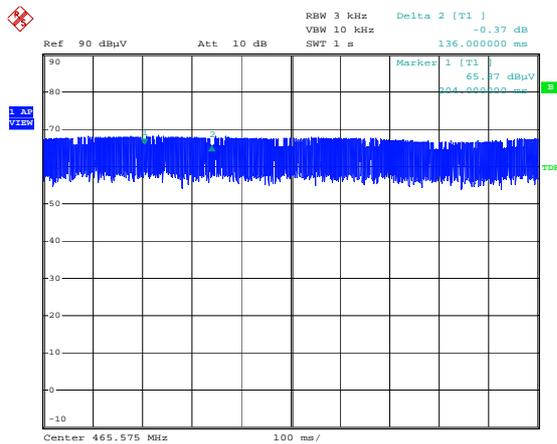


Abbildung 15: C-Netz Ausbaustand in Österreich im Jänner 1988 (Quelle: unbekannt).

Ein Punkt in der Beurteilung neben der Höhe der Exposition (Strahlungsdichte bzw. Feldstärke) ist der Amplitudenverlauf des Signals (hier NMT 450 Downlink – Traffic Channel und Calling Channel). Die Ermittlung des Amplitudenverlaufs erfolgte im Rahmen der Messstudie im Dezember 2007 in Schweden mittels Spektrumanalyse im Zeitbereich (Zerospan) und nachfolgender FFT Analyse der amplitudendemodulierten Audioaufzeichnung.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Calling Channel mit der Frequenz 463,575 MHz im Zeitbereich. Deutlich sichtbar sind die kurzzeitigen Amplitudeneinbrüche im Abstand von 136 ms, entsprechend der Frequenz 7,3 Hz, die unter Anwendung der Amplitudendemodulation auch deutlich hörbar war.



Date: 27.DEC.2007 12:43:41

Abbildung 16: Screenshot der Spektrumanalyse im Zeitbereich der NMT450 Downlink-Frequenz 463,575 MHz (Calling Channel) mit deutlich sichtbaren periodischen Amplitudeneinbrüchen im Abstand von 136 ms (7,3 Hz), Quelle: G. Oberfeld.

Zur Vermeidung von Störeinkopplungen erfolgte die Audioaufzeichnung mittels Spektrumanalysator und Notebook unabhängig vom Stromnetz im Akkubetrieb. Die Auswertung erfolgte unter Anwendung einer Frequenzgangkorrektur (Genauigkeit ± 1 dB) der Audioeinheit des Spektrumanalysators FSP40, Rhode & Schwarz als Fastfourier-Analyse (FFT) mittels der Software WinAudioMLS Version 1.9, Dr-Jordan-Design. Dabei wurde die Audioaufnahme (Länge eine Minute) mit einer FFT-Size von 262144 (Blackman) mit der Funktion „Gesamtmittelwert“ analysiert und als Frequenz-Amplituden-Darstellung und Frequenz-Amplituden-Zeit-Darstellung (3D) ausgewertet.

Die Analyse ergab für den gesprächsinduzierten Traffic Channel keine niederfrequenten Amplitudenanteile sondern einen Peak bei 4 kHz, der dem sg. supervisory signal entspricht. Hingegen zeigte der ständig abgestrahlte Calling Channel mehrere periodische Amplitudenschwankungen, wobei im ELF-Bereich die Frequenz 7,3 Hz, wie bereits im Zerospan (Abbildung 16) sichtbar, und deren Vielfache auffällig waren.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Ergebnis der frequenzkorrigierten FFT Analysen für den Calling Channel für die Frequenzbereiche 5 Hz bis 100 Hz.

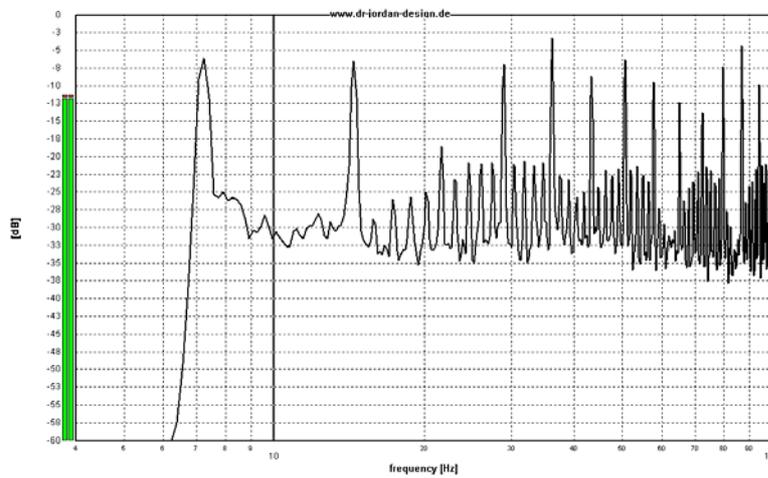


Abbildung 17: FFT Analyse des AM-demodulierten Audiosignals eines NMT450 Calling Channels (Basisstation) mit deutlich sichtbarer 7,3 Hz Komponente, Quelle: G. Oberfeld/ M. Haider

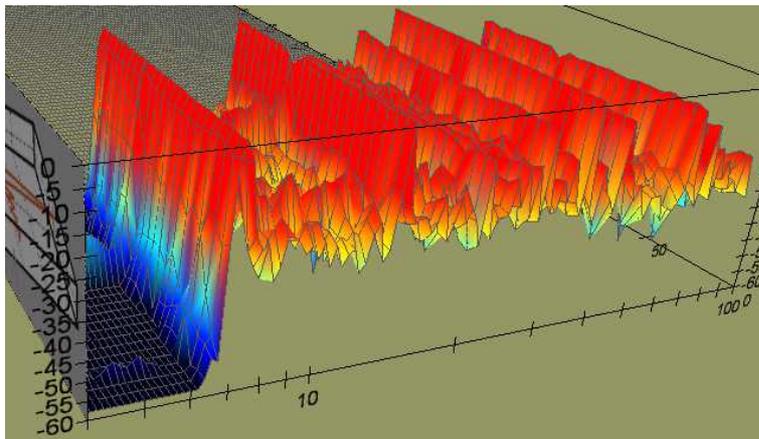


Abbildung 18: 3D-Darstellung der FFT Analyse des AM-demodulierten Audiosignals eines NMT450 Calling Channels (Basisstation) mit deutlich sichtbarer 7,3 Hz Komponente, Quelle: G. Oberfeld/ M. Haider

Statistik

Demografische Daten und weitere Co-Variable wurden für Fälle und Kontrollen beschrieben und mittels Kruskal-Wallis Test im Hinblick auf Unterschiede überprüft.

Die zentralen statistischen Analysen wurden für die nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichproben A und B mit Hilfe der logistischen Regression, die Analyse der gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe C mittels der konditionalen logistischen Regression durchgeführt. Dabei wurde das Chancenverhältnis (odds ratio mit 95% Konfidenzintervall) für den Endpunkt Krebserkrankung in Abhängigkeit zur Exposition unter allfälliger Berücksichtigung von Covariablen (z.B. Alter, Geschlecht) berechnet. Für alle statistischen Tests wurde ein Wahrscheinlichkeitswert von $p < 0,05$ als signifikant gewertet. Die statistischen Auswertungen wurden mit SPSS[®] für Windows, Chicago, IL, USA und Egret[®] für Windows, Cytel, Cambridge, MA, USA durchgeführt.

Ergebnisse

Expositionsrechnung C-Netz

Die nachfolgenden vier Abbildungen zeigen beispielhaft die Ergebnisse der Expositionsrechnungen mit Visualisierung.

- als Übersicht
- freie Sicht (Line of Sight = LOS) mit Geländemodell
- CORLA Modell
- als Detail
- freie Sicht (Line of Sight = LOS) mit Geländemodell
- CORLA Modell

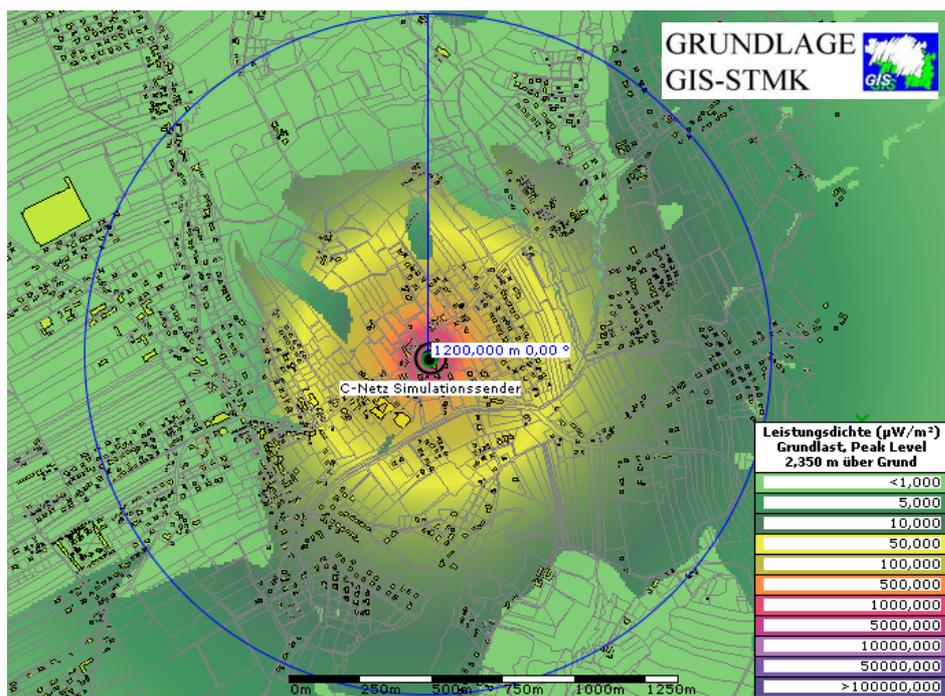


Abbildung 19: Immissionsberechnung – freie Sicht (LOS) für C-Netz Sender für die Schicht 2,35 m über Grund, Datengrundlage GIS-STMK.

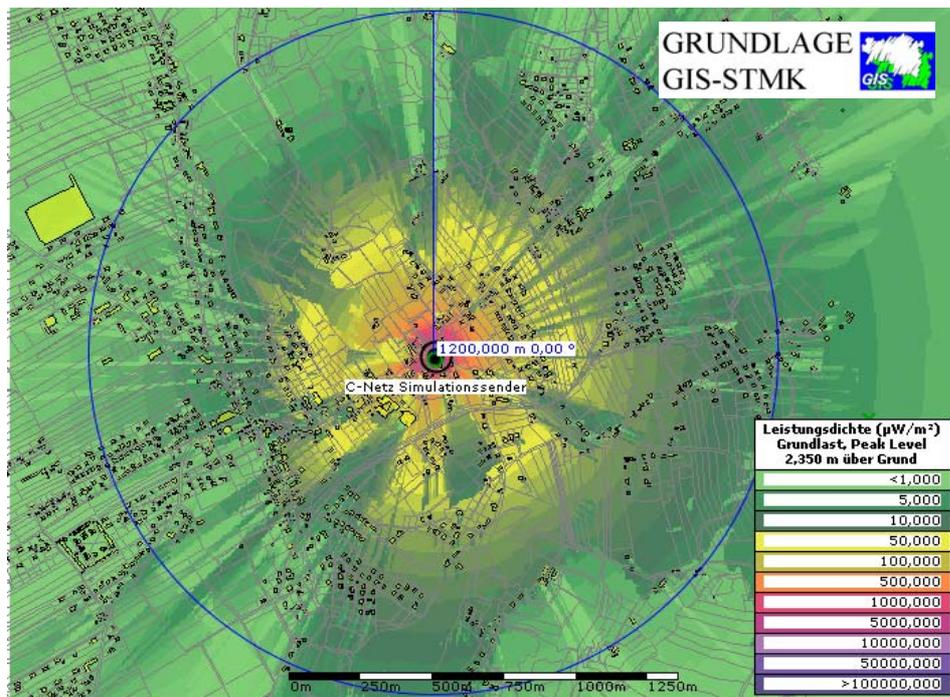


Abbildung 20: Immissionsberechnung – CORLA (Gebäudemodell) für C-Netz Sender für die Schicht 2,35 m über Grund (6 m Kantenlänge der Würfel), Datengrundlage GIS-STMK.

Ergebnisse der Expositionsrechnungen

Die Expositionsrechnung mittels NIRView/CORLA erfolgte für alle drei Fall-Kontroll-Stichproben. Die nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse in der Einheit $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (Strahlungsdichte oder Leistungsflussdichte) getrennt nach Fällen und Kontrollen zusammen. An dieser Stelle sein nachmals erwähnt, dass sich die berechneten Werte auf die Situation im Freien beziehen.

Die Ergebnisse entsprechen einem Funkkanal (Calling Channel) unter der Annahme einer Antenneneingangsleistung von 25 W. Wichtig ist zu beachten, dass neben dem ständig abgestrahlten Calling Channel eine derzeit nicht näher bekannte Anzahl, jedoch vermutlich ein bis drei weitere Traffic Channels, bedarfsabhängig abgestrahlt wurden. Eine Extrapolation auf andere Betriebszustände z.B. mit zwei oder vier Funkkanälen ist durch den linearen Zusammenhang mit der Strahlungsdichte einfach möglich.

Stichprobe	Stichprobe A		Stichprobe B		Stichprobe C	
	F	K	F	K	F	K
Anzahl Berechnungspunkte (n)	67	1242	67	646	28	56
Mittelwert [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	179,3	48,6	189,4	51,1	322,4	57,7
Standardabweichung [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	555,4	229,0	554,9	217,0	957,9	260,6
Minimum [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	0,002	0,001	0,002	0,001	0,010	0,015
Maximum [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	2455	2455	2455	2455	4898	4898
25 Perzentil [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	0,25	0,16	0,19	0,09	1,6	0,15
50 Perzentil (Median) [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	3,1	2,5	6,2	3,5	14,6	2,5
75 Perzentil [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	30,9	19,5	38,9	19,5	154,8	24,6

Tabelle 17: Ergebnisse der Expositionsrechnung (NIRView/CORLA) als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] für die drei Stichproben, getrennt nach Fällen und Kontrollen.

Ergebnisse der Expositionsmessungen

Expositionsmessungen des C-Netz- Simulationssenders wurden für die Stichprobe C (n=84) vorgenommen. Die Ergebnisse entsprechen einem Funkkanal (Calling Channel) unter der Annahme einer Antenneneingangsleistung von 25 W. Wichtig ist zu beachten, dass neben dem ständig abgestrahlten Calling Channel eine derzeit nicht näher bekannte Anzahl, jedoch vermutlich ein bis drei weitere Traffic Channels, bedarfsabhängig abgestrahlt wurden. Eine Extrapolation auf andere Betriebszustände z.B. mit zwei oder vier Funkkanälen ist durch den linearen Zusammenhang mit der Strahlungsdichte einfach möglich.

Die nachfolgende Tabelle zeigt das Ergebnis der Expositionsmessungen getrennt nach Fällen und Kontrollen.

	Stichprobe C	
	Fälle	Kontrollen
Anzahl Messpunkte (n)	28	56
Mittelwert [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	53,4	2,8
Standardabweichung [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	137,1	10,7
Minimum [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	0,0003	0,0003
Maximum [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	523	77
25 Perzentil [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	0,009	0,005
50 Perzentil (Median) [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	0,2	0,04
75 Perzentil [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	24	0,9

Tabelle 18: Ergebnisse der auf 25 W Antenneneingangsleistung hochgerechneten Expositionsmessungen des C-Netz Simulationssenders (ein Kanal) als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] für die Stichprobe C getrennt nach Fällen und Kontrollen.

Vergleich von Berechnungsdaten und Messdaten für das C-Netz (NMT 450)

Beim Vergleich zwischen Berechnung und Messung sind unter anderem nachfolgend angeführte Unterschiede zu beachten:

Berechnung	Messung
Expositionspunkt in Gebäudemitte jedoch als Außenraumwert ohne Dämpfungen durch Bauteilumschließungen des berechneten Gebäudes. Berücksichtigung von Abschattungen und Beugungen durch Nachbargebäude.	Innenraumwert Schlafbereich (Bett-Kopf/Oberkörper) unter Berücksichtigung von Bauteildämpfungen aller Art
Einheitliche Gebäudehöhen	Variable Gebäudehöhen
Sendeantenne am Wählamt	Sendeantenne 25 m östlich am Nachbargrundstück – dadurch leichte Expositionsfehlklassifikation insbesondere im Nahbereich
Berechnungsvolumen 1 x 1 x 1 m	Maxhold in kleinem Messvolumen 0,6 x 0,6 x 0,3 m
keine Interferenzen	Interferenzen (durch Reflexionen im Innenraum)
Höhen und Gebäudeumrisse sind modelliert	Höhen und Gebäude werden real berücksichtigt
Expositionshöhe über Grund nur nach EG und 1. Stock unterschieden	Reale Expositionshöhe

Tabelle 19: Einige Unterschiede zwischen Berechnung und Messung

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine hochsignifikante ($p < 0,001$) Korrelation ($r = 0,83$ Spearman) zwischen den Messwerten der C-Netz-Simulation am Schlafplatz und den mittels NIRView/CORLA modellierten Berechnungswerten. Für die grafische Darstellung wurde dabei die lowess-Funktion, eine lokal gewichtende Anpassungsfunktion herangezogen, die das Auffinden von Beziehungen zwischen den beiden Variablen als Punktwolke (Scatterplot) ermöglicht.

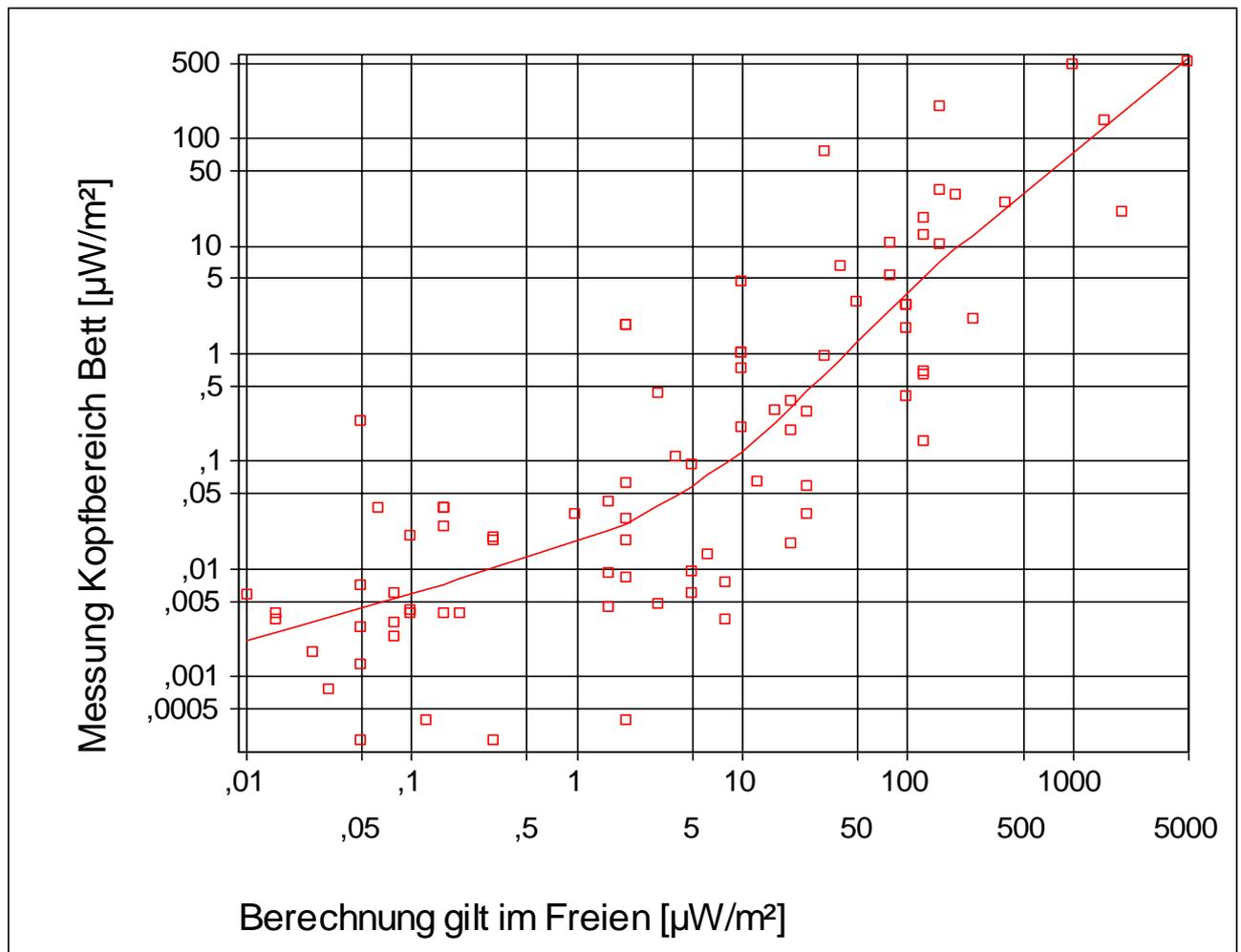


Abbildung 21: Scatterplott für Mess- und Berechnungswerte jeweils als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] in logarithmischer Darstellung mit Lowess Funktion (50 % der Punkte, 5 Iterationen).

Der Korrelationskoeffizient von 0,83 mit $p < 0,001$ (einseitig) zeigt eine für die gegenständliche Fragestellung ausreichende Zusammenhangsstärke zwischen Messung und Berechnung. Zu beachten ist der Unterschied in den Absolutwerten, der sich durch die oben angeführten Unterschiede (insbesondere Außenraum bei Berechnung versus Innenraum bei Messung) ergibt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anpassungslinie für die lineare Regression samt 95% Konfidenzintervall für die Mittelwerte.

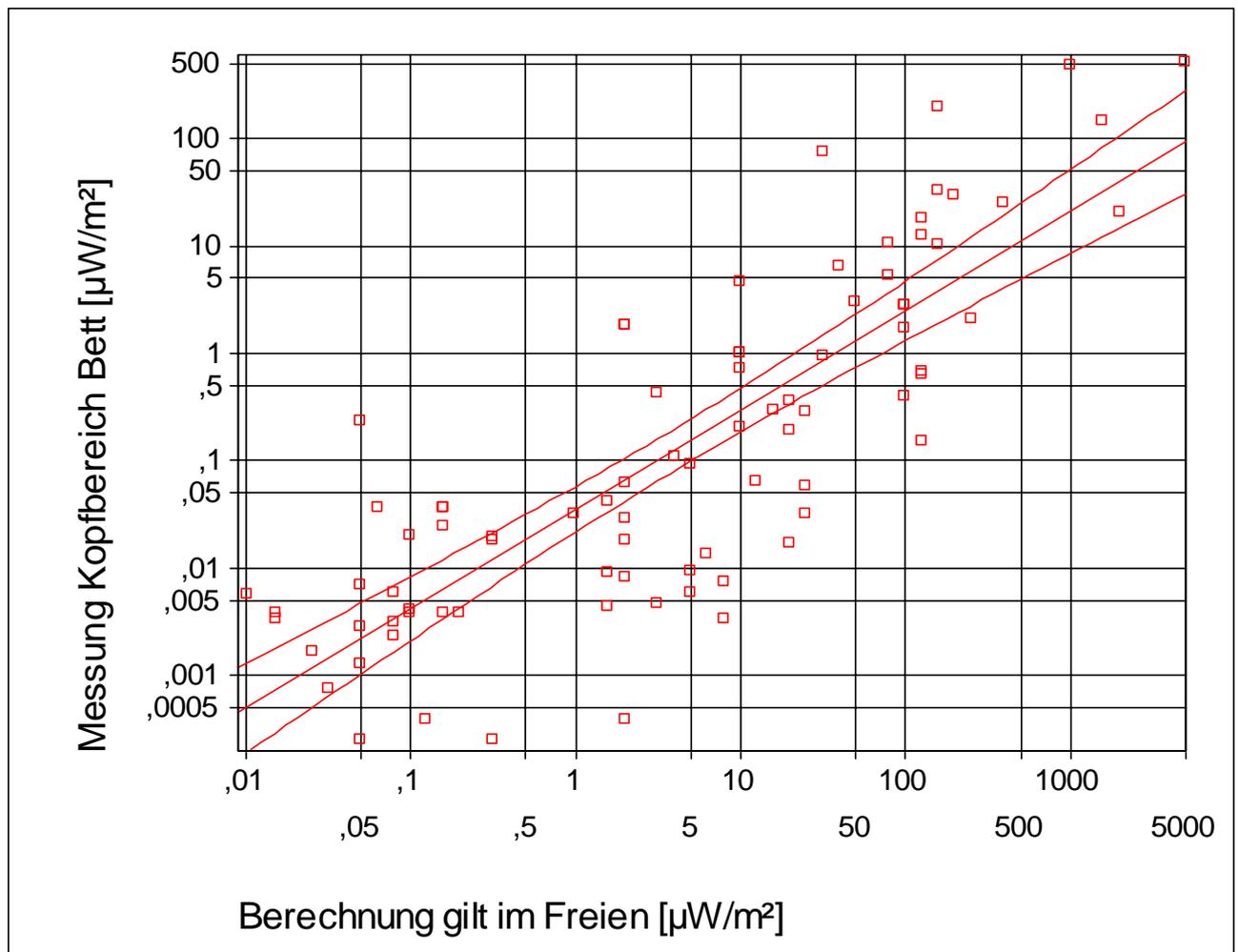


Abbildung 22: Scatterplott für Mess- und Berechnungswerte jeweils als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] in logarithmischer Darstellung mit linearer Regressionslinie samt 95% Konfidenzintervall für die Mittelwerte.

Aus der Kurve ergibt sich zwischen Messung (innen) und Berechnung (im Freien) ein Unterschied etwa um den Faktor 30 (ca. 15 dB). Dieser Unterschied ist aufgrund der Dämpfungen durch Bauteile sowie aufgrund des relativ kleinen Messvolumens (meist abseits von Fensteröffnungen) plausibel.

Örtliche Verteilung der Fälle und Kontrollen im Studiengebiet

Verteilung von Fällen und Kontrollen in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C-Netz-Sender

Dazu wurde das Studiengebiet mit seinem Radius von 1200 Metern um den Senderstandort in zwei Distanzgruppen 0-200m und 201-1200m unterteilt. Diese Analyse diente der Überprüfung der Verteilung der Fälle in Relation zu Kontrollen in den beiden Distanzgruppen. Diese Analyse wurde für alle drei Stichproben vorgenommen.

Verteilung in Abhängigkeit zur Distanz für die Fall-Kontroll-Stichprobe A

Distanz Wohnadresse zum Sender	0-200 m		201-1200 m	
	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%
Kontrollen	50	4,0%	1192	96,0%
Fälle	11	16,4%	56	83,6%
Gesamt	61	4,7%	1248	95,3%

Tabelle 20: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe A

Verteilung in Abhängigkeit zur Distanz für die Fall-Kontroll-Stichprobe B

Distanz Wohnadresse zum Sender	0-200 m		201-1200 m	
	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%
Kontrollen	34	5,3%	612	94,7%
Fälle	11	16,4%	56	83,6%
Gesamt	45	6,3%	668	93,7%

Tabelle 21: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe B

Verteilung in Abhängigkeit zur Distanz für die Fall-Kontroll-Stichprobe C

Distanz Wohnadresse zum Sender	0-200 m		201-1200 m	
	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%
Kontrollen	2	3,6%	54	96,4%
Fälle	7	25,0%	21	75,0%
Gesamt	9	10,7%	75	89,3%

Tabelle 22: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe C

Teilnahme der Kontrollen in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C-Netz Sender

Das gewählte Design der Fall-Kontroll-Studie basierend auf der selbst gewählten Teilnahme von Fällen (Stichproben A, B und C) und Kontrollen (Stichproben B und C) birgt grundsätzlich die Möglichkeit einer Verzerrung durch unterschiedliche Teilnahmeraten (Responsebias), die im konkreten Fall mit der Distanz zur Sendeanlage im Zusammenhang stehen können.

Die Distanz zur Sendeanlage ist bei der Fragestellung dieser Untersuchung von zentraler Bedeutung, da sie aufgrund der niedrigen Antennenhöhe unmittelbar mit der Exposition verbunden ist. Daher war es erforderlich, die Teilnahmerate der Kontrollen in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Wohnadresse und Senderstandort (Wählamt Hausmannstätten) zu überprüfen. Dazu wurde die Verteilung der Kontrollen der Stichprobe A, die direkt aus den Meldedaten der beiden Gemeinden entnommen wurde, mit der Verteilung der Kontrollen der Stichproben B und C verglichen.

Distanz Wohnadresse zum Sender	0-200 m		201-1200 m	
	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%
Kontrollen Stichprobe A (Referenz)	50	4,0%	1192	96,0%
Kontrollen Stichprobe B	34	5,3%	612	94,7%
Kontrollen Stichprobe C	2	3,6%	54	96,4

Tabelle 23: Anteil der Kontrollen an den drei Distanzklassen für die drei Stichproben

Vergleicht man die prozentuale Verteilung der Kontrollen in der Distanzklasse 0-200 m, also im Nahbereich des ehemaligen Senders, zeigt sich für die Referenzstichprobe A ein Anteil von 4 %, für die Stichprobe B ein Anteil von 5,3 % und für die Stichprobe C ein Anteil von 3,6 %. Die Auswertung zeigt somit eine ähnliche Häufigkeitsverteilung der Kontrollen bei allen drei Stichproben.

Im Folgenden werden mit Hilfe der logistischen Regression die Chancenverhältnisse (odds ratios) für die Häufigkeitsverteilung der Kontrollen für die Stichprobe B versus A (Referenz) sowie die Stichprobe C versus A (Referenz) berechnet.

Häufigkeitsverteilung der Stichprobe B versus A (jeweils nur Kontrollen)

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl n=1888

Anzahl in der Analyse n=1888 (nur Kontrollen)

Abhängige Variable = Distanzklasse 0-200 m (1) und Distanzklasse 201-1200 m (0)

Covariable = Alter, Geschlecht

Unabhängige Variable = Stichprobe B versus Stichprobe A (Referenz)

Variable	OR	95 % CI	p-Wert
Stichprobe A (Referenz) n=1242	1	-	-
Stichprobe B n=646	1,33	0,85-2,07	0,216
Alter	0,99	0,98-1,01	0,667
Geschlecht	1,04	0,67-1,62	0,845

Tabelle 24: Ergebnis der logistischen Regression zur Frage der Häufigkeitsverteilung der Kontrollen der Stichprobe B versus A für den Nahbereich (0-200 m).

Häufigkeitsverteilung der Stichprobe C versus A (jeweils nur Kontrollen)

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl n=1298

Anzahl in der Analyse n=1298 (nur Kontrollen)

Abhängige Variable = Distanzklasse 0-200 m (1) und Distanzklasse 201-1200 m (0)

Covariable = Alter, Geschlecht

Unabhängige Variable = Stichprobe C versus Stichprobe A (Referenz)

Variable	OR	95 % CI	p-Wert
Stichprobe A (Referenz) n=1242	1	-	-
Stichprobe C n=56	0,90	0,21-3,85	0,891
Alter	0,99	0,97-1,01	0,444
Geschlecht	0,874	0,50-1,53	0,635

Tabelle 25: Ergebnis der logistischen Regression zur Frage der Häufigkeitsverteilung der Kontrollen der Stichprobe C versus A für den Nahbereich (0-200 m).

Die statistische Analyse zeigt die Kontrollen für die Stichproben B und C im Verhältnis zur Referenzstichprobe A keine signifikanten Unterschiede. Damit wird der Responsebias im Hinblick auf die Kontrollen als vernachlässigbar angesehen. Die Interpretation dieser Ergebnisse erfolgt im Diskussionsteil.

Teilnahme der Fälle in Abhängigkeit zur Distanz zwischen Wohnadresse und C-Netz Sender

Da für diese Studie keine Krebsregisterdaten zur Verfügung standen, kann die Frage der Melde- bzw. Teilnahmebereitschaft (Reporting) im Hinblick auf die Fallerfassung und damit eines möglichen Reportingbias für Fälle nicht direkt beantwortet werden. Diese Frage wird im Kontext mit den ermittelten Risikoschätzern in der Diskussion erörtert.

Zeitlicher Verlauf des Auftretens der Krebserkrankungen innerhalb der bereits vorgenommenen zeitlichen Begrenzungen

Ausgehend von der Hypothese eines möglichen Zusammenhanges zwischen der Exposition gegenüber den Emissionen der C-Netz Sendeanlage war neben einem räumlichen Zusammenhang auch der zeitliche Zusammenhang zu prüfen. Dazu erfolgte aufgrund der bereits beschriebenen Vorüberlegungen eine Eingrenzung auf den Beobachtungszeitraum vom 1.11.1989 bis 31.12.2002.

Im Folgenden werden - gegliedert nach den beiden Distanzklassen (0-200m, 201-1200m) - die Anzahl der Neuerkrankungen pro Jahr in Form von Histogrammen (Verteilungskurven) für die drei Stichproben dargestellt. Dabei liegen den Stichproben A und B (lebende und verstorbene Fälle) dieselben Fälle zugrunde. Die Stichprobe C umfasst nur zum Zeitpunkt der Befragung (Februar 2006) lebende Fälle.

Zeitliche Verteilung der Fälle der Stichproben A bzw. B in zwei Distanzklassen

Aufgrund der für die Histogrammdarstellung relativ geringen Fallzahl in der Distanzklasse 0-200 m (n=11) erfolgt generell eine Aufteilung bzw. Zusammenziehung zu drei Zeitblöcken je Histogramm.

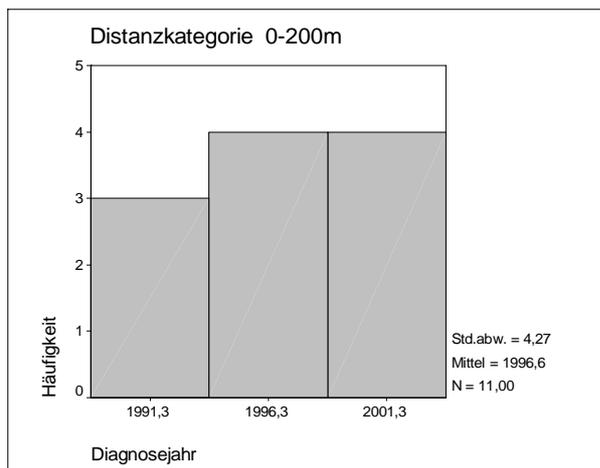


Abbildung 23: Stichprobe A bzw. B: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 0-200 m

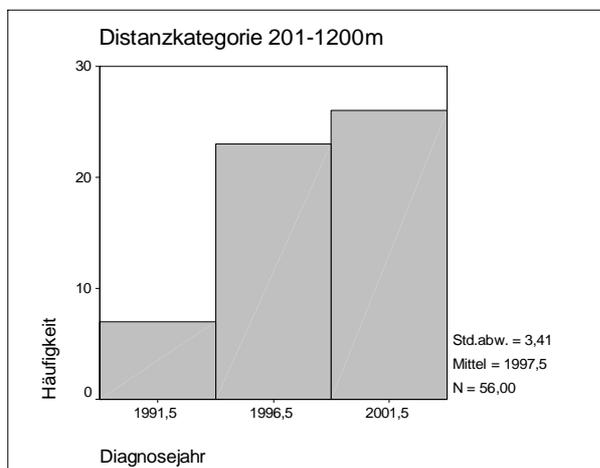


Abbildung 24: Stichprobe A bzw. B: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 201-1200 m

Die im Hinblick auf die Exposition gegenüber dem C-Netz Sender relevante Distanzklasse 0-200 m zeigt in den Stichproben A bzw. B eine zeitliche Verteilung, die nicht gegen die Hypothese eines allfälligen Zusammenhanges spricht.

Zeitliche Verteilung der Fälle der Stichprobe C in zwei Distanzklassen

Aufgrund der für die Histogrammdarstellung relativ geringen Fallzahl in der Distanzklasse 0-200 m (n=11) erfolgt generell eine Aufteilung bzw. Zusammenziehung zu drei Zeitblöcken je Histogramm.

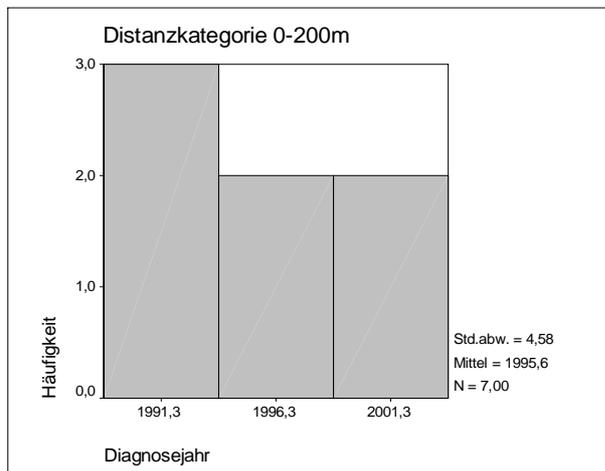


Abbildung 25: Stichprobe C: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzklasse 0-200 m

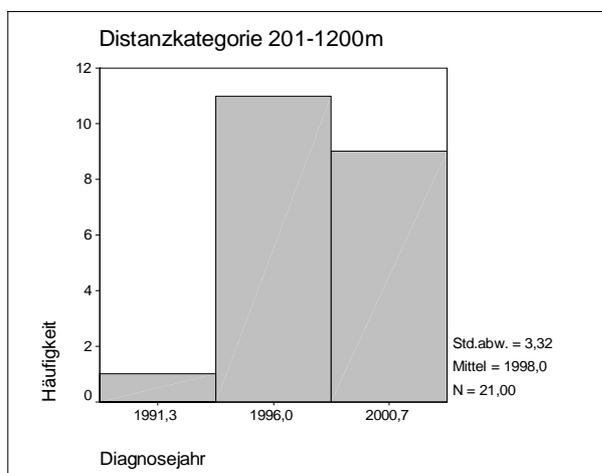


Abbildung 26: Stichprobe C: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzklasse 201-1200 m

Die im Hinblick auf die Exposition gegenüber dem C-Netz Sender relevante Distanzklasse 0-200 m zeigt in der Stichprobe C eine zeitliche Verteilung, die nicht gegen die Hypothese eines allfälligen Zusammenhanges spricht.

Beschreibung der Fälle

Wie im Methodenteil angeführt, galten für die Fälle nachfolgende Kriterien:

- ICD10: C00 bis C97, D32, D33 exklusive C44
- Diagnose im Zeitraum 1.11.1989 bis 31.12.2002
- Diagnosestellung frühestens fünf Jahre nach Beginn der Exposition
- Diagnosestellung spätestens fünf Jahre nach Ende der Exposition
- Mindestexpositionszeit im Studiengebiet fünf Jahre
- Verifizierung der Diagnose soweit als möglich

Im Folgenden erfolgt eine Beschreibung der Fälle im Hinblick auf Alters- und Geschlechtsverteilung, die Expositionsdauer sowie die Tumorlokalisationen unterschieden nach Brust, Gehirn und sonstige Lokalisationen einschließlich der Verifizierung der Diagnosen getrennt für die drei Stichproben. Die Expositionsdauer war die Zeitspanne vom Beginn der Exposition an der Wohnadresse bis zur Diagnose des Tumors.

Stichprobe A und B - Fallbeschreibung

Lokalisation	Brust	Gehirn	Sonstige	Gesamt
Männlich	n=0	n=2	n=27	n=29
Weiblich	n=13	n=3	n=22	n=38
Gesamt	n=13	n=5	n=49	n=67
Diagnose verifiziert	n=13 (100%)	n=5 (100%)	n=36 (73%)	n=54 (81%)
Alter arithm. MW (SD)	67 (11)	44 (16)	68 (11)	66 (13)
Expositionsdauer (Jahre)	11,8 (2,2)	12,2 (1,8)	11,6 (2,6)	11,7 (2,4)

Tabelle 26: Fallbeschreibung für die Stichproben A und B

Stichprobe C - Fallbeschreibung

Lokalisation	Brust	Gehirn	Sonstige	Gesamt
Männlich	n=0	n=0	n=8	n=8
Weiblich	n=9	n=3	n=8	n=20
Gesamt	n=9	n=3	n=16	n=28
Diagnose verifiziert	n=9 (100%)	n=3 (100%)	n=16 (100%)	n=28 (100%)
Alter arithm. MW (SD)	65 (9)	40 (13)	65 (9)	62 (12)
Expositionsdauer (Jahre)	12,4 (3,4)	14,7 (4,1)	11,2 (3,9)	12,0 (3,8)

Tabelle 27: Fallbeschreibung für die Stichprobe C

Verteilung der erhobenen Variablen zwischen Fällen und Kontrollen bei der Stichprobe C

Im Folgenden werden die Ergebnisse der mündlichen Befragung (Februar 2006) und der Messungen (März 2006) unterschieden nach Fällen und Kontrollen dargestellt. Die Erhebung von Faktoren, die sowohl mit der Exposition (hier C-Netz) als auch mit dem Endpunkt (Krebsneuerkrankung) verbunden sind und damit eine mögliche Risikoerhöhung oder auch Risikoverminderung (protektive Faktoren) unter Umständen erklären könnten, ist im Rahmen umweltepidemiologischer Untersuchungen üblich. Im Rahmen des persönlichen Interviews wurden daher diesbezügliche Informationen zu gängigen Faktoren erhoben. Da die Stichprobe C nicht nur nach dem Alter sondern auch nach dem Geschlecht gematcht wurde, entfällt die Analyse nach der Geschlechtsverteilung.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die einzelnen Variablen.

	Kontrollen			Fälle			Gesamtstichprobe			p ²⁰⁾
	n	MW	SD	n	MW	SD	n	MW	SD	
Alter	56	62,34	11,85	28	62,46	12,27	84	62,38	11,92	0,989
Body-Mass-Index (BMI) ¹⁾	55	25,0	3,3	28	25,6	3,3	83	25,2	3,3	0,363
Schulabschluss ²⁾	56	0,82	0,77	28	1,04	1,10	84	0,89	0,89	0,647
Sport pro Woche ³⁾	55	1,00	0,75	28	1,07	0,86	83	1,02	0,78	0,682
Magnet. Wechselfelder 2006 [nT] ⁴⁾	53	31	42	28	30	36	81	30	40	0,838
Elektr. Wechselfelder 2006 [V/m] ⁵⁾	44	20	27	24	17	17	68	19	24	0,677
UKW Exposition 2006 [μ W/m ²] ⁶⁾	54	3,5	6,9	28	1,9	2,5	82	2,9	5,8	0,210
TV Exposition 2006 [μ W/m ²] ⁷⁾	54	1,6	3,4	28	1,2	2,9	82	1,5	3,2	0,060
RAD 1 Max Peak 2006 [μ W/m ²] ⁸⁾	54	13,3	32,0	28	40,05	113,8	82	22,4	71,7	0,217
RAD 2 Max Peak 2006 [μ W/m ²] ⁹⁾	54	1220	5641	27	1529	4900	81	1323	5376	0,296
Straßenlärmbelästigung ¹⁰⁾	56	0,59	0,97	28	0,68	0,90	84	0,62	0,94	0,491
Autoabgasbelästigung ¹⁰⁾	56	0,48	0,93	28	0,61	0,96	84	0,52	0,94	0,567
Holz-Kohlerauchbelästigung ¹⁰⁾	56	1,00	0,95	28	1,07	1,09	84	1,02	0,99	0,849
Ionisierende Strahlung ¹¹⁾	55	42	72	27	28	45	82	37	64	0,492
Kanzerogene Expositionen ¹²⁾	56	1,34	1,81	28	1,14	1,51	84	1,27	1,71	0,535

	Kontrollen			Fälle			Gesamtstichprobe			p ²⁰⁾
	n	MW	SD	n	MW	SD	n	MW	SD	
Fischkonsum ¹³⁾	55	0,24	,43	28	0,46	,51	83	0,31	,47	0,035
Geflügelkonsum ¹³⁾	55	0,53	0,50	28	0,50	0,51	83	0,52	0,50	0,815
Rind- oder Schweinefleischkonsum ¹³⁾	55	1,09	0,55	28	1,04	0,51	83	1,07	0,54	0,646
Obstkonsum ¹³⁾	55	1,71	0,63	28	1,86	0,45	83	1,76	0,58	0,277
Salat- oder Gemüsekonsum ¹³⁾	55	1,93	0,33	28	2,00	0,00	83	1,95	0,27	0,211
Vollkornbrot- od. Müslikonsum ¹³⁾	52	0,67	0,88	26	0,88	0,95	78	0,74	0,90	0,346
Konsum geräucherter Lebensmittel ¹³⁾	55	0,69	0,72	28	0,68	0,72	83	0,69	0,71	0,937
Weinkonsum ¹³⁾	54	0,48	0,69	28	0,46	0,58	82	0,48	0,65	0,838
Bierkonsum ¹³⁾	54	0,65	0,78	28	0,79	0,88	82	0,70	0,81	0,533
Pille oder andere Hormone jemals ¹⁴⁾	39	0,72	0,46	20	0,65	0,49	59	0,69	0,46	0,595
Helligkeit im Schlafraum ¹⁵⁾	56	1,58	0,95	28	1,57	0,99	84	1,53	0,96	0,882
Anzahl der Lebendgeburten	40	1,88	1,07	20	1,75	,91	60	1,83	1,01	0,960
Anzahl der Fehlgeburten	40	0,25	0,63	20	0,40	0,68	60	0,30	0,65	0,275
Anzahl der gestillten Kinder ¹⁶⁾	40	0,97	1,10	20	1,35	1,09	60	1,10	1,10	0,174
	n	%		n	%		n	%		p ²⁰⁾
Gemeinde Hausmannstätten ¹⁷⁾	40	71,4%		20	71,4%		60	71,4%		1,000
Gemeinde Vasoldsberg ¹⁷⁾	16	28,6%		8	28,6%		24	28,6%		1,000
Messtechniker 1 ¹⁸⁾	28	50%		14	50%		42	50%		1,000
Seit Geburt in Österreich	52	92,9%		23	82,1%		75	89,3%		0,137
Familienstand verheiratet ¹⁹⁾	50	89,3%		26	92,9%		76	90,5%		0,601
Krebs Eltern	26	48,1%		10	38,5%		36	45,0%		0,222
Krebs Geschwister	7	14,6%		7	29,2%		14	19,4%		0,113
Jemals geraucht	20	35,7%		8	28,6%		28	33,3%		0,515
Nachtdienst	6	10,7%		4	14,3%		10	11,9%		0,636

Tabelle 28: Demografische und weitere Charakteristika als arithmetischer Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) bzw. als Prozentwert getrennt nach Kontrollen, Fällen und der Gesamtstichprobe. Wahrscheinlichkeitswert (p) hinsichtlich eines Unterschiedes zwischen Fällen und Kontrollen (Kruskal-Wallis Test).

1) Bodymassindex (BMI) 5 Jahre vor Diagnose

2) Höchster Schulabschluss: Pflichtschule=0, Lehre oder Berufsschule=1, Matura=2, Fachhochschule oder Universität=3

3) Sport pro Woche im Zeitraum 10 bis 20 Jahre vor Diagnose: < 1 x pro Woche=0, 1 bis 3 x pro Woche =1, mehr als x 3 mal pro Woche =2

4) Magnetische Wechselfelder 3D, 50 Hz bis 2 kHz als arithmetischer Mittelwert Nachtzeitraum (22:00 bis 06:00) in nT, März 2006

5) Elektrische Wechselfelder 3D, potentialfrei, 10 Hz-100 kHz, Bett, Kopfbereich

6) Summe aller Frequenzen von 80-110 MHz

7) Summe aller analoger TV-Frequenzen im VHF- und UHF-Band. Anmerkung DVB-T war im März 2006 noch nicht in Betrieb

8) RADAR 1: Luftraumüberwachung, Summe 1266,5 und 1333,5 MHz, Max Peak, Umlaufzeit ca. 4 Sekunden

- 9) RADAR 2: Luftraumüberwachung, Summe 2750 und 2850 MHz, Max Peak, Umlaufzeit ca. 4 Sekunden
- 10) Belästigung durch Umwelteinwirkungen im Zeitraum bis 10 Jahre vor Diagnose (gar nicht=0, kaum=1, mittel=2, stark=3)
- 11) Summe der gewichteten Anzahl medizinischer Expositionen ionisierender Strahlung im Zeitraum bis 5 Jahre vor Diagnose (Röntgenaufnahmen=Faktor 1, CT=Faktor 100, Nuklearmedizinische Exposition=Faktor 100, Strahlentherapie=Faktor 100)
- 12) Summe kanzerogener Expositionen (beruflich oder privat): Asbest, Chemikalien/Lösungsmittel, Quarzstaub, Teer, Pflanzenschutzmittel, Radarstrahlung, Funkgerätenutzung, Holzschutzmittel, Benzoldämpfe, Benzindämpfe, Dieselabgase, Schweißrauch, Löt Rauch, Hochspannungsleitungen, Transformatoren, Elektrische Bahnlinie, Schimmelpilzsporen, Röntgenstrahlung, Radioaktivität.
- 13) Durchschnittlicher Konsum im Zeitraum 10 bis 20 Jahre vor Diagnose: < 1 x pro Woche=0, 1 bis 3 x pro Woche
- 14) Regelmäßige Einnahme der Pille oder von Hormonersatz (nein=0, ja=1)
- 15) Helligkeit im Schlafraum im Zeitraum 10 Jahre vor Diagnose: ganz dunkel=0, dunkel=1, halb dunkel=2, eher hell=3
Woche =1, mehr x 3 mal pro Woche =2
- 16) Anzahl der mindestens 2 Monate lang gestillten Kinder
- 17) Für die beiden Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg erfolgte eine getrennte Darstellung
- 18) Messtechniker 1=0, Messtechniker 2=1
- 19) Familienstand 10 Jahre vor Diagnose: verheiratet versus ledig oder getrennt oder geschieden oder verwitwet
- 20) Kruskal-Wallis Test

Die Analyse der verschiedenen Variablen zeigte, dass von allen abgefragten Variablen in der Stichprobe C nur die Frage nach dem Fischkonsum im Zeitraum 10 bis 20 Jahre vor der Diagnose zwischen Fällen und Kontrollen signifikant unterschiedlich war. Diese Variable wurde daher bei den Zusammenhangsanalysen der Stichprobe C geprüft.

Für die Zusammenhangsanalysen für die Stichproben A und B, lagen keine Informationen zu allfälligen Risikofaktoren oder protektiven Faktoren vor. Die Frage der Relevanz allfälliger Confounder ergibt sich bei der gegenständlichen Fragstellung in erster Linie aus der Effektstärke und der Stärke und dem Verlauf von Expositions-Wirkungsbeziehungen. Eine nicht unbedingt notwendige aber zusätzliche Hilfe zur Abschätzung ergibt sich aus dem Umstand, dass für die Stichprobe C mit Ausnahme des Fischkonsums, kein Parameter zwischen Fällen und Kontrollen signifikant unterschiedlich war.

Da wie später gezeigt wird, die Effektstärke und -höhe als auch die Stärke der gefundenen Expositions-Wirkungs-Beziehungen als stark bis sehr stark bzw. hoch anzusehen ist, kommt allenfalls confundierenden Faktoren keine relevante Bedeutung zu. Für den interessierten Leser sei erklärt, dass sog. Confounder sowohl mit dem untersuchten Endpunkt (hier Krebserkrankungen bzw. bestimmten Krebslokalisationen) als auch mit der Exposition (hier Strahlungsintensität) verbunden sein müssten um als solche Faktoren zu gelten, die eine Risikoerhöhung erklären könnten.

Expositionsbezogene Krebsrisiko-Analysen

Schwerpunkt und primäres Studienziel ist die Durchführung einer Zusammenhangsanalyse hinsichtlich der historischen Exposition gegenüber der hochfrequenten Strahlung des C-Netz Senders und dem Chancenverhältnis (Odds Ratio) im Hinblick auf den Fall-Kontroll-Status. Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe des logistischen bzw. bedingten logistischen Regressionsmodells.

Dabei wurde zum Einen die räumliche Verteilung untersucht und wurden zum Anderen Zusammenhangsanalysen im Hinblick auf die berechnete und gemessene Strahlungsexposition durchgeführt.

Krebsrisiko-Analyse – räumliche Verteilung

Die räumliche Verteilung wurde durch Teilung in zwei Distanzklassen untersucht. Dabei zeigte sich in der Distanzklasse 0-200 m eine deutlich höhere Fall-Kontroll-Relation als in der Distanzklasse 201-1200 m. Im Folgenden wurden für die drei Stichproben mit Hilfe der logistischen Regression adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus das Chancenverhältnis (odds ratio) für die Distanzklasse 0-200 m gegenüber der Distanzklasse 201-1200 m ermittelt.

Dabei wurden getrennte Analysen für alle Krebslokalisationen und die Lokalisation Brust und Gehirn durchgeführt.

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe A – räumliche Verteilung

Stichprobe A: Alle Lokalisationen

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1309, Anzahl Fälle n=67, davon Diagnose gesichert bei n=54 (81%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	1192	56	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	50	11	5,3	2,4-11,8	0,0001

Tabelle 29: Räumliche Verteilung Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 5,3-fach ($p=0,0001$) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen) im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Stichprobe A: Lokalisation Brust

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1255, Anzahl Fälle n=13, davon Diagnose gesichert bei n=13 (100%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	1192	10	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	50	3	8,6	2,1-35,4	0,0027

Tabelle 30: Räumliche Verteilung Stichprobe A -Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 8,6-fach ($p=0,0027$) höheres Brustkrebsrisiko im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Stichprobe A: Lokalisation Gehirn

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1247, Anzahl Fälle n=5, davon Diagnose gesichert bei n=5 (100%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	1192	1	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	50	4	78,5	6,4-966,5	0,0007

Tabelle 31: Räumliche Verteilung Stichprobe A -Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 78-fach ($p=0,0007$) höheres Hirntumorrisiko im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe B - räumliche Verteilung

Stichprobe B: Alle Lokalisationen

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=713, Anzahl Fälle n=67, davon Diagnose gesichert bei n=54 (81%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	612	56	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	34	11	4,0	1,8-9,0	0,0009

Tabelle 32: Räumliche Verteilung Stichprobe B - alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 4-fach ($p=0,0009$) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen) im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Stichprobe B: Lokalisation Brust

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=659, Anzahl Fälle n=13, davon Diagnose gesichert bei n=13

(100%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus

Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	612	10	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	34	3	6,4	1,5-27,3	0,0128

Tabelle 33: Räumliche Verteilung Stichprobe B -Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 6,4-fach ($p=0,01$) höheres Brustkrebsrisiko im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Stichprobe B: Lokalisation Gehirn

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=651, Anzahl Fälle n=5, davon Diagnose gesichert bei n=5

(100%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus

Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	612	1	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	34	4	87,9	6,5-1184,5	0,0007

Tabelle 34: Räumliche Verteilung Stichprobe B -Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt ein 88-fach ($p=0,0007$) höheres Hirntumorrisiko im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C - räumliche Verteilung

Stichprobe C: Alle Lokalisationen

Modell: Bedingte logistische Regression (conditional logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=84, Anzahl Fälle n=28, davon Diagnose gesichert bei n=28 (100%), Anzahl Kontrollen n=56, Covariable = keine, da nach Alter und Geschlecht gematchte Stichprobe, Unabhängige Variable = Distanz zum Sender

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Distanzklasse 201-1200 m (Referenz)	54	21	1,0	-	-
Distanzklasse 0-200 m	2	7	12,6	1,5-103,1	0,0185

Tabelle 35: Räumliche Verteilung Stichprobe C - alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender)

Das Ergebnis zeigt ein 12,6-fach ($p=0,01$) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen) im Nahbereich (0-200 m) des C-Netz-Senders gegenüber dem Fernbereich (201-1200 m).

Da das statistische Verfahren der bedingten logistischen Regression (im Gegensatz zur nicht bedingten logistischen Regression) die Vollständigkeit der Fall-Kontroll-Paare erfordert, konnten bei der Stichprobe C aufgrund des daraus resultierenden Powerverlustes keine Subgruppenanalysen durchgeführt werden.

Zusammenstellung der Risikoberechnungen für die Distanzklassen für alle drei Stichproben

Die Auswertung im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen der Nähe zum Sender (Distanzklasse 0-200 m) versus Referenzkategorie (Distanzklasse 201-1200 m) und dem Krebsrisiko berechnet als Odds Ratio mit 95% Konfidenzintervall, ergab folgendes Ergebnis:

Distanzklasse 0-200 m

Stichprobe	A	B	C
Alle Lokalisationen	5,3 (2,4-11,8) P=0,0001	4,0 (1,8-9,0) p=0,0009	12,6 (1,5-103,1) p=0,0185
Brust	8,6 (2,1-35,4) p=0,0027	6,4 (1,5-27,3) p=0,0128	-
Gehirn	78,5 (6,4-966,5) p=0,0007	87,9 (6,5-1184,5) p=0,0007	-

Tabelle 36: Krebsrisiko OR (95%CI) in der Distanzklasse 0-200 m versus die Distanzklasse 201-1200 m.

Für die Stichprobe C war die Berechnung der Einzellokalisationen (Brust, Gehirn) mit Hilfe des bei gematchten Fall-Kontroll-Stichproben erforderlichen bedingten logistischen Regressionsmodells mangels entsprechender Zellenbesetzungen nicht möglich.

Krebsrisiko-Analyse – Berechnungen und Messungen

Zentrales Ziel der Analyse ist die Erhebung der Verlaufsform (Kurve) der Expositions-Wirkungs-Beziehung. Dabei erfolgte zum Einen eine Auswertung unter Zusammenfassung aller Krebslokalisationen und zum Anderen eine Auswertung getrennt nach den Lokalisationen Brust und Gehirn sowie Brust und Gehirn.

Insgesamt standen für die Analysen vier Expositionsvariablen zur Verfügung.

Stichprobe	Expositions-Messung	Expositions-Berechnung	Matching	Modell
A	nein	ja	nein	logistische Regression
B	nein	ja	nein	logistische Regression
C	ja	ja	ja	bedingte logistische Regression

Tabelle 37: Expositionsvariablen und Modell der drei Stichproben

Im ersten Schritt wurden rohe logistische Regressionsmodelle mit dem Fall-Kontroll-Status als abhängige Variable und der Exposition als unabhängige Variable berechnet. Die Expositionsvariablen wurden dabei in Kategorien (z.B. $< 10 \mu\text{W}/\text{m}^2$, $10\text{-}100 \mu\text{W}/\text{m}^2$, $> 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$) eingeteilt und das Chancenverhältnis (Odds Ratio) samt 95% Konfidenzintervall (95% CI) für die Expositionsgruppen ermittelt, wobei die jeweils geringste Expositions-kategorie die Referenzkategorie war.

Bei den Stichproben A und B (nicht gematcht) wurde für Alter und Geschlecht und Vitalstatus adjustiert, da diese sowohl lebende als auch verstorbene Personen umfassten. Die Stichprobe C war bereits nach Alter und Geschlecht gematcht und umfasste nur lebende Personen, daher entfiel die Adjustierung für diese Variable. Bei der getrennten Auswertung nach der Krebslokalisation wurden alle Fälle, die nicht der Falldefinition im jeweiligen Modell entsprachen, als fehlende Fälle (missing values) klassifiziert.

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe A - Expositionsbestimmung durch Berechnung

Stichprobe A: Alle Lokalisationen- Expositionsberechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1309, Anzahl Fälle n=67, davon Diagnose gesichert bei n=54 (81%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
 Unabhängige Variable = Expositionsberechnung im Freien

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	876	330	83	20
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,0 (2,8)	34 (25)	254 (222)	1960 (461)

Tabelle 38: Stichprobe A - alle Lokalisationen: Beschreibung der Expositionsvariablen
 (Expositionsberechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	837	39	1,0	-	-	0,001
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	313	17	1,3	0,7-2,5	0,454	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	76	7	3,4	1,4-8,3	0,008	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	16	4	8,5	2,4-30,2	0,001	

Tabelle 39: Stichprobe A - alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 8,5-fach (p=0,001) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen).

Stichprobe A: Lokalisation Brust- Expositionsrechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1255, Anzahl Fälle n=13, davon Diagnose gesichert bei n=13 (100%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus
 Unabhängige Variable = Expositionsrechnung im Freien

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	844	316	77	18
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,0 (2,8)	34 (25)	238 (196)	1955 (462)

Tabelle 40: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Beschreibung der Expositionsvariablen
 (Expositionsrechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	837	7	1,0	-	-	0,008
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	313	3	1,1	0,3-4,5	0,881	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	76	1	2,6	0,3-22,7	0,394	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	16	2	22,5	3,6-136,6	0,0007	

Tabelle 41: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 22,5-fach (p=0,0007) höheres Brustkrebsrisiko.

Stichprobe A: Lokalisation Gehirn- Expositionsrechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=1247, Anzahl Fälle n=5, davon Diagnose gesichert bei n=5

(100%), Anzahl Kontrollen n=1242, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus

Unabhängige Variable = Expositionsrechnung im Freien)

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	838	313	78	18
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,0 (2,8)	34 (25)	255 (227)	1904 (453)

Tabelle 42: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Beschreibung der Expositionsvariablen

(Expositionsrechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	837	1	1,0	-	-	0,012
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	313	0	0,0	0,0-2E+28	0,867	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	76	2	20,3	1,2-355,2	0,039	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	16	2	121,1	7,0-2086,0	0,001	

Tabelle 43: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 121-fach (p=0,001) höheres Gehirntumorrisiko.

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe B - Expositionsrechnung

Stichprobe B: Alle Lokalisationen - Expositionsrechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=713, Abhängige Variable = Fall, Anzahl Fälle n=67, davon Diagnose gesichert bei n=54 (81%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus, Unabhängige Variable = Expositionsrechnung im Freien

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	472	179	50	12
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,2 (3,1)	35 (24)	306 (241)	1926 (467)

Tabelle 44: Stichprobe B - alle Lokalisationen: Beschreibung der Expositionsvariablen
(Expositionsrechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	433	39	1,0	-	-	0,003
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	162	17	1,2	0,63-2,4	0,551	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	43	7	3,0	1,21-7,7	0,018	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	8	4	8,9	2,3-35,3	0,002	

Tabelle 45: Stichprobe B - alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 8,9-fach (p=0,002) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen).

Stichprobe B: Lokalisation Brust- Expositionsrechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=659, Anzahl Fälle n=13, davon Diagnose gesichert bei n=13

(100%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus

Unabhängige Variable = Expositionsrechnung im Freien

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	440	165	44	10
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,2 (3,1)	35 (24)	289 (208)	1911 (468)

Tabelle 46: Stichprobe B - Lokalisation Brust: Beschreibung der Expositionsvariablen

(Expositionsrechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	433	7	1,0	-	-	0,016
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	162	3	0,9	0,2-3,9	0,941	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	43	1	2,1	0,2-18,6	0,521	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	8	2	23,4	3,3-168,4	0,002	

Tabelle 47: Stichprobe B - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die

Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und

Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 23-fach (p=0,002) höheres Brustkrebsrisiko.

Stichprobe B: Lokalisation Gehirn- Expositionsberechnung

Modell: Logistische Regression (logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=651, Anzahl Fälle n=5, davon Diagnose gesichert bei n=5

(100%), Anzahl Kontrollen n=646, Covariable = Alter, Geschlecht, Vitalstatus

Unabhängige Variable = Expositionsberechnung im Freien

Exposition im Freien	< 10 μW/m ²	10-100 μW/m ²	100 -1000 μW/m ²	>1000 μW/m ²
Anzahl Berechnungspunkte (n)	434	162	45	10
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	2,2 (3,1)	35 (24)	315 (250)	1821 (438)

Tabelle 48: Stichprobe B - Lokalisation Gehirn: Beschreibung der Expositionsvariablen

(Expositionsberechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert	p-trend
Exp. im Freien <10 μW/m ²	433	1	1,0	-	-	0,0124
Exp. im Freien 10-100 μW/m ²	162	0	0,0	0,0-1,2E+40	0,895	
Exp. im Freien 100-1000 μW/m ²	43	2	19,7	1,0-373,1	0,0479	
Exp. im Freien >1000 μW/m ²	8	2	132,2	7,2-2419,0	0,001	

Tabelle 49: Stichprobe B - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>1000 μW/m²), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 132-fach (p=0,001) höheres Gehirntumorrisiko.

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C - Expositionsrechnung

Stichprobe C: Alle Lokalisationen - Expositionsrechnung

Modell: Bedingte logistische Regression (conditional logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=84, Abhängige Variable = Fall (Krebs), Anzahl Fälle (Krebs)

n=28, davon Diagnose gesichert bei n=28 (100%), Anzahl Kontrollen n=56,

Covariable = keine, da nach Alter und Geschlecht gematchte Stichprobe,

Unabhängige Variable = Expositionsrechnung im Freien)

Exposition im Freien	<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	>100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Anzahl Berechnungspunkte (n)	51	18	15
Arithm. MW (SD) [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]	2,3 (3,2)	48 (33)	752 (1283)

Tabelle 50: Stichprobe C: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Exp. im Freien <10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	37	14	1,0	-	-
Exp. im Freien >10-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	14	4	0,7	0,2-2,4	0,549
Exp. im Freien >100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	5	10	5,3	1,4-20,1	0,013

Tabelle 51: Stichprobe C: Ergebnis der bedingten logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsrechnung - im Freien)

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) für die höchste Expositionsklasse (>1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$), Berechnungswerte jeweils im Freien, ein 5,3-fach (p=0,01) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen).

Da die Klasse >1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ nur mit n=3 besetzt war, konnte diese nicht separat berechnet werden. Sie wurde daher mit der Klasse 100 -1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ zur Variable >100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ zusammengelegt. Da das Verfahren der bedingten logistischen Regression die Vollständigkeit der Fall-Kontroll-Paare erfordert, konnten bei der Stichprobe C aufgrund des daraus resultierenden Powerverlustes keine Subgruppenanalysen durchgeführt werden.

Krebsrisiko-Analyse Stichprobe C - Expositionsmessung

Stichprobe C: Alle Lokalisationen - Expositionsmessung

Modell: Bedingte logistische Regression (conditional logistic regression)

Anzahl in der Analyse n=84, Abhängige Variable = Fall (Krebs), Anzahl Fälle (Krebs)

n=28, davon Diagnose gesichert bei n=18 (100%), Anzahl Kontrollen n=56,

Covariablen = keine, da nach Alter und Geschlecht gematchte Stichprobe,

Unabhängige Variable = Expositionsmessung im Innenraum - Bett

Expositionsmessung (Bett)	<1 μW/m ²	1-10 μW/m ²	>10 μW/m ²
Anzahl Messpunkte (n)	59	12	13
Arithm. MW (SD) [μW/m ²]	0,11 (0,21)	2,9 (1,8)	124 (181)

Tabelle 52: Stichprobe C: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsmessung im Innenraum - Bett)

Variable	K	F	OR	95 % CI	p-Wert
Exposition im Bett <1 μW/m ²	43	16	1,0	-	-
Exposition im Bett 1-10 μW/m ²	8	4	1,3	0,4-5,0	0,663
Exposition im Bett >10 μW/m ²	5	8	3,9	1,1-13,5	0,033

Tabelle 53: Stichprobe C: Ergebnis der bedingten logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsmessung im Innenraum - Bett)

Das Ergebnis zeigt im Vergleich zur Referenzkategorie (<1 μW/m²) für die höchste Expositionsklasse (>10 μW/m²), Messwerte im Bettbereich, ein 3,9-fach (p=0,03) höheres Krebsrisiko (alle Lokalisationen).

Da die Klasse >100 μW/m² nur mit n=4 besetzt war, konnte diese nicht separat berechnet werden. Sie wurde daher mit der Klasse 10 -100 μW/m² zur Variable >10 μW/m² zusammengelegt. Da das Verfahren der bedingten logistischen Regression die Vollständigkeit der Fall-Kontroll-Paare erfordert, konnten bei der Stichprobe C aufgrund des daraus resultierenden Powerverlustes keine Subgruppenanalysen durchgeführt werden.

Zusammenstellung der Risikoberechnungen für die höchste Expositions-kategorie für alle drei Stichproben

Die Auswertung im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen der Höhe der Strahlenexposition des Senders (höchste Expositions-kategorie) versus Referenz-kategorie und Krebsrisiko berechnet als Odds Ratio mit 95% Vertrauensintervall ergab folgendes Ergebnis:

Expositionsberechnung - Exposition im Freien >1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (1 mW/m^2)

Stichprobe	A	B	C
Alle Lokalisationen	8,5 (2,4-30,2) p=0,001	8,9 (2,3-35,3) p=0,002	5,3 (1,4-20,1) p=0,013
Brust	22,5 (3,6-136,6) p=0,0007	23,4 (3,3-168,4) p=0,002	-
Gehirn	121,1 (7,0-2086,0) p=0,001	132,2 (7,2-2419,0) p=0,001	-

Tabelle 54: Krebsrisiko OR (95% CI) bei Expositionen über 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ im Verhältnis zur Referenz-kategorie (<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) jeweils im Freien (Expositionsberechnung NIRView/CORLA).

Expositionsmessung - Exposition im Innenraum (Bett) >10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (0,01 mW/m^2)

Stichprobe	C
Alle Lokalisationen	3,9 (1,1-13,5) p=0,033

Tabelle 55: Krebsrisiko OR (95% CI) bei Expositionen im Innenraum (Bett) über 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ im Verhältnis zur Referenz-kategorie (<1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) (Expositionsmessung Simulationssignal).

Für die Stichprobe C war die Berechnung der einzelnen Lokalisationen im formal bei gematchten Fall-Kontroll-Stichproben erforderlichen bedingten logistischen Regressionsmodell mangels entsprechender Zellenbesetzungen nicht möglich.

Diskussion

Für das Bundesland Steiermark standen bzw. stehen keine personenbezogenen Daten aus einem Krebsregister zur Verfügung. Daher wurde die Frage, ob eine zeitliche und örtliche Häufung von Krebsfällen im Umfeld des Wählamtes Hausmannstätten vorliegt und ob diese allfällig mit dem Betrieb des Autotelefonnetzes (C-Netz, NMT 450) verbunden war, in den Jahren 2005 bis 2006 durch eine Feldstudie untersucht. NMT 450 steht für Nordic Mobile Telephone System 450 MHz. Die Betriebszeit des Mobilfunksenders begann am 1.11.1984 und endete am 31.12.1997.

Als Studiengebiet wurde die Fläche innerhalb eines Radius von 1200 Metern um den ehemaligen Senderstandort am Wählamt der Österreichischen Post und Telegraphenverwaltung bzw. nun Telekom Austria AG in Hausmannstätten festgelegt. Sie umfasste Teile der Gemeindegebiete von Hausmannstätten und Vasoldsberg. Die Adressen innerhalb dieser Kreisfläche wurden vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung (GIS Steiermark) aus dem Geografischen Informationssystem (GIS) erhoben. Die Adressen wurden den Gemeinden Hausmannstätten und Vasoldsberg übermittelt. Dabei wurde um Mitteilung jener Personen ersucht, die aktuell im Studiengebiet gemeldet waren, im oben genannten Zeitraum aus dem Studiengebiet weg- oder umgezogen waren oder nach dem 1.1.1984 verstorben waren.

In Summe wurden von den Meldeämtern der beiden Gemeinden n=4229 Personen mitgeteilt. Unter Anwendung der Ausschlusskriterien: „Anmeldung nach dem 31.12.1997“, „Abmeldung vor dem 1.11.1984“, „Doppelmeldungen“ und „Alter unter 18 Jahren soweit keine Person über 18 Jahre im selben Haushalt gemeldet war“ wurden n=2543 potentielle Studienteilnehmer persönlich angeschrieben und um Mitteilung des Fall- bzw. Kontrollstatus gebeten. Der Rücklauf betrug n=1192, n=445 waren unzustellbar, n=7 waren Doppeltzusendungen. Die grundsätzlich erreichbare Gesamtstichprobe betrug somit n=2091 (2543-452). Die Teilnahmerate der erreichten Stichprobe betrug damit 57 Prozent ($1192 \times 100 / 2091$).

Im nächsten Schritt erfolgte eine zeitliche Eingrenzung der Expositionsbedingungen unter Anwendung und Annahme einer Latenzzeit, „Nachwirkzeit“ und Mindestexpositionsdauer von jeweils fünf Jahren.

Unter Anwendung dieser Selektionskriterien wurden drei unterschiedliche Stichproben zusammengestellt:

- Stichprobe A: n=67 Fälle (davon 41 lebend, 26 verstorben) und n=1242 Kontrollen
- Stichprobe B: n=67 Fälle (davon 41 lebend, 26 verstorben) und n=646 Kontrollen
- Stichprobe C: n=28 Fälle (davon 28 lebend) und n=56 Kontrollen

Die Kontrollen der Stichprobe A basierten zu 95,2 % ausschließlich auf Meldedaten. Die Kontrollen der Stichprobe B und C umfassten nur Teilnehmer, die ihren Fall- bzw. Kontroll-Status mitgeteilt hatten. Die weitere Auswahl der Kontrollen der Stichprobe C erfolgte durch Matching im Verhältnis von zwei Kontrollen je Fall nach Geschlecht und Alter (nächster Geburtstag).

Die Teilnehmer der Stichprobe C wurden im Februar 2006 vom Studienleiter in einem Face to Face Interview an Hand eines Fragebogens zu Risikofaktoren und protektiven Faktoren im Hinblick auf die Krebsentstehung befragt. Zugleich erfolgte dabei die Verifizierung des Fallstatus, die vollständig möglich war. Mit Ausnahme der Frage nach dem Fischkonsum im Zeitraum 10 bis 20 Jahre vor der Diagnose zeigte keiner der abgefragten Faktoren eine signifikant unterschiedliche Verteilung zwischen Fällen und Kontrollen. Diese Variable zeigte in den logistischen Regressionsmodellen keinen signifikanten Einfluss mehr und wurde daher nicht mehr berücksichtigt.

Die Exposition gegenüber dem C-Netz-Sender (Frequenzband im Downlink ca. 451 bis 466 MHz) wurde für alle drei Stichproben mit Hilfe der Software NIRView mit

dem Zusatzwerkzeug CORLA unter Berücksichtigung des Geländes, von Gebäuden und der Antennencharakteristik für jeden Teilnehmer individuell berechnet.

Zusätzlich wurden bei allen Teilnehmern der Stichprobe C während des Simulationsbetriebs frequenzselektive Messungen im Kopfteil jenes Bettes durchgeführt, das im interessierenden Expositionszeitraum benützt wurde. Für den Simulationsbetrieb wurde 25 m östlich vom ehemaligen Senderstandort mit Hilfe eines Hubsteigers eine Sendeantenne auf eine Höhe von acht Metern gebracht (Antennenfußpunkt) und über eine Amateurfunkfrequenz kurzzeitig betrieben. Damit konnte die historische Exposition auch über eine Messung näherungsweise rekonstruiert werden. Beim Vergleich der Expositionsgüte zwischen Messung und Berechnung ist zu beachten, dass bedingt durch die Verschiebung des Aufstellungsortes des Simulationssenders gegenüber dem tatsächlichen Senderstandort ein gewisser Fehler gegeben ist, der sich im Nahbereich stärker auswirkt als in größerer Entfernung zum Sender. Dies führt dazu, dass allfällige Zusammenhänge bei den messwertbasierten Auswertungen unterschätzt werden. Für die Messungen und Berechnungen wurde jeweils der Betrieb eines Funkkanals (Calling Channel = Rufkanal) der beim System NMT 450 (C-Netz in Österreich) ständig abgestrahlt wurde, mit einer Antenneneingangsleistung von 25 W angenommen.

Die multivariate Auswertung unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht sowie in den Stichproben A und B zusätzlich des Vitalstatus, im Hinblick auf die Distanz zum Sender, zeigte für den Bereich 0-200 m um den Sender gegenüber dem Bereich 201-1200 m in allen drei Stichproben ein signifikant erhöhtes Krebsrisiko und damit eine eindeutige örtliche Häufung.

Die multivariate Auswertung im Hinblick auf Expositionswerte zeigte für alle Stichproben in der höchsten Expositionsklasse gegenüber der Referenzkategorie ein signifikant erhöhtes Krebsrisiko. Für die Expositions-kategorie $>1000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ als Berechnungswert (CORLA) für einen Funkkanal im Freien ergab sich für alle Krebslokalisationen bei der Stichprobe A ein $\text{OR}=8,5$ ($2,4-30,2$) $p=0,001$. Das

statistische Maß für eine Expositions-Wirkungs-Beziehung (p for the trend) betrug $p=0,001$. Bei der Stichprobe B ergab sich ein $OR=8,9$ (2,3-35,3) $p=0,002$ mit einem p for the trend Wert von $p=0,003$.

Für die Stichprobe C wurden aufgrund geringer Fall- und Kontrollzahlen die höchsten Expositionsclassen mit der jeweils nächst geringeren zusammengefasst. Dabei ergaben sich für die Expositionsrechnung (CORLA) für die Expositions-kategorie $>100 \mu W/m^2$ ein $OR=5,34$ (1,4-20,1) $p=0,013$. Für die Expositions-messung im Innenraum (Kopf/Oberkörperbereich des Bettes) wurde für die Expositions-kategorie $>10 \mu W/m^2$ ein $OR=3,88$ (1,12-13,45) $p=0,033$ ermittelt.

Zusätzlich wurden für die Stichproben A und B für Lokalisationen Brust und Gehirn Subgruppenanalysen durchgeführt. Dabei ergaben sich deutlich stärkere Zusammenhänge als für alle Krebslokalisationen. Die Lokalisationen Brust und Gehirn wurden auch deshalb getrennt analysiert, da diese bereits von der Bevölkerung im Umfeld als auffällig eingestuft wurden und sich dies bei der Datenanalyse bestätigte.

Die Lokalisation Brust ($n=13$) ergab für die Exposition $>1000 \mu W/m^2$ (Berechnung im Freien) bei der Stichprobe A ein $OR=22,5$ (3,6-136,6) $p=0,0007$, bei der Stichprobe B ein $OR=23,4$ (3,3-168,4) $p=0,002$.

Die Lokalisation Gehirn ($n=5$) ergab für die Exposition $>1000 \mu W/m^2$ (Berechnung im Freien) bei der Stichprobe A ein $OR=121,1$ (7,0-2086,0) $p=0,001$, bei der Stichprobe B ein $OR=132,2$ (7,2-2419,0) $p=0,001$.

Zusammenfassend zeigte sich, dass in allen drei Stichproben die höchsten Expositions-kategorien signifikant höhere Risikoschätzer für den untersuchten Endpunkt (Krebserkrankungen) zeigten. Bei den Stichproben A und B ergaben sich für die Summe aller Krebslokalisationen signifikante Expositions-Wirkungs-Beziehungen (p for the trend $<0,001$ bzw. $0,003$). Die Auswertung der Einzellokalisationen Brust bzw. Gehirn zeigten im Vergleich zu den Analysen für alle Krebslokalisationen einen weiteren Anstieg der Risikoschätzer (OR).

Um mögliche verzerrende Einflüsse durch eine Teilnahme bzw. Nichtteilnahme beurteilen zu können, wurde die Verteilung der Kontrollen in Abhängigkeit der Wohnadresse zur Senderdistanz für alle drei Stichproben untersucht. Dabei zeigte sich in der Distanzklasse 0-200 m, also im Nahbereich des ehemaligen Senders, für die Stichprobe A (Referenzstichprobe) ein Anteil von 4,0 %, für die Stichprobe B von 5,3 % und für die Stichprobe C von 3,6 %. Die Quantifizierung mittels logistischer Regression zeigte beim Vergleich der Stichprobe B zur Stichprobe A eine mit $OR=1,33$ (0,85-2,07) $p=0,216$ nicht signifikant erhöhte Chance, dass Kontrollen der Stichprobe B eher im Nahbereich des Senders (0-200 m) gegeben waren als in der Referenzstichprobe A. Kontrollen der Stichprobe C waren mit einem $OR=0,90$ (0,21-3,85) $p=0,891$ nicht signifikant seltener im Nahbereich des Senders (0-200 m) gegeben als die Kontrollen der Referenzstichprobe A. Es ist davon auszugehen, dass der Reportingbias im Hinblick auf die Fälle in einer ähnlichen Dimension vorliegt.

Die Relevanz oder Irrelevanz dieser Einflüsse in quantitativer Hinsicht ergibt sich beim Vergleich dieser Risikoschätzer mit den Risikoschätzern der Expositionsvariablen. Nachdem die Risikoschätzer für die Strahlenexposition hochsignifikant und zum Teil im mehrstelligen Bereich liegen, ist der Einfluss eines allfälligen Responsebias auf das Ergebnis als unbedeutend anzusehen.

Die Krebslokalisationen Brust und Gehirn sind neben anderen Lokalisationen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern insbesondere bei Arbeitsplatzexpositionen in der Literatur gut dokumentiert. Im Hinblick auf die Nutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen (jeweils Handteil) zeigte sich in aktuellen Analysen ein erhöhtes Risiko für bestimmte gutartige (Neurinome) und bösartige (Astrozytome) Hirntumoren bei mehr als zehnjähriger Nutzung (Hardell et al. 2007, Lahkola et al. 2007). Einen Überblick samt Diskussion zu diesem Bereich gibt der Report der BioInitiative Working Group 2007.

Im gegenständlichen Fall geht es um die Expositionen gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung, die bezogen auf die Dosis (Exposition x Zeit) zwar deutlich unter jener bei der Nutzung eines Mobiltelefons liegt, jedoch zum Einem als

Ganzkörperexposition (natürlich ist auch bei einem Mobiltelefon der ganze Körper exponiert – jedoch mit einem starken Gradienten) zum Anderen jedoch um eine ununterbrochene Exposition von im Mittel zwölf Jahren rund um die Uhr. In der Literatur finden sich zur Frage des Krebsrisikos bei Hochfrequenzexposition im Siedlungsbereich (residential studies) nur wenige Publikationen und diese zumeist für den Endpunkt Leukämie und nur vereinzelt zu anderen Endpunkten. Fast alle Studien sind sg. ökologische Studien, haben also die Häufigkeit von Krebserkrankungen in unterschiedlichen Regionen oder Distanzen zu Sendern untersucht. Aus Sicht der Öffentlichen Gesundheit (Public Health) ist es angezeigt, auch diese Informationen und Erkenntnisse angemessen zu berücksichtigen, solange keine besseren Daten zur Verfügung stehen. In Südkorea zeigte sich im Umkreis von zwei Kilometern um amplitudenmodulierte Radiosender eine signifikant höhere Krebs- und Leukämiersterblichkeit als in den Vergleichsgebieten (Park et al. 2004). In einer deutschen Kleinstadt (Eger et al. 2004) wurde eine Zunahme von Krebserkrankungen im Nahbereich (0-400 m) um zwei Mobilfunksendeanlagen (GSM System) beobachtet. Der rund dreifache Anstieg betraf vorwiegend Tumoren der Brust und wurde ab einer Latenzzeit von rund fünf Jahren beobachtet. Die Latenzzeit von fünf Jahren wurde daher auch in der gegenständlichen Untersuchung angesetzt.

Die vorliegende Studie ist die erste Untersuchung für das System NMT 450 weltweit. Die Studie ist eine Fall-Kontroll-Studie mit individueller Expositionsermittlung sowohl mittels frequenzselektiver Messung als auch mittels einer damit gut korrelierten Berechnungsmethode. Sie liefert damit einen substantiellen Beitrag im Hinblick auf die Anwendung neuer Methoden zur Untersuchung von Krebsrisiken sowie zur generellen Einschätzung des Zusammenhangs zwischen der langjährigen Einwirkung hochfrequenter Strahlung und einem möglichen Krebsrisiko.

Für einen kausalen Zusammenhang zwischen dem gehäuften Auftreten von Krebserkrankungen im Bereich um das Wählamt Hausmannstätten und dem Betrieb der Mobilfunksendeanlage sprechen:

- der zeitliche Zusammenhang mit der Betriebszeit der Sendeanlage
- der Nachweis von hochsignifikanten Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Immissionen der Sendeanlage und dem erhöhten Krebsrisiko
- die Dominanz der Lokalisationen Brust und Gehirn, die in der Literatur im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber magnetischen Wechselfeldern und hochfrequenten elektromagnetischer Strahlung berichtet werden
- die umfangreiche Untersuchung sonstiger Risikofaktoren und damit deren Ausschluss als Ursache
- das Fehlen einer plausiblen Alternative zur Erklärung der massiven Häufung
- Reporting Bias der Fälle und Confounding können die hohen und zu gleich hochsignifikanten Risikoschätzer etwa von $OR= 8,5$ ($2,4-30,2$) $p=0,001$ bei Expositionen über $1000 \mu W/m^2$ im Freien (höchste Expositionsklasse) der Stichprobe A für alle Lokalisationen nicht erklären
- Ausschluss eines Selektionsbias der Kontrollen bei der Stichprobe A, da diese fast ausschließlich auf Meldedaten beruht
- Ausschluss eines relevanten Selektionsbias der Kontrollen bei den Stichproben B und C, da diese im Verhältnis zur Stichprobe keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Distanz zum Sender zeigten

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung ..	14
Abbildung 2: Stichprobe A – Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung	15
Abbildung 3: Stichprobe A – Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung ..	16
Abbildung 4: Rechte Bildhälfte: Wählamt Schemmerlstraße mit C-Netz (NMT 450) Sende- und Empfangsanlage, 8071 Hausmannstätten, Grundstück-Nr. 865, KG Hausmannstätten, 1994. Quelle W. Sabutsch.....	17
Abbildung 5: Studiengebiet (Radius 1200 m) mit Gebäuden und Höhenmodell (berechnet mit NIRView 3.0.1). Datengrundlage GIS-STMK.	20
Abbildung 6: Verwendeter CORLA Algorithmus.....	40
Abbildung 7: Verwendete CORLA Modellparameter	40
Abbildung 8: Übersicht ehemaliger C-Netz Dachstandort Wählamt, Standort C-Netz Simulationssender und aktuelle Antennentragmastanlage GSM/UMTS, März 2006	42
Abbildung 9: C-Netz Simulationssender auf mobilem Hubsteiger montiert, März 2006.....	42
Abbildung 10: Antennentragmastanlage in Südschweden, Dezember 2007, Masthöhe ca. 50 m bestückt mit GSM 900 (Sektorantennen) und NMT 450 Rundstrahlantennen, Quelle: G. Oberfeld	45
Abbildung 11: Beispiel A: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 8 m (war realisiert)	46
Abbildung 12: Beispiel B: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 340 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)	46
Abbildung 13: Beispiel C: Standort Wählamt Hausmannstätten, Seehöhe 470 m, Antennenunterkante 50 m (fiktiv)	46
Abbildung 14: Der Calling Channel (Rufkanal) zeigte ein langsames (einige Minuten) Frequenzwechselverhalten innerhalb von vier Frequenzen, Schweden, Dezember 2007, Quelle: M. Haider.....	47

Abbildung 15: C-Netz Ausbaustand in Österreich im Jänner 1988 (Quelle: unbekannt).	48
Abbildung 16: Screenshot der Spektrumanalyse im Zeitbereich der NMT450 Downlink-Frequenz 463,575 MHz (Calling Channel) mit deutlich sichtbaren periodischen Amplitudeneinbrüchen im Abstand von 136 ms (7,3 Hz).	49
Abbildung 17: FFT Analyse des AM-demodulierten Audiosignals eines NMT450 Calling Channels (Basisstation) mit deutlich sichtbarer 7,3 Hz Komponente, Quelle: G. Oberfeld/ M. Haider	50
Abbildung 18: 3D-Darstellung der FFT Analyse des AM-demodulierten Audiosignals eines NMT450 Calling Channels (Basisstation) mit deutlich sichtbarer 7,3 Hz Komponente, Quelle: G. Oberfeld/ M. Haider	50
Abbildung 19: Immissionsberechnung – freie Sicht (LOS) für C-Netz Sender für die Schicht 2,35 m über Grund, Datengrundlage GIS-STMK.....	52
Abbildung 20: Immissionsberechnung – CORLA (Gebäudemodell) für C-Netz Sender für die Schicht 2,35 m über Grund (6 m Kantenlänge der Würfel), Datengrundlage GIS-STMK.....	53
Abbildung 21: Scatterplott für Mess- und Berechnungswerte jeweils als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] in logarithmischer Darstellung mit Lowess Funktion (50 % der Punkte, 5 Iterationen).	57
Abbildung 22: Scatterplott für Mess- und Berechnungswerte jeweils als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] in logarithmischer Darstellung mit linearer Regressionslinie samt 95% Konfidenzintervall für die Mittelwerte.	58
Abbildung 23: Stichprobe A bzw. B: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 0-200 m.....	64
Abbildung 24: Stichprobe A bzw. B: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 201-1200 m.....	64
Abbildung 25: Stichprobe C: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 0-200 m.....	65
Abbildung 26: Stichprobe C: Histogramm für die Diagnosejahre in der Distanzkategorie 201-1200 m.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung	14
Tabelle 2: Stichprobe A – Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung	15
Tabelle 3: Stichprobe A – Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung	16
Tabelle 4: Zeittabelle für C-Netz Betrieb, Latenzzeit, Nachwirkzeit und Beobachtungszeit.....	21
Tabelle 5: Anzahl Personen im Studiengebiet nach bestimmten Kriterien	22
Tabelle 6: Verteilung der angeschriebenen Personen im Studiengebiet (Melderegister-Stichprobe).....	23
Tabelle 7: Aussendung und Rücklauf der Erhebungsbögen und Zusatzbögen	24
Tabelle 8: Melderegister-Stichprobe mit Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit.....	28
Tabelle 9: Fremdselektions-Stichprobe mit Einengung im Hinblick auf die Expositionszeit.....	28
Tabelle 10: Auswahl der Fälle aus der Melderegister-Stichprobe.....	29
Tabelle 11: Auswahl der Fälle aus der Fremdselektions-Stichprobe	30
Tabelle 12: Auswahl der Kontrollen aus der Melderegister-Stichprobe	31
Tabelle 13: Auswahl der Kontrollen aus der Fremdselektions-Stichprobe	32
Tabelle 14: Zusammensetzung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe A – Zusammensetzung.....	34
Tabelle 15: Zusammensetzung der nicht gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe B – Zusammensetzung.....	35
Tabelle 16: Zusammensetzung der gematchten Fall-Kontroll-Stichprobe C – Zusammensetzung.....	36

Tabelle 17: Ergebnisse der Expositionsrechnung (NIRView/CORLA) als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] für die drei Stichproben, getrennt nach Fällen und Kontrollen.....	54
Tabelle 18: Ergebnisse der auf 25 W Antenneneingangsleistung hochgerechneten Expositionsrechnungen des C-Netz Simulationssenders (ein Kanal) als Strahlungsdichte [$\mu\text{W}/\text{m}^2$] für die Stichprobe C getrennt nach Fällen und Kontrollen.	55
Tabelle 19: Einige Unterschiede zwischen Berechnung und Messung	56
Tabelle 20: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe A.....	59
Tabelle 21: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe B	59
Tabelle 22: Anteil der Fälle bzw. Kontrollen an den zwei Distanzklassen für die Stichprobe C	60
Tabelle 23: Anteil der Kontrollen an den drei Distanzklassen für die drei Stichproben	60
Tabelle 24: Ergebnis der logistischen Regression zur Frage der Häufigkeitsverteilung der Kontrollen der Stichprobe B versus A für den Nahbereich (0-200 m).....	61
Tabelle 25: Ergebnis der logistischen Regression zur Frage der Häufigkeitsverteilung der Kontrollen der Stichprobe C versus A für den Nahbereich (0-200 m).	62
Tabelle 26: Fallbeschreibung für die Stichproben A und B.....	66
Tabelle 27: Fallbeschreibung für die Stichprobe C	67
Tabelle 28: Demografische und weitere Charakteristika als arithmetischer Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) bzw. als Prozentwert getrennt nach Kontrollen, Fällen und der Gesamtstichprobe. Wahrscheinlichkeitswert (p) hinsichtlich eines Unterschiedes zwischen Fällen und Kontrollen (Kruskal-Wallis Test).....	69
Tabelle 29: Räumliche Verteilung Stichprobe A - alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	72
Tabelle 30: Räumliche Verteilung Stichprobe A -Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	73
Tabelle 31: Räumliche Verteilung Stichprobe A -Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	73

Tabelle 32: Räumliche Verteilung Stichprobe B – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	74
Tabelle 33: Räumliche Verteilung Stichprobe B –Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	75
Tabelle 34: Räumliche Verteilung Stichprobe B –Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	75
Tabelle 35: Räumliche Verteilung Stichprobe C – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariable (Distanz zum Sender)	76
Tabelle 36: Krebsrisiko OR (95%CI) in der Distanzklasse 0-200 m versus die Distanzklasse 201-1200 m.....	77
Tabelle 37: Expositionsvariablen und Modell der drei Stichproben.....	78
Tabelle 38: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien)	79
Tabelle 39: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	79
Tabelle 40: Stichprobe A – Lokalisation Brust: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien).....	80
Tabelle 41: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	80
Tabelle 42: Stichprobe A – Lokalisation Gehirn: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien)	81
Tabelle 43: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	81
Tabelle 44: Stichprobe B – alle Lokalisationen: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien).....	82
Tabelle 45: Stichprobe B – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	82
Tabelle 46: Stichprobe B – Lokalisation Brust: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien).....	83

Tabelle 47: Stichprobe B - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	83
Tabelle 48: Stichprobe B – Lokalisation Gehirn: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien)	84
Tabelle 49: Stichprobe B - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus	84
Tabelle 50: Stichprobe C: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien).....	85
Tabelle 51: Stichprobe C: Ergebnis der bedingten logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien)	85
Tabelle 52: Stichprobe C: Beschreibung der Expositionsvariablen (Expositionsmessung im Innenraum - Bett)	86
Tabelle 53: Stichprobe C: Ergebnis der bedingten logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsmessung im Innenraum - Bett).....	86
Tabelle 54: Krebsrisiko OR (95%CI) bei Expositionen über 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ im Verhältnis zur Referenzkategorie (<10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) jeweils im Freien (Expositionsberechnung NIRView/CORLA).	87
Tabelle 55: Krebsrisiko OR (95%CI) bei Expositionen im Innenraum (Bett) über 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ im Verhältnis zur Referenzkategorie (<1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) (Expositionsmessung Simulationssignal).	87

Literatur

BioInitiative Report. 2007. A Rationale for a Biologically-based Exposure Standard for Electromagnetic Radiation. www.bioinitiative.org

Gabler L. und Picken D. Mobilfunkpraxis, Systembeschreibungen und Meßmethoden, Franzis Verlag, München, 1991.

Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH, Morgan LL. 2007. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med.* Sep;64(9):626-32.

Lahkola A, Auvinen A, Raitanen J, Schoemaker MJ, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Lönn S, Swerdlow AJ, Tynes T, Salminen T. 2007. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *Int J Cancer.* Apr 15;120(8):1769-75.

NMT DOC 450-1, Nordic Mobile Telephone group, System Description, August 1997.

Eger H, Hagen K U, Lucas B, Vogel P, Voit H. 2004. Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt Medizin Gesellschaft;* 17/4, 326-332.

Park SK, Ha M, Im HJ. 2004. Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea. *Int Arch Occup Environ Health.* Aug;77(6):387-94.

Anhang

EMF- Messungen: Methoden und Verfahren

Elektrische Wechselfelder

- Messgerät: potentialfreie 3D-Messung, 3D-EFM (Rom Elektronik)
- Frequenzbereich: 10 Hz -100 kHz; Messsonde auf 5 cm EPS
- Betriebszustand aller Leuchten und elektrischen Geräte etc. wie im Schlaf
- Netzabkoppler-Überprüfung durch Kindernachtlicht-Kontrolllampe
- Mindestabstand zwischen Sonde und Messtechniker 2 m
- kein weiterer Personenaufenthalt im Raum
- Bett nur mit Leintuch bedeckt, 9 Messpunkte, jeweils 10 cm Abstand vom Matratzenrand bzw. in Matratzenmitte

Magnetische Wechselfelder

- Messgerät: 3D-Messung, MLOG3D (Merkel Messtechnik)
- Frequenzbereich: 16,66 Hz / 50 Hz-2 kHz
- Betriebszustand aller Leuchten und elektrischen Geräte etc. wie im Schlaf
- Messsonde direkt auf Matratze
- Kurzzeitmessung: 9 Messpunkte, je 10 cm Abstand vom Matratzenrand bzw. in Bettmitte
- Langzeitmessung: Datenlogger: auf dem Boden unterhalb MP 2 (Kopfende in Bettachse)
- Bewerteter Zeitbereich: 22 bis 6 Uhr

Hochfrequenz

- Messgeräte: FSH3 (Rohde & Schwarz) bzw. R3132 (Advantest)
- Die beiden baugleichen 3m langen Antennenkabel jeweils (AK9513, Schwarzbeck) wurden täglich mit Hilfe eines Mitlaufgenerators auf

Abweichungen geprüft und zeigten keine Änderung der Kabeldämpfung (Dokumentation liegt vor).

- Fensterstellung, Jalousien, Balken etc. wie im Schlaf
- DECT in Betrieb, WLAN nur wenn Nachts in Betrieb
- Messvolumen: 60 cm x 60 cm x 30 cm (Kopf und Oberkörper) 10 cm Abstand zu Matratzenrand
- Schwenkverfahren mit Ermittlung des Maximums, jeder Trace wird im Gerät gespeichert

Einstellungen der Spektrumanalysatoren soweit für diese Untersuchung von Relevanz

Dienst	f (MHz)	RBW	VBW	Detector	Trace	Sweep	Span	BW-Cor.	Peak-Cor.
Übersicht	30-3000	300	1MHz	Pos Peak	Max Hold	100ms	~3GHZ	0dB	-
C	434,2	10kHz	10kHz	Pos Peak	Max Hold	330ms	200kHz	0dB	-
UKW	88-108	100kHz	300kHz	Pos Peak	Max Hold	100ms	20MHz	0dB	-
VHF	180-200	300kHz	1MHz	Pos Peak	Max Hold	100ms	20MHz	0dB	-
UHF1	475-520	300kHz	1MHz	Pos Peak	Max Hold	100ms	45MHz	0dB	-
UHF2	690-720	300kHz	1MHz	Pos Peak	Max Hold	100ms	30MHz	0dB	-
RADAR1	1266,5	1MHz	3MHz	Pos Peak	Max Hold	4,3s	Zero	0dB	-
RADAR2	1333,5	1MHz	3MHz	Pos Peak	Max Hold	4,3s	Zero	0dB	-
RADAR3	2750	1MHz	3MHz	Pos Peak	Max Hold	4,3s	Zero	0dB	-
RADAR4	2850	1MHz	3MHz	Pos Peak	Max Hold	4,3s	Zero	0dB	-

Krebsstudie Hausmannstätten & Vasoldsberg

Detailfragebogen

(Face to Face)

1. InterviewerIn Datum des Interviews

2. Angaben zum Studienteilnehmer (wenn nötig bitte korrigieren und ergänzen)

Name	Vorname	Geburtsdatum	Sterbedatum
Straße	Ort	PLZ	Geschlecht

3. Trat bei dem Studienteilnehmer jemals eine Krebserkrankung auf?

	wenn ja, wann (Kalenderjahr(e))?
	wenn ja, welche Krebsart(en)?

4. Bitte geben Sie alle Wohnadressen des Studienteilnehmers im Zeitraum vom
1. November 1984 bis 31. Dezember 1997 an (mit Monat und Jahr)
Bitte Wohnadresse von Frage 2 inkludieren

Anmeldedatum:	Abmeldedatum:	Aufenthaltsdauer

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Hauptadresse im Studiengebiet
In welchen Räumen an der o.a. Adresse befand sich Ihr Schlafraum?

5. Stockwerk (Stockwerk) Himmelsrichtung(en) der Außenwand(wände) lt. Plan

6. Nutzung: von (Monat/Jahr) bis (Monat/Jahr) ev. %

Wenn vom Studienteilnehmer ein weiter Raum als Schlafraum genutzt wurde:

7. Stockwerk (Stockwerk) Himmelsrichtung(en) der Außenwand(wände) lt. Plan

8. Nutzung: von (Monat/Jahr) bis (Monat/Jahr) ev. %

9. Ansprechperson

Name	Telefon
Adresse	

10. Mit wem wird das Interview geführt?

- Mit dem Studienteilnehmer selbst Geschwister
 Mit dem Ehegatten / Partner Eltern

11. **Wie ist Ihr derzeitiger „Familienstand“?**
 ledig verheiratet getrennt geschieden verwitwet

12. **Wie war Ihr „Familienstand“ bis 1979?**
 ledig verheiratet getrennt geschieden verwitwet

13. **Derzeitige Körpergröße?** cm

14. **Derzeitiges Körpergewicht?** kg

15. **Durchschnittliches Körpergewicht im Jahr 1984 ?** kg

16. **Staatsangehörigkeit?**
 Österreich
 andere Staatsangehörigkeit Welche?

17. **Seit wann leben Sie in Österreich?**
 seit Geburt
 seit (Jahr) In welchem Land haben Sie vorher gelebt?

18. **Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie?**
 Pflichtschule Lehre od. Berufssch. Matura Fachhochschule od. Universität

19. **Wie viele Schwestern haben Sie?** (Anzahl)

20. **Wie viele Brüder haben Sie?** (Anzahl)

Welche Krebserkrankungen traten bei Ihren Eltern oder Geschwistern auf?

21. **Mutter** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?

22. **Vater** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?

23. **Schwester** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?
.....

24. **Schwester** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?
.....

25. **Bruder** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?

26. **Bruder** ja nein wenn ja, welche? in welchem Alter?

27. **Geburtsjahr der Mutter?** (Jahr)

28. **Geburtsjahr des Vaters?** (Jahr)

29. Wie oft pro Tag, pro Woche oder pro Monat haben Sie im Zeitraum 1969 bis 1979 üblicherweise Sport oder intensive körperliche Bewegung verbunden mit Schwitzen betrieben?

	Weniger als 1 mal pro Woche	1 bis 3 mal pro Woche	Mehr als 3 mal pro Woche
Sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

30. Wie oft pro Tag, pro Woche oder pro Monat haben Sie im Zeitraum 1969 bis 1979 üblicherweise nachfolgende Nahrungsmittel gegessen bzw. getrunken?

	Weniger als 1 mal pro Woche	1 bis 3 mal pro Woche	Mehr als 3 mal pro Woche
Fisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geflügel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rind- od. Schweinefleisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Salat oder Gemüse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vollkornbrot, Müsli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräucherte Lebensmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
> 1 Glas Wein (1/8 l)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
> 1 Seitel Bier (1/3 l)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

31. Haben Sie jemals geraucht? ja nein

32. Wenn ja, in welchem Alter? von bis rauche noch immer

33. Wie viele Zigaretten haben Sie in diesem Zeitraum durchschnittlich pro Tag geraucht? (Anzahl)

34. Wie viele Stunden pro Tag waren Sie vor 1969 dem Zigarettenrauch anderer Personen ausgesetzt?

Zu Hause (h/Tag) Am Arbeitsplatz (h/Tag) in anderen Bereichen(h/Tag)

35. Wurden bei Ihnen vor dem Jahr 1984 Röntgenuntersuchungen durchgeführt? weiß nicht

Anzahl	keine	1-5	>6		keine	1-5	>6
Magen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lunge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mammografie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kopf/Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

36. Wurden bei Ihnen vor dem Jahr 1984 Computertomografien (CT) durchgeführt? weiß nicht

Anzahl	keine	1-5	>6		keine	1-5	>6
Magen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lunge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mammografie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kopf/Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

37. Wurden bei Ihnen vor dem Jahr 1984 Magnetresonananzuntersuchungen (MRI) durchgeführt? weiß nicht

Anzahl	Keine	1-5	>6		keine	1-5	>6
Magen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lunge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mammografie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kopf/Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Hatten Sie vor dem Jahr 1984 nuklearmedizinische Untersuchungen? ja nein weiß nicht

39. Wenn ja, welche und wie oft?

40. Hatten Sie vor dem Jahr 1984 therapeutische Strahlenanwendungen z.B. zur Behandlung eines Tumors? ja nein weiß nicht

41. Wenn ja, welche und wie oft?

42. Hatten Sie vor dem Jahr 1984 eine therapeutische Anwendung von Krebsmedikamenten (Zytostatika)? ja nein weiß nicht

43. Wenn ja, wie oft?

44. Welche Berufe haben Sie bisher ausgeübt? Beschreiben Sie bitte Ihre Tätigkeit.

Zeitraum (Jahr von / bis)	Beruf	Tätigkeit

45. Waren darin auch Schichtdienste mit Nachtarbeit enthalten? ja nein

46. Wenn ja, in welchem Zeitraum? von bis

47. Waren Sie jemals nachfolgenden Einwirkungen beruflich oder privat ausgesetzt?

	ja	nein	Beruf	Privat	Zeitraum	Wie intensiv?			Wie häufig?		
						+	++	+++	+	++	+++
Asbest	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Chemikalien / Lösungsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Quarzstaub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Holzstaub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Russ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Teer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Pflanzenschutzmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Radarstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Funkgerätenutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Holzschutzmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Benzoldämpfe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Bezindämpfe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Dieselabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Schweißrauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Lötrauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Hochspannungsleitungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Transformatoren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Elektrische Bahnlinie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Schimmelpilzsporen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Röntgenstrahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Radioaktivität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					

48. Wohnsituation?

- Einfamilienhaus Zweifamilienhaus Mehrfamilienhaus

49. Haben oder hatten Sie jemals in der Wohnung DECT-Schnurlostelefone in Verwendung?

- ja nein weiß nicht

50. Wenn ja, in welchem Zeitraum ? In welcher Entfernung zum Bett? (m)

51. Sind oder waren sonst im Haus jemals DECT-Schnurlostelefone in Verwendung?

- ja nein weiß nicht

52. Wenn ja, in welchem Zeitraum ? In welcher Entfernung zum Bett? (m)

53. Wie lange benützten Sie durchschnittlich folgende Geräte und in welchem Zeitraum?

Handy Minuten pro Tag	von	bis
Schnurlostelefon Minuten pro Tag	von	bis
Computer oder Notebook Stunden pro Tag	von	bis

54. Können Sie Strom oder Strahlung z.B. von Stromkabeln, Lampen, Computermonitoren, Leuchtstoffröhren, Notebooks, Handys oder Handymasten spüren?

Symptome wären z.B. Kopfschmerzen, benebeltes Denken, Unruhe, Konzentrationsprobleme

ja nein weiß nicht

55. Fühlen Sie sich derzeit zu Hause durch Lärm belästigt?

	gar nicht	kaum	mittel	stark
Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahnlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

56. Fühlten Sie sich im Zeitraum bis 1979 zu Hause durch Lärm belästigt?

	gar nicht	kaum	mittel	stark
Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahnlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

57. Fühlen Sie sich derzeit zu Hause durch Luftverschmutzung belästigt?

	gar nicht	kaum	mittel	stark
Autoabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holz- oder Kohlerrauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Industrie/Gewerbeabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

58. Fühlten Sie sich im Zeitraum bis 1979 zu Hause durch Luftverschmutzung belästigt?

	gar nicht	kaum	mittel	stark
Autoabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holz- oder Kohlerrauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Industrie/Gewerbeabgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

59. Waren Sie jemals in ärztlicher Behandlung wegen einer der nachfolgenden Beschwerden?

	ja	nein	von	bis
Gelenksschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoher Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herzinfarkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herzrhythmusstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlaganfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energiemangel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depression	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuckerkrankheit (Diabetes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlafstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

60. Bitte geben Sie an wie oft nachfolgende Symptome in den letzten 4 Wochen bei Ihnen auftraten?

	nie	selten	manchmal	oft	ständig
Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>				
Reizbarkeit	<input type="checkbox"/>				
Übermäßige Müdigkeit	<input type="checkbox"/>				
Übelkeit	<input type="checkbox"/>				
Appetitlosigkeit	<input type="checkbox"/>				
Unbehagen	<input type="checkbox"/>				
Schlafstörungen	<input type="checkbox"/>				
Depression	<input type="checkbox"/>				
Vergesslichkeit	<input type="checkbox"/>				
Konzentrationsprobleme	<input type="checkbox"/>				
Schwindel	<input type="checkbox"/>				
Ohrgeräusche (Tinnitus)	<input type="checkbox"/>				
Blutdruckerhöhung	<input type="checkbox"/>				
Herzstolpern	<input type="checkbox"/>				
Wortfindungsstörungen	<input type="checkbox"/>				
Innere Unruhe	<input type="checkbox"/>				
Gelenksschmerzen	<input type="checkbox"/>				

61. Wie dunkel ist es derzeit nachts in Ihrem Schlafzimmer?

- ganz dunkel dunkel halb dunkel eher hell

62. Wie dunkel war es im Zeitraum 1979 bis 1989 nachts in Ihrem Schlafzimmer?

- ganz dunkel dunkel halb dunkel eher hell

63. Wie viele Nächte pro Monat haben Sie in den letzten vier Wochen schlecht geschlafen?

..... (Nächte)

64. Wie viele Nächte pro Monat haben Sie durchschnittlich im Zeitraum 1979 bis 1984 schlecht geschlafen?

..... (Nächte)

65. Wie viele Stunden haben Sie in den letzten vier Wochen durchschnittlich jede Nacht geschlafen?

..... (Stunden)

66. Wie viele Stunden haben Sie im Zeitraum 1979 bis 1984 durchschnittlich jede Nacht geschlafen?

..... (Stunden)

Fragenteil für weibliche Studienteilnehmer

67. Haben Sie Kinder? ja nein Wenn ja, wie viele? (Anzahl)
68. Hatten Sie Fehlgeburten? ja nein Wenn ja, wie viele? (Anzahl)
69. Wie viele Kinder stillten Sie mindestens 2 Monate? (Anzahl)
70. Haben Sie jemals die Pille genommen? ja nein
71. Wenn ja, in welchem Zeitraum (Alter) von bis (Alter)
72. Haben Sie jemals weibliche Hormone, ausgenommen der Pille genommen? ja nein
73. Wenn ja, in welchem Zeitraum (Alter) von bis (Alter)
-

74. Traten bei Ihnen jemals Krebserkrankungen oder Tumoren auf? **nein**
75. Wenn ja, welche?
76. Wann wurde(n) die Diagnose(n) gestellt?
77. Wann traten die erste Symptome auf?
78. Besitzen Sie Unterlagen, aus denen die Diagnose hervorgeht? ja nein
79. Wer führt Unterlagen, aus denen die Diagnose hervorgeht?

.....

.....

Verifizierung der Diagnose durch

80. Dokumentersteller und Datum
81. Diagnosewortlaut
82. Histoersteller und Datum
83. Histowortlaut
-

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

© Fragebogeninhalt und Konzept Dr. Gerd Oberfeld, 2006