

# Strahlentelex

mit **ElektrosmogReport**

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288

[www.strahlentelex.de](http://www.strahlentelex.de)

Nr. 558-559 / 24. Jahrgang, 1. April 2010

## Umweltradioaktivität:

Die medizinische Strahlenbelastung steigt kontinuierlich und ungehemmt an. Das zeigt die jetzt veröffentlichte Unterrichtung durch die Bundesregierung zur Strahlenbelastung im Jahr 2008.

Seite 5

## Atommüll:

Das Moratorium zur Erkundung des Salzstocks Gorleben als Atommüll-Endlager ist aufgehoben und das Modell-Salzberg Asse säuft ab. Alternativen sollen nicht erkundet werden. Eine Fachtagung in Lüchow-Dannenberg.

Seite 6

## Atommüll:

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat die Nutzung eines neuen Castorbehälters genehmigt. 11 dieser Behälter sollen im Herbst 2010 mit Atommüll gefüllt aus Frankreich nach Gorleben gebracht werden.

Seite 7

## Atompolitik:

Die EU-Kommission versucht, Stimmung für die Atomindustrie zu machen. Dagegen ist jetzt in Österreich eine Initiative für ein Volksbegehren zur Kündigung des EURATOM-Vertrages gestartet worden.

Seite 7

## Epidemiologie

### Verlorene Kinder

Die Geschlechtschance des Menschen bei der Geburt in Europa und in den USA nach den oberirdischen Atomwaffentests und nach Tschernobyl

Von Hagen Scherb\*

Seit der Entdeckung der Mutagenität von ionisierender Strahlung im Tierexperiment wurden schädigende strahlengenetische Effekte auch beim Menschen immer wieder in Betracht gezogen und untersucht. Während das Wissenschaftliche Komitee der Vereinten Nationen für

die Wirkung von Atomstrahlung (UNSCEAR) noch im Jahre 2000 die Auffassung vertrat, strahleninduzierte vererbare Effekte beim Menschen seien bisher nicht belegt [1], kann man solche Effekte nach dem Unfall von Tschernobyl mit einfachen Mitteln eindeutig nachweisen.

## Hintergrund

Nach Tschernobyl kam es in Europa neben langfristig erhöhten Totgeburtenraten [2] auch zu langfristig erhöhten Fehlbildungsraten. Auffällig waren insbesondere das Down-Syndrom [3-6], Lippen-Kiefer-Gaumenspalten [7, 8] sowie Herzfehlbildungen und Deformitäten [9]. Die Geschlechtschance des Menschen bei der Geburt (das Zahlenverhältnis von männlich zu weiblich Geborenen; sex odds) ist ein wichtiger Indikator für strahleninduzierbare genetische Effekte [10,11]. Relativ früh war ein Anstieg der Geschlechtschance in einigen Europäischen Ländern nach Tschernobyl erkennbar [12; Abbildung 1]. Genauere Untersuchungen ergaben eine langfristige Erhöhung der Geschlechtschance sowie eine positive Abhängigkeit vom Tschernobyl-Fallout bzw. von der Strahlendosis [13,14]. Eine Analyse der Geschlechtschance in Europa und in den USA vor und nach den oberirdischen Atomwaffentests zeigte ähnliche Trendstörun-

gen wie nach Tschernobyl [15,16]. Ziel dieser Untersuchung ist es, längere Zeiträume sowie weitere Länder in die Trendanalysen einzubeziehen.

## Daten und statistische Methode

In den demographischen Internetdatenbanken der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Vereinten Nationen (UN), des Europäischen Rates (COE) und von EURO STAT sind nationale, jährliche, geschlechtsspezifische Geburtenzahlen frei zugänglich (z.B. <http://data.euro.who.in/hfad/>). Tabelle 1 enthält 38 europäische Länder, für die vollständige Daten von 1975 bis 2007 vorliegen. Entsprechende Zahlen für einen überwiegend westlichen Teil Europas (23 Länder) und für die USA von 1950 bis 1990 wurden im Jahre 2001 von Martuzzi et al. [17] bzw. im Jahre 2005 von Mathews und Hamilton [18] publiziert. Zur Trendanalyse verwenden wir logistische Regression mit Dummy-Variablen für geeignete Zeitfenster sowie ent-

sprechende Interaktionsterme zur synoptischen Analyse von Unterschieden zwischen Ländern und Regionen bzw. zur Modellierung von Trendänderungen [2,9]. Die statistischen Analysen wurden mit SAS 9.1 durchgeführt (SAS Institute Inc: SAS/STAT User's Guide, Version 9.1. Cary NC: SAS Institute Inc; 2003).

## Ergebnisse

### Analyse der europäischen Daten 1975 bis 2007 und der US-Daten 1975 bis 2002

Abbildung 1 zeigt die Trends der Geschlechtschance in den USA (1975 – 2002) und in Europa (1975 – 2007). Insgesamt liegen 373 Millionen Lebendgeburten vor. In den USA sehen wir einen relativ gleichmäßigen und ungestörten Abwärtstrend über den gesamten Zeitraum von 28 Jahren. Der Trend besteht in einer hochsignifikanten Reduktion der Geschlechtschance um 0,224 Prozent in 10 Jahren, (95%-CI = 0,176 – 0,272,  $p < 0,0001$ ). In Europa, im Vergleich zu den USA, sehen wir einen etwas stärkeren Abwärtstrend von 1975 bis 1986. Die Reduktion beträgt 0,294 Prozent in 10 Jahren, (95%-CI = 0,187 – 0,402,  $p < 0,0001$ ). Im Gegensatz zu den USA gibt es in Europa im Jahre 1987, also im Jahr unmittelbar nach dem Tschernobylunfall, einen hochsignifikanten Sprung der Geschlechtschance um 0,208 Prozent, (95%-CI = 0,105 – 0,312,  $p < 0,0001$ ). Von 1987 bis 2000 wechselt der Trend das Vorzeichen und steigt relativ zu dem Abwärtstrend 1975 bis 1986 hochsignifikant an, und zwar mit 0,434 Prozent in 10 Jahren, (95%-CI = 0,297 – 0,571,  $p < 0,0001$ ). Ab dem Jahr 2000 wechselt der Europäische Trend erneut das Vorzeichen und fällt dann signifikant mit 0,388 Prozent in 10 Jahren (95%-CI = 0,151 – 0,624,  $p = 0,0013$ ). Unter der Annahme, dass nur das weibliche Geschlecht nach Tschernobyl betroffen ist, das heißt,

No.	Country	No.	Country	No.	Country	No.	Country
1	Albania	10	Finland	18	Latvia	26	Romania
2	Austria	11	France	19	Lithuania	27	Russ. Fed.
3	Belarus	12	Germany	20	Luxembourg	28	San Marino
4	Belgium	13	Greece	21	Malta	29	Spain
5	Bulgaria	14	Hungary	22	Netherlands	30	Sweden
6-7	Czechoslovakia (f.)	15	Iceland	23	Norway	31	Switzerland
8	Denmark	16	Ireland	24	Poland	32	United Kindom
9	Estonia	17	Italy	25	Portugal	33-38	Yugoslavia (f.)

f. = former

Tabelle 1: **38 europäische Länder mit vollständigen jährlichen geschlechtsspezifischen Lebendgeburtendaten 1975 bis 2007; Lebendgeburten: 267.304.813, davon männlich 137.373.770; Geschlechtschance (das Verhältnis von männlich zu weiblich Geborenen) 1,0573.**

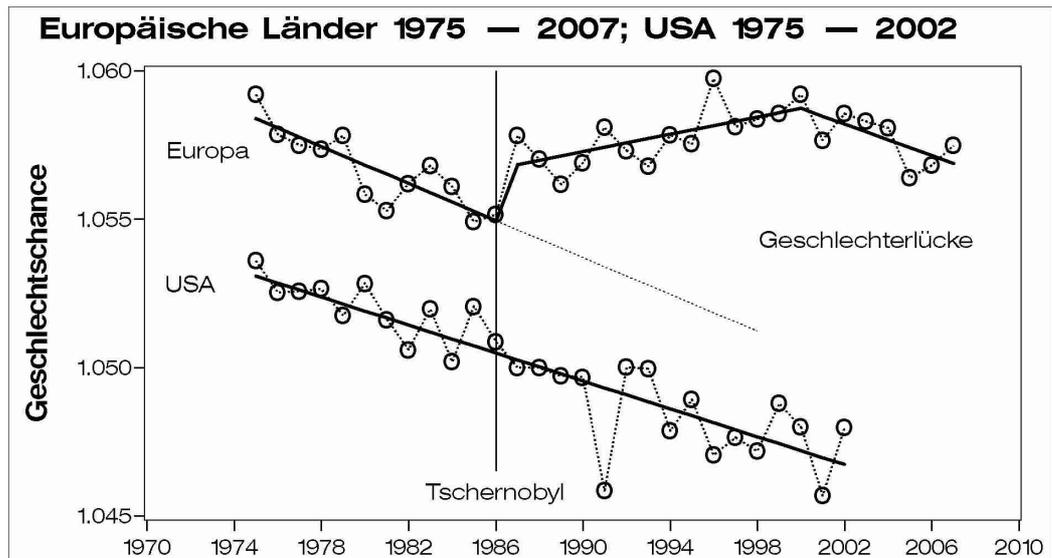


Abbildung 1: **Trends der Geschlechtschance (das Verhältnis von männlich zu weiblich Geborenen) der Lebendgeburten in den USA [18] und in den 38 europäischen Ländern der Tabelle 1.**

dass nur ein Defizit im Nenner der Geschlechtschance diese ansteigen lässt, entspräche die Lücke im Trend der Geschlechtschance in Abbildung 1 (Geschlechterlücke) 435.000 verlorenen Mädchen. Diese Zahl folgt zwingend, wenn man davon ausgeht, dass Jungen weder negativ noch positiv beeinflusst wurden. Mit anderen Worten, falls Jungen nicht betroffen waren, könnte man deren Geburtentrend als Standard wählen und den Trend der Mädchengeburten daran bemessen.

Prinzipiell ist aber zunächst nicht klar, ob nach Tschernobyl mehr Jungen oder weniger Mädchen geboren wurden. Auvinen et al. sahen eine dosisabhängige Zunahme von Spontanaborten in Finnland [19]. Wir fanden dosisabhängige Zunahmen von Totgeburten in europäischen Län-

dern [9]. Folglich erscheint es sinnvoll, davon auszugehen, dass der Unfall von Tschernobyl zu einer Abnahme und nicht zu einer Zunahme der Lebendgeburten in den Folgejahren geführt hat. Es wäre zudem nicht plausibel, wenn ein strahlen genetischer Risikofaktor (Tschernobyl-Fallout) zu besseren Schwangerschaftsbedingungen und zu mehr Geburten relativ zum vorherrschenden positiven oder negativen Geburtentrend führen würde. Leider folgen die absoluten geschlechtsspezifischen Geburtenzahlen im Gegensatz zu den Geschlechtschancen in der Regel keinen stückweise monotonen Trends. Eine Ausnahme bilden die Trends für Mädchen- und Jungengeburt in Dänemark von 1984 bis 1990. In Abbildung 2 erkennt man monotone Anstiege der Geburtenzahlen mit gewissen Ein-

dellungen in den Jahren 1986 bis 1989 [14]. Gemessen an den hypothetisch ungestörten Trends (gestrichelte Linien in Abbildung 2) entsprechen die Eindrücke Defiziten von circa 500 Jungen und circa 1.800 Mädchen. Demnach wäre die Geschlechtschance unter den mutmaßlich verlorenen Kindern circa 3:10. Dies ist eine vorläufige und grobe Betrachtungsweise. Leider haben wir hier noch keine bessere Möglichkeit der Abschätzung gefunden. Mit der Annahme einer Geschlechtschance unter den verlorenen Kindern von 3:10 lässt sich die mögliche Größenordnung der insgesamt verlorenen Kinder abschätzen. Die Geschlechterlücke in Abbildung 1 entspräche dann circa 800.000 fehlenden Kindern. Angesichts der Tatsache, dass einige große Länder wie Ukraine und Türkei mangels vollständiger

Daten nicht berücksichtigt werden konnten, und dass der Effekt über 2007 hinaus bis heute anhält, wird deutlich, dass in Europa und Teilen Asiens mit der Größenordnung von 1 Million verlorenen Kindern nach Tschernobyl bis heute gerechnet werden muss. Weil eine „Erholung“ der Geschlechtschance nicht absehbar ist, wird die Zahl der verlorenen Kinder weiter ansteigen.

**Analyse der Europäischen Daten und der US-Daten 1950 bis 1990**

Abbildung 3 zeigt Trends der Geschlechtschance in Europa und in den USA 1950 bis 1990 wie von Martuzzi et al. [17] und Mathews und Hamilton [18] publiziert. Hier liegen 420 Millionen Lebendgeburten zugrunde. Beide Trends sind mit einer gleichmäßigen Reduktion von 1950 bis 1964, einem Anstieg von 1964 bis 1975, und mit einer erneuten Reduktion von 1975 bis 1990 verträglich. Nach der Erfahrung mit Tschernobyl in Europa (Abbildung 1) liegt es nahe, einen globalen Einfluss der oberirdischen Atomwafentests auf die Geschlechtschance zu postulieren. Die oberirdischen Atombombentests wurden von den meisten beteiligten Nationen mit dem Teststoppabkommen (Partial Test Ban Treaty – PTBT) im Jahre 1963 beendet. Unterstellen wir wiederum eine Geschlechtschance von 3:10 unter den mutmaßlich verlorenen Kindern, so entsprechen die beiden Geschlechterlücken in Abbildung 3 circa 1,2 Millionen verlorenen Kindern.

**Analyse der Deutschen Daten 1975 bis September 2009**

Sprung und Knick im Verlauf der gesamteuropäischen Daten im Jahre 1987 in Abbildung 1 sind hochsignifikant. Aufgrund der wesentlich geringeren Fallzahlen in Einzelländern kann dort wegen verringerter statistischer Nachweis-kraft im allgemeinen nicht mit

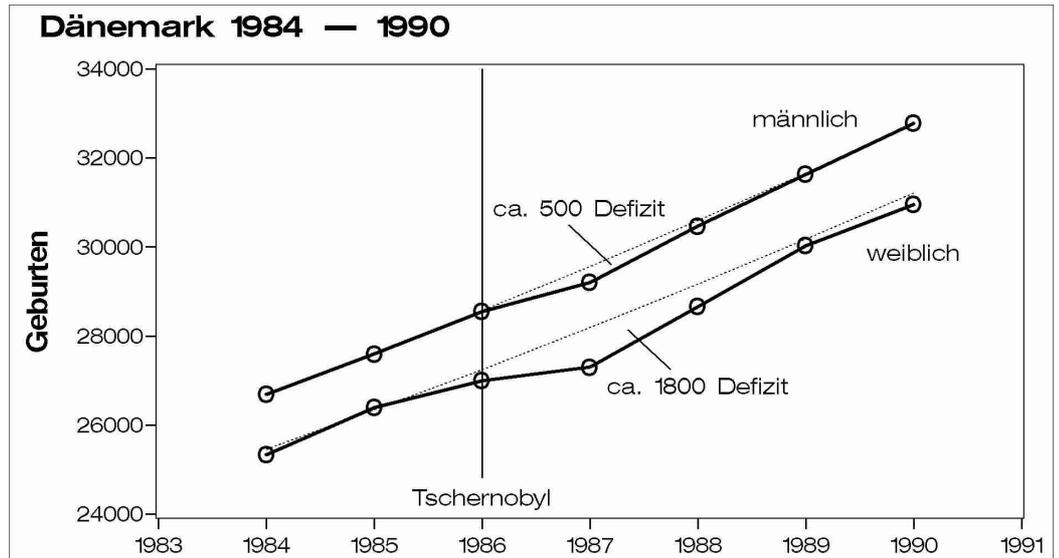


Abbildung 2: Trends der Geburten nach Geschlecht in Dänemark und grobe Abschätzung der Größenordnung mutmaßlich verlorener Kinder.

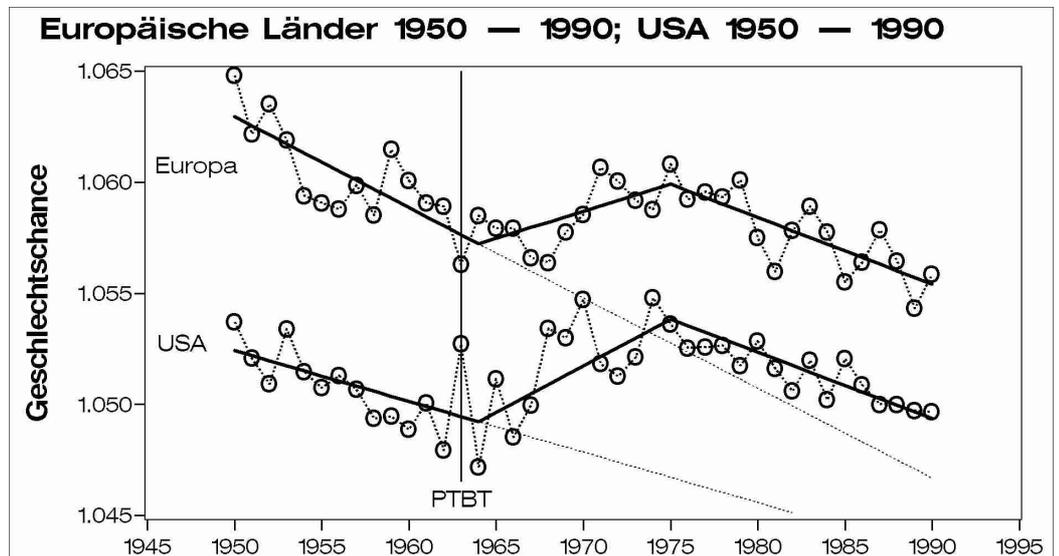


Abbildung 3: Trends der Geschlechtschance (das Verhältnis von männlich zu weiblich Geborenen) der Lebendgeburten in den USA [18] und in 23 europäischen Ländern [17].

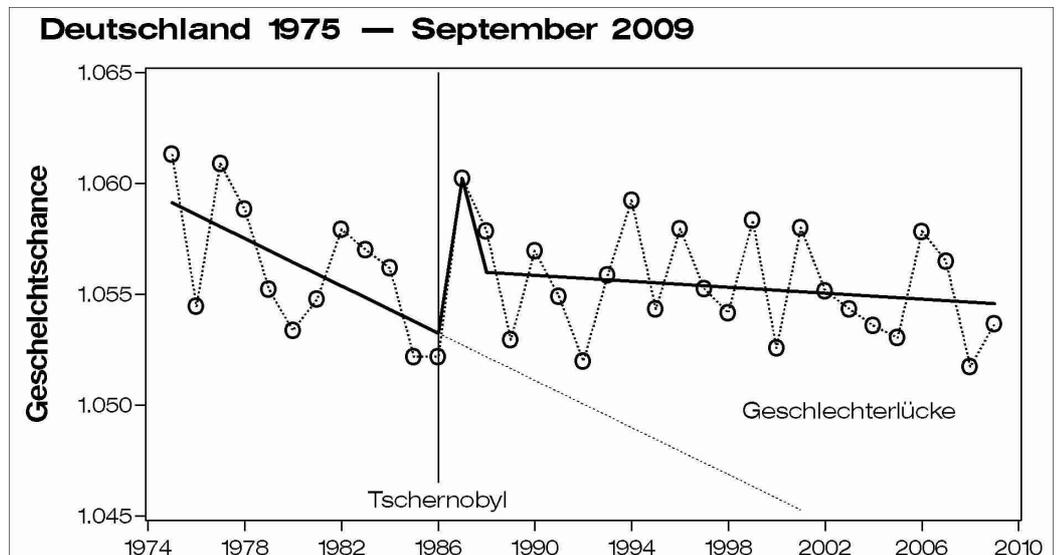


Abbildung 4: Trend der Geschlechtschance (das Verhältnis von männlich zu weiblich Geborenen) der Lebendgeburten in Deutschland.

entsprechend hohen Signifikanzen gerechnet werden. Einen gewissen Grenzfall stellt Deutschland dar. Deutschland hat mit 27,4 Millionen Geburten von 1975 bis September 2009 einen Anteil von etwa 10 Prozent an der Gesamtheit der Länder in Tabelle 1. Abbildung 4 zeigt den Trend in Deutschland von 1975 bis September 2009. (Die Daten für das ganze Jahr 2009 liegen voraussichtlich erst Mitte 2010 vor). In Deutschland ist der Peak 1987 relativ stark: 0,714 Prozent, (95%-CI = 0,213 – 1,216,  $p = 0,0051$ ). Der Sprung in 1988 beträgt 0,363 Prozent, (95%-CI = 0,015 – 0,711,  $p = 0,0413$ ), und der Knick in 1988 beträgt 0,443 Prozent (95%-CI = 0,048 – 0,839,  $p = 0,0281$ ) pro 10 Jahre relativ zum Abwärtstrend vor Tschernobyl. Allerdings ist Deutschland zu klein, und der zusätzliche Knick im Jahre 2000 ist offenbar zu schwach ausgeprägt, um signifikant zu sein ( $p > 0,4$ ). Im Rahmen der statistischen Genauigkeit entspricht der Deutsche Trend relativ gut dem gesamteuropäischen Trend.

## Diskussion

Ionisierende Strahlung ist von Interesse, weil sie sowohl vererbliche Keimzellmutationen als auch auf das betroffene Individuum beschränkte somatische Mutationen erzeugt. Bekanntlich ist die Entwicklung von Kindern besonders strahlenempfindlich. Schädigungen können bereits in der elterlichen Keimbahn, in den embryonalen und fötalen Entwicklungsperioden, und bis in die frühe Kindheit hinein verstärkt ausgelöst werden. In diesem Kontext ist der Unfall von Tschernobyl von Bedeutung. Schilddrüsenkrebs bei Kindern trat nach Tschernobyl unerwartet früh und gehäuft auf [20]. Gleichwohl haben es die Weltgesundheitsorganisation und die Internationale Atomenergieagentur (IAEA) bisher versäumt, die zahlrei-

chen, leicht zu beobachtenden strahleninduzierten genetischen Effekte nach Tschernobyl zu erforschen und zu kommunizieren [21,22]. Ein prinzipiell bekannter genetischer Effekt der ionisierenden Strahlung, nämlich eine Beeinflussung der Geschlechtschance bei der Geburt [10,23], wurde nach Tschernobyl weder von einschlägigen nationalen und internationalen Institutionen, noch von der wissenschaftlichen Gemeinschaft untersucht. Angesichts der Einfachheit, Exaktheit und prinzipiellen Bedeutung der Geschlechtschance des Menschen bei der Geburt, ist dieses Versäumnis sozusagen ein Treppenwitz der Wissenschaftsgeschichte. Wir haben die Geschlechtschance vor und nach Tschernobyl zunächst nur für eine geringe Anzahl Europäischer Länder und nur für einen kurzen Zeitraum untersucht [13,14]. Nach positiven Anfangsbefunden war es naheliegend, weitere Länder, längere Zeiträume und die Problematik der oberirdischen Atombombenversuche in die Analysen mit einzubeziehen [15,16]. Unsere Resultate, die naturgemäß räumlich und zeitlich etwas eingeschränkt sind, lassen bei Übertragung auf vollständige Zeiträume und auf die gesamte Weltbevölkerung erahnen, dass die Anzahl der verlorenen Kinder nach den globalen Freisetzungen ionisierender Strahlung in der Größenordnung von mehreren Millionen liegen könnte. Verschärft wird das Problem dadurch, dass auch strahleninduzierte angeborene Fehlbildungen und Totgeburten nach Freisetzung von Radioaktivität in die Biosphäre in etwa der gleichen Größenordnung von insgesamt mehreren Millionen weltweit langfristig aufgetreten sein könnten [3,9,16].

1. UNSCEAR (2000): Sources and effects of ionizing radiation, Report to the General Assembly, 6 June 2000. [www.radscihealth.org/rsh/docs/UN-Chernobyl/gareport.rtf](http://www.radscihealth.org/rsh/docs/UN-Chernobyl/gareport.rtf).

2. Scherb H, et al.: European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident. *Int J Epidemiol*, 1999. 28(5): p. 932-940.

3. Sperling K, et al.: Low dose irradiation and nondisjunction: Lessons from Chernobyl. 2008, 19th Annual Meeting of the German Society of Human Genetics: Hanover.

4. Sperling K, et al.: Significant Increase in Trisomy-21 In Berlin 9 Months After The Chernobyl Reactor Accident – Temporal Correlation Or Causal Relation. *British Medical Journal*, 1994. 309(6948): p. 158-162.

5. Zatssepin P, et al.: Cluster of Down's syndrome cases registered in January 1987 in the Republic of Belarus as a possible effect of the Chernobyl accident. *International Journal of Radiation Medicine* 2004. Special issue (6): p. 57-71.

6. Metneki J, Czeizel AE: Increasing total prevalence rate of cases with Down syndrome in Hungary. *Eur J Epidemiol*, 2005. 20(6): p. 525-535.

7. Scherb H, Weigelt E: Cleft lip and cleft palate birth rate in Bavaria before and after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Mund Kiefer Gesichtschir*, 2004. 8(2): p. 106-110.

8. Ziegłowski V, Hemprich A: Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl. *Mund Kiefer Gesichtschir*, 1999. 3(4): p. 195-199.

9. Scherb H, Weigelt, E: Congenital Malformation and Stillbirth in Germany and Europe Before and After the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. *Environmental Science and Pollution Research*, Special Issue, 2003. 1: p. 117-125.

10. Schull WJ, Neel JV: Radiation and the sex ratio in man. *Science*, 1958. 128(3320): p. 343-348.

11. Neel JV, et al.: Implications of the Hiroshima-Nagasaki genetic studies for the estimation of the human „doubling dose“ of radiation. *Genome*, 1989. 31(2): p. 853-859.

12. Scherb H, et al.: European stillbirth proportion and Chernobyl – Response. *International Journal of Epidemiology*, 2000. 29(3): p. 597-599.

13. Scherb H, Voigt K: Trends in the human sex odds at birth in Europe and the Chernobyl Nu-

clear Power Plant accident. *Reprod Toxicol*, 2007. 23(4): p. 593-599.

14. Scherb H, Voigt K: Analytical ecological epidemiology: exposure-response relations in spatially stratified time series. *Environmetrics*, 2009. 20: p. 596-606.

15. Meyer S, Scherb H (2007): Untersuchung des jährlichen Geschlechterverhältnisses der Neugeburt in Europa und den USA auf Changepoints. <http://ibb.gsf.de/homepage/hagen.scherb/Sex%20odds%20and%20atomic%20bomb%20test%20fallout%20Meyer%20Scherb.pdf>.

16. Scherb H, Voigt K (2009): Radiation-induced genetic effects in Europe and the Chernobyl Nuclear Power Plant catastrophe. <http://ibb.gsf.de/homepage/hagen.scherb/Radiation-induced%20genetic%20effects%20in%20Europe%20and%20the%20Chernobyl%20Nuclear%20Power%20Plant%20catastrophe.pdf>.

17. Martuzzi M, et al.: Declining trends of male proportion at birth in Europe. *Arch Environ Health*, 2001. 56(4): p. 358-364.

18. Mathews TJ, Hamilton BE: Trend analysis of the sex ratio at birth in the United States. *Natl Vital Stat Rep*, 2005. 53(20): p. 1-17.

19. Auvinen A, et al.: Chernobyl fallout and outcome of pregnancy in Finland. *Environ Health Perspect*, 2001. 109(2): p. 179-85.

20. Balter M: Children become the first victims of fallout. *Science*, 1996. 272(5260): p. 357-360.

21. Tickell O (2009): Toxic link: the WHO and the IAEA: A 50-year-old agreement with the IAEA has effectively gagged the WHO from telling the truth about the health risks of radiation. *The Guardian*, Thursday 28 May 2009, <http://www.guardian.co.uk/commentisfree/2009/may/28/who-nuclear-power-chernobyl>.

22. Yablokov AV, et al.: Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment, ed. A.o.t.N.Y.A.o. Sciences. 2010, Berlin Heidelberg New York Tokyo: John Wiley and Sons.

23. Vogel F, Motulsky AG: *Human Genetics*. 1986, Berlin Heidelberg New York Tokyo: Springer.

\* Dr. Hagen Scherb, Institut für Biomathematik und Biometrie, Helmholtz Zentrum München, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Neuherberg. ●