



Internationale Ärzte für die Verhütung
des Atomkrieges / Ärzte in sozialer Verant-
wortung e.V. (IPPNW Deutschland)

Gesellschaft für
Strahlenschutz e.V.

Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl

25 Jahre nach der Reaktorkatastrophe

April 2011

IPPNW

Körtestraße 10
10967 Berlin
Tel ++49-30-69 80 74-0
Fax ++49-30-693 81 66
E-Mail: ippnw@ippnw.de
Internet: www.tschernobyl-folgen.de

Gesellschaft für Strahlenschutz

Gormannstraße 17
10119 Berlin
Tel. ++49-30-4493736,
Fax ++49-30-44342834
Email: Pflugbeil.KvT@t-online.de
Internet: www.gfstrahlenschutz.de



Mit Caesium-137 kontaminierte Bereiche in der Ukraine



QUELLE:

De Cort M, Dubois G, Fridman ShD, Germenchuk MG, Izrael YuA, Janssens A, Jones AR, Kelly GN, Kvasnikova EV, Matvienko II, Nazarov IM, Pokumeiko YuM, Sitak VA, Stukin ED, Tabachny LYa, Tsaturov YuS and Avdyushin SI (1998) Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident. EUR Report 16733. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg



Internationale Ärzte für die Verhütung
des Atomkrieges / Ärzte in sozialer Verant-
wortung e.V. (IPPNW Deutschland)

Gesellschaft für
Strahlenschutz e.V.

Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl

25 Jahre nach der Reaktorkatastrophe



Autoren:

Dr. rer. nat. Sebastian Pflugbeil, Gesellschaft für Strahlenschutz

Henrik Paulitz, IPPNW

Dr. med. Angelika Claußen, IPPNW

Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, Gesellschaft für Strahlenschutz

Mit Unterstützung des Informationsdienstes Strahlentelex

Herausgeber:

IPPNW, Körtestraße 10, 10967 Berlin

Tel ++49-30-69 80 74-0, Fax ++49-30-693 81 66,

E-Mail: ippnw@ippnw.de, Internet: www.tschernobyl-folgen.de

Gesellschaft für Strahlenschutz, Gormannstraße 17, 10119 Berlin

Tel. ++49-30-4493736, Fax ++49-30-44342834,

Email: Pflugbeil.KvT@t-online.de, Internet: www.gfstrahlenschutz.de

Abkürzungen

Bq – Becquerel	Beschreibt die Aktivität eines radioaktiven Materials und gibt die Anzahl der Atomkerne an, die pro Sekunde zerfallen.
ERR	Das Excess Relative Risk beschreibt das Erkrankungsrisiko.
Gy – Gray	Gray gibt die durch ionisierende Strahlung verursachte Energiedosis an. $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation, auch: IAEA
man Sv	Kollektivdosis = Anzahl der Personen (man) x Durchschnittsdosis (Sv)
RERF	Radiation Effects Research Foundation
sV – Sievert	Das Sievert ist die Maßeinheit für Strahlendosen. In Deutschland wird der Grenzwert von 0,001 Sv (1 mSv) pro Jahr offiziell als unbedenklich eingestuft.
UNSCEAR	Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Inhalt

Kurzfassung	8
Hinweis auf die Unzuverlässigkeit offizieller Daten der WHO und der IAE0	13
Forderungen von IPPNW und der Gesellschaft für Strahlenschutz	15
1. Einführung	17
Exkurs: Eckdaten der Tschernobyl-Katastrophe	21
2. Liquidatoren	24
2.1 Vorzeitige Alterungsprozesse in Folge radioaktiver Strahlung	26
2.2 Krebs und Leukämie	30
2.3 Schäden am Nervensystem	31
2.4 Psychische Erkrankungen	32
2.5 Herz-Kreislauf-Erkrankungen	34
2.6 Sonstige Erkrankungen	34
2.7 Kinder von Liquidatoren	36
3. Säuglingssterblichkeit	37
3.1 Tschernobyl-Region	37
3.2 Deutschland	38
3.3 Sonstige Länder	40
Exkurs: Aborte und Schwangerschaftsabbrüche	42
4. Genetische und teratogene Schäden (Fehlbildungen)	44
4.1 Tschernobyl-Region	46
4.2 Deutschland	50
Exkurs: Tschernobyl-Effekte bei Tieren in Europa	54
4.3 Sonstige Länder	56
5. Schilddrüsenkrebs und sonstige Schilddrüsen-erkrankungen	58
5.1 Tschernobyl-Region	58
5.2 Deutschland	65
5.3 Sonstige Länder	65

6. Krebserkrankungen insgesamt und Leukämie	67
6.1 Tschernobylregion	68
6.2 Deutschland	75
6.3 Sonstige Länder	76
7. Weitere Erkrankungen nach Tschernobyl	78
Exkurs: Folgen eines Super-GAU in Deutschland	84

Kurzfassung

„Die Atomindustrie kann jedes Jahr eine Katastrophe wie Tschernobyl verkraften.“

Hans Blix, 1986 in seiner Funktion als Direktor der IAEO

In der vorliegenden Arbeit wurden Studien ausgewertet, die plausible Hinweise auf Gesundheitsschäden infolge der Katastrophe von Tschernobyl enthalten. Die Autoren der vorliegenden Arbeit legten Wert auf die Auswahl von methodisch sauberen und prinzipiell nachvollziehbaren Analysen. Aufgrund der genannten methodischen Schwierigkeiten geht es in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht darum, den offenkundig falschen Zahlen der Internationalen Atomenergie-Organisation die „richtigen“ Zahlen gegenüberzustellen, weil es diese aus methodischen Gründen niemals geben wird. Sie kann nur Anhaltspunkte dafür liefern, mit welcher Vielfalt von Gesundheitsschäden wir uns befassen müssen und mit welchen Größenordnungen man es zu tun hat, wenn man von den gesundheitlichen Folgen von Tschernobyl spricht.

Besonders strahlenbelastete Populationen durch die Tschernobylkatastrophe

- a. Aufräumarbeiter (Liquidatoren):
830.000 (Yablokov, 2010)
- b. Evakuierte aus der 30 km Zone und weiteren sehr stark kontaminierten Zonen:
350.400 (Yablokov, 2010)
- c. Bevölkerung der stark strahlenbelasteten Zonen in Russland, Weissrussland und der Ukraine:
8.300.000 (Yablokov, 2010)
- d. Europäische Bevölkerung in geringer strahlenbelasteten Zonen (Fairlie, 2007):
600.000.000

Krankheiten/Gesundheitsschäden als Folge der zusätzlichen Strahlenbelastung durch Tschernobyl

- a. Krebserkrankungen: Dabei ist zu bedenken, dass viele Krebserkrankungen eine Latenzzeit von 25 bis 30 Jahren haben. Bisher sehen wir in der Bevölkerung erst die Schilddrüsenkrebserkrankungen, die Brustkrebserkrankungen und Hirntumore bei Kindern. Bei den Liquidatoren sind darüber hinaus auch viele andere Organe von Krebs betroffen: Prostata, Magen, Blutkrebserkrankungen.
- b. Genetische Veränderungen: Fehlbildungen, Totgeburten, fehlende Kinder

- c. Nichtkrebserkrankungen: Viele Organsysteme können betroffen sein, Störungen der Gehirnfunktionen, beschleunigte Alterungsprozesse, psychische Erkrankungen

Zusammenfassung der Erkenntnisse

1. Folgen von Niedrigstrahlung (0 bis 500 mSV) wurden systematisch beobachtet und untersucht. Vor Tschernobyl waren besonders die genetischen Folgen unklar. Forschungen an Zellen und in der Zelle befindlichen Molekularstrukturen haben diese Forschungsergebnisse ergänzt. Allerdings geht die internationale Strahlenschutzkommission ICRP immer noch von einer Schwellendosis für teratogene Schäden in Höhe von 100 mSv aus. Diese Annahme haben zahlreiche Studien inzwischen widerlegt.
2. Gefunden wurden „non-targeted effects“ wie genomische Instabilität und der „Bystander Effekt“, d.h. auch nicht direkt von der Strahlung betroffene Zellen können sich im Genom verändern.
3. Je niedriger die Strahlung, desto länger die Latenzperiode bis zum Ausbruch der Krebserkrankung (schon durch Pierce und Preston 2000 im Rahmen der RERF-Studien herausgefunden).
4. Die genomische Instabilität des Erbguts potenziert sich mit jeder Generation. Sie wird mit dem Erbgut weiter gegeben. Es liegen zahlreiche Forschungsergebnisse hinsichtlich Chromosomenaberrationen bei den Kindern von Liquidatoren und nicht strahlenbelasteten Müttern in den Forschungszentren von allen drei betroffenen Republiken (Moskau, Minsk, Kiew vor). Erster Kumulationseffekt könnten Schilddrüsenkrebserkrankungen bei den Kindern von bestrahlten Eltern sein. Dies ist jedoch noch nicht sicher.
5. Es fand sich ein Anstieg von Nichtkrebserkrankungen. Gefunden wurden Herz-/ Kreislauf- und Magenerkrankungen sowie neurologisch-psychiatrischen Erkrankungen als somatischer Effekt von Niedrigstrahlung. Letztere wurden insbesondere durch die Forschung an Liquidatoren und deren Kindern beobachtet.
6. Nach russischen Angaben sind über 90 Prozent der Liquidatoren Invaliden; das wären mindestens 747.000 schwer kranke Menschen. Liquidatoren altern vorzeitig. Sie erkranken überdurchschnittlich an verschiedenen Krebserkrankungen, an Leukämie, an somatischen und neurologisch-psychiatrischen Erkrankungen, ein sehr hoher Anteil hat Katarakte. Aufgrund der langen Latenzzeiten wird für die kommenden Jahre noch eine erhebliche Zunahme der Krebserkrankungen erwartet.
7. Unabhängige Schätzungen gehen davon aus, dass bereits 2005 112.000 bis 125.000 Liquidatoren gestorben sind.

8. Die vorliegenden Studien ergeben für Europa Tschernobyl-bedingte Todesfälle unter Säuglingen in der Größenordnung von 5.000.
9. Genetische und teratogene Schäden (Fehlbildungen) haben sowohl in den drei unmittelbar betroffenen Ländern als auch in mehreren Ländern Europas signifikant zugenommen. Allein in Bayern kam es nach Tschernobyl zu 1.000 bis 3.000 zusätzlichen Fehlbildungen. Es ist zu befürchten, dass es in Europa strahlenbedingt zu mehr als 10.000 schwerwiegenden Fehlbildungen kam. Die Dunkelziffer muss hoch sein, wenn man berücksichtigt, dass sogar die IAEO zu der Einschätzung kam, dass es in Westeuropa 100.000 bis 200.000 Abtreibungen wegen der Tschernobylkatastrophe gab.
10. Unter Bezug auf den Wissenschaftlichen Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR) kommt man auf 12.000 bis 83.000 mit genetischen Schäden geborene Kinder in der Tschernobyl-region und etwa 30.000 bis 207.500 genetisch geschädigte Kinder weltweit. In der ersten Generation findet man nur zehn Prozent der insgesamt zu erwartenden genetischen Schäden.
11. Nach Tschernobyl kam es in Europa jedoch nicht nur zu einer erhöhten Zahl von Totgeburten und Fehlbildungen, sondern auch zu einer Verschiebung des Verhältnisses von männlichen und weiblichen Embryonen: Nach 1986 wurden signifikant weniger Mädchen geboren.

Hagen Scherb weist zudem in einer Arbeit mit Kristina Voigt nach, dass in der Folge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl nach 1986 in Europa rund 800.000 Kinder weniger geboren wurden als eigentlich zu erwarten gewesen wären. Da diese Arbeit mehrere Länder nicht abdeckte, muss laut Scherb mit schätzungsweise einer Million fehlenden Kindern nach Tschernobyl gerechnet werden.

12. In Belarusland erkrankten seit der Katastrophe über 12.000 Menschen an Schilddrüsenkrebs (Pavel I. Bepalchuk, 2007). Einer WHO-Prognose zufolge werden allein im belorussischen Gebiet Gomel mehr als 50.000 Kinder im Laufe ihres Lebens Schilddrüsenkrebs bekommen. In allen Altersgruppen zusammengekommen wird man dann mit etwa 100.000 Schilddrüsenkrebsfällen in dem Gebiet Gomel rechnen müssen.
13. Malko (2007) berechnete die Zahl der zu erwartenden zusätzlichen Schilddrüsenkrebserkrankungen auf der Basis der bisher beobachteten Fälle in Weissrussland und Ukraine und kalkuliert zusätzlich die Strahlenbelastung dazu. Er kommt dabei auf eine Zahl von 92.627 Fällen von Schilddrüsenkrebs zwischen 1986 und 2056. Die Schilddrüsenkrebsfälle unter den Liquidatoren sind in dieser Kalkulation nicht einbezogen. Für ganz Europa kommt Malko auf 239.900 zusätzliche Krebserkrankungen einschließlich Leukämien.

14. Nach Tschernobyl war die Säuglingssterblichkeit in Schweden wie auch in Finnland und Norwegen hochsignifikant um 15,8 Prozent gegenüber dem Trend der Jahre 1976 bis 2006 erhöht. Für 1987 bis 1992 errechnete Alfred Körblein insgesamt 1.209 zusätzlich gestorbene Säuglinge.
15. In Deutschland stellten Wissenschaftler neun Monate nach Tschernobyl eine signifikant ansteigende Anzahl von Trisomie 21-Fällen bei Neugeborenen fest. Besonders konnte dieser Trend in West-Berlin und im süddeutschen Raum beobachtet werden.
16. Orlov und Shaversky berichten über eine Serie von 188 Hirntumoren bei Kindern unter drei Jahren in der Ukraine. Vor Tschernobyl (1981 bis 1985) wurden 9 Krankheitsfälle gezählt, also nicht einmal zwei pro Jahr. Von 1986 bis 2002 mussten 179 Kinder mit Hirntumoren diagnostiziert werden – über zehn Fälle pro Jahr.
17. In höher belasteten Gebieten Süddeutschlands gab es eine signifikante Häufung eines sehr seltenen Tumors bei Kindern, des so genannten Neuroblastoms.
18. In einer vom Tschernobylministerium der Ukraine publizierten Arbeit wurde in der Ukraine eine Vervielfachung der Erkrankungen des Endokrinen Systems (25fach von 1987 bis 1992), des Nervensystems (6fach), des Kreislaufsystems (44fach), der Verdauungsorgane (60fach), des Haut und Unterhautgewebes (50fach), des Knochen-Muskel-Systems und der Psychischen Störungen (53fach) registriert. Unter den Evakuierten sank der Anteil der gesunden Menschen von 1987 bis 1996 von 59 Prozent auf 18 Prozent. Von den ehemaligen Bewohnern der belasteten Gebieten waren 1987 noch 52 Prozent gesund, 1996 waren es nur noch 21 Prozent. Besonders dramatisch: Von den Kindern, die nicht selbst vom Tschernobyl-Fallout betroffen waren, deren Eltern aber erhöhter Radioaktivität ausgesetzt wurden, sank der Anteil der Gesunden von 81 Prozent auf 30 Prozent im Jahr 1996.
19. Seit mehreren Jahren wird berichtet, dass Diabetes Typ I (Zuckerkrankheit mit Insulinmangel) bei Kindern und Jugendlichen stark zugenommen hat.
20. Zahlenmäßig überwiegen diese Nicht-Krebserkrankungen die spektakulären Leukämie- und Krebserkrankungen bei weitem.

Bisher gibt es leider keinen geschlossenen Überblick über die Veränderungen des Gesundheitszustandes der gesamten betroffenen Bevölkerung in der Tschernobylregion und erst recht keinen Überblick über die Folgen der Katastrophe für die Menschen auf der nördlichen Halbkugel. Die erwähnten Zahlen sind einerseits erschreckend hoch, an anderer Stelle scheinbar niedrig. Dabei ist zu bedenken, dass nahezu alle hier zusammengetragenen Studien sich mit relativ kleinen Teilgruppen aus der Bevölkerung befasst ha-

ben. Selbst unscheinbar anmutende Veränderungen von Erkrankungsraten können jedoch gravierende Gesundheitsschäden und ein großes Ausmaß an menschlichem Leid bedeuten, wenn sich diese Raten auf eine große Population beziehen.

Fazit

Obwohl es mangels unabhängiger und langfristig angelegter Großstudien kein geschlossenes Bild der aktuellen Lage geben kann, können Trends dargestellt werden: Bei Menschen wie den Liquidatoren, die hoher Strahlung ausgesetzt waren, ist eine hohe Mortalitäts- und eine fast 100-prozentige Erkrankungsrate zu beobachten. 25 Jahre nach der Reaktorkatastrophe werden massenhaft Krebs- und andere Erkrankungen sichtbar, die aufgrund ihrer langen Latenzzeit unmittelbar nach einer Katastrophe kaum vorstellbar erscheinen mögen.

Die Nicht-Krebserkrankungen stellen sich zahlenmäßig als sehr viel schwerwiegender dar, als jemals zuvor gedacht. „Neue“ Krankheitsbilder wie die frühzeitige Alterung der Liquidatoren werfen Fragen auf, die die Forschung bisher nicht beantworten kann.

Bis 2050 werden in Gesamteuropa noch tausende mehr Krankheitsfälle diagnostiziert werden, die ursprünglich vom Atomunfall in Tschernobyl verursacht worden sind. Die Verzögerung zwischen Ursache und bemerkbarer körperlicher Reaktion sind tückisch. Tschernobyl ist noch lange nicht vorüber.

Besonders tragisch ist das Schicksal tausender Kinder, die totgeboren wurden oder als Säuglinge starben, die mit Fehlbildungen und Erbkrankheiten zur Welt kamen oder die mit Krankheiten umgehen müssen, die sie unter normalen Umständen noch lange nicht bekommen hätten.

Die genetischen Schäden, die das Unglück von Tschernobyl verursacht hat, werden die Welt noch lange beschäftigen – die meisten Auswirkungen werden erst in der zweiten oder dritten Generation sichtbar werden.

Auch wenn das Ausmaß der gesundheitlichen Folgen noch gänzlich unklar ist, ist doch absehbar, dass durch den Super-GAU in Fukushima Leid in ähnlichen Dimensionen erzeugt wurde und wird.

Hinweis auf die Unzuverlässigkeit offizieller Daten der WHO und der IAEO

Bei den im September 2005 vom "Tschernobylforum der Vereinten Nationen" unter Federführung der IAEO und der WHO vorgelegten Arbeitsergebnissen zu den Folgen von Tschernobyl lassen sich gravierende Unstimmigkeiten nachweisen. Ein Beispiel: In den Presseerklärungen von WHO und IAEO wird erklärt, dass künftig höchstens 4.000 zusätzliche Krebs- und Leukämietote unter den am meisten belasteten Menschengruppen zu befürchten wären. Im zugrunde liegenden Bericht der WHO für das Tschernobylforum geht es jedoch tatsächlich um 8.930 künftige Tote, die jedoch in keinem Zeitungsbericht Erwähnung finden. Überprüft man die im WHO-Bericht zu dieser Frage angegebene Literaturquelle, so ergeben sich aus dieser Quelle sogar 10.000 bis 25.000 zusätzliche Krebs- und Leukämietote.

Vor diesem Hintergrund ist nüchtern festzustellen: Die offiziellen Verlautbarungen der IAEO und der WHO manipulieren sogar die eigenen Daten. Ihre Darstellungen der Folgen von Tschernobyl haben mit der Realität wenig zu tun.

Das Tschernobylforum berücksichtigt auch nicht, dass sogar UNSCEAR die Kollektivdosis (das übliche Maß für Strahlenschäden) für Europa außerhalb des Gebietes der ehemaligen Sowjetunion höher einschätzt als die Kollektivdosis für die Tschernobylregion. Die Kollektivdosis infolge der Katastrophe verteilt sich zu 53 Prozent auf Europa außerhalb des Gebietes der ehemaligen Sowjetunion, zu 36 Prozent auf die betroffenen Gebiete der ehemaligen Sowjetunion, zu acht Prozent auf Asien, zu zwei Prozent auf Afrika und 0,3 Prozent auf Amerika. Folgt man den Daten und der Denkweise von UNSCEAR und WHO, so ergeben sich 28.000 bis 69.000 Krebs- und Leukämietote infolge der Tschernobylkatastrophe weltweit. Würde man die Krebserkrankungen zählen, käme man zusätzlich auf deutlich höhere Zahlen.

S. Pflugbeil hat bereits im September 2005 auf die Diskrepanzen zwischen Presseerklärungen, WHO-Bericht und der zugrunde liegenden Quelle von Cardis et al. hingewiesen. Bisher haben Tschernobylforum, IAEO und WHO es nicht für erforderlich angesehen, der Öffentlichkeit mitzuteilen, dass auf der Grundlage ihrer eigenen Analyse mit 2- bis 5-fach höheren Werten für die in Folge der Tschernobylkatastrophe zu erwartenden Krebs- und Leukämietoten zu rechnen ist als sie in ihren Publikationen angegeben haben.

Auch 2011 – mehr als fünf Jahre später – erfolgt seitens der offiziellen UN-Gremien keine Korrektur der bisherigen Politik von Verharmlosung und Unterschlagung von Fakten. Die neueste UNSCEAR-Publikation zu den gesundheitlichen Folgen von Tschernobyl lässt die zahlreichen Ergebnisse der Tschernobylfolgen aus den betroffenen drei Ländern nicht gelten. Lediglich eine Zahl von circa 6000 Fällen von Schilddrüsenkrebs bei Kindern und Jugendlichen sowie Leukämien und Linsentrübungen bei Liquidatoren werden in der neuesten Presseinformation berücksichtigt. So stellt das UNSCEAR-

Komitee 2011 fest: „Basierend auf den Studien, die in den letzten 20 Jahren erstellt wurden, und auf den früheren UNSCEAR-Berichten kommt UNSCEAR zu dem Schluss, dass es für die große Mehrheit der Bevölkerung keinen Anlass gibt, ernsthafte Gesundheitsfolgen zu befürchten, die von dem Tschernobylunfall herrühren. Eine Ausnahme gilt lediglich für diejenigen, die als Kinder und Jugendliche hinsichtlich Radiojod exponiert waren sowie die Liquidatoren, die aufgrund der erhaltenen hohen Strahlendosen mit einem erhöhten strahlenbedingten Risiko zu rechnen haben.“

„Wer die Wahrheit nicht weiß, ist nur ein Dummkopf.
Aber wer sie kennt und sie eine Lüge nennt,
der ist ein Verbrecher.“

B. Brecht: Galileo Galilei

Forderungen von IPPNW und der Gesellschaft für Strahlenschutz

1. Westliche Regierungen und die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) sammeln in der Tschernobyl-Region Daten über die Folgen des Unfalls. Sie benutzen zwar die erkrankten Menschen, um Erkenntnisse über die gesundheitlichen Folgen der Strahlung zu gewinnen, leisten dabei aber keine nennenswerte medizinische Hilfe für die Opfer des Super-GAUs. Dies ist aus ärztlicher Sicht nicht hinnehmbar.

Wir fordern daher von der deutschen Bundesregierung, den übrigen europäischen Staaten und den Vereinten Nationen, den an den Strahlenfolgen erkrankten Menschen der Tschernobylregion wirksam und auf lange Sicht zu helfen.

2. Wesentliche Daten zum Ablauf der Tschernobyl-Katastrophe und zu den gesundheitlichen Folgen sind nicht frei zugänglich. Sie unterliegen in Ost und West der Geheimhaltung. Eine unabhängige wissenschaftliche Bewertung der Folgen von Tschernobyl wird dadurch massiv erschwert. Pro-Atom-Organisationen der Vereinten Nationen wie die IAEO versuchen, durch eine – wissenschaftlichen Maßstäben nicht genügende – unsaubere Nutzung der Tschernobyl-Daten die Folgen der Katastrophe kleinzureden. Dies ist aus wissenschaftlicher Sicht nicht hinnehmbar.

Wir fordern daher von der deutschen Bundesregierung, den übrigen europäischen Staaten und den Vereinten Nationen, Wissenschaftlern, Verbänden und interessierten Bürgern uneingeschränkten Zugang zu den Daten der Tschernobyl-Katastrophe zu gewähren.

Wir fordern von der deutschen Bundesregierung, den übrigen europäischen Staaten und den Vereinten Nationen, dass kontinuierlich in vergleichenden und breit angelegten epidemiologische Studien die Entwicklung der gesundheitlichen Folgen von Tschernobyl beforscht wird, ähnlich wie in den Hiroshima-Studien. Hierbei sollte besonders Wert gelegt werden auf die Gruppen, die zum Zeitpunkt des Tschernobylunfalls im Uterus strahlenexponiert waren sowie die 0- bis 9-Jährigen und die 10- bis 19-Jährigen.

3. Der Kernschmelzunfall im US-Atomkraftwerk Harrisburg, die Katastrophe in Tschernobyl und besonders die aktuelle Nuklearkatastrophe in Fukushima sowie zahlreiche Beinahe-Unfälle in Ost und West haben gezeigt, dass es jederzeit und überall zu einem schweren Atomunfall kommen kann.

Viele Industrieländer, die Atomkraft einsetzen, sind sehr dicht besiedelt, so auch Japan, das 15-fach dichter besiedelt ist als die Tschernobylregion. Die tatsächlichen gesundheitlichen Auswirkungen von Fukushima hängen vom weiteren Verlauf der Katastrophe

ab. Sie werden erst in den nächsten Jahren und Jahrzehnten in ihrem genauen Umfang abschätzbar sein.

Gäbe es im deutschen Atomkraftwerk Biblis einen Super-GAU, wären die gesundheitlichen und volkswirtschaftlichen Folgen wegen der etwa 10-fach höheren Bevölkerungsdichte des Rhein-Main-Gebietes ebenfalls wesentlich höher als die Schäden in der Tschernobylregion. Das zeigt, dass die Nutzung der Kernenergie generell nicht zu verantworten ist.

Wir fordern daher von der deutschen Bundesregierung und den übrigen europäischen Regierungen, alle ihre Atomkraftwerke sofort und auf dem schnellstmöglichen Weg stillzulegen.

Außerdem fordern wir: Die internationale Atomenergiebehörde IAEO, deren Hauptzweck laut Statut darin besteht, die Nutzung der Atomenergie zu fördern, muss im Angesicht der erneuten nuklearen Katastrophe in Fukushima ihren Satzungszweck dringend überdenken.

Die WHO sollte sofort den Knebelvertrag mit der IAEO (1959) bezüglich der Folgen von radioaktiver Strahlung kündigen. Die Gesundheit der Menschen sollte wieder zum Primat der WHO werden.

1. Einführung

"Haltet die Bevölkerung im Unklaren
über Kernspaltung und Fusion."
US-Präsident Eisenhower

Die Katastrophe von Tschernobyl hat die Welt verändert. Millionen Menschen wurden über Nacht zu Opfern. Riesige Territorien wurden unbewohnbar. Die radioaktive Wolke zog um die ganze Erde. In den Köpfen zahlloser Menschen wuchs die Erkenntnis von den Gefahren der Kernenergienutzung. Wenn wir im westlichen Europa nicht vergessen können, dass wir gezwungen waren, über unsere Nahrungsmittel nachzudenken, über den Sandkasten unserer Kinder, so wuchs nach 1989 über die „Kinder von Tschernobyl“ eine vage Ahnung von den so viel schwerer wiegenden Problemen in der Ukraine, in Belorussland (Weißrussland) und Russland. Es ist ein historisch einmaliges Phänomen, dass Solidarität und Hilfsbereitschaft gegenüber den Opfern einer Katastrophe nun schon über 25 Jahre andauern.

In der vorliegenden Arbeit wurden wissenschaftliche Untersuchungen ausgewertet, die plausible Hinweise auf einen ursächlichen Zusammenhang der Strahlenbelastungen nach der Tschernobylkatastrophe mit sehr unterschiedlichen Erkrankungen und Todesfällen liefern.

Wir legen Wert auf methodisch saubere und prinzipiell nachvollziehbare Analysen. Wir versuchen, die immensen Unsicherheiten jeder Abschätzung in diesem Bereich im Blick zu behalten. Wir berücksichtigen, wo eine konkrete Arbeit publiziert wurde, halten aber die generelle Ablehnung von Arbeiten, die nicht in „peer-reviewten“ Journalen gedruckt wurden, für unberechtigt – Galileo Galilei und Albert Einstein hätten keine Chance gehabt, ihre Arbeiten in einem peer-reviewten Journal unterzubringen.

Der Verlust des KKW Tschernobyl bedeutete zunächst großen ökonomischen Verlust. Die Strahlen des Tschernobylfallout entzogen große Landflächen der landwirtschaftlichen Nutzung. Große und kleine Betriebe wurden verlassen, Städte und Dörfer aufgegeben, manche von Bulldozern eingeebnet. Millionen Menschen wurden von der Strahlung getroffen, verloren Hab und Gut, Wohnung, Häuser, Heimat, die soziale Geborgenheit. Viele verloren ihre Arbeit und fanden keine neue, Familien trennten sich, weil sie nicht aushalten konnten, dass sie verstrahlt wurden oder dass sie wegen der Nähe zu Tschernobyl von der Gemeinschaft ausgeschlossen wurden.

Der Streit um die Zahl der Tschernobyl-opfer ist ebenso dumm wie zynisch. Jeder weiß, dass die so oft genannten 31 Toten schon lange nicht mehr stimmen. Auch die im September 2005 in Wien genannten „weniger als 50 Toten“ sind unmöglich die Wirklichkeit. Es ist eine unzulässige Spitzfindigkeit, als Tschernobyltote nur jene anzuerkennen, die an akuter Strahlenkrankheit, Krebs oder Leukämie gestorben sind. Nach Tschernobyl

sind nahezu alle Erkrankungsraten deutlich bis drastisch angestiegen, sie werden aber überwiegend nicht als Tschernobylfolgen akzeptiert – typischerweise von Experten, die aus großer Distanz urteilen, ohne jemals eines der Opfer als Arzt behandelt zu haben.

Wir weigern uns, darum zu feilschen, ob ein Liquidator (Katastrophenhelfer), der eine hohe Strahlendosis abbekam, seit Jahren invalidisiert ist, dem die Frau davonlief, dessen Tochter wegen der Geschichte des Vaters keinen Freund findet, der an verschiedenen Erkrankungen leidet, dessen Behandlung die Ärzte aufgegeben haben und der sich das Leben nimmt, als Tschernobyltoter zu zählen ist.

So bleibt die Suche nach seriösen Daten über die Tschernobyltoten eine unlösbare Aufgabe – es sind jedenfalls viele, viel zu viele. Ein umfassendes Bild der Tschernobylfolgen gibt es nicht, noch nicht.

Die Analyse der Tschernobylfolgen wird erschwert durch eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Sachverhalte:

in den ersten Jahren nach der Katastrophe wurden vom Ministerium für Gesundheitswesen der UdSSR und vom KGB zahlreiche Verbote ausgesprochen, die zur Folge hatten, dass für die Beurteilung der Lage wesentliche Informationen nicht gewonnen, geheim gehalten oder verfälscht wurden. Dadurch sind unersetzliches Wissen und Informationen verloren gegangen, die heute durch noch so komplizierte Modellrechnungen nicht ersetzt werden können.

Die offizielle Darstellung der Katastrophe wurde vielfach von Moskauer Strukturen dominiert, die weit weg von Tschernobyl am roten Tisch agierten. Solche Darstellungen bestimmen und verfälschen bis heute Teile der Diskussion.

Führende Wissenschaftler in Ost und West in den Bereichen Strahlenmedizin/Strahlenschutz und Reaktorsicherheit/Kerntechnik haben sich sehr schnell abwiegelnd geäußert. Später waren sie auch unter dem Druck überzeugender Fakten nicht oder nur teilweise bereit, ihre frühere Einschätzung zu korrigieren.

Die Ermittlung der Strahlenbelastungen der Liquidatoren und der Bevölkerung überforderte die zuständigen Strukturen. Es fehlten geeignete Geräte, Fachleute und Zeit. Die Unsicherheiten wurden potenziert durch bewusst falsche Dokumentationen.

Die gesundheitlichen Folgen waren anders als erwartet.

Es gab erhebliche Wanderungsbewegungen aus den belasteten in weniger belastete Gebiete, die heute nur unvollständig rekonstruierbar sind. Damit werden Vergleiche zwischen belasteten und unbelasteten Regionen fragwürdig.

Vielfach berichtet wurde von Versuchen „ausgleichender Gerechtigkeit“: kontaminierte Nahrungsmittel wurden in sauberen Gebieten verteilt und saubere Nahrungsmittel in die kontaminierten Regionen transportiert oder kontaminierte Nahrungsmittel mit sauberen vermischt – eine weitere Verschleierung des Unterschiedes zwischen sauberen und kon-

taminierten Gebieten, die nicht mehr rekonstruierbar ist, aber zweifellos deutliche Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung hatte.

Keine der Regierungen in Russland, Belorussland oder Ukraine hat Interesse an einer umfassenden Zusammenstellung der Tschernobyl-Folgen. Sie möchten das Thema abschließen, schrittweise die verlorenen Territorien wieder bewirtschaften und besiedeln und möglichst wenig an die Opfer zahlen. An Diskussionen über begangene Fehler haben sie kein Interesse. In dieser Haltung werden sie von der Internationalen Atomenergie-Organisation, dem Wissenschaftlichen Komitee der Vereinten Nationen für die Wirkungen der Atomstrahlung (UNSCEAR) und anderen internationalen Strukturen, den Staaten mit Kernkraftwerken und ihren zuständigen Behörden tendenziell unterstützt. Unabhängige wissenschaftliche Arbeiten in diesem Bereich werden nicht finanziert, behindert oder verhindert.

Stochastische Strahlenschäden sind methodisch schwer nachzuweisen. Große epidemiologische Untersuchungen sind sehr teuer und auch bezüglich des Zugangs zu den erforderlichen Daten nur mit Unterstützung des Staates möglich.

Die Altersstruktur der drei hauptsächlich betroffenen Staaten hat sich drastisch verändert: sinkende Geburtenrate und steigende Sterberate, Verringerung der Lebenserwartung bei Männern um rund 10 Jahre. Das ist bei Vergleichen in der Krebs- und Erkrankungsstatistik nicht einfach zu berücksichtigen.

Etwa zeitgleich mit Tschernobyl brach das Sowjetsystem zusammen. Dadurch verschlechterte sich das gesamte Gesundheitssystem. Die Medikamentenversorgung, die Krankenhausausrüstung und das gesamte soziale und wirtschaftliche Gefüge brachen zusammen. Es gibt sehr wenige sehr reiche und immer mehr bitterarme Menschen, die sich nur durch den Anbau eigener Lebensmittel ernähren können – auch wenn der Boden kontaminiert ist. All das beeinflusst den Gesundheitszustand negativ. Eine eindeutige Zuordnung von Gesundheitsschäden entweder zum Systemwechsel oder zu Tschernobyl ist schwierig bis unmöglich.

Viele Ärzte sind überarbeitet und frustriert über ihr schlecht funktionierendes und noch schlechter ausgestattetes Gesundheitswesen, sie haben unter solchen Bedingungen wenig Kraft und Interesse für wissenschaftliche Fragestellungen. Sie haben das Gefühl, dass Experten westlicher Gremien die Tschernobylregion lediglich als Versuchslabor wahrnehmen, bei der Versorgung der Patienten die Ärzte aber alleine lassen. Entsprechend zögernd geben diese Ärzte heute westlichen Wissenschaftlern Informationen heraus.

Die Untersuchung von Tschernobylfolgen in europäischen Ländern wird von den eigentlich zuständigen Stellen nur unwillig oder gar nicht betrieben – weil man sich sicher wähnt, dass angesichts der vergleichsweise geringen Belastung durch den Tschernobyl-fallout nichts dabei herauskommt. Würde man aber doch zu neuen Erkenntnissen kommen, würde es das gesamte Lehrgebäude auf den Kopf stellen.

Eine große Hürde auf der Suche nach einer Annäherung an das wirkliche Ausmaß von Tschernobyl ist die Sprachbarriere. Es gibt sehr viele ernsthafte Analysen von Wissenschaftlern in Russland, Ukraine und Belarusland, die in russischer Sprache publiziert und auf Kongressen russisch diskutiert wurden. Sie werden in der westlichen Welt nahezu vollständig ignoriert, weil russisch im Westen keine gängige Sprache ist und ordentliche Übersetzungen nicht bezahlt werden sind.

In der vorliegenden Übersicht haben wir wissenschaftliche Untersuchungen zusammengestellt, die deutlich machen, dass die aus dem zerstörten Reaktor in Tschernobyl freigesetzten radioaktiven Gase und Partikel (Isotope) zu zahlreichen schweren Erkrankungen und zu Krankheit und Tod vieler Menschen führten und noch führen. Die ausgewerteten Arbeiten entsprechen wissenschaftlichen Standards, die meisten wurden in renommierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert.

Die Übersicht ist unvermeidlich unvollständig und lückenhaft, wir können die verschiedenen Themen nur anreißen – anders wäre die Übersicht viel zu lang und unlesbar geworden.

Wir hoffen, dass wir in der vorliegenden Form bereits Gewusstes wieder reaktivieren, Neues vermitteln und dazu anregen, selbständig weiterzuarbeiten, nachzudenken und den Opfern der Katastrophe zu helfen.

Exkurs: Eckdaten der Tschernobyl-Katastrophe¹

Direkt Betroffene:

Belarusland 2.500.000

Ukraine 3.500.000

Russland 3.000.000

135.000 wurden evakuiert,

400.000 verloren ihre Wohnung und mussten wegziehen

3.000.000 Menschen leben in Gebieten mit > 185.000 Bq/m² (5 Ci/km²)

270.000 Menschen leben in Gebieten mit > 555.000 Bq/m² (15 Ci/km²)

Kontaminierte Gebiete:

Belarusland 30%, 62.400 km²

Ukraine 7%, 42.000 km² und
40% der Wälder

Russland 1,6% (des europäischen Teils), 57.650 km²

21.000 km² wurden mit 185 bis 555.000 Bq/m² (5-15 Ci/km²) und

10.000 km² mit mehr als 555.000 Bq/m² (> 15 Ci/km²) kontaminiert.

Tabelle: Verteilung der Einwohner in den radioaktiv kontaminierten Gebieten der Ukraine, Belaruslands und Russlands im Jahre 1995² (Einwohner)

Cs137 (kBq/qm)	Belarusland	Russland	Ukraine	Insgesamt
37-185	1.543.000	1.654.000	1.189.000	4.386.000
185-555	239.000	234.000	107.000	580.000
555-1.480	98.000	95.000	300	193.300
Insgesamt	1.880.000	1.983.000	1.296.300	5.159.300

¹ UN-Generalversammlung A/50/418, 8.9.1995

Gebiete in Europa, die mit 37-185 kBq/m² Cs137 kontaminiert wurden:

■ Schweden	12.000 km ²
■ Finnland	11.500 km ²
■ Österreich	8.600 km ²
■ Norwegen	5.200 km ²
■ Bulgarien	4.800 km ²
■ Schweiz	1.300 km ²
■ Griechenland	1.200 km ²
■ Slovenien	300 km ²
■ Italien	300 km ²
■ Moldawien	60 km ²

Die Sowjetunion legte nach Tschernobyl zwei Richtwerte für langfristige Maßnahmen fest:

- Einwohner aus Gebieten mit mehr als 1480 KBq/m² mussten umgesiedelt werden.
- Für Gebiete, die mit über 185 KBq/m² verstrahlt waren, wurden ‚dosisvermindernde Maßnahmen‘ getroffen wie die Dekontamination der Böden und Ersatz der lokal erzeugten Lebensmittel mit Importware.

Zahl der Liquidatoren:

800.000 (600.000 – 1.000.000) Menschen
(zum Vergleich: Stärke der Bundeswehr ca. 275.000 Personen)

Wir empfehlen als Hilfe zur Orientierung:

- das Archiv des Informationsdienstes "Strahlentelex": www.strahlentelex.de
- die von T. Imanaka herausgegeben Sammlungen von Tschernobylanalysen (Universität Kyoto, KURRI-KR-21 und KURRI-KR-79, englisch),
- die in Kiev erscheinende russisch/englischsprachige Fachzeitschrift „International Journal of Radiation Medicine“ (Hrsg. Prof. Angelina Nyagu, Kiev, ISSN 1562-1154) (vollständig vorhanden im Archiv der Gesellschaft für Strahlenschutz)
- Die Website der Ärzte von Tschernobyl:
www.physiciansofchernobyl.org.ua/eng/about.html
- die Hefte 5(1992) und 24(2003) aus den Berichten des Otto Hug Strahleninstituts - Bonn
- Edmund Lengfelder: Strahlenwirkung Strahlenrisiko, ecomed-V. 1990
- Roland Scholz: Bedrohung des Lebens durch radioaktive Strahlung, IPPNW-Studienreihe Band 4, 3. Auflage, 1997
- die Website der Gesellschaft für Strahlenschutz www.gfstrahlenschutz.de
- die Websites der IPPNW: www.ippnw.de und www.tschernobyl-folgen.de

2. Liquidatoren

Die Liquidatoren haben – freiwillig oder unter massivem Druck, informiert oder völlig ahnungslos – ihre Gesundheit und ihr Leben für die Begrenzung der Katastrophenfolgen eingesetzt. Sie haben durch ihren Einsatz Andere vor noch schlimmeren Schäden bewahrt. Die Liquidatoren haben Respekt verdient. Leider wurden sie nicht nur Opfer von Feuer, Giften und Strahlung sondern auch Opfer einer Bürokratie, deren Fehlleistungen es erschweren bis unmöglich machen, die Gesundheitsschäden der Liquidatoren herauszufinden, sie qualifiziert zu behandeln und die Liquidatoren sozial und finanziell zu unterstützen.

So kennt man die genaue Strahlendosis nicht, der die Verstrahlten individuell ausgesetzt waren. Erschwerend kommt hinzu, dass die Liquidatoren aus allen Teilen der Sowjetunion herangebracht wurden und nach ihrem Einsatz auch dahin zurückkehrten. Die Liquidatoren leben heute über das ganze Gebiet der früheren Sowjetunion verstreut, nur von etwa der Hälfte der Liquidatoren kennt man Namen und Adresse. Nur ein geringer Teil der Liquidatoren wurde in systematische Untersuchungen einbezogen. Gezielt wird Verwirrung dadurch gestiftet, dass man die Frage, ob bestimmte Erkrankungen durch eine Strahlenbelastung verursacht wurden, je nach Bedarf mit der Frage verwechselt, ob Erkrankungen infolge der Tschernobylkatastrophe aufgetreten sind oder sein können. Zusätzlich wird damit gespielt, dass Zusammenhänge zwischen Nicht-Krebs-Erkrankungen und Strahlenbelastungen, die aus der Analyse der Daten von Hiroshima und Nagasaki unter Fachleuten seit Jahren bekannt sind, in Lehrbüchern, Nachschlagewerken und in den Äußerungen internationaler Gremien kaum vorkommen. So kommt es vielfach zu der unzulässigen Argumentationskette: Nicht-Krebserkrankung – also nicht durch Strahlung induziert – also keine Tschernobylfolge – Ende der Debatte.

Heute sind sehr viele Liquidatoren invalide und leiden an verschiedenen Krankheiten gleichzeitig.² Der Vizepräsident der Vereinigung der Liquidatoren von Tschernobyl, Prof. Georgiy F. Lepin aus Minsk, erklärte schon im September 1992 auf der Zweiten Weltkonferenz der Strahlenopfer in Berlin, dass 70.000 Liquidatoren Invaliden und 13.000 gestorben seien.³

Für Russland fand der Krebsforscher Ivanov bei den Liquidatoren ein zweifach erhöhtes Leukämierisiko für Expositionen zwischen 150 und 300 mSv. Der Anstieg wurde im Zeitraum zwischen 1986 und 1996 beobachtet, nicht jedoch im Zeitraum von 1997 bis 2003. Darüber hinaus fand er ein erhöhtes Auftreten von cerebrovasculären Erkrankungen, besonders bei denjenigen die 150 mSv in weniger als sechs Monaten erhalten haben⁴.

2 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 15 Jahre nach Tschernobyl, Folgen und Lehren der Reaktorkatastrophe, Otto Hug Strahleninstitut – MHM, Informationen, September 2001.

3 Strahlentelex 138-139/1992, S. 8, GUS: Bereits 13.000 tote Liquidatoren.

4 Grosche, B (2007).: BfS workshop on Chernobyl Health Consequences, 9 – 10 Nov, 2006
<http://www.physiciansofchernobyl.org.ua/eng/Docs/Estimation%20of%20radiation%20rhsk,%20Munhen%202006.pdf>

Der russische Krebsforscher Ivanov stellte eine Relation zwischen dem Sterberisiko und der empfangenen Strahlendosis bei russischen Liquidatoren fest⁵. Bei einer Kohorte von 47.820 Personen, die eine mittlere Strahlenbelastung von 128 mGy erhalten hatten, fand er ein signifikant erhöhtes Sterberisiko. Das ERR bei Tod durch solide maligne Neoplasmen betrug 0.74/Gy und das ERR durch Tod infolge von Herz-/Kreislaufkrankungen 1,01 per Gy, für alle Todesursachen ein ERR von 0.42/Gy.

Das ukrainischen Gesundheitsministerium erklärte im Jahre 2002, dass der Anteil der als krank anerkannten Liquidatoren von 1987 bis 2002 von 21,8 Prozent auf 92,7 Prozent anstieg.⁶

Zum 19. Jahrestag der Katastrophe verkündete die ukrainische Botschaft in Paris dass 94 Prozent der Liquidatoren krank sind.

Ärzte berichteten im Herbst 2005 in Kiev, dass 1991 in der Ukraine rund 2.000 Liquidatoren invalidisiert waren, heute sind es 106.000. Aus Russland und Belorussland fehlen vergleichbare Angaben.

In einigen der früheren Sowjetrepubliken gibt es Register der Liquidatoren (soweit sie bekannt sind). In Usbekistan sind 10.000 Liquidatoren registriert. Innerhalb von 5 Jahren nach der Katastrophe wurden 8,3 Prozent invalidisiert. In 10 Jahren nach der Katastrophe wurden 73,8 Prozent der Liquidatoren invalidisiert, mehr als 500 starben. 68,8 Prozent leiden an 4-5 verschiedenen Erkrankungen gleichzeitig. Beim Vergleich der Erkrankungshäufigkeiten unter 960 Liquidatoren mit denen einer Kontrollgruppe von 200 Menschen aus der normalen Bevölkerung ergaben sich hochsignifikant höhere Erkrankungshäufigkeiten bei dyscirculatorischer Encephalopathie, neurocirculatorischer Dystonie, chronischer Magenschleimhautentzündung, chronischer Schleimhautentzündung des Zwölffingerdarms, chronischer Hepatitis, Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren, chronischer Gallenblasenentzündung, arteriellem Bluthochdruck, ischämischer Herzkrankheit, chronischer Bronchitis, chronischer Nierenbeckenentzündung, chronischer Prostatentzündung und degenerativen Erkrankungen der Wirbelsäule.⁷ Horishna (2005) untersuchte die Mortalität bei männlichen ukrainischen Liquidatoren und fand, dass sich diese zwischen 1989 und 2004 um das Fünffache erhöhte, von 3.0 auf 16.6./per 1000, verglichen mit Todesraten von 4.1 auf 6.0 bei der normalen männlichen Bevölkerung im Erwerbsalter.⁸

In Reaktion auf die Tagung des Tschernobylforums (der UN-Organisationen) Anfang September 2005 in Wien erwähnte die stellvertretende Ministerin für außerordentliche

5 V.K. Ivanov et al. (2009): Mortality of the Chernobyl Emergency Workers: Analysis of Dose Response by Cohort Studies Covering Follow-Up Period of 1992–2006; in: Radiation Health Risk Sciences, 2009, Part 4, S. 95 -102

6 Nucleonics Week, May 2, 2002. Wiedergegeben nach Oda Becker, Helmut Hirsch 2004: 18 Jahre nach Tschernobyl, Sanierung des Sarkophags, Wettlauf mit der Zeit, Herausgegeben von Greenpeace e.V. Hamburg im April 2004.

7 Sh. A. Babadjanova und A.S. Babadjanov: Health of Liquidators in the Remote Period after the Chernobyl Accident; International Journal of Radiation Medicine 2001, 3(3-4):71-76

8 Horishna, O.V. Chernobyl Catastrophe and Public Health. Results of Scientific Investigation, in: Yablokov, AV (2009): Mortality after the Chernobyl Accident, in: Ann N Y Acad Sci, 2009 Nov;1181:192-216.

Angelegenheiten der Ukraine, Tatjana Amosova, dass in der Ukraine mehr als 17.000 Familien eine Rente bekommen, weil der Vater nach seinem Einsatz als Liquidator verstorben ist.⁹

In Abwägung der Angaben der verschiedenen Quellen geht Edmund Lengfelder davon aus, dass heute 50.000 bis 100.000 Liquidatoren gestorben sind.¹⁰

Yablokov¹¹ schätzt aufgrund verschiedener Studien, dass bis 2005 schon 112.000 – 125.000 Liquidatoren gestorben sind. Übereinstimmend nennen russische und ukrainische Untersuchungen zur Mortalität nichtmaligne Erkrankungen und schwere Multimorbidität als Hauptursache für den Tod der Liquidatoren neben dem Tod infolge maligner Erkrankungen. Diese Multimorbidität wird als vorzeitiger, strahlenbedingter Alterungsprozess eingeordnet.

2.1 Vorzeitige Alterungsprozesse in Folge radioaktiver Strahlung

Viele Studien aus Russland, Weißrussland und aus der Ukraine zeigen, dass radioaktive Strahlung den Alterungsprozess erheblich beschleunigt. In einer Übersichtsarbeit (2006) weisen die ukrainischen Forscher Bebeshko et al. nach, dass der durch ionisierende Strahlung beschleunigte Alterungsprozess ein Modell für den normalen Alterungsprozess darstellen könnte¹².

„Ionisierende Strahlung beeinflusst sowohl die Zellstruktur als auch die Zellfunktion, auf der molekularen und der genetischen Ebene. Die Auswirkungen ionisierender Strahlung auf die Zelle und die zellulären Veränderungen während des normalen Alterungsprozesses funktionieren mit gleichen bzw. ähnlichen biologischen Mechanismen: Reaktionen freier Radikale, Reparaturprozesse der DNS, Änderung der Immunfunktion, veränderte Mechanismen im Fettstoffwechsel, systemische Veränderungen im zentralen Nervensystem.“ (Bebeshko et al, 2006)

Prospektive epidemiologische Studien an Atombombenüberlebenden zeigten, dass ionisierende Strahlung die Lebenserwartung infolge von Nicht-Krebs-Erkrankungen deutlich verkürzte.¹³

9 Peter Finn: Chernobyl Report Reignites Debate; Washington Post 24.9.2005

10 E. Lengfelder et al.: 20 Jahre nach Tschernobyl: Erfahrungen und Lehren aus der Reaktorkatastrophe; Informationen des Otto Hug Strahleninstituts – MHM, Februar 2006.

11 Yablokov, AV (2009): Mortality after the Chernobyl Accident, in: Ann N Y Acad Sci, 2009 Nov;1181:192-216.

12 Bebeshko, V., Bazyka, D., Loganovsky, K., Volovik, S., Kovalenko, A. et al. (2006) Does ionizing radiation accelerate the aging phenomena? International Conference. Twenty Years after Chernobyl Accident: Future Outlook. April 24 -26, 2006, Kiev, Ukraine. Contributed Papers (HOLTEH, Kiev) 1: pp.13-18 (<http://www.tesec-int.org/pdf>.)

13 Cologne, J.B., Preston D.L. (2000); Longevity of atomic-bomb survivors, Lancet 356 (9226): 303-307

In Forschungsarbeiten an Liquidatoren aus Russland, Weißrussland und der Ukraine wurde ebenfalls festgestellt, dass bei diesen 10 bis 15 Jahre früher Krankheiten auftraten, die normalerweise dem Alterungsprozess zuzuordnen sind¹⁴. Es handelt sich um:

- Beschleunigte Alterung der Blutgefäße, besonders im Gehirn und in den Herzkranzgefäßen¹⁵
- Senile Katarakte des Auges, Arteriosklerose der Blutgefäße des Augenhintergrunds und vorzeitige Kurzsichtigkeit¹⁶
- Verlust der höheren intellektuellen kognitiven Funktionen infolge von Schädigung des zentralen Nervensystems¹⁷
- Verlust der Stabilität des antioxidanten Systems (das verantwortlich ist für die Reparaturprozesse bei Chromosomenschäden in der Zelle infolge von äußeren schädlichen Einflüssen)¹⁸

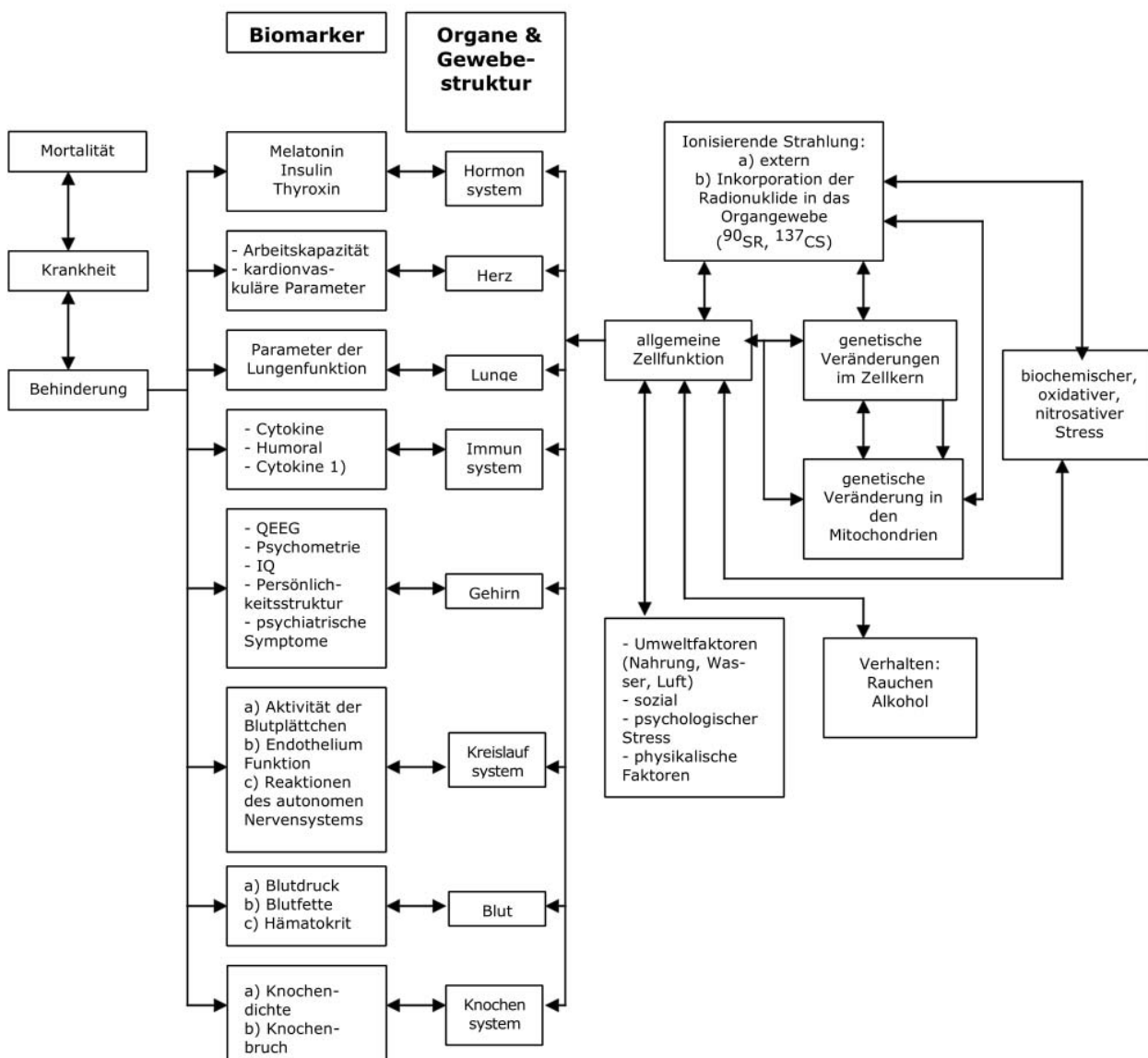
P. Fedirko berichtet über spezielle strahlenspezifische Augenkrankheiten wie Strahlenkatarakte (die ohne Schwelle einer Strahlenbelastung auftreten) und Retinopathien. Zusammen mit den nicht strahlenspezifisch, aber verstärkt bei Bestrahlung auftretenden Veränderungen am Auge ergebe sich hier ein Bild der frühzeitigen Alterung des Auges durch Bestrahlung.

Elena B. Burlakova et al. bestrahlten Versuchstiere mit Gammastrahlung aus Cäsium-137 in niedrigen Dosisraten von 0,041.6, 0,004.16 und 0,000.416 Milligray pro Minute (mGy/min) und Gesamtdosen von 0,000.6 bis 1,2 Gray (Gy) und studierten dabei diverse biophysikalische und biochemische Parameter des genetischen und des Membranapparates der Zellen von Organen der bestrahlten Tiere. Insgesamt habe sich dabei eine ungewöhnliche Dosisabhängigkeit gezeigt. Die Dosis/Wirkungs-Beziehungen seien nicht gleichförmig, sie wären nichtlinear und von unterschiedlichem Charakter. Belastungen mit niedrigen Strahlendosen vergrößerten meist die Wirkung schädigender Faktoren. Die Wirkungen von Strahlenbelastungen hingen von den Ausgangsparametern der Bioobjekte ab. Innerhalb bestimmter Dosisbereiche ist fraktionierte Niedrigdosisstrah-

-
- 14 Yablokov, A., Nesterenko, V., Nesterenko, A. (2009): Chernobyl - Consequences of the Catastrophe for People and Environment, Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1181, Boston, Mass.
- 15 Ivanov, V., Tsyb, A. et al (2005); The radiation risks of cerebrovascular diseases among liquidators, Radiatsionnaia biologiiia, radioecologiiia / Rossiiskaia akademiia nauk; VOL: 45 (3); p. 261-70 /2005 May-Jun/
- 16 Fedirko, P. (2006); Augenerkrankungen bei Aufräumarbeitern, Schädigungen des Augenhintergrunds, der Makula, des Glaskörpers und der Linse, in: http://www.strahlentelex.de/20_Jahre%20_nach_Tschernobyl_Abstracts_GSS_Berlin-Charite_2006.pdf
- 17 Kholodova, N. (2006); Langzeitveränderungen des Nervensystems von Liquidatoren, die 1986/1987 im Einsatz waren, in: http://www.strahlentelex.de/20_Jahre%20_nach_Tschernobyl_Abstracts_GSS_Berlin-Charite_2006.pdf, Loganovsky, K., Yuriyev, K. (2001): EEG Patterns in Persons Exposed to Ionizing Radiation as a Result of the Chernobyl Accident, J Neuropsychiatry Clin Neurosci 13:441-458, November 2001 <http://neuro.psychiatryonline.org/cgi/content/short/13/4/441>
- 18 Burlakova, E. (2006): Naturwissenschaftliche Prinzipien von Schadwirkungen der Strahlung auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung, in: http://www.strahlentelex.de/20_Jahre%20_nach_Tschernobyl_Abstracts_GSS_Berlin-Charite_2006.pdf

lung wirkungsvoller als akute Einmalbestrahlung. Die Untersuchungen von Burlakova et al. ergaben bei Tieren wie bei Menschen nach Bestrahlung Veränderungen der Struktur und der Eigenschaften von Zellmembranen, der Aktivität von antioxidativen und regulatorischen Enzymen und in den Konzentrationen der Antioxidantien. Sie bestätigt damit den sogenannten Petkau-Effekt¹⁹ und geht darüber hinaus. Antioxidantien wie Tocopherol, Vitamin A und Ceruloplasmine nehmen ab, freie Radikale und ihre Reaktionsprodukte nehmen zu, Membranen zeigen eine höhere Starrheit und der Flüssigkeitszustand der Lipid- und Protein-Komponenten verändert sich. Insgesamt, so Burlakova, ändern sich die Verhältnisse nach Bestrahlung wie bei einer Alterung. „Die Liquidatoren“, so Burlakova, „sind 10 bis 15 Jahre früher gealtert als die sonstige Bevölkerung. Das lässt sich auch bei Tieren zeigen und bei denen kann man nicht von einer Auswirkung von Strahlenangst oder Radiophobie sprechen.“ Frau Burlakova empfiehlt als eine mögliche Hilfe Antioxidantien: Jedoch sei eine genaue Dosierung notwendig, zuviel könne auch genau das Gegenteil bewirken. Immerhin sei es ihnen im Tierexperiment gelungen, im Anfangsstadium von Leukosen die Erkrankungen um 80 bis 250 Tage aufzuhalten.²⁰

-
- 19 Abram Petkau, ein canadischer Arzt und Biophysiker, hat 1972 eine wichtige Beobachtung bezüglich des Verhaltens von Membranen unter radioaktiver Belastung gemacht. Seine originalarbeiten sind schwer zu beschaffen. Es ist das Verdienst von Ralph Graeub (Schweiz), in mehreren Büchern, die inzwischen in mehrere Sprachen übersetzt wurden, auf die Arbeiten von Petkau aufmerksam gemacht zu haben. Ralph Graeub: Der Petkau-Effekt und unsere strahlende Zukunft, Zytglogge-Verlag 1990.
- 20 Strahlentelex 454-455/2005, S. 1ff, Krebs, Leukämien und Geisteskrankheiten finden russische, weißrussische und ukrainische Forscher jetzt vermehrt bei ihren Mitbürgern.



Die komplexen Mechanismen des vorzeitigen Alterungsprozesses nach Bebeshko und Loganovsky et al.²¹

21 Does Ionizing Radiation accelerate Aging phenomena?
V. Bebeshko, D. Bazyka, K. Loganovsky, S. Volovik, A. Kovalenko, O. Korkushko, K. Manton

2.2 Krebs und Leukämie

Bei jenen russischen Liquidatoren, die 1986 und 1987 am Standort Tschernobyl eingesetzt waren, wurde eine statistisch signifikante Erhöhung der Leukämieerkrankungen festgestellt.²²

Russischen Angaben zufolge sind heute sehr viele Liquidatoren Invaliden und leiden unter anderem an Leukämie, Lungenkrebs und anderen Tumoren.²³

Nach Angaben von Julia V. Malova dominieren bei den Liquidatoren Krebserkrankungen der Lungen und Atemwege.²⁴

Okeanov²⁵ et al. wiesen bei belorussischen Liquidatoren eine signifikante Zunahme von Lungen, Darm, Blasen, Nieren und Schilddrüsenkrebs im Vergleich zur Kontrollbevölkerung (Vitebsk-Region) ($p < 0,05$) nach.²⁶ Das relative Risiko bei den Liquidatoren in Relation zur Kontrollbevölkerung (Vitebsk Region) nahm – mit Ausnahme von Schilddrüsenkrebs – erst in den Jahren 1997 bis 2000 signifikant zu, also nach einer 12- bis 15-jährigen Latenzzeit.

Die durchschnittliche jährliche Zunahme aller Krebsarten bei den Liquidatoren lag bei 5,5 Prozent, während sie in der vergleichsweise sauberen Region Vitebsk im Norden Beloruslands bei nur 1,5 Prozent lag ($p < 0,05$). Dickdarmkrebs nahm bei den Liquidatoren um 9,4 Prozent zu, bei den Erwachsenen der Region Vitebsk hingegen nur um 3,2 Prozent ($p < 0,05$). Nierenkrebs nahm um 8,0 Prozent bzw. um 6,5 Prozent ($p < 0,05$) und Blasenkrebs um 6,5 Prozent bzw. 3,8 Prozent zu ($p < 0,05$).

Liquidatoren, die längere Zeit höheren Strahlendosen ausgesetzt waren, erkrankten signifikant häufiger an Krebs. Die Krebsraten waren bei jenen Liquidatoren signifikant höher, die in den stark kontaminierten Gebieten der Region Gomel leben.

-
- 22 United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UNOCHA): 3rd International Conference, Health Effects of the Chernobyl Accident, Results of 15-Year-Follow-Up Studies, Kiev, 4 to 8 June 2001, Conclusions.
- 23 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 15 Jahre nach Tschernobyl, Folgen und Lehren der Reaktorkatastrophe, Otto Hug Strahleninstitut – MHM, Informationen, September 2001.
- 24 Julia V. Malova, Russian Scientific Centre of Radiology, Psychological Rehabilitatiob, Moscow, 18. UICC International Cancer Congress Oslo 2002, Abstract No. O 183: Cancer patients - the participants of the liquidation of the consequences of the chernobyl explosion: the aims and the recourses of the psychological rehabilitation. Strahlentelex 374-375/2002, S. 9, Verminderte Hirnfunktionen bei Katastrophenhelfern.
- 25 Professor A.E. Okeanov ist heute Prorektor für Forschung an der International Sakharov Environmental University in Minsk, er hat 1973 das belorussische Krebsregister mitbegründet und hatte in den folgenden Jahren Zugang zu sämtlichen Daten der zwölf onkologischen Kliniken in Weißrussland sowie zu den Daten von 95.000 Liquidatoren.
- 26 A. E. Okeanov, E. Y. Sosnovskaya, O. P. Priatkina, A national cancer registry to assess trends after Chernobyl accident, Swiss Medical Weekly 2004, 134: 645-649.

2.3 Schäden am Nervensystem

Schon im Herbst 1990 warnte der belorussische Psychiater Kondrashenko (Minsk) vor den Folgen der Katastrophe auf das Zentralnervensystem. Er berichtete von organischen Veränderungen im Gehirn strahlenbelasteter Menschen.²⁷ Auch in dem Atomwaffentestgebiet bei Semipalatinsk (Kasachstan) gibt es Jahrzehnte alte Berichte über Schäden der Nerven und der Sinnesorgane und Kopfschmerzen bei den Dorfbewohnern in der Umgebung des Testgebietes. Diese Informationen wurden im Westen nicht ernst genommen. Dafür wurde nach Tschernobyl das Phänomen „Radiophobie“²⁸ erfunden, das unterstellt, dass viele Gesundheitsstörungen nach Tschernobyl nicht auf die Strahlung, sondern auf eine unbegründete Hysterie der Menschen zurückzuführen sind.²⁹

Von Nadejda Gulaya vom Pallaguin-Institut für Biochemie in Kiew durchgeführte Untersuchungen an Nervenzellen von Menschen und Tieren in der Tschernobyl-Region zeigen, dass weniger die Strahlenangst, sondern vielmehr ernstzunehmende organische Strahlenschäden die wesentliche Ursache für die beobachteten Schäden des Nervensystems sind.³⁰

48 Prozent der mittlerweile gestorbenen und obduzierten Liquidatoren sind aufgrund von Blutgerinnseln oder Problemen mit der Blutzirkulation verstorben. Krebs kommt als Todesursache mit 28 Prozent erst an zweiter Stelle. Von den zu den Aufräumarbeiten befohlenen Soldaten der Roten Armee sind nur knapp 20.000 in Behandlungs- und Forschungsprogramme einbezogen. Den meisten geht es psychisch wie physisch schlecht. Ihnen fällt es schwer, ihre traumatischen Erlebnisse zu verarbeiten.³¹

Andreas Arnold von der HNO-Klinik des Universitäts-Inselspitals in Bern kam zu dem Ergebnis, dass die Schwindel-Symptomatik, unter der viele Liquidatoren leiden, auf Läsionen im zentralen Nervensystem beruht.³²

Viele Berufskraftfahrer mussten ihren Beruf aufgeben, weil sie nach ihrem Liquidatoreinsatz immer wieder am Steuer einschliessen.³³

-
- 27 Valentin Timofeewitsch Kondrashenko: Die Besonderheiten neuro-psychischer Störungen im Grenzbereich zwischen gesund und krank bei Personen, die in den Gebieten mit erhöhter radioaktiver Verseuchung leben; Kinder von Tschernobyl - Erstes Berliner Koordinierungstreffen, 27.-28.10.1990, Berlin; Anlage 4, S.1-5.
- 28 Phobie ist eine exzessive inadäquate Angstreaktion, die durch bestimmte Situationen ausgelöst wird und in der Regel mit Einsicht in die Unbegründetheit verbunden ist. Definition nach Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, 257. Auflage, Berlin, New York, 1994.
- 29 Sebastian Pflugbeil, Strahlentelex 374-375/2002, S. 9, Ergänzender Hinweis.
- 30 Strahlentelex 136-137.1992, S. 8, Tschernobyl, Nervenschäden nach radioaktiver Strahlung. Ausführlicher dazu weiter unten.
- 31 Julia V. Malova, Russian Scientific Centre of Radiology, Psychological Rehabilitation, Moscow, 18. UICC International Cancer Congress Oslo 2002, Abstract No. O 183: Cancer patients - the participants of the liquidation of the consequences of the chernobyl explosion: the aims and the recourses of the psychological rehabilitation. Strahlentelex 374-375/2002, S. 9, Verminderte Hirnfunktionen bei Katastrophenhelfern. Die tageszeitung (taz) vom 16. Juli 2002.
- 32 A. Arnold, R. Häuser: Vestibularsyndromes, +/- associated with Cochlear Damage, in Liquidators; PSR/IPPNW-Schweiz, Kongress "Gesundheit der Liquidatoren" in Bern, 12.11.2005.
- 33 S. Pflugbeil, Reisegespräche.

2.4 Psychische Erkrankungen

Die Moscow Times zitierte in ihrer Ausgabe vom 13. Januar 1993 eine Studie, nach der 80 Prozent von 1.600 in einer Klinik in St. Petersburg untersuchten Liquidatoren unter ernststen psychischen Problemen leiden.³⁴ Bei 40 Prozent der um medizinische Hilfe bitenden Betroffenen seien Nervenkrankheiten wie Gedächtnisverlust festgestellt worden.

Zehntausende von Liquidatoren klagen über Wortfindungsstörungen, Depressionen, Gedächtnisstörungen und Konzentrationsprobleme.³⁵ Julia V. Malova, Psychiaterin beim Moskauer Zentrum für Strahlenerkrankungen und dort speziell für Liquidatoren zuständig, erklärte: „Unsere Theorie ist, dass auf irgendeine Weise die Blutzufuhr zum Gehirn verringert wurde und möglicherweise noch verringert ist.“ Diese Erkrankungen sind bei Liquidatoren signifikant häufiger als bei der restlichen Bevölkerung.

Einen unter Liquidatoren ebenfalls besonders häufig anzutreffenden Symptomenkomplex ist das Chronic Fatigue Syndrom (CFS). Für 26 Prozent der Menschen mit einer Strahlenbelastung von weniger als 0,3 Sievert treffen laut Loganovsky (2000, 2003) die diagnostischen Kriterien von CFS zu. Die Häufigkeit von CFS habe von 65,5 Prozent zwischen 1990 und 1995 auf 10,5 Prozent im Zeitraum 1995 bis 2001 abgenommen und gleichzeitig habe ein sogenanntes Metabolisches Syndrom X (MSX) von 15 auf 48,2 Prozent der Liquidatoren zugenommen. CFS und MSX werden als Ausdruck für andere neuropsychiatrische und physisch krankhafte Entwicklungen betrachtet. CFS wird auch als umweltbeeinflusste Anfälligkeit und Anzeichen für eine sich anbahnende Neurodegeneration, für kognitive Beeinträchtigungen und neuropsychiatrische Störungen gesehen. Die linke Hirnhälfte scheine anfälliger zu sein als die rechte.

P. Flor-Henry berichtet, die beobachteten depressiven Zustandsbilder und klinischen Syndrome wie Schizophrenie und CFS, die bei einem hohen Prozentsatz der Liquidatoren anzutreffen sind, gingen einher mit hirnorganischen Veränderungen vor allem der linken Großhirnhemisphäre (bei Rechtshändern) was mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) objektivierbar sei. Sie halten dies für einen Hinweis darauf, dass verschiedene neurologische und psychiatrische Erkrankungen durch Strahlenbelastungen zwischen 0,15 bis 0,5 Sievert ausgelöst werden können.

Die Symptome äußerten sich auch in Form des Phänomens der frühzeitigen Alterung. Diese neurologischen Krankheitsbilder träten umso früher und schwerer auf, je jünger die Betroffenen zum Zeitpunkt der Strahlenbelastung waren.

Ähnliche klinische Syndrome, die von EEG-Veränderungen der linken Hirnhälfte begleitet sind, werden auch bei den Liquidatoren beobachtet, die an einem akuten Strahlen-

34 Strahlentelex 146-147.1993, S. 4f., Moskau: Nervenkrank durch Tschernobyl. Bezogen auf einen Bericht der Frankfurter Rundschau.

35 Julia V. Malova, Russian Scientific Centre of Radiology, Psychological Rehabilitatiob, Moscow, 18. UICC International Cancer Congress Oslo 2002, Abstract No. O 183: Cancer patients - the participants of the liquidation of the consequences of the chernobyl explosion: the aims and the recourses of the psychological rehabilitation. Strahlentelex 374-375/2002, S. 9, Verminderte Hirnfunktionen bei Katastrophenhelfern. Die tageszeitung (taz) vom 16. Juli 2002.

syndrom gelitten haben, berichtet Flor-Henry. Er sei überrascht, dass weder diese psychiatrischen Krankheiten noch die EEG-Veränderungen bei den russischen Veteranen des verlorenen Afghanistan-Krieges auftreten. Immerhin seien auch diese Soldaten enormem traumatischen Stress ausgesetzt und wurden in ihrer Heimat - ganz anders als die Tschernobyl-Liquidatoren – nicht als Helden gefeiert. Mit Hilfe von Magnetresonanztomographie (MRT), EEG und Positron-Emissions-Tomographie (PET) lasse sich jedoch der Nachweis führen, dass die Hirnveränderungen bei Tschernobyl-Liquidatoren und bei Veteranen des ersten Golfkrieges und des Bosnien-Krieges sehr ähnlich sind. Flor-Henry führt das zurück auf die Verwendung von uranhaltigen Geschossen (depleted Uranium, DU) im Golf- und Bosnien-Krieg, die beim Aufschlag fein verteiltes Uran-238-Oxid in die Luft freisetzen, was eingeatmet werden konnte. Er habe festgestellt, dass die Opfer, die gegenüber Uran-238 exponiert waren, ähnliche neuropsychiatrische Syndrome entwickeln wie die Überlebenden der Atombombenabwürfe in Japan 1945.

L. A. Zhavoronkova vom Neurophysiologischen Institut der Russischen Akademie der Wissenschaften und N.B. Kholodova vom Radiologischen Institut des Ministerium für Public Health³⁶ fanden in einer neuropsychologischen Studie eine Schädigung der höheren geistigen und seelischen Funktionen bei Liquidatoren: Verlangsamung des Denkens, erhöhte Müdigkeit, ein Nachlassen des visuellen und verbalen Gedächtnisfunktionen und ein Nachlassen der höheren motorischen Funktionen. Die Befunde glichen denen von vorzeitig gealterten Personen.

Eine weitere Untersuchung im Rahmen der Französisch-Deutschen Tschernobyl-Initiative mit Hilfe von standardisierten strukturierten psychiatrischen Interviews (Romanenko et al. 2004) ergab eine Verbreitung geistiger Störungen von 36 Prozent unter Liquidatoren und von 20,5 Prozent in der gesamten ukrainischen Bevölkerung. Geradezu dramatisch stellt sich die Häufigkeitsverteilung von Depressionen dar: 24,5 Prozent unter Liquidatoren und 9,1 Prozent unter der Allgemeinbevölkerung in der Ukraine (Demyttenaere et al. 2004).

Eine fortschreitende Zunahme von neuropsychiatrischen Störungen wird auch unter Liquidatoren beobachtet, die von 1986 bis 1987 und besonders unter denjenigen, die 3 bis 5 Jahre lang in der Sperrzone um Tschernobyl arbeiteten. Die Häufigkeit neuropsychiatrischer Störungen unter dem Personal, das seit 1986-1987 dort arbeitete und Strahlendosen von mehr als 250 Millisievert (mSv) erhielt, wird mit 80,5 Prozent angegeben und für Strahlendosen unterhalb von 250 mSv 21,4 Prozent ($p < 0,001$) (Nyagu et al. 2004). Seit 1990, so berichtet Loganovsky, wird eine Zunahme der Schizophrenie-Erkrankungen festgestellt: 5,4 pro 10.000 unter dem Personal gegenüber 1,1 pro 10.000 in der Allgemeinbevölkerung. Im Vergleich zur ukrainischen Allgemeinbevölkerung stieg die Häufigkeit von Schizophrenie unter den in der Tschernobyl-Zone arbeitenden und lebenden Menschen auf das 2,4-fache im Zeitraum 1986-1997 und auf das 3,4-fache im Zeitraum 1990-1997 an (Loganovsky & Loganovskaya, 2000).

36 ISSN 0362_1197, Human Physiology, 2010, Vol. 36, No. 4, pp. 388–398. © Pleiades Publishing, Inc., 2010. Original Russian Text © L.A. Zhavoronkova, A.P. Belostocky, M.A. Koulikov, S.V. Kuptsova, N.B. Kholodova, L.B. Oknina, 2010, published in Fiziologiya Cheloveka, 2010, Vol. 36, No. 4, pp. 22–33.

2.5 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Eine Untersuchung der Weltgesundheitsorganisation WHO hat bei Liquidatoren in der Russischen Föderation eine signifikante Zunahme von Herz-Kreislauf-Erkrankungen festgestellt.³⁷

Russischen Angaben zufolge sind heute ein großer Teil der Liquidatoren Invaliden und leiden unter anderem unter Herz-Kreislauf-Problemen.³⁸ Ivanov (1999) findet bei den russischen Liquidatoren ein um 40% erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen.³⁹

D. Lazyuk untersuchte kardiovaskuläre Erkrankungen bei belorussischen Liquidatoren.⁴⁰ Seine Studien zeigen im Beobachtungszeitraum von 1992 bis 1997 einen starken Anstieg der Inzidenz kardiovaskulärer Erkrankungen mit tödlichem Ausgang unter den Liquidatoren (22,1 Prozent) im Vergleich zur Bevölkerung (2,5 Prozent). Als Ursache wird eine Schädigung der Blutgefäße durch die radioaktive Strahlung diskutiert.

2.6 Sonstige Erkrankungen

Eine Untersuchung der Weltgesundheitsorganisation WHO hat bei Liquidatoren in der Russischen Föderation eine statistisch signifikante Zunahme von Bluterkrankungen und endokrinologischen Erkrankungen sowie einen signifikanten Anstieg von Erkrankungen im Magen-Darm-Bereich, Infektionen und parasitären Erkrankungen festgestellt.⁴¹

Russischen Angaben zufolge leiden viele invalide Liquidatoren an entzündlichen Magendarmerkrankungen.⁴²

Pavel Fedirko vom Forschungszentrum für Strahlenmedizin, Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Ukraine berichtete, dass 95 Prozent der von ihm untersuch-

37 The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident, European Commission and Belarus, Russian and Ukrainian Ministries on Chernobyl Affairs, Emergency Situation and Health, Report EUR 16544 EN, 1996.

38 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 15 Jahre nach Tschernobyl, Folgen und Lehren der Reaktorkatastrophe, Otto Hug Strahleninstitut – MHM, Informationen, September 2001.

39 Ivanov.V. K. et al. Radiation-epidemiological analysis of the incidence of non-cancer diseases among Chernobyl liquidators, in: "Radiation & Risk", 1999, Issue 11

40 Dimitri Lazyuk: Cardiovascular Diseases among Liquidators and Populations; PSR/IPPNW-Schweiz-Kongress "Gesundheit der Liquidatoren" in Bern, 12. November 2005.

41 The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident, European Commission and Belarus, Russian and Ukrainian Ministries on Chernobyl Affairs, Emergency Situation and Health, Report EUR 16544 EN, 1996.

42 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 15 Jahre nach Tschernobyl, Folgen und Lehren der Reaktorkatastrophe, Otto Hug Strahleninstitut – MHM, Informationen, September 2001.

ten 5.200 Liquidatoren unter Augenerkrankungen litten – unter anderem an Katarakt, Macula-Degeneration und chronischer Konjunktivitis.⁴³

Elena Burlakova befasst sich seit vielen Jahren damit, wie die Niedrigstrahlung auf Zellebene wirkt.^{44 45 46} Die Biochemikerin kam in einer aufwendigen Studie an Liquidatoren und Bevölkerungsgruppen zu dem Ergebnis, dass gerade bei Kindern und jungen Menschen unter 30 das schützende Antioxidantien-System durch Niedrigstrahlung zerstört wird. "Die Menschen altern schneller", so Burlakova.⁴⁷

Yarilin hat in der folgenden Übersicht zusammengestellt, wie sich die Inzidenz von 12 Erkrankungsgruppen bei Liquidatoren verändert hat. Es lohnt sich auszurechnen, um das Wievielfache die Werte in nur 7 Jahren angestiegen sind:⁴⁸

Tabelle: Inzidenz von 12 Erkrankungsgruppen bei Liquidatoren
(auf 100.000 Personen)⁴⁹

Erkrankungs/Organgruppe	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Infektionen und Parasiten	36	96	197	276	325	360	388	414
Neubildungen	20	76	180	297	393	499	564	621
Bösartige Neubildungen	13	24	40	62	85	119	159	184
Endokrines System	96	335	764	1.340	2.020	2.850	3.740	4.300
Blut und blutbildende Organe	15	44	96	140	191	220	226	218
Psychische Veränderungen	621	9.487	1.580	2.550	3.380	3.930	4.540	4.930
Nervensystem und Sinnesorgane	232	790	1.810	2.880	4.100	5.850	8.110	9.890
Kreislauf	183	537	1.150	1.910	2.450	3.090	3.770	4.250
Atmungssystem	645	1.770	3.730	5.630	6.390	6.950	7.010	7.110
Verdauungsorgane	82	487	1.270	2.350	3.210	4.200	5.290	6.100
Urogenitalsystem	34	112	253	424	646	903	1.180	1.410
Haut- und Unterhautgewebe	46	160	365	556	686	747	756	726

43 Pavel Fedirko: Eye Diseases among Liquidators: Lesions of Fundus and Macula, Vitreous and Lens; PSR/IPPNW-Kongress "Gesundheit der Liquidatoren" in Bern, 12.11.2005.

44 Elena B. Burlakova, V.I. Naidich (ed.): The Effects of Low Dose Radiation; VSP Utrecht, Boston, 2004.

45 Elena B. Burlakova (ed.): Low Doses of Radiation, Are They Dangerous?; NOVA Sc.Publ. Huntington, N.Y., 2000.

46 Е. Б. Бурлакова: Последствие Чернобыльской датастрофы: Здоровье человека; Москва, 1996.

47 Elena Burlakova: Ionizing Radiation and Premature Aging; PSR/IPPNW-Kongress "Gesundheit der Liquidatoren" in Bern, 12.11.2005.

48 A.A. Yarilin: Immunological Disturbances ...; in: Chernobyl Catastrophe Consequences: Human Health, Moscow, 1996, p. 68-96, russ. Zit. In: Burlakova et al.: Peculiarities of Biological Action of Low Irradiation Doses and their Probable Relation to the Health Status of Participants of Chernobyl Accident Liquidation; in: Imanaka (ed.): KURRI-KR-21, 1998, s. 223-234.

2.7 Kinder von Liquidatoren

Im Erbgut der Kinder von Liquidatoren sind ungewöhnlich viele Mutationen gefunden worden. Im Genom dieser Kinder haben Wissenschaftler der Universität von Haifa eine im Vergleich zu ihren vor dem Tschernobyleinsatz gezeugten Geschwistern bis auf das Siebenfache erhöhte Zahl von Veränderungen festgestellt. Diese Mutationen gehen zwar noch nicht mit schweren Krankheiten einher, die Häufung von Erbgutveränderungen zeige jedoch, dass sie an die Nachkommen weitergegeben werden. Vor allem bei Kindern, die unmittelbar nach dem Unfall gezeugt wurden, fand man vermehrt Mutationen. Deren Zahl nimmt ab, je größer der zeitliche Abstand zum Unfall war. Die Väter der untersuchten Kinder hatten eine Strahlendosis von 50 bis 200 Millisievert erhalten. Das entspricht etwa der Dosis, die von Arbeitern eines Atomkraftwerkes im Laufe von 10 Jahren aufgenommen wird.⁴⁹

Professor Sheban untersuchte mit seiner Kollegin Prilebslaya die Entwicklung von Schilddrüsenerkrankungen bei Kindern von Liquidatoren. In der Studie wurde ein Kollektiv von 700 Personen untersucht. Es hat sich ergeben, dass die Kinder von Liquidatoren signifikant häufiger an Schilddrüsenerkrankungen litten als Kinder von unbelasteten Eltern.⁵⁰ Dieses Phänomen wirft Fragen auf, für die es noch keine erschöpfende Antwort gibt.

Tsyb berichtete über einen signifikanten Anstieg der Prävalenz aller Erkrankungsklassen bei Kindern von Liquidatoren im Vergleich zu russischen Kindern aus Obninsk (1994-2002). Häufiger sind bei Liquidatorenkindern besonders Krebs und Leukämie, angeborene Fehlbildungen, endokrinologische und metabolische Erkrankungen sowie Geistes- und Verhaltensauffälligkeiten. In einigen Jahren gab es auch einen signifikanten Anstieg von Erkrankungen des Urogenitalsystems, des Nervensystems und der Sinnesorgane. Die Erkrankungshäufigkeit war 1999 besonders hoch.⁵¹

49 Weinberg HS, Korol AB, Kirzhner VM, Avivi A, Fahima T, Nevo E et al. Very high mutation rate in offspring of chernobyl accident liquidators. *Proc Biol Sci* 2001; 268 (1471):1001-5, *Proceedings der Royal Society of London* (Bd. 268, p. 1001). Zit. in *Strahlentelex* 346-347/2001, S. 8, Erbgutschäden bei Kindern.

50 Angelika Claußen: Die Katastrophe von Tschernobyl. Eine Annäherung bei einem Besuch in der verbotenen Zone, *IPPNW-Forum* 96/2005, S. 6f.

51 A.F. Tsyb et al.: General characterization of health in first-generation offspring born to liquidators of the Chernobyl NPP accident consequences ; *Int. J. Rad. Med.* 2004, 6(1-4):116-121.

3. Säuglingssterblichkeit

Die Säuglingssterblichkeit hat sich im vergangenen Jahrhundert Schritt für Schritt verringert. Dafür waren verschiedene Faktoren verantwortlich – wesentlich waren verbesserte ärztliche Betreuung, Impfungen und verbesserte Lebensbedingungen. Jeder Staat verfolgt die Entwicklung der Säuglingssterblichkeit aufmerksam und zeigt gerne die weiter gesunkene Säuglingssterblichkeit als Beleg für ein funktionierendes Gesundheitswesen. Es gibt daher seit vielen Jahrzehnten in vielen Ländern zuverlässige Daten über die Säuglingssterblichkeit.

Aus der Zeit der atmosphärischen Atomwaffentests ist bekannt, dass der Parameter Säuglingssterblichkeit empfindlich auf Strahlenbelastungen reagiert, insofern überrascht nicht, dass es inzwischen etliche Untersuchungen gibt, die eine höhere Säuglingssterblichkeit in der Nähe von Tschernobyl – aber auch weit weg in Westeuropa aufzeigen. In den Lehrbüchern ist darüber noch nichts zu finden, wohl aber in verschiedenen Fachzeitschriften.

3.1 Tschernobyl-Region

In den ukrainischen und belorussischen Gebieten um Tschernobyl nahmen 1987, dem Jahr nach dem Reaktorunglück, die Totgeburten und die frühe Säuglingssterblichkeit (Perinatalsterblichkeit) zu. Alfred Körblein kommt zu der Auffassung, dass dies mit der Cäsiumbelastung zusammenhängt. Nach 1989 gab es in Belorussland und in der Ukraine einen zweiten Anstieg der Perinatalsterblichkeit. Für diesen erneuten Anstieg lässt sich eine Beziehung zur Strontiumbelastung schwangerer Frauen herstellen.⁵²

In der Ukraine überwiegt der "Strontium-Effekt" den "Cäsium-Effekt". Aus der Differenz der zu erwartenden und der tatsächlich ermittelten Rate der Perinatalsterblichkeit ergibt sich allein für die drei ukrainischen Regionen Zhytomyr, Kiev Land und Kiev Stadt, dass 151 Kinder vor allem aufgrund des Cäsium-Effektes im Jahr 1987 und 712 Kinder in den Jahren 1988 bis 1991 infolge des Strontium-Effekt gestorben sind. Insgesamt ergibt sich damit für diese Regionen, dass 863 Kinder aufgrund der Cäsium- und Strontiumbelastung nach Tschernobyl gestorben sind (Perinatalsterblichkeit).⁵³

52 A. Körblein: Strontium fallout from Chernobyl and perinatal mortality in Ukraine and Belarus. *Radiats Biol Radioecol.* 2003 Mar-Apr; 43(2):197-202. *Strahlentelex*, 398-399/2003, S. 5.

53 Alfred Körblein 2005: Studies of pregnancy outcome following the Chernobyl accident. Unpublished.

In einer anderen Untersuchung wurden in zwei stark belasteten Bezirken der Ukraine nahe dem Tschernobylreaktor eine erhöhte Perinatalsterblichkeit und andere ungünstige Schwangerschaftsausgänge registriert.⁵⁴

In Belarusland war im Jahr 1987 die Perinatalsterblichkeit in der hoch belasteten Region Gomel stärker erhöht (nicht signifikant) als in den anderen Regionen Belaruslands.⁵⁵ Für A. Körblein entscheidend ist aber das in der ersten Hälfte der 1990er Jahre um rund 30 Prozent höhere Niveau der Perinatalsterblichkeit im Gebiet Gomel gegenüber den restlichen ländlichen Regionen Belaruslands. Möglicherweise handelt es sich dabei um eine Spätwirkung der erhöhten Aufnahme von radioaktivem Strontium in der Pubertät. Die Analyse ergab, dass zwischen 1987 und 1998 im Gebiet Gomel 431 Kinder mehr gestorben sind, als aus den Daten der Vergleichsregionen zu erwarten gewesen wären (Perinatalsterblichkeit).⁵⁶

Während der Effekt des radioaktiven Cäsiums im Wesentlichen auf 1987 begrenzt war, blieb der Strontium-Effekt bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes im Jahr 1998 bestehen. Die Zahl der nach 1988 zusätzlich gestorbenen Neugeborenen überwiegt dabei den Effekt im Jahr 1987 um das Zehnfache. Dosisabschätzungen aus Belarusland gehen davon aus, dass Strontium nur etwa 5 Prozent der Dosis durch Cäsium ausmachte. Körbleins Modellrechnung weicht von heute gängigen Dosisabschätzungen um mindestens 2 Größenordnungen ab. Eine mögliche Erklärung dieser Diskrepanz wäre, dass die gültigen Dosisfaktoren die Strahlenwirkung von Strontium massiv unterschätzen.

Diese Ergebnisse von Körblein sind konsistent mit den Veränderungen der Perinatalsterblichkeit in Deutschland nach den oberirdischen Atombombentests in den 1950er und 1960er Jahren.

3.2 Deutschland

In Berlin wurde 1986 ein ungewöhnlicher Anstieg der Säuglingssterblichkeit beobachtet. Im Vergleich zu 1985 hat 1986 die Säuglingssterblichkeit in Berlin von 10,6 auf 12,5 im ersten Lebensjahr gestorbene Säuglinge pro 1.000 Lebendgeborene zugenommen. Die Sterblichkeit der nicht-deutschen Säuglinge stieg dabei überproportional von 9,6 auf 14,3 pro Tausend an. Die Sterblichkeit nach der ersten Lebenswoche bis zum

54 V.I. Kulakov, T.N. Sokur, A.I. Volobuev, I.S. Tzibulskaya, V.A. Malisheva, B.I. Zikin, L.C. Ezova, L.A. Belyaeva, P.D. Bonartzev, N.V. Speranskaya, et.al.: Female reproductive function in areas affected by radiation after the Chernobyl power station accident, *Environ Health Perspect.* 1993 Jul;101 Suppl 2:117-123. Wiedergegeben nach: Alfred Körblein 2005: Studies of pregnancy outcome following the Chernobyl accident. Unpublished.

55 Alfred Körblein: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 6-34.

56 Alfred Körblein 2005: Studies of pregnancy outcome following the Chernobyl accident. Unpublished.

Abschluss des ersten Lebensjahres hat sogar um 26 Prozent zugenommen. Zuvor war die Säuglingssterblichkeit zurückgegangen.⁵⁷

Für die Jahre von 1975 bis 1987 hatten M. Schmidt, H. Ziggel und G. Lüning um den Bremer Physiker Prof. Dr. Jens Scheer die Todesfälle bei Säuglingen in den ersten sieben Tagen nach der Geburt untersucht.⁵⁸ Während bis zum Frühjahr 1986 die frühe Säuglingssterblichkeit im gesamten Bundesgebiet abnahm, begann sich das in den Monaten nach Tschernobyl zu ändern: Im Süden der Bundesrepublik, vor allem in Bayern und Baden-Württemberg, wo die höchsten Strahlenbelastungen nach Tschernobyl festgestellt worden waren, wurden deutlich mehr Todesfälle bei Neugeborenen registriert als in (nördlichen) Gebieten, in denen der radioaktive Niederschlag geringer war. Diese Arbeit hat jedoch die zurückliegenden Veränderungen der Säuglingssterblichkeit infolge des Niederschlags von den atmosphärischen Atomwaffentests bei den Extrapolationen nicht genügend berücksichtigt.

Eine 1997 veröffentlichte Arbeit von Alfred Körblein⁵⁹ und Helmut Küchenhoff kam zu dem Ergebnis, dass die Perinatalsterblichkeit in Gesamt-Deutschland nach Tschernobyl signifikant angestiegen ist. Die Analyse der monatlichen Sterblichkeitsraten ergab einen Anstieg der Perinatalsterblichkeit sieben Monate nach der kalkulierten höchsten Belastung schwangerer Frauen mit radioaktivem Cäsium.⁶⁰ Die Autoren führen diesen Anstieg darauf zurück, dass im Winter 1986/1987 landwirtschaftliche Produkte in den Handel kamen, nachdem belastetes Viehfutter verfüttert wurde.

Hagen Scherb und Eveline Weigelt vom GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg fanden im Jahr 1987 eine signifikante Zunahme der Perinatalsterblichkeit in Deutschland um etwa 5 Prozent gegenüber dem Trend der übrigen Jahre.⁶¹ Das entspricht etwa 300 zusätzlichen Fällen. Scherb und Weigelt halten es aufgrund von Totgeburtenstatistiken anderer europäischer Länder sogar für möglich, dass mit dieser Zahl der Effekt noch unterschätzt wird (siehe unten).

Auch in Süddeutschland war die Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl erhöht. Das Umweltinstitut München veröffentlichte 1991 eine Untersuchung über die Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl im April 1986 auf die Säuglingssterblichkeit in

57 Strahlentelex 7/1987, S. 2. Strahlentelex 8/1987, S. 3.

58 G. Lüning, J. Scheer, M. Schmidt, H. Ziggel: Early infant mortality in West Germany before and after Chernobyl. *Lancet*. 1989 Nov 4;2(8671):1081-1083. Strahlentelex, 78-79/1990, S. 8, Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl.

59 Dr. Alfred Körblein (Umweltinstitut München) hatte sich bereits den Zorn des Establishments zugezogen, als er respektlos die bekannten Untersuchungen des Mainzer Kinderkrebsregisters (Direktor: Prof. Dr. Jörg Michaelis) über Krebserkrankungen in der Umgebung deutscher kerntechnischer Anlagen genau gelesen und ganz anders bewertet hat als Michaelis und die damalige Bundesumweltministerin Angela Merkel. Die Beharrlichkeit von Körblein und die Schlüssigkeit seiner Argumente haben wesentlichen Anteil daran, dass eine erneute Analyse der Krebserkrankungen in der Umgebung deutscher Kernkraftwerke begonnen wurde.

60 A. Körblein, H. Küchenhoff: Perinatal Mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997; 36(1): 3-7.

61 Hagen Scherb, Eveline Weigelt: Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hoch belasteten Gebieten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 35-75.

schwach und hoch radioaktiv belasteten Gebieten der Bundesrepublik Deutschland. Danach zeigt der Verlauf der frühen neonatalen Sterblichkeit im höher belasteten Süddeutschland zwei deutliche Anstiege im Frühsommer 1986 und Winter 1986/87.⁶²

Körblein untersuchte auch die Entwicklung der Geburtenrate, um eine mögliche Häufung spontaner Aborte als Folge von Tschernobyl zu erfassen.⁶³ Es zeigte sich in Bayern ein Unterschied in den Geburtenraten zwischen Südbayern und Nordbayern. In Südbayern, das vom Tschernobyl-Fallout stärker betroffen war als Nordbayern, war die Geburtenrate im Februar 1987 signifikant um 11 Prozent gegenüber dem Erwartungswert erniedrigt ($p=0,0043$). Das Geburtendefizit beträgt 615 Geburten. In Nordbayern zeigte sich nur eine 4-prozentige Abnahme, die nicht signifikant ist ($p=0,184$).

3.3 Sonstige Länder

Auf der Basis von Monatsdaten für die Säuglingssterblichkeit fand Körblein ebenso wie im ukrainischen Gebiet Zhytomyr auch in Polen einen signifikanten Anstieg am Anfang des Jahres 1987.⁶⁴

Scherb und Weigelt untersuchten auch die Totgeburtenrate in einigen Ländern bzw. Regionen außerhalb der Tschernobyl-Region, die vom Tschernobyl-Fallout noch vergleichsweise stark belastet wurden.⁶⁵ Nach ihrer Analyse ist in Bayern, Ostdeutschland, West-Berlin, Dänemark, Island, Lettland, Norwegen, Polen, Schweden und Ungarn die Totgeburtlichkeit in der Zusammenfassung dieser Länder bzw. Regionen im Jahr 1986 um 4,6 Prozent ($p=0,0022$) und von 1987 bis 1992 hochsignifikant um 8,8 Prozent ($p=0,33E-6$) gegenüber dem Trend auf der Basis der Jahre 1981 bis 1985 und 1987 bis 1992 erhöht. Diesem Modell entsprechend ergibt sich für die Jahre 1986 bis 1992, dass etwa 3200 Totgeburten ($\pm 1.300=2\sigma$) mehr zu beklagen waren als zu erwarten wa-

62 Strahlentelex 108-109/1991, S. 4, Die Säuglingssterblichkeit war in Süddeutschland erhöht.

63 Alfred Körblein: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 6-34.

64 Alfred Körblein: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 6-34.

65 Hagen Scherb, Eveline Weigelt: Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hoch belasteten Gebieten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 35-75.

ren. Das sind in diesem Zeitraum und in dieser Ländergruppe durchschnittlich etwa 460 zusätzliche Totgeburten pro Jahr.^{66 67 68 69 70}

Finnland ist das am stärksten von Tschernobyl belastete Land in Skandinavien. Eine finnische Studie zeigt einen deutlichen Anstieg der Frühgeburtlichkeit von in den ersten vier Monaten nach Tschernobyl gezeugten Kindern in Gebieten mit den höchsten Dosisraten und Bodenbelastungen mit Cäsium-137 nach Tschernobyl.⁷¹

Scherb und Weigelt untersuchten die Entwicklung der Totgeburten in Finnland.⁷² Die Wissenschaftler kritisieren, dass ausgerechnet im Jahr 1987 in Finnland die Definition der Totgeburt geändert worden war. Bei der von Auvinen und Kollegen im Februar 2001 publizierten Totgeburtenstatistik vermuten Scherb und Weigelt jedoch aus verschiedenen Gründen, konsistente und somit brauchbare Daten von 1977 bis 1992 verfügbar zu haben. Gestützt auf diese Daten analysierten Scherb und Weigelt den Trend der Totgeburtlichkeit in Finnland von 1977 bis 1994. Sie fanden hierbei einen hochsignifikanten Change-Point im Jahr 1987. Der Effekt war etwa doppelt so stark wie in Schweden und betrug etwa zwei Drittel des Effektes in Ungarn.

Nach Tschernobyl war die Säuglingssterblichkeit in Schweden wie auch in Finnland und Norwegen hochsignifikant um 15,8 Prozent gegenüber dem Trend der Jahre 1976 bis 2006 erhöht. Für 1987 bis 1992 errechnete Alfred Körblein insgesamt 1.209 zusätzlich gestorbene Säuglinge (95%-Vertrauensbereich: 875 bis 1.556)⁷³.

-
- 66 H. Scherb, E. Weigelt: Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hoch belasteten Gebieten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 35-75.
- 67 H. Scherb, E. Weigelt, I. Brüske-Hohlfeld: European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident; *International Journal of Epidemiology* 1999; 28:932-940.
- 68 H. Scherb, E. Weigelt: Spatial-temporal change-point regression models for european perinatal data; *European Radiation Research 2000, 30th Annual Meeting of the European Society for Radiation Biology, Warszawa, 27th-31th August, 2000.*
- 69 H. Scherb, E. Weigelt, I. Brüske-Hohlfeld: Regression Analysis of Time Trends in Perinatal Mortality in Germany 1980-1993; *Environmental Health Perspectives* Vol. 108, No. 2, Februar 2000.
- 70 H. Scherb, E. Weigelt: Spatial-temporal logistic regression of the cesium contamination and the time trend in annual stillbirth proportions on a district level in Bavaria, 1980 to 1993; in: Friedl, H. et al. (eds): *Proceedings of the 14th International Workshop on Statistical Modelling, Technical University Graz*, pp. 647-650.
- 71 T. Harjulehto, T. Aro, H. Rita, T. Rytömaa, L. Saxén: The accident at Chernobyl and outcome of pregnancy in Finland. *Br Med J.* 1989; 298: 995-997. *Strahlentelex* 178-189/1994, S. 7, Neugeborenensterblichkeit nach Tschernobyl.
- 72 Hagen Scherb, Eveline Weigelt: Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hoch belasteten Gebieten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. Bericht Nr. 24/2003 des Otto Hug Strahleninstituts, S. 35-75.
- 73 Körblein, A.: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl in skandinavischen Ländern, *Strahlentelex* 510 -511, 2008

Exkurs: Aborte und Schwangerschaftsabbrüche

Aborte und Schwangerschaftsabbrüche nach Tschernobyl werden üblicherweise schweigend übergangen. Es gibt jedoch einige Hinweise, die beunruhigen:

- in Polen habe es 1986 im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren deutlich weniger Lebendgeburten gegeben.^{74 75}
- Trichopoulos berichtete 1987 über Schwangerschaftsabbrüche nach Tschernobyl. Er kam zu dem Ergebnis, dass in Griechenland 23 Prozent der Frühschwangerschaften des Mai 1986 unterbrochen wurden. Insgesamt sind so etwa 2.500 erwünschte Schwangerschaften wegen Tschernobyl unterbrochen worden.⁷⁶
- Ketchum beruft sich auf die IAEO mit der Information, dass es in Westeuropa 100.000 bis 200.000 zusätzliche Abtreibungen wegen der Tschernobyl-Katastrophe gegeben habe.⁷⁷
- Es gibt zahlreiche Hinweise von Ärzten und Frauen aus der Tschernobylregion darauf, dass in den Tagen und Wochen nach Tschernobyl systematisch abgetrieben wurde. Niemand redet gerne darüber, genaue Daten dazu sind uns nicht bekannt.

Dr. Mole, langjähriges Mitglied der ICRP und der NRPB, äußerte sich zu diesem Problem schon vor Tschernobyl folgendermaßen: "Die wichtigste Erwägung ist das allgemein akzeptierte Werturteil, dass frühe Abgänge von Embryonen von geringer persönlicher und gesellschaftlicher Bedeutung sind."⁷⁸

Wir teilen die Bewertung von Dr. Mole nicht. Wir zählen diese erschreckend hohe Anzahl von abgetriebenen Embryonen zu den Opfern von Tschernobyl.

Seit der Entdeckung der Mutagenität von ionisierender Strahlung im Tierexperiment wurden schädigende strahlengenetische Effekte auch beim Menschen immer wieder in Betracht gezogen und untersucht. Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) vertritt allerdings die Meinung, dass es für teratogene Schäden (Totgeburten, Neugeborenensterblichkeit und schwere Missbildungen) eine Schwellendosis von 100 mSV geben muss. Da die mittlere Dosis in Deutschland 1986/87 jedoch nur 0,2 mSV betrug, kann es nach Meinung von ICRP auch nicht zu erhöhten teratogenen Schäden kommen.

74 J. Gould, Vortrag am 18./19.11.1987 in Hamburg.

75 J.M. Gould: Mortality Consequences of Chernobyl Radiation in the US, First Global Radiation Victims Congress, New York, 29.9.1987.

76 D. Tricholoulos: The Victims of Chernobyl in Greece: induced abortions after the accident. Brit. Med. J. 295(1987)1100.

77 L.E. Ketchum: Lessons of Chernobyl: SNM Members Try to Decontaminate World Threatened by Fallout; The Journal of Nuclear Medicine 28(1987)6, 933ff.

78 Mole, Brit.J.Radiol. 52(1979)614,84-101.

Dagegen stehen allerdings zahlreiche Studienergebnisse in Deutschland, Europa und den drei Tschernobylländern, die aufzeigen, dass es entgegen der Erwartungen der Wissenschaftler doch zu einem erheblichen Anstieg der teratogenen Schäden kam.

Dabei konnte Körblein (2011) sowohl für belastete Gebiete in Deutschland als auch in der Ukraine eine signifikante Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der jeweiligen Caesium-Belastung bzw. später der Strontium-Belastung in der Nahrung bzw. der Bodenkontamination und dem Anstieg der Perinatalsterblichkeit nachweisen.⁷⁹

Auch jüngste Untersuchungen von Scherb und Kollegen (2010) zeigen solche schädigenden genetischen Effekte nach dem Unfall von Tschernobyl auf. Er untersuchte die Geschlechtschance, also das Verhältnis von Mädchen- und Jungengeburten und der fehlenden Geburten infolge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. Dabei fand er, dass rund 800.000 Kinder weniger geboren wurden als zu erwarten zu gewesen wären. Ein vergleichbarer Trend ließ sich für die Nahumgebung von 31 Atomanlagen in der Schweiz und in Deutschland nachweisen, wo über 40 Jahre etwa 15.000 Kinder weniger geboren wurden, vorwiegend Mädchen.⁸⁰

79 Körblein, Alfred: Erhöhte Sterblichkeit von Neugeborenen nach Tschernobyl, in: Strahlentelex 580-581/03.03.2011

80 Scherb, H., Verlorene Kinder. Die Geschlechtschance des Menschen bei der Geburt in Europa und in den USA nach den oberirdischen Atomwaffentests und nach Tschernobyl. In: Strahlentelex 558-559,2010

4. Genetische und teratogene Schäden (Fehlbildungen)

Die Beobachtung genetischer Schäden ist unter anderem deshalb so schwierig, weil der überwiegende Anteil genetischer Veränderungen erst nach Generationen sichtbar wird. Grundlegende Erkenntnisse wurden in den Anfängen der Genetik deshalb an Fliegen gewonnen, die nur eine kurze Lebenszeit haben, so dass man im Labor viele Generationen in kurzer Zeit untersuchen konnte. Wir stehen mit den Beobachtungen genetischer Schäden bei Menschen nach der Tschernobylkatastrophe deshalb erst am Anfang.

Aus dem Vavilov-Institut für Allgemeine Genetik der russischen Akademie der Wissenschaften stammen folgende Überlegungen zu den genetischen Schäden infolge der Tschernobylkatastrophe⁸¹: Unter Bezug auf den UNSCEAR-Report 1988⁸² beträgt die Kollektivdosis für alle betroffenen Länder der Nordhalbkugel zusammen 600.000 man Sv. 40 Prozent davon, also 240.000 man Sv, fallen auf das Gebiet der früheren UdSSR. Menschen im reproduktiven Alter machen etwa 40 Prozent der Bevölkerung aus, daher kann etwa 40 Prozent der Kollektivdosis künftige Generationen treffen. Das wären 240.000 man Sv für alle betroffenen Länder und 96.000 man Sv für die betroffenen Länder der Tschernobylregion (frühere UdSSR). Auf der Basis dieser Eckdaten kann man den genetischen Gesamtschaden infolge der Tschernobylkatastrophe abschätzen. Berücksichtigt man bei der Risikoabschätzung multifaktorielle Erbkrankheiten, dann sind für die betroffenen Länder auf dem Gebiet der früheren UdSSR in der ersten Generation 1.200 bis 8.300 Fälle von genetischen Schäden zu erwarten. In der ersten Generation treten 10 Prozent der insgesamt zu erwartenden genetischen Schäden auf – das bedeutet, dass in den betroffenen Ländern der Tschernobylregion insgesamt mit 12.000 bis 83.000 genetisch geschädigten Menschen gerechnet werden muss.

Auf der Nordhalbkugel käme man in der ersten Generation auf 3.300 bis 23.000 und auf lange Sicht auf 30.000 bis 207.500 durch die Tschernobylkatastrophe geschädigte Menschen.

Es ist überraschend, dass die Kollektivdosis für Europa in dieser Abschätzung von UNSCEAR größer ausfällt als die Kollektivdosis für die Tschernobylregion, daraus folgt zwingend, dass auch die Abschätzung zur Zahl der Opfer und zum Umfang der genetischen Schäden für Europa noch höher ausfallen als für die Tschernobylregion. Das liegt wesentlich an der soviel höheren Bevölkerungsdichte in den europäischen Staaten.

Für Europa gibt UNSCEAR eine Kollektivdosis von 318.000 man Sv an, daraus folgen unter den oben genannten Voraussetzungen 1.800 bis 12.200 genetisch geschädigte

81 V.A. Shevchenko: Assessment of Genetic Risk from Exposure of Human Populations to Radiation; in: E.B. Burlakova: Consequences of the Chernobyl Catastrophe: Human Health; Moskow, 1996, S. 46-61.

82 United Nations: Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation; UNSCEAR, New York, 1988, Report to the General Assembly, United Nations, New York, 1988. N° 1.P.35-44.

Menschen in Europa in der ersten Generation nach Tschernobyl. Insgesamt müssen wir mit 18.000 bis 122.000 genetisch geschädigten Menschen in Europa infolge der Tschernobylkatastrophe rechnen.⁸³

Tabelle: Abschätzung der Größenordnung des genetischen Risikos nach Tschernobyl für die Nordhalbkugel, die Tschernobylregion und für Europa (nach Shevchenko⁸⁴ und UNSCEAR 88)

Gebiet	Kollektivdosis [Man Sv]	Kollektivdosis für die fortpflanzungsfähigen Altersgruppen [mSv]	Genetische Schäden in der 1. Generation (10%)	Genetische Schäden insgesamt (100%)
Nordhalbkugel	600.000	240.000	3.300-23.000	33.000-230.000
Tschernobylregion	216.000	86.400	1.200-8.300	12.000-83.000
Europa	318.000	127.200	1.800-12.200	18.000-122.000

⁸³ Diese Überlegungen folgen im Wesentlichen den Angaben in: V.A. Shevchenko: Assessment of Genetic Risk from Exposure of Human Populations to Radiation; in: E.B. Burlakova: Consequences of the Chernobyl Catastrophe: Human Health; Moskow, 1996, S. 46-61, führen aber die Überlegungen bezüglich der Daten für Europa aus. Dabei wurde stark gerundet, weil es an dieser Stelle nur um eine grobe Abschätzung der Größenordnung gehen kann.

4.1 Tschernobyl-Region

Etwa eine Woche nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl kehrte eine Reihe deutscher Staatsangehöriger von ihren unterschiedlichen Aufenthaltsorten in der Ukraine zurück in die Bundesrepublik Deutschland. Chromosomenanalysen dieser Personen ergaben eine überraschend deutliche Vermehrung von Chromosomenschäden (Erbgutschäden): Azentrische Chromosomenanomalien waren etwa doppelt so häufig wie dizentrische. Auch zentrische Chromosomenringe wurden gefunden. Die meisten der untersuchten Personen waren im Auftrag von Firmen in der Ukraine tätig. Ihre Aufenthaltsorte in der Ukraine waren bis etwa 400 Kilometer von Tschernobyl entfernt. Untersucht wurden von diesen Personen Vollblut-Kulturen. Die Blutproben waren den Personen im Mai 1986 entnommen worden⁸⁴.

In Belarus wurde in einer Arbeit von Lazjuk und Kollegen eine erhöhte Zahl von Fehlbildungen bei 5 bis 12 Wochen alten Föten diagnostiziert.⁸⁵ Lazjuk publizierte Daten über die Rate angeborener Fehlbildungen über den Zeitraum 1985 bis 1994. 1985 gab es 12,5 Fehlbildungen auf 1.000 Geburten in Belarus. 1994 waren es 17,7/1.000. Lazjuk weist darauf hin, dass von 1991 an Ultraschalluntersuchungen eingeführt wurden, um mögliche Fehlbildungen frühzeitig zu erkennen. Rechnet man die aufgrund von Ultraschallbefunden erfolgten Schwangerschaftsabbrüche dazu (1.551 Fälle), kommt man im Jahr 1994 auf eine Rate von 22,4 Fehlbildungen auf 1.000 Geburten bzw. Schwangerschaften, d.h. die Fehlbildungsrate hat sich in zehn Jahren fast verdoppelt. Insbesondere traten erhöhte Raten von Anenzephalie (Fehlen des Gehirns), Spina bifida (offenem Rücken), Lippen/Gaumenspalten, Polydaktylie (Überzahl an Fingern oder Zehen) und Verkümmern von Gliedmaßen auf.⁸⁶

In Belarus wurde auch von Petrova und Kollegen eine erhöhte Rate von Kindern mit Anämie oder angeborenen Fehlbildungen beobachtet.⁸⁷

Im Januar 1987 – neun Monate nach Tschernobyl – häuften sich in Belarus Fälle von Trisomie 21 (Down-Syndrom) bei Neugeborenen. Zatschin et al. hatten den Zeitraum 1981 bis 2001 untersucht. Aufgrund des zeitlichen Bezuges zum Tschernobyl-Unfall führen die Autoren die vermehrten Fälle von Down-Syndrom im Januar 1987 auf den Tschernobyl-Fallout zurück. Andere mögliche Einflussfaktoren wie die pränatale

-
- 84 G. Stephan, U. Oestreicher: An increased frequency of structural chromosome aberrations in persons present in the vicinity of Chernobyl during and after the reactor accident. Is this effect caused by radiation exposure?; *Mutation Research*, 223(1989)7-12. *Strahlentelex*, 58-59/1989, S. 2, Strahlenschäden, Mehr Chromosomenschäden bei Reisenden aus der Sowjetunion.
- 85 G.I. Lazjuk, I.A. Kirillova, I.u.E. Dubrova, I.V. Novikova: Incidence of developmental defects in human embryos in the territory of Byelarus after the accident at the Chernobyl nuclear power station, *Genetika*, 1994 Sep;30(9):1268-1273 (Russian). Wiedergegeben nach: Alfred Körblein 2005: Studies of pregnancy outcome following the Chernobyl accident. Unpublished.
- 86 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484. *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f. Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei.
- 87 A. Petrova, T. Gnedko, I. Maistrova, M. Zafranskaya, N. Dainiak: Morbidity in a large cohort study of children born to mothers exposed to radiation from Chernobyl, *Stem Cells*, 1997; 15 Suppl 2:141-150. Wiedergegeben nach: Alfred Körblein 2005: Studies of pregnancy outcome following the Chernobyl accident. Unpublished.

Diagnostik oder die Änderungen der mütterlichen Altersverteilung konnten als Ursachen ausgeschlossen werden.⁸⁸

Wissenschaftler der Universitäten Moskau und Leicester untersuchten Blutproben von 79 Familien, in denen die Eltern zum Zeitpunkt des Unglücks 300 Kilometer vom Reaktor entfernt lebten. Bei den Kindern, die zwischen Februar und September 1994 geboren wurden, stellten die Wissenschaftler zu ihrer Überraschung fest, dass sich die Fälle von Mutationen verdoppelt hatten. Weil die untersuchten Kinder erst zwei Jahre alt waren, schlossen Genetiker auf genetische Veränderungen der elterlichen Keimzellen. Professor David Hillis von der Universität von Texas in Austin verwies in diesem Zusammenhang auf Messergebnisse an Feldmäusen, die in der Nähe des Tschernobyl-Sarkophags von hoch verstrahlter Nahrung gelebt hatten: "Die Mutationsrate bei den Feldmäusen ist hunderttausendfach höher als normal".⁸⁹

Godlevsky berichtete über die Morbidität bei Neugeborenen bis zum 7. Tag und über die Dynamik angeborener Entwicklungsanomalien bei Neugeborenen in dem ukrainischen Bezirk Lugyny. Die Morbidität stieg von 80 Fällen auf 1000 Geburten im Jahr 1985 auf etwa das 4-fache im Jahr 1995 (aus der Graphik abgelesen). Die absoluten Zahlen der Entwicklungsanomalien stiegen von 4 im Jahr 1985 mit unterschiedlich hohen Werten auf 17 im Jahr 1989 und 33 im Jahr 1992, danach fallen die Werte 1996 auf 11.⁹⁰

Vladimir Wertelewski (University of South Alabama) untersuchte die Häufigkeit und die Verteilung von angeborenen Fehlbildungen im Gebiet Rovno. Der nördliche Teil dieses Gebietes ist deutlich mehr strahlenbelastet infolge Tschernobyl als der südliche. Die Rate der Neuralrohrdefekte gehört zu den höchsten in Europa, sie beträgt 22 auf 10.000 Lebendgeburten, (zum Vergleich: die durchschnittliche Rate von Neuralrohrdefekten in Europa beträgt 9,43. Wertelewski fand im nördlichen, höher strahlenbelasteten Teil Rovnos eine signifikant höhere Rate von Neuralrohrdefekten als im südlichen Teil, 27,0 gegenüber 18,3 auf 10.000 Lebendgeburten (odds ratio 1,46,95 % Konfidenzintervall CI = 1,13 – 1,93)⁹¹.

88 Zatspein et. al., Cluster of Down's syndrome cases registered in January 1987 in the Republic of Belarus as a possible effect of the chernobyl accident.

89 GID 112/113, Juni 1996. Deutschland-Radio Newsletter, 27.04.1996. Strahlentelex, 228-229/1996, S. 9, Erbgutveränderungen bei Kindern verdoppelt.

90 Ivan Godlevsky, O. Nasvit: Dynamics of Health Status of Residents in the Lugyny District after the Accident at the ChNPP; In T. Imanaka: KURRI-KR-21, Kyoto, 1998, p.149-156.

91 Wertelecki, Wladimir: Malformations in a Chornobyl-Impacted Region. Pediatrics 2010;125; e836-e843, <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/125/4/e836>, in Strahlentelex 564-565,2010

Tabelle: Nach dem Tschernobyl-Unfall beobachtete teratogene Effekte

Country	Effects	References
Belarusland National Genetic Monitoring Registry	Anecephalie, offener Rücken, Lippen/ Gaumenspalten, Polydaktylie, Verkü- merung von Gliedmaßen, Downsyndrom	Lazjuk et al. 1997
Belarusland Hoch belastetes Gebiet Gomel Distrikt Chechersky der Region Gomel Region Mogilev Region Brest	Kongenitale Fehlbildungen Kongenitale Fehlbildungen Kongenitale Fehlbildungen Kongenitale Fehlbildungen	Bogdanovich 1997; Savchenko 1995 Kulakov et al. 1993 Petrova et al. 1997 Shidlovskii 1992
Ukraine Distrikt Polesky der Region Kiev Region Lygyny	Kongenitale Fehlbildungen	Kulakov et al. 1993 Godlevsky, Nasvit 1998
Türkei	Anecephalie, offener Rücken	Akar et al. 1988/89; Caglayan et al. 1990; Güvenc et al. 1993; Mocan et al. 1990
Bulgarien, Region Pleven	Malformations of heart and central nerv- ous system, multiple malformations	Moumdjiev et al. 1992
Croatia	Malformations by autopsy of stillborns and cases of early death	Kruslin et al. 1998
Germany German Democratic Republic, Cen- tral registry Bavaria Annual Health Report of West Ber- lin 1987 City of Jena (Registry of congenital malformations)	Cleft lip and/or palate Cleft lip and/or palate Congenital malformations Malformations in stillborns Isolated malformations	Zieglowski, Hemprich 1999 Scherb, Weigelt 2004 Körblein 2003, 2004; Scherb, Wei- gelt 2003 Strahlentelex 1989 Lotz et al. 1996

Literatur:

- Akar, N., Cavdar, A.O., and Arcasoy, A., 1988, High incidence of Neural Tube defects in Bursa, Turkey, *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 2:89-92.
- Akar, N., Ata, Y., and Aytekin, A.F., 1989, Neural Tube defects and Chernobyl? *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 3:102-103.
- Bogdanovich, I.P., 1997, Comparative analysis of the death rate of children, aged 0-5, in 1994 in radiocontaminated and conventionally clean areas of Belarus, in: *Medicobiological effects and the ways of overcoming the Chernobyl accident consequence*, Collected book of scientific papers dedicated to the 10th anniversary of the Chernobyl accident, Minsk-Vitebsk, p. 4.
- Caglayan, S. Kayhan, B., Mentecoglu, S., and Aksit, S., 1990, Changing incidence of neural tube defects in Aegean Turkey, *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 4:264-268.
- Godlevsky, I., and Nasvit, O., 1998, Dynamics of health status of residents in the Lugnyin district after the accident of the ChNPS, in: *Research activities about the radiological consequences of the Chernobyl NPS accident and social activities to assist the sufferers by the accident*, T. Imanaka, ed., Research Reactor Institute, Kyoto University, KURRI-KR-21, pp.149-156.
- Güvenc, H., Uslu, M.A., Güvenc, M., Ozkici, U., Kocabay, K., and Bektas, S., 1993, Changing trend of neural tube defects in Eastern Turkey, *J. Epidemiol. Community Health* 47:40-41.
- Körblein, A., Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl, 2003, *Berichte Otto Hug Strahleninstitut* 24:6-34.
- Kulakov, V.I., Sokur, T.N., Volobuev, A.I., Tzibulskaya, I.S., Malisheva, V.A., Zikin, B.I., Ezova, L.C., Belyaeva, L.A., Bonartzev, P.D., Speranskaya, N.V., Tchesnokova, J.M., Matveeva, N.K., Kaliznuk, E.S., Miturova, L.B., and Orlova, N.S., 1993, Female reproduction function in areas affected by radiation after the Chernobyl power station accident, *Environ Health Persp.* 101, Suppl. 2:117-123.
- Kruslin, B., Jukic, S., Kos, M., Simic, G., and Cviko, A., 1998, Congenital anomalies of the central nervous system at autopsy in Croatia in the period before and after Chernobyl, *Acta Med. Croatica* 52:103-107.
- Lazjuk, G.I., Nikolaev, D.L., and Novikova, I.V., 1997, Changes in registered congenital anomalies in the Republic of Belarus after the Chernobyl accident, *Stem Cells* 15, Suppl. 2:255-260.
- Lotz, B., Haerting, J., and Schulze, E., 1996, Veränderungen im fetalen und kindlichen Sektionsgut im Raum Jena nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, Oral presentation at the International Conference of the Society for Medical Documentation, Statistics, and Epidemiology, Bonn, Germany.
- Mocan, H., Bozkaya, H., Mocan, Z.M., Furtun, E.M., 1990, Changing incidence of anencephaly in the eastern Black Sea region of Turkey and Chernobyl, *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 4:264-268.
- Moumdjiev, N., Nedkova, V., Christova, V., Kostova, Sv., 1992, Influence of the Chernobyl reactor accident on the child health in the region of Plevan, Bulgaria, in: *20th Int. Congr. Pediatrics* Sept. 6-10, 1992 in Brasil, p.57. Cited by Akar, N., Further notes on neural tube defects and Chernobyl (Letter), *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 8, 1994, 456-457.
- Petrova, A., Gnedko, T., Maistrova, I., Zafranskaya, M., Dainiak, N., 1997, Morbidity in a large cohort study of children born to mothers exposed to radiation from Chernobyl. *Stem Cells* 16, Suppl. 2: 141-150
- Scherb, H., and Weigelt, E., 2003, Congenital malformation and stillbirth in Germany and Europe before and after the Chernobyl nuclear power plant accident, *Environ. Sci.& Pollut.Res.* 10 Special (1):117-125.
- Scherb, H., and Weigelt, E., 2004, Cleft lip and cleft palate birth rate in Bavaria before and after the Chernobyl nuclear power plant accident, *Mund Kiefer Gesichtschir.* 8:106-110 (in German).
- Savchenko, V.K., 1995, *The Ecology of the Chernobyl Catastrophe*. Scientific outlines of an international programme of collaborative research. *Man and the Biosphere Series Vol. 17*, UNESCO Paris, p.83.
- Shidlovskii, P.R., 1992, General morbidity of the population in districts of the Brest region. *Zdravoohranenie Belorussii (Minsk)* 1:8-11 (Russ.).
- Strahlentelex 55, 1989, Säuglinge starben vermehrt oder wurden tot geboren, Berlin, Germany, p. 6.
- Ziegłowski, V., and Hemprich, A., 1999, Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl, *Mund Kiefer Gesichtschir.* 3:195-199 (in German).

4.2 Deutschland

Im Januar 1987, neun Monate nach Tschernobyl, wurden in einem Labor für genetische Diagnostik in München (Dr. Klaus Waldenmeyer) bei Neugeborenen zwei- bis dreimal häufiger als üblich Trisomie 21 (Down-Syndrom)⁹² festgestellt. Bei aller Vorsicht, die nach Auffassung von Dr. Waldenmeyer bei der Beurteilung solcher Beobachtungen geboten ist, sei das vermehrte Auftreten der genetischen Veränderungen genau neun Monate nach der Katastrophe von Tschernobyl äußerst auffällig⁹³. In München wurden sechs Fälle von Trisomie 21 bekannt⁹⁴.

K. Sperling stellte fest, dass in Berlin ebenfalls neun Monate nach Tschernobyl die Fälle von Trisomie 21 (Down-Syndrom) steil anstiegen. 12 Kinder mit Down-Syndrom kamen im Januar 1987 in West-Berlin zur Welt, während normalerweise nur zwei oder drei zu erwarten gewesen wären. Diese Zahl wurde als "statistisch hochsignifikant" bezeichnet und damit eine zufällige Schwankung ausgeschlossen.⁹⁵ In acht dieser Fälle fiel der mutmaßliche Empfängnisterrmin in die Zeit des höchsten in Berlin gemessenen Radioaktivitätsanstiegs⁹⁶. Der beobachtete Anstieg der Down-Syndrom-Rate von 1987 wurde von K. Sperling et al. in einer 1994 im *British Medical Journal* publizierten ausführlichen Datenanalyse bestätigt. Sperling konnte seine Analyse auf außergewöhnlich genaue Zahlen stützen. Wegen der früheren "Insellage" der Stadt und der Zuständigkeit seines Instituts für die Betreuung aller Kinder mit Down-Syndrom in West-Berlin war Sperlings Zahlenmaterial im Gegensatz zu den Daten in anderen Bundesländern praktisch lückenlos. Andere Ursachen für die Häufung der Chromosomenstörung als den radioaktiven Fallout im Frühjahr konnte Sperling ausschließen, speziell auch das Alter der Mütter. Fünf Paare zeugten ihr Kind während der Zeit der höchsten Strahlenbelastung in Berlin vom 29. April bis zum 8. Mai 1986 und bei fünf weiteren lag der Zeitpunkt der Zeugung entweder ebenfalls in dieser Zeit oder kurz danach. In sechs von sieben Fällen war das überzählige Chromosom mütterlichen Ursprungs, stellten Sperling und Mikkelsen anhand zellgenetischer Untersuchungen fest. In acht der insgesamt 12 Fälle, so Sperling, sei ein Zusammenhang zwischen der erhöhten Radioaktivität und der Chromosomenanomalie wahrscheinlich oder könne jedenfalls nicht ausgeschlossen werden. Sperling nahm an, dass das radioaktive Jod-131 mit seiner Halbwertszeit von etwa 8 Tagen und seinen im Frühjahr 1986 hohen Konzentrationen in der Umwelt, in der Atemluft und in Nahrungsmitteln, Ursache sein könnte. Diskutiert wird eine Wechselwirkung zwischen den Eierstöcken und der Schilddrüse und auch eine direkte Jodspeicherung in den Eierstöcken. So waren bereits früher in medizinischen Studien gehäuft auf-

92 Menschen mit Down-Syndrom haben einen Chromosomensatz, in dem das Chromosom 21 dreimal statt zweimal vorkommt. Sie haben damit insgesamt 47 statt 46 Chromosomen, den Trägern der Erbinformation. Diese genetische Veränderung entsteht infolge einer "gestört" verlaufenden Reifeteilung der Geschlechtszellen meist bei der Mutter vor der Befruchtung. Die Folge sind neben dem typischen Äußeren der Kinder verminderte Intelligenz, eingeschränkte Fähigkeit zur Infektionsabwehr und Fehlbildungen innerer Organe wie Herzfehler.

93 *Strahlentelex*, 3/1987, 19. Feb. 1987, S. 1f., Mongolismus nach Tschernobyl zwei bis dreimal häufiger.

94 *Strahlentelex*, 5/1987, 19. März 1987, S. 1f., "Mongolismus" 9 Monate nach Tschernobyl.

95 *Strahlentelex*, 5/1987, 19. März 1987, S. 1f., "Mongolismus" 9 Monate nach Tschernobyl.

96 *Strahlentelex*, 166-167/1993, S. 4, Tschernobylfolgen auch in Deutschland messbar.

tretende Schilddrüsenerkrankungen wie Schilddrüsenüberfunktion (Clark 1929) und Autoimmunreaktionen (Fialkow 1964) bei Müttern und Kindern mit Trisomie 21 festgestellt worden.⁹⁷

Nach den Beobachtungen in Berlin veranlasste Professor Sperling eine bundesweite Erhebung bei 40 humangenetischen Instituten und Untersuchungsstellen in der Bundesrepublik Deutschland. Die Auswertung von 28.737 vorgeburtlichen Chromosomenanalysen aus dem Jahre 1986 hatte damals in 393 Fällen Abweichungen von der normalen Chromosomenzahl ergeben, davon handelte es sich in 237 Fällen um Trisomie 21. Die höchste Anzahl von Abweichungen gab es bei Embryonen, die im Zeitraum der besonders hohen Strahlenbelastung in den Tagen nach dem Unglück von Tschernobyl gezeugt worden waren. Gehäuft war dies im stärker radioaktiv belasteten süddeutschen Raum der Fall.⁹⁸

Die Trisomie-21-Studie von Professor Sperling für Berlin wurde später in einer Re-Analyse bestätigt. Pierre Verger vom Institut für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz in Fontenay-aux Roses Cedex (Frankreich) sichtete die vorhandenen Arbeiten über einen möglichen Zusammenhang von ionisierender Strahlung und dem Entstehen der Chromosomenanomalie Down-Syndrom unter Einbeziehung des Alters der Mütter und möglicher vorgeburtlicher Bestrahlungen.⁹⁹

In Hamburg gab es im Tschernobyl-Jahr 1986 den seit 30 Jahren zweithöchsten Anstieg in der Zahl der mangel und frühgeborenen Säuglinge unter 2.500 Gramm Geburtsgewicht. Diese Zahlen enthalten sowohl die mangelgeborenen als auch die frühgeborenen Säuglinge. Das teilte der Senat der Hansestadt Hamburg in seiner Antwort auf eine Kleine Anfrage der Bürgerschafts-Abgeordneten Ursula Caberta y Diaz (SPD) mit. Während in den Jahren 1981 bis 1985 durchschnittlich 60 von 1.000 lebendgeborenen Säuglingen untergewichtig waren (1982 waren es 65), waren es im Tschernobyl-Jahr 67 untergewichtige Säuglinge.¹⁰⁰

Auch in der DDR kam es nach Tschernobyl zum Anstieg strahlentypischer Fehlbildungen. In der DDR war gesetzlich geregelt, dass alle Aborte und alle bis zum Alter von

97 Karl Sperling, Jörg Pelz, Rolf-Dieter Wegner, Andrea Dörries, Annette Grüters, Margareta Mikkelsen, Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident, temporal correlation or causal relation?, *British Medical Journal* 1994, 309: 158-62, 16 July 1994. Karl Sperling, Jörg Pelz, Rolf-Dieter Wegner, I. Schulzke, E. Struck, Frequency of trisomy 21 in Germany before and after the Chernobyl accident, *Biomed & Pharmacother*, 1991, 45, 255-262. *Strahlentelex*, 184-185/1994, S. 1 f., Behinderte Kinder in Berlin durch Tschernobyl.

98 Karl Sperling, Jörg Pelz, Rolf-Dieter Wegner, Andrea Dörries, Annette Grüters, Margareta Mikkelsen, Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident, temporal correlation or causal relation?, *British Medical Journal* 1994, 309: 158-62, 16 July 1994. Karl Sperling, Jörg Pelz, Rolf-Dieter Wegner, I. Schulzke, E. Struck, Frequency of trisomy 21 in Germany before and after the Chernobyl accident, *Biomed & Pharmacother*, 1991, 45, 255-262. *Strahlentelex*, 184-185/1994, S. 1 f., Behinderte Kinder in Berlin durch Tschernobyl.

99 Pierre Verger, Down Syndrom und Ionizing Radiation, *Health Physics*, December 1997, Vol 73:6, 882-893. *Strahlentelex*, 268-269/1998, S. 1-4, Die Trisomie-21-Studie des Berliner Humangenetikers Sperling wurde in einer Re-Analyse bestätigt.

100 *Strahlentelex*, 47/1988, S. 6, Hamburg, Im Tschernobyl-Jahr 1986 vermehrt untergewichtige Säuglinge geboren.

16 Jahren verstorbene Kinder autopsiert wurden. Das Fehlbildungsregister in Jena stellte 1986-87 einen 4-fachen Anstieg isolierter Fehlbildungen im Vergleich zu 1985 fest, der in den folgenden Jahren wieder abklang. Der Anstieg betraf vornehmlich das Zentralnervensystem und die Bauchdecke.¹⁰¹ Eine Analyse des DDR-Zentralregisters für Fehlbildungen ergab einen Anstieg der Lippen- und Gaumenspalten um 9,4% im Jahr 1987 (verglichen mit dem Mittelwert für 1980 und 1986, der am ausgeprägtesten in den 3 nördlichen Gebieten auftrat, die am meisten vom Fallout betroffen waren).¹⁰²

In West-Berlin ergab sich nach dem Jahresgesundheitsbericht für Berlin 1987 eine Verdopplung der Fehlbildungen bei Totgeborenen. Am häufigsten waren Hände und Füße betroffen, ferner Herz und Harnröhre, außerdem gab es vermehrte Spaltbildungen.¹⁰³

Im Süden des Freistaates Bayern, der durch den radioaktiven Fallout vergleichsweise stark belastet war, war die Fehlbildungsrate Ende 1987, sieben Monate nach der höchsten Cäsiumbelastung von Schwangeren, nahezu doppelt so hoch wie in Nordbayern. In den Monaten November und Dezember 1987 zeigt die Fehlbildungsrate in den bayerischen Landkreisen eine hochsignifikante Abhängigkeit von der Cäsium- Bodenkontamination. A. Körblein und H. Küchenhoff zeigten, dass das Verhältnis der Fehlbildungsrate in Süd- und Nordbayern zeitlich mit der um sieben Monate verschobenen Cäsiumbelastung der Schwangeren korreliert. Die Fehlbildungsrate in den 24 höchstbelasteten Landkreisen im November plus Dezember 1987 war nahezu dreimal so groß wie in den 24 niedrigstbelasteten Landkreisen Bayerns. In den zehn höchstbelasteten Landkreisen war die Fehlbildungsrate sogar fast achtmal höher als in den zehn niedrigstbelasteten (odds ratio = 7,8, $p < 0,001$). Die Ergebnisse stimmten auch überein mit einer erhöhten Rate von Totgeburten. Bayern ist das einzige deutsche Bundesland, in dem Daten zu kindlichen Fehlbildungen vor und nach Tschernobyl existieren. Sie wurden für die Jahre 1984 bis 1991 im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen nachträglich erhoben.¹⁰⁴

H. Scherb et al. fanden einen Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Fehlbildungsrate nach Tschernobyl und der Cäsium-Bodenkonzentration in den bayerischen Landkreisen. Für die Fehlbildungsgruppe Lippen, Kiefer und Gaumenspalten ermittelten sie

101 Lotz, B. et al.: Veränderungen im fetalen und kindlichen Sektionsgut im Raum Jena nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, Bonn, Vortrag: Society for Medical Documentation, Statistics and Epidemiology, 1996. zit. in Hoffmann, W.: Fallout ...

102 Ziegowski, V., A. Hemprich: Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl. Mund Kiefer Gesichtschirurgie 1999; 3:195-199; zit. In Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. Archives of Environmental Health 56 (2001) 478-484. Strahlentelex, 374-375/2002, S. 9 f. Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei.

103 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. Archives of Environmental Health 56 (2001) 478-484. Strahlentelex, 374-375/2002, S. 9 f. Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei.

104 Alfred Körblein: Folgen von Tschernobyl: Fehlbildungen bei Neugeborenen in Bayern. Umweltnachrichten 94/2001, Umweltinstitut München e.V. Dezember 2001, S. 11-16. H. Scherb, E. Weigelt, Spaltgeburtenrate in Bayern vor und nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, Mund Kiefer Gesichtschir 2004, 8: 106-110. Strahlentelex, 360-361/2002, S. 5f., Fehlbildungen bei Neugeborenen in Bayern.

eine Erhöhung der Fehlbildungshäufigkeit in den Jahren nach Tschernobyl (1987-1991) gegenüber den Jahren zuvor (1984-1986).¹⁰⁵

Der zweite Schwerpunkt der Arbeit von Scherb und Weigelt beinhaltet die Analyse von Fehlbildungsdaten, die in Bayern im Auftrag des dortigen Umweltministeriums erhoben wurden. Sie lassen die Abschätzung zu, dass es in Bayern nach Tschernobyl zu 1000 bis 3000 zusätzlichen Fehlbildungen zwischen Oktober 1986 und Dezember 1991 kam.¹⁰⁶ Die Autoren kommen zu einer Risikoabschätzung, die sich in ähnlicher Größenordnung bewegen wie die Risiken für Totgeburten im Bereich von 0,5%-2,0%/ (1 kBq/m²). In aller Vorsicht übersetzt bedeutet das ein relatives Risiko von 1,6/(1mSv/a), wenn man nur die externe Dosis aufgrund der beiden Cäsium-Isotope Cs134 und 137 berücksichtigt. Das widerspricht der Meinung, dass es in Hinblick auf Reproduktionsstörungen einen (relativ hohen) Schwellenwert gebe.^{107 108 109}

Die Strahlenbelastung im Mutterleib infolge Tschernobyl hat auch Auswirkungen auf eine geringere Intelligenz. Eine neue Studie zeigt verringerte kognitive Fähigkeiten bei Heranwachsenden aus den am stärksten vom Tschernobyl-Fallout betroffenen Gebieten Norwegens.

Signifikant niedrigere Intelligenzquotienten (IQ) weisen Heranwachsende auf, die sich während der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl im Entwicklungsstadium der 8. bis 15. Schwangerschaftswoche befanden und deren Mütter in den stärker vom Fallout betroffenen Gebieten Norwegens lebten. Das berichten die Psychologin Kristin Sverdvik Heiervang von der Universität Oslo und Kollegen jetzt im *Scandinavian Journal of Psychology* der *Scandinavian Psychological Associations* in einer Arbeit über die Auswirkungen einer Niedrigdosisstrahlenexposition im Mutterleib auf die kognitiven Funktionen in der Adoleszenz. Die Arbeit stützt damit frühere Ergebnisse aus Schweden (Almond et al. 2007), der Ukraine (Nyagu et al. 1998) und Weißrußland (Belarus; Loganovsky et. al 2008).¹¹⁰

-
- 105 Scherb, E. Weigelt, Spaltgeburtenrate in Bayern vor und nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, *Mund Kiefer Gesichtschir* 2004, 8: 106-110. *Strahlentelex*, 416-417/2004, S. 4ff., Fehlbildungen in Bayern nach Tschernobyl.
- 106 Otto-Hug-Bericht Nr. 24. *Strahlentelex*, 388-389/2003, S. 6f., Auch in Deutschland und anderen Ländern Europas starben nach Tschernobyl deutlich mehr Säuglinge, gab es mehr Fehlbildungen und Totgeburten.
- 107 BEIR V: Health effects of exposures to low levels of ionising radiation. National Research Council, Committee on the biological effects of ionising radiation, Nat. Academy Press, Washington, 1990.
- 108 A.M. Kellerer: Reaktorkatastrophe und Säuglingssterblichkeit? GSF-Bericht 19/98. Neuherberg.
- 109 Strahlenschutzkommission: Wirkungen nach pränataler Bestrahlung; BMU ed., 1989.
- 110 K.S. Heiervang, S. Mednick, K. Sundet, B.R. Rund: Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence, *Scandinavian Journal of Psychology* 2010, Blackwell Publishing Oxford, DOI: 10.1111/j.1467-9450.2010.00814.In: *Strahlentelex*:556 -557,2010

Exkurs: Tschernobyl-Effekte bei Tieren in Europa

Fehlbildungen wurden in Deutschland nach Tschernobyl nicht nur an Menschen, sondern auch bei Tieren beobachtet. Fehlbildungen bei Tieren gab es schon immer. Das veterinärgenetische Institut der Universität Gießen besitzt allein rund 8.000 Präparate. Ein Jahr nach Tschernobyl aber kam es zu einem nie da gewesenen Anstieg: Fehl- und Frühgeburten bei Kühen in Bayern und auf Korsika, Ferkel ohne Augen, Küken mit drei Beinen, Kaninchen ohne Beine, Schafe ohne Fell oder mit nur einem Auge, Fohlen mit fehlenden Hautpartien, Ziegenlämmer mit Korkenzieherbeinen oder offenem Bauch. Einige Züchter meldeten bis zu 40 Prozent Verluste an Jungtieren. Ziegen gelten als die strahlenempfindlichsten Nutztiere. 1987 wurden viele Zuchttiere nicht trächtig. Ferner kam es gehäuft zu Aborten, Frühgeburten, Totgeburten, Geburtsschwierigkeiten, zu kleinen Lämmern, zu großen Lämmern, fehlendem Schluckreflex, Schilddrüsenproblemen, frühem Lammtod und schweren Fehlbildungen. Die Meldungen kamen aus dem Rheinland, dem Saarland, Saar-Pfalz, Rheinland-Pfalz und dem Sauerland. Sie kamen oft trotz erheblichen Drucks seitens der Ziegenzuchtverbände, die Probleme nicht zu melden.¹¹¹

Einen überdurchschnittlichen Anstieg von Zwittern, Totgeburten und Fehlbildungen wurde auch durch eine Betriebserhebung des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Gießen unter der Leitung von Prof. Dr. J. Steinbach für 1987 bei den Ziegenbeständen der südlichen Bundesländer festgestellt. In 133 nach dem Zufallsprinzip ausgewählten ziegenhaltenden Betrieben in acht Bundesländern wurden Daten vor Tschernobyl (1985-1986) und nach der Katastrophe (1987) erhoben. In Bayern erhielt die Studiengruppe keine Arbeitsgenehmigung. Insgesamt wurden 890 Würfe vor Tschernobyl und 794 Würfe nach dem Atomunglück untersucht. Danach ging die Wurfgröße von 1,93 nach Tschernobyl auf 1,82 zurück. Der Anteil an Zwittern stieg von 2,20 auf 3,48 Prozent. Totgeburten nahmen von 4,66 auf 5,77 Prozent zu, Fehlbildungen bei toten Lämmern von 0,93 auf 1,32 Prozent und Fehlbildungen bei lebenden Lämmern von 0,31 auf 1,10 Prozent. Die Effekte traten vor allem in südlichen Bundesländern auf, die vom Tschernobyl-Fallout sehr stark betroffen waren.¹¹²

Eindrucksvolle Hinweise auf genetische Schäden bei Tieren geben auch die wissenschaftlichen Zeichnungen von Cornelia Hesse-Honegger. Sie war bereits vor Tschernobyl beruflich mit dem Zeichnen von genetischen Schäden bei Fliegen nach unterschiedlicher Belastung befasst. Nach Tschernobyl hat sie über viele Jahre zeichnerisch dokumentiert, welche genetischen Veränderungen es bei Blattwanzen (Heteroptera) gibt. Sie hat darüber hinaus die genetischen Veränderungen von Heteroptera in der Umgebung verschiedener Atomanlagen erfasst. Ihre Zeichnungen sind nicht nur künstlerisch be-

111 Irene Noll, *Strahlentelex*, 9/1987, S. 1f.

112 *Strahlentelex*, 31/1988, S. 5, Vermehrt Zwitter, Totgeburten und Missbildungen in süddeutschen Ziegenherden.

eindruckend – sie machen auch aufmerksam auf eine Ebene von Strahlenschäden, an die wir zunächst nicht denken, die jedoch sehr ernst zu nehmen ist.¹¹³

In Großbritannien gelten 19 Jahre nach Tschernobyl wegen der anhaltenden radioaktiven Belastungen immer noch restriktive Maßnahmen für 379 landwirtschaftliche Betriebe, die insgesamt eine Fläche von 74.000 Hektar und 200.000 Schafe umfassen.¹¹⁴ Ähnliche Regelungen gibt es außerdem in bestimmten Regionen anderer Länder der EU, so in Schweden und Finnland bezüglich der Rentiere und in Irland. Auf eine Umfrage der Europäischen Kommission im Jahre 2002 wurde der Kommission bestätigt, dass zum Beispiel in Wildbret (Wildschwein, Reh), in Wildpilzen und wild wachsenden Beeren sowie in Fleisch fressenden Fischen aus Seen in bestimmten Regionen in Deutschland, Österreich, Italien, Schweden, Finnland, Litauen und Polen Werte einer Belastung mit Cäsium-137 in Höhe von zuweilen mehreren Tausend Becquerel pro Kilogramm erreicht werden können.^{115 116}

113 C. Hesse-Honegger: Heteroptera, Das Schöne und das Andere oder Bilder einer mutierenden Welt; Steidl-Verlag, Göttingen, 2003

114 Antwort der Europäischen Kommission auf Anfrage der Europaabgeordneten Rebecca Harms, P-1234/05DE vom 21.4.2005.

115 Th.D.: 19 Jahre nach Tschernobyl, Britische Schafe sind immer noch radioaktiv verseucht; Strahlentelex Nr.440-441/2005, S.6f.

116 A. McSmith: Chernobyl: A poisonous legacy; Independent, 14.3.2006.

4.3 Sonstige Länder

Anfang des Jahres 1987 wurde aus der vom Tschernobyl-Regen besonders betroffenen Westtürkei von einer Häufung von Missbildungen bei Neugeborenen berichtet. Im November 1986 in Düzce an der westlichen Schwarzmeerküste zehn Babys ohne Gehirn geboren. Nach Angaben von Faruk Tezer, Chefarzt einer Privatklinik in Düzce, wären höchstens drei Fälle dieser tödlichen Missbildung Anenzephalie üblich gewesen. Als weitere auffällige Fehlbildung wird über Neuralrohrdefekte berichtet.^{117 118 119 120 121 122 123}

In Finnland wurde ebenfalls eine erhöhte Fehlbildungsrate (einschließlich Störungen des Zentralen Nervensystems (ZNS) und Fehlbildungen an Gliedmaßen) in den höher belasteten Regionen registriert. Mehr Fälle von ZNS-Defekten wurden auch in Odense, Dänemark, Ungarn und Österreich beobachtet.¹²⁴

In der Region Pleven in Bulgarien fielen Fehlbildungen von Herz, ZNS und Mehrfachanomalien auf. An der Universitätsklinik Zagreb, Kroatien, wurden zwischen 1980 und 1993 alle toten Frühgeburten und Neugeborenen, die innerhalb von 28 Tagen nach der Geburt verstarben, autopsiert. Auch hier zeigten sich erhöhte Raten von ZNS-Anomalien nach Tschernobyl.¹²⁵

In Finnland haben L. Saxén et al. eine signifikante Zunahme von Frühgeburten bei Kindern, deren Mütter während der ersten drei Monate ihrer Schwangerschaft in den durch den Tschernobyl-Fallout höher belasteten Gebieten Finnlands lebten, für den Geburtszeitraum von August bis Dezember 1986 festgestellt. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung zeigen, dass die Höhe des radioaktiven Fallouts, dem die finnische Bevölkerung ausgesetzt war, nicht ausreichte, um fetale Schäden bei den zum regulären Zeitpunkt

117 Güvenc, H., Uslu, M.A., Güvenc, M., Ozkici, U., Kocabay, K., Bektas, S.: Changing trend of neural tube defects in Eastern Turkey; *J. Epidemiol. Community Health*, 1993, 47:40-41.

118 Caglayan, S., Kayhan, B., Menteseoglu, S., Aksit, S.: Changing incidence of neural tube defects in Aegean Turkey; *Pediatric and Perinatal Epidemiology*, 1990, 4:264-268.

119 N. Akar, Cavadar, A.O., Arcasoy, A.: High incidence of Neural Tube defects in Bursa, Turkey; *Pediatric and Perinatal Epidemiology* 1988, 2:89-92.

120 Strahlentelex, 3/1987, S. 1f., Mongolismus nach Tschernobyl zwei bis dreimal häufiger.

121 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484.

122 Mocan, H., Bozkaya, H., Mocan, Z.M., Furtun, E.M.: Changing incidence of anencephaly in the eastern Black Sea region of Turkey and Chernobyl; *Pediatric and Perinatal Epidemiology* 1990, 4:264-268.

123 Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei, *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f.

124 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484. Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei, *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f.

125 Akar 1994. Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484. Inge Schmitz-Feuerhake, Fehlbildungen in Europa und der Türkei, *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f.

geborenen Kindern hervorzurufen. Mit dieser Studie sei jedoch nicht die Möglichkeit von Erbschäden bei Kindern mit radioaktiver Belastung während ihrer fetalen Entwicklung ausgeschlossen. Die größere Häufigkeit von Frühgeburten behinderter Kinder in den höher belasteten Gebieten Finnlands sei ihnen überdies unerklärlich.¹²⁶

J. Pohl-Rüling et al. veröffentlichten 1991 die Ergebnisse ihrer Untersuchungen über Chromosomenschäden in Lymphozyten von in Salzburg (Österreich) lebenden Menschen in der Folge des Reaktorunglücks in Tschernobyl. Die aufgenommenen Strahlendosen waren infolge des Tschernobyl-Fallouts bei den getesteten Personen im Jahre 1987 zwischen 15 und 68 Prozent gegenüber der vorherigen Strahlenbelastung erhöht. Vor Tschernobyl lag die Strahlenbelastung in Salzburg im Mittel bei 0,9 Milligray pro Jahr, nach Tschernobyl bei 2 Milligray pro Jahr. Dabei erhöhte sich die Zahl der Chromosomenschäden in den Lymphozyten des peripheren Blutes der Testpersonen im Vergleich zu Daten aus der Zeit vor Tschernobyl zunächst auf etwa das Sechsfache. Mit höheren zusätzlichen Dosen verringerte sich die Zahl der Chromosomenschäden wieder. Die gefundenen Dosis/Wirkungs-Kurven, so Pohl-Rüling et al., zeigten dieselbe Tendenz wie die Ergebnisse früherer Untersuchungen.¹²⁷

In Schottland¹²⁸ und Schweden¹²⁹ kam es – ähnlich wie in Berlin und Belarusland – nach Tschernobyl zu einer schlagartigen Erhöhung von Downsyndrom-Fällen (Trisomie 21).¹³⁰

Hoffmann hält das gängige Argument, wonach die - durch Modellannahmen abgeschätzten - Falloutdosen von Tschernobyl in den Nachbarländern viel zu klein seien, um messbare Effekte zu erzeugen, dadurch für widerlegt, dass sich auch außerhalb der direkt von Tschernobyl betroffenen Staaten Ukraine, Belarusland und Russland vermehrt Chromosomenaberrationen nach dem Unfall nachweisen ließen. Mit Hilfe der Biologischen Dosimetrie wurde gezeigt, dass die Annahmen über die Strahlenbelastung der Bevölkerung Unterschätzungen beinhalten.¹³¹

126 L. Saxén, T. Rytömaa, *British Medical Journal* 1989, 298: 995-997. *Strahlentelex*, 60-61/1989, S. 8, Vermehrt Frühgeburten behinderter Kinder in Finnland.

127 J. Pohl-Rüling, O. Haas, A. Brogger et al.: The effect on lymphocyte chromosomes of additional radiation burden due to fallout in Salzburg (Austria) from the Chernobyl accident. *Mutation Research*, 262(1991), 209-217. zit. In: *Strahlentelex*, 106-107/1991, S. 1ff., Chromosomenschäden in Salzburg.

128 Ramsay C.N. et al.: Down's syndrome in the Lothian region in Scotland – 1978-1989 ; *Biomed. Pharmacother.* 1991; 45:267-272. zit. In: Hoffmann, W.: *Fallout ...*

129 Ericson, A., Kallen, B.: Pregnancy outcome in Sweden after the Chernobyl accident. *Environ. Res.* 1994; 67:149-159.

130 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484. Inge Schmitz-Fuerhake, *Fehlbildungen in Europa und der Türkei*, *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f.

131 Hoffmann, W.: Fallout from the Chernobyl nuclear disaster and congenital malformations in Europe. *Archives of Environmental Health* 56 (2001) 478-484. Inge Schmitz-Fuerhake, *Fehlbildungen in Europa und der Türkei*, *Strahlentelex*, 374-375/2002, S. 9 f.

5. Schilddrüsenkrebs und sonstige Schilddrüsen-erkrankungen

5.1 Tschernobyl-Region

Der sowjetische Gesundheitsminister E. Tschasow schrieb zum zweiten Jahrestag der Katastrophe in der „Prawda“ (dem Zentralorgan der KPdSU), „dass man heute mit Sicherheit feststellen kann, dass sich die Havarie im KKW Tschernobyl nicht auf die Gesundheit der Bevölkerung der befallenen Gebiete auswirkte.“

Nach Jahren der Geheimhaltung wurde in Moskau im März 1989 von Prof. L.A. Ilyin et al. der erste Bericht über Kontaminationsmuster und mögliche Gesundheitskonsequenzen von Tschernobyl vorgelegt¹³². Ilyin gab u. a. die Prognose ab, dass in 39 Bezirke aus 9 Gebieten mit relativ hoher Belastung von 158.000 Kindern (0-7 Jahre) 90 Kinder in den folgenden 30 Jahren Schilddrüsenkrebs bekommen würden

Vergleicht man diese Prognosen mit den folgenden Fakten, so ist offensichtlich, wie weit von der Realität entfernt diese Prognosen lagen. Ilyin vertritt noch heute Russland in den entscheidenden internationalen Gremien zu Strahlenfragen (ICRP, UNSCEAR) und gilt dort unverändert als kompetenter Fachmann für Tschernobylfolgen (s. auch Kapitel 10)

Im Januar 1990 legte A.M. Kellerer, Direktor des Strahlenbiologischen Instituts in München, einen „Bericht an das Rote Kreuz“ vor¹³³. Er schreibt dort: „Ein besonderes Problem sind die Befürchtungen bezüglich Störung der Schilddrüsenfunktion. ... Da nun Schilddrüsentests viel häufiger durchgeführt werden, findet man auch weit häufiger Störungen. Diese werden den Strahlenexpositionen zugeschrieben, obwohl trotz der hohen Dosen durch Radiojod keine pathologischen Veränderungen oder Funktionsstörungen zu erwarten sind. ... Die erhöhten Erkrankungsraten werden von der Bevölkerung und vom Großteil der Ärzteschaft der Strahlenexposition zugerechnet. Eine kritische Beurteilung der Situation jedoch führt zu dem Schluss, dass es sich um Erhöhungen handelt, die durch drei verschiedene Ursachen zustande kommen:

1. Veränderte und eingeschränkte Lebens- und Ernährungsbedingungen,
2. Gravierende Angstzustände

132 L.A. Ilyin et al.: Ecological particularities and medical, biological consequences of the accident of Chernobyl nuclear power plant. Report by 23 scientists for meeting of UssrMedical Sciences Academy, 21-23 of March.1989, zit. In: A. Yaroshinskaya: Overview of Different Informations about Acute Radiation Syndrome among Inhabitants around Chernobyl; in: T. Imanaka (ed.): KURRI-KR-21.

133 A.M. Kellerer: Bericht an das Rote Kreuz über die Mission einer Expertengruppe der Liga der Organisation des Roten Kreuzes und des Roten Halbmondes in die vom Reaktorunfall in Tschernobyl betroffenen Gebiete der Sowjetunion. Januar 1990.

3. Häufigere und intensivere ärztliche Untersuchungen und vollständigere Berichte über Erkrankungen in den kontaminierten Gebieten.“

D. Arndt, Chefarzt der Abteilung Strahlenmedizin im Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR, schrieb vier Jahre nach Tschernobyl an S. Pflugbeil, „dass die Problematik in den Gebieten um Tschernobyl nicht strahlenbiologisch, sondern psychosomatisch und durch die veränderten Lebensgewohnheiten (Vitaminmangel/vorwiegender Aufenthalt in den Wohnungen) bedingt ist.“¹³⁴

Derartige ignorante Positionen von Fachleuten haben verhindert, dass schon frühzeitig gezielte medizinische Hilfsmaßnahmen eingeleitet wurden – schließlich schienen die Leute in der Umgebung von Tschernobyl selbst Schuld, wenn sie nicht spazieren gehen und zu wenig Gemüse essen.

Zu den ersten detaillierten Informationen außerhalb der UdSSR über Fakten zu Schilddrüsenkrebserkrankungen nach Tschernobyl kam es im Herbst 1990 in Berlin.¹³⁵ Die Minsker Ärztin Maria Ankudowitsch berichtete darüber, dass durch Strahlenbelastungen nicht nur Schilddrüsenkrebs, sondern viel häufiger auch Schilddrüsenknoten, verschiedene Formen von Autoimmunthyreoiditis und Hypothyreose hervorgerufen werden können. Durch den veränderten hormonellen Status von Kindern mit einer strahlengeschädigten Schilddrüse wächst das Risiko von Funktionsstörungen bei Kindern und Jugendlichen und einer gestörten Entwicklung. Durch neuroendokrine Regulationsstörungen sind vermehrt Karzinome auch in anderen Drüsen möglich: in Hypophyse, Nebennierenrinden, Bauchspeicheldrüse, Brust und Eierstöcken. M. Ankudowitsch berichtete, dass ca. 5 Prozent der Kinder in den südlichen Regionen Beloruslands Strahlendosen von mehr als 10 Gray erhalten haben, etwa 20 Prozent der Kinder in nicht kontrollierten Gebieten bekamen ca. 1 Gy. Besonders auffällig ist die Entwicklung von Schilddrüsenkrebs bei belorussischen Kindern. Schilddrüsenkrebs ist eine Erkrankung, die üblicherweise bei älteren Menschen auftritt. Bei Kindern ist Schilddrüsenkrebs eine extrem seltene Erkrankung. Während es bis 1986 in Belorusland jährlich Neuerkrankungen bei 0-2 Kindern gab, waren es 1989 7 und 1990 bis zum Herbst 22 Fälle. Bereits zu diesem Zeitpunkt war deutlich, dass hier eine Lawine ins Rollen kam – größer und schneller als man das aus bisherigen Erfahrungen für möglich hielt. Die Offenheit dieser couragierten Ärztin hat ihrer weiteren beruflichen Entwicklung schwer geschadet.

Im Frühjahr 1991 wurden von der IAEO die Ergebnisse des Internationalen Tschernobyl-Projektes vorgestellt. In dieser umfangreichen Studie ist zu lesen: „Die Kinder, die untersucht wurden, waren im Allgemeinen gesund“. Und: „Die Daten zeigten keinen deutlichen Anstieg bei Leukämie und Schilddrüsenkrebs seit dem Unfall.“¹³⁶

134 Dietrich Arndt: Brief an Dipl.-Phys. Pflugbeil vom 24.4.1988, Archiv Pflugbeil.

135 Maria Ankudowitsch: Gesundheitszustand der Kinder in der Umgebung von Tschernobyl; in Kinder von Tschernobyl, erstes Berliner Koordinierungstreffen, 27.-28.10.1990, Berlin, Anlage 3, S.1-4.

136 The International Chernobyl Project, An Overview, Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures, Report by an International Advisory Committee, IAEO, Vienna, 1991.

Da die Daten über die Schilddrüsenkrebsfälle in Belorussland alle an einer Stelle zusammenliefen, hätte ein Telefongespräch genügt, um die aktuellen Daten zu erfahren. Heute wissen wir:

- dass bei einem der leitenden Wissenschaftler dieses Projektes – Prof. F.A. Mettler, USA - bereits die Gewebeproben von Schilddrüsenkrebskindern aus der Tschernobylregion auf dem Schreibtisch lagen, er wusste Bescheid und schrieb die Unwahrheit in den Bericht.¹³⁷
- dass den Wissenschaftlern des Tschernobyl-Projektes ein Bericht des weißrussischen Gesundheitsministers vorlag, in dem ausdrücklich auf den signifikanten Anstieg von Schilddrüsenerkrankungen bei Kindern – insbesondere in den schwer kontaminierten Kreisen des Gebiets Gomel – hingewiesen wurde.¹³⁸ Dieser Bericht wurde ignoriert.

Vom 20. bis 23. November 1995 fand in Genf in der Schweiz eine von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) organisierte internationale Konferenz zu den Gesundheitsfolgen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und anderer nuklearer Unfälle statt. Auf der Konferenz wurden Untersuchungsergebnisse präsentiert, wonach die Reaktorkatastrophe insbesondere bei Kindern, die in den hoch kontaminierten Gebieten leben, einen steilen Anstieg an Schilddrüsenkrebskrankungen zur Folge hatte. Die Erkrankungsraten hatten viel schneller zugenommen als erwartet.¹³⁹

Nach Einschätzung des WHO-Experten Keith Baverstock war die Zeitspanne zwischen dem Reaktorunfall und dem Anstieg der Krebsfälle "überraschend kurz". Zudem sei der Tumor bei den Kindern in Belorussland ungewöhnlich aggressiv und breite sich auch in anderen Bereichen des Körpers aus.¹⁴⁰

Der stärkste Anstieg von Schilddrüsenkrebsfällen bei Kindern war in der von Tschernobyl am stärksten belasteten Region Gomel aufgetreten. Etwa 50 Prozent aller Schilddrüsenkrebsfälle bei Kindern in Belorussland sind in dieser Region aufgetreten. Bei Schilddrüsenkrebsfällen Erwachsener liegt dieses Gebiet ebenfalls an erster Stelle. Im Jahr 1998 war die Zahl der jährlichen Neuerkrankungen bei Kindern zwischen 0 und 18 Jahren in der Region Gomel bereits 58-fach höher als in den 13 Jahren vor Tschernobyl.^{141 142}

137 BBC 2: Chernobyl – 10 years on. In der Fernsehreihe HORIZON, 1.4.1996.

138 V.S. Ulashchik: Some Medical Aspects of the Consequences of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant (Based on Belorussian Data). Appendix 5 of the Draft Proposal "The Radiological Consequences in the USSR from the Chernobyl Accident: Assessment of Health and Environmental Effects and Evaluation of Protective Measures". The International Chernobyl Project. IAEA, Vienna, 1990-04-18.

139 Heiko Ziggel: Schilddrüsenkrebs nimmt schneller zu als erwartet, Strahlentelex 214-215/1995, S. 1 ff.

140 Strahlentelex 138-139/1992, S. 1 ff., Die Kinder erkranken jetzt öfter an Krebs.

141 Strahlentelex 326-327/2000, S. 6 f., Desinformation über Schilddrüsenerkrankungen nach Tschernobyl.

142 Edmund Lengfelder et al.: Münchner Medizinische Wochenschrift – Fortschritte in der Medizin 43(2000)355-357.

Die überwiegende Zahl der Kinder mit Schilddrüsenkrebs war zum Zeitpunkt des Unfalls jünger als 6 Jahre, mehr als die Hälfte war jünger als 4 Jahre. Im Jahr 1995 wurde der Höchststand in der Neuerkrankungsrate an Schilddrüsenkrebs bei Kindern (0-14 Jahre) in Belarusland erreicht. Bereits frühzeitig war das aggressive Wachstum des Schilddrüsenkrebses bei Kindern und die rasche Ausbildung von Metastasen in anderen Organen – vor allem in der Lunge – festgestellt worden. Die aufgetretenen Fälle wurden fast ausschließlich als papilläre Schilddrüsenkarzinome identifiziert.

Auch in der Ukraine führte der Super-GAU von Tschernobyl zu einer Zunahme von Schilddrüsenkrebs. Nach Tschernobyl war der Gehalt von radioaktivem Jod in den Schilddrüsen von 110.000 Kindern und 40.000 Erwachsenen gemessen und ein Krebsregister eingerichtet worden. Bis 1993 verzeichnete dieses Register 418 Fälle von Schilddrüsenkrebs bei Kindern. Aufgeschlüsselt nach Regionen belegten die Fälle einen klaren Zusammenhang mit der Jod-Belastung.¹⁴³

Die Schilddrüsenkrebserkrankungen sowohl in Belarusland als auch in der Ukraine und in Russland waren Gegenstand einer breit angelegten Untersuchung von M.M. Fuzik et al.¹⁴⁴ Der Studie liegen Daten der Krebsregister Belaruslands, Russlands und der Ukraine zugrunde. Auch die Daten dieser drei Staaten zeigten, dass die höchsten Erkrankungsraten bei Personen vorlagen, die zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe Kleinkinder waren. Es zeigte sich, dass Kinder, die in den Jahren vor Tschernobyl geboren wurden (1982-1986) und zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe gerade geboren oder wenige Jahre alt waren, häufiger an Schilddrüsenkrebs erkrankten als Kinder, die in den Jahren nach Tschernobyl (1987-1991) geboren wurden.

Die starke Betroffenheit von Kindern wird als deutliches Zeichen für die besondere Empfindlichkeit der Schilddrüse des Säuglings und Kleinkindes gegenüber der krebserregenden Strahlenwirkung von radioaktivem Jod gewertet. Die Aggressivität der Schilddrüsenkarzinome bei Kindern in Belarusland kann an der frühen Metastasierung abgelesen werden. Bereits im ersten Tumorstadium pT1 der TNM-Klassifikation – nur 1 Tumorknoten von maximal 10 mm Durchmesser einseitig in einem Schilddrüsenlappen – zeigte sich in 43 Prozent der Fälle ein Befall der regionalen Lymphknoten, in 3 Prozent der Fälle sogar eine Metastasierung in andere Organe.¹⁴⁵

Nach der Untersuchung von Fuzik et al. kam es in allen 12 untersuchten Regionen der drei von Tschernobyl besonders stark betroffenen Staaten Belarusland, Russland und Ukraine zu einem signifikanten Anstieg der Schilddrüsenkrebserkrankungen bei Kindern zwischen 0 und 14 Jahren mit einer Latenzzeit von etwa 4 bis 5 Jahre nach der Reak-

143 Nature, 375(1995), S. 365. Zitiert in Strahlentelex, 206-207/1995, S. 11.

144 M.M. Fuzik, A.Ye. Prysazhnyuk, V.G. Gristchenko, V.A. Zakordonets, Ye.M. Slipenyuk, Z.P. Fedorenko, L.O. Gulak, A.Ye. Okeanov, V.V. Starinsky, Thyroid cancer, Peculiarities of epidemiological process in a cohort being irradiated in childhood in Republic of Belarus, Russian Federation, and Ukraine, International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 24-29.

145 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 16 Jahre nach Tschernobyl. Weiterhin dramatisches Ansteigen der Schilddrüsenkarzinome in Belarus. Der Heilungserfolg ist bei zahllosen Patienten weiter von intensiver westlicher Hilfe abhängig. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Sept. 2002.

torkatastrophe.¹⁴⁶ Hierbei handelte es sich um die ukrainischen Regionen Vinnitsa, Zhytomir, Cherkassy, Chernigov Land, Kiev und Kiev Stadt, die weißrussischen Regionen Gomel und Mogilev sowie die russischen Regionen Bryansk, Kursk, Orjol und Tula. Am stärksten betroffen von der Zunahme war die Region Gomel, gefolgt von den Regionen Bryansk, Orjol, Kiev Stadt, Kiev, Chernigov, Mogilev und Zhytomir.

Nach Angaben von Vassili Kazakov vom Gesundheitsministerium in Minsk trat Schilddrüsenkrebs bei Kindern in Belorussland im Jahr 1992 bis zu 80mal so häufig auf wie im weltweiten Durchschnitt.¹⁴⁷

Bis Ende 2001 gab es nach Angaben von Lengfelder et al. allein bei Kindern und Jugendlichen in Belorussland schon über 1.000 Schilddrüsenkrebs-Fälle.¹⁴⁸

Okeanov et al. geben in einer Veröffentlichung im Jahr 2004 an, dass die Erkrankungsrate für Schilddrüsenkrebs bei Kindern in Belorussland über 100-fach zugenommen hat.¹⁴⁹

Okeanov et al. weisen darauf hin, dass die Schilddrüsenkrebserkrankungen auch bei Erwachsenen stark zugenommen haben. Vor Tschernobyl war Schilddrüsenkrebs bei Erwachsenen in Belorussland eine relativ seltene Krankheit. Nach 1990 – vier Jahre nach Tschernobyl – nahm die Erkrankungsrate massiv zu und erreichte die weltweit höchsten Werte, die in den vergangenen Jahren beobachtet wurden. 1980 lag die standardisierte jährliche Erkrankungsrate für Schilddrüsenkrebs bei Erwachsenen älter als 30 Jahre bei 1,24 pro 100.000 Einwohnern. 1990 lag dieser Index bei 1,96 und im Jahr 2000 bei 5,67.¹⁵⁰

Pavel I. Bepalchuk, 2007¹⁵¹ errechnet, dass seit der Katastrophe allein in Belorussland über 12.000 Menschen an Schilddrüsenkrebs erkrankten.

Lengfelder et al. weisen darauf hin, dass mit zunehmender zeitlicher Distanz zum Unfallzeitpunkt immer mehr der 1986 mit radioaktivem Jod kontaminierten Kinder zu Jugendlichen und schließlich zu Erwachsenen werden. Sie nehmen ihr Karzinomrisiko –

146 M.M. Fuzik, A.Ye. Prysyzhnyuk, V.G. Gristchenko, V.A. Zakordonets, Ye.M. Slipenyuk, Z.P. Fedorenko, L.O. Gulak, A.Ye. Okeanov, V.V. Starinsky, Thyroid cancer, Peculiarities of epidemiological process in a cohort being irradiated in childhood in Republic of Belarus, Russian Federation, and Ukraine, International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 24-29.

147 V. Kazakov: Nature vom 3. September 1992. Zit. in: Strahlentelex 138-139/1992, S. 1ff., Die Kinder erkranken jetzt öfter an Krebs.

148 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 16 Jahre nach Tschernobyl. Weiterhin dramatisches Ansteigen der Schilddrüsenkarzinome in Belarus. Der Heilungserfolg ist bei zahllosen Patienten weiter von intensiver westlicher Hilfe abhängig. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Sept. 2002.

149 A. E. Okeanov, E. Y. Sosnovskaya, O. P. Priatkina, A national cancer registry to assess trends after Chernobyl accident, Swiss Medical Weekly 2004, 134: 645-649.

150 A. E. Okeanov, E. Y. Sosnovskaya, O. P. Priatkina, A national cancer registry to assess trends after Chernobyl accident, Swiss Wkly 2004, 134: 645-649.

151 P. I. Bepalchuk et al. (2007) Thyroid Cancer after Chernobyl, International Congress series, Vol. 1299, February 2007, Pages 27-31

das sie für den Rest ihres Lebens nicht mehr loswerden können – in die höheren Altersgruppen mit. Aber auch bei Personen, die zum Unfallzeitpunkt bereits erwachsen waren, ist das Krebsrisiko stark angestiegen: Denn auch in der Altersgruppe zwischen 50 und 64 Jahren war die Schilddrüsenrate nach Tschernobyl (1986-1998) gegenüber der Zeit vor Tschernobyl (1973-1985) 5-fach erhöht. Bei Personen über 64 Jahre war die Erkrankungsrate noch immer 2,6-fach erhöht.

Tabelle: Schilddrüsenkrebs im Gebiet Gomel (Belarusland) 13 Jahre vor und 13 Jahre nach der Tschernobyl-Katastrophe¹⁵²

Alter	1973-1985	1986-1998	Zunahme
0-18	7	407	58fach
19-34	40	211	5,3fach
35-49	54	326	6fach
50-64	63	314	5fach
>64	56	146	2,6fach

Bis zum Jahr 2000 gab es allein in Belarusland bei Erwachsenen über 3.000 zusätzliche Schilddrüsenkrebs-Fälle.¹⁵²

Inzwischen summieren sich die zusätzlichen Schilddrüsenkrebsfälle seit Tschernobyl in Belarusland bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen auf über 10.000.¹⁵³

Im Juli 1998 gab es ein internationales Symposium in Cambridge zum Thema Strahlung und Schilddrüse. Es wurde von der Europäischen Commission, dem Energieministerium der USA und dem National Cancer Institut des Gesundheitsministeriums der USA veranstaltet.

152 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 16 Jahre nach Tschernobyl. Weiterhin dramatisches Ansteigen der Schilddrüsenkarzinome in Belarus. Der Heilungserfolg ist bei zahllosen Patienten weiter von intensiver westlicher Hilfe abhängig. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Sept. 2002.

153 Telefonische Mitteilung von Edmund Lengfelder vom 1. Februar 2006. Vgl. auch E. Lengfelder, H. Rabes, H. Scherb, Ch. Frenzel: Factors influencing the assessment of chernobyl health consequences and the contribution of international non-governmental organisations to research and treatment of thyroid pathologies in Belarus. 4th International Conference, June 2-6, 2003, Kiev, Ukraine, Chernobyl Children – Health effects and psychosocial rehabilitation, Proceedings, International Journal of Radiation Medicine 2003, Addendum.

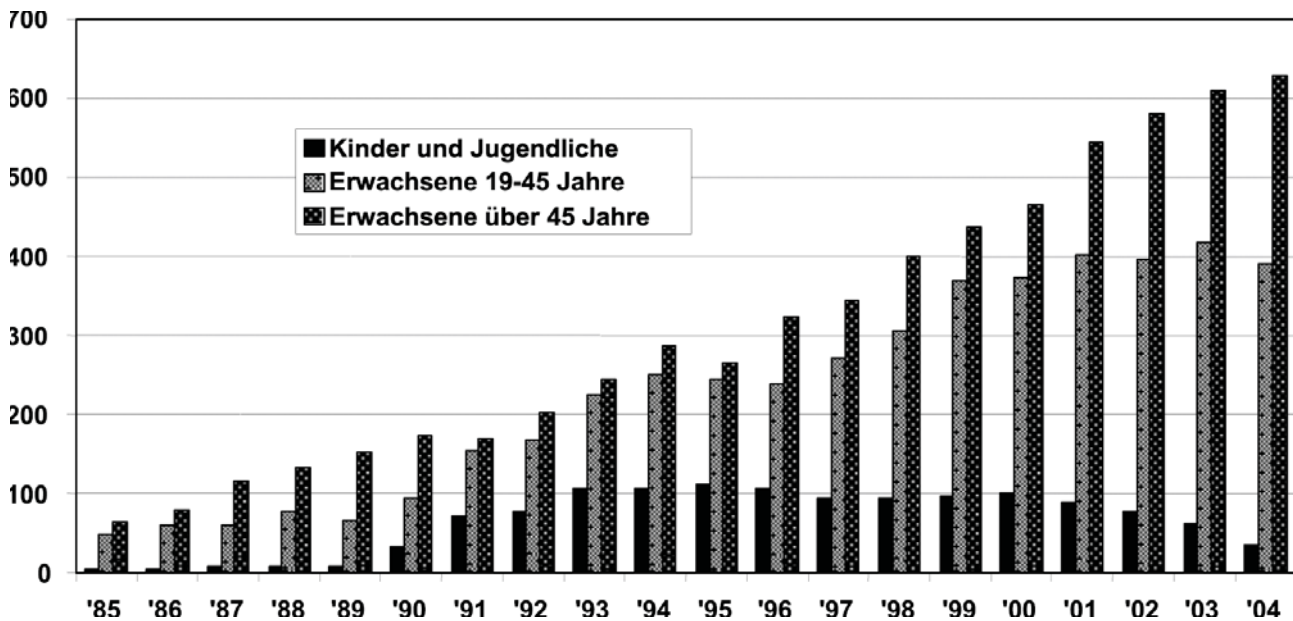


Abb. Inzidenz von Schilddrüsenkrebs in Belarusland 1985-2004¹⁵⁴

Vertreter der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelten auf diesem Symposium aus dem zeitlichen Verlauf der bisher aufgetretenen Fälle von Schilddrüsenkarzinomen bei Kindern eine Prognose: Von allen Kindern aus der Region Gomel, die zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe zwischen 0 und 4 Jahre alt waren, wird ein Drittel im Laufe des Lebens an Schilddrüsenkrebs erkranken.¹⁵⁵ Das heißt, allein in der weißrussischen Region Gomel werden der WHO-Prognose zufolge mehr als 50.000 Menschen Schilddrüsenkrebs bekommen, die zum Zeitpunkt der Katastrophe 0-4 Jahre alt waren. . Erweitert man diese Prognose auf alle Altersgruppen (auch Jugendliche und alle Gruppen der Erwachsenen) der zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe lebenden Personen in der Region Gomel, dann sind alleine dort weit über 100.000 Schilddrüsenkrebsfälle in der Folgezeit zu erwarten.¹⁵⁶

Einen Eindruck vom Ausmaß der Schilddrüsenerkrankungen in der Region Gomel gibt auch die Zahl der dort behandelten Patienten. Nach Angaben von Lengfelder et al. haben im Schilddrüsenzentrum Gomel bis zum Jahr 2002 insgesamt bereits mehr als 70.000 Patienten eine umfassende Schilddrüsenbehandlung erhalten.¹⁵⁷

154 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 20 Jahre nach Tschernobyl. Erfahrungen und Lehren aus der Reaktorkatastrophe. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Informationen, Februar 2006.

155 E. Cardis et al.: Observed and predicted thyroid cancer following the Chernobyl accident: Evidence for factors influencing susceptibility to radiation induced thyroid cancer. In: G. Thomas et al.: Radiation and Thyroid Cancer. EUR 18552 EN, World Scientific, Singapore 1999, S.395-405.

156 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 20 Jahre nach Tschernobyl. Erfahrungen und Lehren aus der Reaktorkatastrophe. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Informationen, Februar 2006.

157 Edmund Lengfelder, Christine Frenzel: 16 Jahre nach Tschernobyl. Weiterhin dramatisches Ansteigen der Schilddrüsenkarzinome in Belarus. Der Heilungserfolg ist bei zahllosen Patienten weiter von intensiver westlicher Hilfe abhängig. Otto Hug Strahleninstitut MHM. Sept. 2002.

5.2 Deutschland

Im Bundesland Hessen wurde 1986 nach Tschernobyl bei Neugeborenen vermehrt eine Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose) im Rahmen der üblichen Früherkennungsuntersuchungen festgestellt. Das teilte das Staatliche Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Mittelhessen in Dillenburg mit.¹⁵⁸

Auch in Berlin wurden 1986 vermehrt Schilddrüsenerkrankungen bei Neugeborenen festgestellt. Vierzehn Kinder wurden 1986 in Berlin mit einer Unterfunktion der Schilddrüse (Hypothyreose) geboren. In den Jahren davor waren es im Mittel nur jeweils drei bis vier, maximal sieben. Dies wurde der Zeitschrift Strahlentelex Ende Juni 1987 von der Kinderklinik der Freien Universität Berlin im Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus (KAVH) mitgeteilt.¹⁵⁹

Für eine umfassende Untersuchung von Schilddrüsenerkrankungen und speziell Schilddrüsenkrebs in Deutschland vor und nach Tschernobyl wurden die erforderlichen Daten bisher verweigert.

5.3 Sonstige Länder

Das Strahlenbiologische Institut der Universität München (Stefan Mürbeth, Prof. Lengfelder), das tschechische NRO Fakultni nemocnice Plzen im tschechischen Pilsen (Milena Rousarova) und das GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg (Hagen Scherb) stellten in einer Untersuchung eine Zunahme der Schilddrüsenkrebs-Erkrankungen bei Erwachsenen in Tschechien fest.¹⁶⁰ Tschechien ist in vergleichbarer Weise vom Tschernobyl-Fallout betroffen wie Ostdeutschland und Bayern. Die Untersuchung wurde in Tschechien durchgeführt, weil es dort – im Gegensatz zu Deutschland – ein Krebsregister auch für Erwachsene gibt. Die Untersuchung ist besonders aussagefähig, weil ihr Daten einer sehr großen Menschengruppe über einen langen Zeitraum - mit insgesamt 247 Millionen Personenjahren zugrunde liegen.

Von 1975 an stiegen die Inzidenzen für Schilddrüsenkrebs bei Männern, Frauen und auch für beide Geschlechter gemeinsam an. Nach Tschernobyl jedoch, von 1990 an, kam es zu einer signifikanten Änderung des Anstiegs der Schilddrüsenkrebs-Erkrankungen für beide Geschlechter gemeinsam von 2,0 Prozent pro Jahr auf 4,6 Prozent pro Jahr (95%-CI: 1.2-4.1, $p=0.0003$). Für Frauen sind die Werte deutlich höher als für Männer, für sie änderte sich der Anstieg signifikant schon im Jahr 1989 ($p=0,0005$).

158 Strahlentelex 20/1987, S. 6, Hessen: Nach Tschernobyl vermehrt Kinder mit Schilddrüsenunterfunktion geboren.

159 Strahlentelex 12/1987, S. 2, Berlin: Vermehrt Schilddrüsenerkrankungen bei Neugeborenen.

160 Stefan Mürbeth, Milena Rousarova, Hagen Scherb, Edmund Lengfelder: Thyroid cancer has increased in the adult populations of countries moderately affected by Chernobyl fallout. *Med Sci Monit*, 2004; 10(7): CR300-306.

Insgesamt kam es nach Tschernobyl allein in Tschechien zu 426 zusätzlichen Schilddrüsenkrebs-Erkrankungen (95%-CI: 187-688).

Als minimale Latenzzeit von der Reaktorkatastrophe bis zum Ausbruch der Erkrankungen ergaben sich vier Jahre. Diese Latenzzeit ist vergleichbar mit der in der Tschernobyl-region.

Eine Zunahme der Schilddrüsenkrebs-Erkrankungen bei Jugendlichen und Erwachsenen gab es auch in Polen¹⁶¹ und in Nord-England¹⁶².

161 Z. Szybinski, P. Olko, E. Przybylik-Mazurek, M. Burzynski: Ionizing radiation as a risk factor for thyroid cancer in Krakow and Nowy Sacz regions. *Wiad Lek*, 2001, 54(Suppl. 1): 151-156 (Polish).

162 S.J. Cotterill, M.S. Pearce, L. Parker: Thyroid cancer in children and young adults in the North of England. Is increasing incidence related to the Chernobyl accident? *Eur J Cancer*, 2001, 37(8): 1020-1026.

6. Krebserkrankungen insgesamt und Leukämie

Zur Abschätzung des Krebsrisikos nach Chernobyl gibt es unterschiedliche Annahmen und daraus folgende Modellrechnungen. In Auswertung der LSS-Kohorte der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki stellen Preston et al. (2007) fest, dass eine statistisch signifikante Dosis-Wirkungs-Beziehung auch für den Bereich von 0,15 Gy oder weniger existiert.¹⁶³ Die strahlenbedingten Erhöhungen der Krebserkrankungen persistieren unabhängig vom Lebensalter zum Zeitpunkt der Exposition.

Die abgeschätzten Ganzkörperdosen der betroffenen Bevölkerung in der Tschernobylregion beliefen sich auf Werte zwischen 0 und 0,15 Gy. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass eine zunehmende Zahl der Tschernobylstudien zu dem Ergebnis gelangt, dass chronische Niedrigbestrahlung zu einem erhöhten Krebsrisiko im Vergleich zu den Ergebnissen an den Atombombenüberlebenden führt. Die Multicenter Studie an den Arbeitern aus der Atomindustrie in 15 Ländern zeigt, dass das Risiko für alle Krebserkrankungen außer Leukämie und Lungenkrebs schätzungsweise 3 Mal höher liegt als das Krebsrisiko für die Atombombenüberlebenden. Deshalb muss festgestellt werden, dass die Studienergebnisse an den Atomwaffenüberlebenden nicht auf die betroffene Bevölkerung von Tschernobyl übertragen werden kann, weil sie das Risiko systematisch unterschätzt¹⁶⁴.

Malko (2007) ¹⁶⁵ schätzt das Risiko für 70 Jahre (1986 – 2056) alleine in Weissrussland infolge von Tschernobyl auf 62.500 zusätzliche Krebserkrankungen einschließlich Leukämien. Für ganz Europa kommt er auf 239.900 zusätzliche Krebserkrankungen einschließlich Leukämien.

163 Preston, D.L et al. (2007): Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors, 1958 -1998// Radiat. Res.-2007- V. 168 No. 1, P.1-64

164 Goncharova, R. (2010): New insight into cancer risk from radiation exposure of low dose and low dose rate; http://www.ippnw2010.org/fileadmin/user_upload/Plenary_presentations/Plen4_Slides_Goncharova_Basel_291008.pdf

165 Malko, M.V. Assessment of Chernobyl malignant Neoplasms in European Countries; <http://www.physiciansofchernobyl.org.ua/eng/Docs/Malko.pdf>

6.1 Tschernobylregion

In Belarusland wird seit 1973 ein landesweites Nationales Krebsregister geführt, in dem Informationen über alle bösartigen Tumoren registriert werden. Okeanov et al. verglichen in einer Untersuchung die Krebsfälle in den Jahren 1976 bis 1985 mit denen in den Jahren 1990 bis 2000¹⁶⁶. Die Untersuchung ergab einen signifikanten Anstieg der Krebsrate in Belarusland um 39,8 Prozent. Vor Tschernobyl lag die jährliche Erkrankungsrate bei 155,9 Fällen pro 100.000 Einwohner, nach Tschernobyl lag diese Erkrankungsrate bei 217,9 Fällen. Der Anstieg der Krebsrate betraf vorrangig Darm, Lungen, Blasen und Schilddrüsenkrebs.

Der Anstieg der Krebsrate war in allen Regionen Belaruslands signifikant. In der am meisten von Tschernobyl strahlenbelasteten Region Gomel war die Zunahme der Krebsrate mit 55,9 Prozent jedoch signifikant höher als in den weniger belasteten Regionen Belaruslands. Vor Tschernobyl lag die Krebsrate in Gomel mit jährlich 147,5 Fällen pro 100.000 Einwohner noch unter dem Landesdurchschnitt (155,9). Nach Tschernobyl lag die Krebsrate in Gomel mit 224,6 Fällen deutlich über dem Landesdurchschnitt (217,9). Als "Kontrollregion" diente die vom radioaktiven Fallout weniger belastete Region Vitebsk. Beim direkten Vergleich der beiden weißrussischen Regionen zeigte sich, dass außerdem die Erkrankungsrate in Gomel signifikant stärker angestiegen ist als in Vitebsk. Die größte Zunahme des Regressionskoeffizienten von 2,79 auf 5,8 war in Gomel zu verzeichnen, während sich in den anderen Regionen Belaruslands keine signifikante Zunahme des Regressionskoeffizienten zeigte (Belarusland insgesamt: 3,76 bzw. 3,15).

Bei der Bevölkerung Gomels, die in Gebieten mit einer besonders hohen Cäsium 137-Belastung über 555.000 Becquerel pro Quadratmeter lebt, war die Zunahme der Krebsrate besonders hoch. Bei Krebs in Bereichen der Verdauungs- und Atmungsorgane war die überdurchschnittliche Erkrankungsrate in den Jahren 1993 bis 2002 signifikant erhöht gegenüber den Gebieten mit der geringsten radioaktiven Belastung (Krebs-Erkrankungsrate in Verdauungsorganen: 141,5 in den am höchsten belasteten Gebieten gegenüber 104,7 in den am wenigsten belasteten Gebieten. Krebs-Erkrankungsrate in Atmungsorganen: 83,7 gegenüber 53,1).

Auffälligkeiten zeigten sich weiterhin hinsichtlich der Erkrankungsrate von Brustkrebs bei Frauen. In den Regionen mit besonders hoher Cäsium-Belastung – Gomel und Mogilev – wird Brustkrebs typischerweise bereits im Alter zwischen 45 und 49 Jahren festgestellt und damit 15 Jahre früher als bei den Frauen in der am wenigsten von Tschernobyl betroffenen Region Vitebsk. Die Kurven der Erkrankungsraten zeigen die Verschiebung des Erkrankungszeitpunktes hin zu jüngeren Altersgruppen besonders stark unter der von Radioaktivität stärker betroffenen ländlichen Bevölkerung in den kontaminierten Regionen.

166 A. E. Okeanov, E. Y. Sosnovskaya, O. P. Priatkina: A national cancer registry to assess trends after Chernobyl accident, *Swiss Medical Weekly* 2004, 134: 645-649.

Der Anstieg der Inzidenz von Brustkrebs wird durch eine Arbeit im International Journal of Cancer bestätigt.¹⁶⁷ Die Autoren finden einen Anstieg der Brustkrebsinzidenz in den Gebieten Gomel und Mogiljow (Belorussland) und Chernigov, Kiev und Zhytomir (Ukraine). Darüber hinaus wurde im Zeitraum 1997-2000 ein etwa 2fach erhöhtes Risiko in den am meisten kontaminierten Gebieten verglichen mit den am geringsten kontaminierten Gebieten festgestellt. Die Autoren sehen es als unwahrscheinlich an, dass die Anstiege auf erhöhte diagnostische Aktivitäten in diesen Gebieten zurückzuführen sind.

Eine Untersuchung im Bezirk Lugyny (Ukraine) macht darauf aufmerksam, dass sich die verbleibende Lebenszeit nach der Diagnose von Magen und Lungenkrebs nach Tschernobyl deutlich verkürzt hat.¹⁶⁸ Hatte man 1985 noch 57 bzw. 42 Monate nach der Diagnose von Magen- bzw. Lungenkrebs zu leben, so waren es 10 Jahre nach Tschernobyl nur noch 2,3 bzw. 2 Monate.

In der gleichen Arbeit wird auf die Zunahme von destrukturierenden Formen der Tuberkulose unter den diagnostizierten Tuberkuloseerkrankungen hingewiesen. Waren 1985 17,2 Prozent der Tuberkulosen destruktiv, so waren es 1995 50%. Godlevsky führt beide Phänomene darauf zurück, dass das Immunsystem gestört ist.

Tabelle: Verbleibende Lebenszeit nach der Diagnose bösartiger Magen- und Lungentumore vor und nach dem Tschernobyl-Unfall (Bezirk Lugyny, Gebiet Schitomir, Ukraine)

Jahr	Verbleibende Lebenszeit (in Monaten) nach der Diagnose von	
	Magenkrebs	Lungenkrebs
1984	62	38
1985	57	42
–	–	–
1992	15,5	8,0
1993	11,0	5,6
1994	7,5	7,6
1995	7,2	5,2
1996	2,3	2,0

167 E. Pukkala, S. Poliakov, A. Ryzhov, A. Kesminiene, V. Drozdevich, L. Kovgan, P. KKyronen, I.V. Malakhova, L. Gulak, E. Cardis: Brest cancer in Belarus and Ukraine after the Chernobyl accident. International Journal of Cancer, 2006, February 27th.

168 Ivan Godlevsky, O. Nasvit: Dynamics of Health Status of Residents in the Lugyny District after the Accident at the ChNPP; in: T. Imanaka (ed.): Research Activities about the Radiological Consequences of the Chernobyl NPS Accident and Social Activities to Assist the Sufferers by the Accident, KURRI-KR-21, S.149-159.

Yuri Orlov et al. berichten über Tumoren des Zentralnervensystem bei Kindern bis zu 15 Jahren über einen Zeitraum von 25 Jahren (Ukraine ohne die Bezirke Dnepropetrovsk, Donetsk, Zaporozhye und Charkov). Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 2.633 Kinder behandelt. In den 10 Jahren vor Tschernobyl (1976-1985) gab es 756 Patienten, in den 10 Jahren nach Tschernobyl (1986-1995) wurden 1.315 Kinder, also 76,9% mehr als im Zeitraum davor behandelt, obwohl die Anzahl der Kinder in der Bevölkerung in dieser Zeit um mehr als drei Millionen abnahm.¹⁶⁹

Noch beunruhigender ist die Situation bei Kleinkindern. Orlov und Shaversky berichteten über eine Serie von 188 Hirntumoren bei Kindern unter drei Jahren. 9 Fälle stammen aus den Jahren 1981-1985, 179 Fälle aus dem Zeitraum 1986-2002. Die Zahl der Patienten stieg verglichen mit dem 5-Jahreszeitraum vor Tschernobyl (9 Fälle 1981-1985) auf das 5,1fache 1986-1990 (46 Fälle), auf das 7,7fache 1991-1995 (69 Fälle) und auf das 5,3fache 1996-2000 (48 Fälle). In den Jahren 2001-2002 wurden 16 Kinder operiert. Die Zahl der erkrankten Kinder stieg von 1,8 auf 14 mit Höchstwerten in den Jahren 1988 und 1994 (18 Patienten).

Noch stärker stiegen die Zahlen für Tumore des Zentralen Nervensystems bei Kindern, die gestillt wurden. 1981-1985 gab es keinen einzigen histologisch überprüften Fall. 1986-1990 gab es 4 Fälle, 1991-1995 16 und 1996-2000 11 Fälle.

Insgesamt hat sich die Zahl der Patienten bis zu drei Jahren 5,8fach erhöht, für Kinder bis zu einem Jahr hat sich die Patientenzahl verzehnfacht. Berücksichtigt man die gleichzeitig sinkende Geburtenrate, so ist der Anstieg der Patientenzahlen sehr auffällig. Es stiegen nicht nur die Häufigkeiten der bösartigen, sondern auch die der gutartigen Tumore beträchtlich an. Gutartige Tumore bilden zwar keine Metastasen, sie dringen nicht in andere Gewebe ein, sie stellen aber insbesondere im Gehirn durch die Verdrängung von gesundem Gehirngewebe und ganz besonders im Gehirn von Kleinkindern eine schwere lebensbedrohliche Erkrankung dar.^{170 171}

Von dem radioaktiven Fallout des Tschernobyl-Unfalls 1986 waren in der Ukraine mehr als 4 Millionen Menschen betroffen. Um die Wirkung der Bestrahlung im Mutterleib und das Entstehen von Leukämie zu untersuchen, haben Noshchenko et al. das Vorkommen der verschiedenen Leukämietypen bei Kindern untersucht, die im Jahr des Unglücks 1986 geboren worden waren. Die Entwicklung der Kinder wurde 10 Jahre lang bis 1996 weiter verfolgt. Verglichen wurden die kumulativen Erkrankungsraten von Kindern aus belasteten und unbelasteten Bezirken. Bei allen Leukämiearten ist das relative Risiko in belasteten Bezirken signifikant erhöht, das gilt sowohl für Mädchen als auch für Jungen und für beide Geschlechter zusammen. Die Risikorate für die Akute Lymphatische Leukämie (ALL) ist für Jungen dramatisch erhöht und in nicht ganz so starker Ausprägung

169 Y.A. Orlov et al.: Tumors of the central nervous system in children (morbidity rates in Ukraine for 25 Yars); *Int. J. Rad. Med.* 2002, 4(1-4):233-240.

170 Y.A. Orlov, A.V. Shaversky: Indices of neurooncologic morbidity dynamics among younger children in Ukraine; *Int. J. Rad. Med.* 2004 6(1-4): 72-77.

171 Y.A. Orlov et al.: Tumors of the central nervous system in children (morbidity rates in Ukraine for 25 years. *Intern. J. Rad. Med.* 2002, 4(1-4):233-240.

auch für Mädchen. Für beide Geschlechter kombiniert ist das relative Risiko für die Akute Lymphatische Leukämie in belasteten Bezirken mehr als dreifach höher als in unbelasteten (relatives Risiko RR = 3,4). Die Ergebnisse dieser Untersuchung legen den Schluss nahe, dass das erhöhte Risiko, an Leukämie zu erkranken, für die im Jahre 1986 geborenen und danach weiter in radioaktiv belasteten Gebieten lebenden Kinder aus dem Tschernobyl-Fallout folgt.¹⁷²

Nur ein Jahr später veröffentlichten Noshchenko et al. die Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie, in der das Risiko einer strahleninduzierten Akuten Leukämie im Zeitraum 1987-1997 für Menschen untersucht wurde, die zum Zeitpunkt der Katastrophe 0-20 Jahre alt waren. Sie fanden ein statistisch signifikant erhöhtes Leukämierisiko bei Männern, deren geschätzte Strahlenexposition größer als 10 mSv war. Der Zusammenhang mit der Strahlenbelastung war signifikant für Akute Leukämie im Zeitraum 1993-1997, insbesondere für Akute Lymphatische Leukämie. Ein entsprechender Zusammenhang wurde für Akute Myeloische Leukämie gefunden, die im Zeitraum von 1987 bis 1992 festgestellt wurde.¹⁷³

In seiner neuesten Studie bezüglich des Leukämierisikos fand Noshchenko 2010¹⁷⁴, dass das Risiko an Leukämie zu erkranken, signifikant erhöht war für diejenigen Kinder in den belasteten Zonen der Ukraine, die eine Dosis höher als 10 mGy erhalten hatten.

1994 berichteten Ja. I. Vygovskaja et al., dass die Zahl der Krebs-Erkrankungen des blutbildenden Systems in der kindlichen und der erwachsenen Bevölkerung im Gebiet Rovno (Ukraine) in den Jahren nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl deutlich angestiegen ist. Sie verglichen in der Untersuchung stärker mit Radioaktivität belastete Regionen der Ukraine mit weniger belasteten Regionen. Im Gebiet Rovno wurden vor allem die sechs nördlichen Kreise mit Radionukliden stark belastet. Die Wissenschaftler verglichen die fünf Jahre vor Tschernobyl (1981-1985) mit den sechs Jahren nach Tschernobyl (1987-1992). Die Analyse der Daten zeigte, dass die Inzidenz der Hämoblastosen nach Tschernobyl höher war als vor der Atomkatastrophe. Für das ganze Gebiet Rovno lag der mittlere standardisierte Inzidenzwert bösartiger Blutkrankheiten vor Tschernobyl bei 11,53 und nach Tschernobyl bei 15,06 ($p < 0,05$). Die Zunahme der Inzidenz Chronisch-Lymphatischer Leukämie, Myelome und bösartiger Lymphome erwies sich als signifikant. Die Inzidenz Akuter Leukämien stieg in den stark kontaminierten Gebieten gegenüber den weniger stark kontaminierten Gebieten stark an.¹⁷⁵

172 Andrey G Noshchenko, Kirsten B Moysich, Alexandra Bondar, Pavlo V Zamostyan, Vera D Drosdova, Arthur M Michalek: Patterns of acute leukaemia occurrence among children in the Chernobyl region, *Int. J. Epidemiol.* 2001;30:125-129. *Strahlentelex*, 408-409/2004, S. 2f., *Epidemiologie: Vermehrt akute Leukämien bei Kindern um Tschernobyl.*

173 A.G. Noshchenko, P.V. Zamostyan, O.Y. Bondar, V.D. Drosdova: Radiation-induced Leukemia risk among those aged 0-20 at the time of the Chernobyl accident: a case-control study; *Int. J. Cancer* 99,609-618(2002).

174 Noshchenko AG, Bondar OY, Drozdova VD.: Radiation induced Leukaemia among children aged 0-5 years at the time of the Chernobyl accident; *Int J Cancer* 2010 Jul 15;127(2):412-26.

175 Ja. I. Vygovskaja, B.V. Katschorovskij, A.A. Mazurok, L.M. Lukavezkij, V.V. Orlik, Inzidenz von Hämoblastosen im Gebiet Rovno (Ukraine) vor und nach der Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl, *Hämatologie und Transfusiologie*, 39/1994, S. 22-24 (russ.). *Strahlentelex*, 266-267/1998, S. 1f., Im Gebiet Rovno in der Ukraine nahm die Zahl der Blutkrebs-Erkrankungen in den letzten Jahren drastisch zu.

Eine von Netschaj im Jahr 1996 veröffentlichte Studie über die Entwicklung hämatologischer Erkrankungen in der belorussischen Region Gomel zeigte einen deutlichen Anstieg der Inzidenz bösartiger Bluterkrankungen: Untersucht wurde eine 5-Jahres-Periode vor Tschernobyl und zwei 5-Jahres-Perioden danach. Die Analyse zeigte eine deutliche und stetige Zunahme der Inzidenz Akuter Leukämien, Chronisch-Lymphatischer Leukämien und des Myelodisplastischen Syndroms sowohl im ersten als auch im zweiten 5-Jahres-Zeitraum nach Tschernobyl.¹⁷⁶

Tabelle: Inzidenz von Bluterkrankungen im Gebiet Gomel (Anzahl)¹⁷⁷

Erkrankung	Fünfjahreszeiträume		
	1981-1985	1986-1990	1991-1995
AL	115	162	210
- davon Kinder	55	71	66
CLL	191	255	266
CML	84	95	147
Erythrämie	42	64	63
Andere CL	50	70	64
Alle Leukämien	482	646	752
Multiple Myelome	50	79	82
Myelodispl. Syndrom	k.D.	8	43
Aplastische Anämie	24	38	22

Tabelle: Anstieg der Inzidenz im 1. und 2. 5-Jahreszeitraum nach der Katastrophe im Vergleich zum 5-Jahres-Zeitraum vor der Katastrophe (absolut(in %)) im Gebiet Gomel¹⁷⁷

Erkrankung	Anstieg der Inzidenz gegenüber 1981-1985	
	1986-1990	1991-1995
AL	+47 (40,9%)	+95 (82,6%)
- davon Kinder	+16 (29,1%)	+11 (20,0%)
CLL	+64 (33,5%)	+75 (39,2%)
CML	+11 (13,1%)	+63 (75,0%)
Erythrämie	+22 (52,4%)	+21 (50,0%)

¹⁷⁶ V.V. Netschaj, Epidemiologie einiger Blutkrankheiten im Gebiet Gomel in der Zeit vor und der Zeit nach der Katastrophe von Tschernobyl, Tschernobyl, Ökologie und Gesundheit, 2/1996, S. 42-44 (russ.). Strahlentelex, 266-267/1998, S. 1f., Im Gebiet Rovno in der Ukraine nahm die Zahl der Blutkrebskrankungen in den letzten Jahren drastisch zu.

Tabelle: Anstieg der Inzidenz im 1. und 2. 5-Jahreszeitraum nach der Katastrophe im Vergleich zum 5-Jahres-Zeitraum vor der Katastrophe (absolut(in %)) im Gebiet Gomel¹⁷⁷

Andere CL	+20 (40,0%)	+14 (28,0%)
Alle Leukämien	+164 (34,0%)	+270 (56,0%)
Multiple Myelome	+29 (58,0%)	+32 (64,0%)
Myelodispl. Syndrom	–	–
Aplastische Anämie	+14 (58,3%)	-2 (8,3%)

Im Nationalen Bericht des Ministeriums für außerordentliche Situationen und der Nationalen Akademie der Wissenschaften Belorusslands für das Belorussische Parlament werden 1998 folgende Angaben gemacht¹⁷⁷:

- Im Zeitraum von 1979 bis 1985 gab es durchschnittlich 624 Neuerkrankungen an Leukämie pro Jahr.
- In den Jahren 1992-1994 gab es durchschnittlich 805 Neuerkrankungen an Leukämie pro Jahr.

Es wird dort angeführt, „dass nach der Tschernobyl-Havarie in Belorussland ein bedeutender Anstieg der Häufigkeit von Leukämie und Lymphomen zu beobachten ist. Die Erkrankungshäufigkeit der Leukämie insgesamt unter Einbeziehung der unspezifischen Formen der Leukämie betrug

- in den 7 Jahren vor der Havarie 9,34 von 100.000 Menschen,
- in den 7 Jahren nach der Havarie auf 11,62 von 100.000 Menschen.“

„Nach der Havarie im KKW Tschernobyl haben

- Chronisch Lymphatische Leukämie,
- Multiples Myelom
- Hodgkin-Lymphom und
- Non-Hodgkin-Lymphom

signifikant zugenommen.“

¹⁷⁷ Ministerium für außerordentliche Situationen der Republik Belarus, Nationale Akademie der Wissenschaften Belorusslands: Tschernobyl-Havarie: Folgen und ihre Überwindung, Nationaler Bericht 1998, russ.

Im Einzelnen werden dort folgende Daten angegeben¹⁷⁸:

Tabelle: Leukämie-Erkrankungen in Belarusland in Fällen pro Jahr¹⁷⁹		
	7 Jahr vor Tschernobyl	7 Jahre nach Tschernobyl
Chronisch Lymphatische Leukämie	2041	2830*
Multiples Myelom	782	1055*
Non-Hodgkin-Lymphom	1554	2285*
Hodgkin-Lymphom	1760	2029*

Anmerkung: *signifikant, $p < 0,05$

Auf 100.000 Einwohner Belaruslands ergeben sich in diesem Bericht folgende durchschnittliche Neuerkrankungsraten pro Jahr vor und nach Tschernobyl:

Tabelle: Durchschnittliche Inzidenzraten für Leukosen, Lymphome und Myelodysplastisches Syndrom in Belarusland¹⁷⁹				
		1979-1985	1986-1992	1993-1996
Leukosen	Erwachsene	7,99	9,91	8,76
	Kinder	4,34	4,42	3,69
Lymphome	Erwachsene	6,35	7,91	7,3
	Kinder	1,12	2,31	1,82
Myelodysplastisches Syndrom	Erwachsene	0,03	0,13	0,50
	Kinder	0,01	0,18	0,14

Pryszazhnyuk gibt Standardised Incidence Ratios (SIR) für verschiedene Formen von Leukämie in den am meisten radioaktiv kontaminierten Gebieten der Ukraine an. Er vergleicht die Daten zweier 5-Jahreszeiträume (1986-1991 und 1992-1998) mit dem Zeitraum 1980-1985. Wir geben an dieser Stelle die Daten für 1986-1991 an. Es ist offensichtlich, dass die Leukämieraten in diesen Jahren höher waren als die erwarteten Werte.

¹⁷⁸ Ministerium für außerordentliche Situationen der Republik Belarus, Nationale Akademie der Wissenschaften Belaruslands: Tschernobyl-Havarie: Folgen und ihre Überwindung, Nationaler Bericht 1998, (russ.).

Tabelle: SIR für verschiedene Formen der Leukämie in den am meisten radioaktiv kontaminierten Gebieten der Ukraine¹⁷⁹ 1986 – 1991

Code ICD-9	Leukämietyp	Beobachtet	Erwartet	SIR	Konfidenzintervall (95%)
204-208	Alle Leukämien	132	90,1	146,44	121,46-171,42
204-208.0	Alle Akuten Leukämien	65	44,3	146,59	110,95-182,22
204-208.1-9	Alle Chron. Leukämien	64	38,8	165,00	124,58-205,43
204	Lymphatische Leukämie	70	48,3	144,95	110,99-178,91
204.0	Akute Lymphat. Leukämie	20	7,8	256,01	143,81-368,22
204.1-9	Chron. Lymphat. Leukämie	47	35,4	132,73	94,78-170,67
205	Myeloische Leukämie	24	6,3	379,64	227,75-531,52
205.0	Akute Myeloische Leukämie	10	2,9	339,42	129,04-549,79
205.1-9	Chron. Myeloische Leukämie	14	3,4	414,74	197,49-631,99
206-208	Andere Leukämien	38	35,5	106,97	72,96-140,98
206-208.0	Andere Akute Leukämien	35	33,6	104,22	69,69-138,74

6.2 Deutschland

Eine 1993 erschienene Studie des Mainzer Kinderkrebsregisters belegt eine statistisch signifikante Häufung eines sehr seltenen Tumors des Kindes, des so genannten Neuroblastoms, zwei Jahre nach Tschernobyl in den höher belasteten Gebieten für den Geburtsjahrgang 1988. Die Neuroblastomhäufigkeit nahm dabei mit dem Belastungsgrad der Bodenkontamination zu. Dieser Nachweis einer Dosiswirkungsbeziehung wird als Hinweis auf eine Kausalbeziehung gewertet. Den Autoren der Studie zufolge handelt es sich bei der gefundenen Neuroblastomhäufung um "eine der auffälligsten Schwankungen seit Bestehen des Kinderkrebsregisters". Als Ursache wird eine eventuelle Schädigung der Keimzellen der Eltern vor der Zeugung diskutiert.¹⁷⁹ Die betroffenen Kinder stammten nach Auskunft von Prof. Dr. Günter Henze aus Gebieten Süddeutschlands, die nach Tschernobyl einer erhöhten Strahlenbelastung ausgesetzt waren.¹⁸⁰

J. Michaelis et al. haben ermittelt, dass nach Tschernobyl in Westdeutschland andert-halbmal so viele Kinder im ersten Lebensjahr an Leukämie erkrankt sind wie im Durchschnitt der 1980er Jahre. Die Autoren untersuchten die Häufigkeit von Leukämien bei deutschen Säuglingen, die zwischen dem 1. Juli 1986 und dem 31. Dezember 1987 in Westdeutschland geboren worden waren. Michaelis äußerte sein Erstaunen über das Ergebnis: Von knapp 930.000 Kindern erkrankten 35 Kinder im ersten Lebensjahr an ei-

179 J. Michaelis et. Al., Fall-Kontrollstudie zum Anstieg der Neuroblastom-Inzidenz für im Jahr 1988 geborene Kinder; Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 76/1993. Strahlentelex, 166-167/1993, S. 4, Dr. Hayo Dieckmann, Tschernobylfolgen auch in Deutschland messbar.

180 Günter Henze, 30.10.91, FU Berlin. Zit. in Strahlentelex, 122-123/1992, S. 8, Vermehrt Neuroblastome bei Säuglingen in Süddeutschland.

ner Leukämie, was dem 1,5fachen der Erkrankungsrate der übrigen in den 1980er Jahren erkrankten Kinder entspreche.¹⁸¹

6.3 Sonstige Länder

In Griechenland erkrankten Kinder, die zum Zeitpunkt der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl im Leib ihrer Mutter heranwuchsen, 2,6 mal so häufig an Leukämie wie wKinder, die vor oder längere Zeit nach der Katastrophe geboren wurden. E. Petridou et al. analysierten sämtliche Fälle von Kinderleukämie in Griechenland seit Tschernobyl. Sie haben festgestellt, dass bei den Kindern, die relativ kurz nach dem Tschernobyl-Unfall geboren waren (zwischen dem 1. Juli 1986 und dem 31. Dezember 1987), Leukämien im ersten Lebensjahr 2,6 mal so häufig aufgetreten waren wie bei Kindern, die vor oder nach dieser Periode geboren worden waren (zwischen dem 1. Januar 1980 bis 31. Dezember 1985 und zwischen dem 1. Januar 1988 und dem 31. Dezember 1990). Die Autoren vermuteten, dass diese Zunahme von Erkrankungen auf die vorgeburtliche Strahlenbelastung im Mutterleib nach dem Tschernobyl-Unfall zurückzuführen ist.¹⁸²

Im Jahr 1987 nahmen in Schottland die Leukämie-Erkrankungen bei Kleinkindern unter vier Jahren um 37 Prozent zu.¹⁸³ Insgesamt zählte die Untersuchung 48 Fälle von Kinderleukämie für 1987. Das waren 13 Fälle mehr als zu erwarten waren. Darunter wurden allein 33 Fälle bei Kindern unter vier Jahren diagnostiziert.

Auch aus Rumänien gibt es Berichte über Leukämie bei Kindern nach der Tschernobylkatastrophe. Davidescu et al. haben in 5 Bezirken Ostrumäniens eine ökologische Studie über den Zeitraum 1986 – 2000 durchgeführt. Die exponierte Gruppe umfasst

181 J. Michaelis, U. Kaletsch, W. Burkart, B. Grosche, Infant leukaemia after the Chernobyl accident, *Nature*, Vol. 387, 15 May 1997, S. 246. J. Michaelis, Mainz, Pressemitteilung vom 11.06.1997. Strahlentelex, 252-253, S. 1 f., Kinderleukämien, Nach dem Tschernobyl-Unfall erkrankten mehr Säuglinge in Deutschland an Blutkrebs.

182 *Nature*, 24.7.1996, zit. in Strahlentelex, 230-231/1996, S. 12, Leukämie in Griechenland. Strahlentelex, 252-253, S. 1 f., Kinderleukämien, Nach dem Tschernobyl-Unfall erkrankten mehr Säuglinge in Deutschland an Blutkrebs.

183 *The Lancet* Sept. 1988; Strahlentelex, 42/1988, Mehr Leukämien in Schottland.

137.072 Kinder (37 Leukämiefälle), die nichtexponierte Gruppe besteht aus 774.789 Kindern (204 Leukämiefälle). Die Belastung wird darauf zurückgeführt, dass die Nahrungsmittel für drei Jahre mit Cs134, Cs137, Sr90 und J131 kontaminiert waren. Die Leukämieinzidenz für die Altersgruppe 0-10 Jahre ist in den belasteten Gebieten nicht signifikant höher als in der Vergleichsregion (270 gegen 263, $p > 0,05$). Untersucht man aber die Leukämieinzidenzrate für Kinder, die zwischen Juli 1986 und März 1987 geboren wurden, so ist sie signifikant höher als die für die zwischen April 1987 und Dezember 1987 Geborenen (386 gegen 173, $p = 0,03$). Der Effekt ist am deutlichsten für die Altersgruppe 0-1 Jahr. Die Inzidenzrate ist korreliert mit der Äquivalentdosis für das Rote Knochenmark.¹⁸⁴

Die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl hat nach Berechnungen von Martin Tondel et al. bis 1996 zu 849 zusätzlichen Krebserkrankungen in den Falloutgebieten Nordschwedens geführt. Die Autoren führten eine Kohortenstudie durch, die alle zum Zeitpunkt der Katastrophe bis zu 60 Jahre alten Bewohner Nordschwedens umfasst (1986-1987; 1.143.182 Personen). Die Bodenbelastungen mit Cäsium-137 wurde ins Verhältnis gesetzt zur Zahl der Krebskranken (22.409 Personen von 1988 bis 1996). Das Krebsrisiko für alle Krebserkrankungen zusammengenommen und das Lungenkrebsrisiko stiegen mit der Fallout-Belastung an. Der Risiko-Anstieg wird mit 11 Prozent pro 100.000 Bq/m² (95%CI= 0,03-0,20) beziffert.¹⁸⁵

Tondel et al. haben ihre Untersuchungen fortgeführt und sehen ihre Einschätzungen auch in ihrer jüngsten Publikation bestätigt.¹⁸⁶

184 Doina Davidescu et al.: Infant leukaemia in eastern Romania in relation to exposure in Utero due to the Chernobyl accident; *Int. J. Rad. Med.* 2004, 6(1-4):38-43.

185 M. Tondel et al.: Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident? *J.Epidemiol.Community Health* 58(2004)1011-1016., *Strahlentelex*, 430-431/2004, Vermehrt Krebserkrankungen in Nordschweden nach der Katastrophe von Tschernobyl.

186 M. Tondel, P. Lindgren, P. Hjalmarsson, L.Hardll, B. Persson: Increased Incidence of Malignancies in Sweden After the Chernobyl Accident – A Promoting Effect?: *American Journal of Industrial Medicine* 49:159-168 (2006).

7. Weitere Erkrankungen nach Tschernobyl

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über Veränderungen der Krankenstatistik nach Tschernobyl in Erkrankungsgruppen, deren Beziehung zu Strahlenbelastungen lange nicht wahrgenommen wurde. Obwohl es seit einigen Jahren Daten von den Opfern von Hiroshima und Nagasaki gibt, die diesen Bereich betreffen, werden die Nicht-Krebs-Erkrankungen nur widerstrebend mit Strahlenvorfällen in Beziehung gebracht. Untersuchungen in diesem Bereich sind zusätzlich erschwert durch fehlende Daten.

Die Daten der folgenden Tabelle stammen aus einer Studie von A. Nyagu et al.¹⁸⁷, in der über viele Jahre immer wieder die gleiche Population in den Regionen um Tschernobyl in der gleichen Weise untersucht wurde. Es ist zu erkennen, dass in allen aufgeführten Erkrankungsgruppen deutliche bis enorme Anstiege der Erkrankungsraten vorhanden sind. Die Zahlen beziehen sich jeweils auf 100.000 Einwohner, es ist offensichtlich, dass viele Einwohner unter mehreren Erkrankungen gleichzeitig leiden.

Tabelle: Dynamik psychosomatischer Erkrankungen bei Einwohnern der nördlichen Ukraine, die von der Havarie des Kernkraftwerkes Tschernobyl betroffen sind (1987 - 1992)¹⁸⁸

Erkrankungen/Organe	Registr. Erkrankungen auf 100.000 Einwohner Erwachsene und Jugendliche					
	1987	1988	1989	1990	1991	1992
III Endokrines System	631	825	886	1.008	4.550	16.304
V Psychische Störungen	249	438	576	1.157	5.769	13.145
VI Nervensystem	2.641	2.423	3.559	5.634	15.518	15.101
VII Kreislaufsystem	2.236	3.417	4.986	5.684	29.503	98.363
IX Verdauungsorgane	1.041	1.589	2.249	3.399	14.486	62.920
XII Haut u. Unterhautgewebe	1.194	947	1.262	1.366	4.268	60.271
XIII Knochen-Muskel-System	768	1.694	2.100	2.879	9.746	73.440

¹⁸⁷ Nyagu, A.I.: Medizinische Folgen der Tschernobyl-Havarie in der Ukraine, Tschernobylministerium der Ukraine, Wissenschaftliches Zentrum für Strahlenmedizin, Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Ukraine, Wissenschaftlich-Industrielle Vereinigung PRIPJAT, Wissenschaftlich-Technisches Zentrum, Kiev - Tschernobyl 1994 (russ.).

Aus der gleichen Quelle stammt die folgende Tabelle, in der für vier Bevölkerungsgruppen angegeben wurde, wie mit der Zeit der Anteil der Gesunden abnimmt. So waren beispielsweise 1987 noch 78,2 Prozent der Liquidatoren gesund. 1996 war der Anteil der gesunden Liquidatoren auf 15 Prozent gesunken.

Die beunruhigendste Gruppe ist die IV. – Kinder betroffener Eltern. Dies sind Kinder, die nicht selbst vom Tschernobylfallout getroffen wurden. Sie sind aber Kinder von Eltern, die Tschernobyl selbst miterlebt haben. Auch bei diesen Kindern zeigt sich eine erhebliche Verschlechterung des Gesundheitszustandes mit der Zeit. Das deutet darauf hin, dass möglicherweise schon genetische Veränderungen stattgefunden haben. Hier sind jedoch noch viele Fragen offen.

Tabelle: Verschlechterung des Gesundheitszustandes der betroffenen Bevölkerung in der Ukraine¹⁸⁸

Kategorie der Betroffenen	Gesunder Anteil der Betroffenen in %									
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
I Liquidatoren	78,2	74,4	66,4	53,3	35,8	28,8	23	19,8	17,6	15
II Evakuierte	58,7	51,6	35,2	26,2	29,7	27,5	24,3	21,1	19,5	17,9
III Einwohner in den belasteten Gebieten	51,7	35,4	35,2	26	31,7	38,2	27,9	24,5	23,1	20,5
IV Kinder betroffener Eltern	80,9	66,8	74,2	62,9	40,6	k.A.	36,9	32,4	32,1	29,9

Die folgende Tabelle beschreibt die Veränderung des Erkrankungsspektrums bei Kindern in dem hoch belasteten Gebiet Gomel im Süden Beloruslands. Die Tabelle beginnt im Jahr 1985. Diese Spalte wirft die Frage auf, ob 1985 der Gesundheitszustand der Kinder nicht noch sehr viel weniger intensiv registriert wurde. Aber selbst wenn man diese erste Spalte nicht berücksichtigt, findet man in den verbleibenden Spalten von 1990 bis 1997 eine starke Dynamik. Es ist zu erkennen, dass die überwiegende Zahl der Erkrankungen in den Bereichen von Nicht-Krebserkrankungen zu finden ist. Aus den Daten der Erstdiagnosen insgesamt ist zu erkennen, dass ein erheblicher Teil der Kinder an mehreren Erkrankungen gleichzeitig leidet.

Wie Strahlenbelastung in den Gruppen der Nicht-Krebserkrankungen „funktioniert“, ist erst in Ansätzen verstanden. Dieser Frage wird nicht mit Nachdruck nachgegangen, weil die offizielle Anerkennung der ganzen Breite der Krankheitsgruppen als strahleninduzierbar schlagartig die Anzahl der Strahlenopfer im engeren Sinne (nicht nur in Bezug

auf Tschernobyl) in die Höhe bringen würde. In der westlichen Welt ist die Untersuchung dieser Frage nahezu unmöglich, weil es dazu keine Daten, keine Register gibt.

Tabelle: Neuerkrankungen der Kinder im Gebiet Gomel (Belorussland)
auf 100.000 Kinder¹⁸⁸

Erkrankungsgruppen/Organe	1985	1990	1993	1994	1995	1996	1997
Erstdiagnosen gesamt	9.771,20	73.754,20	108.567,50	120.940,90	127.768,80	120.829,00	124.440,60
Infektionskrankheiten und Parasiten	4.761,10	6.567,70	8.903,30	13.738,00	11.923,50	10.028,40	8.694,20
Neubildungen *	1,40	32,50	144,60	151,30	144,60	139,20	134,50
Endokrinologische Erkrankungen und Ernährungs- u. Stoffwechselstörungen und Störungen im Immunsystem	3,70	116,10	1.515,50	3.961,00	3.549,30	2.425,50	1.111,40
Blut u. blutbildendes Gewebe	54,30	502,40	753,00	877,60	859,10	1.066,90	1.146,90
Psychische Störungen	95,50	664,30	930,00	1.204,20	908,60	978,60	867,60
Nerven und Sinnesorgane	644,80	2.359,60	5.951,80	6.666,60	7.649,30	7.501,10	7.040,00
Kreislaufkrankungen	32,30	158,90	375,10	379,80	358,20	422,70	425,10
Atemwegsorgane	760,10	49.895,60	71.546,00	72.626,30	81.282,50	75.024,70	82.688,90
Verdauungsorgane	26,00	3.107,60	5.503,80	5.840,90	5.879,20	5.935,90	5.547,90
Urogenitalsystem	24,50	555,20	994,80	1.016,00	961,20	1.163,70	1.198,80
Haut und Unterhautgewebe	159,20	4.529,10	5.488,30	6.748,20	7.012,60	6.455,00	7.100,40
Muskel-Skelett-Syst./ Bindegewebe	13,40	266,00	727,70	937,70	847,40	989,90	1.035,90
angeborene Missbildungen **	50,80	121,90	265,30	307,90	210,10	256,20	339,60
Unfälle und Vergiftungen	2.590,20	3.209,70	4.122,70	4.409,80	4.326,10	4.199,10	4.343,70

* 1985 nur bösartige Neubildungen, ** hohe Dunkelziffer durch hohe Abortrate

Diabetes

In Zusammenarbeit von Endokrinologen der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf und des Belorussischen endokrinologischen Beratungszentrums in Minsk wurde die Entwicklung von Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in Belarusland untersucht. Über den langen Zeitraum von 1980 bis 2002 wurde in zwei sehr unterschiedlich belasteten Gebieten Belorusslands die Inzidenzrate (Neuerkrankungshäufigkeit pro Jahr) von Diabetes mellitus Typ 1 – Zuckerkrankheit mit Insulinmangel, meist bei Jugendlichen – verfolgt. Es wurden die Zeiträume 1980 bis 1986 und 1987 bis 2002 und die Daten der hoch belasteten Region Gomel mit der vergleichsweise gering belasteten Region Minsk verglichen. Insgesamt wurden 643 Patienten aus der Region Gomel und 302 Patienten aus der Region Minsk in die Analyse einbezogen. In den Jahren 1980 bis 1986 (vor Tschernobyl) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Inzidenzraten in Gomel und Minsk. Dagegen wurde ein hochsignifikanter Unterschied der Inzidenzraten zwischen den beiden Regionen für die Jahre nach Tschernobyl (1987-2002) nachgewiesen ($p < 0.001$). Außerdem fanden die Autoren heraus, dass sich die Inzidenzraten vor und nach Tschernobyl in der Region Minsk nicht signifikant unterschieden, wohl aber in der hochbelasteten Region Gomel ($p < 0.05$), wo jährlich rund doppelt so viele Kinder und Jugendliche nach Tschernobyl an Diabetes mellitus vom Typ 1 erkrankten wie in den Jahren vor Tschernobyl. Die höchste mittlere Inzidenzrate wurde in der Region Gomel im Jahr 1998 registriert.¹⁸⁸

Nervenschäden und psychische Störungen nach Strahlenbelastung

Die psychischen Störungen, unter denen viele ehemalige erwachsene Bewohner des Gebietes um Tschernobyl leiden, können auf Schädigungen von Nervenzellen durch radioaktive Strahlung zurückzuführen sein. Diese Ansicht vertrat bereits 1992 Nadejda Gulya vom Pallaguin Institut für Biochemie in Kiew.¹⁸⁹ Eine andere Erklärung wäre, dass radioaktive Strahlung insbesondere die Blutgefäße schädigt und über die Schädigung der Hirndurchblutung zu den genannten hirnorganischen Folgen führt. Diese Vermutung vertritt Zhavoronkova vom Institut für Neurophysiologie der Akademie der Wissenschaften in Moskau.

Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern vertreten die These, dass die Wirkung der Tschernobyl-Katastrophe auf die geistige Gesundheit der Bevölkerung das größte Problem darstellt. (Es geht an dieser Stelle nicht um die Radiophobie, eine in Moskau

188 A. Zalutskaya, T. Mokhort, D. Garmaev, S. R. Bornstein: Did the Chernobyl incident cause an increase in Typ 1 diabetes mellitus incidence in children and adolescents? *Diabetologia* 2004 Jan; 47(1): 147-8. *Strahlentelex*, 416/2004, Zuckerkrank nach Tschernobyl.

189 *Strahlentelex* 136-137/1992, S. 8.

erfundene Scheinkrankheit, die als die wahre Ursache aller anderen Gesundheitsbeschwerden hingestellt wurde, um von der Radiaktivität als Krankheitsursache abzulenken.) Die Expertengruppe Gesundheit des „Tschernobyl-Forums“ von WHO und IAEA hat Streßsymptome, Auswirkungen auf das sich entwickelnde Gehirn kleiner Kinder, organische Gehirnschäden bei hoch strahlenbelasteten Katastrophenhelfern und Selbstmorde als die vier Bereiche ihrer besonderen Aufmerksamkeit bezeichnet. K. Loganovsky weist auf die hohe Rate an Schizophrenie-Kranken bereits unter den japanischen Atombombenüberlebenden hin, nämlich 6 Prozent. Zweifellos hätten auch die Liquidatoren von Tschernobyl das größte Risiko, an neuropsychiatrischen Störungen zu erkranken, sowohl wegen der Strahlenbelastung, als auch aus anderen Gründen nach dem Unglück.¹⁹⁰

Loganovsky wies auf verschiedene Untersuchungen zum Erkrankungsrisiko für Liquidatoren an anderen als Krebserkrankungen hin, die statistisch signifikante Ergebnisse erbrachten. Demnach beträgt die Risikoerhöhung pro Gray absorbierter Dosis (excess relative risk ERR/Gy) für geistige Störungen: ERR/Gy=0,4 (95%CI= 0,17-0,64); für neurologische und Empfindungsstörungen ERR/Gy=0,35 (95%CI=0,19-0,52); für hormonelle (endokrine) Störungen ERR/Gy= 0,58 (95%CI=0,3-0,87) (Biriukov et al. 2001 und Buzunov et al. 2001, 2003). Unter den geistigen Störungen weisen demnach (Biriukov et al. 2001) neurotische Störungen die höchste Risikoerhöhung mit ERR/Gy=0,82 (95%CI= 0,32-1,32) auf. Die höchste Risikoerhöhung überhaupt aber findet sich für Durchblutungsstörungen des Gehirns (cerebrovaskuläre Störungen) mit ERR/Gy=1,17 (95%CI=0,45-1,88) (Ivanov et al. 2000). Und neuerdings wurden für cerebrovaskuläre Störungen signifikante Risikoerhöhungen bei externen Strahlendosen größer als 150 Milligray (mGy) mit einer Risikoerhöhung ERR pro 100 mGy pro Tag = 2,17 (95%CI 0,64-3,69) angegeben (Ivanov et al. 2005).

Allerdings würden diese Ergebnisse nicht mit Hilfe ordentlich konzipierter psychiatrischer Studien und standardisierter diagnostischer Verfahren ermittelt, sondern lediglich die Angaben des staatlichen Gesundheitssystems über geistige Störungen ausgewertet. Das Lehrbuchwissen der Psychiatrie in den Nachfolgeländern der Sowjetunion förderten jedoch eine dramatische Unterschätzung geistiger Störungen und eine Mißdeutung als physische Erkrankungen sowie falsche Diagnosen innerhalb des Systems der geistigen Störungen (etwa neurotisch anstatt psychotisch oder organisch). So habe das Gesundheitsministerium der Ukraine das Vorkommen geistiger Störungen in der ukrainischen Bevölkerung im Jahre 1990 mit 2,27 Prozent angegeben, 1995 ebenfalls mit 2,27 Prozent und im Jahre 2000 mit 2,43 Prozent. Die World Mental Health (WMH) Survey Initiative der Weltgesundheitsorganisation habe jedoch mit Hilfe standardisierter Verfahren

190 Strahlentellex 454-455/2005, S. 1ff, Krebs, Leukämien und Geisteskrankheiten finden russische, weißrussische und ukrainische Forscher jetzt vermehrt bei ihren Mitbürgern.

für die Ukraine 20,5 Prozent (95%CI=17,7-23,3%) ermittelt – das staatliche Gesundheitssystem unterschätze offenbar geistige Störungen um ein Zehnfaches und mehr. Das WMH-System schließt sogenannte psychologische Störungen ein wie Angst, Depression, psychosomatische Störungen, Alkoholmißbrauch, und vermeidet die Verwendung von Begriffen wie Psychose, organisch bedingte Geistesstörungen und geistige Unterentwicklung (Retardation).

Exkurs: Folgen eines Super-GAU in Deutschland

Nach Tschernobyl haben Wissenschaftler abgeschätzt, welche Folgen ein Super-GAU in Deutschland haben würde. Hierbei wurde die 7-10fach höhere Bevölkerungsdichte in Deutschland berücksichtigt. Es wurden die Risikofaktoren 500 bzw. 1.000 Krebs- und Leukämietote je 10.000 Personen Sievert angenommen. In Variante 1 wurde mit einer Strahlenbelastung wie nach Tschernobyl gerechnet. In den Varianten 2 und 3 wurde – basierend auf den Zahlen der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke (Phase B) – nach einem Super-GAU in einem deutschen Atomkraftwerk mit einer höheren Strahlenbelastung gerechnet (Varianten 2 und 3).

Variante 1:¹⁹¹

- Kollektivdosis: 2,4 Mio man Sievert (Tschernobyl)
- 10fach höhere Bevölkerungsdichte in Deutschland berücksichtigt
- Krebsfälle je 10.000 Personen Sievert: 1.000
- $2.400.000:10.000 \times 1.000 \times 10$
- Krebstote¹⁹²: 2,4 Millionen

191 Olav Hohmeyer: Soziale Kosten des Energieverbrauchs. Berlin, 1989.

192 In Abschätzungen dieser Art werden manchmal Krebstote mit Krebskranken verwechselt, angesichts der Ungenauigkeit der Abschätzungen und der Höhe der Anzahlen sowohl der Kranken als auch der Toten spielt diese begriffliche Unschärfe eine untergeordnete Rolle. Die UNSCEAR-Berichte 1994 und 2000 geben als Risikofaktor für Lebenszeit an Krebs und Leukämie zu sterben, 1.200 für 10.000 Personen Sievert an, die zugrundegelegten Risikofaktoren in den Varianten 1 und 2 von 1.000 für 10.000 Personen Sievert sind also nicht übertrieben hoch.

Variante 2:¹⁹³

wie Variante 1, aber

- 5fach höhere Emissionen als Tschernobyl (entspricht Hochdruckschmelzfall F1-SBV der Deutschen Risikostudie, Phase B), maximale Freisetzung
- Kollektivdosis: 12 Mio Personen Sievert
- 12.000.000:10.000x1.000x10
- Krebstote: 12 Millionen

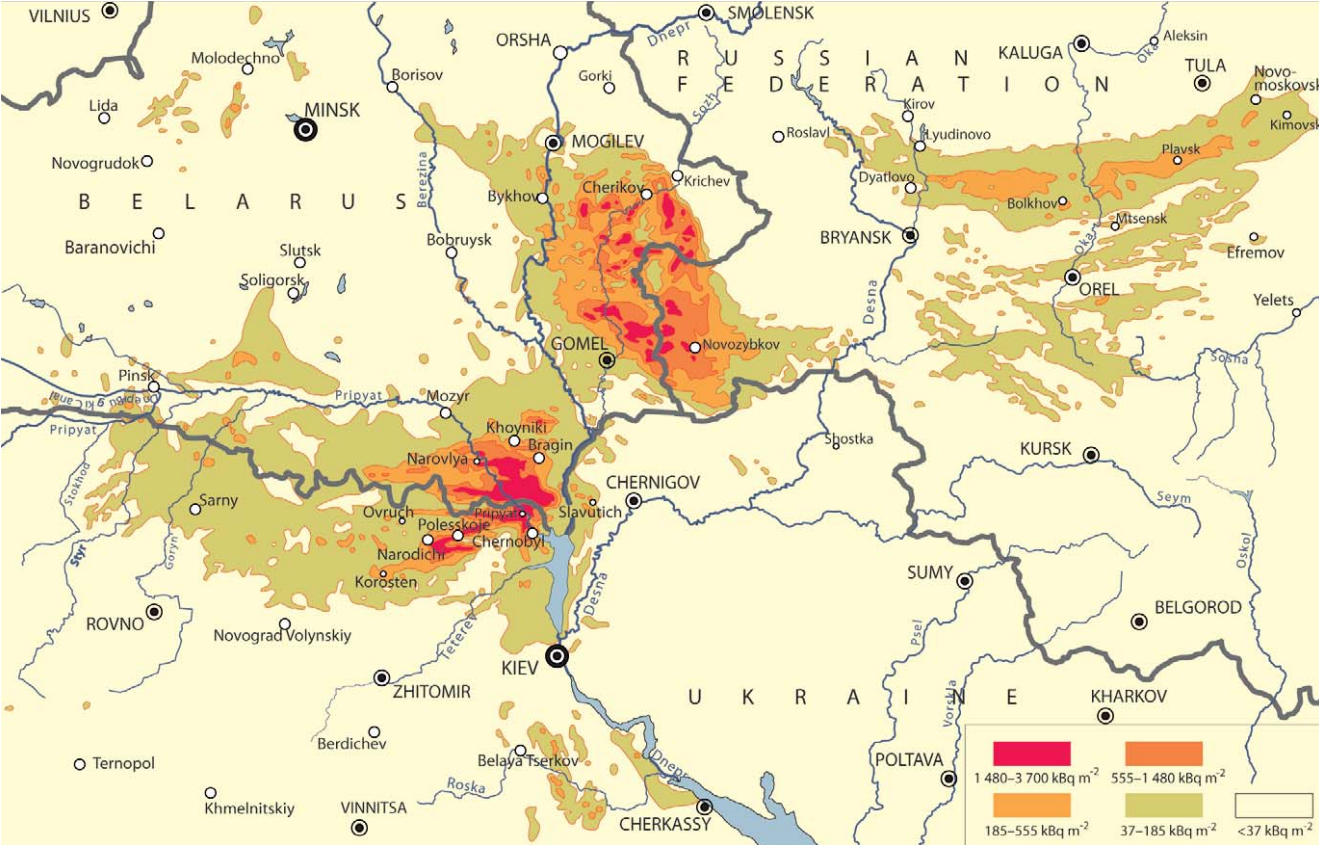
Variante 3:¹⁹⁴

- Kollektivdosis: 4,8 Mio Personen Sievert
- 7mal höhere Bevölkerungsdichte als um Tschernobyl berücksichtigt
- Krebstote je 10.000 Personen Sievert: 500
- 4.800.000:10.000x500x7
- Krebstote: 1,7 Millionen

193 Olav Hohmeyer: Stand der internationalen und nationalen Diskussion der Sozialen Kosten verschiedener Energietechnologien. In: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (Hrsg.): 7. Internationales Sonnenforum. Rationelle Energieverwendung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen im regionalen und kommunalen Bereich. Welchen Beitrag können sie zur Abwehr der Klimabedrohung leisten? Frankfurt, 9.-12.10.1990. DGS-Sonnenenergie Verlag München, 1990, S. 2039-2044.

194 Hans-Jürgen Ewers, Klaus Rennings: Abschätzung der Schäden durch einen sogenannten Super-GAU. In: PROGNOSE-Schriftenreihe „Identifizierung und Internalisierung externer Kosten der Energieversorgung“, Band 2, 1992. Gutachten im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums.

Map of ¹³⁷Cs deposition levels in Belarus, the Russian Federation and Ukraine as of December 1989



SOURCE:
 International Advisory Committee. The International Chernobyl Project.
 Technical Report. IAEA, Vienna (1991)



IPPNW

Körtestraße 10
10967 Berlin
Tel ++49-30-69 80 74-0
Fax ++49-30-693 81 66
E-Mail: ippnw@ippnw.de
Internet: www.tschernobyl-folgen.de

Gesellschaft für Strahlenschutz

Gormannstraße 17
10119 Berlin
Tel. ++49-30-4493736,
Fax ++49-30-44342834
Email: Pflugbeil.KvT@t-online.de
Internet: www.gfstrahlenschutz.de