

Patienten nach Strahlentherapie. Myeloische Leukämie sei die strahlentypische Blutkrebsform, die aber um Krümmel nicht beobachtet worden sei.

Diese Aussage ist falsch und ignoriert die einschlägige Literatur.

Richtig ist:

1. Durch Bestrahlung wird in erster Linie diejenige Blutkrebsform ausgelöst, die in einer Altersgruppe ohnehin vorherrscht. Dies ist im Kindesalter die akute lymphatische Leukämie, bei Erwachsenen die myeloische Leukämie.

2. Die Auslösung von akuten Lymphatischen Leukämien durch ionisierende Strahlen ist in der Literatur unstrittig. Gerade bei den Überlebenden der Atombombenabwürfe wurde z.B. ebenfalls die lymphatische Leukämierate erhöht gefunden: Preston et al., Radiation Research 1988: „They suggest that relative risks for *acute lymphocytic leukemia (ALL)* and *chronic myelocytic leukemia (CML)* are greater than those for *acute myelogenous leukemia (AML)*....“ Auch nach Revision der Diagnosen gemäß dem heutigen Standard bestätigte sich dieser Befund. Die *akuten lymphatischen Leukämien* zeigten bei den Atombombenüberlebenden eine hochsignifikante Dosis-Wirkungsbeziehung mit der höchsten Empfindlichkeit bei Kindern unter 10 Jahren (Radiation Research 137, 1994).

3. Die Studien über Leukämien nach Strahlentherapie betreffen in erster Linie Erwachsene. Hier treten - wie zu erwarten - vorwiegend myeloische Leukämien auf.

Herr Senator, wir weisen eindringlich darauf hin:

Die Leukämieserie im Nahbereich Krümmel hält an. 1990/91 sind dort 6 Kinder und ein Jugendlicher erkrankt. Seit 1994 sind dort schon wieder 4 Kinder erkrankt. Der letzte Fall ist erst im Juli aufgetreten. Ein Ende ist nicht absehbar. Das Auftreten dieser Blutkrebskrankungen korreliert zeitlich mit dem Betriebsbeginn der Atomanlage 1983. Auch laut Kinderkrebsregister Mainz gibt es in Deutschland keine vergleichbare Leukämiehäufung bei Kindern. Mainz gibt die Wahrscheinlichkeit für eine zufallsbedingte Blutkrebshäufung in der Elbmarsch mit weniger als 3 pro 10.000 an. Weltweit ist in der epidemiologischen Literatur bisher keine derart extreme Leukämiehäufung beschrieben worden. Eine zufallsbe-

dingte Häufung ist ausgeschlossen; eine gemeinsame Ursache ist höchstwahrscheinlich.

Zwei Leukämiekommissionen haben nichtradioaktive Ursachen in mühsamer jahrelanger Kleinarbeit ausgeschlossen. Dabei wurden Wasser, Boden und Luft auf chemische Schadstoff-Einträge eingehend untersucht. Alle Untersuchungen waren ohne leukämie-relevanten Befund. Nachgegangen wurde auch der Virustheorie des früheren Umweltministers Töpfer. Auch hierfür fand sich kein Anhalt. Allein übriggeblieben ist die Strahlengenese.

Dem Energieministerium in Kiel liegen Belege für ungenehmigte Freisetzungen vor. Erhöhte Cäsium-Konzentrationen im Regenwasser am rechnerisch ermittelten maximalen Aufpunkt der Freisetzungen aus dem Krümmel-Schornstein ergeben eine Überschreitung der Genehmigungswerte bis zum 30fachen. Das Cäsium im Regenwasser kann nur aus Emissionen des Atomkraftwerks Krümmel erklärt werden.

Insbesondere vor dem Hintergrund der andauernden Leukämieserie ist der vorschnelle und sachlich falsche Freispruch des Reaktors vom Leukämieverdacht unverantwortlich. Die Fülle der Indizien und die Plausibilität sprechen vielmehr

dafür, daß die radioaktiven Emissionen aus dem AKW Krümmel die Leukämiehäufung verursacht haben.

Wer in Dienste von Atomindustrie und Atompolitik mit dem Anschein von Wissenschaftlichkeit falsche Aussagen verbreitet, die zur Folge haben können, daß die wahre Ursache der Leukämien nicht aufgedeckt wird, trägt Verantwortung für jedes weitere leukämiekranken Kind in der Nähe des AKW Krümmel.

Der Umweltpolitiker Vahrenholt sollte den HEW-Aufsichtsratsvorsitzenden Vahrenholt überzeugen, daß die Evidenz der Fakten gegen das AKW Krümmel spricht und auf Dauer weder von den Betreibern noch von den verantwortlichen Politikern ignoriert werden kann.

Mit freundlichem Gruß

gez. Prof. Dr.med. Horst Kuni, Marburg für die o.g. Mitglieder der Leukämiekommissionen“[*]

[*] Die Autoren dieses offenen Briefes von Mitgliedern der Leukämiekommissionen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins sind: Dr. Hayo Dieckmann, Dr. Helga Dieckmann, Prof. Dr. Horst Kuni, Prof. Dr. Dr. Edmund Lengfelder, Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, Prof. Dr. Roland Scholz und Prof. Dr. Otmar Wassermann. ●

Japan

Leukämiersterblichkeit in der Nähe von japanischen Atomkraftwerken doch erhöht

Dr. med. Wolfgang Hoffmann vom Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin und seine Kollegen Prof. Dr. med. Horst Kuni von der Universität Marburg und Heiko Ziggel, Universität Portsmouth, veröffentlichten kürzlich eine Neubewertung der Daten zur Leukämiersterblichkeit in Japan. Iwasaki und Kollegen hatten in ihrer Analyse der Daten keinen Anhaltspunkt für ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko in der Nähe von Atomkraftwerken ermitteln können. Hoffmann und Kollegen kommen in ihrer Re-Analyse dagegen zu dem Schluß, daß in der direkten Umgebung japanischer

Atomkraftwerke sehr wohl ein erhöhtes Risiko besteht, an einer Leukämieerkrankung zu sterben.

Im Jahr 1995 veröffentlichten Iwasaki und Kollegen in der britischen Zeitschrift *Journal of Radiological Protection* einen Artikel über die Sterblichkeitsrate infolge bösartiger Tumorerkrankungen in der Umgebung japanischer Atomkraftwerke [1]. Untersucht wurden Fälle von Leukämie, malignen Lymphomen und multiplen Myelomen, die in den Jahren 1973 bis 1987 aufgetreten waren. Eine separate Auswertung wurde für die Untergruppen der akuten nicht-lymphatischen Leukämien und Non-Hodgkin-Lymphome erstellt. Für jeden der 18 Atomkraftwerksstandorte - Anfang 1993 waren insgesamt 44 Reak-

toren (gasgekühlte Reaktoren, Druck- und Siedewasserreaktoren) in Japan in Betrieb - wählten die AutorInnen je vier Vergleichsgebiete, welche jeweils zu einer Kontrollregion zusammengefaßt wurden. Berücksichtigt wurden die Faktoren Bevölkerungsgröße, Urbanisierungsstatus und die Lage der Vergleichsregion. Die AutorInnen berechneten für jede der untersuchten Regionen (Standort- und Kontrollregion) sog. standardisierte Sterblichkeits- (= Mortalitäts-) Raten (SMR), d.h. für jede Region wurde das Verhältnis aus der beobachteten Anzahl an Todesfällen und der erwarteten Anzahl an Todesfällen berechnet (bezogen auf die untersuchten Krebserkrankungen). Die erwartete Anzahl wurde hierbei stets aus dem japanischen nationalen Durchschnittswert berechnet. In einem zweiten Schritt wurden dann die SMR jeder Atomkraftwerksregion („beobachtete“ SMR) mit der SMR der jeweils dazugehörigen Kontrollregion („erwartete“ SMR) ins Verhältnis gesetzt. Dieses Verhältnis, d.h. SMR der Standortregion / SMR der Kontrollregion, wurde als Maß für das Relative Risiko (RR) verwendet. Die Analysen wurden für zwei Altersgruppen durchgeführt: für Kinder, d.h. die 0-14 jährigen und für die Gesamtbevölkerung.

Der gesamte Untersuchungszeitraum (1973 bis 1987) wurde von den AutorInnen in drei Teilperioden unterteilt (1973 bis 1977, 1978 bis 1982 und

1983 bis 1987), für die jeweils separat die SMR und das RR berechnet wurden; der Gesamtuntersuchungszeitraum bildet die vierte untersuchte Periode.

Die durchgeführten Untersuchungen führten zu folgenden Resultaten:

- für die Altersgruppe der 0-14 jährigen:

Die Zahl der in dieser Altersgruppe beobachteten Todesfälle infolge einer der fünf untersuchten malignen Neoplasien war für alle betrachteten Regionen sehr klein (in der Regel 0, 1 oder 2 Fälle) - auch dann, wenn als Zeitfenster der gesamte Untersuchungszeitraum von 1973 bis 1987 zugrunde gelegt wurde. Die SMR für Leukämie, maligne Lymphome und Non-Hodgkin-Lymphome war jeweils nur für zwei Standortregionen bzw. Untersuchungszeiträume signifikant erhöht. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurde kein Fall von multiplem Myelom bei Kindern im Untersuchungsgebiet registriert. Keine der betrachteten Kontrollregionen wies für eine der untersuchten Erkrankungen eine statistisch signifikant erhöhte SMR auf; ebenfalls waren alle Werte für das RR statistisch nicht signifikant.

- für die Gesamtbevölkerung:

Die berechneten SMR hinsichtlich Leukämie, malignen Lymphomen und Non-Hodgkin-Lymphomen ergaben für die Gesamtbevölkerung in den betrachteten 18 Standortregionen vier statistisch signifikant erhöhte Werte in unterschied-

lichen Untersuchungsperioden, für die Kontrollregionen hingegen sowohl statistisch signifikant erhöhte, als auch erniedrigte Raten. Für die akute nicht-lymphatische Leukämie ergaben sich keine statistisch auffälligen Werte für die SMR und für multiple Myelome waren die SMR für drei Regionen (eine Standortregion und zwei Kontrollregionen) signifikant erhöht. Die Werte für das RR für multiple Myelome war für eine Standortregion (Tomioka) signifikant erhöht, alle anderen berechneten Werte des RR waren hingegen statistisch unauffällig. Trendanalysen hinsichtlich des Wertes für das RR von Leukämie in Abhängigkeit von der Betriebsdauer der Atomkraftwerke ergaben für sechs der insgesamt 18 Standortregionen einen ansteigenden Trend und für vier einen abnehmenden. Alle Trendanalysen waren statistisch nicht auffällig.

In der Zusammenschau ihrer Ergebnisse kommen die AutorInnen der Untersuchung zu dem Resultat, daß sich die Leukämie- und Lymphomsterblichkeitsraten in den japanischen Gemeinden, in denen Atomkraftwerke betrieben werden, nicht signifikant von den Raten der Kontrollregionen unterscheiden.

Da die AutorInnen ausschließlich SMR-Analysen für einzelne Standortregionen präsentieren, basiert ihre Interpretation der Ergebnisse auf eine Vielzahl von Vergleichen von Regionen, in denen jeweils nur eine sehr kleine Fall-

| Definition des untersuchten Gebietes | Standortregionen | | | Kontrollregionen | | | | |
|--|------------------|-------|------|------------------|--------|------|------|-----------|
| | Obs. | Exp. | SMR | obs. | Exp. | SMR | RR | 95% KI |
| Alle Standortregionen mit Atomkraftwerken gemäß [1] | 307 | 251,0 | 1,22 | 1215 | 1165,2 | 1,04 | 1,17 | 1,03-1,33 |
| 1973 bis 1977: 5 Standorte 1978 bis 1982: 10 Standorte 1983 bis 1987: 18 Standorte | 196 | 153,6 | 1,28 | 774 | 756,3 | 1,02 | 1,25 | 1,06-1,46 |
| 1973 bis 1977: 5 Standorte 1978 bis 1982: 9 Standorte 1983 bis 1987: 16 Standorte | 161 | 133,0 | 1,21 | 689 | 697,2 | 0,99 | 1,22 | 1,03-1,46 |
| 1973 bis 1977: 5 Standorte 1978 bis 1982: 9 Standorte 1983 bis 1987: 12 Standorte | 126 | 104,7 | 1,20 | 570 | 577,8 | 0,99 | 1,22 | 1,00-1,48 |

zahl beobachtet wurde. Dieses Vorgehen führt zu dem Fakt, daß die Untersuchung nur eine sehr geringe statistische Aussagekraft aufweist und daß nur sehr große systematische Unterschiede zwischen Standort- und Kontrollregionen hätten nachgewiesen werden können.

Ein näher liegender Ansatz wäre in diesem Fall gewesen, alle Standortregionen mit allen Kontrollregionen für die einzelnen Untersuchungszeiträume zu vergleichen. Die Ergebnisse einer derartigen Analyse, die von den Autoren des vorliegenden Artikels im Hinblick auf die Sterblichkeit an Leukämien (alle Formen) durchgeführt worden ist, wurden ebenfalls im *Journal of Radiation Protection* veröffentlicht [2] und sollen im folgenden kurz referiert werden.

Werden alle Standortregionen zusammengefaßt, so wurden im gesamten Untersuchungszeitraum 1973 bis 1987 insgesamt 307 Todesfälle infolge Leukämie in der Gesamtbevölkerung beobachtet - im Gegensatz zu 251 erwarteten Todesfällen, eine Berechnung unter Zugrundelegung der japanischen Nationalrate. Die SMR für alle Standortregionen zusammengefaßt berechnet sich zu 1,22 und ist statistisch signifikant erhöht unter Verwendung eines zweiseitigen Tests und Zugrundelegung einer Poisson-Verteilung (95% Konfidenz-Intervall 1,08 - 1,37). Wird die SMR in den Standortregionen anstatt mit der japanischen Nationalrate mit der Sterblichkeit in den zusammengefaßten Kontrollregionen verglichen, so ergibt sich für das RR für alle Standortregionen ein Wert von 1,17, welcher ebenfalls statistisch signifikant erhöht ist (95% Konfidenz-Intervall 1,03 - 1,33).

Die Atomkraftwerke, die in die Untersuchung von Iwasaki und Kollegen einbezogen wurden, sind zwischen 1966 und 1985 in Betrieb genommen worden. Im Hinblick auf weitere Auswertungen der Daten von Iwasaki und Kollegen wurde von Hoffmann, Kuni und Ziggel ein zusätzliches Kriterium aufgenommen: eine Region wurde erst ab dem zweiten Jahr nach Inbetriebnahme des Atomkraftwerkes als „Standortregion“ definiert. Das erste Jahr Betriebszeit wurde vernachlässigt, um der Tatsache Rechnung zu tragen, daß zwischen dem Einwirken einer

Strahlenexposition und dem Auftreten einer sichtbaren Krebserkrankung eine gewisse Zeitspanne (sog. Latenzzeit) scheinbarer Gesundheit liegt. Dieses zusätzliche Kriterium hatte zur Folge, daß für die beiden Teil-Untersuchungszeiträume 1973 bis 1977 und 1978 bis 1982 ausschließlich die Standorte von Atomkraftwerken berücksichtigt werden sollten, an denen wenigstens ein Reaktor mindestens ein Jahr vor Beginn des Teil-Untersuchungszeitraums in Betrieb genommen worden war. Dies hat zur Folge, daß im ersten der betrachteten Teil-Untersuchungszeiträume (1973 bis 1977) lediglich fünf Standortregionen mit den zugeordneten Kontrollregionen bei der Auswertung berücksichtigt wurden, im zweiten Teilzeitraum (1978 bis 1982) weitere fünf Standortregionen und fünf Kontrollregionen hinzugenommen wurden und im dritten Zeitraum (1983 bis 1987) letztlich alle 18 Standortregionen und Kontrollregionen betrachtet wurden (zweite Zeile in der Tabelle). Dieses Vorgehen berücksichtigte, daß ein Atomkraftwerk, welches z.B. erst im Jahre 1985 in Betrieb genommen wurde, nicht ursächlich für die Leukämiersterblichkeit am Standort in den Jahren vor Inbetriebnahme sein kann.

Iwasaki und Kollegen führen in der Diskussion zu ihren Ergebnissen aus, daß die für zwei Standortregionen (Genkai und Sendai) und deren zugehörigen Kontrollregionen in ihrer Untersuchung beobachteten erhöhten SMR für Leukämie, maligne Lymphome und Non-Hodgkin-Lymphome in der Gesamtbevölkerung (nicht hingegen in der Altersgruppe der 0-14 jährigen) sowohl im Zeitraum vor wie auch nach Inbetriebnahme des jeweiligen Atomkraftwerks festzustellen sind. Die Autoren führen die erhöhten SMR darauf zurück, daß die adulte T-Zellen Leukämie (neuere Bezeichnung: Endemisches T-Zell Lymphom; ATL) in dem Gebiet, in dem die beiden Standortregionen liegen, endemisch ist und das die Inzidenzrate für ATL im Alter über 40 Jahren steil ansteigt. Aus diesem Grunde wurden bei einer weiteren Analyse in [2] diese beiden Standortregionen zusammen mit den ihnen zugeordneten Kontrollregionen unberücksichtigt gelassen; die entsprechenden Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Zeile 3 der Tabelle dargestellt.

An vier weiteren der von Iwasaki und Kollegen untersuchten Standorte wurden die dort befindlichen Atomkraftwerke erst im Jahr 1984 bzw. 1985 in Betrieb genommen. Da diese Anlagen aufgrund der Latenzzeit für Leukämie keinen Beitrag zur hier betrachteten Fragestellung leisten können, wurden in einem dritten Schritt in [2] auch diese vier Standortregionen sowie die korrespondierenden Kontrollregionen von der Untersuchung ausgeschlossen. Die dann resultierenden Ergebnisse sind in Zeile 4 der Tabelle eingetragen.

Aus der Tabelle läßt sich ersehen, daß die SMR für Leukämie in den Standortregionen unabhängig von der Anzahl der betrachteten Regionen ungefähr um 20 Prozent über den Werten der japanischen Nationalrate liegen. Alle diese Erhöhungen der SMR sind statistisch signifikant oder zumindest grenzwertig statistisch signifikant. Im Gegensatz hierzu ist die Sterblichkeitsrate für maligne Lymphome in der Gesamtbevölkerung in Standort- und Kontrollregionen etwa vergleichbar; die Werte für das RR betragen hier 1,06, 1,01, 0,95 und 0,98 entsprechend der Definition der Untersuchungsgebiete der Zeilen 1-4 der Tabelle. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Hypothese, daß die Leukämiersterblichkeitsrate in Standortregionen von Atomkraftwerken im Vergleich zu strukturell vergleichbaren Kontrollregionen ohne Atomkraftwerke erhöht ist. Der beobachtete Unterschied zwischen dem RR für Leukämien und malignen Lymphomen ergibt darüber hinaus einen indirekten Hinweis auf Radioaktivität als eine mögliche Ursache für diesen Befund, da Leukämien, im Gegensatz zu Lymphomen, eine typische Erkrankung als Folge einer Strahlenexposition darstellen.

Für die Altersgruppe der 0-14 jährigen ergeben sich entsprechend der Definition der Untersuchungsgebiete der Zeilen 1-4 der Tabelle für das RR für Leukämie folgende Werte: 1,17, 1,26, 1,09 und 1,25 und für maligne Lymphome Werte für das RR von 1,17, 1,28, 1,37 und 1,71. Aufgrund der kleinen, diesen Werten zugrundeliegenden Fallzahlen ist keiner der Werte für das RR für diese Altersgruppe statistisch signifikant.

Ebenfalls auf einen Zusammenhang zwischen dem Betrieb der Atom-

kraftwerke und den für die Standortregionen zu verzeichnenden erhöhten Werten für das RR für Leukämie weist die Tatsache hin, daß das RR für die Gesamtbevölkerung für die in Zeile 4 der Tabelle berücksichtigten Standortregionen über die Jahre ansteigt. So betrug das RR für Leukämie für den ersten Teil-Untersuchungszeitraum (1973 bis 1977) 1,08, für den zweiten Zeitraum (1978 bis 1982) 1,24 und für die letzte Periode 1,27. Wenn hier tatsächlich ein zeitlicher Trend vorliegt, würde dies die Vorstellung unterstützen, daß mit zunehmender Betriebsdauer der Atomkraftwerke die in der Bevölkerung akkumulierte Kollektivdosis ebenfalls anwächst. Für die Altersgruppe der 0-14 jährigen ist ein derartiger Trend nicht feststellbar. Dies dürfte vor allem durch die dramatisch verbesserten Heilungschancen für kindliche Leukämien zu erklären sein. Eine weitere Erklärung könnte aber auch in den insgesamt sehr niedrigen Fallzahlen bei Kindern zu finden sein.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß beim Vergleich aller Regionen von Standorten mit Atomkraftwerken in Japan mit ausgewählten Vergleichsregionen eine Erhöhung der Leukämiersterblichkeitsraten in der Gesamtbevölkerung beobachtet werden kann. Diese Erhöhung ist konsistent in dem Sinne, daß sie auch bei unterschiedlicher Definition der Studienregion erhalten bleibt. Für die Altersgruppe der 0-14 jährigen ist die Leukämiersterblichkeitsrate ebenfalls erhöht - wenn auch aufgrund der kleinen Fallzahlen, welche der Untersuchung zugrunde liegen, die Ergebnisse nicht statistisch signifikant sind. Die zeitliche Zunahme des RR für Leukämie in der Gesamtbevölkerung über die drei aufeinanderfolgenden Teil-Untersuchungszeiträume weist auf einen Einfluß des Betriebes der Atomkraftwerke hin. Diese Ergebnisse der Auswertungen stehen somit im Gegensatz zu den Ergebnissen von Iwasaki und Kollegen [1], die aufgrund separater Auswertungen für die einzelnen Regionen bei entsprechend kleinen Fallzahlen keine statistisch signifikant erhöhten RR in den Standortregionen von Atomkraftwerken fanden. Nach unserem Wissen handelt es sich hierbei um die erste systematische Untersuchung der Leukämiersterb-

lichkeit in der Umgebung von Atomanlagen in Japan.

Wolfgang Hoffmann
Horst Kuni
Heiko Ziggel

Referenzen:

- [1] Iwasaki T, K Nishizawa, M Murata (1995): Leukaemia and lymphoma mortality in the vicinity of nuclear power stations in Japan, 1973 - 1987. *J. Radiol. Prot.*, 15, no. 4, 271-88.
- [2] Hoffmann W, H Kuni, H Ziggel (1996): Re.: Leukaemia and lymphoma mortality in the vicinity of nuclear power stations in Japan, 1973 - 1987, Letter to the editor. *J. Radiol. Prot.*, 16, no. 3, 213-5. ●