

Epidemiologie

Ökologische Studien, Trendanalysen und Hypothesentests – das Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen in Japan von 1930 bis 1960

Von Hagen Scherb*, Ralf Kusmierz und Kristina Voigt

Die Wahrheit kommt auf Taubenfüßen (Friedrich Nietzsche)

Tabelle 1: Lebendgeburten in Japan 1930 bis 1960

Jahr	CBS_MLHW		Neel Schull 1956		Kombiniert	
	gesamt	männlich	gesamt	männlich	gesamt	männlich
1930	2085101	1069551	°	°	2085101	1069551
1931	2102784	1073385	°	°	2102784	1073385
1932	2182742	1117954	°	°	2182742	1117954
1933	2121253	1087688	°	°	2121253	1087688
1934	2043783	1042736	°	°	2043783	1042736
1935	2190704	1122867	2190704	1122867	2190704	1122867
1936	2101969	1076197	2101969	1076197	2101969	1076197
1937	2180734	1116154	2180734	1116154	2180734	1116154
1938	1928321	990888	1928321	990888	1928321	990888
1939	1901573	973744	1901573	973744	1901573	973744
1940	2115867	1084282	2115867	1084282	2115867	1084282
1941	2277283	1165437	2277283	1165437	2277283	1165437
1942	2233660	1145068	2233660	1145068	2233660	1145068
1943	2253535	1155983	2267292	1163000	2253535	1155983
1944	°	°	2171621	1112778	2171621	1112778
1945	°	°	1677620	°	1677620	°
1946	°	°	1922383	993515	1922383	993515
1947	2678792	1376986	2678792	1376986	2678792	1376986
1948	2681624	1378564	2681624	1378564	2681624	1378564
1949	2696638	1380008	2696638	1380008	2696638	1380008
1950	2337507	1203111	2337507	1203111	2337507	1203111
1951	2137689	1094641	2137689	1094641	2137689	1094641
1952	2005162	1028061	2002254	1026611	2005162	1028061
1953	1868040	957524	°	°	1868040	957524
1954	1769580	911212	°	°	1769580	911212
1955	1730692	889670	°	°	1730692	889670
1956	1665278	856084	°	°	1665278	856084
1957	1566713	805220	°	°	1566713	805220
1958	1653469	848733	°	°	1653469	848733
1959	1626088	835822	°	°	1626088	835822
1960	1606041	824761	°	°	1606041	824761
Total	57742622	29612331	39503531	19403851	63514246	31718624

Hintergrund

In unseren Arbeiten zu genetischen Tschernobylfolgen sowie zu genetischen Effekten um Nuklearanlagen haben wir die langfristige Zunahme von Totgeburten, einzelnen Fehlbildungsdiagnosen und Chromosomenanomalien sowie langfristige Veränderungen im menschlichen Geburtengeschlechtsverhältnis dokumentiert [1-6]. Der hierbei im Vordergrund stehende Studientyp ist die sogenannte Ökologische Studie.

Ökologische Studien sind epidemiologische Studien, die charakterisiert sind durch den Versuch, Exposition und Krankheit auf der Ebene von Bevölkerungsgruppen und nicht auf der Stufe einzelner Individuen in Beziehung zu setzen. Zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen individuellen Expositionen und Krankheiten (zum Beispiel Rauchen und Krebs) stehen sogenannte analytische epidemiologische Studien wie Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien zur Verfügung. Allerdings existieren für viele relevante Expositionsarten (Lärm, Luftverschmutzung, chemische Belastung von Trinkwasser und Lebensmitteln, ionisierende/nicht-ionisierende Strahlung) oft keine Messwerte für die individuelle Belastung genügend groß, das heißt statistisch trennscharfer Populationen. In solchen Fällen ist es mitunter möglich, Merkmals-

* Dr. Hagen Scherb, Helmholtz Zentrum München, Ingolstädter Landstr. 1, D-85764 Neuherberg, scherb@helmholtz-muenchen.de

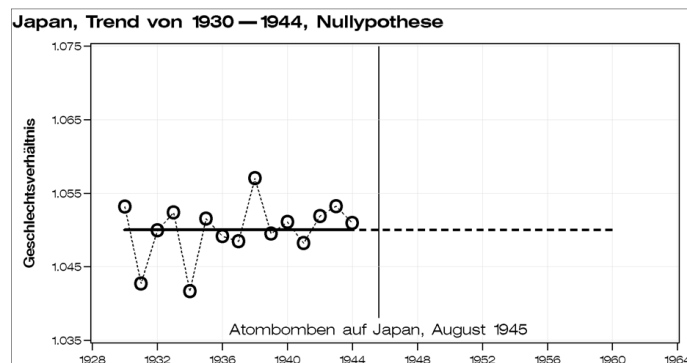


Abbildung 1: Daten und Trend des Geschlechtsverhältnisses in Japan 1930 bis 1944; die gestrichelte dicke unterbrochene Linie entspricht der Nullhypothese: „Ungestörte Fortsetzung des Trends von 1930 bis 1944 über 1945 hinaus bis 1960“.

häufigkeiten oder Krankheitshäufigkeiten und Belastungsindikatoren auf regionaler Ebene (zum Beispiel Gemeinde oder Landkreis) zu untersuchen. Das Ziel analytischer

ökologischer Studien ist es, gegebenenfalls einen Gradienten zwischen genügend deutlich abgestuften Expositionen und entsprechend abgestuften Merkmals- bzw. Krankheitshäufigkeiten auf ökologischer – also auf aggregierter bzw. regionaler – Ebene nachzuweisen: ökologische Dosis-Wirkungs-Beziehung [7].

Paradigmatisch für den ökologischen Ansatz ist die ökologische Studie von John Snow zur Entdeckung der Ursache der Choleraepidemie in London 1854. Snow hat gezeigt, dass die Häufigkeit der Todesfälle im Bereich einer Wasserpumpe erhöht war (kontaminiertes Trinkwasser), ohne dabei den Individualfall näher zu betrachten. Seine Kartenzeichnung mit der Lokalisierung der Cholerafälle in London gilt als eine der ersten räumlichen Analysen. Unsere Tschernobyl- und Nuklearanlagenstudien sind ökologische Studien im Sinne der Cholera-Studie von John Snow – allerdings mit zeitgemäßen Methoden der Datenverarbeitung und der statistischen Analyse.

Trendanalyse und Hypothesentest

Für die Leser des Strahlentelex soll hier beispielhaft eine Trendanalyse der geschlechtsspezifischen japanischen Geburtenraten von 1930 bis 1960 mit Test auf eine mögliche sprunghafte Änderung im Geschlechtsverhältnis nach den Atombombenabwürfen im August 1945 über Hiroshima und Nagasaki durchgeführt werden. Ganz entscheidend ist dabei die methodisch korrekte Hypothesenbildung. Keinesfalls dürfen Daten nach (!) den Atombombenabwürfen dazu verwendet werden, die Nullhypothese zu formulieren beziehungsweise zu quantifizieren. Mit anderen Worten: Die Nullhypothese darf für diesen zeitlichen Vergleich grundsätzlich nur auf Informationen vor(!) den Atombombenabwürfen beruhen.

Tabelle 1 enthält die japanischen Geburtenzahlen nach Geschlecht gemäß zweier verschiedener Quellen. Die erste Quelle liefert jährliche Zahlen von 1930 bis 1960 mit Ausnahme von 1944 bis 1946 (CBS_MHLW, Cabinet Bureau of Statistics, Ministry of Health, Labour and Welfare)[†]. Die zweite Quelle beschränkt sich auf Daten von 1935 bis 1952; darin fehlt nur das Jahr 1945 (Neel und Schull 1956, The Effect of Exposure to the Atomic Bomb on Pregnancy Termination in Hiroshima and Nagasaki. Washington, D. C. National Research Council, Publ. No. 461). Wir kombinieren nun die Zahlen dieser beiden Quellen (siehe Tabelle 1, **Kombiniert**), wobei wir im Falle der geringfügigen Abweichungen der beiden Statistiken voneinander in den Jahren 1943 und 1952 der Statistik von CBS_MHLW Priorität geben. Unser Ziel ist es, die Geburten in Japan von 1930 bis 1960 daraufhin zu überprüfen, ob und eventuell wie sich das Geschlechtsverhältnis nach den Atombombenabwürfen in Japan, also nach 1945, geändert hat.

Im ersten Schritt betrachten wir dazu das Geschlechtsverhältnis in Japan von 1930 bis 1944, passen eine geeignete Trendfunktion an die Daten an und verlängern diesen Trend sodann über 1945 hinaus bis 1960, siehe Abbildung 1. Die Annahme beziehungsweise die Nullhypothese dabei ist, dass sich der Trend vor 1945 ungestört weiter fortsetzt, in dem Falle nämlich, dass die Atombombenabwürfe über Hiroshima und Nagasaki das Geschlechtsverhältnis in Japan nicht beeinflusst haben. Im zweiten Schritt tragen wir in Abbildung 2 zusätzlich die Daten von 1946 bis 1960 ein und vergleichen deren Lage mit der dicken unterbrochenen Linie, also mit der Nullhypothese. Wir stellen fest, dass das Geschlechtsverhältnis nach

[†] <http://www.mhlw.go.jp/english/>

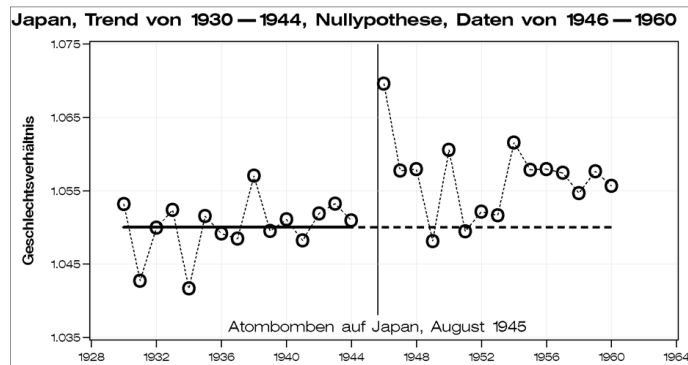


Abbildung 2: **Daten und Trend des Geschlechtsverhältnisses in Japan 1930 bis 1944**, Nullhypothese (dicke unterbrochene Linie) sowie Daten von 1946 bis 1960.

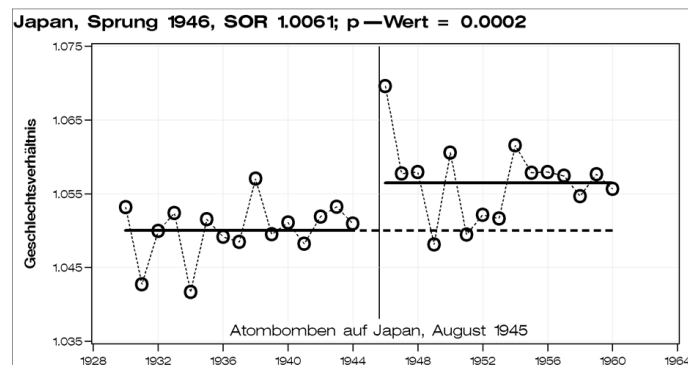


Abbildung 3: **Daten und Trend des Geschlechtsverhältnisses in Japan 1930 bis 1944**, Nullhypothese (dicke unterbrochene Linie) sowie Daten und Trend von 1946 bis 1960 (dicke, durchgezogene Linie nach 1945); SOR=Geschlechtschancenverhältnis (sex odds ratio).

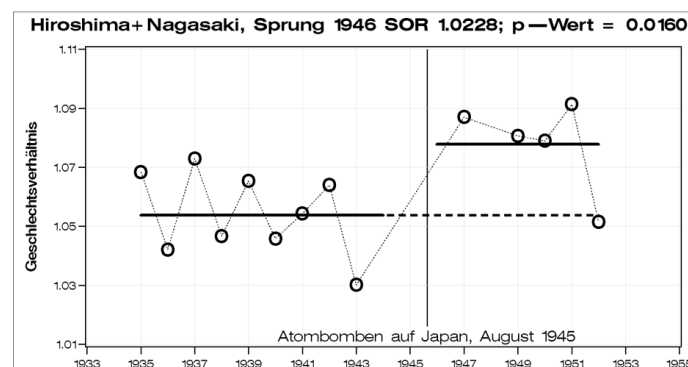


Abbildung 4: **Daten und Trend des Geschlechtsverhältnisses in Hiroshima und Nagasaki 1935 bis 1943**, Nullhypothese (dicke unterbrochene Linie) sowie Daten und Trend von 1947 bis 1952 (dicke durchgezogene Linie nach 1945); SOR=Geschlechtschancenverhältnis (sex odds ratio).

1945 in Japan deutlich über der prognostizierten dicken, unterbrochenen Linie liegt. Im dritten und letzten Schritt quantifizieren und testen wir diesen Anstieg nach 1945 als einen konstanten Sprung im Geschlechtsverhältnis – siehe dicke, durchgezogene Linie nach 1945 in Abbildung 3. Der Sprung ist signifikant ($p=0,0002$), womit die Nullhypothese, dass sich der Trend

vor 1945 ungestört fortsetzt, zurückgewiesen werden kann. Das Geschlechtschancenverhältnis nach 1945 versus vor 1945 (sex odds ratio, SOR) beträgt 1,006108. Das heißt, dass sich das Geschlechtsverhältnis (1930 bis 1944) von 1,050044 in der Zeit nach den Atombombenabwürfen von 1946 bis 1960 auf 1,056458 ($=1,006108 \times 1,050044$) signifikant ($p=0,0002$) erhöht hat.

Nun ist – isoliert betrachtet – der kausale Schluss, dass die Atombomben die Ursache des Anstiegs im japanischen Geschlechtsverhältnis sind, nicht ohne weiteres möglich. Auch die allgemeinen Kriegsfolgen könnten eine Ursache sein oder jene könnten eine spezifischere Ursache beinhalten. Im Hinblick auf diese Fragestellung bietet es sich an, die Geburtsdaten von Hiroshima und Nagasaki, die ebenfalls in dem Buch von Neel und Schull dokumentiert sind, auszuwerten. Abbildung 4 zeigt die Daten von Hiroshima und Nagasaki, die allerdings wesentlich lückenhafter sind als die gesamtjapanischen Daten. Gleichwohl ist klar erkennbar, dass es auch in Hiroshima und Nagasaki im Geschlechtsverhältnis einen signifikanten ($p=0,0160$) Sprung nach oben im Jahre 1945 gibt, und dieser Sprung ist fast viermal so stark wie der Sprung in Gesamt-Japan beziehungsweise in Japan ohne Hiroshima und Nagasaki. Die japanischen Geburtsdaten sind demnach mit einer Dosis-Wirkungs-Relation verträglich, ähnlich wie wir sie in Europa und in den USA auf kontinentaler Ebene und in Deutschland auf Landkreisebene beschrieben haben [1, 2]. Nach den Bradford-Hill-Kriterien stützt eine Dosis-Wirkungs-Beziehung Kausalität.[‡]

Fazit

Wir haben exemplarisch gezeigt, wie im Rahmen einer Trendanalyse des Geschlechtsverhältnisses in Japan von 1930 bis 1960 eine Nullhypothese korrekt zu formulieren und zu testen ist. Die dabei betrachteten japanischen Daten zeigen Anstiege des Geschlechtsverhältnisses nach den Atombombenabwürfen über Hiroshima und Nagasaki, die mit unseren bisherigen Befunden nach Tschernobyl, sowie mit den von Victor Grech

[‡] http://en.wikipedia.org/wiki/Bradford_Hill_criteria

kürzlich publizierten Daten zum Unfall von Windscale vertraglich sind [8].

Gleichzeitig belegen die analysierten japanischen Daten, dass die Strahlenschutzkommission (SSK) in ihrer Stellungnahme zu den „Einflussfaktoren auf das Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen unter besonderer Beachtung der Wirkung ionisierender Strahlung“ ein falsches oder irreführendes Bild der Realität suggeriert und kolportiert, wenn sie im Punkt 5 ihrer „Zusammenfassung und Schlussfolgerungen“ behauptet, dass „bei den Überlebenden der Atombombenabwürfe eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses eher hin zu einem höheren Anteil von Mädchen berichtet wird“.[§]

Referenzen

1. Scherb, H. and K. Voigt, *Trends in the human sex odds at birth in Europe and the Chernobyl Nuclear Power Plant accident*. Reproductive Toxicology, 2007. **23**(4): p. 593-599.
2. Scherb, H. and K. Voigt, *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. **18**(5): p. 697-707.
3. Scherb, H., E. Weigelt, and I. Brüske-Hohlfeld, *European still-birth proportions before and after the Chernobyl accident*. International Journal of Epidemiology, 1999. **28**(5): p. 932-940.
4. Sperling, K., H. Neitzel, and H. Scherb, *Evidence for an increase in trisomy 21 (Down syndrome) in Europe after the Chernobyl reactor accident*. Genet Epidemiol, 2012. **36**(1): p. 48-55.
5. Kusmierz, R., K. Voigt, and H. Scherb, *Is the human sex odds at birth distorted in the vicinity of nuclear facilities (NF)? A preliminary geo-spatial-temporal approach in 24th EnviroInfo 2010*. 2010. Bonn and Cologne, Germany: Shaker.
6. Scherb, H., R. Kusmierz, and K. Voigt, *Increased sex ratio in Russia and Cuba after Chernobyl: a radiological hypothesis*. Environ Health, 2013. **12**: p. 63.

7. Scherb, H. and K. Voigt, *Analytical ecological epidemiology: exposure-response relations in spatially stratified time series*. Environmetrics, 2009. **20**(6): p. 596-606.

8. Grech, V., *Births and male:female birth ratio in Scandinavia and the United Kingdom after the Windscale fire of October 1957*. Int J Risk Saf Med, 2014. **26**(1): p. 45-53.

Atomwirtschaft / -müll

Die Bundesregierung plant Endlagerfonds

Die Bundesregierung plant einen milliardenschweren Fonds, um den Rückbau und die Entsorgung der deutschen Atomkraftwerke zu finanzieren. Das geht aus einem internen Papier von Wirtschafts- und Umweltministerium hervor, das der Süddeutschen Zeitung exklusiv vorliegt.¹ Demnach sollen die AKW-Betreiber stufenweise zusätzlich etwa 17 Milliarden Euro in einen Fonds einzahlen, um die „langfristigen Verpflichtungen der Entsorgung“ abzudecken. Nur das Geld für den Rückbau der Atomkraftwerke und die Zwischenlagerung, deren Kosten mit etwa 19 Milliarden Euro angegeben werden, sollen die Konzerne aus Rückstellungen begleichen.

Die vier Atomkonzerne Eon, RWE, Vattenfall und EnBW haben etwa 36 Milliarden Euro (Stand Ende 2013) für die Bewältigung ihres nuklearen Erbes zurückgestellt und daraus 79 Milliarden Mehrertrag erwirtschaftet.² Zuletzt waren jedoch die Sorgen gewachsen, ob die Mittel auch noch in ferner Zukunft zur Verfügung stehen. Insbesondere das Kraftwerksgeschäft läuft schlecht, Eon und Vattenfall wollen sich vom Großteil ihres Kraftwerksparks trennen.

„Wir können nicht sicher sein, dass alle Kernkraftwerksbetreiber die Veränderungen am Energiemarkt erfolgreich überstehen und ihren langfristigen Entsorgungsverpflichtungen nachkommen können“, zitiert

die Süddeutsche Zeitung aus dem Papier, das die Staatssekretäre Rainer Baake (Wirtschaft) und Jochen Flasbarth (Umwelt) verfasst haben. Die Rückstellungen seien „weder zweckgebunden noch insolvenzsicher“.

Bislang diene ein Teil des Vermögens der Konzerne als Deckung für die Entsorgungskosten. Die 34 Milliarden Euro steckten in Beteiligungen und Wertpapieren, aber auch in Kraftwerksanteilen, wird erklärt. Sobald die Kosten für Rückbau und Entsorgung anfallen, müssten diese Beteiligungen verkauft werden. Wo genau die Unternehmen das Geld angelegt haben, lasse sich nicht überprüfen. Lediglich Wirtschaftsprüfer testieren Jahr für Jahr, dass entsprechendes Vermögen vorhanden ist. Schon 2011 hatte auch der Bundesrechnungshof diese Praxis kritisiert. Höhe und Wert der Rückstellungen ließen sich für die Finanzbehörden kaum kontrollieren.

Das soll sich dem Vorschlag der beiden Staatssekretäre zufolge ändern. Ähnlich wie Versicherungsfirmen sollen sich auch Stromkonzerne für die verbleibenden Rückstellungen Anlagevorschriften unterwerfen, um Risiken stärker zu streuen. In Insolvenzverfahren sollten zuerst Forderungen für die nukleare Altlast beglichen werden. Zudem sollen die Konzerne gezwungen werden, die Haftung dafür verbindlich zu übernehmen. Dazu sollen auch „lückenlose

Beherrschungs- und Gewinnabführungsverträge“ beitragen.

Erst im Frühjahr 2014 hatten die Konzerne erfolglos angefordert, alle Kosten der Entsorgung zusammen mit den Atomkraftwerken in eine Stiftung beim Bund abzuschieben. Die neuen Vorschläge würden sie zwingen, auch einen Teil ihres Vermögens in den Fonds einzulegen. „Alleiniger Zweck des Fonds ist die Sicherung der Mittel“, heißt es der Süddeutschen Zeitung zufolge in dem Papier. Eine Befreiung der Betreiber von ihren Verpflichtungen sei damit nicht verbunden.

Atomkraftgegner bleiben skeptisch

Zum Bericht der Süddeutschen Zeitung über Regierungspläne für einen staatlichen Fonds für einen Teil der Atommüll-Rückstellungen erklärt Jochen Stay, Sprecher der Anti-Atom-Organisation „ausgestrahlt: „Bei mir überwiegt die Skepsis. Bisher gibt es nur ein Papier von zwei Staatssekretären. Ob sich die Regierung deren Position zu Eigen macht, bleibt aber ungewiss.“

Die Stromkonzerne haben bereits angekündigt, dass sie sich mit allen Mitteln gegen einen Atommüll-Fonds wehren werden, wenn sie nicht gleichzeitig von Kostenrisiken befreit werden. Als Druckmittel setzen sie dabei ihre milliardenschweren Klagen gegen den Atomausstieg und die Brennelementesteuer ein. Deshalb reicht ein Staatssekretär-Papier nicht aus, sondern es braucht den politischen Willen von Merkel und Gabriel, um eine umfassende Verursacherhaftung in Sachen Atommüll durchzusetzen.

Auch nach dem jetzt öffentlich gewordenen Entwurf für einen Atommüll-Fonds sollen die sogenannten Ewigkeitskosten beim Staat bleiben, also beispielsweise Kosten für die Wartung von Atommüll-Lagern nach Abschluss der

[§] http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2014/Geschlechtsverhaeltnis.pdf?__blob=publicationFile