

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
<b>m+w</b>				
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
<b>m</b>				
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
<b>w</b>				
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.

Unrühmlicher Spitzenreiter war in 2002 das nordbadische AKW Obrigheim (östlich und oberhalb von Heidelberg am Neckar), das 1968 in Betrieb ging, das kleinste und älteste Deutschlands ist und gemäß „Atomkonsens“ Ende des Jahres 2002 hätte stillgelegt werden sollen, nach Kungeleien des Bundeskanzler Schröder aber weiterläuft. Den schlechten 2. Platz teilen sich die Regionen um Gundremmingen und die um Philippsburg (am Rhein nördlich Karlsruhe).

Weit über dem Durchschnitt liegt auch die Belastung für die Anwohner des niederbayerischen AKW Isar 1+2. Insgesamt ist festzustellen, daß

Siedewasserreaktoren (sie besitzen nur einen Hauptkreislauf) im Schnitt zu deutlich höheren abgasbedingten Strahlenbelastungen führen als die nach 1970 gebauten Druckwasserreaktoren (mit zwei Hauptkreisläufen).

Es ist zu klären, welche Folgen diese überdurchschnittliche Strahlenbelastung hat. Die seit Jahrzehnten von den Verantwortlichen von RWE, EON und bayerischer Staatsregierung geäußerten Beschwichtigungen reichen nicht. Im Bayerischen Nordschwaben liegen beunruhigenderweise die Krebserkrankungszahlen über dem Landesdurchschnitt. Die Ursachen sind immer

noch nicht wissenschaftlich untersucht worden.

**Reinhold Thiel**

### Uranbergbau

## Frühere Wismut-Beschäftigte können auf Entschädigung hoffen

(AFP) - Weitere rund 2.000 frühere Beschäftigte des Uranbergbaus Wismut in der DDR können auf die Entschädigung ihrer Krebserkrankung als Berufskrankheit hoffen. Das

Bundessozialgericht (BSG) in Kassel gab am 18. August 2004 zwei an Kehlkopfkrebs erkrankten ehemaligen Wismut-Arbeitern Recht. Die Berufskrankheitenverordnung umfasse nicht nur den Lungenkrebs, entschied das BSG. Das Urteil gilt auch in Zukunft für andere Arbeitnehmer, die beispielsweise in Atomkraftwerken radioaktiver Strahlung ausgesetzt sind. Betroffene, deren Antrag auf Unfallrente bereits abgelehnt wurde, können unter Hinweis auf die Kasseler Entscheidungen von ihrer Berufsgenossenschaft (BG) eine Überprüfung verlangen (Az: B 8 KN 1/03 UR). ●

### Buchmarkt

## Zur kausalen Unaufklärbarkeit toxischer Massenschäden

### Eine rechtsvergleichende und interdisziplinäre Studie

„Im Kosovo-Krieg (1999) setzte die NATO bei ihren Luftschlägen gegen serbische Stellungen unter anderem sog. *Tomahawk Cruise Missiles* (Marschflugkörper) ein. Geschosse dieses Waffentyps beinhalten hochgiftiges angereichertes Uran (Uran 238), das bei einem Aufprall oder einer Explosion zu radioaktivem Feinstaub (Uranoxid) verbrennt. Das Einatmen dieses Gifts wirkt nachweislich krebserregend. Zudem bleibt die radioaktive Strahlung an der Einschlagstelle für unbestimmte Zeit geringfügig erhöht. Seit Ende des Krieges sind unter den eingesetzten NATO-Soldaten rund 50 Leukämie-Verdachtsfälle und mindestens 18 Leukämie-Todesfälle aufgetreten (sog. *Balkan Syndrom*). Da Leukämie durch verschiedene, auch natürliche Faktoren ausgelöst werden und sogar spontan auf Grund erbbiologischer Veranlagung entstehen kann, läßt

sich der Nachweis eines direkten Zusammenhanges mit einer möglichen Uranexposition in solchen Fällen nicht führen.“

„Uran-Munition wurde von den USA auch bereits im Golf-Krieg gegen den Irak (1991) eingesetzt. Neben dem Uran wurden die US-Streitkräfte dabei auch diversen biologischen und chemischen Kampfstoffen sowie verschiedenen Insektenvernichtungsmitteln ausgesetzt, ferner wurden die Soldaten mit bis zu 17 verschiedenen Substanzen zum Schutz vor möglichen Schäden etwa durch Nervengas oder die klimatisch bedingten Verhältnisse am Persischen Golf geimpft. Neben einigen Leukämievorfällen klagten viele Soldaten nach Ende des Krieges über Leber- und Nierenstörungen, Muskel- und Gliederschmerzen, eine Schwächung ihres Immunsystems, Müdigkeit,

Kopfschmerzen, Gedächtnisverlust, Depressionen sowie vorgeburtliche Schäden ihrer Nachkommenschaft (sog. *Golf-Krieg Syndrom*). Ein Zusammenhang der einzelnen Schäden mit einer bestimmten Substanz konnte auch hier wegen der zahlreichen anderen denkbaren Schadensentstehungsmöglichkeiten niemals hergestellt werden. (...)“

„Seit mehreren Jahren werden von verschiedenen Instituten epidemiologische Studien über die Schädlichkeit der Benutzung sog. *Handys (cellular phones)* durchgeführt. Während manche Studienteilnehmer über Hautreizungen und zeitweiliges Brennen in den Augen klagten, bildeten sich in seltenen Fällen auch Gehirntumore aus. Ein signifikanter Risikoanstieg ließ sich aber bis heute bei keinem der Teilnehmer nachweisen.“

„Zu weitgehend entsprechenden Ergebnissen gelangen Studien im allgemeinen auch bezüglich elektromagnetischer Strahlung (sog. *Elektrosmog*) sonstiger elektrischer Geräte, wie etwa Computerbildschirmen, Video-Terminals, Mikrowellenöfen, Heizdecken, beheizten Wasserbetten oder Kurzwellenradios, sowie des Strahlungsbereichs in der Nähe von Hochspannungslei-

tungen oder Mobilfunkmasten. Neuere Untersuchungen konnten bisher lediglich eine statistisch signifikante Erhöhung des Leukämierisikos bei Elektrikern feststellen, ohne freilich im Einzelfall eine Verursachung durch andere Risiken ausschließen zu können.“

„(...) So entwickelten etwa viele Arbeiter im Uranbergbau, die über Jahre hinweg dem radioaktiven Gas *Radon* ausgesetzt waren, diverse Lungenkrankheiten bis hin zum Lungenkrebs, ohne eine nähere Verknüpfung ihrer Leiden mit ihrer Tätigkeit herstellen zu können. Epidemiologische Studien konnten zwar nachweisen, daß sich das Lungenkrebsrisiko in diesen Fällen signifikant um einen bestimmten Prozentsatz gegenüber der sonstigen Bevölkerung erhöht haben mußte, ließen aber weitergehende Rückschlüsse auf eine bestimmte schadensauslösende Ursache nicht zu.“

Solche und andere Beispiele auch aus Toxikologie und Pharmakologie waren für den Juristen Christian Seyfert Anlaß für eine rechtsvergleichende Studie zu „Mass Toxic Torts“, zu „(unerlaubten) toxischen Massenschäden“. Seine Arbeit wurde im Winterseme-