

Die Forderung nach staatlichen Fonds sei nicht neu: Auch bei solchen Fonds bestünden im Hinblick auf die Verfügbarkeit der Mittel in der Zukunft durchaus Risiken, insbesondere die Finanzkrise habe vor Augen geführt, daß auch als sicher angesehene Anlagefonds mit Risiken behaftet sein können. Gleichwohl sei das eine Überlegung,

die man prüfen könne, erklärte das BMU.

Ulrich Wollenteit: Verfassungsrechtliche Probleme der Standortplanung für ein atomares Endlager in Gesetzesform. Rechtsgutachten im Auftrag von Greenpeace e.V., Hamburg 1. April 2012, www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/atomkraft/Rechtsgutachten_Endlager_suchgesetz.pdf

Bettina Meyer, Tristan Fuhrmann: Rückstellungen für Rückbau und Entsorgung im Atombereich. Thesen und Empfehlungen zu Reformoptionen. Studie im Auftrag von Greenpeace e.V.. Forum ökologisch-soziale Marktwirtschaft (FÖS) e.V., Berlin/Kiel 11. April 2012, www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/atomkraft/120411_Studie_Rueckstell_endg_Verweise_aktiv.pdf

Der Gesetzentwurf zum Endlagersuch-/Standortauswahlgesetz ist im Internet zu finden unter: http://bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/20120301_klima_energie_standortauswahlgesetz_entwurf.pdf und als Kurzlink unter: www.bund.net/pdf/entwurf_standortauswahlgesetz

Epidemiologie

Fraglicher Abstandstrend des Krebsrisikos um Brokdorf

Erhöhte Krebshäufigkeit in der Gemeinde Wewelsfleth in der Hauptwindrichtung des KKW Brokdorf

Von Alfred Körblein*

Seit Jahren beunruhigt die Bewohner von Wewelsfleth die auffällig erhöhte Krebsrate in ihrer Gemeinde, die nur wenige Kilometer vom KKW

Brokdorf entfernt ist. Die vorliegende Arbeit prüft, ob das Krebsrisiko in den Gemeinden um Brokdorf mit der Nähe zum Kernkraftwerk zunimmt.

Tabelle 1: Poissonregression mit reziprokem Abstandsmodell

parameter	estimate	SE	z value	p value
(Intercept)	0,0788	0,0570	1,384	0,1670
β	0,0693	0,2482	0,279	0,7800

Tabelle 2: Poissonregression mit reziprokem Abstandsmodell, ohne Wewelsfleth und Wilster

parameter	estimate	SE	z value	p value
(Intercept)	-0,2105	0,0808	-2,604	0,0092
β	0,3872	0,2845	1,361	0,1735
wewel	0,4843	0,1032	4,694	2,7E-06
wilster	0,4357	0,0781	5,577	2,5E-08

Tabelle 3: Poissonregression mit reziprokem Abstandsmodell, ohne Wilster

parameter	estimate	SE	z value	p value
(Intercept)	-0,1425	0,0756	-1,885	0,0594
β	0,5325	0,2633	2,023	0,0431
wilster	0,3501	0,0743	4,715	2,4E-06

Tabelle 4: Ergebnisse einer Regression mit Rayleighmodell, ohne Wilster

parameter	estimate	SE	t value	p value
Intercept	0,7219	0,0965	7,484	0,0000
a	0,3388	0,0911	3,722	0,0023
b	0,0601	0,0157	3,822	0,0019
wilster	0,5455	0,0957	5,703	5,5E-05

Eine Regressionsanalyse der Krebsraten findet eine Abstandsabhängigkeit des Krebsrisikos dann, wenn die Stadt Wilster mit ihrer hochsignifikanten Krebsrate als Ausreißer betrachtet werden kann, und wenn als Regressionsmodell eine Ray-

leighverteilung verwendet wird.

Im April 2012 wurde im Strahlentelex auf die erhöhte Krebsinzidenz in Wewelsfleth hingewiesen, einer Nachbar-gemeinde von Brokdorf. Der Ortsmittelpunkt (Kirche) liegt nur 3,7 Kilometer vom KKW

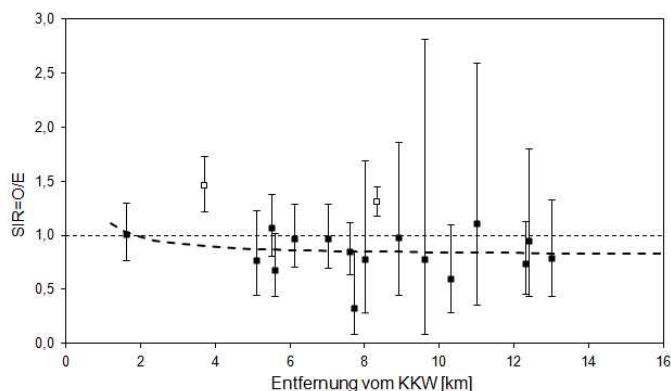


Abbildung 1: Standardisierte Inzidenzverhältnisse (SIR) für die Krebsinzidenz in den Gemeinden um das Kernkraftwerk Brokdorf (schwarze Punkte) und Ergebnisse von Regressionen ohne Wewelsfleth und Wilster (weiße Punkte). Gestrichelte Linie: reziprokes Abstandsmodell. Die Fehlerbalken sind Standardabweichungen.

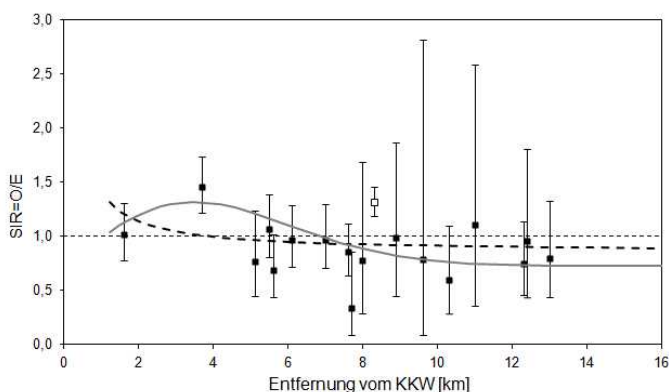


Abbildung 2: Standardisierte Inzidenzverhältnisse (SIR) für die Krebsinzidenz in den Gemeinden um das Kernkraftwerk Brokdorf (schwarze Punkte), und Ergebnisse von Regressionen ohne die Stadt Wilster (weißer Punkt). Gestrichelte Linie: reziprokes Abstandsmodell, durchgezogene Linie: Rayleighmodell.

Brokdorf entfernt in östlicher Richtung, in der Abluftfahne des Kernkraftwerks. Seit die erhöhten Krebsraten bekannt sind, gibt es bei den Einwohnern von Wewelsfleth die Befürchtung, dass das KKW dafür verantwortlich sein könnte.

Die Zahlen von beobachteten (O) und statistisch erwarteten (E) Krebsfällen in 18 Gemeinden im 10-Kilometer-Umkreis um Brokdorf und die Entfernungen zwischen Gemeindemittelpunkt und dem KKW Brokdorf wurden von Dr. Karsten Hinrichsen, Sprecher der Bürgerinitiative „Brokdorf-Akut“, besorgt. Er bat zu prüfen, ob die Krebsinzidenz mit der Nähe zum KKW Brokdorf zunimmt.

Regressionsmodelle und Ergebnisse

Eine Poissonregression der standardisierten Inzidenzverhältnisse $SIR=O/E$ in den 18 Gemeinden mit einer reziproken $(1/r)$ Entfernungsabhängigkeit ergab keinen Hinweis auf die Existenz eines Abstandstrends (Trendparameter $\beta=0,07 \pm 0,25$; $p=0,78$; siehe Tabelle 1 und Abbildung 1). Allerdings wiesen die Daten eine erhebliche Overdispersion auf, das heißt die Streuung in den Daten war viel größer als statistisch erwartet (Deviance=55,1 bei 16 Freiheitsgraden ($df=16$)).

Wie sich zeigt, ist die Overdispersion allein auf die erhöhten Krebsraten in Wewelsfleth und in der etwa 8 Kilometer nördlich des KKW Brokdorf gelegenen Stadt Wilster zurückzuführen. Ohne diese beiden Gemeinden liegt die Streuung der Daten im Normalbereich (Deviance=12,6; $df=14$). Interessanterweise zeigt sich jetzt ein schwacher Entfernungstrend ($\beta=0,39 \pm 0,28$, $p=0,174$, siehe Tabelle 2). Die Erhöhungen der SIR in Wewelsfleth (+62 Prozent), vorletzte Zeile in Tabelle 2) und in Wilster (+55 Prozent) werden mit Hilfe der Dummyvariablen „wewel“ und „wilster“ ermittelt (siehe

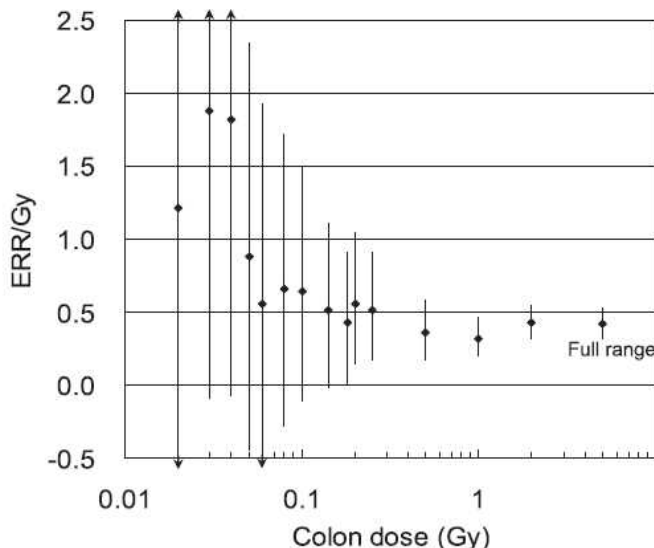


Abbildung 3: **Ergebnisse der Auswertung der Daten der japanischen Atombombenüberlebenden für die Jahre 1950-2003 in verschiedenen Dosisbereichen.** Das Krebsrisiko ERR/Gy für solide Tumore ist im Dosisbereich (colon dose) unterhalb 0,04 Gray (Gy) circa 4-mal größer als im gesamten Dosisbereich (Full range). Grafik entnommen aus [4].

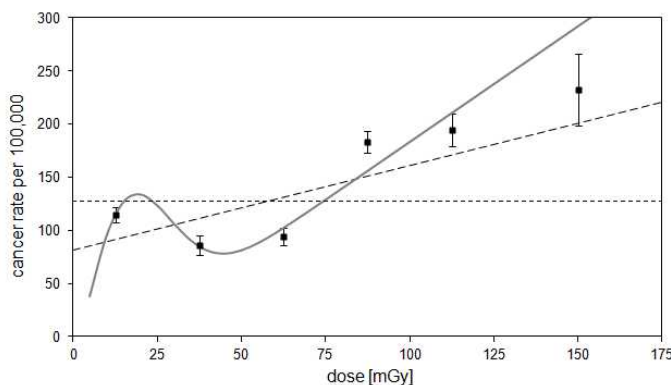


Abbildung 4: **Krebsinzidenz in Yangjiang, China, in Abhängigkeit von der Höhe der Strahlendosis infolge natürlicher Hintergrundstrahlung.** Die durchgezogene Linie zeigt das Ergebnis einer Regression mit einer einem linearen Trend überlagerten Rayleighverteilung.

Tabelle 2, vorletzte und letzte Zeile). In beiden Gemeinden sind die Erhöhungen gegenüber dem Trend der SIR in den restlichen Gemeinden hochsignifikant ($p<0,0001$).

Dass die Erhöhung der Krebsrate in Wilster mit den Emissionen des KKW Brokdorf zu tun haben könnte, ist schon deshalb nicht plausibel, weil die meisten umliegenden Gemeinden eine gegenüber dem Erwartungswert erniedrigte Krebsrate aufweisen. Außerdem liegt Wilster, anders als Wewelsfleth, nicht in der Abluftfahne des KKW. Im Folgenden wird deshalb davon

ausgegangen, dass die auffällige Erhöhung in Wilster andere, noch unbekannte Ursachen hat.

Eine Poissonregression unter Ausschluß von Wilster ergibt einen signifikanten Abstandstrend ($\beta=0,53 \pm 0,26$; $p=0,043$). Allerdings ist die Anpassung des Modells an die Daten nicht gut (Deviance=33,0; $df=15$). Die Ergebnisse zeigt Tabelle 3, die letzte Zeile enthält wieder die relative Erhöhung der Krebsrate in Wilster. Berücksichtigt man die Overdispersion, so ist der Abstandstrend nicht mehr signifikant ($p=0,190$).

In einem Strahlentelex-Artikel des Autors vom Januar 2011 [1] wurde bereits darauf hingewiesen, dass das reziproke Abstandsmodell für den Nahbereich von Kernkraftwerken ungeeignet ist, da die Kurve für kleine Abstände gegen Unendlich geht. Aus atmosphärischen Ausbreitungsrechnungen ist bekannt, dass das Maximum der Strahlenbelastung – abhängig von der Kaminhöhe und der Diffusionsklasse – erst in einem Abstand von einigen Kilometern vom Abluftkamin des KKW auftreten kann. Ein einfaches mathematisches Modell, das ein Maximum im Nahbereich aufweist, ist eine modifizierte Rayleighverteilung der Form $y=ax*\exp(-bx^2)$. Es benötigt allerdings zwei Parameter (a, b), während das Poissonmodell mit nur einem Trendparameter (β) auskommt. Das Regressionsmodell für SIR hat damit folgende Form:

$$SIR(r) = \text{Intercept} + a*r/\exp(b*r^2) + d*wilster.$$

Die Ergebnisse der Regression mit dem Rayleighmodell zeigen Tabelle 4 und Abbildung 2. Die Anpassung an die Daten ist mit dem Rayleighmodell sehr viel besser als mit dem reziproken Abstandsmodell, die Deviance verringert sich auf 16,3 bei 14 Freiheitsgraden. Die Verbesserung der Anpassung gegenüber dem reziproken Abstandsmodell ist deutlich signifikant ($p=0,0026$, F-Test). Auch gegenüber dem Modell ohne Abstandsabhängigkeit ist die Verbesserung der Anpassung signifikant ($p=0,0040$; F-Test mit 2 Freiheitsgraden).

Diskussion

Das Sozialministerium Schleswig-Holstein argumentiert, eine Strahlenursache könne für die auffällige Erhöhung der Krebsrate in Wewelsfleth ausgeschlossen werden, da die Strahlenbelastung durch Emissionen des Kernkraftwerks um Größenordnungen zu niedrig sei. Mit dem gleichen Argument wurden auch

die Ergebnisse der deutschen Studie zu Kinderkrebs um Kernkraftwerke (KiKK-Studie) als strahlenbiologisch unplausibel bezeichnet. Nachdem aber Studien in England, der Schweiz und in Frankreich vergleichbare Ergebnisse brachten [2], kann jetzt als erwiesen gelten, dass Leukämien bei Kleinkindern im Nahbereich von Kernkraftwerken signifikant erhöht sind.

Weit weniger Studien gibt es zu Krebs bei Erwachsenen im Umkreis von Kernkraftwerken. Die norddeutsche Leukämie- und Lymphomstudie (NLL-Studie, [3]) untersuchte dies und fand unter anderem ein 3,4-fach erhöhtes Risiko für akute lymphatische Leukämien bei Männern in der höchsten Expositions-kategorie.

Behörden und Kernkraftwerksbetreiber stützen sich bei ihren Risikoabschätzungen auf Empfehlungen internationaler Strahlenschutzgremien wie ICRP und BEIR. Nach ICRP 60 beträgt das absolute zusätzliche Mortalitätsrisiko 0,05 pro Gray (EAR/Gy=0,05/Gy). Das entspricht einer Verdopplungsdosis für tödliche Krebsfälle von 20 Gy. Da im Mittel nur jede zweite Krebserkrankung zum Tod führt, ist der Risikofaktor für Krebserkrankung nicht 0,05/Gy sondern 0,1/Gy, entsprechend einer Verdopplungsdosis von 10 Gy. Eine um 50 Prozent erhöhte Krebsrate, wie in Wewelsfleth beobachtet, würde demnach eine Strahlenbelastung von 5 Gy erfordern. Offizielle Berechnungen für die jährliche zusätzliche Strahlendosis im Nahbereich von Kernkraftwerken ergeben dagegen Werte im Bereich einiger Mikrosievert pro Jahr beziehungsweise circa 0,1 Millisievert (mSv) in 30 Jahren.

Allerdings zeigt eine kürzlich erschienene Neuauswertung der Daten der japanischen Atombombenüberlebenden

[4], dass das Risiko für solide Tumoren bei kleinen Strahlenbelastungen unter 30 mSv circa 4-mal höher ist als über den gesamten Dosisbereich (siehe Abbildung 3). Eine neue Studie in einer Gegend erhöhter natürlicher Strahlenbelastung in China [6] ergab ein mehr als 10-fach höheres Krebsrisiko als nach ICRP 60 zu erwarten ist.

Greg Dropkin hat die Daten der japanischen Atombombenüberlebenden im Dosisbereich unter 20 mSv ausgewertet [5]. Er findet für solide Tumoren bei kleinen Strahlendosen ein circa 100-fach höheres Risiko als im Bereich höherer Dosen. Dabei verwendet er ein ähnliches Regressionsmodell wie das oben beschriebene Rayleighmodell. Ein ähnlicher Verlauf der Krebsrate zeigt sich auch in den Daten aus China. Die Auswertung dieser Daten mit einem Rayleighmodell, das einem linearen Trend überlagert ist, zeigt Abbildung 5. Trotz dieser Hinweise auf eine Unterschätzung des Strahlenrisikos durch die offiziellen Strahlenschutzgremien bleibt eine Erklärungslücke von etwa einem Faktor 1000, also in gleicher Größenordnung wie bei der KiKK Studie.

Wie oben ausgeführt, hängt die Antwort auf die Frage nach einem Abstandstrend davon ab, ob Wilster mit seiner hochsignifikant erhöhten Krebsrate als Ausreißer betrachtet wird.

1. Körblein A. Epidemiologische Auffälligkeiten um Kernkraftwerke: Synoptische Analyse. Strahlentelex 2011, 576-577:2-5. www.strahlentelex.de/Stx_11_576_S02-05.pdf
2. Körblein A. Kinderleukämie um Kernkraftwerke: Neue epidemiologische Studie aus Frankreich. Strahlentelex 2012, 602-603:1-3. www.strahlentelex.de/Stx_12_602_S01-03.pdf
3. Elbmarsch Leukämien: Darf Epidemiologie Ergebnisse liefern? Strahlentelex 2003, 392-393:5-6. www.strahlentelex.de/Stx_03_392_S05-06.pdf

4. Ozasa K. et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: an overview of cancer and non-cancer diseases. Radiat Res. 2012 Mar;177(3):229-43. www.rrjournal.org/doi/pdf/10.1667/RR2629.1
5. Dropkin G. Low dose radiation and cancer in A-bomb survivors: latency and non-linear dose-response in the 1950-90 mortality cohort. Environ Health. 2007 Jan 18;6:1. www.ncbi.nlm.nih.gov/

- pmc/articles/PMC1785370/pdf/1476-069X-6-1.pdf
6. Tao Z. et al. Cancer and non-cancer mortality among inhabitants in the high background radiation area of Yangjiang, China (1979-1998). Health Phys. 2012 Feb;102(2):173-81.

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

Katastrophenschutz nach Fukushima

Der deutsche Richtwert für Evakuierungen ist zu hoch

Analyse des BfS zur deutschen Katastrophenschutzplanung veröffentlicht

Seit dem Herbst 2011 liegt dem Bundesumweltministerium wie bereits gemeldet eine Analyse des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) vor, in der abgeschätzt wird, wie sich eine nukleare Katastrophe der Art, wie sie in Fukushima auftrat, in Deutschland auswirken würde. Nachdem diese Analyse dem Nachrichtenmagazin Spiegel zugänglich gemacht und in der Ausgabe vom 19. März 2012 unter der Überschrift „Die verdrängte Gefahr“ ein verheerendes Bild gezeichnet wurde, ist die Studie nun am 19. April 2012 in dem digitalen Online Repository und Informations-System (DORIS) des BfS auch öffentlich zugänglich gemacht worden.

Dazu wird vorab mitgeteilt, die Studie simuliere die Auswirkungen von länger andauernden Freisetzungen auf die Umwelt und den Menschen anhand von Fallbeispielen. Analysiert werde der Umfang und die Durchführbarkeit von anlagenexternen Notfall-schutzmaßnahmen, die erforderlich wären, wenn sich in Deutschland ein kerntechnischer Unfall mit ähnlich schweren radiologischen Auswirkungen wie im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi

ereignen würde. Dadurch soll ein Beitrag zur Prüfung der Frage geleistet werden, inwiefern das bestehende Notfallschutzkonzept in Deutschland eine zu Fukushima analoge Situation abdeckt. Die Freisetzungsverläufe radioaktiver Stoffe (Quellterme) seien im Hinblick auf das Untersuchungsziel so gewählt worden, daß die Auswirkungen der höchsten Stufe 7 (katastrophaler Unfall) auf der internationalen INES-Skala zur Bewertung nuklearer und radiologischer Ereignisse entsprechen. Die durch das BfS gewählten Quellterme seien im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) durch die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) geprüft worden und diese Prüfung habe bestätigt, daß die gewählten Quellterme für den Untersuchungszweck zwar geeignet seien, es jedoch keinen direkten anlagentechnischen Hintergrund für diese Quellterme in einem deutschen Kernkraftwerk gebe. Die vorliegende Studie, heißt es weiter, eigne sich daher nicht zur Ableitung von Schlüssen über die Wahrscheinlichkeit schwerer Unfallabläufe oder zu anderen Fragestellungen über

Ergänzung

Krebsrisiko um Brokdorf

Zu den Berechnungen eines Abstandstrends des Krebsrisikos um das AKW Brokdorf von Dr. Alfred Körblein in der vorigen Ausgabe des Strahlentelex Nr. 608-609 vom 3. Mai 2012 wird ergänzend mitgeteilt:

Wie berichtet lieferte Herr Dr. Karsten Hinrichsen, Sprecher der Bürgerinitiative „Brokdorf-Akut“, für diese Arbeit die Krebsdaten zusammen mit den Abständen der Gemeindepunkte vom KKW Brokdorf und bat um deren Auswertung. Diese Daten waren vom Krebsregister Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt worden. Sie repräsentieren Neuerkrankungen an Krebs insgesamt (nach ICD 10: C00-C97 ohne C44) für Männer und Frauen zusammen für den Zeitraum von 1998 bis 2007. Die erwarteten Werte wurden vom Krebsregister anhand der durchschnittlichen Inzidenz für Schleswig-Holstein für den Zeitraum von 1998 bis 2007 berechnet. Besonders gedankt sei den Herren Prof. Dr. med. Alexander Katalinic, Direktor des Instituts für Krebs Epidemiologie e.V. an der Universität zu Lübeck, und dem Diplom-Geographen Dr. Ron Pritzkeleit.

Alfred Körblein ●