

Der Unfall von Tschernobyl vor 25 Jahren

Eine Stellungnahme des Fachverbands für Strahlenschutz e.V. zu den Folgen und ihrer Interpretation

Vor dem Hintergrund der jüngsten Ereignisse in Japan gewinnt die Bewertung der Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl eine besonders kritische Bedeutung. Vor der Zerstörung der Kernreaktoren in Fukushima galt die Havarie des Reaktors von Tschernobyl am 26. April 1986 als der weltweit größte Unfall in einem Kernkraftwerk. Allgemein wurde dies sogar als der überhaupt katastrophalste Industrieunfall der Menschheitsgeschichte empfunden. Ob diese Einschätzung auch nach der Fukushima-Havarie gültig bleibt, wird die Zukunft zeigen. Tatsächlich jedenfalls sind die gesundheitlichen, ökonomischen, politischen und gesellschaftlichen Folgen des Tschernobyl-Unfalls derart komplex und unüberschaubar, dass eine Gesamtbeurteilung objektiv kaum erreichbar ist und durchaus sehr verschiedene Deutungen möglich sind.

Wie im Folgenden begründet wird, sieht der Fachverband für Strahlenschutz keine ausreichend solide Basis, um quantitative Fallschätzungen abzugeben. Er hält es für nicht zielführend, den Unfall von Tschernobyl und seine Folgen auf die Angabe von Opferzahlen zu reduzieren. Die vordergründige Präsentation einer mehr oder weniger willkürlich abgeschätzten Opferzahl wird der tatsächlichen Bedeutung dieses Geschehens mit seiner ungeheuren Dramatik nicht gerecht.

Vorneweg: Warum eine nüchterne und neutrale Betrachtung so schwierig ist

Die Bewertung des Tschernobyl-Unfalls und seiner Auswirkungen auf Mensch und Umwelt spielt auch in der aktuellen Debatte um die Folgen des Fukushima-Unfalls und die künftige Entwicklung der Kernenergienutzung in Deutschland eine große Rolle. Diese Tatsache erschwert eine nüchterne und neutrale Betrachtung, selbst wenn nur die radiologischen Folgen betrachtet werden. Dies trifft umso mehr zu, da sich viele der vermuteten radiologischen Folgen einer direkten Beobachtbarkeit entziehen und diese häufig lediglich auf der Basis von Wirkungsmodellen errechnet bzw. abgeschätzt werden. Plakative Verlautbarungen, die sich lediglich auf die Angabe von errechneten Opferzahlen beschränken, greifen für eine differenzierte Beurteilung des Tschernobylunfalls wesentlich zu kurz. In diesem Sinne ist die Angabe irgendeiner Opferzahl eher dazu geeignet, die Interessenlage des jeweiligen Autors zu beurteilen als die eigentlichen Unfallfolgen.

Im Folgenden geht der Fachverband für Strahlenschutz ausschließlich auf die radiologischen Folgen des Tschernobylunfalls ein. Die ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Auswirkungen sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

Das Ereignis...

In der Nacht des 26. April 1986 sollte durch ein Experiment geklärt werden, ob nach einem Abschalten des Reaktors die verbleibende Rotationsenergie der Turbinen noch ausreichen würde, um die interne Leistungsversorgung des Reaktors bis zum Anspringen der Notstromaggregate zu gewährleisten. In der Folge dieses Experiments geriet der Reaktor aufgrund von Konstruktionsmängeln dieses Reaktortyps und durch eine Reihe von Fehlhandlungen, unsachgemäßen Bedienungen und durch das Abschalten von Sicherheitssystemen außer Kontrolle.

...und seine Auswirkungen

Kontamination durch radioaktiven Fallout

Durch die Explosionen im Reaktor und die nachfolgenden Brände wurden insgesamt mehr als 10^{19} Bq radioaktiver Stoffe freigesetzt [1]. Davon ist ^{137}Cs mit einer Freisetzung von $8,5 \cdot 10^{16}$ Bq das Radionuklid mit den mittel- und langfristig bedeutendsten radioökologischen Auswirkungen. Für die gesundheitlichen Folgen ist neben ^{137}Cs auch das kurzlebige ^{131}I (Halbwertszeit 8 Tage) mit einer freigesetzten Aktivität von $1,8 \cdot 10^{18}$ Bq relevant.

Das Ausmaß der unmittelbaren Kontaminationen mit ^{137}Cs betraf in der Ukraine, in Weißrussland und in Russland eine Fläche von 3.100 km^2 mit mehr als 1.480 kBq/m^2 (Zone I) und eine Fläche von 146.300 km^2 mit mehr als 37 kBq/m^2 (Zonen I bis IV). In anderen Ländern Europas waren etwa 45.000 km^2 mit mehr als 37 kBq/m^2 betroffen.

Der ^{137}Cs -Fallout in Deutschland und der Schweiz war sehr ungleichmäßig verteilt: Im Voralpenland und südlich der Schweizer Alpen (im Tessin) wurden Bodenkontaminationen von etwa 20 bis 50 kBq/m^2 (kleinräumig auch darüber) gemessen, südlich der Donau etwa 10 bis 20 kBq/m^2 und nördlich der Donau unter 5 kBq/m^2 . In der norddeutschen Tiefebene trat kaum ^{137}Cs -Fallout auf [2,4]. Der derzeitige Beitrag zur Strahlenexposition (siehe unten) ist im Wesentlichen auf diese Bodenkontamination zurückzuführen [3,5].

Strahlenexposition in der Ukraine, Russland und Weißrussland

Die Kontaminationen hatten eine Strahlenexposition großer Teile der ukrainischen, russischen und weißrussischen Bevölkerung und anderer Länder zur Folge. Mehr als 500.000 Aufräumarbeiter, die nach dem Unfall eingesetzt worden waren, um direkt am Reaktor oder in den hochkontaminierten Gebieten Unfallschäden zu beseitigen, Bau- und Abschirmmaßnahmen durchzuführen oder Dekontaminationsarbeiten zu verrichten, wurden mit einer durchschnittlichen effektiven Dosis (akkumuliert im Zeitraum 1986-2005) von 120 mSv exponiert. Etwa 120.000 Personen, die aus den Zonen I und II evakuiert worden sind, erhielten durchschnittliche Dosen von etwa 30 mSv . Für die etwa $6,5$ Mio. Bewohner der Zonen I bis IV bedeutete der Unfall eine

durchschnittliche Dosis von etwa 10 mSv [1] (im gleichen Zeitraum betrug die Exposition durch natürliche Strahlenquellen etwa 40 mSv). Die abgeschätzten Dosisangaben für diese Bevölkerungsgruppen sind allerdings mit großen Unsicherheiten behaftet.

Von besonderer Bedeutung sind die durch kurzlebige Jod-Isotope, vor allem durch ^{131}I , verursachten Strahlenexpositionen. Radioaktives Jod wird in der Schilddrüse angereichert und kann hohe Schilddrüsendosen bewirken, die mit einem erhöhten Risiko für Schilddrüsenkrebs verbunden sind. Dabei sind die Dosen von Kleinkindern aufgrund der geringen Schilddrüsenmasse bei gleichgroßer inkorporierter Aktivität um einen Faktor 2 bis 3 höher als die mittleren Dosen von Kindern und Jugendlichen und um einen Faktor 5 bis 10 höher als die von Erwachsenen. In den hoch kontaminierten Regionen der Ukraine, Weißrusslands und Russlands erhielten 46.000 Kinder mittlere Schilddrüsendosen von 700 mSv. Insgesamt erhielten 466.000 Menschen mittlere Schilddrüsendosen von 300 mSv. In Deutschland waren die Schilddrüsendosen im Jahr 1986 mit weniger als 10 mSv dagegen vergleichsweise gering.

Strahlenexposition in Deutschland und in der Schweiz

Die Strahlenexposition durch langlebige Radionuklide, vor allem durch ^{137}Cs (zu mehr als 90% durch Bodenkontamination) beträgt in Deutschland und der Schweiz zurzeit im Freien noch etwa 0,01 mSv pro Jahr (mit sehr lokalen Maximalwerten bis 0,5 mSv pro Jahr im Tessin in der Schweiz), in Gebäuden etwa 0,002 mSv. Dies bedeutet eine durchschnittliche Jahresdosis von ca. 0,005 mSv [3,5] (zum Vergleich: 1986 ca. 0,07 mSv, akkumuliert 1986-2005: 0,17 mSv [1]). In Gebieten, die nach wie vor eine sehr viel höhere Bodenkontamination aufweisen, z. B. in bestimmten Gegenden des Bayerischen Waldes, kann die Jahresdosis jedoch auch einen 10-fachen Wert erreichen. Bedingt durch die Halbwertszeit für ^{137}Cs von ca. 30 Jahren wird in den nächsten Jahren der Rückgang der Dosis etwa 2,5% pro Jahr betragen.

Die Grundnahrungsmittel wie Milch, Gemüse, Getreide, Obst und Fleisch sind durch radioaktives Cäsium aus dem Reaktorunfall nur noch sehr geringfügig kontaminiert. Durch ein umfangreiches Messprogramm nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, in dem jährlich mehrere tausend Lebensmittelproben auf ihren Aktivitätsgehalt untersucht werden, wird eine bundesweite Überwachung der Konzentration radioaktiver Nuklide in Lebensmitteln sichergestellt. Die Messwerte der Aktivitätskonzentration von ^{137}Cs liegen unter 1 Bq/kg pro Kilogramm Frischmasse bzw. pro Liter, woraus für die deutsche und schweizerische Bevölkerung im Durchschnitt eine Ingestionsdosis von 0,001 mSv pro Jahr resultiert (zum Vergleich 1986: 0,04 mSv). Dies ist gegenüber der mittleren Strahlenexposition von ca. 0,3 mSv pro Jahr durch Ingestion natürlicher radioaktiver Stoffe (vor allem ^{40}K) sehr wenig [3,5].

In Lebensmitteln aus Waldgebieten und bei Fischen aus Binnenseen wurden vereinzelt auch erheblich höhere Werte gemessen. Die spezifischen ^{137}Cs -Aktivitäten reichen bis zu einigen 100 Bq/kg bei einigen Arten von Wildpilzen und Wildschweinen aus den hoch belasteten Gebieten Süddeutschlands und der Schweiz [3,5]. Der Verzehr von 100 g eines Lebensmittels mit einer spezifischen ^{137}Cs -Aktivität von

1.000 Bq/kg führt bei einem Erwachsenen zu einer effektiven Dosis von ca. 0,001 mSv.

Die im gesamten Leben akkumulierte, durch den Tschernobyl-Unfall verursachte Dosis durch äußere Exposition und durch Nahrungsaufnahme liegt in Deutschland bei etwa 0,5 bis 1 mSv. In höher kontaminierten Gebieten kann es zu Dosen im Bereich von 2 mSv kommen [2].

Im Vergleich zur mittleren effektiven Dosis durch alle natürlichen Strahlenquellen von etwa 2 mSv pro Jahr bzw. 150 mSv im Leben ist der Dosisbeitrag durch die Tschernobyl-Folgen in Deutschland somit sehr gering.

Gesundheitliche Folgen

Ukraine, Russland und Weißrussland

An den direkten Folgen des Unfalls und an späteren Effekten aufgrund eines akuten Strahlensyndroms starben aus der Gruppe der Rettungsmannschaften, Liquidatoren und Aufräumarbeiter 78 Personen bis 2006. Aus dieser Gruppe starben weitere 50 Personen an anderen Krankheiten, die jedoch mit der Strahlenexposition in Zusammenhang gestanden haben könnten.

Bei Strahlenexpositionen unterhalb von 100 mSv, wie sie für den allergrößten Teil der betroffenen Bevölkerung zutreffen, stehen die so genannten stochastischen Strahlenfolgen, vor allem strahleninduzierte Krebserkrankungen, im Vordergrund. Aus diesem Grunde sind in unmittelbarer Folge nach dem Unfall bis heute umfangreiche Beobachtungen und epidemiologische Studien zur Krebshäufigkeit in den betroffenen Gebieten wie auch in anderen Ländern durchgeführt worden.

Bisher wurden als Folge der hohen Strahlenexpositionen durch kurzlebige radioaktive Jod-Isotope, vor allem ¹³¹I, in den betroffenen Gebieten der Ukraine, Russlands und Weißrusslands im Zeitraum von 1991 bis 2005 bei Personen, die 1986 unter 18 Jahre alt waren, 6.848 Fälle von Schilddrüsenkrebs beobachtet. Von diesen verstarben 15 Patienten bis 2005 [1]. Etwa 30 bis 60% dieser beobachteten Schilddrüsenkrebs-Fallzahlen werden der erhöhten Strahlenexposition zugerechnet [1].

Aussagekraft epidemiologischer Studien

Von einigen Institutionen und Gruppen wurde ein Anstieg auch für andere solide Tumoren in der allgemeinen Bevölkerung erwartet oder vorhergesagt. Diese Abschätzungen unterscheiden sich allerdings erheblich in Bezug auf die betrachteten Bevölkerungsgruppen, die Dosimetrie und die verwendeten Projektionsmodelle.

Tatsächlich wurde bisher jedoch außer für Schilddrüsenkrebs keine Erhöhung des Auftretens von anderen Erkrankungen (soliden Tumoren, Leukämien, Erbschäden oder Geburtsfehlern) beobachtet, die in Zusammenhang mit der zusätzlichen Strahlenexposition gebracht werden könnten, obwohl mittlerweile mehr als ein Jahrzehnt nach der minimalen Latenzzeit für solide Tumore verstrichen ist [1]. Da allerdings für alle betrachteten Populationen die Dosen relativ klein sind, vergleichbar mit der natürlichen Hintergrundstrahlung, war es von Anfang an durchaus unwahrscheinlich, dass ein Zuwachs, sofern er bestehen sollte, mit epidemiologischen Studien überhaupt nachweisbar sein würde.

Die Feststellung, dass außer dem Anstieg für Schilddrüsenkrebs bei Kindern, bisher keine Erhöhung der Krebsraten – weder in den betroffenen Gebieten, noch anderswo – beobachtet wurde, ist von großer Tragweite und wird sehr unterschiedlich interpretiert. Angesichts dieser Faktenlage hält es der Fachverband für Strahlenschutz für durchaus möglich, sogar aufgrund unseres strahlenbiologischen Wissens für wahrscheinlich, dass die Strahlenexposition durch den Tschernobyl-Unfall zu einer erhöhten, jedoch nicht beobachtbaren Krebserkrankungszahl geführt hat. Andererseits reicht unser gegenwärtiges Wissen über den Zusammenhang von Dosis und Krebshäufigkeit nicht aus, um zuverlässig diese Anzahl vielleicht verborgener, dennoch dem Reaktorunfall zuzuschreibender Krebsfälle angeben zu können.

Fazit

Die Bewertung der Unfallfolgen in Medien und Öffentlichkeit fällt sehr unterschiedlich aus. Insbesondere die berichteten Opferzahlen unterscheiden sich z.T. drastisch. Dies lässt sich zumindest teilweise auf folgende Umstände zurückführen:

Die in der 25-jährigen Beobachtungszeit festgestellten zusätzlichen, dem Unfall zuzuschreibenden Fallzahlen, z.B. für Krebserkrankungen, sind bemerkenswert gering. Nimmt man diese als alleiniges Merkmal, so gelangt man in der Tat zu sehr kleinen Opferzahlen. Es ist allerdings durchaus plausibel, dass darüber hinaus aufgrund statistisch-epidemiologischer Einschränkungen nicht beobachtete Erkrankungen der Strahlenexposition durch den Unfall zuzuordnen sind. Deren Anzahl kann jedoch nur auf der Grundlage bestimmter Wirkungsmodelle abgeschätzt werden. Solche Abschätzungen sind allerdings sehr komplex und wissenschaftlich-methodisch bedingt mit großen Unsicherheiten behaftet. Insbesondere ist nicht klar, mit wie vielen zusätzlichen Krebsfällen im Bereich kleiner Dosen, denen der größte Teil der betroffenen Bevölkerung ausgesetzt war, zu rechnen ist. Es ist noch nicht einmal nachgewiesen, dass in diesem Dosisbereich überhaupt eine Erhöhung des Strahlenrisikos besteht, auch wenn die meisten Strahlenforscher dies aufgrund biologischer Modelle für wahrscheinlich halten.

Je größer die betrachtete Bevölkerung, desto kleiner sind die zuzuordnenden individuellen Dosiswerte und desto größer sind die Unsicherheiten für die Abschätzungen der Opferzahlen. Werden also sehr große Bevölkerungsgruppen (vielleicht sogar die gesamte Weltbevölkerung) mit einbezogen, so gelangt man zu exorbitant großen Fallzahlen, die allerdings keinerlei realistische Aussagekraft mehr besitzen.

Als Konsequenz hieraus sieht der Fachverband für Strahlenschutz keine ausreichend solide Basis, um quantitative Fallschätzungen abzugeben. Er hält es für nicht zielführend, den Unfall von Tschernobyl und seine Folgen allein auf die Angabe von Opferzahlen zu reduzieren. Die vordergründige Präsentation einer mehr oder weniger willkürlich abgeschätzten Opferzahl wird der tatsächlichen Bedeutung dieses Geschehens mit seiner ungeheuren Dramatik, dem Schicksal der an Schilddrüsenkrebs Erkrankten und den schwerwiegenden sozialen und ökonomischen Folgen insbesondere für die Bevölkerung in der ehemaligen UdSSR nicht gerecht.

Kontaktperson: Joachim Breckow
joachim.breckow@mni.th-mittelhessen.de



LITERATUR

- [1] UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation, 2011 Report to the General Assembly, United Nations, New York. Annex D: Health Effects due to Radiation from the Chernobyl Accident (2011).
- [2] SSK: 20 Jahre nach Tschernobyl – Eine Bilanz aus der Sicht des Strahlenschutzes, Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 50. H. Hoffmann-Fachverlag, Berlin (2006)
- [3] BfS: Jahresbericht 2009 des Bundesamts für Strahlenschutz, Salzgitter (2010)
- [4] KOMAC, KSA, EKS, KUeR: 10 Jahre nach Tschernobyl. Ein Beitrag aus schweizerischer Sicht, Bern (1995)
- [5] BAG: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2009, Bern (2010)