

Kinderkrebs um Kernkraftwerke

Die Schweizer CANUPIS-Studie

Von Alfred Körblein*

Eine neue schweizerische Langzeitstudie fand nach Aussage der Autoren keine Hinweise dafür, dass kindliche Krebserkrankungen in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger auftreten als anderswo. Nicht erwähnt wird, dass die Schweizer Ergebnisse sehr gut mit Befunden von Studien aus Deutschland und Großbritannien übereinstimmen, die das Gegenteil zeigen.

Kürzlich wurden die Ergebnisse einer neuen epidemiologischen Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung der Schweizer Kernkraftwerke, die sogenannte CANUPIS-Studie (Childhood Cancer and Nuclear Power Plants in Switzerland), veröffentlicht. Sie war in Reaktion auf die Ergebnisse der Ende 2007 veröffentlichten deutschen KiKK-Studie vom Schweizer Bundesamt für Gesundheit (BAG) und der Krebsliga Schweiz (KLS) in Auftrag gegeben worden, und wurde vom Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern von September 2008 bis Dezember 2010 durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift *International Journal of Epidemiology* publiziert [1].

Die Pressemeldung der Universität Bern vom 12. Juli 2011 berichtete über die Ergebnisse der Studie unter der Überschrift: „Keine Hinweise auf ein erhöhtes Kinderkrebsrisiko in der Nähe von Kernkraftwerken“. Das ist, wie im Folgenden gezeigt wird, so nicht richtig: Hinweise auf ein erhöhtes Risiko gibt es in den Schweizer Daten sehr wohl, auch wenn die Erhöhung nicht signifikant ist.

Methodik der Studie

Das Risiko für Leukämie und andere Krebsarten bei Kindern, die in der Nähe von einem der fünf Schweizer

KKWs (Beznau I und II, Mühleberg, Gösgen und Leibstadt) geboren wurden, wird verglichen mit demjenigen von Kindern, die in der restlichen Schweiz geboren wurden. Alle im Zeitraum 1985 bis 2009 in der Schweiz geborenen Kinder wurden in die Studie aufgenommen, insgesamt über 1,3 Millionen Kinder im Alter von 0 bis 15 Jahren. Das Kollektiv umfasste über 21 Millionen Personjahre.

Die Schweiz wurde in vier Zonen aufgeteilt: Zone I bezeichnet das Gebiet innerhalb von 5 Kilometern des näch-

sten KKWs; Zone II das Gebiet zwischen 5 und 10 Kilometern; Zone III den Bereich zwischen 10 bis 15 Kilometern und Zone IV den Rest des Landes außerhalb des 15-Kilometer-Perimeters. Das Krebsrisiko wurde für jede Zone berechnet. Die in den Zonen I bis III beobachteten Fälle wurden mit den aufgrund des Risikos in Zone IV (Referenzgruppe) erwarteten Fällen verglichen. Die Wohnorte der Kinder wurden geokodiert und erlaubten somit eine genaue Berechnung der Distanz zum nächsten KKW. Weil Kinder viel strahlenempfindlicher sind als Erwachsene, und dies insbesondere auf die Zeit der vorgeburtlichen Entwicklung und der ersten Lebensjahre zutrifft, wurde primär der Wohnort zum Zeitpunkt der Geburt für die Entfernungsbestimmung herangezogen.

Ergebnisse der CANUPIS-Studie

Es wurden zwei verschiedene „Kohorten“ gebildet: Die erste nach dem Wohnort bei der Geburt (*birth cohort*), die zweite Kohorte nach Wohnort bei Diagnose der Krebskrank-

heit (*residence cohort*). Berichtet werden aber in der Pressemeldung der Universität Bern nur die Ergebnisse für die *birth cohort* bei Kindern unter 5 Jahren, bei der ein um 20% gegenüber der Vergleichsregion erhöhtes Risiko gefunden wurde (8 beobachtete Fälle (O=8) gegenüber 6,8 erwarteten Fällen (E=6,8)). Bei der *residence cohort* betrug die Erhöhung 41% (O=11, E=7,8). Wegen kleiner Fallzahlen sind beide Ergebnisse nicht signifikant: Das Vertrauensintervall für das relative Risiko (*incidence rate ratio*, IRR) beträgt für die Geburtskohorte 0,60-2,41. Dieses Ergebnis sei also sowohl mit einer Risikoreduktion als auch mit einer Risikoerhöhung vereinbar, fasst Matthias Egger, der Studienleiter, zusammen.

Eigene Auswertung: Metaanalyse

Ein Vergleich der Ergebnisse der CANUPIS-Studie mit denen der KiKK Studie ist nicht direkt möglich, weil sich das Studiendesign unterscheidet: Die KiKK-Studie ist eine Fall-Kontrollstudie, sie enthält keine Informationen zu er-

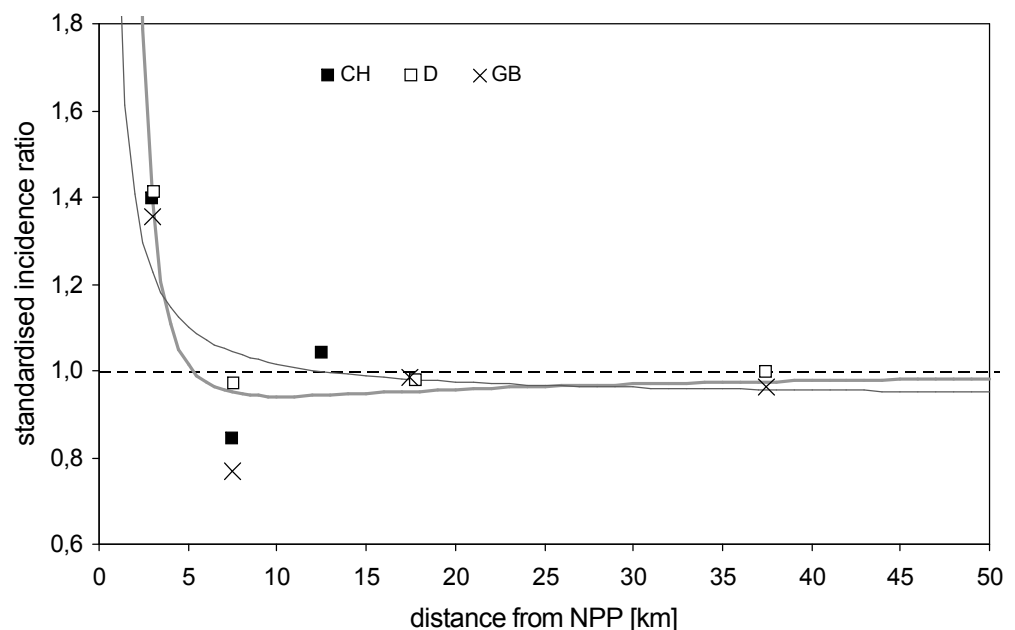


Abbildung 1: Leukämierisiko (standardisiertes Inzidenzverhältnis) von Kleinkindern in der Umgebung von Kernkraftwerken in der Schweiz (CH), in Großbritannien (GB) und in Deutschland (D). Die durchgezogenen Linien sind Ergebnisse von Regressionen mit einem linearen (dünne Linie) und einem linear-quadratischem Abstandsmodell (stärkere Linie).

warteten Fallzahlen.

Im Folgenden vergleiche ich die Schweizer Ergebnisse mit denen von methodisch ähnlichen Studien aus Großbritannien [2] und Deutschland [3]. Beide Studien enthalten - wie die CANUPIS-Studie - Angaben zu beobachteten (O) und erwarteten (E) Fallzahlen in den einzelnen Entfernungszonen. Sie sind jedoch sogenannte ökologische Studien, bei denen - anders als in der Schweizer Studie - keine individuellen Wohnadressen zur Verfügung standen, sondern nur die Fallzahlen auf Gemeindeebene. Der Mittelpunkt einer Gemeinde diente als Ersatzgröße für die Entfernung zum nächsten KKW. Die Gemeinden wurden Entfernungszonen zugeteilt (0-5 km, 5-10 km, etc.), wie das auch in der Schweizer Studie gemacht wurde. In beiden Studien (Großbritannien (GB) und Deutschland (D)) wurde für die Entfernungsbestimmung der Wohnort bei Diagnosestellung zu Grunde gelegt. Deshalb verwende ich für den folgenden Vergleich ebenfalls die Daten der *residence cohort* aus der CANUPIS Studie und nicht die der *birth cohort*.

In Tabelle 3 der Schweizer Studie [1] werden die Werte von IRR (*incidence rate ratio*) angegeben. IRR ist das Verhältnis der Leukämieinzidenz in der jeweils betrachteten Entfernungszone (0-5 km, 5-10 km, 10-15 km) zur Inzidenz für größere Entfernungen $r > 15$ km (Zone IV). Für eine gemeinsame Auswertung (Metaanalyse) der Schweizer Daten (CH) der Leukämieinzidenz mit den Daten aus Deutschland (D) und Großbritannien (GB) werden jedoch die standardisierten Inzidenzverhältnisse $SIR = O/E$ benötigt. SIR ist aber das Verhältnis der Inzidenz in den einzelnen Entfernungszonen zur mittleren Inzidenz in der Schweiz. Die Werte von E errechnen sich dann mit $E = O/SIR$.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Werte von SIR in den Entfernungszonen um die Kernkraftwerke. Auffällig ist, dass die Werte der SIR im 5-km Nahbereich für die 3 Datensätze fast gleich groß sind. Sie liegen bei 1,4; das Risiko ist also gegenüber dem Erwartungswert jeweils um etwa 40% erhöht. Jedoch ist die Erhöhung in keinem der drei Datensätze auf dem 5% Niveau signifikant. Interessant ist auch, dass die Werte von SIR im 5-10 km Bereich für alle drei Datensätze kleiner sind als 1 (Tabelle 1).

Das relative Risiko (RR) in Tabelle 1 ist der Quotient aus SIR für r kleiner 5km und SIR für r größer 5km. Der p-Wert wird mit einem zweiseitigen Binomialtest ermittelt (Excel Funktion BINOMVERT). Für jeden der drei Datensätze ist der p-Wert für RR größer als 0,05.

Für die gemeinsame Auswertung der Datensätze werden die Zahlen der beobachteten (O) und erwarteten (E) Leukämiefälle jeweils addiert („gepoolt“). Die Zusammenfassung der Datensätze aus der Schweiz (CH) und Großbritannien (GB) ergibt $RR = 1.42$ ($p = 0.075$). Das Leukämierisiko wäre signifikant erhöht, wenn ein einseitiger Test verwendet würde ($p = 0,037$), und das, obwohl beide Studien - einzeln ausgewertet - „keinen Hinweis auf“ bzw. „no indication of“ [2] ein erhöhtes Risiko im Nahbereich ergaben. Die Zusammenfassung aller drei Studien ergibt $RR = 1,44$ ($p = 0,007$), eine auf dem 1% Niveau signifikante Erhöhung.

Sowohl die CANUPIS-Daten wie die Daten aus GB wurden mit Poissonregression ausgewertet. Deshalb werden im Folgenden die drei Datensätze ebenfalls zusätzlich mit Poissonregression analysiert. Verwendet wird dabei die Funktion *glm()*, *family=Poisson* des Statistikpakets R. Der

5km-Nahbereich wird mit einer Indikatorvariablen (*dummy*) gekennzeichnet.

Die Ergebnisse der Regressionen mit dummy für den Nahbereich enthält Tabelle 2. Die Werte von RR stimmen mit denen in Tabelle 1 überein,

aber die zugehörigen p-Werte sind etwas kleiner als beim Binomialtest. Bei einer gemeinsamen Analyse der Daten aus CH und GB ist der Effekt im Nahbereich jetzt grenzwertig signifikant ($p = 0,051$). Die gemeinsame Analyse aller

Tabelle 1: Relatives Leukämierisiko im Nahbereich (Binomialtest)

CH	O	E	SIR	p value*	RR	p value**
0-5 km	11	7,87	1,40	0,3431	1,46	0,3334
5-15 km	54	56,40	0,96			
GB						
< 5 km	20	14,74	1,36	0,2216	1,41	0,1715
> 5 km	1579	1640,44	0,96			
D						
< 5 km	34	24,09	1,41	0,0656	1,45	0,0549
> 5 km	585	599,58	0,98			
CH+GB						
< 5 km	31	22,61	1,37	0,1079	1,42	0,0745
> 5 km	1633	1696,84	0,96			
CH+GB+D						
< 5 km	65	46,70	1,39	0,0130	1,44	0,0069
> 5 km	2218	2296,42	0,97			

* p-Wert berechnet mit der Poissonverteilung

** p-Wert berechnet mit der Binomialverteilung (2-Stichproben-Test)

Tabelle 2: Ergebnisse der Regressionsanalysen für den Nahbereich

data set	estimate	SE	RR	95% CI		p value
CH	0,378	0,331	1,46	0,76	2,79	0,2530
GB	0,343	0,225	1,41	0,91	2,19	0,1270
D	0,369	0,176	1,45	1,02	2,04	0,0364
CH+GB	0,354	0,181	1,42	1,00	2,03	0,0509
CH+GB+D	0,365	0,126	1,44	1,13	1,84	0,0037

Tabelle 3: Datensatz für die Metaanalyse

dataset	r	O	E	5km
CH	3	11	7,87	1
CH	7,5	20	23,72	0
CH	12,5	34	32,68	0
GB	3	20	14,74	1
GB	7,5	40	51,99	0
GB	17,5	349	354,45	0
GB	37,5	1190	1234	0
D	3,09	34	24,09	1
D	7,62	61	62,89	0
D	17,79	356	364,2	0
D	37,45	140	140,39	0
D	56,98	23	27,08	0
D	73,59	5	5,02	0

drei Datensätze (siehe Tabelle 3) ergibt $RR=1,44$ (95% Vertrauensbereich: 1,13-1,84; $p=0,0037$).

Zusätzlich wird der Abstandstrend untersucht. Eine Poissonregression mit einer linearen Abhängigkeit vom reziproken Abstand ergibt einen signifikanten Schätzwert für den Trendparameter $\beta_1 = 0,816 \pm 0,401$ ($p=0,042$). Das linear-quadratische Abstandsmodell erlaubt eine bessere Anpassung an die Daten (AIC=85,72) als das lineare Modell (AIC=86,90); der lineare Trendparameter hat ein negatives Vorzeichen ($\beta_1 = -1,37 \pm 1,30$). Die Abstandsabhängigkeit ist deutlicher signifikant als mit dem linearen Modell ($p=0,029$, Chiquadratstest mit $df=2$). Das kleinste AIC, und damit die beste Anpassung, erzielt aber das Modell mit *dummy* für den Nahbereich (AIC=83,28).

Die Regressionslinien für das lineare und das linear-quadratische Abstandsmodell sind in Abbildung 1 eingetragen.

Schlussbemerkung

Wie zu vermuten war, hat die Schweizer CANUPIS-Studie kein signifikantes Ergebnis erbracht; die erwarteten Fallzahlen im 5km-Nahbereich waren zu klein, um mit ausreichender statistischer Sicherheit (power) eine Verdoppelung des Leukämierisikos im Nahbereich nachweisen zu können. Der Vergleich der Schweizer Daten mit entsprechenden Daten aus Deutschland und Großbritannien zeigt jedoch, dass alle drei Datensätze erhöhte Leukämieraten im 5km-Nahbereich aufweisen; die gemeinsame Auswertung ergibt dort ein signifikant um 44% erhöhtes Leukämierisiko ($p=0,004$). Das widerlegt die Einschätzung der Schweizer Autoren, die Studie liefere „keine Hinweise dafür, dass kindliche Krebserkrankungen in der Nähe von Kernkraftwerken häufiger auftreten als anderswo“.

1. Spycher BD, Feller M, Zwahlen M, Rösli M, von der Weid NX, Hengartner H, Egger M, Kuehni CE. Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: A census based cohort study. International Journal of Epidemiology 2011 doi:10.1093/ije/DYR115.
<http://ije.oxfordjournals.org/content/early/2011/07/11/ije.dyr115.full.pdf+html>.

2. Bithell JF, Keegan TJ, Kroll ME, Murphy MF, Vincent TJ. Childhood leukaemia near British nuclear installations: methodological issues and recent results. Radiat Prot Dosimetry. 2008; 132(2):191-7. Epub 2008 Oct 20. Review.

3. Kaatsch P, Spix C, Jung I, Blettner M. Childhood leukemia in the vicinity of nuclear power plants in Germany. Dtsch Arztebl Int. 2008 Oct;105(42):725-32. Epub 2008 Oct 17.

* Dr. Alfred Körblein,
www.alfred-koerblein.de

Gratulation

Whistleblowerpreis für THTR-Kritiker Rainer Moormann

Dem Aachener Wissenschaftler Dr. Rainer Moormann wurde am 1. Juli 2011 von der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW) und der Deutschen Sektion der Juristenvereinigung IALANA (Juristinnen und Juristen gegen atomare, biologische und chemische Waffen) der Whistleblowerpreis 2011 verliehen. Er erhielt den alle zwei Jahre vergebenen Preis gemeinsam mit einer anonymen Persönlichkeit, der Wikileaks das Video „Collateral Murder“ zugespielt hatte.

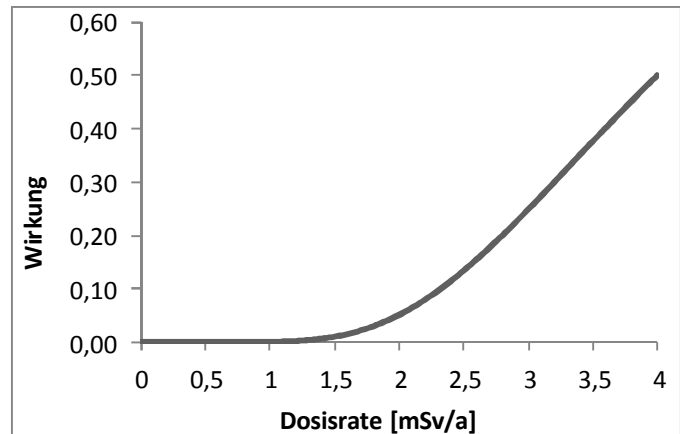
Rainer Moormann arbeitet seit 35 Jahren in der Kernforschungsanlage (KFA), dem heutigen Forschungszentrum in Jülich (FZJ). Zu seinen Arbeitsschwerpunkten zählte über lange Zeit die Sicherheit von Kugelhaufen-Reaktoren (Hochtemperatur-Reaktoren, HTR). Solche Reaktoren wer-

Nachtrag

Emissionsspitzen beim Brennelementewechsel

In der vorigen Ausgabe (Strahlentelex 588-589 v. 7.7.2011) ist in dem Beitrag von Alfred Körblein auf der Seite 8 infolge eines technischen Fehlers die Abbildung 5 nicht wiedergegeben worden. Das sei hier nachgeholt und wir bitten dafür um Entschuldigung.

Abbildung 5: Nichtlineare Dosis-Wirkungsbeziehung (kumulierte Lognormalverteilung)



den von interessierten Kreisen bis heute als „inhärent sicher“ bezeichnet, bei ihnen bestehe nicht das Risiko einer Kernschmelze. Moormann, so heißt es in der Begründung für die Preisverleihung, ist in seinen Untersuchungen demgegenüber zu dem Schluß gelangt, daß mit der Kugelhaufen-HTR-Technologie andere, nicht minder bedrohliche Störfallmöglichkeiten und Risiken mit katastrophalen Folgen für Mensch und Umwelt verbunden sind. Der Mythos der „inhärenten Sicherheit“ dieses Reaktortyps ist seitdem erschüttert. Strahlentelex hatte berichtet.¹

Moormann hatte aufgedeckt, daß der 1988 stillgelegte Versuchsreaktor in Jülich im Normalbetrieb jahrelang unzureichend gegen überhöhte Betriebstemperaturen im Reaktorkern gesichert und im Mai 1978 nur knapp einem GAU entgangen war. Der Reaktor-druckbehälter ist aus ungeklärter Ursache hoch kontaminiert, das Whistleblowing von Moormann hat dazu beigetragen, daß die Probleme

und immensen Kosten der Entsorgung für den Steuerzahler ins öffentliche Blickfeld geraten sind.

Moormann hat für seine Zivilcourage teuer zahlen müssen. Er wurde intern und von der externen „Kugelhaufen-Community“ als Nestbeschmutzer diffamiert und als „Verrückt“ („insane“) verleumdet, heißt es in der Begründung für die Preisverleihung. Seine Arbeitsgruppe im FZ Jülich wurde aufgelöst, er selbst in eine andere Abteilung versetzt, wo er für das Projekt „Europäische Spallationsquellen“ arbeitet. Dort wurde er aufgefordert, seine „nuklearfeindlichen Aktivitäten“ einzustellen, da man auf Aufträge aus dem Nuklearbereich angewiesen sei. In Kürze soll er „aus finanztechnischen Gründen“ erneut versetzt werden. In wenigen Monaten geht er in den vorzeitigen Ruhestand.

Strahlentelex gratuliert Dr. Rainer Moormann herzlich zum Whistleblowerpreis.

1. Horst Blume: Inhärente Stör-