

Strahlentelex

mit ElektromogReport

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288 www.strahlentelex.de • www.abstractnow.com Nr. 424-425 / 18. Jahrgang, 2. September 2004

Umweltbelastungen:

Die Strahlenbelastungen durch radioaktive AKW-Abgase sind in Schwaben am höchsten. Das stellt der Ulmer Arzt Reinhold Thiel anhand der Regierungsberichte über die Strahlenbelastung in Deutschland fest.

Seite 3

Uranbergbau:

Frühere Beschäftigte des Uranbergbaus SDAG Wismut in der DDR können auf Entschädigung hoffen. Das Bundessozialgericht gab zwei an Kehlkopfkrebs erkrankten Arbeitern Recht.

Seite 4

Mass Toxic Torts:

Eine Proportionalhaftung und eine Marktanteils-haftung empfiehlt der Jurist Christian Seyfert in seiner Dissertation als Ausweg aus dem Problem der kausalen Unaufklärbarkeit toxischer Massenschäden.

Seite 4

Endlagerkonzepte:

Bestätigt sieht sich Bundesumweltminister Trittin. Eine Sicherheits-garantie von 10.000 Jahren für ein Atommüll-Endlager in der Wüste von Nevada fand ein Bundesgericht in den USA nicht ausreichend.

Seite 5

Epidemiologie

11 Prozent mehr Lungenkrebs in Gegenden Bayerns mit erhöhter Radonbelastung

In der vorigen Ausgabe hatte Strahlentelex (Nr. 422-423 vom 5. August 2004) über die Radonstudie des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg bei München berichtet. Demnächst soll sie in der Zeitschrift *Health Physics* veröffentlicht werden. Demnach ergab sich in der Fall-Kontrollstudie von Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann und Kollegen ein nicht signifikanter negativer Zusammenhang des excess relative risk (ERR) von der Radonexposition in Westdeutschland ($ERR = -0,02$ pro 100 Becquerel Radon pro Kubikmeter Raumluft (Bq/m^3)) und ein grenzwertig signifikanter positiver Zusammenhang in Ostdeutschland ($ERR = 0,17$ pro 100 Bq/m^3 ; 95%-Vertrauensbereich [CI] = 0 bis 0,48). Zusammen ergab sich

bei der gepoolten Analyse der Daten von Ost und West ein nicht signifikanter Anstieg des Lungenkrebsrisikos mit der Radonkonzentration in Wohnräumen ($ERR = 0,10$; 95% CI = - 0,02 bis 0,30 pro 100 Bq/m^3 beziehungsweise eine Verdoppelung der Lungenkrebsrate bei einer Zunahme der Radonkonzentration um 1.000 Bq/m^3 , wie BfS-Präsident Wolfram König mitteilen ließ).

Die nachfolgende ökologische Studie von Dr. Alfred Körblein, Umweltinstitut München, liefert dagegen eine hochsignifikante 11-prozentige Erhöhung der Lungenkrebssterblichkeit in 20 Landkreisen Ostbayerns mit erhöhter Radonbelastung gegenüber der Rate im Rest Bayerns ($p = 0,0001$). Ökologische Studien wie die vorliegende, mit ihren deutlich größeren Fallzahlen (hier 12.337), sieht Körblein als Ergänzung zu den Ergebnissen von Fall-Kontrollstudien, bei denen der Nachweis kleinerer Effekte oft an zu geringer Teststärke (Power) scheitert.

Von Dr. Alfred Körblein,
Umweltinstitut München e.V.

Einführung

Im *Strahlentelex* vom August 2004 wurden die Ergebnisse einer Analyse des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit vorgestellt, die einen Anstieg des Lungenkrebsrisikos mit der häuslichen Radonbelastung findet [1]. Schon 1999 hatte ich einen regionalen Vergleich der

Lungenkrebsmortalität in den Gebieten Ostbayerns, die in der oben erwähnten GSF-Studie als Gebiete erhöhter Radonbelastung ausgewiesen wurden, mit der Lungenkrebsmortalität im restlichen Bayern durchgeführt [2]. Er ergab eine signifikante Erhöhung der Lungenkrebsrate in den Gebieten erhöhter Radonbelastung gegenüber der Rate im Rest Bayerns. Damals standen mir nur Daten von

1979-1988 zur Verfügung. Inzwischen gibt es Daten der Krebsmortalität bis zum Jahr 1997. Mit dem erweiterten Datenumfang wird in der vorliegenden Studie der gleichen Fragestellung nochmals nachgegangen. Zusätzlich werden jetzt aber als mögliche Einflußfaktoren (Confounder) die Arbeitslosenrate und die Bevölkerungsdichte in das Regressionsmodell einbezogen. Diese beiden Größen waren in einer Studie des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) von 1993 [3] als maßgebliche Einflußfaktoren auf die allgemeine Krebsrate identifiziert worden.

Daten und Methoden

Daten: Die Zahlen der beobachteten und erwarteten Todesfälle aufgrund bösartiger Neubildungen der Lunge (ICD9 162), 1979-97, wurden einem Bericht des Bundesamtes für Strahlenschutz aus dem Jahre 2001 entnommen [4]. Die beobachteten (OBS) und erwarteten (EXP) Fallzahlen in den 20 Landkreisen Ostbayerns, die in der GSF-Studie [1] als Gebiete erhöhter Radonkonzentration definiert wurden, zeigt Tabelle 1, zusammen mit den relativen Risiken (RR=OBS/EXP), den zugehörigen Standardabweichungen (SD), und den mit der Normalverteilung errechneten einseitigen p-Werten.

Daten der Arbeitslosenrate für das Jahr 1989 und der Bevölkerungsdichte (Mittelwert der Jahre 1981 und 1989) wurden vom Bayerischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung bezogen.

Methode: Es wird eine lineare, bevölkerungsgewichtete Regression der Quotienten aus beobachteten (O) und erwarteten (E) Lungenkrebsfällen (RR=O/E) durchgeführt. Zur Bestimmung eines möglichen Zusatzrisikos im Studiengebiet werden die entsprechenden Landkreise mit einer Indikatorvariablen (study) gekennzeichnet. Als mögliche Confounder werden

die Bevölkerungsdichte (URB1-URB3) und die Arbeitslosigkeit (ALO1-ALO3), beide in Form von kategorisierten Variablen (4 Quartile), berücksichtigt. Das Referenzquartil ist das Quartil mit der niedrigsten Bevölkerungsdichte (URB0) bzw. Arbeitslosigkeit (ALO0). Das Regressionsmodell hat die folgende Form:

$$RR = c1 + c2 * study + c3 * URB1 + c4 * URB2 + c5 * URB3 + c6 * ALO1 + c7 * ALO2 + c8 * ALO3$$

Geprüft wird, ob das Lungenkrebsrisiko im Untersuchungsgebiet erhöhter Radonbelastung (20 Landkreise in Ostbayern) größer ist als im restlichen Bayern (einseitige Fragestellung; Nullhypothese $H_0: c_2 = 0$, Alternativhypothese $H_1: c_2 > 0$).

Ergebnisse

Auswertungen ohne Berücksichtigung von Confoundern

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß die Lungenkrebsrate in 14 der 20 Landkreise des Studiengebiets im Vergleich zum bayerischen Durchschnitt signifikant erhöht ist. Die p-Werte wurden dazu mit der Normalverteilung berechnet. Die mittlere Erhöhung im Studiengebiet beträgt 11,3% und ist hochsignifikant.

Zunächst werden Regressionen ohne die Confounder Bevölkerungsdichte und Arbeitslosigkeit durchgeführt. Die Schätzwerte für die Parameter und die zugehörigen p-Werte enthält Tabelle 2. Zusätzlich zu den Ergebnissen für alle Lungenkrebsfälle (m+w) sind auch die Ergebnisse von geschlechtsspezifischen Auswertungen (m, w) aufgeführt.

Die Erhöhung der Lungenkrebsrate im Studiengebiet gegenüber der Rate im Rest Bayerns ist hochsignifikant ($p=1E-6$) und beträgt 13,5 ± 2,7%. Sie ist allein auf die Erhöhung bei Männern zurückzuführen (+19,3 ± 2,7%). Bei

Tabelle 1:
Lungenkrebsmortalität in den Landkreisen des Studiengebiets in Ostbayern

Landkreis	Name	OBS	EXP	RR	SD	p-Wert
262	KS Passau	363	329,41	1,1054	0,0552	0,0281
263	KS Straubing	316	293,84	1,0827	0,0585	0,0787
271	LK Deggendorf	696	640,36	1,0835	0,0394	0,0171
272	LK Freyung-Grafenau	557	427,54	1,3034	0,0484	<0,0001
273	LK Passau	597	554,96	1,0716	0,0424	0,0456
276	LK Regen	596	462,58	1,2722	0,0462	<0,0001
277	LK Rottal-Inn	677	692,86	0,9711	0,0379	0,7772
278	LK Straubing	513	492,3	1,0435	0,0451	0,1676
279	LK Dingolfing	549	486,68	1,1249	0,0453	0,0029
361	KS Amberg	339	292,61	1,1574	0,0584	0,0035
362	KS Regensburg	912	836,14	1,0924	0,0346	0,0038
363	KS Weiden	342	291,9	1,1764	0,0586	0,0013
371	LK Amberg	607	586,25	1,0263	0,0411	0,2613
372	LK Cham	902	739,07	1,2201	0,0368	<0,0001
373	LK Neumarkt	592	606,48	0,9698	0,0405	0,7721
374	LK Neustadt a.d. Waldnaab	579	567,44	1,0278	0,0421	0,2543
375	LK Regensburg	948	801,9	1,1876	0,0354	<0,0001
376	LK Schwandorf	898	799,4	1,1301	0,0355	0,0001
377	LK Tirschenreuth	603	496,59	1,2165	0,0449	<0,0001
479	LK Wunsiedel	751	680,02	1,1088	0,0384	0,0023
	Studiengebiet	12337	11078,3	1,1133	0,0095	<0,0001

Frauen errechnet sich ein negativer Risikoschätzer, der aber – zweiseitig getestet – nicht signifikant ist ($p=0,051$).

Auswertung mit den Confoundern Arbeitslosigkeit und Bevölkerungsdichte

Zunächst wird geprüft, ob die Berücksichtigung der Confounder Arbeitslosigkeit und Bevölkerungsdichte jeweils zu einer nennenswerten Verbesserung der Anpassung führen. Das hier gewählte Kriterium dafür ist, daß der F-Test einen

p-Wert von kleiner als 0,2 ergeben soll.

Dies ist der Fall. Die Summe der Fehlerquadrate bei der Regression ohne Confounder ist $S_0=625,1$ ($df=94$), mit dem Confounder Arbeitslosigkeit (ALO1-ALO3) ergibt sich $S_1=428,7$ ($df=91$). Der Einfluß der Arbeitslosigkeit ist also hochsignifikant ($p=2E-7$). Auch der Einfluß der Bevölkerungsdichte auf die Anpassung ist hochsignifikant ($S_1=435,9$; $p=3E-7$). Die Regression mit beiden Confoundern

Tabelle 2:
Ergebnisse der Regressionen ohne Confounder

	Schätzwert	SD	t-Wert	p-Wert
m+w				
C1	0,9789	0,0105	93,27	<0,0001
C2	0,1347	0,0267	5,053	1,1E-06
m				
C1	0,9703	0,0104	93,20	<0,0001
C2	0,1925	0,0265	7,264	5,1E-11
w				
C1	1,0119	0,0210	48,21	<0,0001
C2	-0,1051	0,0532	-1,977	0,9745

ergibt $S1=376,0$ ($df=88$).

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse enthält Tabelle 3, wieder für Männer und Frauen gemeinsam, und dann nach Geschlecht getrennt. Für alle Parameter außer $c2$ sind die zweiseitigen p-Werte angegeben. Die relative Erhöhung des Lungenkrebsrisikos im Studiengebiet ist mit $c2=10,7\% \pm 2,7\%$ kleiner als ohne Confounder, sie ist aber weiterhin hochsignifikant ($p=0,0001$). Für Männer beträgt die Erhöhung $13,6\% \pm 2,9\%$ ($p<0,0001$), für Frauen errechnet sich kein erhöhtes Risiko im Studiengebiet ($c2=-0,008 \pm 0,050$; $p=0,560$). Bei Männern trägt eine hohe Arbeitslosigkeit zum Lungenkrebsrisiko bei ($p=0,004$), bei Frauen ist die Lungenkrebsrate in den Landkreisen mit der höchsten Bevölkerungsdichte (URB3) hochsignifikant um 32% erhöht ($p < 0,0001$).

Diskussion

Das Ergebnis der vorliegenden ökologischen Studie ist eine hochsignifikante Erhöhung des Lungenkrebsrisikos um 10,7 Prozent in den Gegenden Ostbayerns mit erhöhter Radonbelastung. Dieser Wert kann verglichen werden mit dem in [1] für die gleiche Region berichteten Zusatzrisiko für Lungenkrebs von 13 Prozent bei einer Zunahme der Radonkonzentration in Wohnräumen um 100 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3). Die hier gefundene 10,7-prozentige Zunahme der Krebsrate würde also einer nicht unplausiblen Erhöhung der mittleren Radonkonzentration im Studiengebiet um circa 80 Bq/m^3 gegenüber dem Rest Bayerns entsprechen.

Anders als Fall-Kontrollstudien werden ökologische Stu-

dien von Epidemiologen als nicht geeignet angesehen, kausale Zusammenhänge nachzuweisen. Aber sie haben wegen der viel größeren Fallzahlen (hier 12.337 Fälle im Untersuchungsgebiet erhöhter Radonbelastung) eine wesentlich größere Chance als Fall-Kontrollstudien, auch noch kleine Effekte zu finden. Auch sollten sich Unterschiede im individuellen Verhalten, hier in erster Linie in den Rauchgewohnheiten, wegen der großen Fallzahlen weitgehend ausmitteln.

Während die Radonstudie der GSF etwa 10 Millionen DM gekostet hat, sind ökologische Studien mit geringem finanziellen Aufwand durchführbar. Die vorliegende Studie etwa hat nur einige Manntage Arbeitszeit erfordert. Gerade bei kleinen Zusatzrisiken, wo

mit Fall-Kontrollstudien der eindeutige Risikonachweis wegen zu kleiner Teststärke nicht gelingt, können ökologische Studien die Ergebnisse von Fall-Kontrollstudien sinnvoll ergänzen.

1. Wichmann HE, Schaffrath Rosario A, Heid IM, Kreuzer M, Heinrich J, Kreienbrock L.: Increased Lung Cancer Risk due to Residential Radon in a Pooled and Extended Analysis of Studies in Germany. Wird veröffentlicht in Health Physics.
2. Körblein A.: Lungenkrebs und Radonbelastung in Bayern. Umweltnachrichten 82/99.
3. Bracher A, Grosche B, Frasch G.: Inzidenz und Mortalität bösartiger Neubildungen in Bayern. BfS-Bericht vom Januar 1993: S.294.
4. Jahraus H, Grosche B.: Fortschreibung des Berichts Inzidenz und Mortalität bösartiger Neubildungen in Bayern. BfS-Bericht vom Juni 2001. ●

Tabelle 3:
Ergebnisse der Regressionen mit Confoundern

	Schätzwert	SD	t-Wert	p-Wert
m+w				
C1	0,9393	0,0249	37,653	<0,0001
C2	0,1071	0,0272	3,933	0,0001
C3	0,0167	0,0243	0,688	0,4930
C4	-0,0317	0,0258	-1,230	0,2219
C5	0,0722	0,0270	2,680	0,0088
C6	0,0065	0,0245	0,266	0,7911
C7	0,0246	0,0276	0,892	0,3751
C8	0,0704	0,0333	2,113	0,0375
m				
C1	0,9485	0,0266	35,681	<0,0001
C2	0,1356	0,0291	4,663	5,5E-06
C3	0,0154	0,0258	0,597	0,5521
C4	-0,0411	0,0274	-1,498	0,1376
C5	0,0129	0,0288	0,448	0,6555
C6	0,0026	0,0260	0,099	0,9216
C7	0,0261	0,0294	0,889	0,3763
C8	0,1049	0,0355	2,956	0,0040
w				
C1	0,8982	0,0460	19,538	<0,0001
C2	-0,0076	0,0501	-0,153	0,5604
C3	0,0235	0,0447	0,527	0,5997
C4	0,0110	0,0475	0,232	0,8168
C5	0,3212	0,0495	6,485	<0,0001
C6	0,0227	0,0452	0,504	0,6158
C7	0,0141	0,0508	0,278	0,7820
C8	-0,0779	0,0614	-1,267	0,2084

Umweltradioaktivität

Strahlenbelastung durch radioaktive AKW-Abgase in Schwaben am höchsten

Jedes Jahr erstattet die Bundesregierung dem Bundestag einen Bericht über die Strahlenbelastung in Deutschland. Aus dem Bericht für 2001 ging hervor, daß sich gegenüber dem Vorjahr in der Umgebung von Gundremmingen die Strahlenbelastung durch die Abgase des Atomkraftwerkes (AKW) mehr als vervierfacht hatten und damit die höchsten Deutschlands waren. Dabei blieben sie aber noch weit unter den staatlichen – von Gesundheits- und Umweltschützern jedoch als zu hoch bezeichneten – Grenzwerten.

Nachdem dies im Januar 2003 öffentlich gemacht worden war, hat das Bayerische Umweltministerium als zuständige Aufsichtsbehörde sofort Kontrollmessungen in Gund-

remmingen angeordnet. Später wurde etwas nebulös die Vervierfachung der abgasbedingten Strahlenbelastung in Nordschwaben durch sowohl veränderte Berechnungsverfahren als auch durch die Spitzenproduktion im Atomkraftwerk zu erklären versucht.

Nachdem es einige Monate dauert, bis die Strahlenberichte der zurückliegenden Kalenderjahre vorliegen, konnte man nun im Internet die neuen Zahlen, die das Jahr 2002 betreffen, anschauen. Zu finden auf der Homepage des Bundestages. Danach war gegenüber 2001 im Jahr 2002 die abluftbedingte Strahlenbelastung rings um das Atomkraftwerk Gundremmingen wieder etwas niedriger, aber immer noch 2- bis 3-mal so hoch wie im Jahr 2000.