

## Übersicht über Studien zum Geschlechtsverhältnis bei exponierten Vätern und/oder Müttern, unterschieden nach chronischer und akuter Strahlenexposition

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
chronische Exposition								
Macht und Lawrence 1955	Radiologen vs. andere Mediziner	N = 4 127 m = 2 090 w = 2 037 u = 592	N = 3 946 m = 1 766 w = 1 624 u = 556	Jungen pro 100 Mädchen: Kontr. 108,74 Exp. 102,60	unbekannt	Exponierte vs. Nicht-Exponierte Exponierte vs. Bevölkerungsdurchschnitt	Verschiebung hin zu mehr Mädchen; insgesamt entspricht das Geschlechtsverhältnis dem Bevölkerungsdurchschnitt	Basis der Untersuchung ist eine Erhebung; Response bei Radiologen 74,1 %, bei anderen Ärzten 53,8 %; unbekanntes Geschlecht bei 15 % der Geburten
Tanaka und Okhura 1958, 1961	radiologische Techniker vs. Krankenhausapotheker	N = 726 m = 377 w = 302	N = 963 m = 478 w = 431	Anteil der Jungen in %: Kontr. 52,6 % Exp. 55,5 %	20 bis 50 r/a Ø (230 bis 575 r) akkumuliert in Ø 11,48 Jahren vor Konzeption	Exponierte vs. Nicht-Exponierte Exponierte vs. Bevölkerungsdurchschnitt	Verschiebung hin zu den Jungen, sowohl gegenüber der Kontrollgruppe als auch gegenüber der Allgemeinbevölkerung	Basis der Untersuchung ist eine Erhebung; Response bei radiologischen Technikern 78,2 %, bei Apothekern 56,0 %; fehlendes Geschlecht bei 5,6 % der Geburten
Kitabatake 1960	40 Radiologen, 203 Röntgentechniker vs. 260 nicht strahlenexponierte Beschäftigte	N = 246 m = 131 w = 115	N = 287 m = 146 w = 141	Anteil der Jungen: Kontr. 0,5087 (±0,0120) Exp. 0,5325 (±0,0115)	70 bis 1 000 r akkumulierte Dosis vor der Konzeption	Exponierte vs. Nicht-Exponierte	Verschiebung hin zu den Jungen Dosis-Wirkungs-Beziehung: höhere Dosis führt zu stärkerer Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen	Basis der Untersuchung ist eine Erhebung; Response bei Radiologen und Technikern 67,1 %, bei anderen Beschäftigten 53,8 %; die Dosis wurde in Abhängigkeit der Filme und Durchleuchtungsstunden unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung abgeschätzt
Müller et al. 1962	Joachimsthaler Uranbergarbeiter; Geburten vor und nach Beschäftigungsbeginn	N = 716 m = 300 w = 386	N = 1 192 m = 618 w = 574	Jungen pro 100 Mädchen: vor Expositionsbeginn: 107,6 nach Expositionsbeginn: 85,4	unbekannt	vor vs. nach Aufnahme der Arbeit im Uranbergbau	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen	Die Verschiebung zeigt sich am deutlichsten in den ersten drei Jahren nach Expositionsbeginn

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
Zadeh und Briggs 1997	216 (von 334) orthopädische Chirurginnen/Chirurgen mit Kindern 714 (von 986) Geburtshelferinnen/Geburtshelfer und Gynäkologinnen/Gynäkologen mit Kindern	N = 451  N = 1 257 (mit Exposition)	N = 292 (ohne Exposition)	Anteil m/w in %: Normalbevölkerung: 51 %/49 % 47 %/53 %  49 %/51 % (keine Unterscheidung zwischen den beiden Expositionsgruppen)	unbekannt	mit der Allgemeinbevölkerung	der Anteil der Mädchen- geburten lag höher als in der Allgemeinbevölkerung	Basis der Untersuchung ist eine schriftliche Befragung; Response bei den Chirurgen 66 %, in der Vergleichsgruppe 62 %
Hama et al. 2001	586 männliche Radiologen	N = 1 015 m = 492 w = 523		Geschlechtsverhältnis (m/w): 1,06 (in der Allgemeinbevölkerung) 0,94 (für alle Radiologen) 0,53 (für die Gruppe mit Exposition > ICRP-Empfehlung)	über oder unter dem Wert der ICRP-Empfehlungen	mit der Allgemeinbevölkerung	der Anteil der Mädchen- geburten lag höher als in der Allgemeinbevölkerung, und bei den hochexponierten höher als bei allen Radiologen zusammen	Basis der Untersuchung ist eine schriftliche Befragung bei 700 männlichen Radiologen; Response 84 %
Maconochie et al. 2001	18 131 männliche Beschäftigte in der Atomwirtschaft, vor und nach Beschäftigungsbeginn	N = 20 703 m = 10 622* w = 10 081* * aus Angaben zum Geschlechtsverhältnis geschätzt	N = 18 799 m = 9 682* w = 9 117* * aus Angaben zum Geschlechtsverhältnis geschätzt	Geschlechtsverhältnis (m/w): 1,06 vor Beschäftigungsbeginn 1,06 nach Beschäftigungsbeginn		mit der Allgemeinbevölkerung	kein Unterschied des Geschlechtsverhältnisses vor und nach Beschäftigungsbeginn und im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung	

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
	unterteilt nach Dosisgruppen	N = 3 234 N = 3 582 N = 2 397 N = 3 104 N = 3 024	N = 23 624	1,06 1,09 1,11 1,06 1,05 1,03	nicht überwacht 0 bis 2,4 mSv 2,5 bis 9,9 mSv 10 bis 19,9 mSv 20 bis 49,9 mSv ≥ 50 mSv	interner Vergleich	kein Zusammenhang zwischen Strahlenexposition und Geschlechtsverhältnis	
Maconochie et al. 2001	4 335 weibliche Beschäftigte in der Atomwirtschaft, vor und nach Beschäftigungsbeginn  unterteilt nach Dosisgruppen	N = 2 551 m = 1 301* w = 1 250* * aus Angaben zum Geschlechtsverhältnis geschätzt  N = 278 N = 275 N = 122 N = 82 N = 20	N = 6 326 m = 3 207* w = 3 119* * aus Angaben zum Geschlechtsverhältnis geschätzt  N = 8 076	Geschlechtsverhältnis: 1,03 vor Beschäftigungsbeginn 1,04 nach Beschäftigungsbeginn  1,03 1,24 1,07 1,49 0,78 1,50	nicht überwacht 0 bis 2,4 mSv 2,5 bis 9,9 mSv 10 bis 19,9 mSv 20 bis 49,9 mSv ≥ 50 mSv	mit der Allgemeinbevölkerung  interner Vergleich	kein statistisch signifikanter Unterschied des Geschlechtsverhältnisses vor und nach Beschäftigungsbeginn und im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung  kein Zusammenhang zwischen Strahlenexposition und Geschlechtsverhältnis	

akute Exposition

Turpin et al. 1956	Strahlentherapiepatienten ohne Krebserkrankung, die innerhalb der Beckenregion exponiert wurden	Männer N = 161 m = 85 w = 76	Männer: N = 696 m = 358 w = 338	Anteil der Jungen: vor Behandlung: 0,514±0,019  nach Behandlung: 0,528±0,039	< 1 000 r (Ø 721 r)	vor vs. nach Strahlentherapie	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen	Basis der Untersuchung ist eine Erhebung; Response bei exponierten Männern: 37,3 %, Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: 0 bis 8 Jahre
--------------------	---	---------------------------------------	--	---	------------------------	-------------------------------	---	---

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
		Männer hohe Dosis: N = 244 m = 140 w = 104  Frauen: N = 136 m = 63 w = 73	Frauen: N = 236 m = 130 w = 106	nach Behandlung: 0,574±0,032  vor Behandlung: 0,551±0,034  nach Behandlung: 0,463±0,044	> 1 000 r (Ø 1 730 r)      Ø 1 360 r	vor vs. nach Strahlentherapie	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen	Response bei exponierten Frauen: 33,5 %
Lejeune et al. 1960	Strahlentherapiepatienten ohne Krebserkrankung, die innerhalb der Beckenregion exponiert wurden	Männer: N = 656 m = 368  Frauen: N = 161 m = 72	Männer: N = 1 185 m = 610  Frauen: N = 355 m = 194	Anteil der Jungen: vor Behandlung: 0,515±0,015 nach Behandlung: 0,561±0,02  vor Behandlung: 0,546±0,027 nach Behandlung: 0,447±0,039	1 350 bis 1 700 r Hautdosis	vor vs. nach Strahlentherapie innerhalb der Beckenregion  vor vs. nach Strahlentherapie innerhalb der Beckenregion	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen  Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen	Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: unbekannt
	Strahlentherapiepatienten ohne Krebserkrankung, die außerhalb der Beckenregion exponiert wurden	Männer: N = 1 394 m = 641  Frauen: N = 797 m = 416	Männer: N = 1 926 m = 1 015  Frauen: N = 647 m = 338	vor Behandlung: 0,527±0,011 nach Behandlung: 0,460±0,014  vor Behandlung: 0,5014±0,019 nach Behandlung: 0,5219±0,018	1 275 bis 1 650 r Hautdosis 2 bis 20 r geschätzte Testisdosis	vor vs. nach Strahlentherapie außerhalb der Beckenregion  vor vs. nach Strahlentherapie außerhalb der Beckenregion	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen signifikant  Veränderung des Geschlechtsverhältnisses nicht signifikant	

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
Scholte und Sobels 1963	Strahlentherapiepatienten ohne Krebserkrankung, mit hoher Gonadendosis  mit niedriger Gonadendosis	Männer: N = 932 m = 489  Frauen: N = 230 m = 112  Männer: N = 668 m = 357	Männer : N = 1 258 m = 601  Frauen: N = 242 m = 131  Männer: N = 657 m = 344	Anteil der Jungen in %: Kontr. 47,0 % Exp. 52,5 %  Kontr. 54,1 % Exp. 48,5 %  Kontr. 52,3 % Exp. 53,3 %	26 bis 500 rad Gonadendosis  70 bis 270 rad Gonadendosis  1 bis 10 rad geschätzte Testisdosis	vor vs. nach Exposition  Kontrollen vs. Bevölkerungs- durchschnitt  vor vs. nach Exposition	Paternale Strahlen- exposition: Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen  Maternale Strahlen- exposition: Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen  Paternale Strahlen- exposition: Geringfügige Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen	Basis: Krankenhaus- unterlagen und Standes- ämter; Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: unbekannt  Männliche Kontrollen (vor Bestrahlung) zeigen eine signifikante Abweichung vom Bevölkerungsdurchschnitt
Schull und Neel 1958	Atombomben- überlebende: Kinder, die zwischen 1948 und 1955 geboren wurden	Männer: N = 7 525 m = 3 914 w = 3 613  Frauen: N = 27 057 m = 13 990 w = 13 067	Männer: N = 46 166 m = 24 076 w = 22 090  Frauen: N = 46 166 m = 24 076 w = 22 090	Anteil der Jungen in %: Kontr. 52,2 % Exp. 51,7 %  Kontr. 52,2 % Exp. 51,7 %	0 bis > 200 rep	Exponierte vs. Nicht-Expo- nierte mit unterschied- lichen Dosen	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen; Unterschied sehr gering; kein Unterschied zwischen maternaler oder paternaler Exposition	Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: unbekannt z. T. elterliche Verwandt- schaften mit einbezogen
Schull et al. 1966	Atombomben- überlebende: Kinder, die zwischen 1956 und 1962 geboren wurden	Männer N = 7 770 m = 4 009 w = 3 761  Frauen: N = 12 562 m = 6 486 w = 6 765	Männer N = 20 382 m = 10 483 w = 9 944  Frauen: N = 20 382 m = 10 483 w = 9 944	Anteil der Jungen in %: Kontr. 51,4 % Exp. 51,6 %  Kontr. 51,4 % Exp. 51,6 %	0 bis > 200 rep nicht-exponiert und drei Expositions- klassen; Überschätzung wegen T65D	Exponierte vs. Nicht-Expo- nierte mit unterschied- lichen Dosen	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen; Unterschied sehr gering; kein Unterschied zwischen maternaler oder paternaler Exposition	Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: unbekannt; große Studie, Exposition überschätzt, trotzdem hohe Aussagekraft

Referenz	Studienpopulation	Kinder Exponierter	Kinder Kontrollen	Geschlechtsverhältnis oder Anteil der Jungen (m)	Dosis	Vergleich	Ergebnis	Hinweis
Neel et al. 1990	Nachkommen der Atombombenüberlebenden	Keine Neuauswertung der Daten von Schull et al., 1966, trotz neuer Dosimetrie, da das frühere Ergebnis nicht für die Hypothese einer Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen sprach.				Exponierte vs. Nicht-Exponierte	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen, aber keine absoluten Zahlen angegeben	
Yoshimoto et al. 1991	Atombombenüberlebende: Kinder, die zwischen 1946 und 1984 geboren wurden	Männer N = 7 360 m = 3 609 w = 3 751  Frauen: N = 12 017 m = 6 154 w = 5 863	40 962	Anteil der Jungen in %: Exp: 49,0 %  Exp: 51,2 %	mittlere Gonadendosis 0,405 Sv (0,047 Sv Neutronenstrahlung und 0,358 Sv Gammastrahlung)	Exponierte mit unterschiedlichen Dosen	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Mädchen, keine Dosis-Wirkungs-Beziehung	Zeit zwischen Bestrahlung und Konzeption: unbekannt; keine Angabe des Geschlechtsverhältnisses bei Nicht-Exponierten
Dickinson et al. 1996	Sellafield-Beschäftigte	16 039 Kinder von in Sellafield beschäftigten Vätern	244 021 Kinder von nicht in Sellafield beschäftigten Vätern	Geschlechtsverhältnis: Kontr. 1,055 Exp. 1,094 1,396	0 bis 10 mSv > 10 mSv	Vergleichsregion Cumbria;  jemals vs. niemals beschäftigt	Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses hin zu den Jungen  Große Schwankungsbreite in der Bevölkerung, jüngere Väter haben mehr Jungen (1,060)	große Studie, nur externe Exposition, keine Dosis-Wirkungs-Beziehung für den Vergleich innerhalb der Gruppe der in Sellafield beschäftigten Väter  Mögliche Fehler bei Abschätzung der präkonzeptionellen Dosis
Mudie et al. 2007	Kasachstan, Atombombentests	11 464 Kinder von 3 992 Müttern	Unbekannt; Vergleichsregion: Kasachstan insgesamt	Geschlechtsverhältnis: 1,06 1,04 1,05 1,08 1,12	Kontrollen < 200 mSv 200 bis 399 mSv 400 bis 599 mSv 600+ mSv		Kein Zusammenhang zwischen Strahlenexposition und Geschlechtsverhältnis	kleinere Studie, unzureichende Dosimetrie, keine Dosis-Wirkungs-Beziehung, Auswirkungen der fehlerhaften Dosimetrie nicht abschätzbar

Exp. Exponierte  
Kontr. Kontrollen, nicht exponiert bzw. vor Exposition  
N Gesamtzahl Kinder  
m männlich  
w weiblich  
u unbekanntes Geschlecht