Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Kurzbewertung der Veröffentlichung „Zunahme von Krebserkrankungen in Nordschweden durch den Reaktorunfall von Tschernobyl?“

- M. Tondel et al., J Epidemiol Community Health **58**, 1011-1016 (2004) -

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 198. Sitzung am 17. Februar 2005

1 Hintergrund

Durch den Reaktorunfall in Tschernobyl im April 1986 wurden große Mengen von Radionukliden in die Umwelt freigesetzt. Atmosphärische Luftströmungen verfrachteten die Radionuklide großräumig. Dies führte in größeren Teilen Europas zu Umweltkontaminationen und zusätzlichen Strahlenexpositionen der Bevölkerung.

Obwohl es keine wissenschaftlich fundierte Evidenz dafür gibt, dass diese Expositionen außerhalb der höher kontaminierten Gebiete der ehemaligen Sowjetunion direkt zu Gesundheitsstörungen geführt haben, und dies auch aufgrund des heutigen Wissenstandes nicht zu erwarten ist, hat eine große Anzahl gegenteiliger Veröffentlichungen die Besorgnis in der Bevölkerung über mögliche Folgen des Unfalls immer wieder ausgelöst und verstärkt. Alle wissenschaftlich belegten Gesundheitseffekte in der Bevölkerung durch den Reaktorunfall von Tschernobyl wurden in einem umfangreichen Bericht des wissenschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen für die Effekte atomarer Strahlung (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, [UNSC 2000]) zusammengestellt. Die SSK unterstützt die von UNSCEAR vorgenommene Bewertung möglicher Gesundheitsrisiken. Demnach gibt es unter denjenigen, die im Kindesalter oder als Jugendliche in den hoch kontaminierten Gebieten Weißrusslands, der Ukraine oder Russlands exponiert wurden, eine eindeutige Erhöhung der Erkrankungsraten an Schilddrüsenkrebs. Für weitere direkt durch die ionisierende Strahlung in der Bevölkerung hervorgerufene Gesundheitseffekte gibt es hingegen keine eindeutige Evidenz.

Ein schwedisches Autorenteam hat kürzlich in einer renommierten Fachzeitschrift eine Studie zu der Frage veröffentlicht, ob sich die Krebsinzidenz in Nordschweden durch den Reaktorunfall von Tschernobyl erhöht habe [TON 04]. Die SSK nimmt im Folgenden zu dieser Studie Stellung.

2 Vorstellung der Veröffentlichung

Tondel et al. unterteilten 450 Gemeinden (parishes) Nordschwedens in sechs Gruppen entsprechend der nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl abgelagerten ^{137}Cs-Flächenaktivität. Sie identifizierten alle Personen, die im Alter von 0-60 Jahren während der beiden Jahre 1986 und 1987 in diesen Gemeinden gemeldet waren. Insgesamt gehörten 1 143 182 Personen zu dieser Gruppe. Im schwedischen Krebsregister sind für diese Personengruppe und für den Zeitraum 1988-1996 insgesamt 22 409 aufgetretene Krebsfälle verzeichnet.

In der Analyse der Daten für die betrachteten Gemeinden wurden neben der ^{137}Cs-Flächenaktivität die folgenden Risikofaktoren und Indikatoren für andere Risikofaktoren berücksichtigt

- Alter bei Krebsdiagnose
- Bevölkerungsdichte in der Gemeinde als Indikator für die Krebserkrankungsrate
- Lungenkrebsinzidenz im Zeitraum 1988-1996 als Indikator für das Zigarettenrauchen und andere Risikofaktoren
- Gesamte Krebsinzidenz im Zeitraum 1986-1987.

In den Analysen bildeten Gemeinden mit weniger als 3 kBq m^{-2} die Referenzgruppe. Unter Adjustierung für das Alter allein und für das Alter und jeweils einen weiteren Risikofaktor

ergab sich ein signifikant erhöhtes relatives Risiko für die Gemeindegruppe mit den höchsten Werten im Bereich von 80-120 kBq m^{-2}. Für die anderen Gemeindegruppen ergab sich hingegen keine klare Abhängigkeit von der ^{137}Cs-Flächenaktivität. Unter gleichzeitiger Adjustierung für alle Risikofaktoren ergab sich für keine Gemeindegruppe ein signifikantes Resultat. Ein Trendtest ergab jedoch ein signifikantes zusätzliches Risiko von 0,11 (95% Vertrauensintervall: 0,03-0,20) je 100 kBq m^{-2}.

Für die Inzidenzraten von Leukämie und von Schilddrüsenkrebs wurden keine signifikanten Abhängigkeiten von der ^{137}Cs-Flächenaktivität gefunden.

Tondel et al. bezeichnen ihre Ergebnisse wegen der geringen zusätzlichen Strahlenexposition und wegen der geringen Latenzzeit von zwei Jahren als unerwartet. Unter formaler Anwendung des abgeleiteten Risikofaktors berechneten sie 849 Krebsfälle in ihrem Studiengebiet, die mit der ^{137}Cs-Flächenaktivität assoziiert sind. Dieses Ergebnis passt nicht zu den von der Internationalen Strahlenschutzkommission (International Commission on Radiological Protection, [ICRP 91]) verwendeten Risikowerten. Tondel et al. weisen als mögliche Erklärung darauf hin, dass die Empfehlungen der ICRP wesentlich auf den Daten der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki basieren, die die Krebsfälle der ersten Jahre nach der Exposition nicht enthalten. Eine mögliche Ursache für eine kurze Latenzzeit könne eine durch die Strahlung bedingte Promotion eines späten Krebsstadiums sein.

Die Autoren diskutieren einige Schwächen ihrer Studie und betonen, dass man ihre Ergebnisse im Hinblick auf einen Zusammenhang von erhöhter Krebsinzidenz und ^{137}Cs-Flächenaktivität nur mit Vorsicht interpretieren dürfe (‚*…consequently the interpretation must be cautious with regard to causality*').

3 Bewertung der Veröffentlichung

Die Studie von Tondel et al. basiert auf zuverlässigen Messungen der ^{137}Cs-Flächenaktivität in Nordschweden und auf Erkrankungsdaten eines international anerkannten Krebsregisters. Soweit es aus der Veröffentlichung ersichtlich ist, wurden statistische Standardverfahren zur Auswertung der vorliegenden Daten verwendet. Allerdings ist die ^{137}Cs-Flächenaktivität kein guter Indikator für die Strahlenexposition. Die externe Strahlenexposition hängt von der Ablagerung und Abwitterung der Radionuklide und der Abschirmung der Strahlung an den Aufenthaltsorten der einzelnen Personen ab. Die interne Strahlenexposition ist durch die Kontamination der verzehrten Lebensmittel bestimmt, die oft in Gebieten mit anderen Radionuklidablagerungen produziert wurden. Andere Schwächen der Studie wurden in Stellungnahmen vom Bundesamt für Strahlenschutz [BFS 05] und vom Schwedischen Strahlenschutzinstitut [SSI 04] diskutiert. Die SSK schließt sich diesen Stellungnahmen an.

Tondel et al. bezeichnen ihre Arbeit als eine Kohortenstudie. Es werden in der Arbeit jedoch keine Individualdaten analysiert. Es handelt sich deshalb um eine so genannte ökologische Studie. Vorzüge und Schwächen ökologischer Studien werden ausführlich in der Literatur diskutiert (siehe z. B. [MOR 98]). Die Hauptschwäche ist die Gefahr von Verzerrungen der Studienergebnisse durch einen so genannten ökologischen Bias. Da aus anderen Studien, die mögliche Risiken durch niedrige Strahlenexpositionen untersuchten, aufgrund der Nichtberücksichtigung des ökologischen Biases Fehlschlüsse gezogen wurden oder diese Studien

überinterpretiert wurden, nimmt die SSK die Studie von Tondel et al. zum Anlass, das Problem des ökologischen Biases kurz darzustellen.

Ökologische Studien sind dadurch definiert, dass nur Mittelwerte für den untersuchten möglichen Risikofaktor (hier die ^{137}Cs-Flächenaktivität) und für andere Risikofaktoren zur Verfügung stehen. Wenn diese anderen Faktoren nicht nur mit dem untersuchten Effekt (hier gesamte Krebsinzidenz), sondern auch mit dem untersuchten möglichen Risikofaktor korreliert sind, dann sind sie Confounder, d.h. sie verzerren das Ergebnis der Risikoschätzung.

Die Verzerrung einer Risikoschätzung durch Confounder kann man in Studien, in denen Daten für die Risikofaktoren der einzelnen Individuen vorliegen (so genannte analytische Studien) durch eine Adjustierung korrigieren (siehe z. B. [KAN 89]). In ökologischen Studien hingegen liegen keine Individualdaten vor, sodass man nur für Korrelationen korrigieren kann, die zwischen den Mittelwerten der Risikofaktoren in den ökologischen Einheiten (hier: Gemeinden) bestehen. So wurde in der Studie von Tondel et al. zum Beispiel für eine mögliche Korrelation zwischen den mittleren ^{137}Cs-Flächenaktivitäten in den Gemeinden und einem Indikator für andere Risikofaktoren, der Krebsinzidenz in den Jahren 1986 und 1987, adjustiert. Allerdings kann auch *innerhalb* der Gemeinden eine Korrelation zwischen der ^{137}Cs-Flächenaktivität an den Aufenthaltsorten der einzelnen Einwohner und ihren anderen Risikofaktoren für Krebs bestehen. Die Studie beinhaltet keine Information über derartige Korrelationen, sodass deshalb auch nicht für Korrelationen innerhalb der Gemeinden korrigiert werden kann.

Den Einfluss, den Korrelationen von Risikofaktoren innerhalb der ökologischen Einheiten auf das Ergebnis einer Studie haben können, wurde an einem einfachen Beispiel von Lubin [LUB 98, 02] demonstriert. Lubin nimmt ein Risikomodell an, in dem Rauchen und Radonexposition multiplikativ auf die Lungenkrebsmortalität wirken und in dem das Risiko linear mit der Radonexposition zunimmt. Eine ökologische Analyse führt dann zu einem falschen Risikowert, wenn sich die mittlere Radonexposition in einer (oder mehreren) ökologischen Einheit(en) von der Radonexposition unterscheidet, die sich aus einer Mittelung mit Gewichten entsprechend der relativen Krebsrisiken von Rauchern und Nichtrauchern ergibt. Der Fehler des ökologischen Risikoschätzers ist proportional zum Ausmaß der Korrelation zwischen dem Rauchen und der Radonexposition innerhalb der ökologischen Einheiten. In den diskutierten Beispielen führen angenommene Korrelationen in der ökologischen Analyse sogar zu dem falschen Ergebnis, dass die Sterberate an Lungenkrebs mit zunehmender Radonexposition abnimmt, was dem dem Beispiel zugrunde liegenden Risikomodell widerspricht.

Korrelationen zwischen dem untersuchten möglichen Risikofaktor und anderen Risikofaktoren innerhalb der ökologischen Einheiten können also die Risikoschätzung auch in einer ökologischen Studie, die auf zuverlässigen Daten beruht, verzerren und zu falschen Ergebnissen führen. Diese Gefahr ist besonders groß, wenn der Einfluss der anderen Risikofaktoren größer oder vergleichbar ist zu dem auf Basis der ökologischen Daten gefundenen Effekt durch den untersuchten möglichen Risikofaktor. Genau dies ist in der Studie von Tondel et al. der Fall. Die Krebsinzidenz in den Jahren 1988-1996 hängt sowohl von der Bevölkerungsdichte wie von der Krebsinzidenz in den Jahren 1986-1987 jeweils halb so stark ab, wie in der ökologischen Analyse von der ^{137}Cs-Flächenaktivität. Schon allein aus diesem Grund kann aus der Studie von Tondel et al. nicht auf eine Erhöhung der Krebsinzidenz in Nordschweden durch den Reaktorunfall von Tschernobyl geschlossen werden.

4 Zusammenfassung

Die Studie von Tondel et al. basiert auf zuverlässigen Messungen der ^{137}Cs-Flächenaktivität in 450 Gemeinden Nordschwedens, die allerdings kein guter Indikator für Strahlenexpositionen sind. Die Krebserkrankungsdaten stammen aus einem international anerkannten Krebsregister. Soweit es aus der Veröffentlichung ersichtlich ist, wurden statistische Standardverfahren zur Auswertung der vorliegenden Daten verwendet. Die Autoren sehen allerdings einige Schwächen ihrer Studie und sind deshalb zurückhaltend bei der Bewertung ihrer Aussagekraft.

Die Hauptschwäche der Studie ist das ökologische Studiendesign, in dem Korrelationen der ^{137}Cs-Flächenaktivität mit anderen Risikofaktoren innerhalb der Gemeinden nicht berücksichtigt werden können. Es kann deshalb nicht aus der Studie von Tondel et al. auf eine Erhöhung der Krebsinzidenz in Nordschweden durch den Reaktorunfall von Tschernobyl geschlossen werden.

Der heutige Wissensstand über mögliche gesundheitliche Effekte des Tschernobylunfalls entspricht im Wesentlichen der zusammenfassenden Darstellung durch UNSCEAR [UNSC 00]. Neben der Erhöhung der Schilddrüsenkrebsinzidenz in den hoch kontaminierten Gebieten Weißrusslands, der Ukraine und Russlands gibt es keine Evidenz für Gesundheitsschäden in der Bevölkerung, die durch die Strahlenexposition in Folge des Unfalls direkt bedingt sind.

5 Literatur

[BfS 05] Bundesamt für Strahlenschutz:
Fachliche Stellungnahme des BfS zur Veröffentlichung von M. Tondel et al.: „Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident“, 21.12.2004, www.bfs/ion/papiere

[ICRP 91] International Commission on Radiological Protection:
The 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publikation 60. Annals of the ICRP 21 (1-3); Pergamon Press, Oxford (1991)

[KAH 89] Kahn, H.A., Sempos, C.T.: Statistical Methods in Epidemiology. Oxford University Press, Oxford (1989)

[LUB 98] Lubin, J.H.: On the discrepancy between epidemiological studies in individuals of lung cancer and residential radon and Cohen’s ecologic regression. Health Phys. 75 (1998) 4-10

[LUB 02] Lubin, J.H.: The potential for bias in Cohen’s ecological analysis of lung cancer and residential radon. J. Radiol. Prot. 22 (2002) 141-148

[MOR 98] Morgenstern, H.: Ecologic Studies. S. 459-480. In: Rothman, K.J. und Greenland, S. (Hrsg): Modern Epidemiology. Lippincott – Raven, Philadelphia (1998)

[SSI 04] Swedish Radiation Protection Authority: SSI critical of Swedish cancer study on Chernobyl (2004) www.ssi.se/english/cancer-Chernobyl.html

[TON 04] Tondel, M., Hjalmarsson, P., Hardell, L., Carlsson, G., Axelson, O.: Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident. J. Epidemiol. Community Health 58 (2004) 1011-1016

[UNSC 00] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Sources and Effects of Ionizing Radiation (UNSCEAR): Report to the General Assembly, Volume II. Annex J. Exposures and effects of the Chernobyl accident. United Nations, New York (2000)