

Erkenntnisse aus der Tschernobyl-Katastrophe

Edmund Lengfelder

1. Höhe und Verteilung der Strahlenbelastung

In den frühen Morgenstunden des 26. April 1986 ereignete sich die folgenschwerste Katastrophe in der Geschichte der Atomenergie. Der Block 4 des Atomkraftwerks Tschernobyl, etwa 100 km nördlich der ukrainischen Hauptstadt Kiew im Grenzgebiet zu Belarus (Weißrußland) gelegen, explodierte. Unfallursache war nicht das Versagen technischer Komponenten, sondern Fehleinschätzungen und Fehlverhalten bei der Bedienung des Reaktors, also menschliches Versagen. Dabei wurden etwa 10^{19} Bq Spaltstoffe in die Atmosphäre freigesetzt, darunter zwischen 60% und 80% des Inventars an Radioiod. Die Freisetzungsdauer betrug 10 Tage, in denen der Wind mehrfach seine Richtung änderte. Wegen der damaligen Wetterverhältnisse sind 70% der radioaktiven Ablagerungen in Belarus niedergegangen, 15% in der Ukraine und 15% in Rußland. Durch lokale Regenfälle kam es zu einer sehr inhomogenen Verteilung der Radionuklide in den betroffenen Gebieten. Sogar in 400 km Entfernung zum Tschernobylreaktor mußten im Gebiet Woloschin nordwestlich von Minsk Teile der Bevölkerung evakuiert werden, während weite Gebiete dazwischen in geringerem Maße kontaminiert wurden als einige Gebiete in Bayern.

Die Verteilung der radioaktiven Luftmassen über Europa erfolgte sehr schnell. Bereits 36 Stunden nach der Explosion des Reaktors war in Skandinavien ein massiver Anstieg der Luftaktivität zu verzeichnen (Abb. 1). Am 29. April 1986 gegen 18:00 Uhr überquerten die ersten radioaktiven Luftmassen die Grenze zwischen Tschechien und Bayern [1].

Auch außerhalb der Sperrzone war in manchen Gegenden der GUS in den ersten Tagen die Dosisleistung im Freien beträchtlich. Messungen von sowjetischen Militärdosimetristen in der ukrainischen Kreisstadt Naroditschi, 70 km westlich des Tschernobylreaktors, ergaben 30 Stunden nach der Explosion Werte für die Ionendosisleistung im Freien von 3 R/h (Abb. 2). In der ersten Zeit nach einem kerntechnischen Unfall wird die Höhe der

TKIEL908

Anmerkung: Das Münchener Otto Hug Strahleninstitut - MHM, das vom Autor geleitet wird, führt seit 10 Jahren in den durch die Tschernobyl-Katastrophe betroffenen Regionen der GUS, vor allem in Belarus, medizinische und radiometrische Hilfsprojekte durch. Inzwischen wird ein wesentlicher Teil der bei den Patienten der Republik Belarus durchgeführten Diagnostik, Therapie und Nachsorge von Krebs und anderen Erkrankungen der Schilddrüse durch dieses Institut sichergestellt und in Zusammenarbeit mit dem Gesundheitsministerium, dem Tschernobylministerium, dem Nationalen Schilddrüsenzentrum und mit führenden Einrichtungen des Gesundheitswesens von Belarus wissenschaftlich begleitet. Durch die enge Zusammenarbeit und die intensive Betreuung der medizinischen Projekte - der Autor war bis Ende 1998 mehr als 70 mal in der Region Tschernobyl - besteht ein unmittelbarer Zugang zu den originären Daten des Gesundheitswesens und zu anderen relevanten Daten und Quellen über die Folgeerscheinungen der Tschernobyl-Katastrophe.

Autorenanschrift:

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Edmund Lengfelder
Strahlenbiologisches Institut der Universität München
Schillerstraße 42, 80336 München

Strahlenbelastung durch die Radioisotope des Iod mit dem Leitnuklid I-131 (Halbwertszeit 8,04 d) dominiert. Das bezüglich der langfristigen Strahlenbelastung dominierende Radionuklid ist Cs-137 mit einer Halbwertszeit von 30 Jahren. Im allgemeinen zuverlässige Kartierungen der kontaminierten Landflächen der GUS gab es seit 1989, allerdings nur für das Leitnuklid Cs-137. In Belarus sind danach vor allem der Oblast Gomel (Verwaltungsgebiet größer als Baden-Württemberg), in dem auch ein erheblicher Teil der Sperrzone liegt, dann der Oblast Mogilew und der Oblast Brest teilweise erheblich kontaminiert.

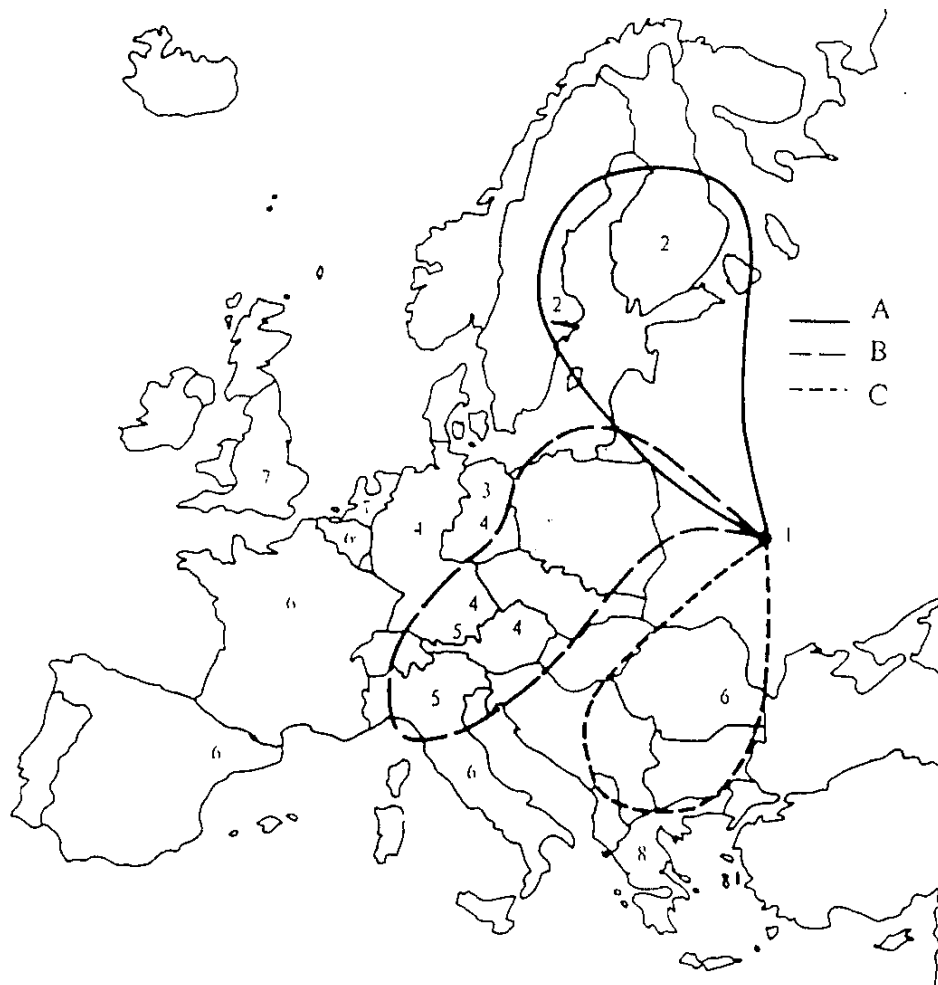


Abb. 1: Verteilung der durch die Tschernobyl-Katastrophe kontaminierten Luftmassen während der ersten Woche nach der Reaktorexpllosion. Die Buchstaben A, B und C beziehen sich auf die Verteilung in Europa der Freisetzungen aus Tschernobyl vom 26. April, 27.-28. April und 29.-30. April. Die Zahlen in der Abbildung sind die Zeitangaben der Ankunft der radioaktiven Luft an den jeweiligen Punkten, gezählt in Tagen nach dem 26. April. Die Zahl 2 bedeutet also Ankunft am 27. April [2]

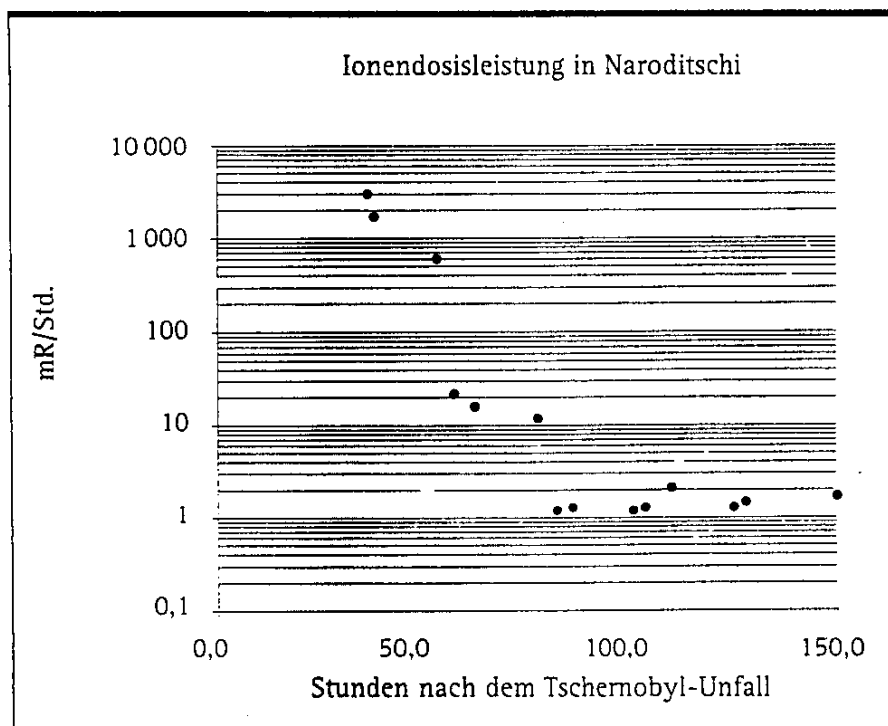


Abb. 2: Verlauf der von sowjetischen Militärdosimetristen in den ersten Tagen nach der Explosion im Atomkraftwerk Tschernobyl (26.04.1986) im Freien gemessenen Ionendosisleistung in der ukrainischen Kreisstadt Naroditschi, 70 km westlich des Reaktorstandortes gelegen. [3]

Die grobe Kartierung der Belastung mit I-131 wurde erst wesentlich später durch die Freigabe von Meßdaten aus militärischen Erhebungen und deren Verarbeitung möglich. Dabei zeigte sich, daß die Verteilung der Iod-Belastung teilweise deutlich von der des Cäsiums abweicht. In Belarus war die Belastung durch Radioiod im Oblast Brest wesentlich höher als im Oblast Mogilew, bei der Cäsiumbelastung sind die Verhältnisse umgekehrt.

Durch den Reaktorunfall sind in den GUS-Republiken von einer Cäsium-Kontamination über 555 kBq/m^2 etwa $10\,000 \text{ km}^2$ betroffen. Etwa $21\,000 \text{ km}^2$ weisen Kontaminationswerte von $185\text{-}555 \text{ kBq/m}^2$ auf. In Belarus leben etwa 20 % der Bevölkerung (2,2 Millionen Menschen) auf Landflächen, die mit über 37 kBq/m^2 kontaminiert sind. Etwa 400 000 Menschen waren gezwungen, ihre Wohnungen aufzugeben und wegzuziehen. Rund 135 000 Menschen wurden aus der Sperrzone (30 km Radius) evakuiert. Die Zahl der Menschen, die heute noch in Gebieten mit höherer Kontamination als 555 kBq/m^2 leben (Zonen der ständigen Kontrolle), wird auf 270 000 geschätzt. Nach den Angaben der jeweiligen Regierungskommissionen wurden folgende Bevölkerungszahlen direkt von der Tschernobyl-katastrophe betroffen: Belarus 2,5 Millionen, Ukraine 3,5 Millionen, Rußland 3 Millionen. Allerdings sind die Maßstäbe, nach denen "Betroffenheit" festgesetzt wird, unterschiedlich. (Tabelle 1) [5]

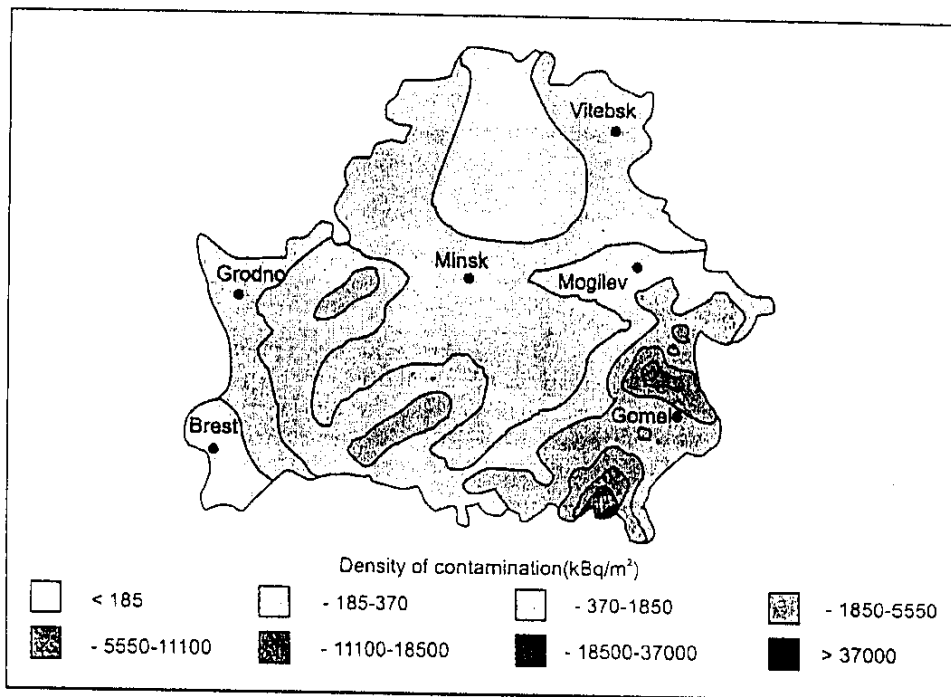


Abb. 3: Verteilung der Kontaminationsdichte von I-131 im Boden in Weißrußland, bezogen auf den 10. Mai 1986 (Rekonstruktion) [4]

Tabelle 1: Verteilung der von der Strahlenbelastung besonders betroffenen Bevölkerungsteile und der Landflächen in Belarus, Rußland und in der Ukraine [31]

	Belarus	Ukraine	Rußland
Verteilung des radioaktiven Fallout	70 %	15 %	15 %
Landflächen Cäsium- Kontamination über 555 kBq/m ²	7 000 km ²	1 000 km ²	2 000 km ²
Geschätzte Zahl der Liquidatoren	130 000	200 000	350 000
direkt von der Tschernobyl-Katastrophe betroffene Menschen	2,5 Mio	3,2 Mio	3 Mio
umgesiedelte Menschen	400 000	170 000	--
aus der Sperrzone evakuierte Menschen	135 000	90 000	keine Sperrzone

2. Gesundheitliche Folgen in der GUS nach der Tschernobyl-Katastrophe

2.1 Allgemeines

Liquidatoren

Die Gruppe der Menschen, die insgesamt wohl am meisten durch die Reaktorkatastrophe strahlenbelastet wurde, sind die Liquidatoren. Das waren meist junge Soldaten, die durch die Staatsmacht aus allen Sowjetrepubliken nach Tschernobyl befohlen wurden, um dort in der Sperrzone für die verschiedensten Arbeiten eingesetzt zu werden: Evakuierung von Bevölkerung und Vieh, Bau des Sarkophags (Umhüllung des zerstörten Reaktors), großflächiges Abtragen von Bodenschichten, Waschen von Fahrzeugen, Häusern und Siedlungen (!), Begraben von höchstkontaminierten Materialien, Fahrzeugen und Waldbeständen usw.. Die Obergrenze der von den Sowjets zugelassenen Strahlendosis für den Einsatz eines Liquidators war auf 250 mSv festgesetzt, deren Einhaltung war jedoch in Kenntnis der damals herrschenden Umstände äußerst fragwürdig. Die Arbeiten wurden überwiegend ohne oder ohne ausreichende Schutzausrüstung durchgeführt. Ein großer Teil der Liquidatoren ist in den staatlichen Registern nicht einmal namentlich erfaßt. Die Regierungsbefehle aus Moskau zur Geheimhaltung aller mit der "Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl" zusammenhängenden Daten verlangten für Liquidatoren sogar die Trennung von Angaben der Personendosis von den Krankenakten. [6,7,8]

Nach Schätzung der WHO liegt die Zahl der Liquidatoren bei 800 000. Davon sind etwa 200 000 aus der Ukraine, 350 000 aus Rußland, 130 000 aus Belarus und der Rest aus anderen Ländern. Nach Angaben der ukrainischen Gesundheitsbehörden sind bereits etwa 15 000 Liquidatoren gestorben, eingerechnet die im Vergleich zur Normalbevölkerung überdurchschnittlich hohe Zahl der Selbstmorde. In Rußland wird die Zahl der Todesfälle unter den dortigen Liquidatoren auf 7 000 geschätzt. Die Schätzungen der Liquidatorenverbände in den drei Republiken, in denen sich die Liquidatoren größtenteils zur Wahrung ihrer Interessen und zur Erreichung vermehrter Fürsorge durch den Staat zusammengeschlossen haben, liegen erheblich über den offiziellen Angaben. In Abwägung der Angaben beider Quellen kann man davon ausgehen, daß bis Ende 1996 mehr als 25 000 Liquidatoren seit dem Tschernobyl-Unfall gestorben sind [31]. Nach russischen Angaben sind 10% der dortigen Liquidatoren heute Invaliden, 38% der Liquidatoren leiden an Erkrankungen. Die hauptsächlichen Erkrankungen sind: Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Lungenkrebs, Entzündungen des Magen-Darm-Bereichs, Tumoren und Leukämie.[9]

Bevölkerung allgemein

Nach Angaben der belorussischen Gesundheitsbehörden ist die Krankheitsrate im Oblast Gomel inzwischen auf 51% angestiegen. Deutliche Anstiege wurden im Oblast Gomel bei Lungen- und Magenkrebs und Erkrankungen des Harnsystems registriert.

Angaben aus der Ukraine zufolge liegt die Invalidität bei 263/1000 Liquidatoren, verglichen mit 47/1000 bei der Allgemeinbevölkerung. Das ukrainische Gesundheitsministerium stellt allgemein fest, daß die Krankheitsrate der Bevölkerung auf kontaminierten Gebieten 30% höher ist als die der übrigen Bevölkerung. Dabei sind Lebensalter, Arbeits- und Lebensbedingungen berücksichtigt. [5]

Erkrankungen bei Kindern

In Belarus (11 Mio Einwohner) leben 2 300 000 Kinder, in der Ukraine (55 Mio Einwohner) 12 000 000 und in Rußland (nur Oblast Brjansk und Kaluga) 500 000 Kinder. Nach umfassenden statistischen Untersuchungen in Belarus zwischen 1990 und 1994, die von der UNICEF bewertet worden sind, haben Kinder in kontaminierten Gebieten einen schlechteren Gesundheitszustand als Kinder in den übrigen Gebieten. Der vergleichsweise schlechtere Gesundheitszustand trifft auch auf solche Kinder zu, die aus den hochbelasteten Gebieten evakuiert und in anderen Gegenden angesiedelt worden sind. Besonders betroffen sind Kinder, die zwischen 1981 und 1987 geboren wurden. Nach Angaben der UNO ist eine große Zahl von Krankheiten z. B. Diabetes, Störungen des Verdauungstrakts und Urogenitalsystems, erhöht, allerdings sei bei Leukämien bis 1994 noch kein erkennbarer Anstieg feststellbar. [5] Die vielfältig beobachteten Formen von Immundefizienz, oft als „Tschernobyl-AIDS“ bezeichnet, sind durch die Strahlenbelastung, insbesondere auch durch Radioiod, plausibel erklärbar [10].

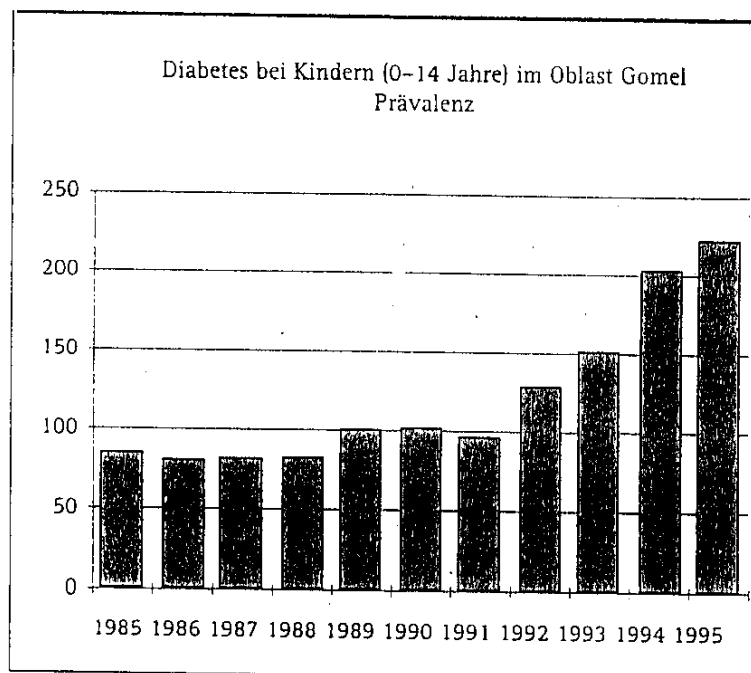


Abb. 4: Entwicklung der Zahl der an Diabetes mellitus erkrankten Kinder im Oblast Gomel im Zeitraum 1985 bis 1995 [3]

Diabetes bei Kindern

Im Oblast Gomel ist seit 1991 ein ständiger Anstieg des Diabetes mellitus bei Kindern zu beobachten. Im Jahre 1995 war die Gesamtzahl der erkrankten Kinder mehr als doppelt so hoch wie der durchschnittliche Wert vor 1991. Ein zunächst ausgeschlossener, inzwischen als durchaus plausibel erscheinender Zusammenhang mit Tschernobyl könnte darin liegen,

daß Radioiod außerhalb der Schilddrüse auch in sezernierenden Drüsen, wie Speicheldrüsen und Bauchspeicheldrüse, in einer im Vergleich zu anderen Organen erhöhten Konzentration, möglicherweise durch Ausscheidung von Iod, auftritt. Die dadurch bedingte erhöhte Strahlenbelastung könnte, ähnlich der im Oblast Gomel nach Tschernobyl gehäuft auftretenden Autoimmunentzündung der Schilddrüse, Autoimmunprozesse in der Bauchspeicheldrüse induzieren und so zur Entstehung des Jugenddiabetes beitragen. [3]

2.2 Schilddrüsenkrebs

Untersuchungen der IAEA

Auf Ersuchen der sowjetischen Regierung hat die Internationale Atomenergiebehörde IAEA (eine Organisation der UNO) in Zusammenarbeit mit der Kommission der Europäischen Gemeinschaft (CEC), den Organisationen für Ernährung und Landwirtschaft der UNO (FAO), der WHO und anderen internationalen Organisationen im Jahre 1990 eine große Untersuchung der Folgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl durchgeführt: das Internationale Tschernobyl-Projekt [11]. Ziel des Projektes war, die gesundheitlichen Folgen und die Wirksamkeit der von den Sowjets getroffenen Schutzmaßnahmen in den vom Reaktorunfall betroffenen Gebieten zu analysieren. Die Untersuchungen wurden von 200 ausgewählten Wissenschaftlern aus 25 westlichen Staaten und 500 sowjetischen Wissenschaftlern durchgeführt. Die Ergebnisse wurden der Weltöffentlichkeit auf einem internationalen Kongreß im Mai 1991 in Wien vorgestellt, der von der IAEA organisiert wurde.

Die wesentliche Aussage der IAEA lautete: "Es gab signifikante Gesundheitsstörungen, die nicht mit Strahlung in Zusammenhang stehen, und zwar in den Bevölkerungsgruppen sowohl der untersuchten kontaminierten als auch der untersuchten unbelasteten Vergleichssiedlungen, ... aber es gab keine Gesundheitsstörungen, die direkt einer Strahlenbelastung zugeordnet werden konnten. ... Berichtete Abschätzungen der absorbierten Strahlendosen für Schilddrüsen von Kindern lassen einen statistisch nachweisbaren Anstieg des Auftretens von Schilddrüsentumoren in Zukunft als möglich erscheinen. Auf der Grundlage sowohl der Strahlendosen, die durch das Projekt abgeschätzt wurden, als auch der gegenwärtig akzeptierten Abschätzungen des Strahlenrisikos dürften künftige Anstiege über das natürliche Auftreten von Krebsfällen und vererbte Effekte hinaus schwierig festzustellen sein, selbst mit großen und gut angelegten, langfristigen epidemiologischen Studien." [11]

Heftigen Protest gegen diese Aussagen erhob eine Gruppe von Wissenschaftlern, die von ihren Regierungen in Belarus und der Ukraine nach Wien entsandt und erst auf deren Druck zur Konferenz zugelassen worden waren. Sie erklärten auf Grund eigener umfangreicher und unabhängiger Untersuchungen, daß in der Ukraine und in Belarus sehr wohl deutliche Anstiege der Häufigkeit somatischer Krankheiten wie Schilddrüsenkrebs, insbesondere bei Kindern, Störungen der Funktion des Immunsystems und vieler anderer Organe festzustellen seien [12]. Die IAEA gestattete diesen Wissenschaftlern dann zwar bei der Konferenz das Verlesen einer Zusammenfassung ihrer Ergebnisse, weigerte sich aber, diese in den offiziellen Kongreßbericht mit aufzunehmen.[28]

Tatsächlich war Ende 1990 in Belarus die Inzidenz für Schilddrüsenkrebs bei Kindern (neue Erkrankungsfälle im Jahre 1990) gegenüber dem 10-Jahres-Mittelwert der Zeit vor 1986 bereits mehr als 30fach erhöht. Daher war der Grund für die nachweislich falsche Behauptung der IAEA und ihrer Experten "... keine Gesundheitsstörungen, die direkt einer Strahlenbelastung zugeordnet werden konnten", die allerdings weltweit verbreitet und von den Regierungen der westlichen Länder erfreut aufgenommen worden war, über lange Jahre weder aus medizinischer noch aus wissenschaftlicher Sicht nachvollziehbar. Erst im Jahre 1996 wurden Zusammenhänge und Hintergründe für diese bewußte Falschinformation aufgedeckt (siehe unten). Auch in der Ukraine war Ende 1990 ein signifikanter Anstieg der Erkrankungshäufigkeit an Schilddrüsenkrebs bei Kindern zu verzeichnen, während in den betroffenen Oblasts Brjansk und Kaluga ein Anstieg noch nicht erkennbar war (Tab. 2).

Tabelle 2: Jährliche Zahl der Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs bei Kindern in Rußland (Briansk und Kaluga Oblast) und der Ukraine [5, 9, 36]

Land	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Rußland	0	1	0	0	2	0	4	6	13	7	?	?
Ukraine	8	7	8	11	26	22	49	44	44	47	56	36

Schilddrüsenkrebs bei Kindern in Belarus

In den Jahren nach 1990 nahm in Belarus die jährliche Erkrankungsrate an Schilddrüsenkrebs bei Kindern (0-14 Jahre) weiter drastisch zu, für das Jahr 1995 waren schon 91 Fälle zu verzeichnen. Bereits frühzeitig war das aggressive Wachstum und die rasche Metastasierungsneigung in andere Organe, vor allem in die Lunge, festgestellt worden. Allerdings wurden im Westen auf Grund der Behauptungen des Tschernobyl-Projektes der IAEA selbst noch 1993 immer wieder Zweifel geäußert, ob die von den belorussischen und ukrainischen Ärzten und Wissenschaftlern erhobenen pathologischen Befunde korrekt seien und die hohe Zahl der berichteten Krebsfälle nicht möglicherweise die Folge fehlerhafter Klassifizierungen sei.

Im Jahre 1992 berichtete die Arbeitsgruppe von Demidschik und Kollegen aus Belarus in der internationalen Literatur über den anhaltenden Anstieg des Schilddrüsenkrebses bei Kindern [13]. Bis dahin waren 131 Fälle aufgetreten, die fast ausschließlich (129 von 131) als papilläre Schilddrüsenkarzinome identifiziert wurden. Die Autoren verwiesen darauf, daß der stärkste Anstieg im Oblast Gomel festzustellen sei, der unmittelbar nördlich von Tschernobyl liege, und dort die höchsten radioaktiven Belastungen einschließlich Radioiod niedergegangen seien. Die Befundung der Tumoren sei nach der Klassifizierung der Weltgesundheitsorganisation durchgeführt worden. Diese Veröffentlichungen wurden aber durch etliche der von der IAEA und anderen internationalen Organisationen berufenen Experten als sehr zweifelhaft bezeichnet.

Tabelle 3: Jährliche Zahl der Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen in Belarus [3,15]

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Total
Kinder	2	4	5	7	29	59	66	79	82	91	84	66	53	627
Jugendliche	2	3	1	0	4	7	6	17	19	23	17	21	31	151
Erwachsene	162	202	207	226	289	340	416	512	553	531	568	641	686	5333

Im Jahre 1991 haben unabhängige Wissenschaftler, die nicht an dem Tschernobyl-Projekt der IAEA beteiligt waren, Tumorgewebeproben von Schilddrüsenoperationen bei Kindern aus Weißrußland an pathologischen Universitätsinstituten in Deutschland histopathologisch untersucht und die Malignität der Tumoren bestätigt [16]. Das Angebot an die Strahlenschutzkommission und eine Großforschungseinrichtung des Bundes, diese neuen und ungewöhnlichen Daten und Präparate zu erhalten und durch eigene Fachleute untersuchen und bewerten zu lassen, wurde mit dem Hinweis abgelehnt, durch die Beziehung zu den internationalen Gremien und wegen der Ergebnisse der IAEA habe man keinen Bedarf an weiteren Informationen.

Unter der Schirmherrschaft der WHO und der Schweizer Regierung hat 1992 eine internationale Expertengruppe von Pathologen Belarus besucht. Sie untersuchten mehrere Kinder, die bereits wegen Schilddrüsenkrebs operiert worden waren. Insbesondere überprüften sie auch die histologischen Präparate von 104 Fällen, bei denen seit Januar 1989 die Diagnose Schilddrüsenkrebs gestellt worden war. In 102 Fällen stimmten sie der Diagnose Karzinom und dem Typ des Karzinoms zu [17]. Damit war die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der von der belorussischen Seite längst ermittelten und publizierten Befunde auch von der WHO bestätigt.

Es dauerte aber noch einige Jahre, bis in den offiziellen Kreisen der westlichen Länder der massive Anstieg des Schilddrüsenkrebses bei Kindern als Folge der Tschernobyl-Katastrophe eine breite Anerkennung fand. Allerdings gab es selbst noch im Jahre 1998 bei der IAEA wie auch in nationalen und internationalen Kommissionen Mitglieder dieser Einrichtungen, die die Tschernobylkatastrophe als Auslöser der Schilddrüsenkarzinome als zweifelhaft und andere Faktoren wie genetische Disposition, Ernährungseigentümlichkeiten oder allgemeine Umweltverschmutzung als wahrscheinliche Ursache bezeichneten.

Betrachtet man die Strahlenbelastung durch das langfristig dominierende Radionuklid Cs-137, so sind in der Republik Belarus die Oblasts in folgender Reihung abnehmender Kontamination zu nennen: Gomel, Mogilew, Brest, Grodno, Minsk, Witebsk. Auf der Grundlage der - allerdings weniger genauen - Kartierungen für Iodisotope stellen sich die Oblasts in folgender Reihenfolge dar: Gomel, Brest, Grodno, Mogilew, Minsk, Witebsk. In den statistischen Erhebungen von Belarus wird die Stadt Minsk eigens ausgewiesen. Dies ist auf Grund der großen Einwohnerzahl der Hauptstadt gerechtfertigt.

Allerdings ist bei der Korrelation von Erkrankungshäufigkeiten mit der kartierten Strahlenbelastung von Minsk daran zu denken, daß viele Menschen aus den hoch belasteten Gebieten im Süden von Belarus nach Minsk und dessen Umgebung umgesiedelt sind. Eine Dosisabschätzung für diese Personen ist nur dann sinnvoll, wenn die Vorbelastung des früheren Wohnortes mit berücksichtigt wird. Auch bei den Dosisrekonstruktionen der Menschen und Patienten aus anderen Oblasts ist immer zu prüfen, ob und wann eine Evakuierung oder Umsiedlung aus hoch belasteten Gebieten stattgefunden hat.

Schilddrüsenkrebs in Belarus bei Kindern und Jugendlichen

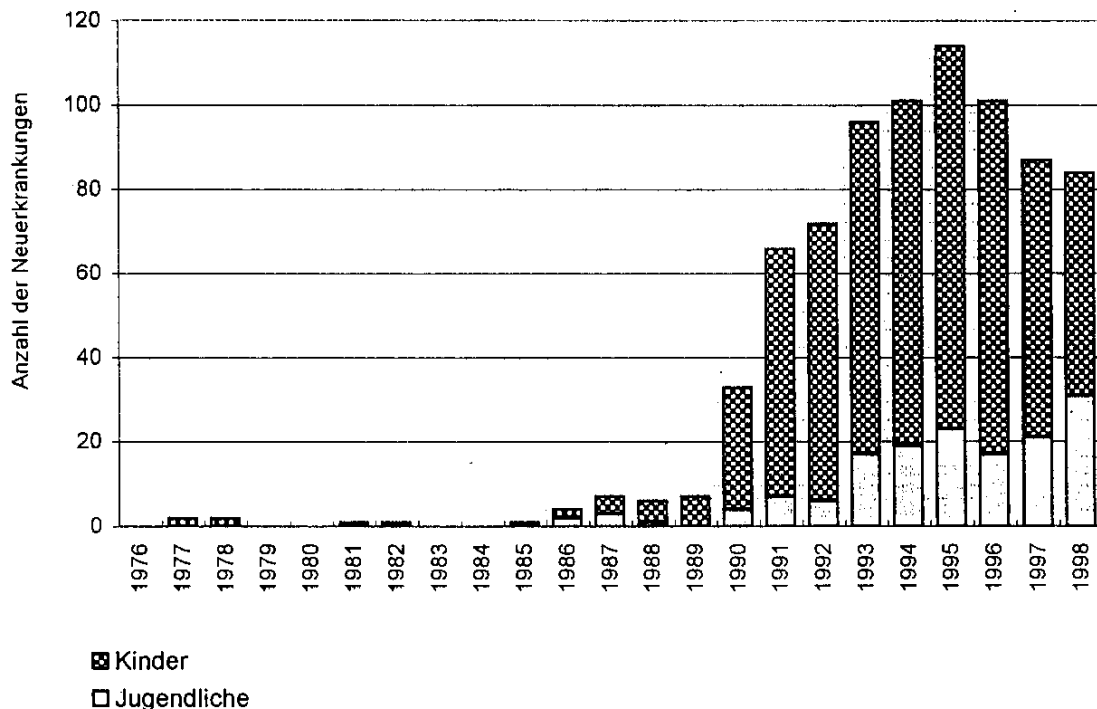


Abb. 5: Inzidenz der Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs bei Kindern und Jugendlichen in Belarus vor und nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl. Zahl der jährlichen Neuerkrankungen. [3,15]

Die Diagnose Schilddrüsenkrebs wurde bei den meisten Kindern (60%) in der Altersgruppe 10-14 Jahre gestellt, in 38,6% der Fälle waren die Kinder 5-9 Jahre alt, bei nur 1,4% handelte es sich um Kinder bis zum 4. Lebensjahr. Die Geschlechtsverteilung der Schilddrüsenkarzinome liegt bei 60% für Mädchen und 40% für Jungen. Von besonderem Interesse ist die Frage nach dem Alter der Kinder mit Schilddrüsenkrebs zum Zeitpunkt des Unfalls. Die überwiegende Mehrzahl der Kinder war zum Zeitpunkt des Unfalls weniger als 6 Jahre

alt, mehr als 50% der Kinder waren jünger als 4 Jahre. Dies ist ein deutliches Zeichen für die besondere Strahlenempfindlichkeit der Schilddrüse von Säuglingen und Kleinkindern in bezug auf die Karzinogenese.

Schilddrüsenkarzinome bei Kindern in Belarus pT1 (149)

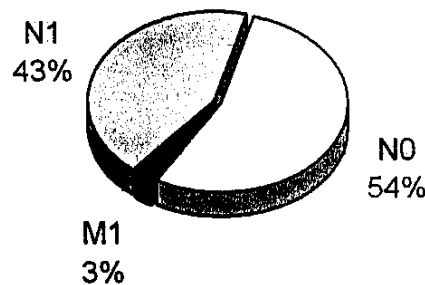


Abb. 6: Die Aggressivität der Schilddrüsenkarzinome bei Kindern (n=149) in Belarus zeigt sich bereits im ersten Tumorstadium pT1 (TNM) in dem hohen Anteil an Fällen mit regionalem Lymphknotenbefall (N1). Es ist ungewöhnlich, daß bei der Kleinheit des einzelnen (maximal 1 cm Durchmesser) unilobären Knotens (pT1) bereits Metastasen in andere Organen (M1) auftreten.
N0: kein Lymphknoten befallen [15]

Die Aggressivität der Schilddrüsenkarzinome bei den Kindern kann an der frühen Metastasierung abgelesen werden. Bereits im ersten Tumorstadium pT1 der TNM-Klassifikation - nur ein Tumorknoten von maximal 1 cm Durchmesser einseitig in einem Schilddrüsenlappen - zeigen sich bereits bei 43% der Fälle regionale Lymphknoten befallen, in 3% der Fälle sogar eine Metastasierung in andere Organe.

Der Verlauf der Inzidenz der Schilddrüsenkarzinome bei den Kindern in Belarus zeigt im Jahr 1995 ein Maximum und nimmt danach wieder ab. Dies bedeutet jedoch nicht, daß die Zahl der Schilddrüsenkarzinome rückläufig wäre. Denn man muß berücksichtigen, daß mit zunehmender zeitlicher Distanz zum Unfallzeitpunkt immer mehr der damals radioiod-exponierten Kinder zu Jugendlichen und Erwachsenen werden. Beim Auftreten eines Karzinoms werden sie dann in diesen neuen Altersgruppen erfaßt, die der Altersgruppe der Kinder zugeordneten Inzidenzen gehen dann zwangsläufig wieder auf niedrigere Werte zurück.

Krebserkrankungen bei Kindern in Belarus (1986-1997, 1798 Fälle)

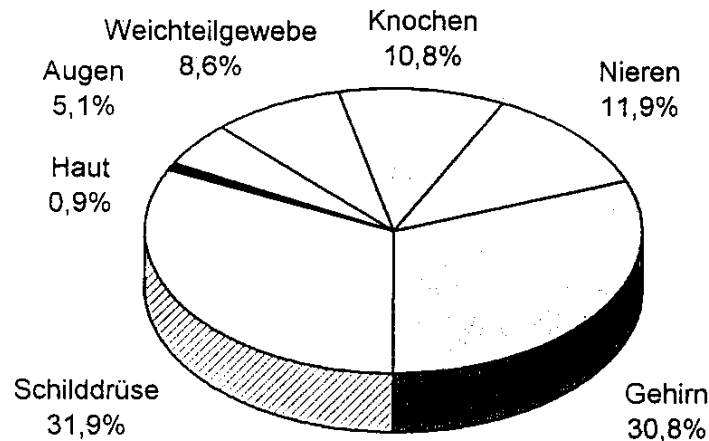


Abb. 7: Unter allen soliden Malignomen, die bei Kindern in Belarus von 1986 bis 1997 zu beobachten waren, ist der Anteil der Schilddrüsenkrebsfälle außergewöhnlich hoch. Auffällig ist auch der hohe Anteil der Hirntumoren. [15]

Molekulargenetische Befunde

Eingehende Untersuchungen über molekulargenetische Veränderungen, die bei Schilddrüsentumoren von Erwachsenen beschrieben worden sind, insbesondere Mutationen beim RAS-Onkogen und im Tumorsuppressorgen P53, brachten bei den Schilddrüsenkarzinomen der Kinder aus Belarus weitgehend negative Ergebnisse. Dagegen fanden sich in einem hohen Prozentsatz der untersuchten Fälle molekulare Umlagerungen des Onkogens cRET. Dieses Gen codiert für eine Thyrosinkinase und wird in der normalen Schilddrüse nur gering exprimiert. Durch molekulare Gen-Umlagerungen wird bei den Schilddrüsenkarzinomen der betroffenen Kinder der funktionelle Anteil des RET-Onkogens mit den Steuerregionen von zwei anderen Genen (H4 oder ELE) fusioniert und gelangt dadurch unter die Regulationswirkung der Promotoren dieser Gene. Die Umlagerung auf Chromosom 10 scheint ein außerordentlich häufiges Ereignis dieser strahleninduzierten Tumoren zu sein [18]. Inzwischen konnten einige neue Untergruppen von RET-Umlagerung entdeckt und analysiert und das Verständnis der molekulargenetischen Prozesse bei der Entwicklung strahleninduzierter Schilddrüsenkarzinome wesentlich verbessert werden [19, 20, 30, 34].

Zytogenetische Befunde

Mit dem Verfahren des „FISH chromosome painting“ wurden Chromosomen-Präparate aus Schilddrüsenzellen von Kindern aus Belarus analysiert, um die Häufigkeit strahleninduzierter stabiler Chromosomentranslokationen in papillären Schilddrüsenkarzinomen zu ermitteln. Als Vergleich dienten Gewebe von Patienten mit sekundären Schilddrüsenkarzinomen nach Strahlentherapie. Die Ergebnisse bestätigten, daß Strahlung die auslösende Ursache der Karzinome in Belarus war. Von großer Bedeutung waren die Befunde auch, weil sie

darauf hinweisen, daß nur eine Minderheit der Fälle in Belarus, die papilläre Schilddrüsenkarzinome entwickelt haben, sehr hohen Dosen von Radioiod ausgesetzt waren. [29]

Schilddrüsenkarzinome bei Erwachsenen in Belarus

Schilddrüsenkarzinome kommen in einer Erwachsenenpopulation auch ohne Strahlenexposition mit einer gewissen Häufigkeit vor. In Belarus waren vor 1986 im 10-Jahresmittel 125 Fälle pro Jahr zu verzeichnen, dies entspricht einer Inzidenz von 14,4/100000. Nach 1986 kam es in Belarus auch bei den Erwachsenen zu einem massiven Anstieg der Schilddrüsenkarzinome (Abb. 8). Vergleicht man den Wert des Jahre 1997 mit dem Wert vor 1986, so liegt Ende 1997 bereits ein über 5-facher Anstieg der jährlichen Inzidenz vor. Allein in Belarus sind in den ersten 10 Jahren nach Tschernobyl viel mehr Schilddrüsenkrebsfälle in der Bevölkerung aufgetreten als in den vergangenen 50 Jahren als Folge der Atombomben über Hiroshima und Nagasaki [3, 21].

Schilddrüsenkrebs in Belarus

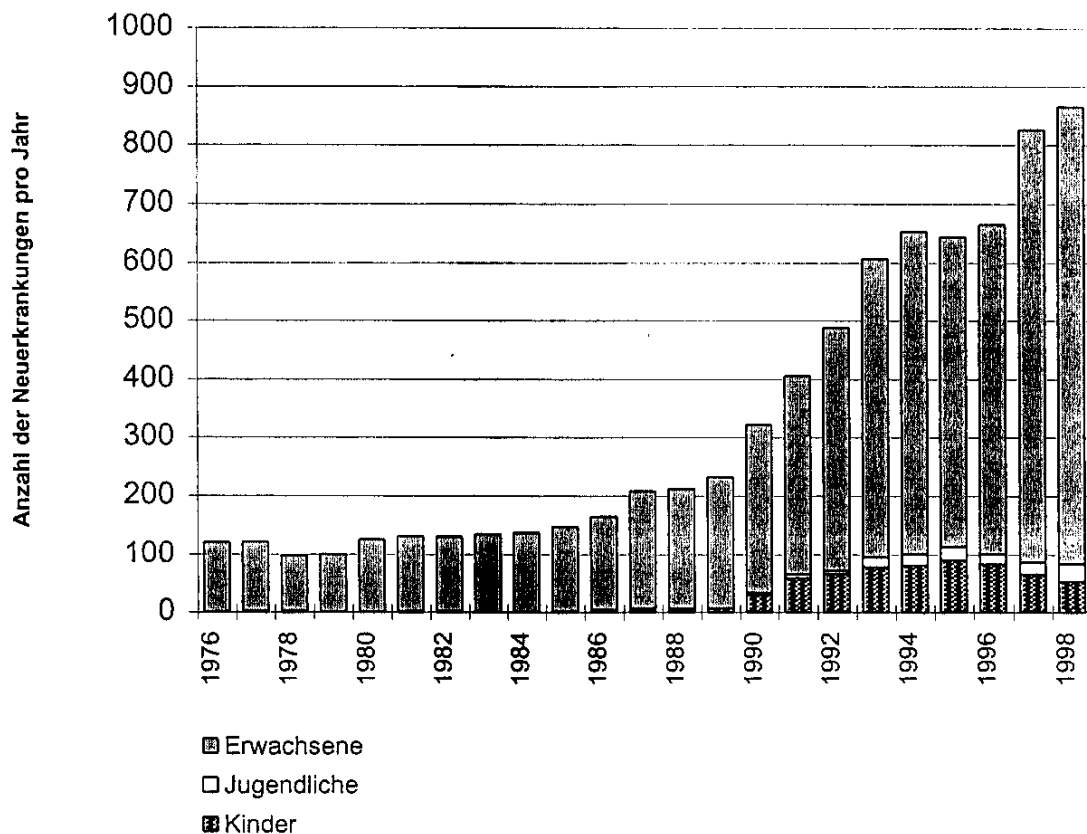


Abb. 8: Inzidenz der Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs bei Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern in Belarus vor und nach dem Unfall im Atomkraftwerk Tschernobyl. Zahl der jährlichen Neuerkrankungen [3, 15]

Internationales Symposium „Radiation and Thyroid Cancer“ der EC

Im Sommer 1998 veranstaltete die Europäische Kommission gemeinsam mit dem Energieministerium und dem National Cancer Institute der USA ein internationales Symposium in Cambridge/UK zum Thema Strahlung und Schilddrüsenkrebs. Es wurden Ergebnisse von Untersuchungen zum Auftreten von Schilddrüsenkrebs bei strahlenexponierten Populationen weltweit vorgestellt und diskutiert. Den Schwerpunkt bildeten allerdings die Folgen von Tschernobyl. Aufsehen erregte ein Beitrag von E. Cardis von der Internationalen Krebsforschungsagentur der WHO in Lyon. Cardis verwies darauf, daß die ungewöhnlich hohe Zahl der bisher als Folge der Tschernobylkatastrophe aufgetretenen Schilddrüsenkarzinome, vor allem bei jungen Menschen, mit den bisher verwendeten - auf der Grundlage der Untersuchungen an Überlebenden von Hiroshima und von anderen Kollektiven abgeleiteten - Risikofaktoren für das Karzinomrisiko bei der Schilddrüse nicht erklärbar sei. Unter Diskussion verschiedener Risikomodelle und auf der Grundlage des zeitlichen Verlaufs der bisher aufgetretenen Fälle von Schilddrüsenkarzinomen bei Kindern in Belarus entwickelte sie für die WHO eine Prognose. Danach werden von allen Kindern aus dem Oblast Gomel, die zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe zwischen 0 und 4 Jahren alt waren, ein Drittel im Laufe ihres Lebens an Schilddrüsenkrebs erkranken, das sind mehr als 50 000 Menschen [24]. Kein Teilnehmer dieses internationalen Symposiums war in der Lage, diese Prognose, weder bezüglich der Herleitung noch des Inhalts, in Frage zu stellen.

Untersuchungen zur möglichen Auslösung von Schilddrüsenkrebs durch die Verwendung von I-131 in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie wurden in Schweden durchgeführt. Epidemiologische Studien dort beinhalten etwa 48 000 Patienten, die mit diagnostischen Dosen von I-131 belastet waren, darunter 5 900 Patienten, die zur Zeit der Exposition Kinder und Jugendliche waren. Etwa 39 000 Patienten wurden wegen Schilddrüsenüberfunktion, etwa 2 800 wegen Schilddrüsenkrebs mit therapeutischen Dosen von I-131 behandelt. Eine Risikoerhöhung für Schilddrüsenkrebs, andere solide Tumore oder Leukämie, die überzeugend der Strahlung von I-131 zugeordnet werden könnte, sei nicht gefunden worden. Für Aussagen zur Wirkung bei Kindern und Jugendlichen habe keine ausreichende statistische Power vorgelegen. [27]

2.2 Leukämie

Einige offizielle Vertreter der Gesundheitsbehörden in Belarus, Rußland und der Ukraine haben in den vergangenen Jahren bei Vorträgen im Westen wiederholt ausgesagt, daß bei der Bevölkerung in ihren Staaten ein Anstieg von Leukämieerkrankungen nach Tschernobyl nicht feststellbar sei. Selbst auf dem von der Europäischen Kommission im März 1996 in Minsk veranstalteten internationalen Kongreß zu den Folgen von Tschernobyl wurde von offiziellen Strahlenschutzexperten noch vorgetragen, ein Anstieg von Leukämieerkrankungen sei nur bei den Liquidatoren, nicht aber in der Bevölkerung zu beobachten [22]. Die Leukämie gilt nämlich als diejenige bösartige Erkrankung, deren Ansteigen man nach dem allgemeinen Wissensstand der Strahlenforschung am ehesten nach einer Strahlenbelastung erwarten würde. Das Fehlen entsprechender Berichte wurde daher von einigen zum Anlaß genommen, eine besondere Strahlenbelastung der Allgemeinheit in der Region Tschernobyl in Frage zu stellen und das gehäufte Auftreten vielfältiger anderer Erkrankungen generell nicht mit der erlittenen Strahlenbelastung, sondern z. B. mit der allgemeinen Umwelt-

verschmutzung in der GUS und mit unvernünftiger Ernährung in Zusammenhang zu bringen. Erhöhungen von Allgemeinerkrankungen, beispielsweise der Anämie bei Kindern, wurden als Folge der verschlechterten Lebens- und Ernährungsbedingungen in den betroffenen Gebieten sowie mit bis zur Verzweiflung reichenden Ängsten und Verunsicherungen erklärt [23].

Leukämie Inzidenz bei Kindern im Oblast Gomel

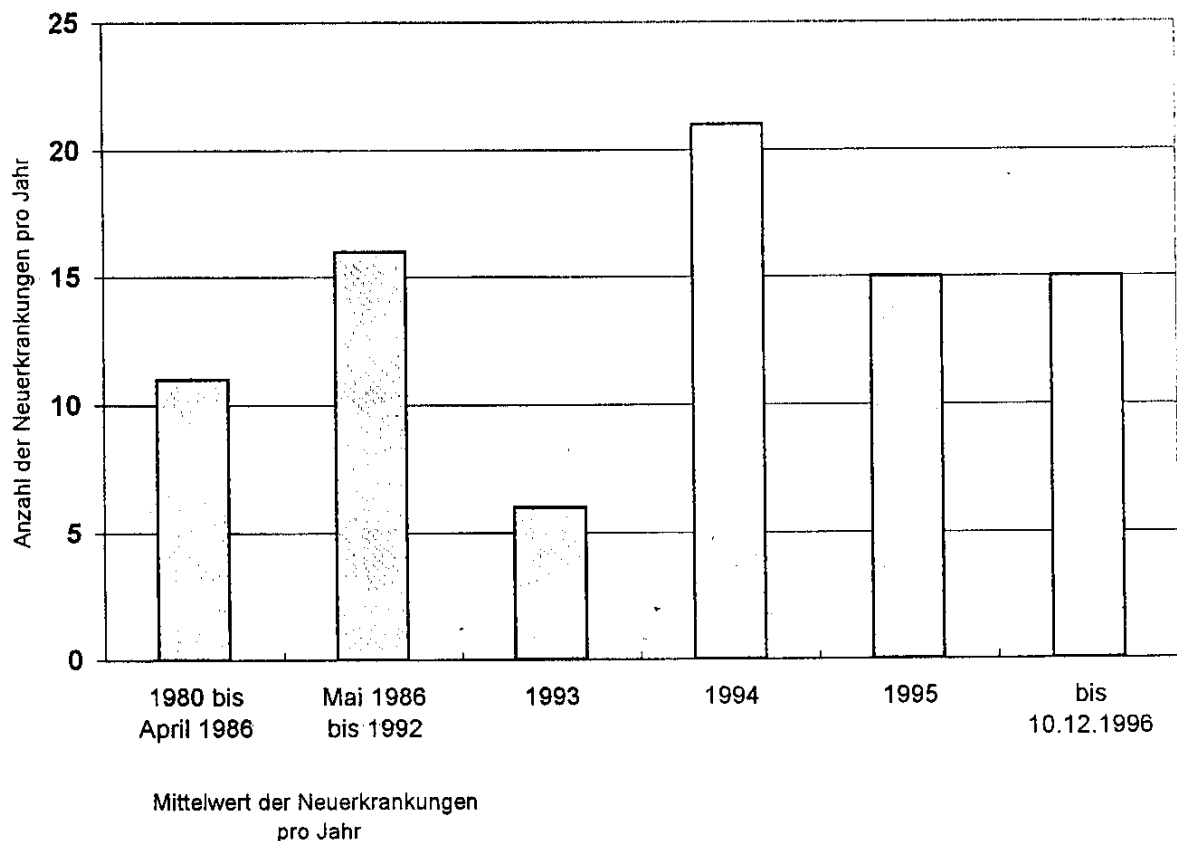


Abb. 9: Leukämie-Inzidenz bei Kindern im Oblast Gomel. Die Zahl der Kinder im Oblast Gomel beträgt seit Jahren um die 150 000. Für die Zeiträume 1980 bis April 1986 sowie Mai 1986 bis 1992 sind die jährlichen Erkrankungsdaten als Mittelwerte angegeben. [26]

Eine belarussisch-deutsche Arbeitsgruppe berichtete, daß auf Grund ihrer Untersuchung der Inzidenzraten der Leukämie bei Kindern in den verschiedenen Oblasts von Belarus vor und nach der Tschernobyl-Katastrophe kein Trend zu höheren Erkrankungsdaten erkennbar war [25, 42]. Diese Aussagen fußen auf Angaben aus dem Republikanischen Zentrum für Hämatologie in Minsk. Tatsächlich beobachteten aber die Leiter der zuständigen hämatologischen Abteilungen der Oblast-Klinik in Gomel, in der alle Leukämiefälle des Oblast Gomel diagnostiziert und behandelt werden, seit 1994 einen deutlichen Anstieg von Leukämien bei Kindern (Abb. 9) und Erwachsenen in dieser Region [26]. Diese Fachleute

waren 1996 von den Veranstaltern allerdings nicht zu dem Kongreß der Europäischen Kommission nach Minsk eingeladen worden und hatten auch von sich aus keine Möglichkeit, dem internationalen Teilnehmerkreis des Kongresses ihre Originaldaten zu präsentieren. In Abb. 9 sind die Zahlen der jährlichen Neuerkrankungen an Leukämie bei Kindern im Oblast Gomel wiedergegeben. Die Zahl aller Kinder im Oblast der Altersstufe 0-14 Jahre beträgt über die Jahre weitgehend konstant etwa 150 000. Im Vergleich zum Mittelwert der Neuerkrankungen vor der Tschernobyl-Katastrophe ist ein Anstieg der Leukämierate um etwa 50% zu beobachten.

Bei der Erfassung der Leukämieraten in den einzelnen Oblasts von Belarus ist als wesentlicher Faktor zu berücksichtigen, daß sich insgesamt etwa 400 000 Menschen aus den am meisten strahlenbelasteten Landkreisen eine neue Heimat in weniger belasteten Gebieten von Belarus suchen mußten. Die Bevölkerung mancher Orte, z. B. von Bartolomejewka (Rajon Wjetka, Oblast Gomel) wurde erst ab dem Jahr 1991 umgesiedelt. Bartolomejewka ist 140 km Luftlinie vom Tschernobylreaktor entfernt. Wegen der großen Entfernung dachte zunächst niemand in den dortigen Strahlenschutzbehörden an eine etwaige Gefährdung der Bevölkerung. Genauere Messungen erst 5 Jahre nach der Tschernobyl-Katastrophe ergaben aber höchste Kontaminationswerte in dieser und in benachbarten Ortschaften. Seither ist diese Gegend ebenfalls als Sperrzone klassifiziert.

Insgesamt nahm der Prozeß der Umsiedlung einige Jahre in Anspruch. Auf diese Weise nahmen also viele „ihre“ Dosis in die wenig kontaminierten neuen Siedlungsgebiete im Norden und Nordwesten von Belarus mit. Bei diesem komplexen Migrationsverhalten der Umsiedler ist es ohne die genaue Ermittlung früherer anderweitiger Aufenthalte mit entsprechender realitätsnaher Dosisrekonstruktion sehr problematisch, auftretende Leukämiefälle, aber auch andere Tumore, sinnvoll einer Strahlenexposition oder anderen Ursachen zuzuordnen. Ferner ist es aus dem gleichen Grund unzulässig, im Norden von Belarus gelegene Regionen (Oblast Witebsk, Oblast Grodno etc.) wegen ihrer relativ geringen Belastung mit Cäsium-137 in Bezug auf die heute dort lebende Bevölkerung als kaum belastete Kontrollgebiete für die Inzidenz von Tumoren zu betrachten. Diese Besonderheiten fanden bei bisherigen Berichten zum fehlenden Ansteigen der Leukämieinzidenz [25, 42] in der Normalbevölkerung von Belarus keine Berücksichtigung, wie dies während der Diskussion des Beitrags [42] auf der Konferenz vom Autor eingeräumt wurde.

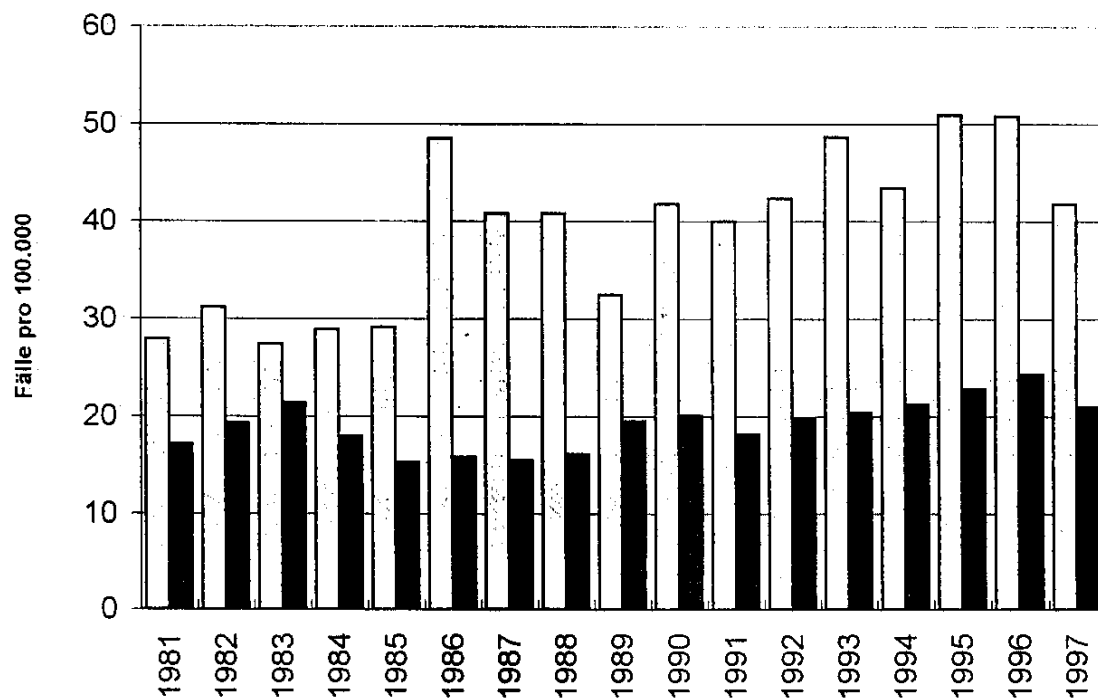
Eine erhöhte Leukämierate wurde unter den Liquidatoren nachgewiesen. In der bisher umfangreichsten in Rußland durchgeführten Studie wurden rund 140 000 Liquidatoren erfaßt [32]. Darin wurden Inzidenz- und Mortalitätsraten benigner und maligner Erkrankungen im Zeitraum 1987 bis 1992 registriert. Liquidatoren wurden von 1986 bis 1989 nach Tschernobyl entsandt. 85% der Liquidatoren waren bei Ankunft in Tschernobyl 20-40 Jahre alt, die mittlere Aufenthaltsdauer in der exponierten Zone betrug 2,7 Monate. Die mittlere Exposition durch Strahlung von außen wurde mit 10,7 cGy angegeben. Für Liquidatoren des Einsatzjahres 1986 wurde eine abgeschätzte mittlere Dosis von 15,9 cGy im Register vermerkt, für Liquidatoren des Einsatzjahres 1989 eine Dosis 3,2 cGy. Für die meisten Untersuchungen wurden 3 Dosisgruppen gebildet: 0-5 cGy, 5-20 cGy und > 20 cGy. Die Gruppe 0-5 cGy diente dann als „unbelastete“ Referenzgruppe: ein sehr fragwürdiges Vorgehen, wenn so die leukämieinduzierende Wirkung kleiner Strahlendosen untersucht werden soll.

Für Leukämie bei Liquidatoren wurde für den Zeitraum von 20 Jahren nach Einsatz in Tschernobyl ein der Strahlenbelastung des Einsatzes zuschreibbares Mortalitätsrisiko von 23,6%, für alle malignen Tumoren zusammen von 2,8% ermittelt. Die Inzidenzrate an allen malignen Tumoren zusammen steigt signifikant mit externer Strahlendosis und sinkt signifikant mit zunehmend späterem Zeitpunkt der Ankunft in der 30-km-Sperrzone. Von den 58 Fällen von Leukämie bei den Liquidatoren, die im Untersuchungszeitraum entdeckt worden sind, betreffen 48 Fälle solche Liquidatoren, die im Zeitraum 1986/87 in der Sperrzone gearbeitet haben [32].

2.3 Brustkrebs

Die weibliche Brust zählt zu den besonders strahlenempfindlichen Organen bezüglich einer Tumorinduktion. In der ganzen Republik Belarus ist seit Jahren eine ständige Zunahme der jährlichen Neuerkrankungsfälle an Mammakarzinom zu verzeichnen. Am auffälligsten trifft dies für den Oblast Gomel zu.

Brustkrebserkrankungen im Oblast Gomel



Daten: Gomel Regional Oncological Center

- Erkrankungen
- Mortalität

Abb. 10: Inzidenz und Mortalität des Mammakarzinoms im Oblast Gomel in Belarus

Da die mittlere Latenzzeit für das Mammakarzinom wesentlich höher - über 20 Jahre - anzunehmen ist als die des Schilddrüsenkarzinoms bei Kindern, sind deutlichere Effekte wohl erst in Zukunft zu erwarten. Allerdings ist ein Augenmerk auf die Strahlenbelastung der Brust bei weiblichen Kindern und Jugendlichen und das Problem der höheren Empfindlichkeit für eine Tumorinduktion in Kindesalter zu richten. Dadurch ist damit zu rechnen, daß verkürzte mittlere Latenzzeiten für das Auftreten von Brustkrebs zu beobachten sein werden und damit Brustkrebs gehäuft auch in jüngeren Altersgruppen auftreten kann.

2.4 Beispiele für weitere Befunde

Pathologien im Bereich der Fortpflanzung

Bereits kurze Zeit nach der Reaktorkatastrophe wurde in der Ukraine eine starke Zunahme von Pathologien auffällig, die mit der Fortpflanzung des Menschen zusammenhängen. Sie betreffen vor allem die Schwangerschaft und die Leibesfrucht. In einem Statusbericht des Ukrainischen Gesundheitsministeriums über die Entwicklung des Gesundheitswesens 1986-1988 wurde auf den deutlichen Geburtenrückgang, die erhöhte Rate an Schwangerschaftsunterbrechungen und auf die erhöhte Anzahl verschiedener Gesundheitsstörungen der Leibesfrucht und bei Schwangerschaften hingewiesen. Die mit der Fortpflanzung des Menschen zusammenhängenden Erkrankungen haben sich im Zeitraum 1986-1990 deutlich erhöht. In der Tab. 4 ist die Zunahme gegenüber dem Vergleichszeitraum 1982-1985 dargestellt. [33]

Tabelle 4: In den hoch belasteten Regionen der Ukraine haben verschiedene Pathologien im Bereich der Fortpflanzung des Menschen im Zeitraum 1986-1990 gegenüber dem Vergleichszeitraum 1982-1985 deutlich zugenommen. [33]

Pathologien im Bereich der menschlichen Fortpflanzung	Erhöhungsfaktor
Absterben der Leibesfrucht	1,5
Fehlgeburten	1,7
Frühgeburten	3
Totgeburten	1,5
Fehlbildungen und Entwicklungsanomalien	3
Fortpflanzungsstörungen bei Männern	3
Genetische Störungen und Chromosomenaberrationen	15

Heiße Teilchen in Lungen

Heiße Teilchen sind mikroskopisch kleine Partikel, die bei der Reaktorexpllosion sowohl als zersplitterte Brennstoffteilchen als auch als Kondensationsprodukte entstanden und mit dem Wind bis nach Westeuropa verfrachtet worden sind. Heiße Teilchen in der Atemluft werden inhaliert und führen zu einer punktuellen Strahlenbelastung der Bronchien und der Lunge und deren Epithelien. Heiße Teilchen aus dem Tschernobylreaktor bestanden meist aus Radioisotopen von Cäsium, Ruthen, Tellur, Cer, Antimon, Silber und Plutonium [1, 33]. Viele heiße Teilchen bestehen aus schwer löslichen Oxiden der genannten Isotope und verbleiben deshalb lange Zeit in der Lunge.

In einer Untersuchung wurden 200 Proben von je 10 g Sektionsmaterial aus Lungengewebe von Menschen der Regionen Gomel, Mogilew, Minsk und Baranowitschi auf heiße Teilchen durch Autoradiographie analysiert. In den Regionen bis 200 km Entfernung nach Tschernobyl fanden sich in 20% der Proben bis zu 60 heiße Teilchen, in 70% der Proben waren noch bis zu 20 heiße Teilchen nachweisbar. In einer Entfernung von 400 km zum Tschernobylreaktor zeigten 75% der Proben bis maximal 5 heiße Teilchen. Die Untersuchung der Verteilung heißer Teilchen in 11 vollständigen menschlichen Lungen von Verstorbenen aus dem Oblast Gomel zeigte eine Häufung der heißen Teilchen in den unteren Lungensegmenten. Nur bei fünf von ihnen konnten heiße Teilchen auch in oberen Segmenten entdeckt werden [35]. Diese Ergebnisse sind bei der Beurteilung der Frage von Bedeutung, in welchem Umfang heiße Teilchen an der Entstehung von Lungenkarzinomen beteiligt sind. Zwar ist im Oblast Gomel auch ein Anstieg des Lungenkrebses zu verzeichnen, jedoch läßt die Zahl der Fälle zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine gesicherte Aussage noch nicht zu.

2.5 Abschätzung der Strahlendosen

Ganzkörperdosen

Für die gesamte Zeit nach der Reaktorkatastrophe ist der Hauptanteil der Strahlenbelastung durch die langlebigen Radionuklide des Cäsiums, Strontiums und Plutoniums bestimmt, etwa 90% hiervon entfallen auf die Cäsium-Isotope. In den ersten Monaten nach dem Unfall trugen allerdings auch Jod-Isotope durch Strahlung von außen wesentlich zur Ganzkörperbelastung bei. Nach Untersuchungen im Oblast Gomel hat die Bevölkerung der Gebiete mit Cs-137 Kontaminationen bis zu 555 kBq/m² in den ersten 7 Jahren nach dem Unfall durchschnittlich 5-6cSv Ganzkörperdosis erhalten [37]. Bei Bevölkerungsteilen, die man aus den Rajons Choiniki und Bragin evakuiert hat, wurden innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall akkumulierte Ganzkörperdosen von 25 cSv ermittelt.

Untersuchungen in der Ukraine haben ergeben, daß bei gleicher Flächenbelastung die Bevölkerung auf dem Lande etwa die doppelte externe Strahlenbelastung erfährt wie die Stadtbevölkerung. Modellrechnungen gehen für die nahe Zukunft von jährlichen Dosen von etwa 2µSv/Jahr/kBq·m⁻² für Landbevölkerung aus [38]. Allerdings ist die jährliche Gesamtdosis je nach Alter, Ernährungsverhalten, beruflicher Aktivität etc. sehr großen Schwankungen unterworfen.

Radiochemische Analysen von Rippenknochen, die Verstorbenen im Oblast Gomel im Zeitraum 1990-1992 entnommen worden sind, ergaben, daß der durchschnittliche Gehalt an Sr-90 ein Mehrfaches der Vergleichszahlen aus der Zeit vor dem Tschernobylunfall betrug. [37]

Schilddrüsendosen

Das Problem, brauchbare Angaben zur Abschätzung der Schilddrüsendosen der Bevölkerung in den belasteten Gebieten der GUS zu gewinnen, ist außergewöhnlich komplex. Viele Autoren nehmen an [43], daß der Hauptbelastungspfad für die Inkorporation von I-131 der Verzehr von Milch darstellte, während mit I-131 kontaminiertes Blattgemüse sowie die Inhalation von I-131 und von kurzlebigen Radiojodisotopen (I-132 und I-133) eine untergeordnete Rolle spielten. Bei Säuglingen ist allerdings von einer wesentlichen Belastung durch die mit I-131 kontaminierte Muttermilch auszugehen. Eine Fall-Kontroll-Studie bei Kinder in Belarus zeigte überzeugend, daß die Strahlung durch den Reaktorunfall in Tschernobyl für den unvermuteten Anstieg von Schilddrüsenkrebs, insbesondere auch in der Region Gomel, verantwortlich war [43].

Die untersuchten Fälle waren drei Gruppen von Schilddrüsendosis ($< 0,3$ Gy, $0,3-0,99$ Gy, > 1 Gy) zugeordnet worden, da sich eine individuelle Dosisabschätzung als außerordentlich schwierig und mit sehr großen Fehlern behaftet herausstellte. Die Untersuchung ergab eine hochsignifikante, stark ausgeprägte Korrelation der Schilddrüsenkarzinomfälle mit der Schilddrüsendosis und mit der Nähe des Wohnortes zum Reaktor. Die Studie schloß auch die Screeningqualität und Untersuchungsintensität der Patienten mit ein. Es zeigte sich, daß diese nicht von Bedeutung war. Damit ist die wiederholt vorgebrachte These widerlegt, das Auftreten der kindlichen Schilddrüsenkrebsfälle sei eine Folge von intensivierten Untersuchungsmaßnahmen nach dem Reaktorunfall und damit einer höheren Aufdeckungsrate. Diese These wird auch durch die Tatsache widerlegt, daß die Schilddrüsenkarzinome bei den Kindern außergewöhnlich aggressiv wachsen und schnell in das umliegende Gewebe und in die Lungen metastasieren und auf Grund der Symptomatik zum raschen Aufsuchen eines Arztes führen. [43]

Der bisherige Kenntnisstand der Strahlenforschung auf der Grundlage von Patientenstudien in der Diagnostik und in der Therapie, sowie aus Untersuchungen in Tierexperimenten und Zellstudien besagt, daß das karzinogene Potential von I-131 bei gleicher Dosis bei weitem geringer ist als bei Röntgenstrahlen. Baverstock schätzt, daß die Kinder im Oblast Gomel eine mittlere Schilddrüsendosis von 1,2 Gy, im Oblast Brest etwa 0,6 Gy und im Oblast Minsk etwa 0,2 Gy erhalten haben [44]. Dies ist, grob gesprochen, in brauchbarer Übereinstimmung mit früheren Abschätzungen der Weltgesundheitsorganisation von 0,3-3 Gy, die sich auf unmittelbar nach der Tschernobylkatastrophe durchgeführte Aktivitätsmessungen an kindlichen Schilddrüsen (durch transkutane Bestimmung der Gammadosisleistung über dem Schilddrüsenorgan) stützt. [45]

In einer normalen Bevölkerung nimmt die Inzidenz des ohne äußere Ursache auftretenden Schilddrüsenkrebses mit dem Alter zu. Für die Alterstufe 10-14 Jahre sind 1 Fall/Million, für die Alterstufe 35-40 etwa 15/Million und für die Altersstufe 60-65 etwa 30/Million zu erwarten. Das Schilddrüsenkrebsrisiko ist bei Frauen etwa dreifach höher als bei Männern [46]. Die bisherigen Beobachtungen über das Auftreten von Schilddrüsenkrebs bei Kindern

in Belarus lassen ein etwa 100-fach höheres Krebsrisiko im Vergleich zum spontanen Schilddrüsenkrebsrisiko in der Altersgruppe unter 15 Jahren vermuten. Der bisherige wissenschaftliche Erkenntnisstand aus den Studien, bei denen Kinder einer Röntgenbestrahlung ausgesetzt waren, ließ eine so starke Erhöhung des relativen Risikos (Excess Relative Risk) nicht erwarten. [21]

3. Störungen der Gesundheit in der Folge der Tschernobyl-Katastrophe im Westen

3.1 Trisomie 21

Im Jahre 1987 berichtete das Berliner Institut für Humangenetik über ein erhöhtes Auftreten von Mongolismus in Berlin und schloß die Möglichkeit eines Zusammenhangs mit dem Reaktorunfall in Tschernoby nicht aus [50]. Daran anschließend wurde von 40 humangenetischen Beratungsstellen in der Bundesrepublik eine Gemeinschaftsstudie über die Ergebnisse pränataler Diagnostik - Trisomie 21 - durchgeführt [51]. Es fand sich auch darunter die größte Häufigkeit der Trisomie 21 bei Feten, deren Konzeption in die Zeit höchster Strahlenbelastung infolge der Tschernobyl-Katastrophe fiel [50]. Es war sogar eine gewisse Dosis-Effekt-Beziehung zu beobachten, da in den besonders stark belasteten süddeutschen Bundesländern, nämlich Bayern und Baden-Württemberg, 11 statt der erwarteten 4 gefunden wurden, im nördlich Deutschland dagegen 6 anstelle der erwarteten 5. Auch wenn diese Unterschiede nicht signifikant waren, so sind sie doch relevant und schließen den Zufall als Erklärung für das Berliner Trisomie 21-Cluster praktisch aus.

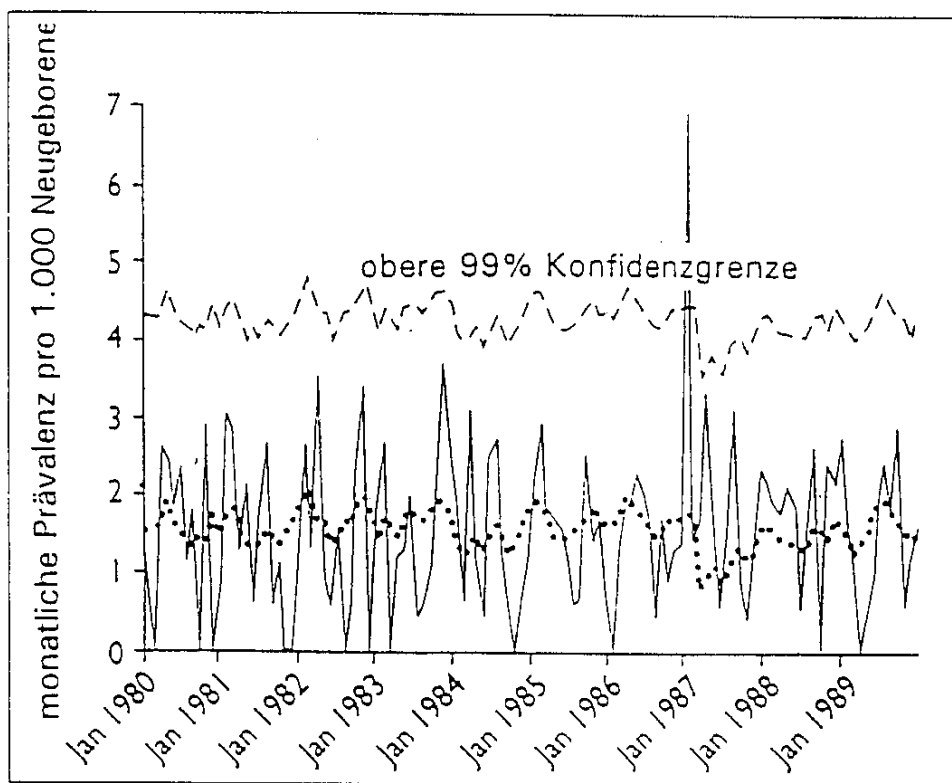


Abb. 11: Zeitreihenanalyse der monatlichen Prävalenz aller vor- und nachgeburtlichen diagnostischen Fälle mit freier Trisomie 21 in West-Berlin in der Zeit von Januar 1980 bis Dezember 1989. Die im Rahmen der pränatalen Diagnostik ermittelten Fälle wurden mit dem Faktor 0,7 gewichtet, da vermutlich nur dieser Prozentsatz bis zur Geburt überlebt hätte (durchgezogene Linie). Ein mathematisches Modell, das den beobachteten Daten gut entspricht, ist als punktierte Linie wiedergegeben. [nach 53]

Die Trisomie 21 ist die häufigste numerische Chromosomenanomalie und zugleich die häufigste Ursache einer angeborenen geistigen Behinderung. Von 800 Neugeborenen ist bei einem ein zusätzliches Chromosom 21 vorhanden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß der Zeitpunkt der Entstehung dieses Fehlers genau angegeben werden kann. Die meisten Fälle ereignen sich bei den Reifeteilungen der Eizelle, d. h. unmittelbar zum Zeitpunkt der Konzeption. Schon lange ist die auffällige Abhängigkeit der Trisomie 21 vom Alter der Mutter bekannt, was als Hinweis auf einen recht störanfälligen Prozeß gewertet werden kann. Damit wird auch verständlich, weshalb der Ausschluß eines Down-Syndroms bei älteren Schwangeren die weitaus häufigste Ursache für eine vorgeburtliche Diagnostik ist. Die Altersverteilung der Schwangeren und die Inanspruchnahme der vorgeburtlichen Diagnostik haben daher die größten Auswirkungen auf die Prävalenz der Trisomie 21. Wenn diese Faktoren bekannt sind, dann sollte jeder plötzliche Anstieg entweder auf dem Zufall oder der Einwirkung eines Umweltfaktors beruhen. [52]

Im Hinblick auf die Erfassung der Trisomie 21-Fälle war zur Zeit des Reaktorunfalles die Situation in Berlin aus epidemiologischer Sicht einzigartig. Wegen der Insellage der Stadt konnte für einen großen Zeitraum die Häufigkeit praktisch aller prä- und postnatal diagnostizierten Fälle angegeben und in Bezug zu allen relevanten demographischen Faktoren gesetzt werden.

In dem 10-Jahres-Zeitraum von Januar 1980 bis Dezember 1989 lag in Westberlin die monatliche Zahl von Trisomie 21-Fällen bei durchschnittlich 2-3. Im Januar 1987, neun Monate nach der Tschernobyl-Katastrophe, wurden 12 Fälle beobachtet. Dieser Anstieg war nach einer Zeitreihenanalyse hoch signifikant ($p < 0,01$) und konnte nicht mit dem Alter der Schwangeren oder der Inanspruchnahme der vorgeburtlichen Diagnostik erklärt werden. [53]

Die durch die Tschernobyl-Katastrophe bedingte externe Gammadosisleistung in Berlin erschien zu gering, um den Effekt an den Keimdrüsen zu erklären. Doch die für Bayern und Baden-Württemberg gefundenen Ergebnisse der Gemeinschaftsstudie sprachen für eine mögliche Korrelation mit einem Strahlungsparameter.

Als ein plausibler Kandidat zur Erklärung des Effekts käme das Radionuklid I-131 in Frage. Die üblichen Kartierungen des Tschernobyl-Fallout geben für Berlin nur geringe Kontaminationswerte an. Allerdings beziehen sich diese Karten nur auf die Cs-137 Deposition, die entscheidend durch die damals fallende Niederschlagsmenge bestimmt war. War die Niederschlagsmenge gering, so war dennoch die Luft radioaktiv beladen, wobei in den ersten Tagen nach dem Eintreffen der radioaktiven Wolken die Iodnuklide dosisbestimmend waren. Iod wird durch Inhalation quantitativ inkorporiert. Die kurzen physikalischen Halbwertszeiten der Iodnuklide begünstigen zusätzlich einen diskreten zeitlichen Effekt. Zudem findet für Iod neben der bevorzugten Anreicherung in der Schilddrüse auch eine Konzentrierung in Drüsengeweben, z. B. Speicheldrüsen, vermutlich auch im Pankreas [3], aber auch in der Niere und in den ableitenden Harnwegen statt. Da Radioiod den größten Teil seiner Strahlungsenergie als Betastrahlung abgibt, ist die Gammastrahlungsmessung zur Erfassung der Relevanz des Radioiod nicht tauglich. Die Strahlenbelastung durch Radioiod betrug in den kritischen 2 Wochen ein Vielfaches der

natürlichen Belastung, insbesondere auf Grund des Umstandes, daß Deutschland ein Iodmangelgebiet ist und angebotenes Iod deshalb vermehrt aufgenommen wird.

Wenn eine deutlich erhöhte Strahlendosis zum Zeitpunkt der Reifeteilung der Eizellen einwirkt, so kann dies die Aufteilung der Chromosomen beeinflussen und das Trisomie 21-Risiko erhöhen. Diese Annahme wird durch die Ergebnisse epidemiologischer Studien in China und Indien unterstützt, wo in Gegenden erhöhter natürlicher Strahlenbelastung eine signifikante Zunahme der Trisomie 21 beobachtet wurde [54, 55].

Die Befunde der Arbeitsgruppe Sperling über das erhöhte Auftreten von Trisomie 21 in Berlin wurden heftig angegriffen [48, 49]. Allerdings konnte die Gruppe zeigen, daß ihre Untersuchungen nahezu sämtliche der von Bradford Hill [56] aufgestellten Kriterien erfüllen, die er als wichtige Bedingung ansieht, um durch nicht-experimentelle Studien Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufzudecken. [57]

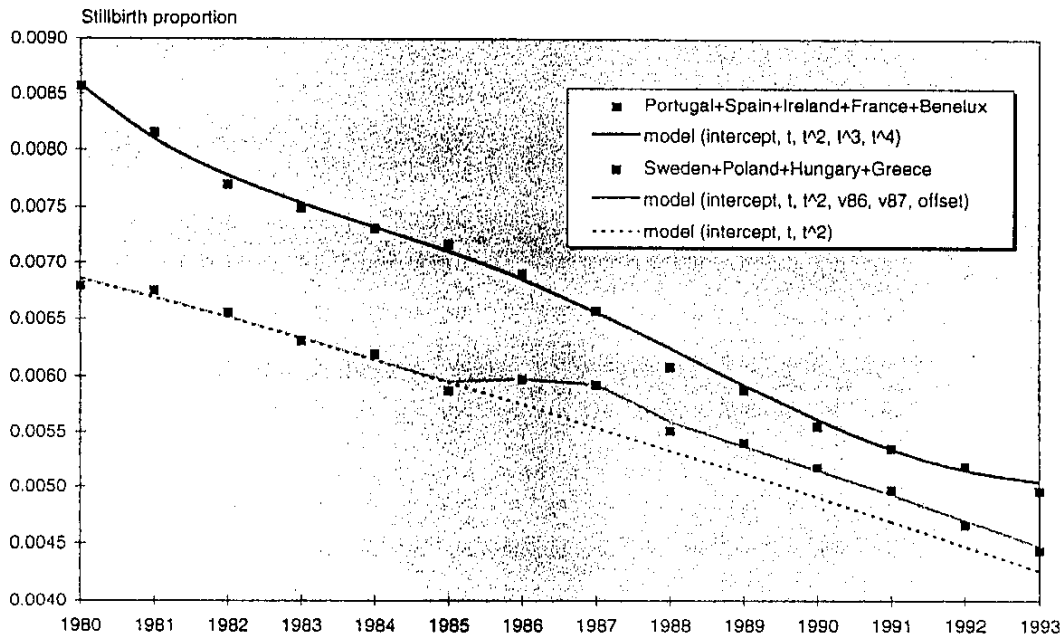
3.2 Totgeburtenraten in Deutschland und in Europa nach der Tschernobyl-Katastrophe

Zahlreiche Untersuchungen wurden bereits durchgeführt, um den möglichen Einfluß der Tschernobyl-Katastrophe auf das Auftreten von Geburtsanomalien und auf die Perinatalsterblichkeit zu erforschen. Körblein und Küchenhoff [60] untersuchten die Perinatalsterblichkeit in Deutschland und fanden einen signifikanten Anstieg von etwa 5% im Jahre 1987, bezogen auf ein Modell, das auf statistischen Jahresdaten des Zeitraums 1980 und 1993 beruhte. Ihre Ergebnisse blieben allerdings nicht ohne Widerspruch [61].

Scherb und Mitarbeiter sammelten die vollständigen Daten über offizielle nationale Totgeburtensstatistiken gemeinsam mit den Totgeburtendefinitionen für die Jahre 1980 bis 1992 von 23 europäischen Ländern. Sie teilten die Länder entsprechend ihrer geographischen Lokalisation in drei Gruppen: Die westliche Gruppe besteht aus Belgien, Frankreich, Großbritannien, Irland, Island, Luxemburg, Portugal und Spanien. Die Zentralgruppe besteht aus Österreich, Dänemark, Deutschland, Italien, Norwegen und der Schweiz. Die östliche Gruppe setzt sich aus Griechenland, Ungarn, Polen und Schweden zusammen. Obwohl die Definitionen der Totgeburt in den einzelnen Ländern nicht exakt gleich sind, waren sie doch ähnlich genug, um den hauptsächlichen Trend in den Gruppen zu untersuchen. Sie stellten die Hypothese auf, daß ein eventueller Effekt der Tschernobyl-Katastrophe auf die Totgeburtensrate in den östlichen europäischen Ländern am stärksten ausgeprägt sein sollte [59].

Abb. 12 zeigt die Veränderungen der Totgeburtensraten im Verlauf des untersuchten Zeitraums für die östliche und westliche Ländergruppe. Die auffällige kontinuierliche Abnahme in beiden Regionen ist wahrscheinlich auf eine allgemeine Reduzierung der Risikofaktoren und eine verbesserte vorgeburtliche Versorgung zurückzuführen. Die Daten der östlichen europäischen Länder zeigen 1986 im Vergleich zu 1985 eine deutliche absolute Zunahme der Totgeburtensrate und eine Verschiebung des gesamten Trends der Kurve ab dem Jahr 1986 nach oben. Die gepunktete Linie in Abb. 12 stellte den erwarteten Verlauf der Totgeburtensrate dar. Bezogen auf den 95% Vertrauensbereich ist der relative

Anstieg der Totgeburtenrate signifikant für 1986 3,97 % und für 1987 6,93%. Für das Zeitfenster von 1986 bis 1992 bedeutet das insgesamt zusätzliche 1639 Totgeburten. [59]



Stillbirth proportions and models for the western and the eastern parts of Europe.

Abb. 11: Zeitverlauf der Totgeburtenrate der westlichen (obere Kurve) und der östlichen europäischen Ländergruppe (untere Kurve). Die gepunktete Linie stellt den Verlauf nach dem erwarteten Trend dar. [59]

Während die westliche europäische Ländergruppe im Trendverlauf der Totgeburtenrate keine besonderen Auffälligkeiten zeigt, ist bei den östlichen europäischen Ländern für 1986, dem Jahr der Tschernobyl-Katastrophe, und für 1987 eine erhebliche Erhöhung der Totgeburtenrate festzustellen. Auf Grund der großen Fallzahl und der Signifikanz des Ergebnisses ist ein Zusammenhang mit der Strahlenbelastung durch die Reaktorkatastrophe plausibel, während es für andere Ursachen keine Anhaltspunkte gibt.

4. Schlußfolgerungen für den Strahlenschutz - Neue Effekte und Wirkungsbeziehungen

Die Experten der IAEA und anderer internationaler Kommissionen hatten 1991 unter Berufung auf die als international akzeptiert dargestellten Abschätzungen des Strahlenrisikos Zweifel geäußert, ob man, abgesehen von einem möglichen Anstieg kindlicher Schilddrüsenkarzinome, bei allen anderen Tumorarten in Zukunft einen Anstieg werde feststellen können, selbst mit großen epidemiologischen Langzeitstudien. 10 Jahre nach der Tschernobyl-Katastrophe ist im Verwaltungsgebiet Gomel die Erkrankungsrate für Schilddrüsenkrebs bei Kindern bereits über 200 mal höher als im langjährigen Mittel vor der Katastrophe. In ganz Belarus ist diese Zahl bei den Erwachsenen heute bereits 4 mal so hoch (die statistische Signifikanz steht somit völlig außer Frage), das Maximum ist etwa 25 Jahre nach dem Unfall zu erwarten. Die Realität der bereits bis 1996 in der Folge von Tschernobyl aufgetretenen Krebserkrankungen und die drastische Fehlbeurteilung durch Experten führender internationaler Organisationen ist der Beweis dafür, daß die heute international üblichen Risikozahlen, wie sie auch Grundlage rechtlicher Verordnungen und amtlicher Berechnungsschemata sind, das Strahlenrisiko der Bevölkerung weit unterschätzen. Auch sind die Erkenntnisse über etliche der nach der Tschernobyl-Katastrophe bisher aufgetretenen gesundheitlichen Phänomene, die mit einer Strahleneinwirkung korreliert sind, mit den gängigen Lehrmeinungen der Strahlenforschung teilweise qualitativ, teilweise quantitativ im Widerspruch. Dazu gehört die Strahlensensitivität der kindlichen Schilddrüse bezüglich Krebsinduktion mit den gravierenden Unterschieden zwischen der Wirkung von Röntgenstrahlung und der kombinierten Wirkung von Beta-/Gammastrahlung aus dem Zerfall von inkorporiertem I-131.

5. Zur Informationspolitik in Ost und West

Viele gezielte Vorgänge und Maßnahmen von Seiten offizieller Stellen standen und stehen einer offenen Untersuchung der Folgen von Tschernobyl und der korrekten Unterrichtung der Bevölkerung in Ost und West entgegen: Durch eine Fülle von Geheimhaltungsbefehlen und die Trennung von Dosimetriedaten und Personendaten hatte zunächst die sowjetische Zentralregierung dafür gesorgt, daß die Bevölkerung, insbesondere aber die Liquidatoren, auch in Zukunft keine genauere Kenntnis von der Höhe ihrer Strahlendosis erhalten werden. Desweiteren ist schwer zu glauben, daß die IAEA, deren satzungsgemäße (aus den 50er Jahren stammende) Aufgabe es nach wie vor ist, die Nutzung der Atomenergie weltweit zu beschleunigen und zu verbreiten, ein nachhaltiges Interesse an einer fundierten Aufklärung und Veröffentlichung der tatsächlichen, insbesondere der gesundheitlichen und ökologischen Folgen der Reaktorkatastrophe hat. Denn daraus könnten sich ernste Fragen zum satzungsgemäßen Zweck und zur Existenzberechtigung der IAEA ergeben. Hier ist dringend geboten, daß die Vereinten Nationen die Aufgaben ihrer Unterorganisation IAEA neu definieren und nach den heutigen Erfordernissen ausrichten.

Die Moskauer Journalistin Alla Jaroschinskaja hat durch ihre langjährige Rechercharbeit in den Aktenbergen zentraler sowjetischer Staatsstellen wesentlich dazu beigetragen, daß insbesondere auch im Westen Informationen über die Tschernobyl-Katastrophe und über Hintergründe im politischen Management bekannt geworden sind. Seit langem hatte sie eindringlich gewarnt, das gefährlichste Element, das der Reaktor in Tschernobyl ausgespien habe, fehle bisher im Periodensystem der Elemente. Sein Name: Lüge-86. Und merkwürdig sei die besondere Eigenschaft dieses Elements, daß es sich auch in fernen Ländern in großer Aktivität nachweisen lasse, auch wenn Cäsium und Strontium aus Tschernobyl dort kaum mehr gefunden werden könnten.

Es war lange Jahre gerätselt worden, was die Ursache der falschen Aussage der Expertenkommission der Internationalen Atomenergiebehörde war „ . . . (es gab) aber keine Gesundheitsstörungen, die direkt einer Strahlenbelastung zugeordnet werden konnten.“ [11]

Die BBC in England hat zu diesen Fragen eingehende Recherchen unternommen und in einem Fernsehbericht im Jahre 1996 große Teile dieses Rätsels gelöst und Hintergründe aufgedeckt [14]. Die Kommission der beratenden Experten der IAEA des Internationalen Tschernobylprojekts bestand in der überwiegenden Mehrheit aus Mitgliedern nationaler und internationaler Strahlenforschungszentren und Strahlenschutzkomitees. Der Vorsitzende der Beraterkommission I. Shigematsu von der Radiation Effects Research Foundation (RERF) in Hiroshima betonte im Vorwort des Abschlußberichtes der IAEA: „Es war mein Privileg, als Vorsitzender des Internationalen Beraterkomitees tätig zu sein, das aus herausragenden Experten verschiedener Fachrichtungen bestand.“ [11].

Für den Aufgabenbereich 4 „Health Impacts“ war der Strahlenmediziner Prof. F. A. Mettler, Universität von New Mexico, Albuquerque, federführend [11]. Hartnäckig war die BBC der Diskrepanz zwischen dem Leugnen gesundheitlicher Auswirkungen durch die IAEA und dem 1990 tatsächlich beobachtbaren zig-fachen Anstieg der Schilddrüsenkarzinomfälle nachgegangen. Die BBC berichtete, daß Mettler nun zugab, daß er bereits

1990 Schilddrüsenkarzinome gefunden hatte, wobei sein Bericht erklärte, es gebe keine. Mettler zur BBC: „Von den Ukrainern hatte ich die histologischen Präparate von 20 Patienten (Kindern). Wir haben zuhause in den USA das geprüft und konnten bestätigen, daß es Krebs war.“

Die BBC fand auch heraus, daß der Widerstand gegen die Aufdeckung von Radioiod als Ursache des Schilddrüsenkrebses in den Tschernobyl-Regionen in Amerika am stärksten war. Die BBC berichtete: „Die US Regierung hat spezielle Gründe, Mißtrauen zu zeigen. In den 50er Jahren hat das Energieministerium der USA absichtlich eine Wolke mit Radioiod freigesetzt, um zu testen, wie man die Spur einer Abluftfahne verfolgen könne. Das kam zur Kontamination aus den Waffentests hinzu. Dadurch entstand eine große Fläche der Staaten, die mit Radioiod in einem niedrigen Aktivitätsniveau kontaminiert wurden. Die Regierung ist natürlich sehr besorgt, in die Lage gebracht zu werden, wir haben möglicherweise Schilddrüsenkarzinom verursacht und müssen möglicherweise Schadenersatz leisten. Es ist zu vermuten, daß die amerikanische Regierung den Wunsch hatte, daß Radioiod als Ursache für Schilddrüsenkarzinome nicht nachgewiesen werden kann.“ [14]

In einem Zeitungsartikel zum Strahlenrisiko stellt Kellerer, ein langjähriges Mitglied und zeitweiliger Vorsitzender der Deutschen Strahlenschutzkommission und Direktor eines Instituts im bundeseigenen Strahlenforschungszentrum GSF, seine Sicht der Mechanismen der Interaktion zwischen Wissenschaft, Politik und Medien dar [39]. Er diskutiert dies an Beispielen des Umgangs mit den Tschernobyl-Folgen in Deutschland wie auch mit der Ursachenforschung zu den Leukämien in der Umgebung des AKW Krümmel. Einige seiner Ausführungen kennzeichnen so treffend die gegenwärtige Situation und das bestehende Dilemma, daß ihre Wiedergabe hier an dieser Stelle schier unverzichtbar erscheint. Er erklärt: „So kritisch Strahlung gesehen wird, so positiv ist hierzulande die Bilanz des Zusammenwirkens der radiologischen Wissenschaft und speziell der Strahlenschutzforschung mit den politischen Gremien. Über Strahlung ist mehr und Genaueres bekannt als über andere Risikofaktoren. Wo Wissenschaft und Politik abseits öffentlicher Auseinandersetzungen zusammentreffen, läßt sich dieses Wissen ohne Konflikte umsetzen; die Logik der Fakten scheint sich von selbst durchzusetzen“ [39].

Sicher ist es auch als ein Ergebnis des Zusammentreffens von Wissenschaft und Politik abseits öffentlicher Auseinandersetzungen anzusehen, wenn im Jahre 1986 die von der Strahlenschutzkommission beratene Bundesregierung die Folgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl bagatellisiert und gesundheitliche Folgen für Deutschland ausschließt.

Kellerer kritisiert, daß die Tausende Tonnen kontaminiertes bayerisches Molkepulver zu Kosten von etwa 100 Millionen Mark gereinigt wurden, anstatt sie etwa bei der Verfüllung eines Bergwerkes zu entsorgen. Er überlegt, was mit den hundert Millionen Mark in der unmittelbar vom Reaktorunfall betroffenen Gebieten hätte geschehen können. Sicher wäre dieses fragwürdige Pilotprojekt der Dekontaminierung des Molkepulvers unterblieben, wenn die in der Strahlenschutzkommission versammelten Wissenschaftler der Politik mit fundierten Argumenten davon abgeraten hätten. Auch sollte man beim Spekulieren über eine etwaige anderweitige Verwendung jener hundert Millionen Mark nicht vergessen, daß zu dieser Zeit die Bundesregierung auf nachdrückliches Anraten der Wissenschaftler in der

Strahlenschutzkommission tonnenschwere Ganzkörperzähler in die kontaminierten Gebiete Rußlands rollen ließ - was an die 15 Millionen Mark gekostet hat -, um die strahlenbelastete Bevölkerung dort zu messen und zu beruhigen [40]. Sicherlich konnte diese Maßnahme gegenüber der russischen Regierung als Akt des guten Willens gelten, der Nutzen für die betroffene Bevölkerung war indessen höchst zweifelhaft, abgesehen von den Defiziten in der Meßtechnik wie auch in der Information der Bevölkerung über ihre Untersuchungsergebnisse, wie sich bei der unerwarteten Überprüfung einer Meßstation herausstellte. [41]

Über die Arbeit der von den Landesregierungen in Schleswig-Holstein und Niedersachsen eingesetzten Expertenkommissionen zur Untersuchung der Leukämien im Umfeld des AKW Krümmel stellt Kellerer die Behauptung auf, daß nach der Erteilung des Untersuchungsauftrags „ . . . alles getan (wurde), um eine bereits beschlossene Wahrheit festzuschreiben. . . . Das Phantom der radioaktiven Verseuchung der Elbmarsch begann sein bis heute aufrecht erhaltenes, aber nie durch irgendeine Messung gestütztes politisches und mediales Dasein“ [39].

Solcherlei Aussagen können, auch wenn sie - wie in diesem Fall - im krassen Gegensatz zur Realität stehen, stets auf den Applaus aus interessierten Kreisen der Politik und der Wirtschaft zählen. Zur Beurteilung der Zusammenhänge ist allerdings die Tatsache interessant, daß Kellerer bereits im ersten Jahr der Kommissionsarbeit - damals selbst noch als Mitglied der Leukämiekommission - über die wissenschaftlichen Untersuchungen anderer Kommissionsmitglieder in einem Zeitungsinterview unzutreffende Behauptungen aufstellte, was später sogar durch eine Entscheidung des Landgerichts München bestätigt wurde, und dadurch eine Diffamierungskampagne gegen einige Wissenschaftler auslöste. Als er aufgefordert wurde, seine Kritik vor den etwa 40 Wissenschaftlern und Fachbeamten der Kommission zu begründen, zog er es vor, sich der Stellungnahme durch seinen Austritt aus der Kommission wenige Tage vor dem Sitzungstermin zu entziehen.

Vor diesem Hintergrund der Einstellung und wissenschaftlich-politischen Bewertung zum Problem der Tschernobyl-Folgen wie auch der Leukämien in der Elbmarsch erscheinen Kellerers Standpunkte in einem charakterisierenden Licht [39]: „Unsicherheiten und Mißverständnisse sind unvermeidlich, wenn sich Politik, Ideologie und Wissenschaft begegnen. Sie lassen sich nur dann begrenzen, wenn die Prinzipien der Wissenschaft - sorgfältige Dokumentation experimenteller Untersuchungen und Offenlegen aller Resultate - gerade dort gewahrt werden, wo die Versuchung zur Manipulation am größten ist. Wenn die Aussagen mehrdeutig werden und die Suche nach der Wahrheit nicht mehr von der Suche nach Bestätigung einer angenommenen Wahrheit unterschieden wird, bleibt kein festes Bezugssystem, an dem die Realität zu messen ist. Wissenschaft kann der Politik nur dienen, wenn sie einen Maßstab für die Realität bereitstellt, der durch die Politik nicht veränderbar ist.“

Der Physiker W. Jacobi, ebenfalls über lange Jahre Mitglied und wiederholt Vorsitzender der Strahlenschutzkommission, äußerte im Fernsehen seine Überzeugung, daß im Bereich München als Folge des Tschernobyl-Unfalls 50-300 zusätzliche tödliche Krebsfälle zu erwarten seien. Auf die erstaunte Wiederholung dieser Aussage durch den Journalisten sagte Jacobi: „. . . ja, ja, und sterben dadurch weniger an anderen Ursachen - das muß man ja auch dazu sagen; denn sterben tun wir alle!“ [47] Weder Jacobi noch andere

Mitglieder der Strahlenschutzkommission haben diese zynische und einem Berater der Regierung unwürdige Aussage zurückgenommen oder korrigiert.

Die Strahlenschutzkommission hatte im Jahre 1987 unter dem damaligen Vorsitzenden Oberhausen in einer Empfehlung - ein Jahr nach den Reaktorunfall - zum Bericht des Berliner Institutes für Humangenetik über das vermehrte Auftreten von Mongolismus Stellung genommen. In der Empfehlung wurde ausgeführt, daß die maximale Strahlenexposition (infolge des Tschernobyl-Fallout) in Berlin kleiner gewesen sei als die natürliche Strahlenexposition, die ständig in großen Landstrichen in der Bundesrepublik vorhanden sei. Da in diesen Gebieten eine Erhöhung nicht bekannt sei, könne eine Häufung von Mongolismusfällen in Berlin nicht auf eine Strahleneinwirkung durch den Tschernobyl-Unfall zurückgeführt werden. Unter Hinweis auf sehr umfangreiche, überwiegend tierexperimentelle Untersuchungen erklärte die Strahlenschutzkommission schließlich, daß bei Strahlenexpositionen, wie sie nach den Tschernoby-Unfall in der Bundesrepublik Deutschland aufgetreten sind, eine Zunahmen von Mongolismusfällen ausgeschlossen sei. [48]

Zehn Jahre später, im Jahre 1996, versuchte Oberhausen in einem Rückblick, die wichtigsten Empfehlungen der Strahlenschutzkommission zu Maßnahmen und Einschätzungen wegen der Auswirkungen der Tschernobyl-Katastrophe zusammenzufassen. Der von ihm geschilderte Ablauf der Vorgänge in der Strahlenschutzkommission, die damals noch beim Bundesinnenminister angesiedelt war, zur Zeit des Reaktorunfalles verdient Beachtung: „Am Dienstag, den 29. April (1986) wurde ich durch einen Telefonanruf des Unterabteilungsleiters im BMI, Herrn Dr. von Oertzen, ins Innenministerium gebeten. Dort traf ich gemeinsam mit Prof. Bayer und Dr. Burkhart aus Karlsruhe ein. Beide Herren hatten sich in den Jahren vorher im Rahmen der Deutschen Reaktorsicherheitsstudie intensiv mit Ausbreitungsrechnungen befaßt. Die Analyse der vorliegenden Daten zeigte eindeutig eine Verfrachtung der in Tschernobyl freigesetzten Spaltprodukte nach Norden, und eine Fehlmessung von Transuranen in einem nordischen Land ließ vermuten, daß praktisch der gesamte Reaktorinhalt freigesetzt und nach dem europäischen Norden transportiert worden war. Nach diesen Ergebnissen waren eigentlich keine Auswirkungen des Reaktorunfalles auf die Bundesrepublik zu erwarten. Also konnten wir am Abend wieder die Heimreise antreten und ich fuhr am nächsten Tag, dem 30. April zu einem wissenschaftlichen Kongreß nach Freiburg. Dort machte mich dann am Nachmittag Herr Dr. Landfermann ausfindig, klärte mich darüber auf, daß inzwischen einige Spaltprodukte in Bayern angekommen waren und bat mich zu einer Besprechung am Vormittag des 1. Mai ins BMI. Aber auch bei dieser Besprechung waren die Informationen des BMI recht lückenhaft, sie reichten aber aus, um die SSK für den nächsten Vormittag des 2. Mai nach Bonn einzuberufen.“ [49]

Diese Schilderung offenbart eine erschreckende Unbekümmertheit und die schlimme Fehleinschätzung der für den Strahlenschutz der deutschen Bevölkerung verantwortlichen obersten Leitstelle des Bundes. Diese ist ja auch im Falle einer atomaren Katastrophe in Deutschland oder im benachbarten Ausland als oberste Instanz zuständig. Wie ist es möglich, daß Oberhausen und die anderen Fachleute nicht daran dachten, daß sich der Wind drehen und die mit Spaltstoffen beladenen Luftmassen nach Deutschland blasen könnte, daß sie nicht unverzüglich den Deutschen Wetterdienst zur europäischen Wetterlage

der nächsten Tage konsultierten? Wie ist es möglich, daß die Spezialisten für Ausbreitungsrechnungen bei dem real ablaufenden Szenario der Tschernobyl-Katastrophe einer solchen Fehleinschätzung erlagen? Wie ist es möglich, daß nach einem bereits über Jahrzehnte laufenden Betrieb von Atomanlagen in Deutschland, Frankreich, Belgien und der Schweiz nicht sofort ein routinemäßiger Ablauf von längst vorausbedachten Maßnahmen in Gang gesetzt wurde, die für einen atomaren Unfall vorgesehen sein müßten?

Statt dessen fuhr der Vorsitzende der Strahlenschutzkommission wieder nach Hause und widmete sich seinen persönlichen Angelegenheiten. Bekanntlich haben die radioaktiven Luftmassen am 29. April 1986 die Grenze nach Bayern überschritten und in wenigen darauffolgenden Tagen zusammen mit heftigen Gewitterregen die großflächige Kontamination, insbesondere in Südbayern, bewirkt [1]. Durch die gravierende Fehleinschätzung und Untätigkeit dieser obersten Leitstelle des Bundes blieb die deutsche Bevölkerung sich selbst und dem radioaktiven Regen überlassen.

In seinem 1996 verfaßten Rückblick geht Oberhausen bei der Aufzählung der SSK-Empfehlungen nochmals auf die gehäuften Mongolismusfälle in Berlin ein: „Die dritte Empfehlung war notwendig geworden, weil vom Institut für Humangenetik der freien Universität Berlin die Behauptung aufgetaucht war, daß nach dem Reaktorunfall in erhöhtem Maß Fälle von Mongolismus aufgetreten seien. Es ist bis heute nicht verständlich, wie Wissenschaftler, zu deren Handwerkszeug doch eigentlich der Umgang mit Fakten und Statistiken gehört, sich zu solchen Behauptungen versteifen können.“ [49]

Es kam Oberhausen offensichtlich auch nach 10 Jahren noch nicht in den Sinn, sein Dogmenkorsett der Strahlenforschung zu öffnen und die Möglichkeit einzuräumen, daß vielleicht doch noch nicht alle biologischen Strahlenwirkungen bekannt sind, zumal es bisher nie dagewesene Randbedingungen gab, nämlich die großräumige Kontamination einer dicht besiedelten Fläche mit Reaktornukliden.

Literatur:

- [1] Lengfelder, E.: Meßergebnisse und Bewertung der Strahlenbelastung durch den Reaktorunfall in Tschernobyl.
In: Strahlenwirkung - Strahlenrisiko: Daten, Bewertung und Folgerungen aus ärztlicher Sicht. 2. erweiterte Auflage, (Lengfelder, E. Hrsg.) 37-68, Ecomed Verlag, München-Landsberg (1990) ISBN 3-609-63260-7
- [2] STUK: Five years after Chernobyl
The Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety (STUK)
Helsinki, Finland (1991) ISBN 951-47-4952-9
- [3] Lengfelder, E., Demidschik, E., Demidschik, J., Becker, K., Rabes, H. und Birukowa, L.: 10 Jahre nach der Tschernobyl-Katastrophe: Schilddrüsenkrebs und andere Folgen für die Gesundheit in der GUS.
Münchener Medizinische Wochenschrift 138 (15) (1996), 259-264
- [4] Konoplja, E. F. and Rolevich, I. V. (ed.): The Chernobyl Catastrophe Consequences in the Republic of Belarus.
National Report, Ministry of Emergencies, Minsk, 1996
- [5] United Nations, General Assembly: Strengthening of international cooperation and coordination of efforts to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster. Report of the Secretary-General, A/50/1995, New York 1995.
- [6] UdSSR-Gesundheitsministerium: Verfügung U-2617 C vom 27.06.1986,
Hauptabteilung III, gez. Schulschenko: Erhöhung der Geheimhaltungsmaßnahmen für Liquidationsarbeiten am Kernkraftwerk Tschernobyl
- [7] UdSSR-Gesundheitsministerium: Regierungsanordnung Nr.52617, Anordnung Nr. 205 vom 08.07.1987. Hauptabteilung III, gez. Schulschenko: Geheimhaltung der Erkrankungen im Zusammenhang mit der Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl
- [8] UdSSR-Verteidigungsministerium: Anordnung der Zentralen Militärärztlichen Kommission Nr. 373 vom 06.08.1987 über die Beziehung von Strahlendosen zu Krankheitszeichen und ihre Dokumentation
- [9] World Health Organisation: Health Consequences of the Chernobyl Accident. Results of the IPHECA pilot projects and related national programmes: Summery Report, Geneva 1995
- [10] Grodzinsky, D. und Lengfelder, E.: Vier Jahre nach Tschernobyl - noch immer sind die Folgen nicht abschätzbar.
Deutsches Ärzteblatt 87 (20 A), 1614 - 1620 (1990)
- [11] IAEA (International Atomic Energy Agency): The International Chernobyl Project. Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Conclusions and recommendations of a report by an international advisory committee. IAEA, Wien, Mai 1991.

- [12] Belorussisch-Ukrainische Delegation: Erklärung der von der Belorussischen und Ukrainischen Regierung entsandten, vom Internationalen Tschernobyl Projekt unabhängigen Wissenschaftlerdelegation auf der Konferenz der IAEA in Wien zu den Schlußfolgerungen und Empfehlungen des Internationalen Tschernobyl Projektes, Wien, Mai 1991
- [13] Kasakov, V. S., Demidschik, E. P. and Astakhowa, L. N.: Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature* 359 (1992), 21
- [14] BBC 2 am 01.04.1996: Chernobyl - 10 years on. In der Fernsehreihe: HORIZON
- [15] National Thyroid Centre of Belarus, Minsk, 1998
- [16] Lengfelder, E., Becker, K., Demidschik, E., Furmantschuk, A., Ankudowitsch, M.: Neue Ergebnisse zur Entwicklung und Pathologie von Schilddrüsenkarzinomen bei Kindern nach dem Tschernobyl-Unfall. A-Schutztagung des Bundesverteidigungsministeriums, Sanitätsakademie der Bundeswehr, 19.-20. Feb. 1992, München
- [17] Baverstock, K., Egloff, B., Pinchera, A., Ruchti, C. and Williams, D.: Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature* 359 (1992), 21-22
- [18] Klugbauer, S., Lengfelder, E., Demidschik, E. P. and Rabes, H.: High prevalence of RET rearrangement in thyroid tumours of children from Belarus after the Chernobyl reactor accident. *Oncogene* 11 (1995), 2459-2467
- [19] Klugbauer, S., Demidchik, E. P., Lengfelder, E. and Rabes, H.: Molecular analysis of new subtypes of ELE/RET rearrangements, their reciprocal transcripts and breakpoints in papillary thyroid carcinomas of children after Chernobyl. *Oncogene* 16 (1998), 671-675
- [20] Klugbauer, S., Demidchik, E. P., Lengfelder, E. and Rabes, H.: Detection of a novel type of RET rearrangement (PTC5) in thyroid carcinomas after Chernobyl and analysis of the involved RET-fused gene RFG5. *Cancer Res.* 58 (1998), 198-203
- [21] Ron, E., Lubin, J. H., Shore, R. E. et al.: Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies. *Radiat. Res.* 141 (1995), 259-277
- [22] Karaoglou, A., Desmet, G., Kelly, G. N. and Menzel, H. G. (eds.): The radiological consequences of the Chernobyl accident. Publication of the European Commission, EUR 16544 EN, Luxembourg, 1996
- [23] Kellerer, A. M.: Auswirkungen, Maßnahmen sowie erkennbare und vermutete Effekte in der UdSSR nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl. *Nucl.-Med.* 30 (1991), 233-240

- [24] Cardis, E., Amoros, E., Kesminiene, A., Malakhova, I. V., Poliakov, S. M., Piliptsevitch, N. N., Demidchik, E. P., Astakhova, L. N., Ivanov, V. K., Konogorov, A. P., Parshkov, E. M. and Tsyb, A. F.: Observed and predicted thyroid cancer following the Chernobyl accident: Evidence for factors influencing susceptibility to radiation induced thyroid cancer.
In: Thomas G, Karaoglou, A. Williams, E. D (eds.): Radiation and Thyroid Cancer. EUR 18552 EN, World Scientific, Singapore, 1999, 395-405
- [25] Ivanov, E. P., Tolochko, G. V., Shuvaeva, L. P., Becker, S., Nekolla, E. and Kellerer, A. M.: Childhood leukemia in Belarus before and after the Chernobyl accident.
Radiat. Environ. Biophys. 35 (1996), 75-80
- [26] Netschai, A. and Schumichina, T., Dokumentation der Oblast Klinik Gomel, Staatliches Gesundheitswesen, Belarus 1998
- [27] Holm, L.-E.: Thyroid cancer after diagnostic and therapeutic use of radionuklides; a review of the association.
In: Thomas G, Karaoglou, A. Williams, E. D (eds.): Radiation and Thyroid Cancer. EUR 18552 EN, World Scientific, Singapore, 1999, 13-20
- [28] Lengfelder, E.: Die Bedeutung modifizierender Faktoren für die Erhebung, Bewertung und Verbreitung von Untersuchungsergebnissen über die Folgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts, Bonn, Nr. 5 (1992), 3-21, ISSN 0941-0791
- [29] Lehmann, L., Zitzelsberger, H., Kellerer, A. M., Braselmann, H., Kulka, U., Georgiadou-Schumacher, V., Negele, T., Spelsberg, F., Demidchik, E., Lengfelder, E. and Bauchinger, M.: Chromosome translocations in thyroid tissues from Belarussian children exposed to radioiodine from Chernobyl accident, measured by FISH-painting.
Int. J. Radiat. Biol. 70 (1996), 513-516
- [30] Klugbauer, S., Lengfelder, E., Demidchik, E. and Rabes, H. M.: A new form of RET rearrangement in thyroid carcinomas of children after the Chernobyl reactor accident.
Oncogene 13 (1996), 1099-1102
- [31] Lengfelder, E.: Die Folgen von Tschernobyl für Mensch und Umwelt.
In: Liebert, W. und Schmidhals, F. (Hrsg.): Tschernobyl und kein Ende? Agenda Verlag Münster (1997) 31-39
- [32] Ivanov, V.: Health status and follow-up of liquidators in Russia.
In: Karaoglou, A., Desmet, G., Kelly, G. N. and Menzel, H. G. (eds.): The radiological consequences of the Chernobyl accident.
Publication of the European Commission, EUR 16544 EN, Luxembourg, 1996, 861-870

- [33] Bulgakow, A. und Lengfelder, E.: Aspekte der medizinischen und sozialen Folgen der Tschernobyl-Katastrophe in der Ukraine.
In: Neue Bewertung des Strahlenrisikos (Lengfelder, E. und Wendhausen, H. Hrsg.), Münchener Medizin Verlag ISBN 3-8208-1224-4, München, 1993, 231-236
- [34] Rabes, H. M., Waldmann, V., Suchy, B., Lengfelder, E., Demidchik, E. P., Zeindl-Eberhart, E. and Klugbauer, S.: Molecular analysis of thyroid carcinomas in children after Chernobyl: Absence of ras, p53 and GSA mutations, but high prevalence of specific types of ret rearrangements.
In: Thomas G, Karaoglou, A. Williams, E. D (eds.): Radiation and Thyroid Cancer. EUR 18552 EN, World Scientific, Singapore, 1999, 251-254
- [35] Petrajew, E., Sokolik, G., Ruchlja, A., Lengfelder, E., Kracke, S. und Lejnowa, S.: Plutonium und heiße Teilchen in menschlichen Lungen als Folge der Tschernobyl-Katastrophe.
In: Neue Bewertung des Strahlenrisikos (Lengfelder, E. und Wendhausen, H. Hrsg.), Münchener Medizin Verlag, München, 1993, 253-259
- [36] Tronko, M., Bogdanova, T., Komisarenko, I., Rybakov, S., Kovalenko, A., Epshtein, O., Oliynyk, V., Tershchenko, V., Likhtarev, I., Kairo, I. and Chepurnoy, M.: The post-Chernobyl incidence of childhood thyroid cancer in Ukraine.
In: Thomas G, Karaoglou, A. Williams, E. D (eds.): Radiation and Thyroid Cancer. EUR 18552 EN, World Scientific, Singapore, 1999, 61-69
- [37] Klutschenowitsch, V. J., Sinowitsch, W. N., Naralenko, W. A. und Lengfelder, E.: Untersuchungen zu den Folgen des Reaktorunfalles in Tschernobyl auf die Gesundheit im Verwaltungsgebiet (Oblast) Gomel.
In: Neue Bewertung des Strahlenrisikos (Lengfelder, E. und Wendhausen, H. Hrsg.), Münchener Medizin Verlag ISBN 3-8208-1224-4, München, 1993, 237-240
- [38] Likhtarev, I. A.: Exposure of different population groups of Ukraine after the Chernobyl accident and main health-risk assessments.
In: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz. Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Strahlenschutzkommission, München, 6.-7. März 1996, Proceedings
- [39] Kellerer, A.M.: Strahlenrisiko zwischen Wissenschaft und Politik - Wenn Forschung zum Spiel mit der Gesellschaft wird.
Frankfurter Allgemeine Zeitung, 30.12.1990
- [40] Hille, R. und Braun, H.: Radioaktivitätsmessungen in der Sowjetunion - Das Meßprogramm des Bundesumweltministers, Forschungszentrum Jülich und Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juli 1991
- [41] Lengfelder, E., Frenzel, C. und Forst, D.: 6 Jahre nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl: Zur aktuellen Situation der gesundheitlichen und sozialen Folgen in der GUS: Ganzkörpermessungen. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts, Bonn, Nr. 5 (1992), 23-42, ISSN 0941-0791

- [42] Kellerer, A.M.: Erwartete und beobachtete gesundheitliche Effekte in der GUS.
In: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz. Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Strahlenschutzkommission, Beitrag E 5, München, 6.-7. März 1996, Proceedings
- [43] Astakhova, L., Anspaugh, L.R., Beebe, G.W., Bouville, A., Drozdovich, V.V., Garber, V., Gavrilin, Y.I., Khrouch, V.T., Kovshinnikov, A.V., Kuzmenkov, Y.N., Minenko, V.P., Moschik, K.V., Nalivko, A.S., Robbins, J., Shemiakina E.V., Shinkarev S., Tochitskaya, S.I. and Waclawiw, M.A.: Chernobyl-related thyroid cancer in children of Belarus: A case control study.
Radiation Research 150 (1998), 349-356
- [44] Baverstock, K.: Thyroid cancer in the regions contaminated after the Chernobyl accident.
In: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz. Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Strahlenschutzkommission, Beitrag E 2, München, 6.-7. März 1996, Proceedings
- [45] Baverstock, K.: Thyroid cancer in children in Belarus after Chernobyl.
World Health Statistical Quarterly 46 (1993), 204-208
- [46] IARC Scientific Publications: Cancer incidence in five continents.
6, 120 (1992)
- [47] Jacobi, W.: Bayerisches Fernsehen. Sendung zum Jahrestag von Tschernobyl. (1987)
- [48] Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission, Band 7: Auswirkungen des Reaktorunfalles in Tschernobyl auf die Bundesrepublik Deutschland. Empfehlung der Strahlenschutzkommission zum berichteten vermehrten Auftreten von Mongolismus nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl
Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1987)
- [49] Oberhausen, E. und Gumprecht, D.: Empfehlungen der Strahlenschutzkommission.
In: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz. Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Strahlenschutzkommission, Beitrag B 2, München, 6.-7. März 1996, Proceedings
- [50] Sperling, K., Dörries, A., Plätke, R., Struck, E., Gaenge, M. und Wegner, R.-D.: Häufung von Trisomie 21 Fällen unter den Neugeborenen Berlins.
Ann. Univ. Sarv. Med. 7 Suppl. (1987) 305-306
- [51] Sperling, K. (und 45 weitere Autoren): Gemeinschaftsstudie zur saisonalen und regionalen Häufigkeit pränatal diagnostizierter Chromosomenaberrationen für die Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin im Jahre 1986.
Ann. Univ. Sarv. Med. 7 Suppl. (1987) 307-313
- [52] Sperling, K., Institut für Humangenetik, Berlin, persönliche Mitteilung

- [53] Sperling, K., Pelz, J., Wegner, R.-D., Dörries, A., Grütters, A. und Mikkelsen, M.: Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine month after the Chernobyl accident: temporal correlation or causal relation? British Medical Journal 309 (1994) 158-162
- [54] High background radiation research group: Health survey in high background radiation areas in China. Science 209 (1980) 877-880
- [55] Kochupillai, N., Verma, I.C., Grewal, M.S. and Remalingaswami, V.: Down's syndrome and related abnormalities in an area of high background radiation in coastal Kerala. Nature 262 (1976) 60-61
- [56] Hill, A.B.: The environment and disease: association or causation? Proc. R. Soc. Med. 58 (1965) 295-300
- [57] Sperling, K., Pelz, J., Wegner, R.-D., Dörries, A., Grütters, A. and Mikkelsen, M.; Bewertung eines Trisomie 21 Clusters im januar 1987 in Berlin, neun Monate nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, anhand der Bradford Hill Kriterien. Med. Genet. 6 (1994) 378-385
- [59] Scherb, H., Weigelt, E. and Brueske-Hohlfeld, I.: European stillbirth proportion before and after the Chernobyl accident. Europ. J. Epidemiology, 1999, in press
- [60] Körblein, A. und Küchenhoff, H.: Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. Radiation and Environmental Biophysics 36 (1997) 3-7
- [61] Grosche, B., Irl, C., Schoetzau, A. und v. Santen, E.: Perinatal mortality in Bavaria, Germany, after the Chernobyl reactor accident. Radiation and Environmental Biophysics 36 (1997) 129-136