

Atommüll

Probleme mit dem Atommüll

Die Bundesregierung soll den Entwurf des Nationalen Entsorgungsprogramms überarbeiten und den gesamten vorhandenen und künftigen Atommüll einbeziehen. Dem Schutz vor radioaktiver Strahlung müsse dabei oberste Priorität eingeräumt werden, fordert die Fraktion Die Linke im Deutschen Bundestag in einem Antrag (Drucksache 18/5228 vom 17. Juni 2015). So müsse das Umdefinieren radioaktiver Abfälle in konventionelle Abfälle und ihre unkontrollierte Verbreitung infolge einer großzügigen Freigaberegulation beendet werden. Außerdem sollte die Regierung einen „konsistenten Zeitplan“ für die Lagerung der abgebrannten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung erstellen.

Damit ist die Kritik an der Freigabepraxis von Atommüll erstmals von einer Partei aufgegriffen worden, nachdem

die massenhafte Freisetzung von Atommüll in die Umwelt von der früheren rot-grünen Bundesregierung in der Strahlenschutzverordnung geregelt worden war. Rund 95 Prozent der radioaktiven Materialien aus dem Abriß und Rückbau von Atomkraftwerken werden nicht end- oder zwischengelagert, sondern in großem Stil in konventionelle Abfälle umdefiniert und dem Recycling und der Wiederverwendung zugeführt oder auf normalen Hausmülldeponien abgelagert.

Nach Ansicht der Linksfraktion werden die vorhandenen Probleme und ungelösten Fragen im Umgang mit den radioaktiven Abfällen im Entwurf des Nationalen Entsorgungsprogramms weitgehend ausgeblendet. Bestehende Probleme mit leckenden Atommüllfässern kämen darin ebenso wenig vor wie Brennelemente-Zwischenlager ohne Genehmigung. Zudem seien die zeitlichen Prognosen für die Errichtung eines Abfalllagers für hochradioaktive Abfälle unrealistisch, wie auch die bisherigen Diskussionen in der so genannten Endlager-

Kommission des Bundestages zeigten. ●

Hannover, 23. Oktober 2015

Symposium Atommüllrecht

Während der Bundestag mit seiner Kommission »Lagerung hochradioaktiver Abfälle« diskutiert, wohin der hauptsächlich hochradioaktive Atommüll in vielen Jahrzehnten verbracht werden soll, wird gleichzeitig der Umgang mit Atommüll durch eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen, Gerichts- und Verwaltungsverfahren präjudiziert.

Im Rahmen eines Atommüll-Rechtssymposiums am 23. Oktober 2015 in Hannover werden Praktikerinnen und Praktiker die Entwicklungen in einzelnen Bereichen beleuchten und bewerten. Veranstalter des Symposiums ist der Trägerkreis Atommüllreport, eine Arbeitsgemeinschaft von acht Umweltverbänden, Fachgesellschaften und Bürgerinitiativen inklusive Strahlentelex und Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.,

in Kooperation mit Greenpeace.

Themen sind die Auswirkungen des EU-Rechts auf den nationalen Umgang mit Atommüll, das Nationale Entsorgungsprogramm und das Standortauswahlgesetz, die Rechtmäßigkeit des Exports von radioaktiven Abfällen, die Konsequenzen aus dem Brunsbüttel-Urteil, die Rechtsentwicklungen in den Stilllegungsverfahren von Atomanlagen, Regelungen im subgesetzlichen Raum (wie der Strahlenschutz) und Anforderungen an einen Rechtsrahmen für den Atomausstieg und die Finanzierung der Atommüll-Lagerung.

Symposium Atommüllrecht, 23. Oktober 2015, 10-18 Uhr, Rotation, ver.di-höfe, Goseriade 10, 30159 Hannover. Information, Kontakt und Anmeldung: Atommüllreport, c/o Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., Bleckenstedter Str. 14a, 38239 Salzgitter, Ursula Schönberger, schoenberger@atommuellreport.de, www.atommuellreport.de ●

Epidemiologie

Hinweise auf ein Effektmaximum bei verändertem Geschlechterverhältnis in der Umgebung kerntechnischer Anlagen

Kommentar zum Beitrag „Verschiebung des Geschlechterverhältnisses in der Nähe der Braunschweiger Nuklearfirma Eckert & Ziegler“

Von Ralf Kusmierz und Hagen Scherb*

Thomas Huk berichtete im Strahlentelex Nr. 682-683 vom 4. Juni 2015 mit einer

bemerkenswerten Studie über eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses in der Nähe der Braunschweiger Nuklearfirma Eckert & Ziegler. Er diskutiert darin Literaturstellen, die sich mit Veränderungen des Geschlechterverhältnisses unter dem Einfluß ionisierender Strahlung auseinandersetzen. Dabei zitiert er einen „Letter to the

Editor“ von M. Saadat, nachdem in der nordiranischen Stadt Ramsar trotz einer hohen Radiumbelastung des Wassers, die zu einer Personendosis von 260 mSv/a führen soll, unter 7591 Geburten ein unauffälliger Jungenanteil $m/(m+f)$ von 51,1 Prozent vorliegt, der gegenüber Vergleichswerten nicht verändert sei. Nicht angegeben ist, wie dieser Dosiswert zustande kommt und ob es sich dabei um Durchschnittsbelastungen oder einzelne Spitzenwerte handelt.

Zunächst einmal ist anzumerken, daß bei der Geburtenzahl 7591 das 95%-Konfidenzintervall für das Geschlechterverhältnis $m/f^{\dagger}=1,0450$ [0,9990, 1,0931] beträgt, also

† m=male, biolog. männlich; f=female, biolog. weiblich

der (unbekannte) „wahre“ Wert des Geschlechterverhältnisses innerhalb dieses sehr breiten Vertrauensbereiches liegt und damit das Nichtvorliegen einer Veränderung nicht belegt ist. Aber selbst wenn die Annahme „Keine Änderung“ richtig ist, muß dieser Befund nicht im Widerspruch zu einem strahlungsbedingten Einfluß auf das Geschlechterverhältnis stehen. Wir fanden abhängig von der Belastungsart zwei Typen von Anstiegen des Geschlechterverhältnisses nach ionisierender Bestrahlung:

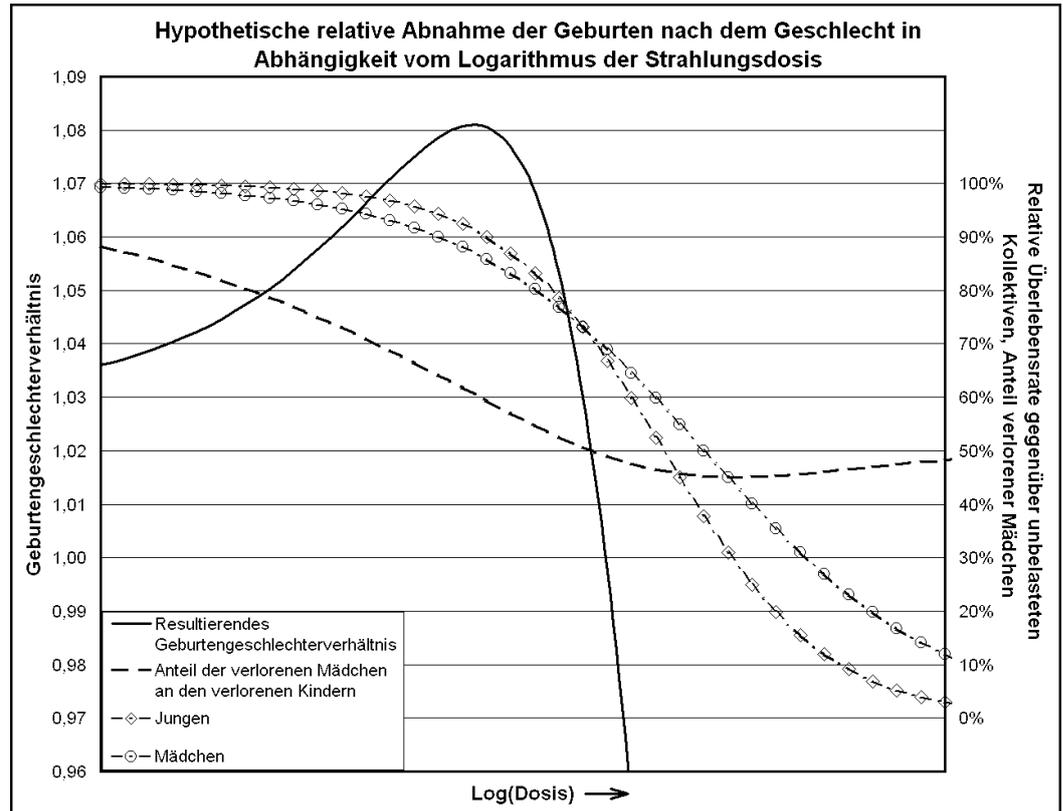
1. nach großflächigen radioaktiven Immissionen aus Nuklearunfällen und Rückständen von atmosphärischen Kernwaffenexplosionen, und
2. in der Umgebung kerntechnischer Anlagen.

* Dipl.-Ing. Ralf Kusmierz, Dr. Hagen Scherb, Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg, ralf.kusmierz@helmholtz-muenchen.de

Sie unterscheiden sich grundsätzlich dadurch, daß im zweiten Fall die Erhöhung circa eine Größenordnung höher als im Fall großflächiger Immissionen ist. Für den ersten Fall können wir aber von einer monotonen Abhängigkeit der Änderung von der Intensität der Immission ausgehen, wie sich aus dem Vergleich der Geburtenzahlen für unterschiedlich hoch belastete Länder oder auch Landkreise ergibt. Man kann also annehmen, daß der Effekt um so stärker ausfällt, je höher die ursächliche Belastung ist.

Das gilt im zweiten Fall aber nicht: Es gibt deutliche Hinweise darauf, daß sich in der Abstandsabhängigkeit des Effekts ein ausgeprägtes Maximum im Abstand von einigen bis einigen zehn Kilometern von der Anlage zeigt und es innerhalb dieser Maximum-Effekt-Entfernung zum Zentrum hin sogar zu einer Effektkumkehr kommen kann, also nahe dem Zentrum das Geschlechterverhältnis kleiner als der Durchschnitt werden kann. Letzteres ist allerdings statistisch schlecht belegbar, da die unmittelbare Nachbarschaft einer kerntechnischen Anlage normalerweise nur sehr dünn besiedelt ist und sich ferner die Fläche eines Kreistrings konstanter Breite proportional zu seinem Radius verhält, was bedeutet, daß bei konstanter Siedlungsdichte die Fallzahlen in Zentrumsnähe klein werden und dadurch die statistische Nachweiskraft („Statistical power“) abnimmt.

Man darf annehmen, daß die Intensität radioaktiver Belastung aus emittierenden Anlagen monoton mit der Entfernung abnimmt. Eine mögliche Erklärung für das Auftreten eines Effektmaximums in einiger Entfernung vom Zentrum ist das Auftreten einer Effektkumkehr: Bei kleinen Strahlungsdosen werden die weiblichen Embryonen stärker benachteiligt, bei höheren nimmt aber die letale Schädigung der männlichen überproportional



zu, so daß sich bei hohen Dosen der Effekt umkehrt. Das könnte dazu führen, daß unabhängig von der emittierten Aktivitätsmenge die Effekthöhe einen Wert von ca. 5 bis 10 Prozent nicht überschreiten wird, aber die Entfernung des Maximums vom emittierenden Zentrum mit der Emissionshöhe zunimmt, weil bei stärkeren Emittenten die Immissionshöhe erst in größerer Entfernung auf denjenigen Wert abgenommen hat, bei dem die maximale Effektkumkehr auftritt.

Das soll mit einem einfachen Modell veranschaulicht werden. Angenommen, die Wahrscheinlichkeit des Absterbens eines Embryos hängt vom Logarithmus der Dosis nach Art einer logistischen Funktion ab, aber diese Empfindlichkeit ist geschlechtsabhängig, dann ergibt sich beispielsweise der in der Abbildung dargestellte Verlauf des Geschlechterverhältnisses der Geborenen von der Dosis:

Bei niedrigen Dosen ergibt sich ein mit der Dosis ansteigendes Geschlechterverhältnis. Bei höheren Dosen, bei denen schon erhebliche Anteile

der Schwangerschaften von beiden Geschlechtern verloren gehen, kehrt sich das Geschlechterverhältnis unter diesen Annahmen aber um, und es überwiegen dann sogar die weiblichen Geburten. (Der genaue Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit bei höheren Dosen ist irrelevant: Wesentlich ist, daß sich bereits bei niedrigen Dosen eine deutliche Verzerrung des Geburtsgeschlechterverhältnisses ergibt, die an der Stelle, an der sich die Wahrscheinlichkeiten maximal unterscheiden, ihr Maximum annimmt. Für das Beispiel wurde ein ungestörtes Geburtsgeschlechterverhältnis von $m/f = 1,03$ angenommen.)

Für eine mit der Entfernung von einer kerntechnischen Anlage abnehmende Strahlenbelastung können sich in der Nähe der Anlage Dosen ergeben, die rechts vom Maximum des Geschlechterverhältnisses in der Abbildung liegen. Damit ergibt sich dann zum einen ein Effektmaximum in einiger Distanz von der Anlage, dessen Höhe nicht von der Höhe der Emission abhängt, wohl aber dessen Distanz. Zum anderen kann das Ge-

schlechterverhältnis in der Nahumgebung sogar mit zunehmender Belastung abnehmen, während das Maximum sich weiter von der Anlage entfernt. Auch ist der Anteil der verlorenen Mädchen an den insgesamt verlorenen Kindern im Modell von der Strahlenbelastung abhängig.

Die Konsequenzen solcher nichtlinearen Abhängigkeiten der Effektkumkehr von der Ursache könnten auch teilweise widersprüchliche Literaturergebnisse erklären. Der scheinbar fehlende Effekt in Ramsar könnte also gerade auf die hohe Belastung zurückzuführen sein, bei der sich der Effekt so weit umgekehrt hat, daß das Geschlechterverhältnis unverändert erscheint.

Die Angabe bzw. Verwendung einer Äquivalentdosis ist aber ohnehin problematisch, weil die von Radionukliden emittierte Korpuskularstrahlung im Gewebe nur eine sehr kleine Reichweite hat, die deutlich unterhalb eines Zelldurchmessers liegt, und es unter anderem deswegen auf die chemischen Eigenschaften der jeweiligen inkorporierten Nuklide ankommt, wo genau sie

im Körper bzw. in der Zelle wirksam werden. Demgegenüber unterstellt das Konzept der Äquivalentdosis, daß ionisierende Strahlung so wirken würde, als ob sie homogen auf das gesamte Gewebvolumen einwirkt.

Huk, Thomas: Verschiebung des Geschlechterverhältnisses in der

Epidemiologie

Hurrikan veränderte das Geschlechterverhältnis

Das Verhältnis männlicher zu weiblicher Neugeborener in den vom Hurrikan Katarina Ende August 2005 getroffenen Gebieten der USA untersuchten Victor Grech vom Mater Dei Hospital in Msida auf Malta und Hagen Scherb vom Helmholtz Zentrum München in einer Arbeit, die am 23. Juni 2015 online in dem Journal Medical Principles and Practice veröffentlicht wurde. Dazu betrachteten sie die nach dem Geschlecht differenzier-

Epidemiologie

Erhöhte Leukämie-Sterblichkeit bei dauernder niedriger Strahlenbelastung

Im Rahmen einer internationalen Kohortenstudie untersuchten Klervi Leuraud, David B Richardson, Elisabeth Cardis und weitere Kollegen den Zusammenhang zwischen langanhaltender niedrig dosierter Strahlenbelastung und der Sterblichkeit (Mortalität) an Leukämie, Lymphomen und multiplem Myelom bei in Frankreich, Großbritannien und den USA beschäftigten Erwachsenen in strahlenüber-

Nähe der Braunschweiger Nuklearfirma Eckert & Ziegler. Strahlentelex Nr. 682-683, S. 1-3, 2015, http://www.strahlentelex.de/Stx15_682-683_S01-03.pdf

Orzack, Steven Hecht, et al.: The human sex ratio from conception to birth. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2015, 112. Jg, Nr. 16, S. E2102-E2111.

ten monatlichen Geburten für die betroffenen Staaten Alabama, Florida, Louisiana und Mississippi von Januar 2003 bis Dezember 2012, wie sie sie von den Centers for Disease Control and Prevention erhalten hatten. Die Daten für die Niederschläge (Regenmengen) erhielten sie vom US National Weather Service.

Von insgesamt 3.903.660 Lebendgeburten waren demnach 1.996.966 (51,16%) männlich (m) und 1.906.694 (48,84%) weiblich (f). Festgestellt wurden dabei signifikante saisonale Schwankungen: das maximale Verhältnis m/f trat im Monat Mai mit 1,055 auf, das kleinste im September mit 1,041 ($p=0,0073$). Es zeigte sich auch ein separater deutlicher

wachten Bereichen. Sie fanden dabei starke Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen langzeitiger niedrig dosierter Strahlenbelastung und Leukämie. Sie betrachteten eine Kohorte von 308.297 Personen, die für mindestens 1 Jahr bei der Atomic Energy Commission, AREVA Nuclear-Zyklus, der Nationalen Elektrizitätsgesellschaft in Frankreich, in den Abteilungen für Energie und Verteidigung in den USA und in strahlenüberwachten Bereichen der Atomindustrie beschäftigt waren, die im Nationalen Register für Strahlenarbeiter in Großbritannien registriert sind. Diese Personen verkörpern insgesamt 8,22 Millionen Personennjahre. 22 Prozent der Beschäftigten erreichten das Ende der Beobachtungszeit von 27 Jahren. Die Assoziationen zwischen den geschätzten Ener-

Saadat, M.: No change in sex ratio in Ramsar (north of Iran) with high background of radiation. Occupational and environmental medicine, 2003, 60. Jg., Nr. 2, S. 146-147.

Kusmierz, Ralf; Voigt, Kristina; Scherb, Hagen; 2010: Is the human sex odds at birth distorted in the vicinity of nuclear facilities (NF)? A preliminary geo-spatial-

cher Anstieg des Geburtengeschlechterverhältnisses m/f 8 bis 10 Monate nach dem Sturm von April bis Juni 2006 mit Spitzen $m/f=1,078$ ($p=0,0074$), was ein Verlust von annähernd 800 Mädchen bedeutet. In diesem Zeitraum waren mit 46.072 nur die Zahl der Mädchen verringert, während sich die Zahl der Jungengeburten nicht veränderte, weshalb der Anstieg m/f nur durch ein Defizit an Mädchen erklärt werden kann, beschreiben die Autoren. Diese Spitze trat nur in Alabama, Louisiana und Mississippi auf, die alle heftigen Regenfällen ausgesetzt waren. In Florida dagegen hatte es keine starken Regenfälle gegeben und das Verhältnis m/f zeigte hier keine solche Spitze.

giedosen des roten Knochenmarks und der Sterblichkeit an Leukämien und Lymphomen wurden mit Hilfe von Poisson-Regressionen quantifiziert.

Die Strahlendosen betragen demnach im Mittel 1,1 mGy pro Jahr. Das zusätzliche relative Risiko an Leukämie zu sterben (ohne chronisch lymphatischer Leukämie CLL) betrug 2,96 pro Gray (90% Vertrauensbereich $CI=1,17-5,21$). Am stärksten war der Zusammenhang zwischen der Strahlendosis und der Sterblichkeit an chronisch-myeloischer Leukämie (CML) mit einem zusätzlichen relativen Risiko pro Gray in Höhe von 10,45, (90% $CI=4,48-19,65$).

Als Finanziere der Studie werden angegeben: Centers for Disease Control and Prevention, Ministerium für Gesundheit, Arbeit und Wohl-

temporal approach. In: Greve, K., Cremers, A.B., 24th EnviroInfo 2010. Shaker: Bonn and Cologne, Germany, pp. 616 - 626.

Scherb, Hagen; Voigt, Kristina: The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities. Environ Sci Pollut Res Int. 2011 Jun;18(5):697-707

Die Autoren ermittelten auch eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Menge des Niederschlags nach dem Hurrikan Katrina und dem monatlichen Geschlechterverhältnis der Lebendgeburten in den US-Bundesstaaten Alabama, Louisiana und Mississippi 8 bis 10 Monate später. Sie stellen die Hypothese auf, daß die im Regen erhöhte Hintergrundstrahlung ursächlich für die Veränderungen des Geburtengeschlechterverhältnisses verantwortlich ist.

Victor Grech, Hagen Scherb: Hurricane Katarina: Influence on the Male-to-Female Birth Ratio, Med Princ Pract June 23, 2015, DOI: 10.1159/000431363, <http://www.karger.com/Article/FullText/431363#AC>

fahrt von Japan, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, AREVA, Electricité de France, National Institute for Occupational Safety and Health, US Department of Energy, US Department of Health and Human Services, University of North Carolina, Public Health England.

Klervi Leuraud, David B Richardson, Elisabeth Cardis, Robert D Daniels, Michael Gillies, Jacqueline A O'Hagan, Ghassan B Hamra, Richard Haylock, Dominique Laurier, Monika Moissonnier, Mary K Schubauer-Berigan, Isabelle Thierry-Chef, Ausrele Kesminiene: Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study, www.thelancet.com/haematology Published online June 22, 2015, [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026\(15\)00094-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026(15)00094-0)