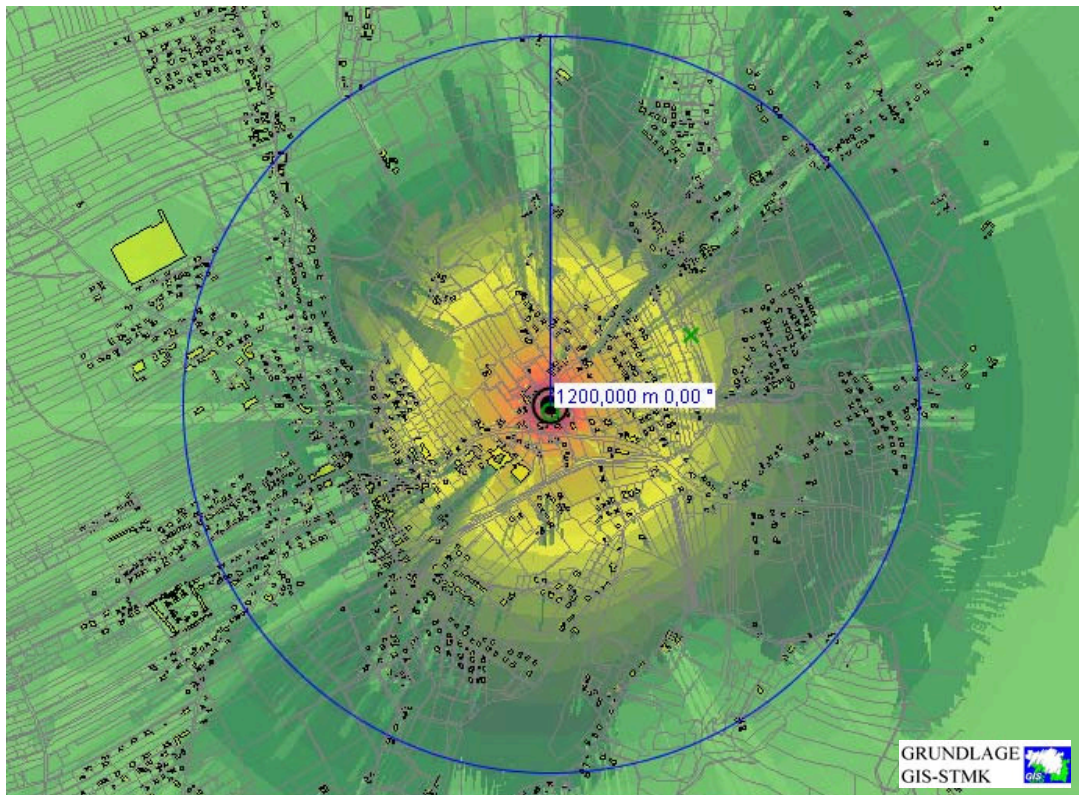


Umweltepide­miologische Untersuchung der Krebsinzidenz in den Gemein­den Hausmannstätten & Vasoldsberg



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

Aufragnehmer

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 Telegraphenverwaltung 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 höchste 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

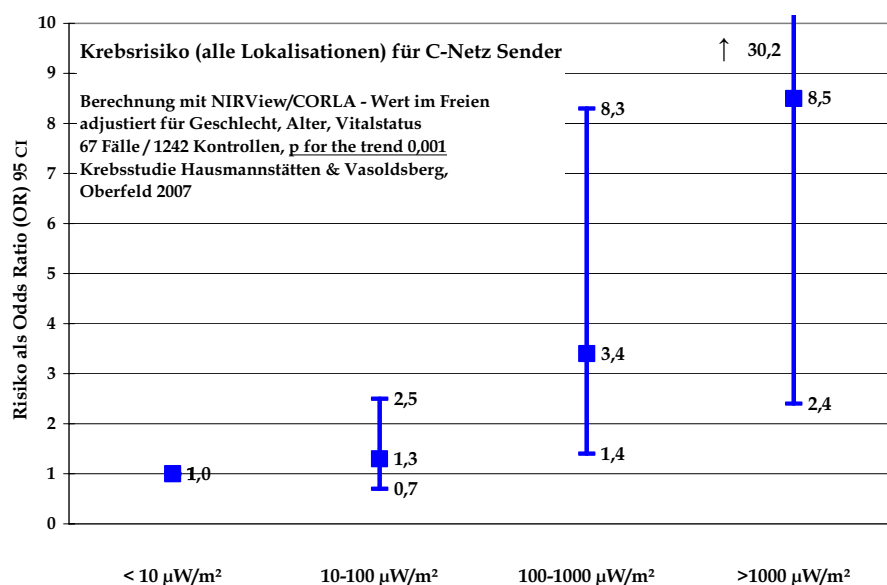


Abbildung 1: Stichprobe A – alle Lokalisationen: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

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

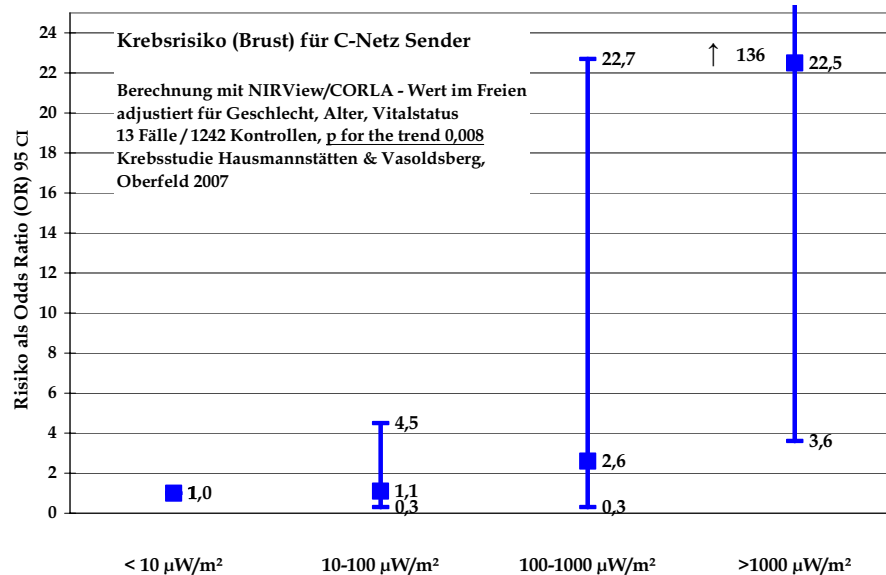


Abbildung 2: Stichprobe A - Lokalisation Brust: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung – im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung

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

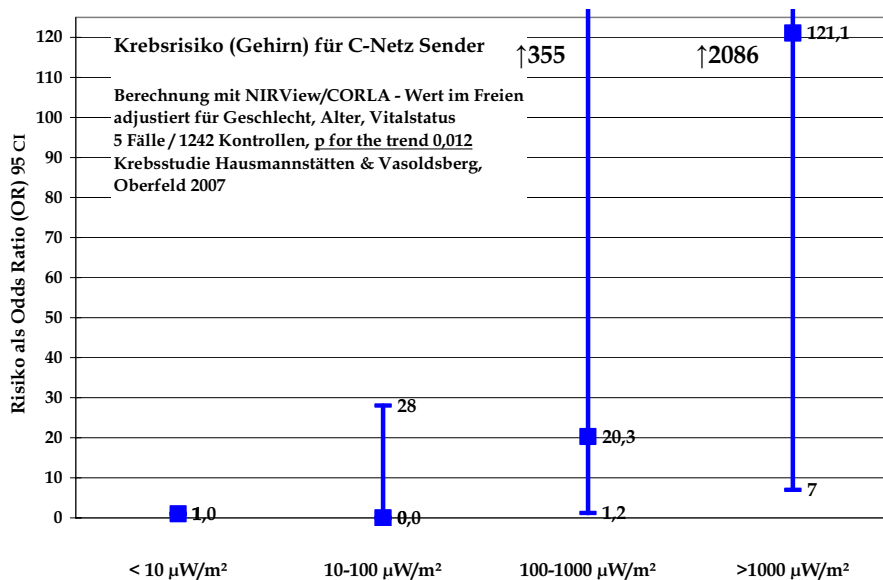


Abbildung 3: Stichprobe A - Lokalisation Gehirn: Ergebnis der logistischen Regression für die Expositionsvariablen (Expositionsberechnung - im Freien) adjustiert für Alter, Geschlecht und Vitalstatus. Expositions-Wirkungsbeziehung