

sechs verschiedene Regressionsmodelle werden in zwei Tabellen dargestellt, eine für den Dosisbereich 0 bis 150 mSv/a (0 bis 838 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>); Tabelle 2), die andere für den Dosisbereich 0 bis 70 mSv/a (0 bis 391 Bq/m<sup>3</sup>; Tabelle 3). Zwei der 28 Studien, die von Cohen (1995) [3] und die von Lubin et al. (1997) für Uranminenarbeiter [4], haben wegen großer Fallzahlen einen unverhältnismäßig starken Einfluss auf das Ergebnis. Die Arbeit von Cohen, eine ökologische Studie aus den USA, wurde in der Folge kritisiert [5]. Der dort beobachtete negative Risikofaktor sei im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass der Einfluss des Rauchens nicht berücksichtigt wurde.

Die folgenden Ergebnisse beschränken sich auf den Dosisbereich von 0 bis 391 Bq/m<sup>3</sup>, der für die Radonbelastung in Wohnräumen (Mittelwert in Deutschland circa 50 Bq/m<sup>3</sup>) relevant ist. In [1], Tabelle 3, werden Ergebnisse für sechs verschiedene Regressionsmodelle aufgeführt. Für die folgende Betrachtung genügen aber die Ergebnisse für das lineare- und das linear-quadratische Modell.

**Lineares Modell:** Mit den Daten aus allen 28 Datensätzen errechnet ist der Risikoeffizient des relativen Risikos negativ ( $\beta = -0,0027 \pm 0,0003$  pro mSv/a); ohne die beiden Datensätze aus [3] und [4] ist er dagegen positiv ( $\beta = 0,0038 \pm 0,0041$ ).

**Linear-quadratisches Modell:** Mit allen Daten ist der lineare Term negativ ( $\beta_1 = -0,024 \pm 0,003$ ) und der quadratische Term positiv ( $\beta_2 = 0,00047 \pm 0,00002$ ). Ohne die Daten aus [3] und [4] ist es umgekehrt: der lineare Term ist positiv ( $\beta_1 = 0,0093 \pm 0,0013$ ) und der quadratische Term negativ ( $\beta_2 = -0,00009 \pm 0,00004$ ). Damit passen die Daten aus [3] und [4] nicht zu den Daten der restlichen 26 Studien. Im

Bereich kleiner Dosen, in dem der lineare Term überwiegt, beträgt demzufolge das Strahlenrisiko  $\beta_1 = 0,0093 / 5,59 \times 100 = 0,166$  pro 100 Bq/m<sup>3</sup>, wenn der in [1] verwendete Faktor 5,59 für die Umrechnung von mSv/a in Bq/m<sup>3</sup> verwendet wird.

Der Verfasser dieses Artikels bat einen der Autoren von [1] (Fornalski) um die Daten im Dosisbereich 0 bis 20 mSv, bzw. 0 bis 112 Bq/m<sup>3</sup>. Die Auswertung aller Daten mit einem linearen Modell ergibt einen insgesamt negativen Risikofaktor, der jedoch bedingt ist durch den dominierenden Einfluss der Daten aus den Studien [3] und [4] ( $\beta = -0,0145 \pm 0,0017$ ;  $p < 0,0001$ ). Ohne die Daten aus diesen beiden Studien ist der Risikofaktor positiv ( $\beta = 0,013 \pm 0,008$ ), wenn auch wegen kleiner Fallzahlen nicht statistisch signifikant. Die Daten und die zugehörigen Regressionslinien zeigt Abbildung 1.

#### Vergleich mit anderen Studien

Auf Anfrage teilte Fornalski dem Verfasser das Ergebnis einer Auswertung ohne die Daten aus [3] und [4] im Dosisbereich 0 bis 20 mSv mit dem von ihm verwendeten Bayes'schen Regressionsmodell mit. Der Risikofaktor ergab sich zu  $\beta = 0,0086 \pm 0,0111$ , entsprechend 0,154 pro 100 Bq/m<sup>3</sup>. Das Ergebnis stimmt gut mit dem von Darby et al. veröffentlichten Wert von 0,16 pro 100 Bq/m<sup>3</sup> überein.

Eine im Jahr 1996 erschienene ökologische Studie aus Südeuropa [6] untersuchte die Krebsinzidenz in Abhängigkeit von der Radonbelastung in Wohnhäusern in Gegenden mit erhöhter natürlicher Hintergrundstrahlung, den Graf-schaften Cornwall und Devon. Die Autoren von [6] stellen in der Zusammenfassung lediglich fest, dass außer für weißen Hautkrebs bei keiner der 14 untersuchten Krebsarten eine Radonabhängigkeit des

Risikos gefunden wurde.

Der Verfasser dieses Beitrags hat nun eine Auswertung für alle Malignome gemeinsam durchgeführt und findet eine hochsignifikante Radonabhängigkeit des Krebsrisikos. Abbildung 2 zeigt die altersstandardisierte Krebsinzidenz in Abhängigkeit von der Radonkonzentration (10 Kategorien, siehe Tabelle 2 von [6]) und das Ergebnis einer Regression mit einem linear-quadratischen Ansatz.

Aus den Zusammenfassungen der beiden Studien [1] und [6] entnimmt man, dass Radon in Wohnräumen kein erhöhtes Krebsrisiko verursacht. Eine genauere Durchsicht der Arbeiten zeigt aber, dass genau das Gegenteil der Fall ist.

1. Fornalski KW, Dobrzyński L. Pooled Bayesian analysis of twenty-eight studies on radon induced lung cancers. *Health Phys.* 2011 Sep;101(3):265-7.
2. Darby S, Hill D, Deo H, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysan H, Bochicchio F, Falk R, Farachi S, Figueiras A, Hakama M, Heid I, Hunter N, Kreienbrock L, Kreuzer M, Lagarde F, Mäkeläinen I, Muirhead C, Oberaigner W, Pershagen G, Ruosteenoja E, Rosario AS, Tirmarche M, Tomásek L, Whitley E, Wichmann HE, Doll R. Residential radon and lung cancer-detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14,208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. *Scand J Work Environ Health.* 2006;32 Suppl 1:1-83.
3. Cohen BL. Test of the linear no-threshold theory of radiation carcinogenesis for inhaled radon decay products. *Health Phys.* 68:157-174; 1995.
4. Lubin JH, Tomasek L, Edling C, Hornung RW, Howe G, Kunz E, Kusiak RA, Morrison HI, Radford EP, Samet JM, Tirmarche M, Woodward A, Yao SX. Estimating cancer mortality from residential radon using data for low exposures miners. *Radiat Res.* 147:126-134; 1997.
5. Puskin JS. Smoking as a confounder in ecologic correlations of cancer mortality rates with average county radon levels.

*Health Phys.* 2003 Apr;84(4):526-32

6. Etherington DJ, Pheby DF, Bray FI. An ecological study of cancer incidence and radon levels in South West England. *Eur J Cancer.* 1996 Jun;32A(7):1189-97.

\* Dr. Alfred Körblein,  
alfred.koerblein@gmx.de  
www.alfred-koerblein.de

## Ehrung

### Nuclear-Free Future Award für Sebastian Pflugbeil

Dr. Sebastian Pflugbeil ist Preisträger des Nuclear-Free Future Award 2012 der Münchner „Franz-Moll-Stiftung für die kommenden Generationen“. Er wird damit für sein Lebenswerk ausgezeichnet. Der Physiker und DDR-Bürgerrechtler ist ein Atom-Detektiv; seit Jahrzehnten eine Quelle für zuverlässige Daten, deckt er immer wieder gefälschte Daten und Statistiken auf, schreibt die Stiftung. Er ist Präsident der deutschen Gesellschaft für Strahlenschutz und Mitglied der Redaktion des Strahlentelex. Sebastian Pflugbeil erhält den Nuclear-Free Future Award 2012 gemeinsam mit Gabriela Tsukamoto von der portugiesischen Initiative „Movimento Urânio em Nisa Não“, der japanischen Ärztin Katsumi Furitsu von der IPPNW, Yves Marnignac vom World Information Service on Energy (WISE-Paris), und der Chefredakteurin der Schweizer Wochenzeitung WOZ, Susan Boos. Die Preisverleihung ist für den 29. September 2012 in Heiden in der Schweiz angekündigt. Strahlentelex gratuliert ganz herzlich.