



GREENPEACE

Nuclear Scars: Die endlosen Katastrophen von Fukushima und Tschernobyl

**Written by: Alexandra Dawe, Justin McKeating,
Iryna Labunska, Nina Schulz, Shawn-Patrick Stensil
and Rianne Teule**

➔Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Rund 580.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden einen regelmäßigen Beitrag an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.

Nuclear Scars: Die endlosen Katastrophen von Fukushima und Tschernobyl

Inhaltsverzeichnis

1. Nuclear Scars: Einleitung	3
1.1. Tschernobyl und Fukushima: Zeitpunkt und Umfang von Freisetzungen	4
1.1.1. Der Unfall im AKW Fukushima Daiichi	6
1.1.2. Der Reaktorunfall in Tschernobyl	7
2. Anhaltende Kontamination – ein Überblick.....	7
2.1. Tschernobyl – 30 Jahre danach	8
2.1.1. Aktuelle Situation	8
2.1.2. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in der Ukraine.....	9
2.1.3. Praxisbeispiel aus dem Landkreis Iwankiw in der Oblast Kiew, Ukraine.....	10
2.1.4. Praxisbeispiel aus dem Dorf Vezhytsia im Landkreis Rokytno in der Oblast Riwne, Ukraine.....	11
2.1.5. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in Russland	12
2.1.6. Praxisbeispiel aus der Oblast Brjansk in Russland	13
2.1.7. Gefahr von Rekontamination – Waldbrand	14
2.1.8. Fazit	15
2.2. Fukushima – 5 Jahre danach	16
2.2.1. Aktuelle Situation	16
2.2.2. Auswirkungen auf die Gemeinde Iitate	17
2.2.3. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in Iitate, Fukushima	18
2.2.4. Zurück zur Normalität?	20
2.2.5. Fazit	22
3. Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl und Fukushima	22
3.1. Anerkannte gesundheitliche Folgen	23
3.2. Umstrittene gesundheitliche Folgen.....	26
3.3.1. Praxisbeispiel: Viktor Petrowitsch Slesarew.....	28
3.3.2. Praxisbeispiel: Natalija BRITSCHKA, Ukraine	28
3.4. Schlussfolgerungen	29
4. Nukleare Unfälle: Ungewisse Rückkehr nach einer Evakuierung	29
4.1. Tschernobyl: Kontaminierte Gebiete, Überlebende und finanzielle Unterstützung	30
4.1.1. Finanzielle Unterstützung.....	31
4.1.2. Das Leben mit der Kontamination.....	32
4.2. Fukushima: Kontaminierte Gebiete, Überlebende und finanzielle Unterstützung	33
4.2.1. Das Leben mit der Kontamination.....	34
4.2.2. Finanzielle Unterstützung.....	35
4.3. Skepsis, Misstrauen und Selbstbestimmung: Die gesellschaftlichen Folgen der Nuklearkatastrophe	37
5. Fazit.....	38
5.1. Kontamination	39
5.2. Gesundheitlichen Folgen	40
5.3. Gesellschaftliche Folgen.....	41
5.4. Empfehlungen	42
Fußnoten.....	44

Tabelle 1: Vergleich der Freisetzung von ausgewählten Radionukliden* in die Atmosphäre von Fukushima und Tschernobyl	5
Tabelle 2: Zulässige Höchstwerte in der Ukraine für ¹³⁷ Cs und ⁹⁰ Sr in Nahrungsmitteln und Forstprodukten ..	9
Tabelle 3: Zulässige Höchstwerte in Russland für ¹³⁷ Cs in Nahrungsmitteln und Forstprodukten	12
Tabelle 4: Die Anzahl von Siedlungen in der Ukraine, Weißrussland und Russland, bei denen die effektive Dosis über dem festgelegten Strahlendosisgrenzwert liegt.....	33
Tabelle 5: Anzahl der Siedlungen in den unterschiedlichen kontaminierten Zonen in Brjansk, Russland.....	33

Verfasst von: Alexandra Dawe, Justin McKeating, Iryna Labunska, Nina Schulz, Shawn-Patrick Stensil und Rianne Teule

Danksagung: Rashid Alimov, Brian Blomme, Emily Rochon, Kazue Suzuki, Tobias Münchmeyer und Kendra Ulrich

Herausgegeben von: Greenpeace International

Kreativdesign und Grafik:
Michal Stassel / Greenpeace

März 2016

Greenpeace International
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands

www.greenpeace.org

Dieser Bericht ist dem Andenken an Brian Blomme gewidmet. Brians Beitrag zu Greenpeace und dem Kampf für eine bessere Welt endet nicht mit seinem Ableben, da wir alle so viel von ihm gelernt haben. Danke Brian.

1. Nuclear Scars: Einleitung

In Gedenken an den 30. Jahrestag des Reaktorunglücks von Tschernobyl und dem fünften Jahrestag der Nuklearkatastrophe von Fukushima hat Greenpeace umfassende Untersuchungen zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen zur anhaltenden radioaktiven Kontamination in den betroffenen Gebieten und den gesundheitlichen und sozialen Auswirkungen für die betroffene Bevölkerung in Auftrag gegeben. Darüber hinaus haben wir Strahlungsuntersuchungen vor Ort durchgeführt, um die unverminderte Belastung aufzudecken, mit der tausende von Menschen in Russland, Weißrussland, der Ukraine und Japan nach wie vor täglich leben.

Die Folgen eines Reaktorunfalls lassen sich nicht einfach oder schnell beseitigen. Tatsächlich zeigt dieser Bericht, dass eine vollständige Dekontaminierung von radioaktiv verseuchten Gebieten real nicht möglich ist. Die Nuklearkatastrophen 1986 im Kernkraftwerk (AKW) Tschernobyl und 2011 im AKW Fukushima haben uns nicht nur die verheerenden unmittelbaren Folgen von großen Reaktorunfällen aufgezeigt, sondern haben auch langfristige Auswirkungen auf Gesundheit Umwelt. Diese Narben sind heute noch sichtbar und werden die Menschheit noch sehr lange begleiten.

Die Atomindustrie beschränkt sich bei dieser Art von Vorfällen gern auf eine Mindestzahl der Todesfälle, aber die Realität ist wesentlich komplexer und unberechenbarer als diese Zahlen. Die Folgen gehen sogar noch weit über jene Zehntausende Tote oder Hunderttausende Verletzte oder Kranke, die solch ein Unfall fordert, hinaus. Eine Nuklearkatastrophe setzt Menschen unter enormen Druck. Sie müssen ihre Gemeinden verlassen, um dem Strahlungsrisiko zu entgehen. Sie werden über Jahre von Freunden, Familie und ihrer Heimat getrennt. Auch nach 30 Jahren konnten die Menschen in bestimmte Regionen der Ukraine bis heute nicht zurückkehren. Prypjat, eine größere Stadt im betroffenen Gebiet, ist heute noch eine Geisterstadt. Viele Regionen rund um Fukushima sind noch immer verlassen. Freunde und ehemalige Nachbarn dieser Gemeinden leben heute verstreut und kämpfen darum, wieder zu einem normalen Leben zurückzukehren.

Weltweit gibt es über 400 Kernreaktoren. Auch wenn sie nicht alle gleich anfällig sind, kann es doch bei jedem von ihnen zu einer Kernschmelze kommen. Das bedeutet, dass Millionen von Menschen mit der ständigen Gefahr einer weiteren Nuklearkatastrophe leben. Das Risiko einer Störung bei älteren Reaktoren oder eines Unfalls aufgrund von menschlichem Versagen, Terrorakten, Stromausfall bei den Notfallsystemen oder Naturkatastrophen besteht fortwährend. Entgegen dem, was uns die Atomindustrie glauben machen will, ereignet sich tatsächlich weltweit etwa alle zehn Jahre ein schwerer Reaktorunfall¹.

Trotz aller gegenteiligen Beweise, verbergen sowohl die Atomindustrie als auch ihre Befürworter aus der Regierung weiterhin die vielen Gefahren der Kernkraft vor der Öffentlichkeit. Für hunderttausende Überlebende von Fukushima und Tschernobyl gibt es jedoch kein Entrinnen vor den realen Gefahren der Kernkraft. Ungeachtet des immensen Leids, das mit dem Verlust des eigenen Heims oder mit dem Leben in einer kontaminierten Umgebung verbunden ist, werden Umfang und Ernsthaftigkeit dieser Auswirkungen weiter heruntergespielt oder falsch dargestellt.

Greenpeace hat ein Team von Wissenschaftlern unter der Leitung von Professor Omelianets, dem leitenden Wissenschaftler im *Labor für medizinische Demografie* (Laboratory of Medical Demography) des *Nationalen Forschungszentrums für strahlenmedizinische Forschung* (National Research Centre for Radiation Medicine) der *Nationalen Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Ukraine* (National Academy of Medical Sciences of Ukraine, NRCRM), damit beauftragt, die veröffentlichten nationalen und internationalen wissenschaftlichen Daten und

Forschungen zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Nuklearkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima auszuwerten. Sein Bericht, *Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl und Fukushima: 30 und fünf Jahre danach* (Health Effects of Chernobyl and Fukushima: 30 and 5 years down the line), bestätigt die umfassenden Auswirkungen einer Nuklearkatastrophe auf Leben und Gesundheit über mehrere Generationen hinweg.²

Professor Valerii Kashparov, der Direktor des *Ukrainischen Instituts für landwirtschaftliche Radiologie* (Ukrainian Institute of Agricultural Radiology, UIAR) der *Nationalen Universität für Lebens- und Umweltwissenschaften der Ukraine* (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, NUBiP of Ukraine), und sein Team werteten die veröffentlichten wissenschaftlichen Forschungsarbeiten zum Ausmaß der Kontamination in Tschernobyl dreißig Jahre nach dem Unfall aus.

Ihr Bericht, *Tschernobyl: 30 Jahre radioaktives Vermächtnis* (Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy), stellt für Tschernobyl nach wie vor eine ausgedehnte Kontamination fest.³ Über 10.000 km² Land sind nach wie vor nicht wirtschaftlich nutzbar und etwa 5 Millionen Menschen leben in Zonen, die offiziell als kontaminiert gelten.⁴ Der Kernphysiker David Boilley, Vorsitzender der *Vereinigung zur Kontrolle der Radioaktivität im Westen* (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest, ACRO), wurde damit beauftragt, die aktuellen Forschungsarbeiten zur Kontamination infolge der Nuklearkatastrophe in Fukushima auszuwerten, um ein genaues Bild von der aktuellen Situation zu erhalten.⁵

Dieser Bericht will anhand der oben aufgeführten umfangreichen Forschungsarbeiten und eigener Untersuchungen von Greenpeace klären, inwieweit Regierungen, Reaktorbetreiber und Atomregulierungsbehörden sowohl für die Notfalleвакуierungen direkt nach den Reaktorunfällen unvorbereitet waren, als auch für den langfristigen Umgang mit hunderttausenden umgesiedelten Menschen sowie den kontaminierten Regionen und landwirtschaftlichen Flächen.

Bedauerlicherweise wiederholt sich die Geschichte. Dieser Bericht dokumentiert die wesentlichen Folgen der beiden in der Geschichte der Menschheit beispiellosen Nuklearkatastrophen, die sich im Abstand von nur 25 Jahren in den Kernkraftwerken von Tschernobyl und Fukushima ereignet haben. Beide Katastrophen haben ihre jeweiligen Gesellschaften dauerhaft verändert. Die Regierungen waren außerstande, die notwendige soziale Unterstützung oder Entschädigung zu leisten, um dem Ausmaß des Verlustes gerecht zu werden, den die Überlebenden von Tschernobyl und Fukushima erlitten haben.

Aufgrund der Langlebigkeit von radioaktiver Kontamination werden uns die Folgen dieser Katastrophen noch für Jahrhunderte begleiten. Die Gerechtigkeit verlangt, dass die Regierungen die Überlebenden von Tschernobyl und Fukushima angemessen unterstützen. Entschädigungen für Überlebende müssen schnellstens und umfassend geleistet werden. Wir sind es uns selbst, unseren Kindern und unserer Erde schuldig, dass wir eine derartige Zerstörung und derartiges Leid nie wieder zulassen.

1.1. Tschernobyl und Fukushima: Zeitpunkt und Umfang von Freisetzungen

Bei einem Reaktorunfall sind die Auswirkungen für Umwelt und Gesundheit abhängig von Größenordnung, Zeitpunkt, Dauer und den chemischen Eigenschaften der in Luft und Wasser freigesetzten radioaktiven Elemente. Diese radioaktiven Freisetzungen werden als „Quellterm“ bezeichnet.

Die chemischen Eigenschaften eines Radioisotops – einem Element mit instabilem Kern, das Radioaktivität ausstrahlt – beeinflussen die Art der Ausbreitung oder biologischen Akkumulation in der Umgebung. Iod-131 (^{131}I) wird zum Beispiel schnell von der menschlichen Schilddrüse aufgenommen und erhöht das Risiko von Schilddrüsenkrebs. Iod-131 hat zwar eine kurze Halbwertszeit (8,3 Tage), kann sich bei einem Reaktorunfall jedoch in gasförmigem Zustand über große Entfernung ausbreiten.

Ein weiteres für die Beurteilung der gesundheitlichen Auswirkungen und der Umweltkontamination entscheidendes Isotop ist Cäsium-137 (^{137}Cs). Es stellt ein großes Risiko für die menschliche Gesundheit dar, da es in Sedimenten gespeichert wird und dazu neigt, sich biologisch in Pflanzengewebe zu akkumulieren und in die Nahrungskette zu gelangen. Cäsium-137 hat eine hohe Halbwertszeit (30 Jahre) und kann daher zu langfristiger Bodenkontamination führen, die wiederum die Dauer der Strahlenbelastung für Menschen und Biota verlängert.

Nach Tschernobyl hat die *Internationale Atomenergie-Organisation* (IAEA) die *Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse* (INES) für die allgemeine internationale Einstufung von Reaktorunfällen entwickelt. Ziel der Skala ist es, „rasche Informationen über die sicherheitstechnische Bedeutung eines Ereignisses zu liefern und damit die Verständigung zwischen Fachwelt, Medien und Öffentlichkeit zu erleichtern“.⁶

Die Bewertungsskala hat sieben Stufen. Unfälle der höchsten Stufe bedeuten eine erhebliche Gefahr für Gesundheit und Umwelt. Unfälle der Stufen 4-7 werden nach der gesamten radiologischen „Aktivität“ der Freisetzungen in die Umwelt in Becquerel (Bq) kategorisiert. Ein Bq entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde in radioaktivem Material. INES-Ereignisse der Stufen 1-4 werden nach der Anzahl der der Strahlung ausgesetzten Personen und der Höhe der Strahlenexposition eingeteilt. Aufgrund der Höhe der Freisetzungen bei Unfällen auf der INES-Skala werden die Freisetzungen häufig in Petabecquerel (PBq) angegeben. Ein PBq entspricht $10^{15} = 1000.000.000.000.000$ Bq.

Ein Vergleich der Unfälle in Tschernobyl und Fukushima zeigt, dass die INES-Skala einige wichtige Faktoren außer Acht lässt, wie etwa Zeitpunkt und Dauer der Freisetzungen und die Möglichkeit von simultanen Freisetzungen aus verschiedenen Reaktoren. Obwohl Tschernobyl und Fukushima beide als Ereignisse der INES-Stufe 7 kategorisiert wurden, waren die Freisetzungen in Tschernobyl etwa 10 Mal so hoch wie die in Fukushima (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Vergleich der Freisetzung von ausgewählten Radionukliden* in die Atmosphäre von Fukushima und Tschernobyl⁷

Chernobyl	Fukushima
April 26, 1986	March 11, 2011
^{131}I : 1760 PBq ^{137}Cs : 85 PBq	^{131}I : 153-160 PBq ^{137}Cs : 13 – 15 PBq
Total amount of radioactivity: 5300 PBq	Total amount of radioactivity: 520 PBq
INES 7	INES 7

*These values do not include the noble gases Krypton (Kr) and Xenon (Xe)

1.1.1 Der Unfall im AKW Fukushima Daiichi

Am 11. März 2011 verursachten ein Erdbeben der Stärke 9 und ein anschließender Tsunami einen Ausfall der Stromversorgung im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi (im Folgenden „Fukushima“) in Japan. Die drei damals in Betrieb befindlichen Reaktoren wurden automatisch abgeschaltet. Dennoch hatte der Ausfall der Stromversorgung einen Ausfall des Kühlsystems zur Folge. Das führte wiederum zu Temperatur- und Druckanstieg in den Reaktordruckbehältern der Reaktoren 1, 2 und 3. In diesem Moment meldete die *Japanische Atomaufsichtsbehörde* (NISA) ein INES-Ereignis der Stufe 3.

Die radioaktiven Emissionen begannen etwa um 05:00 Uhr JST (Japan-Standardzeit) am Morgen des 12. März.⁸ Zunächst handelte es sich bei den radioaktiven Freisetzungen vor allem um Edelgase wie Xenon-133. Mit dem Beginn der radioaktiven Freisetzung, setzte die NISA Fukushima sofort auf einen INES-Unfall der Stufe 5 hoch.⁹

Beträchtliche radioaktive Freisetzungen folgten auf die Wasserstoffexplosion in Block 1 am 12. März um 15:30 Uhr JST. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Freisetzung von Iod-131 auf etwa 10^{15} Bq pro Stunde geschätzt. Gleichzeitig drehte sich der Wind in eine nordwestliche Richtung und trieb die radioaktive Wolke über Land anstatt über den Pazifik.

Man geht allgemein davon aus, dass die radioaktive Freisetzung zwischen dem 12. und 15. März am stärksten war und dann in geringerem Ausmaß bis April weiterging. Die *Französische Behörde für nukleare Sicherheit* (Autorité de sûreté nucléaire) hat die Freisetzung in Fukushima am 15. März als Unfall der INES-Stufe 6 eingestuft.¹⁰ Wie bereits erwähnt, drehte der Wind in diesem Zeitraum von Ost nach West, sodass ein beträchtlicher Teil der Radioaktivität über dem Land im Nordwesten des Kraftwerks niederging. Der vorherrschende Westwind sorgte jedoch dafür, dass der überwiegende Teil der Freisetzung aus Fukushima im März und April über dem Pazifik niederging.

Greenpeace hat Fukushima aufgrund der anhaltenden Emissionen am 23. März als Unfall der INES-Stufe 7 eingestuft.¹¹ Die NISA hat den Unfall erst am 12. April, einen Monat nach Beginn der radioaktiven Emissionen, als INES-7-Ereignis anerkannt.¹² Die IAEA hat der NISA nie widersprochen. Die gesamte in Fukushima freigesetzte Radioaktivität ohne Edelgase wurde auf 520 PBq beziffert, was etwa 10 % der Freisetzung in Tschernobyl entspricht.¹³

Neben den Emissionen in die Luft führte der Reaktorunfall in Fukushima auch zu beträchtlicher Freisetzung in den Pazifik in Form von radioaktiv kontaminiertem Wasser. Die größten Freisetzungen in den Ozean gab es im März und April 2011. Es wurden schätzungsweise 10 bis 20 PBq Iod-131 und 1 bis 6 PBq Caesium-137 in den Pazifik freigesetzt.¹⁴ Auch fünf Jahre später kommt es noch zu Freisetzungen von kontaminiertem Wasser, während der Versuche der Firma TEPCO, wieder die Kontrolle über das Kraftwerk zu erlangen.¹⁵

2012 kam die *Unabhängige Untersuchungskommission des japanischen Parlaments* (Independent Investigation Commission of the National Diet of Japan) zu dem Schluss, dass die Nuklearkatastrophe von Fukushima, obwohl sie durch ein Erdbeben und einen Tsunami ausgelöst wurde, nicht als Naturkatastrophe betrachtet werden kann. Laut Bericht „war es eine vorrangig von Menschen verursachte Katastrophe, die hätte vorhergesehen und verhindert werden können und müssen; auch ihre Auswirkungen hätten durch ein wirksames menschliches Eingreifen verringert werden können“.¹⁶

1.1.2. Der Reaktorunfall in Tschernobyl

Am 26. April 1986 ereigneten sich im Reaktor 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl zwei schnell aufeinanderfolgende Explosionen, die unmittelbar zu starker radioaktiver Freisetzung führten. Die hohen Temperaturen im Reaktor trugen zum Schmelzen des übrigen Kernbrennstoffs und zu fortgesetzten radioaktiven Emissionen bei. Die radioaktiven Emissionen setzten sich in kleinerem Umfang für etwa einen Monat fort.

Der Reaktorunfall in Tschernobyl wurde durch eine Kombination aus menschlichem Versagen und Konstruktionsfehlern verursacht. Bei einem geplanten Versuch senkten die Bediener die Reaktorleistung auf ein unzulässiges Niveau ab, bevor sie versuchten, die Steuerstäbe in den Reaktorkern einzufahren. Das bewirkte jedoch kein Herunterfahren, sondern führte aufgrund eines Konzeptionsfehlers im Reaktor von Tschernobyl zu einem rapiden Leistungsanstieg.

Die resultierende Explosion setzte schätzungsweise 450 PBq Radioaktivität frei.¹⁷ Die Radioisotope stiegen 7 bis 9 km in die Atmosphäre auf.¹⁸ Sie verbreiteten sich in dieser Höhe über eine große Distanz und gingen über ganz Europa und der gesamten Nordhalbkugel nieder.

Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat Tschernobyl 200 Mal so viel Radioaktivität in Becquerel freigesetzt wie die Atombomben von Hiroshima und Nagasaki.¹⁹ Circa 85 PBq Caesium-137 wurden in die Umwelt freigesetzt.²⁰ Die Freisetzung von Iod-131 wird auf 1760 PBq beziffert, von denen der größte Teil in den ersten drei Tagen nach dem Unfall freigesetzt wurde.²¹ Die gesamte in Tschernobyl freigesetzte Radioaktivität belief sich auf 5300 PBq.²²

Die Ukraine, Weißrussland und Russland wurden am stärksten durch radioaktiven Niederschlag kontaminiert. In geringerem Ausmaß war jedoch ganz Europa betroffen, wobei die skandinavischen Länder und die Alpenregion am stärksten kontaminiert wurden. Ein Gebiet mit einem Radius von 30 Kilometern um das AKW Tschernobyl wurde wegen der hohen Strahlenbelastung evakuiert. Zudem enthielt der radioaktiv Niederschlag aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl „heiße Partikel“, deren Zusammensetzung der von bestrahltem Kernbrennstoff aus Block 4 während des Unfalls ähnelte. Brennstoffpartikel wurden sowohl im radioaktiven Niederschlag in der Nähe des Reaktors als auch in beträchtlicher Entfernung in verschiedenen europäischen Ländern gefunden.²³ Die Gebiete in der Nähe des AKW Tschernobyl werden daher voraussichtlich noch für zehntausende Jahre unbewohnbar bleiben.

2. Anhaltende Kontamination – ein Überblick

In den ersten Stunden, Tagen und Wochen nach den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Reaktorunfällen in Tschernobyl und Fukushima verfolgte die ganze Welt schockiert die Ereignisse in den Medien. Trotz der anfänglichen Erschütterung schwand jedoch bereits nach einigen Monaten das Interesse der Öffentlichkeit an den radioaktiven Wolken und dem Schicksal der Evakuierten. Für die Gemeinden aus den betroffenen Gebieten hält die Krise jedoch weiterhin an, sowohl was die langfristige Strahlenexposition als auch die zwangsläufige Umsiedlung anbelangt.

Das folgende Kapitel ist in zwei Abschnitte unterteilt: Der eine ist dem Thema „30 Jahre nach Tschernobyl“, der andere dem Thema „5 Jahre nach Fukushima“ gewidmet. Sie liefern detaillierte Informationen zur aktuellen Situation in Bezug auf die Strahlenbelastung und die Auswirkungen auf die Gemeinden in den radioaktiv kontaminierten Zonen.

2.1. Tschernobyl – 30 Jahre danach

Die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl verursachte für Jahrtausende irreversible Umweltschäden. Nie zuvor in der Geschichte der Menschheit wurden bei einem einzigen Ereignis so große Mengen langlebiger Radioisotope in die Umwelt freigesetzt.

Tschernobyl hat riesige Flächen kontaminiert und Millionen Menschen betroffen. Die wechselnden Witterungsbedingungen in den Tagen nach dem Unfall haben dazu geführt, dass sich die Kontamination über weite Teile von Skandinavien, Griechenland, Mittel- und Osteuropa, Süddeutschland, die Schweiz, Ostfrankreich und Großbritannien ausgebreitet hat.

In der Nähe des explodierten Reaktors wurden bis zu 150.000 km² Land in Russland, Weißrussland und der Ukraine so stark kontaminiert, dass die Menschen evakuiert oder strikte Beschränkungen für Bodenbewirtschaftung und Nahrungsmittelproduktion auferlegt werden mussten.²⁴ Zum Zeitpunkt des Unfalls lebten über 8 Millionen Menschen (davon 2 Millionen Kinder) in diesen Gebieten.²⁵ Etwa 350.000 davon wurden umgesiedelt oder haben die betroffenen Gebiete verlassen.²⁶

Die Bevölkerung war unmittelbar nach dem Unfall radioaktivem Iod, Iod-131, ausgesetzt. Das erhöht, insbesondere bei Kindern, das Risiko von Schilddrüsenkrebs. Auf mittlere bis lange Sicht hatte man größte Bedenken in Bezug auf die Freisetzung, Verbreitung und Ablagerung von Caesium-137, einem langlebigen Radionuklid, dass die Nahrungskette durchlaufen und so Milch, Fisch und andere Nahrungsmittel kontaminieren kann. In Anbetracht seiner Halbwertszeit von 30 Jahren wird es mehrere Jahrhunderte dauern bis die radioaktive Verunreinigung abnimmt. Nichtsdestotrotz haben viele Einwohner im Laufe der Jahre weiter Obst, Gemüse, Fisch, Pilze und Beeren aus den nach dem Reaktorunfall kontaminierten Gebieten gegessen.

Der Reaktorunfall in Tschernobyl hatte für die Region auch immense finanzielle Auswirkungen. Die Ukraine hat seit ihrer Unabhängigkeit über 10 Milliarden US-Dollar in die Minderung der Folgen von Tschernobyl investiert.²⁷ Weißrussland hat von 1991 bis 2010 19 Milliarden US-Dollar investiert, um die Folgen von Tschernobyl zu mindern.²⁸ Die Menschen in der Ukraine sind gefährdet, da das Land nicht mehr über ausreichende Mittel verfügt, um die notwendigen Programme zum Schutz der Öffentlichkeit zu finanzieren.²⁹

2.1.1. Aktuelle Situation

Dreißig Jahre nach der Nuklearkatastrophe in Tschernobyl sind immer noch über 10.000 km² Land nicht wirtschaftlich nutzbar.³⁰ Darüber hinaus leben etwa 5 Millionen Menschen in Zonen, die offiziell als radioaktiv verseucht gelten.³¹ (1,1 Millionen in Weißrussland, 1,6 Millionen in Russland und 2,3 Millionen in der Ukraine).³²

Die 30-Kilometer-Sperrzone um Tschernobyl ist nach wie vor hochgradig kontaminiert und unbewohnbar. Der Umkreis von 10 Kilometern um das Kraftwerk ist so stark kontaminiert, dass diese Zone noch für zehntausende von Jahren unbewohnbar bleiben wird.³³ Besorgniserregender für die Sicherheit der Bevölkerung sind jedoch die sogenannten „Hot Spots“, Gebiete mit hoher radioaktiver Kontamination, die außerhalb der evakuierten Zone entdeckt wurden.³⁴ Für diese Gebiete gibt es keine Zugangsbeschränkungen.

Die Kontamination mit wesentlichen Isotopen wie Caesium-137 und Strontium-90 hat seit 1986 um den Faktor 2 abgenommen.³⁵ Während die Kontamination mit Caesium-137 in vielen landwirtschaftlichen Erzeugnissen nachgelassen hat, hält sie in wilden Pilzen, Beeren und Fleisch

weiter an und ist in einigen Fällen sogar angestiegen.³⁶ In vielen ländlichen Gebieten sind nach wie vor die lokalen Erzeugnisse die Hauptquelle für die Strahlenexposition der Bevölkerung.³⁷ Der Beitrag von Waldökosystemen, die etwa ein Drittel des kontaminierten Gebietes ausmachen, zur Aufnahme von Radionukliden in den menschlichen Organismus hat im Laufe der Jahre zugenommen.³⁸

Es ist bekannt, dass sich Radionuklide in Sumpfgebieten akkumulieren. Werden Pflanzen aus diesen kontaminierten Gebieten zu Heu verarbeitet und regelmäßig an Kühe verfüttert, akkumulieren die Radionuklide in den Tieren und gelangen anschließend in ihre Milch. Wenn Menschen diese Milch trinken, kann die langfristige Akkumulation von Radioaktivität im menschlichen Körper zu zahlreichen schwerwiegenden Krankheiten führen.

Die Kontamination der Milch liegt in vielen ukrainischen Dörfern über den im Land zulässigen Grenzwerten und es ist nicht zu erwarten, dass sich diese Situation bessern wird, da die Gegenmaßnahmen erschöpft sind.³⁹ Auch die Belastung von Getreide mit Strontium-90 hat in den letzten 15 Jahren deutlich zugenommen, da dieses Radionuklid von den Brennstoffpartikeln freigesetzt wird, was wiederum zu einer erhöhten Bioverfügbarkeit führt.⁴⁰ Ähnlich stellt die Kontamination von Holz aus Wäldern, das in ländlichen Haushalten als Brennholz verwendet wird, mit Strontium-90 ein zunehmendes Problem dar.

Es sind die lokalen Erzeugnisse, die nach wie vor die Hauptquelle für die Strahlenexposition in den ländlichen Regionen der Ukraine bilden, die infolge des Reaktorunfalls von Tschernobyl kontaminiert sind.⁴¹ Um besser zu verstehen, wie Kontamination das Leben von Tschernobyl-Überlebenden beeinträchtigt, hat Greenpeace im Herbst 2015 zwei kleine Pilotuntersuchungen zur Restkontamination mit Radionukliden bei lokal erzeugten Nahrungsmitteln und Forstprodukten durchgeführt. Die erste wurde in zwei Gebieten in der Ukraine durchgeführt, der Oblast Riwne und der Oblast Kiew. Die zweite wurde in ausgewählten Gebieten um die Städte Nowosybkow und Slynka in der Oblast Brjansk in Russland durchgeführt.

2.1.2. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in der Ukraine⁴²

Analysen der von August bis September 2015 in verschiedenen Dörfern im Westen und Südwesten des AKW Tschernobyl gesammelten Milch-, Getreide-, Pilz-, Heu- und Holzproben haben bestätigt, dass fast 30 Jahre nach dem Reaktorunfall immer noch eine hohe Kontamination mit den Radionukliden Caesium-137 (¹³⁷Cs) und Strontium-90 (⁹⁰Sr) vorliegt.

Tabelle 2: Zulässige Höchstwerte in der Ukraine^{43,44} für ¹³⁷Cs und ⁹⁰Sr in Nahrungsmitteln und Forstprodukten

Product	caesium-137 (¹³⁷ Cs), Bq/kg	strontium-90 (⁹⁰ Sr), Bq/kg
Milk and dairy products	100	20
Fresh wild berries and mushrooms	500	50
Dried wild berries and mushrooms	2500	250
Herbs	600	200
Fish	150	35
Wood and firewood	600	60
Grains	50	20

Greenpeace Untersuchungsergebnisse:

- Von 50 in der etwa 200 km vom AKW Tschernobyl entfernten Oblast Riwne gesammelten Milchproben enthielten bis auf vier alle ¹³⁷Cs in Konzentrationen über dem in der Ukraine

erlaubten Grenzwert für den Verzehr durch Erwachsene und alle lagen deutlich über dem Grenzwert für Kinder.

- Eine Probe des Heus, das auf einem Bauernhof in einem der Dörfer an das Vieh verfüttert wurde, enthielt ^{137}Cs in einer Konzentration, die die hohe Aktivitätskonzentration in der Milch erklären kann.
- Obwohl es zur Zeit der Probenentnahme aufgrund des trockenen Wetters nur wenige Pilze gab, betrug bei einer der frischen Proben die Aktivitätskonzentration von ^{137}Cs mehr als das Doppelte des in der Ukraine geltenden Grenzwertes für den menschlichen Verzehr. Sechs Proben von getrockneten Pilzen, die Familien vor Ort nach dem Sammeln 2014 eingelagert hatten, enthielten Konzentrationen von ^{137}Cs , die den Höchstwert für getrocknete Lebensmittel um das 4- bis 16-Fache überschritten.
- 42 % der Getreideproben von Feldern im etwa 50 km vom AKW Tschernobyl entfernten Landkreis Iwankiw in der Oblast Kiew enthielten Aktivitätskonzentrationen von ^{90}Sr über dem Grenzwert für den menschlichen Verzehr und in zwei Fällen mehr als das Doppelte dieses Grenzwertes.
- Von den 12 Sammelholzproben, die aus 60 in den Wäldern im Landkreis Iwankiw gesammelten Einzelholzproben zusammengestellt wurden, überschritten neun die zulässigen Grenzwerte der Ukraine für ^{90}Sr in Brennholz. In einer einzelnen Ascheprobe, die aus einem mit lokalem Unterholz befeuerten Haushaltsofen entnommen wurde, lag die Konzentration von ^{90}Sr um mehr als das 20-Fache über der in den meisten kontaminierten Holzproben dieser Studie gefundenen.

2.1.3. Praxisbeispiel aus dem Landkreis Iwankiw in der Oblast Kiew, Ukraine



Nach langjähriger Abwesenheit aufgrund des Reaktorunfalls kehrten Anna und Vasył Malashenko 2007 in ihre Heimatregion Oblast Kiew zurück. Sie besitzen jetzt einen kleinen Bauernhof in der Nähe des Dorfes Fedoriwka im Landkreis Iwankiw mit 70 Hektar Land. Er besteht aus zwei Parzellen, einem Weizenfeld und einem Sonnenblumenfeld. Sie sind zurückgekehrt, obwohl weiterhin eine Gefährdung durch anhaltende Strahlung besteht.

Vasył erklärt: „Als der Unfall passierte waren wir mit der Aussaat beschäftigt. Ich habe nicht weit von hier gearbeitet. Ich erinnere mich noch genau daran, als wäre es heute gewesen. Und ich habe es gespürt. Im ersten Jahr bekam meine Frau beim Arbeiten ein rotes Gesicht. Und bei der Ernte

hatte ich ein Kratzen im Hals. Das ist das, was ich persönlich gespürt habe. Und heute spüre ich es nicht mehr. Und die anderen Menschen hier klagen auch nicht mehr über die noch vorhandene Strahlung.“

Anna fügt hinzu: „In den ersten Jahren wurden wir nicht untersucht. Es fanden überhaupt keine ärztlichen Untersuchungen statt. Ich vermute, sie hatten einfach nicht die geeignete Ausrüstung dafür. Über mehrere Jahre hinweg wurden keine Blutuntersuchungen durchgeführt. In den ersten Tagen deutete bereits die Blutfarbe darauf hin, dass etwas nicht in Ordnung war. Entsprechende weiterführende Untersuchungen wurden aber eingestellt, weil anhand dieser Untersuchungen keine Diagnose gestellt werden konnte. Anschließend behaupteten sie, die Menschen hier wären nicht betroffen.“

Das Paar zog mit seiner Familie für einige Zeit in einen nicht radioaktiv verseuchten Teil des Landes. „Wir haben diesen Ort verlassen. 1990 sind wir nach Kowel in die Oblast Wolhynien gezogen. Dort sind wir 17 Jahre geblieben. 2007 sind wir dann zurück in unsere Heimat gezogen. Unsere Kinder haben in Kiew studiert und arbeiten jetzt dort“, sagt Vasyl.

„Wir sind aus persönlichen Gründen zurückgekehrt. Erst wollten wir nicht zurück, weil wir uns dort eingelebt hatten, Freunde hatten. Ich war Bauer und besaß ein Stück Land. Es war sehr schwer zu gehen. Und als ich in meine Heimat zurückkam, war alles fremd – die Sprache, die Gepflogenheiten.“

„Da wir hier früher schon gelebt hatten, konnten wir uns recht schnell wieder einleben. Wie Sie sehen, haben wir jetzt etwas Land übernommen, um es zu bestellen. Da die Besitzer weggezogen sind, haben sie uns ihr Land überlassen und wir geben ihnen dafür Getreide.“

2.1.4. Praxisbeispiel aus dem Dorf Vezhytsia im Landkreis Rokytno in der Oblast Rivne, Ukraine



Halina Chmulevych lebt als alleinerziehende Mutter von zwei Kindern im Landkreis Rokytno, etwa 200 km westlich vom AKW Tschernobyl, mit geringer Möglichkeit unbelastete Lebensmittel zu erhalten.

„Ich habe zwei Kinder. Eines geht zur Schule. In der Schule bekommen sie Essen, was vom Staat bereitgestellt wird. Vorletztes Jahr haben sie die Essensversorgung jedoch zunächst eingestellt. Letztes Jahr wurde sie dann wieder eingeführt. Ich weiß nicht. In unserem Fall ist es besser, wenn sie Essen in der Schule bekommen“, sagt Halina.

„Aber wenn sie es einstellen, dann gibt es zu Hause Essen mit Kuhmilch und Kartoffeln. Wir haben Milch und backen selber Brot – beides ist verstrahlt. Alles hier ist verstrahlt. Ich selbst wurde hier geboren, als es die Explosion im Kraftwerk gab. Aber ich lebe noch. Ich esse und lebe und so werden auch meine Kinder essen, was wir haben. Natürlich bin ich besorgt, aber was kann ich tun? Wir bauen Kartoffeln an und die Kuh grast auf der Weide.“

Halina abschließend: „Irgendwie ist es beängstigend. Man kann ja nicht einmal mit Sicherheit sagen, was in den Läden verkauft wird. (...) Also gebe ich meinen Kindern mein eigenes Essen – Hüttenkäse und Sauerrahm. Ich denke, das wichtigste ist die Gesundheit. Es ist beängstigend. Meine Mutter hat direkt nach Tschernobyl Krebs bekommen und ist bereits verstorben.“

2.1.5. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in Russland⁴⁵

Im Oktober 2015 hat ein Forschungsteam von Greenpeace verschiedene Orte in der russischen Oblast Brjansk aufgesucht, um die allgemeine Strahlenbelastung zu erfassen und Proben von Nahrungsmitteln und Forstprodukten aus diesen Gebieten zu sammeln, die einen wesentlichen Teil der örtlichen Ernährung ausmachen. Diese Pilotstudie zeigt, dass eine Reihe von Nahrungsmitteln und Forstprodukten in der Oblast Brjansk immer noch eine hohe Konzentration von Caesium-137 aufweist.

Tabelle 3: Zulässige Höchstwerte in Russland⁴⁶ für ¹³⁷Cs in Nahrungsmitteln und Forstprodukten

Product	caesium-137 (¹³⁷ Cs), Bq/kg
Milk	50
Fish	130
Grains	80
Berries	40
Fresh and pickled mushrooms	500
Dried mushrooms	2500
Construction timber wood	370
Firewood	1400
Wood for carpentry	2200

Greenpeace Untersuchungsergebnisse:

- 13 Proben von Wildpilzen wurden untersucht, darunter neun frisch geerntete, drei getrocknete und eine Probe von eingelegten Pilzen. Außerdem wurden eine Probe von roten Beeren (Preiselbeeren) und eine Probe von Weintrauben analysiert, beide frisch geerntet. Alle analysierten Pilz- sowie Preiselbeerproben enthielten ¹³⁷Cs über dem zulässigen Höchstgehalt.⁴⁷ Nur die Weintraubenprobe enthielt ¹³⁷Cs im zulässigen Rahmen.
- Die analysierten Milchproben enthielten messbare Anteile von ¹³⁷Cs, aber alle weit unter dem zulässigen Höchstwert von 50 Bq/kg.
- Fünf der sechs analysierten Fische enthielten ¹³⁷Cs über dem zulässigen Höchstgehalt, der höchste Wert lag bei 300 Bq/kg. Das ist bemerkenswert, da die Fische in einem Gebiet mit relativ geringer Bodenkontamination gefangen wurden. Es wurde jedoch schon berichtet, dass sich radioaktives Caesium im Sediment von Wasserbecken anreichern kann.⁴⁸

- Der Radionuklidgehalt der Holzproben wurde mit den zulässigen Werten für Bauholz, Brennholz und Holz für Schreinerarbeiten verglichen, um die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des Holzes zu berücksichtigen. Alle vier Holzproben enthielten ¹³⁷Cs über dem zulässigen Grenzwert für Bauholz. Die Bauholzprobe aus einer Sägemühle in Nowosybkow enthielt über 6000 Bq/kg radioaktives Caesium. Das ist weit mehr, als für jede Verwendung zulässig ist.
- Die von Greenpeace erfassten Strahlungswerte zeigten deutlich, dass Wälder weiterhin als Speicher radioaktiver Strahlung fungieren.
- In Dörfern kann die Strahlengefahr direkt um die Ecke liegen: Ein Kinderspielplatz im Stadtpark von Slynka zeigte Strahlenbelastungen von 0,84 Mikrosievert pro Stunde (µSv/h) in 1 Meter Höhe und von 1,6 µSv/h in 10 Zentimeter Höhe. Auch in einem Schulgarten in Stariy Bobovichi wurden Strahlenbelastungen von 0,6 µSv/h bei 1 Meter und 1,1 µSv/h bei 10 Zentimeter gemessen.
- Bodenprobenanalysen ergaben eine durchschnittliche Kontaminationsdichte von 269 kBq/m² Caesium-137 auf einem Feld im Dorf Polyana.⁴⁹ Mit diesen ¹³⁷Cs-Werten würde dieses Gebiet nach russischem Recht in die Gebietskategorie Zone 3 (mit dem Recht auf Umsiedlung) fallen. Das Dorf Polyana ist derzeit als Zone 4 mit bevorzugtem sozioökonomischem Status kategorisiert. Dafür muss die Kontamination unter 185 kBq/m² liegen.

Die meisten als „Evakuierungszonen“ kategorisierten Ansiedlungen in der Oblast Brjansk wurden nie evakuiert und die Bevölkerung ist der ständigen Gefahr einer Belastung durch gesundheitsschädliche Radionuklide ausgesetzt. Viele Menschen in den kontaminierten Gebieten ernähren sich weiter von lokal erzeugten Nahrungsmitteln und die Lebensmittelüberwachung ist begrenzt.

Die Analyse von Holzproben zeigt, dass ernste Gefahr besteht, dass kontaminiertes Holz auf den Markt gelangt und aus der Oblast Brjansk in andere Teile Russlands oder sogar ins Ausland transportiert wird.

Um die Strahlenexposition der betroffenen lokalen Gemeinden zu verringern, sind umfangreichere Programme zur Umwelt- und Lebensmittelüberwachung notwendig. Außerdem müssen stark kontaminierte Gebiete eingezäunt und eindeutig gekennzeichnet werden, um das Sammeln von Holz und Pilzen und die Ausbreitung der Kontamination auf bewohnte Gebiete zu verhindern. Kontaminierte Bereiche an Orten mit hoher Bevölkerungsdichte, beispielsweise Stadtparks und Schulgärten, müssen dekontaminiert werden, um die Strahlenexposition der Bevölkerung zu verringern.

2.1.6. Praxisbeispiel aus der Oblast Brjansk in Russland

Victor A. Khanayev aus Nowosybkow ist Chirurg am Zentralkrankenhaus des Stadtkreises Nowosybkow in der Oblast Brjansk. Er ist außerdem Mitglied des Gemeinderates und ehemaliger Abgeordneter des Regionalparlaments von Brjansk.

„Ich erinnere mich noch an die Demonstration am 1. Mai 1986, fünf Tage nachdem der Reaktor explodiert war, die wir mit unserer kleinen Tochter besucht haben. Wir wurden in keiner Weise gewarnt. Das Wetter war schön, nur der Wind war vielleicht etwas stark. Heute erinnern meine Freunde und ich uns mit Schrecken daran.“

„Das erste Jahr nach der Explosion brachte eine Reihe gesundheitlicher Probleme mit sich. Ich bin eigentlich sehr gesund, aber in diesem Winter nach der Explosion bin ich vier Mal an schwerer Angina erkrankt. Normale Krankheitsfälle nahmen dramatisch zu, weil das Immunsystem belastet war.“

Die Kontamination hat im Laufe der Jahre etwas abgenommen, aber die unsichtbare Gefahr für die Menschen bleibt. Jäger, Fischer, Pilzsammler, in der Landwirtschaft tätige und die Menschen, die lokale Erzeugnisse kaufen, sind besonders gefährdet.

„In der ersten Zeit nach dem Reaktorunfall befolgten wir die Empfehlungen von Ärzten und Behörden. Auf die Dauer ist es jedoch schwierig für die Menschen im ländlichen Raum und sogar für die Bewohner der Kreisstadt, auf lokale Produkte aus der Landwirtschaft und aus ihrem Garten zu verzichten, insbesondere da die offizielle finanzielle Entschädigung so gering ist.“

„Die Menschen gingen wieder in den Wald, um Pilze und Beeren zu sammeln. Sie begannen wieder Vieh zu halten und sind weniger bereit, mit Strahlenforschern vor Ort zu kooperieren, weniger bereit, ihre Erzeugnisse prüfen zu lassen. Noch ernster ist die Situation in Bezug auf die in freier Wildbahn gejagten Säugetiere und Vögel. Ich habe die erfassten Daten des Regionalparlaments gesehen: Einmal wurde ein Keiler gefangen, dessen Kontamination den Grenzwert um das 300-Fache überschritt. Die Fische in den Seen sind ebenfalls kontaminiert.“

Viele der Probleme werden durch den Verkauf von kontaminierten Beeren, Pilzen und Fischen verursacht.

„Theoretisch müssen Verkäufer Gesundheitsbescheinigungen haben, da alle Produkte getestet werden müssen. Es gibt eine spezielle Prüfung und dennoch kann man noch verunreinigte Milch, Fleisch oder Pilze bekommen. Ganz zu schweigen von dem, was auf der Straße, vor dem Markt verkauft wird, denn da gibt es überhaupt keine Kontrolle.“

Ein weiteres ernsthaftes Problem, das die Menschen im Umkreis von mehreren hundert Kilometern bedroht, ist die radioaktive Kontamination von großen Wald- und Sumpfgebieten.

„Bei Bränden steigen radioaktive Stoffe auf und können über große Distanzen verbreitet werden. Zum Beispiel hatte der alte Landkreis Vyshkov in den letzten drei Jahren schwere Probleme mit Torfbränden in den kontaminierten Gebieten. Die Löschtrupps kommen aus der gesamten Oblast Brjansk und sogar aus anderen Regionen. Sie arbeiten unzureichend gegen die Strahlung geschützt in der sengenden Hitze. Soweit ich weiß, wurde die Strahlendosis, der die Menschen ausgesetzt waren, nicht kontrolliert.“

Victor A. Khanayev abschließend: „Die regionalen Behörden versuchen das Problem der Kontamination durch Tschernobyl zu lösen, aber ohne Geld kann man nicht viel tun. Das Budget ist vergleichbar mit einer zu kleinen Decke, die zu der einen oder anderen Seite gezogen wird – einige Stellen bleiben immer unbedeckt. Der Staat ist verpflichtet, den Menschen ein anständiges Leben zu ermöglichen, sie vor Strahlenexposition zu schützen, ihnen angemessene finanzielle Entschädigungen zu zahlen, für eine gute medizinische Versorgung zu sorgen und sie ggf. umzusiedeln.“

Die Probleme, die sich aus der mangelnden Finanzierung der Überwachungsprogramme ergeben, werden in Kapitel 4 dieses Berichtes beschrieben.

2.1.7. Gefahr von Rekontamination – Waldbrand

Ein weiteres langfristiges Problem ist die Weiterverbreitung von radioaktiven Stoffen durch Waldbrände. Von 1993 bis 2013 wurden in der Sperrzone von Tschernobyl inklusive der am stärksten kontaminierten 10-Kilometer-Zone über 1100 Totalbrände unterschiedlicher Größe offiziell

registriert. Die größten Brände ereigneten sich im August 1992 auf einer mit Wiesen und Wäldern bewachsenen Gesamtfläche von 17.000 Hektar.⁵⁰

Aufgrund der fehlenden Waldbewirtschaftung in der Sperrzone von Tschernobyl und der schlechten Brandschutzinfrastruktur besteht leider ein hohes Risiko von großen Waldbränden. Da die Sperrzone von Tschernobyl nicht stark bevölkert ist, „muss der Brandbekämpfung in der Sperrzone von Tschernobyl und dem Einrichten moderner Branderkennungs- und Brandbekämpfungssysteme besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden“.⁵¹

Bei einem Waldbrand bildet sich aufgrund der Verdampfung von Radionukliden und ihrer anschließenden Adsorption in verschiedenen Trägern wie Asche ein feines radioaktives Aerosol. Das führt zu einem Anstieg der Radionuklidkonzentration in der Luft bis auf das Abertausendfache der normalen Hintergrundkonzentration.⁵²

Bei einem Waldbrand können etwa 3-4 % des Caesium-137 und Strontium-90 und bis zu 1 % der Plutoniumisotope aus dem Waldstreu freigesetzt werden. Bei großen bzw. sehr intensiven Bränden kann die Menge der freigesetzten Radionuklide sogar noch größer sein.⁵³

Gleichzeitig lässt sich bei Waldbränden mit zunehmender Entfernung zum Ursprung der Radionuklidfreisetzung eine starke Abnahme der Radionuklidkonzentration in der Luft beobachten. Das bedeutet, dass der Beitrag der Resuspension von Radionukliden bei Waldbränden zur Bodenkontamination nicht signifikant ist. Untersuchungen zeigen, dass das Einatmen von Radionukliden (sowie die externe Bestrahlung durch Radionuklide in der Luft) nicht signifikant zur Strahlenexposition der Bevölkerung außerhalb der Sperrzone beiträgt.⁵⁴

Dennoch sind Informationen über Brände in der Tschernobyl-Zone für die Bevölkerung der Ukraine und anderer Länder wichtig. Der Brandbekämpfungskapazität in der Sperrzone und anderen kontaminierten Gebieten und dem Einrichten moderner Branderkennungs- und Brandbekämpfungssysteme muss mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.⁵⁵

2.1.8. Fazit

Die unabhängige Feldforschung von Greenpeace und die Auswertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen beide deutlich, dass die Strahlung aus Tschernobyl in den kontaminierten Gebieten der Ukraine, Weißrusslands und Russlands noch sehr präsent ist. Die Kontamination berührt alle Lebensaspekte der Menschen, die an diesen Orten leben müssen. Sie ist in ihrem Essen und ihren Getränken. Sie ist in dem Holz, das sie zum Bauen und Heizen verwenden genauso wie in der Asche, mit der sie Felder und Obstgärten düngen. Und wie diese Kontamination werden auch die damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen sie noch über Jahrzehnte begleiten (zu Einzelheiten siehe Kapitel 3).

Diese allgegenwärtige Kontamination von Nahrungsmitteln und Holz gibt Grund zur ernsthaften Besorgnis hinsichtlich der permanenten, langfristigen Strahlenbelastung der Menschen vor Ort und auch der Jahrzehnte nach dem Reaktorunfall geborenen Kinder. Einfache und konkrete Maßnahmen, die helfen können, kontaminierte Lebensmittel zu reduzieren – Beschaffung von Heu und anderem Futter außerhalb der kontaminierten Gebiete, radikale Melioration der Felder und Behandlung des Viehbestandes mit Ferrocyn, um die Übertragung von Radionukliden in die Milch zu reduzieren –, können und müssen umgesetzt werden.

Ein weiteres großes Problem ist das Fehlen von Routinen und umfassenden Programmen für die Überwachung von Umwelt und Nahrungsmitteln. Das schränkt die Möglichkeiten für die Beurteilung

der Strahlenrisiken und die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen erheblich ein, die andernfalls helfen könnten, die Belastung der Menschen mit Caesium-137 und Strontium-90 zu begrenzen.

Um die Strahlenexposition in diesen Gemeinden zu reduzieren, müssen dringend wieder wissenschaftliche Überwachungsprogramme eingesetzt und langfristig ausreichend finanziert werden. Die betroffene Bevölkerung sollte an den Überwachungsprogrammen beteiligt werden. Außerdem müssen stark kontaminierte Gebiete abgesperrt und eindeutig gekennzeichnet werden, um das Sammeln von Holz, Beeren und Pilzen zu verhindern, dass die Kontamination weiter auf bewohnte Gebiete ausbreitet. Kontaminierte Bereiche an Orten mit hoher Bevölkerungsdichte, beispielsweise Stadtparks und Schulgärten, müssen dringend dekontaminiert werden, um die Gesundheitsgefährdung für die Menschen zu verringern.

2.2. Fukushima – 5 Jahre danach

2.2.1. Aktuelle Situation

Wie in Kapitel 2.1 erwähnt, ist der komplette Umfang der Auswirkungen der Nuklearkatastrophe von Tschernobyl auch nach 30 Jahren noch nicht bekannt. Nur fünf Jahre nach der Katastrophe in Fukushima ist die Lage in Japan natürlich noch unklarer. Greenpeace hat den Kernphysiker und Vorsitzenden der *Vereinigung zur Kontrolle der Radioaktivität im Westen* (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest, ACRO), David Boilley, damit beauftragt, die derzeit veröffentlichten Forschungsarbeiten zur Kontamination infolge der Nuklearkatastrophe in Fukushima auszuwerten, um ein genaues Bild von der aktuellen Situation zu erhalten.

Der Bericht „Fünf Jahre nach Fukushima: Zurück in ein normales Leben?“ (Fukushima five years later: back to normal?) zeigt uns, dass der Betreiber von Fukushima Daiichi fünf Jahre nach dem 11. März 2011 „das Kraftwerk immer noch nicht vollständig stabilisiert hat und dass befürchtet wird, dass es bei einer weiteren Naturkatastrophe erneut zu radioaktiven Emissionen kommen wird“. ⁵⁶ Von den 100.000 Menschen, die immer noch aufgrund der Katastrophe umgesiedelt sind, lebten im November 2015 62.798 in provisorischen Unterkünften ⁵⁷. Die Bevölkerungszahl der Präfektur Fukushima ist laut der jüngsten japanischen Erhebung um 5,7 % (115.000) gefallen. ⁵⁸ Die von der Katastrophe betroffenen Menschen stehen vor einer ungewissen Zukunft und viele werden möglicherweise nie wieder zu ihren Häusern, ihrem Land und ihrer Existenzgrundlage zurückkehren können. Viele der stark kontaminierten Gebiete werden voraussichtlich für Jahrzehnte unbewohnbar bleiben. Familiengenerationen, die bisher zusammenlebten, wurden durch die Evakuierung getrennt und werden möglicherweise nie wieder vereint werden.

Laut dem *Fukushima-Abschlussbericht* (Summary Fukushima Report) der IAEA haben sich im Nordwesten des AKW Fukushima Daiichi sehr große Mengen an radioaktiven Caesium abgelagert. Der Bericht konstatiert gemessene Kontaminationsdichten von 1000 kBq/m² bis 10.000 kBq/m². ⁵⁹ Die durchschnittliche Ablagerungsdichte von Caesium-137 in der Präfektur Fukushima beträgt laut IAEA 100 kBq/m². ⁶⁰ Diese Werte übertreffen bei Weitem den Richtwert der IAEA von 40 kBq/m² für kontaminiertes Land.

Die allgemeine radioaktive Kontamination der Region hat in den vergangenen fünf Jahren nach der Katastrophe abgenommen. Das liegt größtenteils am natürlichen Zerfall von Caesium-134 (¹³⁴Cs), das etwa die Hälfte der Kontamination in der Umgebung ausmachte und eine Halbwertszeit von zwei Jahren hat. Darüber hinaus kann Auswaschen durch Regen oder Schnee zum natürlichen Abfall der Kontamination beitragen. Zugleich kann es aber auch zu einem Anstieg der Kontamination an anderen Orten aufgrund von Akkumulation führen. Obwohl der Abfluss aus

Wäldern in Flusssysteme bei normalem Niederschlag sehr gering ist, können schwere Regenfälle und Taifune die Einleitung von radioaktivem Caesium deutlich erhöhen.⁶¹ Strahlungsmessungen in Waldgebieten, in denen keine Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt worden waren, ergaben im Juni 2015 eine Reduzierung der Kontamination um 57 %.⁶² Die Restkontamination wird hauptsächlich durch langlebiges Caesium-137 verursacht, was bedeutet, dass die Gesamtkontamination in Zukunft langsamer abnehmen wird.⁶³

Caesium-137 wird in den komplexen Waldökosystemen voraussichtlich über Jahrzehnte bestehen bleiben, da es von Pilzen, höheren Pflanzen und Bäumen über die Wurzeln aus dem Boden sowie über Rinde und Blätter direkt aus der Luft aufgenommen wird.^{64 65} Caesium migriert innerhalb des Waldökosystems in komplexen Mustern, die vom Wasserkreislauf und biologischen Faktoren wie Pilzen und Tieren (Herbivoren) beeinflusst werden.⁶⁶ Laubfall ist eine wichtige Migrationsroute für Caesium,⁶⁷ weil das Caesium dadurch auf die oberen Bodenschichten zurückgetragen wird, wo es besonders bioverfügbar für Pflanzen und Tiere ist.⁶⁸

Leider führen die behördlichen Dekontaminationsmaßnahmen selten zu größeren Reduzierungen der Radioaktivität als die natürlichen Prozesse. Boilley stellt fest, dass die Dekontamination in nicht evakuierten Zonen zwischen August 2011 und August 2013 eine Reduzierung der Strahlenbelastung um etwa 60 % bewirkt hat. In evakuierten Wohngebieten sanken die Strahlungswerte (Dosisleistung in der Luft) in Gebieten mit einer Dosisleistung über 1 $\mu\text{Sv/h}$ um 54 % und bei geringerer Dosisleistung lediglich um 23 %.⁶⁹

Dekontaminationsmaßnahmen beseitigen die radioaktive Kontamination nicht – sie verlagern sie nur an einen anderen Ort. In der Folge der Nuklearkatastrophe sind ungeheure Mengen an gefährlichem radioaktivem Abfall angefallen. Allein um das Kraftwerk Fukushima herum bedeckt radioaktiver Abfall eine Fläche von 16 km^2 .⁷⁰ Im September 2015 wurden 9,16 Millionen 1-Kubikmeter-Säcke mit Abfall an 114.700 Standorten in der Präfektur Fukushima gelagert. Die Haltbarkeit dieser Abfallsäcke ist nur für drei Jahre gewährleistet und einige sind schon beschädigt oder im Zerfall begriffen.⁷¹

Diese riesigen Abfallmengen werden häufig unsicher gelagert. Im September 2015 wurden Lagerstätten während des Taifuns Etau durch Regenfälle überflutet.⁷² In der Gemeinde Iitate wurden über 400 Säcke von einem Fluss weggespült⁷³, während andere in der Nähe von Küsten gelagert werden, die nicht gegen Tsunamis gesichert sind. Es gab Berichte von Kindern, die in einem Park in Shirakawa auf Abfallsäcken spielten – von einem Reporter vor Ort vorgenommene Messungen ergaben eine Strahlung von 2,23 $\mu\text{Sv/h}$.⁷⁴

Die Frage, wo der Großteil dieses Abfalls endgelagert wird, ist noch offen. Komplizierte politische Abstimmungen unter 12 Präfekturen, in denen neben der Präfektur Fukushima Abfall gelagert wird, sowie Widerstand aus der Bevölkerung und von lokalen Behörden machen das Finden und Bauen von Endlagerstätten zu einem sehr langwierigen Prozess.

2.2.2. Auswirkungen auf die Gemeinde Iitate

Die Gemeinde Iitate umfasst eine Fläche von über 200 km^2 – zum großen Teil montane Waldgebiete mit einzeln verstreuten Häusern und Feldern. Viele der Häuser und kleinen Felder in Iitate liegen direkt von Wald umgeben in der Gebirgslandschaft. Die Gemeinde ist 28 km bis 47 km vom AKW Fukushima Daiichi entfernt.⁷⁵

Die Wälder fungieren jetzt als Speicher für große Mengen radioaktiver Stoffe, die in der ersten Phase des Reaktorunfalls in Fukushima Daiichi freigesetzt wurden. Aufgrund von Witterungsbedingungen, die die Radioaktivität vom Kernkraftwerk aus Richtung Nordwesten transportierten, war Iitate besonders stark von den radioaktiven Freisetzungen in den Nächten vom 15. und 16. März 2011 betroffen.⁷⁶ Im März 2011 lebten 6.200 Menschen in Iitate, die seit ihrer Evakuierung im April 2011 umgesiedelt sind.

Iitate wurde 2012 zusammen mit anderen Gebieten in der Präfektur Fukushima für die radioaktive Dekontamination vorgesehen.⁷⁷ Es liegt in der Dekontaminationszone, in der die kumulative jährliche Strahlenbelastung heute mehr als 20 Millisievert (mSv) betragen könnte, wenn Menschen dort leben würden. Das ist deutlich höher als der international anerkannte Standard, nach dem die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung in nicht durch einen Unfall verursachter Lage nicht höher als 1 mSv pro Jahr sein darf. Auf diesem Standard basieren die langfristigen Ziele der Regierung. Es gibt jedoch keinen eindeutigen Zeitrahmen für das Erreichen dieser Ziele.⁷⁸

Gemäß den Regierungsplänen wird nur ein Viertel der Fläche von Iitate dekontaminiert: Von einer Gesamtfläche von 20.000 Hektar sind 5.600 Hektar (56 km²) für die Dekontamination vorgesehen.⁷⁹ Obwohl 75 % des stark kontaminierten Landes (sehr dichter Wald) in seinem derzeitigen Zustand belassen werden, ist diese Dekontamination dennoch ein enormes Unterfangen. Die Maßnahmen zur Dekontamination der angestrebten 56 km² begannen in signifikantem Umfang im Frühjahr 2014. Die Fertigstellung war für 2016 geplant. Tatsächlich ist die Regierung alles andere als sicher, ob sie diesen Termin halten kann.

Der dichte Wald von Iitate wird bis auf einige sehr kleine Bereiche an Straßen und Häusern nicht dekontaminiert. Nichtsdestotrotz erweckt die Website des Umweltministeriums den Eindruck, dass 86 % des Waldes in Iitate bereits dekontaminiert wurden.⁸⁰ Die Realität sieht jedoch anders aus. Nur 1.100 Hektar Waldgebiet wurden dekontaminiert, während das gesamte Waldgebiet von Iitate 17.316 Hektar umfasst.⁸¹ Das bedeutet, dass nur 6 % des gesamten Waldes dekontaminiert wurden.

Erde, Laub und kleine Pflanzen werden nur aus dem Wald in den ersten 20 Metern neben Straßen und Häusern beseitigt, in die Menschen zum Leben zurückkehren werden. Häuser in Iitate, deren Umgebung dekontaminiert wurde, sind leicht erkennbar: Erde, Gras und kleine Pflanzen um die Häuser wurden entfernt und neue Erde wurde aufgetragen. Es gibt keine Pläne für die Dekontamination über diese ersten 20 Meter hinaus, weder jetzt noch in Zukunft. Ein Vertreter des Umweltministeriums erklärte Greenpeace, dass „die Walddekontamination sich noch in der Untersuchungs- und Experimentierphase befindet“.⁸² Die Migration von Radionukliden aus dem Wald in andere Gebiete, auch in dekontaminierte Gebiete, stellt ein langfristiges Risiko für die Menschen dar, die sich zur Rückkehr entschließen.

2.2.3. Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace in Iitate, Fukushima

Seit März 2011 haben Experten von Greenpeace 25 Strahlungsuntersuchungen in Gebieten in der Präfektur Fukushima durchgeführt, unter anderem auch in Iitate.⁸³ Greenpeace hat von Juni bis Juli 2015 und im Oktober 2015 Strahlungsuntersuchungen in Iitate durchgeführt, um die aktuelle Situation und die langfristigen Strahlungsrisiken an den Orten zu untersuchen, an die die Menschen voraussichtlich in naher Zukunft zurückkehren werden.⁸⁴ Greenpeace konzentrierte seine Untersuchungen auf bereits dekontaminierte Häuser und die umliegenden Wälder, um die Reststrahlung zu bestimmen, mit der die Menschen leben müssten, wenn sie zurückkehren würden.

Die Messungen von Greenpeace bestätigen, dass Wälder, die nicht dekontaminiert werden können, ein massiver Radioaktivitätsspeicher sind. Sie werden für Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte eine Gefahr für die Bevölkerung darstellen. Selbst Bereiche, die dekontaminiert wurden, wie die schmalen Waldstreifen entlang der Straßen und um die Häuser, sind weiterhin stark kontaminiert. Ein Teil des radioaktiven Caesiums migriert langsam aus den Wäldern. Es ist nach wie vor weitgehend unbekannt, wo sich diese Kontamination akkumulieren wird, aber sie wird sehr wahrscheinlich für die nächsten Jahrzehnte eine Gefahr für die Bevölkerung darstellen.

Die entlang den Straßen in litate gemessenen Strahlungswerte sind deutlich höher als die, die in anderen kontaminierten Gebieten gemessen wurden, in denen 2014 die Evakuierungsanordnung aufgehoben wurde (Miyakoji und Kawauchi). In litate lagen 96 % der über 10.000 Messwerte über dem Zielwert der Regierung von 1 mSv pro Jahr oder 0,23 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ⁸⁵, in Kawauchi waren es 59 %, in Miyakoji 34 %.

Einzelfalluntersuchung: Das Haus von Toru Anzai⁸⁶

Toru Anzai, der einen Bauernhof im Südosten von litate besitzt, hat seit 2011 die Strahlungsüberwachung von Greenpeace unterstützt. Er hat sein Haus nach der Nuklearkatastrophe verlassen und muss jetzt Strahlenschutzkleidung tragen, um es zu betreten. In den Jahren von Toru Anzais Abwesenheit ist das Innere des Hauses heruntergekommen, Tiere sind eingedrungen und Staub hat sich angesammelt.

Von Juni bis Juli 2015 und im Oktober 2015 hat Greenpeace das Haus von Toru Anzai untersucht, in dem die Dekontamination fast abgeschlossen war. Der Bereich um das Haus wurde dekontaminiert, indem mindestens 5 Zentimeter Erde abgetragen und durch nicht kontaminierte Erde ersetzt wurden. Das reduzierte die Strahlung vor dem Haus auf 0,5-0,6 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ bei 1 Meter Höhe, immer noch das Doppelte des Regierungsziels von 0,23 $\mu\text{Sv}/\text{h}$. Auf der Rückseite des Hauses, nah am Wald, waren die Strahlungswerte deutlich höher (ca. 1,5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ bei 1 Meter), auch nachdem die ersten 20 Meter des Waldes dekontaminiert worden waren. Das führte im Haus zu ähnlich hohen Strahlungswerten wie außerhalb (bis zu 1,6 $\mu\text{Sv}/\text{h}$), was bedeutet, dass in dem Haus lebende Menschen mit 10-15 μSv pro Jahr belastet würden.

Obwohl die Strahlenbelastung in den Häusern höher als außerhalb war, ist gemäß dem Dekontaminationsplan für das Gebiet keine Dekontamination für das Innere von Häusern vorgesehen. Die systematische Erfassung der Strahlungswerte um das Haus von Toru Anzai zeigt, dass die Messungen an allen Messstellen über dem Zielwert der Regierung von 0,23 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ liegen, mit Hot Spots von 2,3 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ bei 1 Meter und 13,7 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ bei 10 Zentimeter an einem dekontaminierten Gewächshaus und 2,76 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ bei 1 Meter sowie 9,9 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ in 10 Zentimeter Höhe entlang der Straße.⁸⁷

Einzelfalluntersuchung: Das Haus der Blumenzüchterin in Yamabesawa⁸⁸

Eine Blumenzüchterin aus litate lebte mit ihrer Familie in der Yamabesawa-Region der Gemeinde. Zum Zeitpunkt der Nuklearkatastrophe im AKW Fukushima Daiichi waren sie damit beschäftigt, Bestellungen aus ganz Japan zum Muttertag zusammenzustellen. Die Bestellungen wurden storniert.

Heute lebt die Mutter von ihren Kindern und Enkelkindern getrennt, die Häuser außerhalb von litate gekauft haben. Sie haben nicht vor zurückzukehren, auch nicht nach der Aufhebung der Evakuierungsanordnung.

Die Strahlungsmessungen von Greenpeace ergaben Strahlungswerte von 23 $\mu\text{Sv/h}$ in 10 Zentimeter Höhe direkt vor dem Gewächshaus, in dem die Blumenzüchterin ihre Blumen gezüchtet hat. In dem Bereich um das Haus, der angeblich dekontaminiert ist, lagen die Strahlungswerte bei 1-3 $\mu\text{Sv/h}$ in 1 Meter Höhe. Das ist bis zu 10 Mal höher als der Wert, den das Umweltministerium als Ziel gesetzt hat.⁸⁹

Gefahr von Rekontamination

Die Untersuchungen von Greenpeace machen deutlich, dass die Dekontamination von Iitate trotz des Einsatzes tausender Arbeiter und der hohen Ausgaben wahrscheinlich ein nie endender Prozess mit begrenztem Effekt für die Strahlenbelastung der Bevölkerung sein wird.

Das dekontaminierte Land liegt nach den Bereinigungsmaßnahmen weiterhin neben ausgedehnten Gebieten, die nicht dekontaminiert werden. Diese große Nähe und die Freibewitterung verursachen eine große Gefahr von Rekontamination durch die Migration von Radionukliden. Aufgrund der starken Kontamination der Hügel, Berge und Wälder der Präfektur Fukushima können radioaktive Stoffe in Wasserreservoirs und tiefer gelegene Flussgebiete⁹⁰ und in zuvor dekontaminierte Gebiete transportiert werden. Die radiologische Rekontamination von bereits als „dekontaminiert“ erklärten Gebieten wird wahrscheinlich in absehbarer Zukunft anhalten.

Das Beispiel von dem Bereich um das Haus von Toru Anzai zeigt, dass die Strahlungswerte voraussichtlich in den nächsten Jahren stabil bleiben oder sogar ansteigen werden, insbesondere an der Rückseite des Hauses, die nur zwei Meter von einem steilen, bewaldeten Hang entfernt ist. Aufgrund des steilen Hangs können radioaktive Stoffe vom Regen heruntergespült werden und die Rückseite des Hauses rekontaminieren, was die Gefahr von Strahlenexposition in und um das Haus deutlich erhöhen würde.

2.2.4. Zurück zur Normalität?

Die japanische Regierung unter Shinzō Abe ist entschlossen, die politischen und wirtschaftlichen Auswirkungen der Nuklearkatastrophe zu überwinden. Die Gesundheit und das Wohlergehen der zehntausenden von Evakuierten haben dabei jedoch keine Priorität. Stattdessen verbreitet die Regierung von Shinzō Abe den Mythos, dass das Leben der Menschen nur fünf Jahre nach der ausgedehnten radioaktiven Kontamination wiederhergestellt und ihre Gemeinden wieder bewohnbar gemacht werden können. Dadurch hofft sie, den öffentlichen Widerstand gegen die Kernkraft zu überwinden.

Dieser Versuch der Normalisierung wurde im Juni 2015 offizielle Politik, als der Plan abgesegnet wurde, die Beschränkungen für das Bewohnen der Gebiete von Fukushima aufzuheben, in denen die Strahlung heute noch zu hoch ist, um eine Rückkehr zu erlauben.⁹¹ Der Plan beinhaltet fortgesetzte Dekontaminationsmaßnahmen – die sich, wie die Untersuchungen von Greenpeace zeigen, größtenteils als unzureichend und unwirksam erweisen – mit dem Ziel, im März 2017 die Evakuierungsanordnungen aufzuheben. Anschließend werden 2018 die viel kritisierten monatlichen Entschädigungszahlungen von TEPCO auslaufen.⁹² Diese Entscheidung hat große Folgen für die Gesundheit und das Wohlergehen von 54.800 Menschen, 70 % der nach der Nuklearkatastrophe evakuierten Personen.

Insbesondere die über 6.000 aus der Gemeinde Iitate evakuierten Menschen möchte die Regierung von Shinzō Abe zur Rückkehr drängen. Die radioaktiv kontaminierte Landschaft von Iitate ist eine ständige Erinnerung daran, dass sich die Auswirkungen eines schweren Reaktorunfalls nicht auf einen Umkreis von 10 bis 20 Kilometern um das Kraftwerk beschränken. Die Strahlenbelastung in

den Wäldern, die vor dem Unfall ein integraler Bestandteil des Lebens und der Existenzgrundlage der Bewohner waren, ist vergleichbar mit der Strahlenbelastung in der 30-Kilometer-Sperrzone von Tschernobyl. Da bisher erst ein Viertel der Fläche von Iitate offiziell „dekontaminiert“ ist, werden kleine Inseln mit geringerer Strahlenbelastung geschaffen. Selbst diese kleinen „bereinigten“ Inseln erfüllen größtenteils nicht die langfristigen Dekontaminationsziele der Regierung.

Fünf Jahre nach der Katastrophe leben viele ehemalige Bewohner von Iitate immer noch in provisorischen Unterkünften und haben keine bessere Wahl als in ihre von kontaminiertem Wald umgebenen kontaminierten Häuser zurückzukehren oder ihre Häuser aufzugeben, um ohne angemessene Entschädigung anderswo ein Leben aufzubauen. Viele werden wegen fehlender finanzieller Mittel zur Rückkehr gezwungen sein. Das läuft auf eine wirtschaftliche Nötigung der Menschen und Familien hinaus, die Opfer einer Nuklearkatastrophe sind, an deren Verursachung sie keinen Anteil hatten.

Bei dem Entschädigungsprozess für Evakuierte gibt es zahlreiche Probleme. Die Abwicklung der Ansprüche ging nur langsam voran und die monatlichen Zahlungen sind zu gering, um den Lebensunterhalt damit zu bestreiten, ganz zu schweigen davon, sich ein neues Leben aufzubauen. Außerdem haben nicht alle Betroffenen ein Anrecht auf Entschädigung und diejenigen, die berechtigt sind, erhalten nur einen Bruchteil des Wertes ihres verlorenen Zuhauses. Verschiedene Umfragen bestätigen, dass die meisten die Hoffnung aufgegeben haben, ihr altes Leben wieder aufnehmen zu können, und lieber ausreichend Geld für einen Neuanfang erhalten würden.⁹³

Evakuierungsanordnungen aufgehoben

In einigen Teilen der 20-Kilometer-Evakuierungszone um Fukushima hat die Regierung die Evakuierungsanordnung im April 2013 bereits teilweise aufgehoben. Die Gemeinde Namie in der Präfektur Fukushima wurde anhand der geschätzten jährlichen Strahlenbelastung in drei Evakuierungszonen unterteilt, die voraussichtlich 2016 in Teilen freigegeben werden.⁹⁴ Eine Umfrage der Stadtverwaltung von Namie ergab jedoch 2013, dass 37,5 % der Menschen den Gedanken aufgegeben haben, ihr früheres Leben wieder aufzunehmen, und derselbe Prozentsatz „nicht sicher“ ist.⁹⁵ Nur 19 % der ursprünglichen Bewohner von Namie wollten mit Sicherheit zurückkehren.

Die japanische Regierung rechtfertigt ihre Entscheidung, die Evakuierungsanordnungen aufzuheben, teilweise damit, dass ihre Dekontaminationsziele den Empfehlungen der *Internationalen Strahlenschutzkommission* (International Commission in Radiological Protection, ICRP) und der japanischen *Atomkraftregulierungsbehörde* (Nuclear Regulation Authority, NRA) entsprechen.

Die Regierung von Shinzō Abe interpretiert die Zahlen der ICRP jedoch sehr selektiv. Die japanische Zentralregierung überarbeitete ihre Richtlinie im April 2011 und definierte Evakuierungszonen als „Gebiete, in denen die kumulative Strahlenbelastung 20 mSv pro Jahr erreichen kann“.⁹⁶ Das ist das 20-Fache des von der ICRP für nicht durch einen Unfall verursachte Lagen empfohlenen Grenzwertes und auch das 20-Fache der maximalen effektiven Belastung von 1 mSv pro Jahr, die in der Ukraine, Weißrussland und Russland nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl festgelegt wurde.⁹⁷

Das Risiko einer höheren Strahlenbelastung von bis zu 20 mSv pro Jahr – der die Menschen in Iitate infolge dieser Regierungsentscheidung ausgesetzt werden können – ist im Hinblick auf die öffentliche Gesundheit inakzeptabel. Wie oben erläutert, scheint darüber hinaus die Reduzierung der Strahlenbelastung auf weniger als 20 mSv in einigen Gebieten außerdem unerreichbar zu sein.

Lokale Behörden investieren Millionen Dollar, um Umsiedler zur Rückkehr zu bewegen, und die Kosten für die Dekontamination werden mit der Zentralregierung geteilt, die sich um die am stärksten kontaminierten Gebiete kümmert. Die Kosten für die Dekontaminationsmaßnahmen werden auf 50 Milliarden US-Dollar geschätzt⁹⁸ und selbst diese Summe wird nach verbreiteter Einschätzung nicht ausreichen.

2.2.5. Fazit

Seit der Nuklearkatastrophe in Fukushima sind fünf Jahre vergangen und wie in Tschernobyl ist ihr Ende kaum absehbar. Riesige Gebiete sind weiterhin stark mit radioaktivem Caesium kontaminiert und werden das noch für Jahrzehnte wenn nicht Jahrhunderte bleiben. Die Ähnlichkeiten zwischen Fukushima und Tschernobyl sind deutlich.

Die Untersuchungen von Greenpeace haben bestätigt, dass die Dekontaminationsmaßnahmen der japanischen Regierung nur punktuell und inadäquat waren und den Weg für die Rekontamination von angeblich dekontaminierten Gebieten offen lassen. In einigen Gebieten ist die Rekontamination sogar unausweichlich. In Verbindung mit dem ineffektiven Dekontaminationsprozess ist damit klar, dass die Menschen weiter einer Strahlenbelastung ausgesetzt sein werden, wenn die Evakuierungsanordnungen aufgehoben werden und Menschen in ihre Häuser zurückkehren.

Die Situation in Japan macht deutlich, dass die Kontamination mit langlebigen radioaktiven Stoffen nicht durch Dekontaminationsmaßnahmen behoben werden kann – das bedeutet lediglich ein Verlagern der Stoffe, was anderswo neue Probleme schafft. Die vorübergehende Lagerung von radioaktiven Abfällen wird weiterhin eine Gefahr für Gemeinden und die Umwelt darstellen.

Die Auswirkungen der radioaktiven Kontamination von riesigen Landgebieten auf die Menschen sind nicht zu unterschätzen. Zehntausende Menschen haben ihr Zuhause, ihr Land und ihre Existenzgrundlage verloren. Familiengenerationen, die bisher zusammenlebten, sind getrennt und viele werden nie wieder vereint werden. Die Betroffenen wurden unzureichend entschädigt (wenn überhaupt) und viele leben noch immer in heruntergekommenen provisorischen Unterkünften. Und das alles wegen einer Nuklearkatastrophe, an deren Verursachung sie keinen Anteil hatten.

Das Bestreben von Premierminister Shinzō Abe, die Kernkraft in den Augen einer skeptischen Öffentlichkeit zu rehabilitieren und Japans stillstehende Kernreaktoren wieder anzufahren, hat zu einem Herunterspielen der Gefahren der radioaktiven Kontamination infolge der Nuklearkatastrophe von Fukushima geführt. Sein drängendes Bemühen, die Evakuierten zu einer Rückkehr in ihre Häuser zu bewegen, ob sie wollen oder nicht, zeigt eher die wirtschaftlichen und politischen Prioritäten seiner Regierung, als Sorge um die Gesundheit und das Wohlergehen der Opfer der Katastrophe. Wie unsere Ergebnisse zeigen, werden nach den derzeitigen Plänen der Regierung viele zurückkehrende Evakuierte gezwungen sein, in oder in der Nähe von stark kontaminierten Gebieten zu leben.

3. Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl und Fukushima

Die gesundheitlichen Folgen der Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima sind weitreichend. Auch dreißig Jahre nach der Katastrophe von Tschernobyl liegt die Sterblichkeit bei den Überlebenden von Tschernobyl höher, sind die Geburtenraten geringer, hat das Auftreten von Krebs und psychischen Störungen zugenommen. Gerade einmal fünf Jahre nach der Katastrophe

von Fukushima sind bereits psychische Erkrankungen, z. B. Depressionen, Angststörungen und posttraumatische Belastungsstörungen (PTBS), gehäuft zu verzeichnen, und es wurde ein spürbarer Anstieg von Schilddrüsenkrebs nachgewiesen.

Die Ursachen dieser gesundheitlichen Auswirkungen können in drei Kategorien eingeteilt werden: strahleninduzierte gesundheitliche Auswirkungen, Auswirkungen, die sowohl durch Strahlung als auch durch Störfaktoren verursacht werden, und Auswirkungen, die durch psychologische und gesellschaftliche Folgen der Katastrophen ausgelöst werden.⁹⁹ Die schwerwiegenden gesellschaftlichen Umbrüche, unzureichende behördliche Informationen, psychosoziale Einflüsse und stressbedingte Faktoren nach einem solchen Atomunfall können zu einer deutlichen Verschlechterung des Gesundheitszustands bei betroffenen Bevölkerungsteilen führen.¹⁰⁰

Dies voranstellt wird jedoch der tatsächliche Umfang der gesundheitlichen Auswirkungen der Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima womöglich nie vollständig bekannt sein. Eine umfassende Datenerhebung und international anerkannte Veröffentlichungen zu den Folgen von Tschernobyl haben nie stattgefunden. Für den Zusammenhang zwischen radioaktiver Kontamination und bestimmten beobachteten gesundheitlichen Auswirkungen können daher möglicherweise zu keinem Zeitpunkt schlüssige Beweise vorgelegt werden.

Der weißrussische Wissenschaftler Malko hat Schätzungen angestellt über mögliche Krebstote basierend auf Kalkulationen der individuellen und der kumulativen Strahlendosis in allen Ländern, die von dem radioaktiven Fallout von Tschernobyl betroffen waren. In einer Studie aus dem Jahr 2006 prognostiziert er mehr als 90.000 Todesopfer infolge von Krebserkrankungen. In einer neueren Studie erhöht er diese Zahl sogar auf 115.000 Todesfälle.¹⁰¹ Diese Prognose steht im Widerspruch zur WHO, die von 9.000 zusätzlichen Todesfällen ausgeht.¹⁰²

3.1 Anerkannte gesundheitliche Folgen

Dreißig Jahre nach Tschernobyl zeigen Untersuchungen, dass bei den Überlebenden der Katastrophe eine nicht von der Hand zu weisende Verschlechterung des Gesundheitszustands und des Wohlbefindens zu verzeichnen ist. Insbesondere hat bei den Bevölkerungsteilen, die der radioaktiven Strahlung ausgesetzt waren, die Sterblichkeit zugenommen und sind Schilddrüsenkrebs, Brustkrebs und Leukämie sowie Katarakte und psychische Störungen vermehrt aufgetreten.

Es ist auffallend, dass die Sterblichkeit – die Mortalität – insbesondere bei Bewohnern der kontaminierten Gebiete deutlich höher ist.¹⁰³ Eine wesentliche Ursache für diese erhöhte Mortalität sind Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. Diese lassen sich generell auf eine Strahlenbelastung zurückführen und sind in Tschernobyl bei Aufräumarbeitern (Liquidatoren), evakuierten Erwachsenen und Bewohnern der radioaktiv kontaminierten Gebiete aufgetreten.¹⁰⁴

Forschungsergebnisse zeigen, dass die Geburtenraten in den durch die Katastrophe von Tschernobyl am stärksten kontaminierten Gebieten der Ukraine in den ersten beiden Folgejahren zurückgingen. Deutliche Veränderungen der Geburtenraten in der Ukraine sind außerdem zwischen 1991 und 2012 zu beobachten. Im Jahr 1991 fiel die Geburtenrate von 12,1 Geburten pro 1000 Frauen auf 7,7 Geburten pro 1000 Frauen im Jahr 2001. In den Jahren 2000, 2001 und 2002 wurden die geringsten Geburtenraten seit Beginn der Erfassung des Landes verzeichnet.¹⁰⁵

Seit der Katastrophe in Tschernobyl gab es eine deutliche Zunahme von Schilddrüsenkrebs, insbesondere bei Jugendlichen. Eine Auswertung der Daten von Kindern in der Ukraine, die zum

Zeitpunkt des Unglücks zwischen 10 und 14 Jahre alt waren, ergab, dass das Auftreten von Schilddrüsenkrebs 20 Jahre danach unter den Kindern, die der radioaktiven Strahlung ausgesetzt waren, 9,7 Mal höher lag als bei denjenigen, die der Strahlung nicht ausgesetzt waren. Ebenso ist das Auftreten von Schilddrüsenkrebs bei Jugendlichen im Alter von 15-19 Jahren, die der Strahlung ausgesetzt waren, 3,4 Mal höher.¹⁰⁶ Laut den Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Jodprophylaxe nach Nuklearunfällen aus dem Jahr 1999 ist die jährliche Zahl an Schilddrüsenkrebserkrankungen bei Kindern in dem am stärksten betroffenen Gebiet in Weißrussland auf nahezu 100 pro 1 Million Kinder angestiegen, was verglichen mit der Situation vor dem Unfall dem hundertfachen Wert entspricht.¹⁰⁷ Es gilt als anerkannt, dass diese Überschreitung auf die Exposition radioaktiven Jods zurückzuführen ist, das bei dem Unfall in Tschernobyl freigesetzt wurde.

Darüber hinaus ist an der Zahl der Schilddrüsenkrebserkrankungen besonders auffällig, dass diese auch in Gebieten auftreten, die von Tschernobyl weit entfernt liegen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat Folgendes festgestellt: „Der Unfall von Tschernobyl hat daher gezeigt, dass hohe Dosen von radioaktivem Jod hunderte Kilometer von der Unfallstelle entfernt, außerhalb der Notfallplanungsbereiche, auftreten können.“¹⁰⁸ Dies sollte bei der Notfallplanung für Kernkraftwerke in Zukunft grundsätzlich beachtet werden.

Auch wenn die Ergebnisse der in der Ukraine und Weißrussland durchgeführten Untersuchungen eine geringe Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Leukämie im Kindesalter durch niedrige Strahlenbelastungsdosen aufzeigen, konnte dennoch ein Anstieg von Leukämieerkrankungen unter den Liquidatoren von Tschernobyl aus Weißrussland, der Russischen Föderation, der Ukraine und den baltischen Staaten beobachtet werden.¹⁰⁹

Weibliche Liquidatoren hatten zudem ein erhöhtes Risiko, an Brustkrebs zu erkranken - und zwar erhöht um das 1,6-Fache. Bei Untersuchungen der Bevölkerung von Weißrussland und der Ukraine wurde ein zweifacher Anstieg an Brustkrebs bei Frauen festgestellt, die in den am stärksten kontaminierten Gebieten leben. Wie Prof. Omelianets feststellt, „bestätigen [diese Ergebnisse] die Notwendigkeit, eine umfassende Untersuchung dazu durchzuführen, welche Rolle die Strahlung bei der Zahl der Brustkrebserkrankungen in der gesamten Bevölkerung und bei separaten Bevölkerungsgruppen spielt, die von der Katastrophe in Tschernobyl am meisten betroffen waren.“¹¹⁰

Untersuchungen, die nach dem Unglück in Tschernobyl durchgeführt wurden, zeigen, dass auf Strahlung zurückzuführende Katarakte durch eine deutlich geringere Strahlenbelastung verursacht werden können, als bisher gezeigt wurde. Der Zeitraum zwischen der Exposition und dem Auftreten des Kataraktes kann mehr als 24 Jahre betragen. In seiner Überprüfung kommt Prof. Omelianets zu dem Schluss, dass durch Strahlung verursachte Katarakte „in einem höheren Ausmaß als erwartet festgestellt wurden“.¹¹¹

Aufgrund der verbreiteten Anzahl von Schilddrüsenkrebserkrankungen bei Kindern, die in Gebieten aufgetreten sind, die vom Unfall in Tschernobyl betroffen waren, wurden in der Präfektur Fukushima mehr als 280.000 Kinder auf Beeinträchtigungen der Schilddrüse untersucht. Bis Ende 2015 wurde bei 90 Kindern in Fukushima Schilddrüsenkrebs diagnostiziert – eine Zahl, die deutlich höher liegt als der Wert in den angrenzenden Regionen von Tschernobyl, obwohl die Strahlungswerte in Fukushima geringer waren. Dieser Anstieg der Schilddrüsenkrebserkrankungen kann teilweise auf das Überprüfungsprogramm zurückgeführt werden: In Fukushima wurden mehr Kinder als in Tschernobyl untersucht, daher wurden auch mehr Fälle gefunden. Eine Untersuchung aus dem

Jahr 2015 zeigt jedoch, dass es unwahrscheinlich ist, dass der festgestellte Anstieg allein durch die breitangelegte Überprüfung vollständig erklärt werden kann.¹¹²

Auswirkungen auf die psychische Gesundheit

Noch bis vor Kurzem wurden psychische Erkrankungen, z. B. Angststörungen, Depressionen und posttraumatische Belastungsstörungen (PTSD), von medizinischen Einrichtungen und der Öffentlichkeit nicht so ernst genommen wie körperliche Erkrankungen. Glücklicherweise hat jedoch die Anerkennung und Akzeptanz dieser Krankheiten in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen. Dadurch ist eine umfassendere Diskussion über die gesundheitlichen Auswirkungen von Tschernobyl und Fukushima möglich geworden.

Nukleare Unfälle können langwierige und komplexe psychische Folgen haben, z. B. posttraumatische Belastungsstörungen, Tabak- und Alkoholsucht sowie Angststörungen, die zu unerklärten körperlichen Symptomen führen.¹¹³ Diese psychopathologischen Reaktionen treten aus Sorge vor der Zukunft auf, z. B. aufgrund des Krebsrisikos, möglicher genetischer Auswirkungen auf die Nachkommen, das Leben in kontaminierten Gebieten, die fehlende Möglichkeit, wieder nach Hause zurückzukehren, sowie ungerechte Entschädigungszahlungen.¹¹⁴

Eine Untersuchung aus dem Jahr 2006 zeigte auf, dass die häufigste Todesursache unter Liquidatoren aus Estland Suizid war und auch eine Untersuchung aus dem Jahr 1997 ergab, dass die Selbstmordraten von Liquidatoren aus Litauen über dem durchschnittlichen Wert der Bevölkerung lagen. Das Tschernobyl-Forum der Vereinten Nationen ist sich der Bedeutung von Suiziden unter Liquidatoren als eines der wichtigsten Probleme nach der Katastrophe bewusst. Bei Liquidatoren traten außerdem Schlafstörungen, Alkoholmissbrauch, Agoraphobie und andere körperliche Erscheinungsformen psychischer Probleme auf. In mehreren Untersuchungen wird der Begriff „Strahlenangst“ (Radiophobie) verwendet, um diese Zustände zu beschreiben.

Diese Zustände werden häufig durch ein geringes öffentliches Bewusstsein für die Situation in den kontaminierten Gebieten verursacht oder verschärft. Die Situation wird noch weiter verschlimmert durch die „Sorge über die Qualität der medizinischen Versorgung, die Anwendung nicht evidenzbasierter Diagnosen und Behandlungen sowie die mangelnden Kenntnisse der Bevölkerung zu den Anzeichen von körperlichen und psychischen Erkrankungen“¹¹⁵ und durch den Mangel an Untersuchungen zum Umgang mit diesen Punkten. Es müssen deutlich mehr Untersuchungen durchgeführt werden und zeitgleich die Gesundheitsversorgung der Opfer nuklearer Unfälle ausgebaut und verbessert werden.

In früheren Untersuchungen zu Fukushima wurde festgestellt, dass „Katastrophenhelfer, Kinder, Binnenvertriebene, Patienten mit psychiatrischen Störungen und Hinterbliebene“¹¹⁶ besonders anfällig für Depressionen, Angststörungen, psychosomatische Erkrankungen und posttraumatische Belastungsstörungen sind. In den Untersuchungen wurde gezeigt, dass eine erhebliche Anzahl an Personen, die von der Katastrophe betroffen war, an schweren Depressionen leidet. Bei 28 % der Frauen, die Kinder bekamen und in der Region lebten, die direkt an das Kernkraftwerk von Fukushima angrenzt, wurden Symptome von Depressionen festgestellt. Diese Zahlen sind in Gebieten mit einer geringeren radioaktiven Kontamination deutlich geringer.¹¹⁷

Diese Auswirkungen ergeben sich durch Ängste vor einer möglichen radioaktiven Kontamination, die mangelnde psychische Gesundheitsfürsorge und durch die gesellschaftliche Stigmatisierung, bei der als verstrahlt betrachtete Personen in der breiten Öffentlichkeit gemieden oder diskriminiert werden. Es wird befürchtet, dass die Katastrophe zu einer gesellschaftlichen Ausgrenzung der evakuierten Personen führen könnte, und wiederum psychische Probleme und Alkoholmissbrauch verursacht. Bei der Katastrophe von Fukushima sind Parallelen zu Tschernobyl erkennbar, da

allgemeinöffentlicher Stress und Besorgnis zunahmen aufgrund unzureichender Informationspolitik und fehlender Transparenz.¹¹⁸

Daraus sollte gelernt werden, dass die psychologische Betreuung und Unterstützung der Überlebenden der Katastrophe dringend verbessert werden muss. Es müssen regelmäßige Untersuchungen zur körperlichen und psychischen Gesundheit durchgeführt sowie frühzeitigere Diagnosen und Eingriffe vorgenommen werden. Langzeitpflegesysteme sollten ebenfalls umgesetzt und weitere Untersuchungen zum geistigen Wohlbefinden der Liquidatoren und Überlebenden durchgeführt werden.

Die psychischen Erkrankungen, die nach Fukushima und Tschernobyl aufgetreten sind, legen die Notwendigkeit nahe, die Vorsorge für nukleare Notfälle zu verbessern. Neben Protokollen und geplanten Maßnahmen für den Schutz der Bevölkerung vor der Strahlung bei einem entsprechenden Unfall müssen die Regierungen ebenfalls Maßnahmen zum Umgang mit den psychischen Probleme vorbereiten, die bei einem schweren radiologischen Notfall wahrscheinlich als Begleiterscheinung auftreten.¹¹⁹

Hervorzuheben ist, dass in einer 2015 durchgeführten Untersuchung herausgefunden wurde, dass auch bei Menschen, die aus den kontaminierten Gebieten von Fukushima evakuiert wurden, häufiger Todesfälle auftraten. Die Verfasser führen die erhöhte Mortalität (im Vergleich zu Personen, die aufgrund des Tsunami evakuiert wurden) auf die Stressbelastungen zurück, die ausschließlich auf radiologische Notfälle zurückzuführen sind, z. B. lang anhaltende Umsiedlungen und der Ausblick auf eine ungewisse Zukunft.¹²⁰

3.2 Umstrittene gesundheitliche Folgen

Strahleninduzierte gesundheitliche Auswirkungen sind oft umstritten und lösen eine umfassende wissenschaftliche Debatte aus. Dies liegt daran, dass unser Verständnis der durch Strahlung verursachten gesundheitlichen Auswirkungen größtenteils auf den Erfahrungen basiert, die von den Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki gewonnen wurden. Nagasaki und Hiroshima haben jedoch vor allem zu einem verbesserten Wissensstand hinsichtlich einer punktuellen, äußeren Strahlenbelastung geführt.

Die gesundheitlichen Auswirkungen von Tschernobyl und Fukushima sind umstritten, da die Strahlenbelastung vorwiegend durch eine dauerhaft geringe äußere, und in einigen Bereichen, von innen wirkende Belastung aufgetreten ist. Die Modelle für Strahlungsdosen, die durch Untersuchungen zu Hiroshima und Nagasaki bestätigt wurden, können daher nicht notwendigerweise auf die Überlebenden von Fukushima und Tschernobyl übertragen werden.

Die Bestätigung der Auswirkungen von Tschernobyl ist aufgrund des Mangels an umfangreichen und verlässlichen Daten schwierig geworden. Obwohl 1.800.000 Personen als Überlebende von Tschernobyl benannt wurden, ließen nur 131.450 Überlebende ihre Strahlendosis in einer Langzeitstudie abschätzen.¹²¹ Für die 44.000 Liquidatoren, die einer akuten Strahlendosis ausgesetzt waren und anschließend weiterhin in den radioaktiv kontaminierten Gebieten lebten, fand keine Dosisfindung statt.¹²² Die Auswertung der durch Fachleute geprüften Unterlagen ergab, dass es seit 2005 keine Aktualisierungen der Dosisabschätzungen von Tschernobyl-Überlebenden gegeben hat.¹²³ Durch den Mangel an umfangreichen Dosisabschätzungen wird es daher äußerst schwierig, die karzinogenen und anderen Auswirkungen von Tschernobyl zu beurteilen.¹²⁴ Dies spiegelt sich auch in Fukushima wider, wo es ebenfalls einen Mangel an verlässlichen Dosisabschätzungen gibt. Nach der Auffassung von Prof. Omelianets ist es nunmehr sogar „fast

unmöglich“, die Auswirkungen von Tschernobyl aufgrund der gekürzten Geldmittel und der damit verbundenen Einstellung von Datenerfassung und -veröffentlichung zu beurteilen.¹²⁵

Das Thema Behinderungen, die durch die in Tschernobyl freigesetzte radioaktive Strahlung verursacht wurden, hat bis jetzt nicht die verdiente Beachtung gefunden und wird erst seit relativ kurzer Zeit in der Forschung berücksichtigt. Veröffentlichten Daten zufolge ist die Anzahl von behinderten Menschen in der Ukraine von 9.040 im Jahr 1992 auf heute über 100.000 angestiegen. Der Anteil behinderter Menschen, die Tschernobyl überlebt haben, nimmt weiterhin zu. Und dies wiederum führte zu einem Rückgang des Anteils beschäftigungsfähiger Personen in der Bevölkerung. Die Behinderungen, die bei Kindern aufgetreten sind, die der Strahlung ausgesetzt waren, weichen insgesamt betrachtet von denen in der Ukraine ab. Trotz dieser Zahlen sind die Auswirkungen der Strahlungsdosen und die gesundheitlichen Auswirkungen der lang anhaltenden Exposition auf Behinderungen immer noch wenig erforscht.¹²⁶

Prof. Omelianets und sein Team beschreiben den Bedarf für weitere Untersuchungen zu den Folgen der in Tschernobyl freigesetzten Strahlung auf die Hirnfunktion (einschließlich der Hirnfunktion von ungeborenen Kindern im Mutterleib) und auf das zentrale Nervensystem als „dringend“. Sie fordern außerdem die Verbesserung der neuropsychiatrischen Betreuung für Überlebende von Tschernobyl. In ihrer Analyse stellen sie die neuropsychiatrischen Folgen der Katastrophe wie folgt heraus:

„1) psychologische und psychosomatische Erkrankungen; 2) langfristige Störung der psychischen Gesundheit, u. a. durch Alkoholmissbrauch; 3) zerebrovaskuläre und andere organische Erkrankungen des zentralen Nervensystems; 4) kognitive Störungen; 5) Auswirkungen auf das in der Entwicklung befindliche Gehirn; 6) radiozerebrale Folgen; 7) chronisches Erschöpfungssyndrom; 8) Suizide.“¹²⁷

Bei Untersuchungen an Kindern, die aus Familien stammen, die der Strahlung der Katastrophe von Tschernobyl ausgesetzt waren, konnten genetische Veränderungen nachgewiesen werden. Bei einer Untersuchung wurden bei Kindern, die in den stark kontaminierten Gebieten von Weißrussland leben, genetische Veränderungen festgestellt, die doppelt so hoch wie die Norm waren. Eine weitere Untersuchung ergab, dass DNA-Mutationen bei Kindern, die aus den Familien der Liquidatoren stammen, 5,6 Mal höher auftreten, als bei Geschwisterkindern, die vor der Katastrophe geboren wurden. Trotz umfangreicher Recherchen können die Auswirkungen der Strahlung auf die Humangenetik bisher noch nicht prognostiziert werden.¹²⁸

Darüber hinaus wurde in genetischen und ökologischen Untersuchungen der Tier- und Pflanzenwelt von Fukushima und Tschernobyl aufgezeigt, dass durch Strahlung hervorgerufene deutliche genetische und physiologische Störungen, Entwicklungsstörungen und Auswirkungen auf die Fitness vorlagen. Bei zu Tschernobyl durchgeführten Untersuchungen wurde ein erhöhtes Auftreten von genetischen Schäden und Mutationsraten bei den untersuchten wichtigsten taxonomischen Gruppen festgestellt.¹²⁹ Die Nachweise der Mutationen und genetischen Schäden bei Pflanzen und Tieren als Reaktion auf die geringen Strahlungsdosen in der Nähe von Tschernobyl, die bisher bei Menschen noch nicht nachgewiesen wurden, zeigt unser begrenztes Wissen zur Wirkung von Strahlung und unterstreicht die Notwendigkeit, weitere Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Flora und Fauna vorzunehmen. Angesichts der begrenzten Kenntnisse und der erheblichen Unsicherheiten sollte weiterhin ein Vorsorgeansatz in Bezug auf die Strahlenbelastung verfolgt werden.

3.3.1. Praxisbeispiel: Viktor Petrowitsch Slesarew

Patient im Zentralen Bezirkskrankenhaus, Landkreis Rokytno in der Oblast Riwne, Ukraine

„Ich habe Krebs, eine Behinderung der Gruppe II – Tschernobyl. In der derzeitigen Situation in der Ukraine hat uns das Gesundheitssystem vergessen. Ich nehme zum Beispiele Medikamente, wie diese hier. Die sind sehr teuer. Leukeran. Das Medikament ist in der Ukraine sehr schwer zu bekommen, und 25 Tabletten kosten jetzt mehr als 2000 Hrywnja [ca. 77 EUR]. Sie haben festgestellt, dass ich an Blutkrebs leide.“ Persönlich ist er sich sicher: „Natürlich habe ich diese Krankheit wegen Tschernobyl bekommen.“



„Wir haben Glück, dass wir noch Ärzte hier haben, die sich um uns kümmern. Ich weiß nicht, wie das in Zukunft werden wird. Es gibt Gerüchte, dass das Krankenhaus vielleicht geschlossen werden soll. Dann kann man nur noch auf den Friedhof gehen, ein Loch graben, sich hineinlegen und sterben.“

„Davor war ich Fahrer bei einem Tagebau nicht weit von hier. Ich habe dort 26 Jahre lang gearbeitet. Dort war ich auch als der Unfall passierte. Ich habe hier die ganze Zeit gelebt, hier in der Sperrzone, in der verstrahlten Zone. Ich lebe in einem Dorf, ich habe eine Kuh, Schweine, verstehen Sie, was ich meine? Ich muss arbeiten und meinen Kindern helfen. Und was nun? Ich weiß nicht. Und es gibt Tausende, Tausende wie mich in der Ukraine.“

3.3.2. Praxisbeispiel: Natalija BRITSCHKA, Ukraine

Leiterin der Ambulanz im Zentralen Bezirkskrankenhaus, Landkreis Rokytno in der Oblast Riwne, Ukraine

„Natürlich nimmt die Erkrankungshäufigkeit zu. Und dass dies die Folge der Katastrophe von Tschernobyl ist, ist eine nachgewiesene Tatsache. Wenn wir uns den Verlauf der Erkrankungshäufigkeit im Laufe der Zeit ansehen, lässt sich feststellen, dass es in den ersten Jahren nach dem Unfall eine deutliche Zunahme an Schilddrüsenerkrankungen gab, z. B. Hyperplasie oder eine vergrößerte Schilddrüse. Bei einem Vergleich der Zahlen betrug die Häufigkeit 87,1 pro 100.000 und wuchs in den ersten Jahren buchstäblich auf 507,2. In der letzten Zeit konnte ein Anstieg der Erkrankungen des endokrinen Systems, von Hypothyreose, Diabetes, Herz- und zerebrovaskulären Erkrankungen sowie Erkrankungen des Verdauungsapparats und der Atemwege beobachtet werden. Während diese Krankheiten zunächst durch äußere Belastungen

verursacht wurden, sind wir nun der Auffassung, und das ist auch medizinisch nachgewiesen, dass die Krankheiten jetzt durch die innere Strahlenbelastung von Lebensmitteln, dem Trinkwasser, der Milch, die unsere Kinder trinken, verursacht werden.“

„Entscheidend ist, dass die Menschen durch die Aufnahme unbelasteter Nahrungsmittel eine Änderung herbeiführen könnten. Aber sie leben hier, essen hier, ziehen ihre Kinder hier groß und geben ihnen die Milch von ihrem Wohnort zu trinken. Und im Augenblick bleibt dies ein schwerwiegendes Problem.“

„Und es gibt noch ein anderes Problem. Diejenigen, die nun Kinder zur Welt bringen, wurden entweder zum Zeitpunkt des Unfalls geboren oder befanden sich in der Pubertät. Und nun bekommen sie ihre eigenen Kinder. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit von Herzfehlern deutlich höher und es gibt mehr Chromosomfehlentwicklungen. Außerdem müssen die Folgen der radioaktiven Kontamination berücksichtigt werden. Das Immunsystem von Kindern ist schwächer, sie werden häufiger krank, sie sind anfälliger für virale und bakterielle Infektionen, sie sind schwächer und genesen langsamer.“

3.4 Schlussfolgerungen

Aus den Daten geht hervor, dass die Katastrophe von Tschernobyl zu einer deutlichen Verschlechterung des Gesundheitszustands der betroffenen Bevölkerung in der Ukraine geführt hat. Sowohl Krebs- als auch nicht onkologische Erkrankungen wurden in Verbindung mit der radioaktiven Kontamination durch die Strahlenbelastung von Tschernobyl gebracht. Auffällig sind die höheren Mortalitätsraten der Bevölkerung, die in den kontaminierten Gebieten lebt, geringere Geburtsraten, ein häufigeres Auftreten von Schilddrüsenkrebs bei Jugendlichen sowie von Brustkrebs und Leukämie unter den Liquidatoren. Depressionen, posttraumatische Belastungsstörungen und Angststörungen, insbesondere bei Müttern und Liquidatoren, sind die unbestrittenen Folgen von Tschernobyl.

Die langen Latenzzeiten zwischen der Strahlenbelastung durch die Katastrophe von Tschernobyl und den auftretenden gesundheitlichen Folgen zeigen, dass eine laufende Kontrolle der Opfer von nuklearen Unfällen sehr wichtig ist. Eine umfassende Strahlungsüberwachung und Dosisabschätzungen für die Arbeiter und die Öffentlichkeit sind von grundlegender Bedeutung, um einen Zusammenhang zwischen der Strahlenbelastung und möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit herzustellen.

Da die Katastrophe von Fukushima erst 5 Jahre zurückliegt, liegen noch keine wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Auftreten bestimmter Krebs- oder anderer Erkrankungen vor. Dennoch wurden bereits erhöhte Mortalitätsraten bei den Personen festgestellt, die aus Fukushima evakuiert wurden. Es wurden außerdem bereits viele psychische Erkrankungen als Reaktion auf die Katastrophe von Fukushima festgestellt – dieser wichtige Aspekt nuklearer Unfälle wird immer noch stark vernachlässigt. Es ist äußerst wichtig, dass die Überwachung von nicht onkologischen Erkrankungen sowohl bei den Überlebenden von Fukushima als auch von Tschernobyl vorgenommen wird.

4. Nukleare Unfälle: Ungewisse Rückkehr nach einer Evakuierung

Die Überlebenden von Fukushima und Tschernobyl wurden konsequent von Entscheidungen zu ihrer persönlichen Sicherheit ausgeschlossen. Hunderttausende wurden gezwungen, die Region zu

verlassen, und nicht mehr zurückzukehren. Andere wurden dazu gezwungen, in kontaminierten Gebieten zu leben und sich mit der Tatsache abzufinden, einer dauerhaften Belastung geringer Strahlung ausgesetzt zu sein. Es versteht sich von selbst, dass die Überlebenden von Tschernobyl und Fukushima der unwiderruflichen Änderung ihres Lebens zu keinem Zeitpunkt zugestimmt haben. Millionen wurde durch diese Reaktorunfälle großes Unrecht zugefügt.

Die Entscheidungen dazu, was eine „sichere“ Strahlungsgröße für Überlebende darstellt, nachdem deren Gemeinden unwiderruflich kontaminiert wurden, waren willkürlich, widersprüchlich, schlecht kommuniziert und unzureichend begründet. Die wesentliche Motivation hinter diesen Entscheidungen schien die Senkung von Kosten für die Regierung und die Wirtschaft zu sein. Dadurch wurde das Misstrauen der Bevölkerung gegenüber den Behörden natürlich verstärkt.

Die wissenschaftlichen Debatten zu den Risiken durch die dauerhaften geringen Strahlungsdosen und die daraufhin getroffenen Entscheidungen werden nach wie vor geführt. In diesem Abschnitt wird die derzeitige Situation in den Ländern beschrieben, die am stärksten von den Katastrophen von Fukushima (Japan) und Tschernobyl (Ukraine, Weißrussland und Russland) betroffen waren. Betrachtet werden die Unterteilung der kontaminierten Gebiete sowie die gesellschaftlichen Folgen für die Bevölkerung vor Ort.

Die Gemeinsamkeit von Tschernobyl und Fukushima ist der fehlende Respekt für die Rechte der Opfer und die Einbeziehung der Überlebenden bei den Entscheidungen, unter welchen Bedingungen sie leben möchten und welche Risiken sie dafür eingehen würden.

4.1. Tschernobyl: Kontaminierte Gebiete, Überlebende und finanzielle Unterstützung

Die Folgen der Katastrophe von Tschernobyl waren so vielfältig und umfassend für die Gesellschaft der Ukraine, dass die Rechte der Überlebenden und die Verpflichtungen der Regierung gesetzlich verankert wurden, und auch in die Verfassung der Ukraine aufgenommen wurden, nachdem das Land nach dem Zerfall der Sowjetunion seine Unabhängigkeit erklärt hatte. Dreißig Jahre nach der Katastrophe ist der Staat jedoch seinen Verpflichtungen gegenüber den Überlebenden von Tschernobyl noch nicht umfassend nachgekommen. Zudem hat die Regierung in den vergangenen Jahren die Gelder für soziale Unterstützungsmaßnahmen für die Bevölkerung gekürzt, die vom Unfall in Tschernobyl betroffen war.

Der Rechtsrahmen für die anhaltende Problematik in den betroffenen Gebieten in Weißrussland, Russland und der Ukraine, einschließlich des sozialen Schutzes der Bürger, wurde Anfang 1991 vor dem Zusammenbruch der UdSSR verbindlich festgelegt. Er basiert auf einem einheitlichen „Wohnkonzept“ für die Bevölkerung in den Gebieten mit höherer radioaktiver Belastung.

Das Konzept basiert darauf, dass die Strahlenbelastung für Menschen durch die Katastrophe von Tschernobyl 1 mSv pro Jahr nicht übersteigen darf (und 70,0 mSv für die gesamte Lebensdauer der kritischen Gruppe der Bevölkerung, d. h. Kinder, die 1986 geboren wurden).¹³⁰ In der Ukraine, Weißrussland und Russland wird eine durchschnittliche jährliche effektive Dosis von 1 mSv als Dosisgrenzwert zugelassen. Bei der Überschreitung dieses Grenzwerts werden Schutzmaßnahmen (Gegenmaßnahmen) als gerechtfertigt erachtet.¹³¹

Nach diesem Prinzip wurden die radioaktiv kontaminierten Gebiete in vier Zonen eingeteilt. Diese Zonen wurden anhand der Strahlendosen und der Dichte der Bodenkontamination festgelegt:¹³²
1 – Sperrzone oder Zone der ersten Evakuierung: aus dieser Zone wurden die Menschen 1986 und 1987 evakuiert;

2 – Evakuierungszone oder obligatorische Umsiedlungszone: ^{137}Cs -Kontaminationshöhe $>555 \text{ kBq/m}^2$, $^{90}\text{Sr} >111 \text{ kBq/m}^2$, jährliche effektive Dosis $>5 \text{ mSv}$;
3 – Zugesagte Zone für die freiwillige Rückkehr bzw. Lebensraum mit dem Recht auf erneute Ansiedlung: ^{137}Cs -Kontaminationshöhe $185\text{-}555 \text{ kBq/m}^2$, jährliche effektive Dosis $1\text{-}5 \text{ mSv}$;
4 – Zone, die strengen radiologischen Kontrollen unterliegt bzw. Zone mit bevorzugtem sozioökonomischem Status: ^{137}Cs -Kontaminationshöhe $37\text{-}185 \text{ kBq/m}^2$, jährliche effektive Dosis $<1 \text{ mSv}$.

Die Sperrzone in der Ukraine ist ca. 1.210 km^2 groß. Vor dem Unfall lebten dort ca. 91.600 Menschen. Aufgrund der Kontamination darf in dieser Zone nun niemand mehr leben.¹³³ Die obligatorische Umsiedlungszone in der Ukraine ist ca. 6.490 km^2 groß. Wegen der Strahlungswerte mussten ca. 50.000 Menschen diesen Bereich 1991 und 1992 verlassen. Die zugesagte Zone für die freiwillige Rückkehr bzw. erneute Ansiedlung in der Ukraine umfasst ca. 23.620 km^2 . Dort leben ca. 600.000 Einwohner. In dieser Zone kann die Dosis einen Wert von 1 mSv pro Jahr überschreiten. Falls dies eintritt, können unter Umständen zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Senkung des Werts erforderlich werden.

Die ukrainische Zone 4, die strengen radiologischen Kontrollen unterliegt, ist ca. 22.480 km^2 groß und hat 1.600.000 Einwohner. In dieser Zone kann die jährliche Dosis einen Wert von $0,5 \text{ mSv}$ überschreiten. Am 28. Dezember 2014 wurde diese Zone aufgehoben, was im Grunde bedeutet, dass die ukrainischen Behörden der Auffassung sind, dass die Bewohner nun keinem Strahlenrisiko mehr ausgesetzt sind.¹³⁴ Gleichzeitig gibt es jedoch mehr als 10 Siedlungen, die zuvor der Zone 4 zugeordnet waren, sich aber immer noch in Bereichen befinden, die eine Kontamination durch Strontium-90 von mehr als $5,5 \text{ kBq/m}^2$ aufweisen und daher der Zone 3 zugeordnet werden müssten (zugesagte Zone für die freiwillige Rückkehr bzw. Lebensraum mit dem Recht auf erneute Ansiedlung).¹³⁵

Kaschparow und seine Mitautoren gaben in ihren Arbeiten an, dass die Entscheidungen zu den offiziell genehmigten Bewertungsverfahren für die effektive Strahlungs-dosis der Bevölkerung in den drei Ländern unterschiedlich getroffen wurden. Ein länderübergreifender Vergleich dieser Daten ist daher für die entsprechenden Länder schwierig.¹³⁶

4.1.1. Finanzielle Unterstützung

Gesetzlich vorgesehene Schutzmaßnahmen (Rückkehr, kostenloser Aufenthalt, eine spezielle Gesundheitsversorgung, verschiedene Vorzüge und Entschädigungszahlungen, z. B. vorzeitiger Ruhestand, kostenloser Transport und Lebensmittel, niedrigere Gas-, Wasser- oder Stromrechnungen usw.) wurden mit Mitteln des Gesamtbudgets der UdSSR finanziert. Nach dem Zerfall der Sowjetunion Ende 1991 mussten diese Maßnahmen durch die Budgets der unabhängig gewordenen Staaten finanziert werden. Aufgrund der wirtschaftlich angespannten Zeiten konnten die Schutzmaßnahmen jedoch nicht wie vorgesehen finanziert werden.¹³⁷

Die bleibende Verantwortung des Staates nach der Katastrophe von Tschernobyl ist in der Verfassung der Ukraine in Artikel 16 verankert: „die Überwindung der Folgen der Katastrophe von Tschernobyl – einer Katastrophe weltweiten Ausmaßes – und die Erhaltung des genetischen Erbgutes des ukrainischen Volkes ist die Pflicht des Staates.“¹³⁸ Im Zeitraum von 1992-1998 wurde ein Spezialfonds eingerichtet, der auch Teil des ukrainischen Staatshaushalts war, und zur Abschwächung der Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl und zum Schutz der Bevölkerung vorgesehen war (Fonds für Maßnahmen zur Abschwächung der Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl und sozialer Schutz der Bevölkerung). Anfang 1999 wurde die Verantwortung für den

finanziellen Beitrag ausschließlich auf den Staat übertragen, während Unternehmen und Wirtschaftsorganisationen nicht mehr in den Fonds einzahlen müssen, wenn sie dies vorher getan hatten.

Aufgrund der mangelnden Finanzierung des sozialen Schutzes für die betroffene Bevölkerung leiden einige Gemeinden nach wie vor an den Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl und erhalten keine vollständige Unterstützung.¹³⁹ In der Ukraine wurden beispielsweise seit 2009 keine landwirtschaftlichen Gegenmaßnahmen mehr ergriffen, die die durchschnittliche effektive Strahlendosis, der die Bevölkerung ausgesetzt ist, möglicherweise auf annehmbare Werte (unterhalb von 1 mSV) senken könnte. Soziale Leistungen für die Bevölkerung (Entschädigungszahlungen und Vorzüge) wurden als wichtiger als die Ausgaben für den Strahlenschutz eingestuft und daher fortgesetzt.¹⁴⁰

In Weißrussland wurden zudem größere Fonds zur Finanzierung von Programmen eingerichtet, die zur Bewältigung der Folgen des Unfalls vorgesehen sind. In den vergangenen Jahren wurden individuellen Zahlungen für den sozialen Schutz und für die medizinische Versorgung der Bevölkerung Priorität eingeräumt, dann folgten Gelder für den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aufbau oder die Entwicklung der betroffenen Regionen, anschließend Gelder für den Strahlenschutz und die Umsetzung von Gegenmaßnahmen. Etwas mehr als 1 % wurden für die wissenschaftliche und informationspolitische Unterstützung ausgegeben.¹⁴¹

Durch den Rückgang der finanziellen Unterstützung, die zur Bewältigung der Folgen der Katastrophe von Tschernobyl vorgesehen war, wurde die Kontrolle kontaminierter Lebensmittel verringert (siehe Abschnitt 2), es stehen weniger Gelder für die Umsetzung von Schutzmaßnahmen und weniger wissenschaftliche Überwachungsdaten zur Verfügung. Die Strahlenbelastung der Menschen, die nach wie vor in den kontaminierten Gebieten leben, steigt also vermutlich an, auch wenn diese anhaltende Wirkung der Katastrophe weitgehend unbemerkt bleibt. Tausende Kinder, selbst diejenigen, die 30 Jahre nach der Katastrophe von Tschernobyl geboren wurden, müssen immer noch täglich radioaktiv kontaminierte Milch zu sich nehmen.

4.1.2. Das Leben mit der Kontamination

Siedlungen, die sich in der russischen Evakuierungszone befanden, wurden nach der Katastrophe 1986 nur teilweise evakuiert. Dadurch war die lokale Bevölkerung in den kontaminierten Bereichen im Vergleich zu Weißrussland und der Ukraine einer relativ hohen Strahlendosis ausgesetzt.

In bestimmten Bereichen ist die Strahlenbelastung aufgrund des Zerfalls von Radionukliden und der automatischen Wiederherstellungsprozesse sowie durch die Anwendung von Gegenmaßnahmen zurückgegangen. Dadurch hat die Anzahl der Siedlungen in Weißrussland, die den unterschiedlichen Zonen radioaktiver Kontamination zugeordnet wurden, derzeit um einen Faktor von 1,5 abgenommen, und die Anzahl der dort lebenden Personen verringerte sich um einen Faktor von 1,9 (der Status der Zonen wird von der weißrussischen Regierung alle 5 Jahre überprüft.)¹⁴²

Die Untersuchungen von Prof. Kaschparow ergaben jedoch, dass der jährliche Strahlendosisgrenzwert von 1 mSv nach wie vor in hunderten Siedlungen in Russland, der Ukraine und Weißrussland überschritten wird und ca. 1 Millionen Menschen weiterhin in diesen Zonen leben.

Tabelle 4: Die Anzahl von Siedlungen in der Ukraine, Weißrussland und Russland, bei denen die effektive Dosis über dem festgelegten Strahlendosisgrenzwert liegt¹⁴³

Country	Year	Number of settlements		
		Total in zone	1-5 mSv/y	>5 mSv/y
Belarus	2015	2396	82	0
Russia	2014	4413	276	8
Ukraine	2012	2293	26	0

Im Jahr 2015 war die durchschnittliche jährliche effektive Strahlendosis, mit der die Bevölkerung belastet war, in Weißrussland in 82 von 2396 Siedlungen in Gebieten radioaktiver Kontamination gleich oder höher als 1 Millisievert pro Jahr (mSv/J). Bei neun Siedlungen war die Dosis höher als 2 mSv/J, jedoch geringer als 5 mSv/J.¹⁴⁴ 2012 war die durchschnittliche jährliche effektive Strahlendosis für die Bevölkerung in der Ukraine bei 26 von 2293 Siedlungen gleich oder höher als 1 mSv. Bei sechs Siedlungen war die Dosis höher als 2 mSv/J, jedoch geringer als 5 mSv/J.¹⁴⁵ Bei kürzlich durchgeführten Untersuchungen der radioaktiv kontaminierten Bereiche in Russland wurde festgestellt, dass 276 der 4413 Siedlungen (ca. 6 %) einer durchschnittlichen jährlichen Strahlendosis von größer oder gleich 1 mSv ausgesetzt waren. In acht Siedlungen war dieser Wert höher als 5 mSv/J.¹⁴⁶

Eine neue russische Regierungsverordnung von Oktober 2015 führte zu einer Änderung der Kategorisierung hunderter Siedlungen in der Region von Brjansk (siehe Tabelle 5).¹⁴⁷ Es gibt Bestrebungen, die offizielle Liste der kontaminierten Gebiete zu verkürzen, um die so zurückgewonnenen Gebiete landwirtschaftlich nutzen zu können.¹⁴⁸ Eine Änderung des Status kann sich jedoch erheblich auf das Leben der Menschen vor Ort auswirken, da Leistungen und Schutzmaßnahmen, u. a. kostenlose medizinische und präventive Programme, gekürzt werden.¹⁴⁹ Zudem haben die Messungen der von Greenpeace durchgeführten Untersuchungen (siehe Abschnitt 2) gezeigt, dass die Kategorisierung der Siedlungen nicht immer mit der festgestellten radioaktiven Kontamination übereinzustimmen scheint.

Tabelle 5: Anzahl der Siedlungen in den unterschiedlichen kontaminierten Zonen in Brjansk, Russland¹⁵⁰

	2005	2015
Exclusion Zone	4	4
Zone of Evacuation	202	26
Living Zone with Right to Resettle	237	191
Zone with Preferential Socioeconomic Status	535	528
Total number of settlements	978	749

4.2. Fukushima: Kontaminierte Gebiete, Überlebende und finanzielle Unterstützung

Während der Notfallphase der Katastrophe von Fukushima wurden 80.000 Menschen, die sich innerhalb eines Umkreises von 20 km des Kernkraftwerks befanden, in mehreren Stufen evakuiert. Die Bewohner wurden zur Evakuierung mit „kaum mehr als den Kleidern am Körper“ gezwungen, „und wussten nicht, dass die Evakuierung aufgrund eines Reaktorunfalls angeordnet wurde“.¹⁵¹

Jedoch ebenso wie bei dem Unfall in Tschernobyl kontaminierte der radioaktive Niederschlag Gebiete, die deutlich außerhalb der Evakuierungszone mit einem Radius von 20 km lagen. Am 22. April 2011 ordnete die japanische Regierung neue Evakuierungen im sogenannten „Empfohlenen Evakuierungsgebiet“ an, das das Gebiet nordwestlich des Kernkraftwerks umfasste und Kontaminationswerte aufwies, die zu einer kumulativen Luftdosis von möglicherweise 20 mSv oder

mehr innerhalb eines Jahres führen könnten. Das Gebiet umfasste Teile von Katsurao und Namie, die gesamte Gemeinde Iitate und einige Teile von Kawamata (Distrikt Yamakiya) und Minami-Soma.¹⁵²

Die Bevölkerungszahl der neu zugewiesenen Evakuierungszone betrug ca. 10.000. Nach Angaben der fünf Gemeindeverwaltungen befanden sich immer noch 6.000 Bewohner in den stark kontaminierten Bereichen, als die verspätete Anordnung zur Evakuierung erlassen wurde, andere hatten das Gebiet bereits zuvor aufgrund eigener Entscheidung verlassen.¹⁵³

Bis zum 29. August 2011 betrug die Anzahl der Evakuierten, die zum Verlassen ihrer Wohnungen gezwungen wurden oder denen eine Evakuierung empfohlen wurde, ca. 145.000 Personen. Diese Zahl umfasste ungefähr 58.000 Personen aus den Gebieten, die sich im Umkreis von 20-30 km des Kernkraftwerks befanden.¹⁵⁴

Von den Statistiken nicht erfasst sind jedoch sogenannte „freiwillige Evakuierte“: Menschen, die außerhalb der empfohlenen Evakuierungsgebiete lebten und sich zur Evakuierung aus Angst vor den Strahlenfolgen entschlossen hatten, oder aus dem einfachen Grund gingen, dass sie ihre Kinder nicht in einer Umgebung aufwachsen lassen wollten, in der diese nicht draußen spielen können. Diese „freiwilligen Evakuierten“ erhalten nur sehr wenig Unterstützung von der Regierung. Auch wenn 25.000 Personen davon derzeit eine kostenlose Unterbringung erhalten, wird auch diese Unterstützung im März 2017 auslaufen.

4.2.1. Das Leben mit der Kontamination

Die japanische Regierung hat sich fünf Jahre nach Fukushima das Ziel gesetzt, die Mehrzahl der Evakuierten bis 2017 wieder in ihren kontaminierten Wohnorten anzusiedeln. Die Rückkehrpolitik der Regierung wurde ohne die Beteiligung der betroffenen Bürger oder die Möglichkeit der Umsiedlung in eine nicht kontaminierte Gemeinde festgelegt.

Unter normalen Umständen würde die maximal zulässige Strahlenbelastung der Bevölkerung auf 1 mSv pro Jahr begrenzt werden. Nach dem Unfall von Fukushima wurde jedoch ein neuer Wert von 20 mSv pro Jahr festgelegt, der dem normalen maximalen jährlichen Belastungswert entsprach, der zuvor nur für Arbeiter von kerntechnischen Anlagen galt. Dieser Industriestandard gilt nun für alle Bewohner der betroffenen Gebiete, einschließlich Kinder, die deutlich empfindlicher auf Strahlung reagieren.¹⁵⁵ Wie dargestellt, ist dieser Wert ebenfalls zwanzig Mal höher als der Grenzwert, der für die durch die Katastrophe in Tschernobyl kontaminierten Gemeinden herangezogen wurde.

Die Politik legt den Rahmen für die Rückkehr der Bevölkerung in alle Evakuierungszonen fest, mit Ausnahme der Zonen, die als „Rückkehr schwierig“ eingestuft wurden, und bei denen die externe Dosisbelastung höher als 50 mSv pro Jahr liegen kann.¹⁵⁶ Der Zeitplan für die Rückkehr steht bereits fest: die Evakuierungsanordnung wird bis März 2017 aufgehoben und betrifft 55.000 Evakuierte. Ca. 23.000 davon kommen aus den sogenannten „Wohnsperrzonen“ und 32.000 aus den „Bereichen, die für die Aufhebung der Evakuierungsanordnungen vorbereitet werden“. Die finanzielle Unterstützung wird ein Jahr später eingestellt.¹⁵⁷

Dagegen sagt Anand Grover, Sonderberichterstatter des Menschenrechtsrates der Vereinten Nationen, dass eine erzwungene Rückkehrpolitik bei diesen hohen Strahlungswerten nicht „vereinbar ist“ mit dem Menschenrecht auf Gesundheit, und dass derartige Entscheidungen, „die eine langfristige Auswirkung auf die körperliche und psychische Gesundheit der Menschen haben

werden, mit aktiver, direkter und wirksamer Teilhabe dieser Menschen erfolgen sollten“. Er führte weiter aus, dass die Rückkehr der Evakuierten nur erfolgen sollte, „wenn die Strahlendosis so weit wie möglich zurückgegangen ist und bei Werten von weniger als 1 mSv/Jahr liegt.“¹⁵⁸

Die japanische Regierung hat, ganz im Gegensatz zu der ehemaligen Sowjetunion, ein umfangreiches Dekontaminationsprogramm sowohl in nicht evakuierten als auch in evakuierten Gebieten initiiert.¹⁵⁹ Wie bereits in Abschnitt 2 beschrieben, werden die Evakuierten trotz erheblicher, aber dennoch unwirksamer Dekontaminationsanstrengungen gezwungen, in die kontaminierten Gegenden zurückzukehren und die Belastung durch erhöhte Strahlungswerten in ihrem Alltag hinzunehmen.

Die Kommunalverwaltungen geben Millionen von Dollar aus, um die Geflüchteten zur Rückkehr zu bewegen. Der Versuch der japanischen Regierung, die Situation in den kontaminierten Gebieten wieder zu normalisieren, kristallisierte sich politisch im Juni 2015 heraus, als einem neuen Plan zugestimmt wurde, in dem die Zukunft von zehntausenden japanischen Bürgern aus der Präfektur Fukushima und deren Rückkehr in die kontaminierten Bereiche festgelegt wird.

Bislang wurden bereits Evakuierungsanordnungen in Teilen von Tamura und Kawauchi (2014) und in der Stadt Naraha (2015) aufgehoben. All diese Gebiete liegen innerhalb des weniger kontaminierten Teils der 20 Kilometer großen Evakuierungszone. Außerdem wurden auch Evakuierungsempfehlungen zu einzelnen Standorten komplett aufgehoben.¹⁶⁰

Die Regierung von Shinzō Abe ist besonders entschlossen, die Menschen aus dem Landkreis Iitate in der Präfektur Fukushima zur Rückkehr in ihre ehemaligen Wohnungen zu drängen. Die 6.000 Menschen aus Iitate zählten zu der Bevölkerung mit der höchsten Exposition in Japan, bevor sie schließlich zwischen April und Juli 2011 evakuiert wurden. Heute bleiben sie Vertriebene, die meisten von ihnen leben noch immer in Notunterkünften, und viele kämpfen für eine ausreichende Entschädigung, damit sie andernorts ein neues Leben anfangen können. Viele Umfragen zeigen, dass viele bereits die Hoffnung aufgegeben haben, ihr altes Leben wieder aufzunehmen, und benötigen daher ausreichend Geld, um ein neues Leben beginnen zu können.¹⁶¹

4.2.2. Finanzielle Unterstützung

Die „Normalisierungspolitik“ der japanischen Regierung bedeutet, dass die finanzielle Unterstützung für 55.000 Evakuierte im Jahr 2018 eingestellt wird, was recht wirkungsvoll dazu führen wird, dass die Opfer der Katastrophe in ihre ursprünglichen Wohnungen in den kontaminierten Gebieten zurückkehren müssen.

Trotz der Aufhebung der Evakuierungsanordnungen wird in Umfragen einer gemeinsamen Studie, die von der Wiederaufbauagentur der Regierung der Präfektur Fukushima und der beiden Gemeindeverwaltungen von Tomioka und Okuma durchgeführt wurde, gezeigt, dass nur weniger als 15 % der Haushalte tatsächlich zurückkehren möchten.¹⁶² Diese Zahlen verdeutlichen die enorme Diskrepanz zwischen der japanischen Politik und den Wünschen der betroffenen Bevölkerung. Die grundlegende Infrastruktur, z. B. einfacher Zugang zu medizinischen Einrichtungen oder Einkaufszentren, ist bis jetzt noch nicht wiederhergestellt. In Naraha wurde die Schule bisher noch nicht wieder eröffnet und auch die neue Schutzmauer vor Tsunamis wurde noch nicht wieder errichtet.¹⁶³

Um die Rückkehr zu erzwingen, erhalten die evakuierten Personen, die in die zuvor evakuierten Gebiete zurückkehren sollen, keinen Anspruch auf eine langfristige „Unterbringung im sozialem

Wohnungsbau nach einer Katastrophe“, falls sie der Aufforderung nicht nachkommen. Evakuierte Personen, deren Wohnungen sich in den Gebieten befinden, die als „Rückkehr schwierig“ eingestuft wurden, sind die einzigen, die einen Anspruch auf sozialen Wohnungsbau haben, der sich allerdings derzeit noch im Bau befindet. Viele der anspruchsberechtigten Evakuierten entscheiden sich jedoch dafür, mit der von TEPCO erhaltenden Entschädigung neue Unterkünfte zu kaufen. Die Anzahl der Anträge ist daher deutlich geringer ausgefallen als erwartet.

Andere dagegen, die nicht antragsberechtigt sind, stehen vor schwierigen Entscheidungen, wenn sie gezwungen werden, ihre Notunterkünfte zu verlassen.¹⁶⁴ Um die Evakuierten zu beruhigen und ihre Zustimmung zu gewinnen, stellen die japanischen Behörden jeder Person ein Dosismessgerät zur Verfügung, mit der die äußere Strahlenbelastung gemessen werden kann.¹⁶⁵

Die Bewohner, die außerhalb der ausgewiesenen Evakuierungszonen lebten, sich aber dennoch entschlossen, ihre Häuser zu verlassen, wurden oftmals stigmatisiert und es wurde ihnen vorgeworfen, die Bemühungen des Landes, Fukushima wieder aufzubauen, zu untergraben. Diese sogenannten „freiwilligen Evakuierten“ werden offiziell nicht mehr als Evakuierte aufgrund des Reaktorunfalls anerkannt, sie werden von den offiziellen Statistiken nicht erfasst und erhalten von den Behörden kaum finanzielle Unterstützung.¹⁶⁶

2018 werden auch die monatlichen Entschädigungszahlungen von TEPCO an die Evakuierten eingestellt.¹⁶⁷ Die Vorgehensweise bei den Entschädigungszahlungen wurde in der Vergangenheit wegen der mangelnden Transparenz und der Komplexität des Vorgangs öffentlich kritisiert, da die Vorgehensweise hauptsächlich von den Interessen von TEPCO, nicht aber den Interessen der Opfer geleitet wurde, sodass das bereits zerstörte Leben der Opfer noch weiter erschwert wurde.¹⁶⁸ Kurz nach der Katastrophe umfasste das Antragsformular für Entschädigungszahlungen von TEPCO 60 Seiten, und wurde durch eine 156 Seiten lange Anleitung ergänzt¹⁶⁹. Hinzu kam, dass die geleisteten Summen der Entschädigungszahlungen lächerlich gering waren. Stellvertretend für viele Beispiele wurden z. B. Masumi Kowata aus Okuma, einer Stadt in der Präfektur Fukushima, die sich nur 5 km von dem zerstörten Kraftwerk entfernt befindet,¹⁷⁰ für ihr 180 Jahre altes Haus¹⁷¹ gerade einmal 700.000 YEN (6.000 US\$) angeboten.

Japans Gesetz zur Entschädigung für nukleare Schäden (1961) verpflichtet TEPCO und andere Kernkraft nutzenden Energieversorgungsunternehmen dazu, eine Privatversicherung über ca. 120 Milliarden Yen (1 Milliarde US\$) pro Standort abzuschließen. Die Vorfälle in Fukushima zeigten jedoch, dass dies absolut unzureichend ist. Vertreter von TEPCO schätzen die Kosten für Entschädigungszahlungen und Dekontamination 2013 auf 10 Billionen Yen (80 Billionen US \$).¹⁷²

Aufgrund geltender Haftungsregeln zahlt die Atomindustrie wenig bis gar nichts der Kosten, die notwendig sind, um die Folgen in der Bevölkerung zu minimieren. 2012 wurde TEPCO verstaatlicht, sodass nun letztendlich der japanische Steuerzahler die Zahlungen übernommen hat. Unternehmen wie GE, Hitachi und Toshiba, die Großaufträge für den Bau, die Versorgung und den Betrieb des Kernkraftwerks in Fukushima erhalten hatten, setzen ihre Geschäftstätigkeit einfach fort, als ob nichts weiter geschehen wäre. Diese Unternehmen haben keinen nennenswerten Beitrag geleistet, um das Leben der Personen zu verbessern, das durch ihre Technologien zerstört worden ist. Und das ist noch nicht alles: Durch die Beteiligung bei der Stilllegung der zerstörten Reaktoren und beim Dekontaminationsverfahren profitieren diese Unternehmen sogar noch von der Katastrophe.¹⁷³

4.3. Skepsis, Misstrauen und Selbstbestimmung: Die gesellschaftlichen Folgen der Nuklearkatastrophe

Weder die Regierungsbehörden, die Atomindustrie noch die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEA) haben jemals die große gesellschaftliche Umwälzung, die durch Tschernobyl und Fukushima verursacht wurde, ehrlich oder verständnisvoll anerkannt oder sich dieser gestellt. Ganz im Gegenteil: die Behörden haben die gesellschaftlichen Folgen und die Belastung durch eine langfristige Umsiedlung oder chronische und unfreiwillige Strahlenbelastung konsequent kleingeredet und zurückgewiesen.

Wie in diesem Bericht dokumentiert, zeigt das anhaltende Leid der Opfer von Fukushima und Tschernobyl, dass das mit Kernkraftwerken verbundene Risiko gesellschaftlich nicht hinnehmbar ist. Das tatsächliche Risiko war verschleiert worden, bevor die Katastrophen eintraten.

Fukushima und Tschernobyl haben das Leben von Millionen Menschen verändert. Die Menschen, die in kontaminierten Gemeinden leben, müssen täglich entscheiden, wie sie ihre Strahlenbelastung reduzieren oder begrenzen können. Einkaufen, Kochen, Essen, im Freien oder im Haus arbeiten oder das Beheizen der Unterkünfte müssen täglich neu entschieden werden und kann die Menschen und ihre Familien gefährden. Es ist wenig überraschend, dass Stress und Angststörungen auf nukleare Unfälle zurückgeführt werden.

Dies ist für tausende von Müttern, Vätern und Großeltern in Japan, der Ukraine, Russland und Weißrussland Realität geworden. Durch Tschernobyl und Fukushima hat sich der Alltag der Menschen grundlegend verändert, ebenso wie deren Beziehung zu Regierungsbehörden und Fachleuten. Die betroffenen Gemeinden haben sich mit dieser anhaltenden, chronischen Strahlenbelastung selbstverständlich niemals einverstanden erklärt. Die Weigerung der Gemeinden, die zusätzlichen auferlegten Risiken einfach zu akzeptieren, ist der Kern des Konflikts zwischen Branchenexperten und dem öffentlichen Protest.

Obwohl die Industrie und die Regierungsbehörden Sicherheitszusagen geben, sind Misstrauen, Zweifel und Widerstand der Öffentlichkeit wohlbegründet. Für beide Katastrophen liegen gleichermaßen zahlreiche Beispiele dafür vor, wie Behörden in Japan und in der Ukraine gegenüber der Öffentlichkeit umfangreiche und überzuversichtliche Zusicherungen zur Sicherheitslage gegeben haben. Diese zuversichtlichen Erklärungen stehen in völligem Gegensatz zur Realität der betroffenen Gemeinden und Bevölkerung. Das Zusammenspiel von mangelnden Informationen, widersprüchlichen Regierungsmitteilungen, Sorgen über künftige gesundheitliche Folgen, Geheimhaltung und ungerechte Entschädigungszahlungen führte zu deutlich erhöhten Stressniveaus, Furcht, Angststörungen und psychischen Erkrankungen, z. B. posttraumatischen Belastungsstörungen und Depressionen.¹⁷⁴ Unstimmige und widersprüchliche Informationen in Bezug auf die Lebensmittelsicherheit bei radioaktiver Kontamination führten, sowohl nach der Katastrophe von Fukushima als auch bei Tschernobyl, zu einem zunehmenden Misstrauen gegenüber Experten und Regierungsbehörden.¹⁷⁵

Dies brachte viele japanische Bürger dazu, ihre bisher ehrerbietige Haltung gegenüber staatlichen und Fachbehörden zu überdenken. Fukushima hat tatsächlich zu einer Veränderung der gesellschaftlichen Beziehungen in der japanischen Gesellschaft geführt. Dieses neue Misstrauen gegenüber Behörden setzte „von unten kommende“ Reaktionen in Gang, u. a. wissenschaftliche Erklärungen von Bürgern, die die Regierungspolitik in Frage stellten und dagegen protestierten.¹⁷⁶

Wenn die Bürger ihr Vertrauen in die Kompetenz der Regierung verlieren, entwickeln sie andere Möglichkeiten, um ihr Leben und ihre Gesundheit zu schützen. Nach der Katastrophe von Fukushima entwickelten die japanischen Bürger ihre eigene Fachkompetenz, um die Sicherheitszusagen der Regierung zu überprüfen, und lernten u. a. Strahlenbelastungen bei Lebensmitteln und in Gemeinden zu kontrollieren, Informationen dazu auszutauschen und das verbundene Risiko einzuschätzen. Diese „wissenschaftliche Bürgerschaft“ ist eine direkte Reaktion auf die Katastrophe von Fukushima.¹⁷⁷ Zusammengefasst lässt sich sagen, dass das Misstrauen in die Regierung dazu geführt hat, dass die Bürger gemeinsam Hilfsmittel entwickelt und sich vernetzt haben, um ihre Gesundheit zu schützen und eine Strahlenbelastung zu vermeiden.

Die andere offenkundige Reaktion auf die Katastrophe von Fukushima ist die Zuwendung zu erneuerbaren Energien. Vor Fukushima plante Japan den Bau neuer Nuklearreaktoren und die Weiterbetriebe der vorhandenen Reaktoren. Fünf Jahre nach Fukushima wird die öffentliche Anti-Atomkraftbewegung immer stärker und spricht sich für alternative Energiequellen aus, während die Betreiber daran arbeiten, die Reaktoren wieder ans Netz nehmen zu können. Seit dem Unfall von Fukushima wurden in Japan bereits Anlagen mit einer Nennleistung von 85.500 MW zur Erzeugung erneuerbarer Energie in Betrieb genommen werden.¹⁷⁸

Die gesellschaftliche Umwälzung durch die Katastrophe von Tschernobyl gestaltete sich ganz anders. 2006 bestätigte Michail Gorbatschow, dass Tschernobyl die Hauptursache für die Auflösung der Sowjetunion war. Er sagte „noch mehr als meine Einleitung der Perestroika, war vielleicht [Tschernobyl] der wahre Grund für den Zerfall der Sowjetunion fünf Jahre später. Tatsächlich war die Katastrophe von Tschernobyl ein historischer Wendepunkt: es gab das Zeitalter vor dem Unglück und das ganz andere Zeitalter, was danach anbrach.“¹⁷⁹

Nach Fukushima räumte der ehemalige Vorsitzende der *Aufsichtsbehörde für Kernenergie* (Nuclear Regulatory Commission, NRC), Gregory Jaczko, ein, dass die Katastrophe eindeutig gesellschaftlich „nicht hinnehmbar“ war. Nach den internationalen Sicherheitsnormen wurde die Katastrophe jedoch nicht als nicht hinnehmbar betrachtet. „Während Fukushima sicherlich ein sehr bedeutsames Ereignis war, war es aus Sicht der Kennzahlen für die Risikobewertung, die wir derzeit für derartige gesundheitliche Folgen verwenden, kein sehr bedeutsames Ereignis“, so Jaczko.¹⁸⁰

Durch Fukushima sind keine direkt auf die Strahlung zurückzuführenden Todesfälle aufgetreten, daher gilt die Katastrophe nach internationalen Sicherheitsanforderungen als „technisch akzeptabel“. Die Diskrepanz zwischen dem Sicherheitskonzept der Atomindustrie und der offensichtlichen Inakzeptanz durch die Bevölkerung von Fukushima und Tschernobyl nehmen einige wissenschaftliche Beobachter zum Anlass, um zu argumentieren, dass der Fokus „auf die Zahl der Nuklearflüchtlinge ein besseres Maß für die Schwere der radiologischen Auswirkungen sein könnte, als die Zahl der Todesfälle.“¹⁸¹

Fukushima und Tschernobyl haben das volle Risiko der Kernenergie gezeigt. Nukleare Unfälle sind neben ihren Folgen für Umwelt und Gesundheit unbestritten unzumutbare gesellschaftliche Katastrophen.

5. Fazit

In diesem Bericht sollte aufgezeigt werden, welche Narben Nuklearkatastrophen noch Jahrzehnte später, und zweifelsohne Jahrhunderte später, hinterlassen. Der 5. und 30. Gedenktag der

Reaktorunfälle von Fukushima und Tschernobyl kennzeichnet daher nur den Beginn der Aufarbeitung. Sämtliche Folgen werden wohl noch Jahrhunderte lang unbekannt bleiben.

Die Kernindustrie hat in der Vergangenheit für sich beansprucht, dass derartige Katastrophen nahezu unmöglich wären. Nun, da etwa ein katastrophaler Unfall pro Jahrzehnt passiert,¹⁸² hat die Atomlobby ihre Position geändert und versucht Nuklearkatastrophen als einen weiteren Industrieunfall darzustellen.

Nukleare Unfälle werden jedoch dadurch charakterisiert, dass die Bevölkerung sowohl körperliche als auch psychische Schäden erleidet, große Teile der Einwohner dauerhaft umgesiedelt werden müssen, zwischenmenschliche Beziehungen auseinandergerissen und die Überlebenden durch die dauerhafte Strahlenexposition belastet werden. Die gesellschaftliche Umwälzung, die die Opfer der Katastrophen von Fukushima und Tschernobyl erlebt haben, ist beispiellos.

Hunderttausende Menschen wurden durch die Katastrophen in Fukushima und Tschernobyl dauerhaft vertrieben. Weitere Millionen Menschen leben in radioaktiv kontaminierten Gebieten. Das Recht, ihre eigene persönliche Sicherheit selbst zu bestimmen und ihre Familien vor den Strahlenrisiken zu schützen, wurde diesen Menschen für immer genommen.

Tatsächlich ist der Satz „Wir wollen unser Leben zurück“ von vielen Überlebenden einer Nuklearkatastrophe zu hören. Mit ihrem Leben meinen sie das Recht, in einer sicheren und nicht kontaminierten Umgebung leben, arbeiten und spielen zu können. Neben den ökologischen und gesundheitlichen Folgen, die auch in den kommenden Jahrzehnten noch zur Diskussion stehen werden, stellten die Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima außerdem grobe Verletzungen der Menschenrechte dar.

Obwohl die Industrie versucht, die Folgen dieser Katastrophen kleinzureden und zu negieren, sind die gesellschaftlichen, gesundheitlichen und ökologischen Folgen, die zum 5. und 30. Gedenktag von Fukushima bzw. Tschernobyl deutlich geworden sind, augenfällig.

5.1. Kontamination

Durch die Unfälle von Fukushima und Tschernobyl wurden langlebige Radioisotope freigesetzt. Die Menschen dürfen in Gebiete, in denen die Konzentration zu hoch ist, nicht zurückkehren. Millionen Menschen leben noch immer in radioaktiv kontaminierten Gebieten um Tschernobyl und Fukushima. Durch diese Kontamination entsteht eine dauerhafte geringe Strahlenbelastung, die sowohl das Risiko von körperlichen als auch psychischen Erkrankungen erhöht.

Dreißig Jahre nach der Katastrophe von Tschernobyl ist eine Fläche von über 10.000 km² nicht mehr für wirtschaftliche Tätigkeiten nutzbar. Mehr als 150.000 km² in Weißrussland, Russland und der Ukraine gelten als kontaminierte Gebiete und 5 Millionen Menschen leben in Gebieten, die offiziell als, durch die in Tschernobyl freigesetzte Radioaktivität, kontaminiert gelten. Aufgrund der hohen Werte der Plutonium-Kontamination innerhalb eines Radius von 10 km um das Kraftwerk wird es nicht möglich sein, diesen Bereich in den nächsten 10.000 Jahren erneut zu besiedeln.

Obwohl die Kontamination mit Caesium-137 bei vielen landwirtschaftlichen Produkten um das Zehnfache zurückgegangen ist, ist der Wert bei Wildpilzen und Beeren nur um einige Vielfache gesunken. Gleichzeitig überschreiten die Werte bei Milch, Rindfleisch und Nadelholzprodukten weiterhin den zulässigen Gehalt an Caesium-137. Bei den von Greenpeace 2015 in der Oblast

Rivne (Ukraine) durchgeführten Untersuchungen wurde herausgefunden, dass der Gehalt an Caesium-137 in Milch über den Grenzwerten für Lebensmittel lag.

Die Dekontaminationsanstrengungen der japanischen Regierung waren bruchstückhaft, unzureichend und es besteht die ernste Gefahr einer erneuten Kontamination durch die angeblich dekontaminierten Gebiete. Trotz der massiven Anstrengungen und getätigten Aufwendungen wird der Prozess der Dekontamination wahrscheinlich nie vollständig abgeschlossen sein. Dekontaminationsanstrengungen führen ohnehin nicht dazu, dass die radioaktive Kontamination „verschwindet“, sondern verschieben diese einfach nur an andere Orte, wo vorübergehende Lagerorte weiterhin ein Risiko für Gemeinden und die Umwelt darstellen.

Der menschliche Einfluss im Zusammenhang mit der radioaktiven Kontamination von großflächigen Gebieten darf ebenfalls nicht unterschätzt werden. Es liegt auf der Hand, dass die Menschen weiterhin Strahlenrisiken ausgesetzt sind, wenn die Evakuierungsanordnungen aufgehoben werden und sie nach Hause zurückkehren. Darüber hinaus haben zehntausende Menschen ihr Zuhause, ihr Land und ihre Existenzgrundlage verloren. Generationen von Familien, die in der Vergangenheit zusammenlebten, sind nun getrennt und für viele wird es auch keine Zusammenführung mehr geben. Sie erhielten nur geringe Entschädigungszahlungen (wenn überhaupt) und viele von ihnen leben immer noch in verfallenden Notunterkünften. All dies aufgrund einer Nuklearkatastrophe, an der sie in keiner Form beteiligt waren.

5.2. Gesundheitlichen Folgen

Bei der öffentlichen Diskussion über die gesundheitlichen Folgen von Tschernobyl und Fukushima liegt der Schwerpunkt zumeist auf den gesundheitlichen Folgen für den Menschen, die durch die Strahlung induziert wurden. Diese Folgen sind oft umstritten, vor allem aufgrund des begrenzten Wissens zu den Auswirkungen einer geringen Strahlenbelastung und weil umfassende Daten zu den Strahlungs Dosen, denen große Bevölkerungsteile ausgesetzt waren, fehlen.

Das Ausmaß der Folgen wird vielleicht am besten greifbar anhand der Gesamtverschlechterung des Gesundheitszustandes und des Wohlergehens, ähnlich dem der bei den Bevölkerungsteilen aufgetreten ist, die durch den radioaktiven Niederschlag von Tschernobyl und Fukushima belastet wurden.

Die Katastrophe von Tschernobyl hat zu einer deutlichen Verschlechterung des Gesundheitszustandes und des Wohlergehens großer Bevölkerungsteile in der Ukraine, Weißrussland und Russland geführt. Indikatoren dieser Verschlechterung sind höhere Mortalitätsraten in den radioaktiv kontaminierten Gebieten der Ukraine und geringere Geburtsraten. Auffällig ist, dass die Mortalitätsraten von Kindern mit verstrahlten Eltern ebenfalls höher liegen. Eine wesentliche Ursache der erhöhten Mortalität in kontaminierten Gebieten sind Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. Zusätzlich werden zehntausende Todesfälle durch Krebserkrankungen erwartet.

Wie bereits erwähnt, sind strahleninduzierte gesundheitliche Auswirkungen oft umstritten und lösen eine umfassende wissenschaftliche Debatte aus. Dies liegt daran, dass unser Verständnis der durch Strahlung verursachten gesundheitlichen Auswirkungen größtenteils auf den Erfahrungen basiert, die von den Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki gewonnen werden konnten. Dadurch konnte jedoch im Wesentlichen nur das medizinische Wissen zu einer punktuellen, äußeren Strahlenbelastung erweitert werden. Die Strahlenbelastung durch die Katastrophen von

Tschernobyl und Fukushima erfolgte hauptsächlich durch eine dauerhafte geringe und von innen wirkende Belastung.

Dennoch wurden die folgenden gesundheitlichen Folgen festgestellt, die auf die Strahlenbelastung zurückgeführt werden können:

- deutliche Zunahme von Schilddrüsenkrebs bei Kindern und Aufräumarbeitern,
- Leukämie und Brustkrebs bei den Aufräumarbeitern in Tschernobyl,
- Rückgang der kognitiven Funktion bei Aufräumarbeitern,
- Zunahme von Katarakten bei Aufräumarbeitern,
- Anstieg der Mortalität bei Aufräumarbeitern und der Bevölkerung durch Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems,
- Behinderungen bei Aufräumarbeitern und der Bevölkerung in den kontaminierten Gebieten.

Wegen der Latenzzeit von Krebs wird derzeit kein spürbarer Anstieg der Krebserkrankungen bei der durch Strahlung belasteten Bevölkerung nach dem Unfall von Fukushima erwartet. Dennoch wurde eine Zunahme an Schilddrüsenkrebs-Erkrankungen in Japan festgestellt, die auch durch die breitangelegte Prüfung nicht vollständig erklärt werden kann.

Es herrscht zunehmend die Erkenntnis, dass sich die psychische Verfassung auf die körperliche Gesundheit auswirkt. Die psychischen Erkrankungen durch Tschernobyl und Fukushima wurden verursacht durch die Belastung, die durch die Umsiedlung entstand, die fehlende Möglichkeit, wieder nach Hause zurückzukehren, gesellschaftliche Stigmatisierung und Sorgen vor einer dauerhaften Strahlenbelastung. Dies führte wiederum zu einer Verschlechterung der körperlichen Gesundheit.

Psychische Erkrankungen, die durch diese Katastrophen verursacht wurden, umfassen posttraumatische Belastungsstörungen, Depressionen, Angststörungen, somatoforme Störungen, Alkoholabhängigkeit und psychometrische Störungen. Bis vor Kurzem wurde psychischen Erkrankungen weniger Verständnis als körperlichen Erkrankungen entgegengebracht. Es ist aber unbedingt notwendig, dass diese gesundheitsschädigenden Auswirkungen anerkannt werden und in Notfallplänen für nukleare Unfälle sowie Unterstützungsprogramme für die Überlebenden von Fukushima und Tschernobyl Berücksichtigung finden.

5.3. Gesellschaftliche Folgen

Die große gesellschaftliche Umwälzung, die durch die Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima verursacht wurde, ist zu keinem Zeitpunkt weder von den Regierungsbehörden, der Atomindustrie noch der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) ehrlich oder verständnisvoll anerkannt worden, noch wurde sich dieser gestellt.

Durch die Unfälle in Fukushima und Tschernobyl wurden hunderttausende Menschen gezwungen, ihr Zuhause zu verlassen, ohne eine Aussicht auf Rückkehr. Millionen Menschen werden gezwungen, in kontaminierten Gebieten zu leben. Dies hat großen Einfluss auf die Entscheidungen, die hunderttausende Menschen in Japan, Russland, Weißrussland und der Ukraine täglich treffen müssen. Weiterhin nehmen dadurch Anspannung, Sorge sowie Misstrauen gegenüber Regierungsbehörden zu. Die Symptome der gesellschaftlichen Umwälzung zeigen sich auf unterschiedliche Weise.

Nach beiden Unfällen wurden erhöhte Selbstmordraten verzeichnet. In den kontaminierten Gebieten der Ukraine fand und findet eine erhebliche Entvölkerung statt. Ähnliche Entvölkerungstendenzen werden auch in den kontaminierten Gebieten von Japan festgestellt.

Seit der Katastrophe von Fukushima konnte in Japan eine rasche Zunahme von Bürgerprotesten und die Entwicklung der Bürgerwissenschaft beobachtet werden. Bürger begannen, die Strahlung zu kontrollieren und Netzwerke zu bilden, um ihr Wissen auszutauschen, anstatt auf die Einstufung der Regionen als sichere Rückkehrgebiete zu vertrauen. Sowohl der öffentliche Protest als auch die Entwicklung der Bürgerwissenschaft sind ein Ausdruck des Misstrauens der Menschen gegenüber Fachbehörden und die wachsende Bereitschaft, offizielle Informationen in Frage zu stellen.

5.4. Forderungen

Angesichts des Ausmaßes an gesellschaftlichen, gesundheitlichen und ökologischen Folgen, die durch die Unfälle in Fukushima und Tschernobyl verursacht wurden, ist die naheliegende und geeignete Antwort darauf der komplette Ausstieg aus der Atomenergie zugunsten sauberer Energielösungen. Verschiedene Länder haben sich nach den Unfällen in Fukushima und Tschernobyl tatsächlich bereits für das Abschalten der Nuklearreaktoren oder den schrittweisen Ausstieg aus der Atomenergie entschieden.

In Ländern, die weiterhin auf Atomkraft setzen, müssen die Behörden Notfallpläne für nukleare Katastrophen erstellen, um die Bürger im Fall freigesetzter Radioaktivität wie bei Fukushima und Tschernobyl zu schützen. Derartige Pläne sollten auch die langfristige Umsiedlung großer Bevölkerungsteile und darüber hinaus Strahlenschutzmaßnahmen vorsehen sowie eine langfristige physische, psychologische und psychiatrische Betreuung enthalten, um die psychischen und andere Folgen in Verbindung mit Nuklearkatastrophen gering zu halten.

Die Gerechtigkeit verlangt, dass die Regierungen die Überlebenden von Tschernobyl und Fukushima angemessen unterstützen. Angesichts der gesundheitlichen Folgen, anhaltenden Strahlungsrisiken und ungerechter Regierungsstrategien empfiehlt Greenpeace, die folgenden Maßnahmen zu ergreifen, um die Überlebenden von Tschernobyl und Fukushima vollständig zu unterstützen:

- Die Rechte der Überlebenden sind zu respektieren. Die Behörden tragen eine Verantwortung dafür, die betroffenen Personen bei Entscheidungen zu deren persönlicher Sicherheit miteinzubeziehen.
- Die Überlebenden sollten selbst über eine Rückkehr entscheiden können, und nicht zur Rückkehr an einen Ort gezwungen werden, den sie hinsichtlich ihrer persönlichen Sicherheit oder Gesundheit als risikobehaftet betrachten.
- Die Menschen müssen unabhängig von ihrer Entscheidung von den Behörden uneingeschränkt unterstützt werden.
- Unabhängig von den einzelnen Entscheidungen, müssen die Menschen vollständig für den Verlust ihrer Existenzgrundlage und ihres Eigentums sowie für aufgetretene psychische Erkrankungen oder Gesundheitsrisiken entschädigt werden.
- Eine langfristige Untersuchung zu den Folgen von Tschernobyl und Fukushima muss gefördert werden. Wichtige Forschungsbereiche umfassen nicht onkologische Erkrankungen, z. B. kognitive Dysfunktion,¹⁸³ die Auswirkungen geringer Strahlenbelastung auf Tiere, Insekten und Pflanzen, die langfristigen gesundheitlichen Folgen infolge der Nuklearkatastrophen,¹⁸⁴ die Folgen geringer Strahlungsdosen auf die Gehirntätigkeit, kognitive Störungen und psychotische Symptome bei Überlebenden von Tschernobyl,¹⁸⁵ und die Erfassung weiterer objektiver Daten zur Strahlenbelastung und körperlichen Gesundheit.

- Die Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenbelastung (Umwelt und Nahrungsmittel) für die Bevölkerung müssen fortgesetzt werden, um die gesamten Strahlungsdosen, denen die Menschen ausgesetzt sind, zu senken.
- Restriktionen für Besucher von zum Teil hoch kontaminierten Zonen, so genannten „Hotspots“

Die ökologischen und gesellschaftlichen Narben von Tschernobyl und Fukushima werden uns noch in den kommenden Jahrzehnten und Jahrhunderten daran erinnern, dass Atomkraft das Risiko nicht wert ist. Es gibt nur einen sicheren Weg, um Nuklearkatastrophen in Zukunft zu vermeiden: die Atomkraft weltweit abschaffen.

Die Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima haben den Mythos zerstört, dass diese Energiequelle sicher, billig und zuverlässig ist. Die Zeit, das Geld und die Mittel, die leichtfertig für die Entwicklung neuer Generationen von Nuklearreaktoren ausgegeben werden, sollten verwendet werden, um eine Zukunft auf der Grundlage sauberer und nachhaltiger erneuerbarer Energien und Energieeffizienz aufzubauen. Gegenüber uns selbst, unseren Kindern und unserer Erde sind wir verpflichtet aus diesen Geschehnissen zu lernen und sicherzustellen, dass wir eine derartige Zerstörung und Leid niemals wieder erleben müssen.

Endnoten

- ¹ Greenpeace International, February 2012. Lessons from Fukushima. p. 42
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Nuclear-reports/Lessons-from-Fukushima/>
- ² Omelianets, N., Prysyzhnyuk, A., Loganovsky, L., Stepanova, E., Igumnov, S., Bazyka, D. 2016. Health Effects of Chernobyl and Fukushima: 30 and 5 years down the line.
- ³ Kashparov, V., Levchuk, S., Khomutynyn, I. & Morozova, V. 2016. Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy. p. 53
- ⁴ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 18
- ⁵ Boilley, D. 2016. Fukushima five years later: back to normal?
- ⁶ International Atomic Energy Agency (IAEA). The International Nuclear and Radiological Event Scale, Users Manual 2008 Edition, p. 8.
- ⁷ Taken from Table 1 in Povinec, P.P. et al. 2013. Dispersion of Fukushima radionuclides in the global atmosphere and the ocean. *Applied Radiation and Isotopes*, 81 (2013) 383 – 392. Total amount of radioactivity taken from Table 2 of Lin, W. et al. 2015. Radioactivity impacts of the Fukushima Nuclear Accident on the atmosphere, *Atmospheric Environment*, 102 (2015) pp.311-322.
- ⁸ Katata, G. et al. 2012. Atmospheric discharge and dispersion of radionuclides during the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Part I: Source term estimation and local-scale atmospheric dispersion in early phase of the accident, *Journal of Environmental Radioactivity*, 109 (2012), p. 107.
- ⁹ Nuclear and Industrial Safety Agency 2011. Report of Japanese government to the IAEA ministerial conference on nuclear safety. The accident at TEPCO's Fukushima nuclear power stations. Available at <http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/>, p. IX–10
- ¹⁰ Lacoste A. 2011. L'ASN classe l'accident nucléaire de Fukushima au niveau 6. *Le Monde*, March 15, 2011. Available at http://www.lemonde.fr/japon/article/2011/03/15/l-asn-classe-l-accident-nucleaire-de-fukushima-au-niveau-6_1493498_1492975.html
- ¹¹ Greenpeace, 2011. Ines scale rating. March 23, 2011. Available at http://www.greenpeace.org/international/PageFiles/285388/greenpeace_hirsch_INES_report_25032011.pdf. Accessed 12 February 2016.
- ¹² Nuclear and Industrial Safety Agency 2011. Report of Japanese government to the IAEA ministerial conference on nuclear safety. The accident at TEPCO's Fukushima nuclear power stations. Available at <http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/>
- ¹³ W. Lin et al., 2015. Radioactivity impacts of the Fukushima Nuclear Accident on the atmosphere. *Atmospheric Environment*, 102 (2015), 311-322.
- ¹⁴ International Atomic Energy Agency (IAEA). 2015. The Fukushima Daiichi Accident: Report by the Director General, *August 2015*, p. 107.
- ¹⁵ Stapczynski, 2015. Tepco Must Improve Monitoring of Fukushima Leaks, Adviser Says. *Bloomberg*, 17 September 2015. Available at <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-09-17/tepcos-must-improve-monitoring-of-fukushima-leaks-adviser-says>. Accessed 13 February 2016.
- ¹⁶ Investigation Commission (NAIIC). 2012. The Executive Summary and Main Report can be found here: <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naaic.go.jp/en/index.html>
- ¹⁷ Chesser, R. K. 2008. Near-field radioactive particle dynamics and empirical fallout patterns in Chernobyl's Western and Northern Plumes, *Atmospheric Environment*, 42 (2008) 5124–5139
- ¹⁸ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1988. Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: UN; 1988.
- ¹⁹ International Programme on the Health Effects of the Chernobyl Accident. 1995. Health consequences of the Chernobyl accident. Summary Report. Geneva: World Health Organization, 1995.
- ²⁰ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly, United Nations, New York, 2008.
- ²¹ Kashparov, V., Levchuk, S., Khomutynyn, I. & Morozova, V. 2016. Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy.
- ²² W. Lin et al., "Radioactivity impacts of the Fukushima Nuclear Accident on the atmosphere," *Atmospheric Environment*, 102 (2015) 311-322.
- ²³ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 11
- ²⁴ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 13
- ²⁵ Greenpeace 2006. The Chernobyl Catastrophe: Consequences on Human Health. Yablokov, A., Labunska, I., Blokov, I., Stringer, R, Santillo, D., Johnston, P. & Sadowich, T. (Eds), publ. Greenpeace International, Amsterdam, ISBN 5-94442-013-8. p.25
- ²⁶ Chernobyl: The True Scale of the Accident. 20 Years Later a UN Report Provides Definitive Answers and Ways to Repair Lives. 5 September 2005. IAEA Press Release. <https://www.iaea.org/PrinterFriendly/NewsCenter/PressReleases/2005/prn200512.html> accessed 3 February 2016.
- ²⁷ Kashparov, V., Levchuk, S., Khomutynyn, I. & Morozova, V. 2016. Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy . p. 49
- ²⁸ Kashparov et al 2016. op. cit. p.49
- ²⁹ Kashparov et al 2016. op. cit. p.52
- ³⁰ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 53
- ³¹ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 18
- ³² Kashparov et al 2016. op. cit. p. 18
- ³³ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 28
- ³⁴ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 38
- ³⁵ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 28
- ³⁶ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 28
- ³⁷ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 44
- ³⁸ Kashparov et al 2016. op. cit. p.13
- ³⁹ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 46
- ⁴⁰ Kashparov et al 2016. op. cit. p. 47
- ⁴¹ Kashparov et al 2016. op. cit. p.44
- ⁴² Labunska, I., Kashparov, V., Levchuk, S., Lazarev, N., Santillo, D. & Johnston, P. 2016. 30 years of exposure to Chernobyl originating radionuclides: two case studies on food and wood contamination in the Ukraine. Greenpeace Research Laboratories, Technical Report 02-2016, February 2016, 18pp.

⁴³ Ministry of Health of Ukraine, 2006. Permissible levels of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in food and drinking water. Decree Nr 256, 03.05.2006. (In Ukrainian) [WWW Document]. URL <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>

⁴⁴ SSSAR-2005. Sanitary standard of specific activity of radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in wood and products of wood. Approved by the Ministry of Health of Ukraine, Decree No 73 on 31/10/2005, 3 pp. (in Ukrainian)

⁴⁵ Teule, R., Kiselev, A., Harkonen, J., Vincent, S. & Alimov, R. 2016. Pilot investigation of radioactive contamination of soil and food products in selected areas of Bryansk region, Russia, affected by the Chernobyl catastrophe in 1986.

⁴⁶ Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 14.11.2001, N 36 (ed. 06.07.2011). SanPin 2.3.2.1078-01. Hygiene requirements for safety and nutritional value of food products. (Registered in the Ministry of Justice 22.03.2002 N 3326)

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5214/ & Resolution of 28 June 2010, N 71. Additions and changes to N 18. SanPin 2.3.2.560-96. <http://docs.cntd.ru/document/9052436>. In 2010, the ⁹⁰Sr norm for mushrooms, and the ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs norms for berries/grapes were abolished for unknown reasons, while the norm for wildberries remains (160 Bq/kg for ¹³⁷Cs).

⁴⁷ Permissible levels were taken from SanPin 2.3.2.1078-01 Hygiene requirements for safety and nutritional value of food products. This document was amended in 2010 and for unknown reasons the safety standards for a number of food products have been removed. Greenpeace Russia has sent an official letter to the Russia's Chief Sanitary Doctor demanding to return standards for these products to ensure access to clean food for the local population.

⁴⁸ Kostyuchenko, V. V., et al., 2012. Environmental Migration of Radionuclides (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ²³⁹Pu) in Accidentally Contaminated Areas of the Southern Urals, Radioactive Waste, Dr. Rehab Abdel Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-51-0551-0, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/radioactive-waste/environmental-migration-of-long-livedradionuclides-90sr-137cs-239pu-in-contaminated-areas-of-th>

⁴⁹ For one sample location, soil samples were taken from five positions in a 100x100m square, i.e. the four corners and the centre point. The aerial contamination density in kBq/km² for the sample location was calculated by averaging over those 5 samples, as described in the Russian standard "Guidance document RD 52.18.766 – 2012".

⁵⁰ Guericke u. a. 2015a in Kashparov et al 2016. op. cit. p.39

⁵¹ Kashparov et al 2016. op. cit. p.44

⁵² Kashparov et al. 2000; Yoschenko et al 2006a in Kashparov et al 2016. op. cit. p.39

⁵³ Yoschenko et al., 2006b in Kashparov et al 2016. op. cit. p.40

⁵⁴ Yoschenko et al. 2006a; Khomutinin et al., 2007 in Kashparov et al 2016. op. cit. p.40

⁵⁵ Evangelidou et al. 2014, 2015a,b in Kashparov et al 2016. op. cit. p.44

⁵⁶ Boilley, D. 2016. Fukushima five years later: back to normal? p.13

⁵⁷ Boilley 2016. op. cit. p.24

⁵⁸ Boilley 2016. op. cit. p.23

⁵⁹ Fukushima Daiichi Accident, Summary Report by the Director General, Board of Governors May 14 2015, IAEA 2015. p.131

⁶⁰ Fukushima Daiichi Accident, Summary Report by the Director General, Board of Governors May 14 2015, IAEA 2015. p.131

⁶¹ Yoshihara, T. 2014. Changes in radiocesium contamination in foliar parts of 10 common tree species in Japan between 2011 and 2013. *Journal of Environmental Radioactivity*. 138 (December 2014) 220–226.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X14002689>

⁶² Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). 2015, *Stratégie de décontamination et de gestion des déchets à Fukushima*, RT/PRP-DGE/2015-00015. Unpublished. in Boilley 2016. op. cit. p.43

⁶³ Boilley 2016. op. cit. p.42

⁶⁴ Nimis, P.L. 1996. Radiocesium in Plants of Forest Ecosystems. *Studia Geobotanica*. Vol. 15: 3-49. See pp. 10-11, 17-18, 21-22, 30-31.

<http://dbiodbs.univ.trieste.it/ecoapp/cesio.pdf>

⁶⁵ Mahara, Y. et al. 2014. Atmospheric Direct Uptake and Long-term Fate of Radiocesium in Trees after the Fukushima Nuclear Accident.

Scientific Reports 4. Article 7121. <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/196856/1/srep07121.pdf>

⁶⁶ Nimis 1996. op. cit. p. 11

⁶⁷ Okada, N. et al. 2015. Radiocesium Migration from the Canopy to the Forest Floor in Pine and Deciduous Forests. *Journal of the Japanese Forest Society*. 97: 57-62. https://www.istage.jst.go.jp/article/jifs/97/1/97_57/article. Nimis, P.L. 1996. Radiocesium in Plants of Forest Ecosystems. *Studia Geobotanica*. Vol. 15: 3-49. See pp. 24-25. <http://dbiodbs.univ.trieste.it/ecoapp/cesio.pdf>. Tikhomirov, F.A. & Shcheglov, A.I.

1994. Main investigation results in the forest radioecology in the Kyshtym and Chernobyl accident zones. *Sci. Tot. Envir*, 157: 45-57. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7839123>

⁶⁸ Nimis 1996. op. cit. p. 11.; See also, Okada 2015. op. cit.; See also, Bird, W.A. & Little, J.B.2013. A Tale of Two Forests: Addressing Postnuclear Radiation at Chernobyl and Fukushima. *Environmental Health Perspectives*. 121(3) <http://ehp.niehs.nih.gov/121-a78/>

⁶⁹ Boilley 2016. op. cit. p.42

⁷⁰ Boilley 2016. op. cit. p.45

⁷¹ Boilley 2016. op. cit. p.46

⁷² Kyodo, AFP-JIJI, 2015. More than 3,000 residents of Joso remain evacuated after devastating floods; death toll hits 7. Japan Times, 13 September 2015. Available at <http://www.japantimes.co.jp/news/2015/09/13/national/3000-residents-joso-remain-evacuated-devastating-floods/#.Vr-EMkb7Oxa>. Accessed 12 February 2016.

⁷³ NHK (Japan Broadcasting Corporation). 2015. 395 bags of tainted material washed away in floods. September 15, 2015.

⁷⁴ Mainichi Japan. 2013. *Contaminated waste at public apartments shocks Fukushima residents*, Mainichi Japan on line, December 16, 2013

⁷⁵ Often referred to as Iitate Village, within Japanese society it is in fact an administrative district.

⁷⁶ "Summary of the Fukushima accident's impact on the environment in Japan, one year after the accident", IRSN February 28 2012, see http://www.irsn.fr/EN/publications/thematic/fukushima/Documents/IRSN_Fukushima-Environment-consequences_28022012.pdf, accessed July 10 2015.

⁷⁷ The legal policy framework for ongoing decontamination efforts in Iitate and the other districts in the Special Decontamination Areas is the Act on Special Measures Concerning the Handling of Radioactive Pollution ("the Act on Special Measures") enacted in August 2011, which took

full effect from January 2012. The Ministry of the Environment is responsible for off-site remediation and waste management; the Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery is involved in countermeasures related to forest and agricultural areas; the Ministry of Health, Labour and Welfare is responsible for radiation protection of remediation workers; the Cabinet Office for the designation and rearrangement of evacuated areas; and the Nuclear Regulation Authority supports all activities by the coordination of monitoring and the provision of scientific and technical advice.

⁷⁸ The UN Human Rights Rapporteur recommended Japan to “formulate urgently a clear, time-bound plan to reduce radiation levels to less than 1 mSv/year”. See: Grover, 2013. Mission to Japan: comments by the State on the report of the Special Rapporteur. 27 May 2013, pg 9; Grover, 2013. Human Rights Council 2013, Report of the Special Rapporteur on the right of everyone to the enjoyment of the highest attainable standard of physical and mental health, Mission to Japan (November 2012). 2 May 2013, p.17.

⁷⁹ Ministry of the Environment, Japan, 2015. Progress on Off-site Cleanup Efforts in Japan. Available at http://josen.env.go.jp/en/pdf/progressseet_progress_on_cleanup_efforts.pdf, accessed July 2 2015. p. 10.

⁸⁰ Ministry of the Environment Government of Japan. 2016. Progress of decontamination at special decontamination area. February 5, 2016. <https://josen.env.go.jp/area/details/iitate.html>

⁸¹ Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Iitate village detailed data from 2010 World Agriculture Census. <http://www.machimura.maff.go.jp/machi/contents/07/564/details.html>

⁸² Personal communication from official from Ministry of the Environment and GP Japan, June 30, 2015.

⁸³ Teams made up of Greenpeace radiation experts, trained in radiation monitoring and the use of sophisticated measuring devices, have performed radiation surveys in Fukushima from March 2011. Available at <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/nuclear/safety/accidents/Fukushima-nuclear-disaster/Radiation-field-team/>, accessed February 11th 2015

⁸⁴ Van de Putte, J., 2015. Greenpeace - Fukushima disaster: risks to the population returning to decontaminated areas. December 2015.

⁸⁵ The Japanese government set a long-term target level of 0.23uSv/h to remain under 1mSv/year, based on the assumption that a person in that region would spend on average 8 hours outside the house and 16 hours inside each day throughout the year (<http://ramap.imc.or.jp/map/eng/map.html>). The reality in this agricultural area is however very different. Before the accident, people spend significantly more time outside their house, particularly in spring, summer and autumn months.

⁸⁶ Greenpeace Briefing. 2015. Fukushima disaster: Ongoing nuclear crisis, The failure of radioactive decontamination in Iitate. July 2015, Updated September 2015. http://www.greenpeace.org/japan/Global/japan/pdf/iitate_Brief_Jul2015_EN.pdf

⁸⁷ Van de Putte, J., 2015. Greenpeace - Fukushima disaster: risks to the population returning to decontaminated areas. December 2015.

⁸⁸ Sekiguchi, M., 2015. The life never be back, the houses to keep on coming back. The stories of people in Iitate village, Fukushima. Greenpeace Japan blog, 18 November 2015. Available at <http://www.greenpeace.org/japan/ja/news/blog/staff/blog/54803/>, accessed 6 January 2016.

⁸⁹ The Japanese government set a long-term target level of 0.23uSv/h to remain under 1mSv/year, based on the assumption that a person in that region would spend on average 8 hours outside the house and 16 hours inside each day throughout the year (<http://ramap.imc.or.jp/map/eng/map.html>). The reality in this agricultural area is however very different. Before the accident, people spend significantly more time outside their house, particularly in spring, summer and autumn months.

⁹⁰ “Evolution of radioactive dose rates in fresh sediment deposits along coastal rivers draining Fukushima contamination plume”, Olivier Evrard, Caroline Chartin, Yuichi Onda, Jeremy Patin, Hugo Lepage, Irène Lefèvre, Sophie Ayrault, Catherine Ottlé & Philippe Bonté, Scientific Reports 3, October 29 2013 <http://www.nature.com/srep/2013/131029/srep03079/full/srep03079.html>, accessed February 11 2015.

⁹¹ The Prime Minister in Action: Nuclear Emergency Response Headquarters June 12, 2015

http://japan.kantei.go.jp/97_abe/actions/201506/12article1.html accessed July 19, 2015

⁹² TEPCO’s monthly compensation payment of ¥100,000 per head to residents of the two areas, including those in the city of Tamura, will end in March 2018; and the payment of compensation for business damage will be extended by one year beyond the current provision, which is set to continue until February 2016, Yomiuri Shimbun, July 4 2015, see <http://the-japan-news.com/news/article/0002264130>, accessed July 15 2015.

⁹³ NHK, 2013. 70% of Fukushima evacuees: won’t return home. NHK, December 6th 2013, as cited in <http://recoveringtohoku.wordpress.com/2013/12/06/70-of-fukushima-evacuees-wont-return-home-nhk-12613/>, accessed February 9 2015.

⁹⁴ Jiji, 2015. Fukushima’s Namie sees no-go zone designation lifted. April 1st 2015. Available at <http://www.japantimes.co.jp/news/2013/04/01/national/fukushimas-namie-sees-no-go-zone-designation-lifted/>, accessed February 11 2015.

⁹⁵ As cited in “Three Years On: Lives in Limbo” Dr. David McNeill, Greenpeace International, February 2014.

http://www.town.namie.fukushima.jp/uploaded/life/5229_11523_misc.pdf and

<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/briefings/nuclear/2014/Fukushima-3rd/Three%20Years%20On.pdf> accessed February 9th 2015.

⁹⁶ Nuclear Emergency Response Headquarters, 26 Dec 2011. “Basic Concept and Issues to be Challenged for Rearranging the Restricted Areas and Areas to which Evacuation Orders Have been Issued where Step 2 has been Completed”.

http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/20111226_01.pdf

⁹⁷ Kashparov et al 2016. op. cit. p.51

⁹⁸ David McNeill, 2013. With Fukushima nuclear plant still leaking, Japan clean-up bill soars to \$50bn. The Independent, July 24th 2013. Available at <http://www.independent.co.uk/news/world/asia/with-fukushima-nuclear-plant-still-leaking-japan-clean-up-bill-soars-to-50bn-8730832.html>, accessed February 10th 2015.

⁹⁹ Omelianets, N., Prysyzhnyuk, A., Loganovsky, L., Stepanova, E., Igumnov, S., Bazyka, D. 2016. Health Effects of Chernobyl and Fukushima: 30 and 5 years down the line. p. 57

¹⁰⁰ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 64

¹⁰¹ Malko M.V., 2008. Assessment of Chernobyl malignant neoplasms in European countries. Available at:

<http://www.physiciansofchernobyl.org.ua/eng/Docs/Malko.pdf> ; Greenpeace, 2006. Chernobyl catastrophe, consequences on human health. May 2016. Available at: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2006/4/chernobylhealthreport.pdf>

¹⁰² Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. July 2016.

http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/WHO%20Report%20on%20Chernobyl%20Health%20Effects%20July%202006.pdf

-
- ¹⁰³ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 32
- ¹⁰⁴ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 42
- ¹⁰⁵ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 30
- ¹⁰⁶ Omelianets et al. 2016. op.cit. p. 18
- ¹⁰⁷ WHO, 1999. Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents. Update 1999. Available at http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/iodine_Prophylaxis_guide.pdf, p. 13. Accessed 12 February 2016.
- ¹⁰⁸ WHO, 1999. Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents. Update 1999. Available at http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/iodine_Prophylaxis_guide.pdf, p. 14. Accessed 12 February 2016.
- ¹⁰⁹ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 18
- ¹¹⁰ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 21
- ¹¹¹ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 68
- ¹¹² Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 62
- ¹¹³ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 65
- ¹¹⁴ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 23
- ¹¹⁵ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 25
- ¹¹⁶ According to the UN High Commissioner for Refugees (**UNHCR**, "Internally displaced persons, or IDPs, are among the world's most vulnerable people. Unlike refugees, IDPs have not crossed an international border to find sanctuary but have remained inside their home countries." <http://www.unhcr.org/pages/49c3646c146.html>)
- ¹¹⁷ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 66
- ¹¹⁸ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 67
- ¹¹⁹ Masaharu Tsubokura, 2014, The Immediate Physical and Mental Health Crisis in Residents Proximal to the Evacuation Zone After Japan's Nuclear Disaster: An Observational Pilot Study, *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, Vol. 8, No. 1.
- ¹²⁰ Tanaka, R. 2015. Prolonged living as a refugee from the area around a stricken nuclear power plant increases the risk of death. *Prehospital and Disaster Medicine* 2015;30(4):425-430.
- ¹²¹ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 76
- ¹²² Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 10
- ¹²³ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 16
- ¹²⁴ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 54
- ¹²⁵ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 25
- ¹²⁶ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 37
- ¹²⁷ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 46
- ¹²⁸ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 48
- ¹²⁹ Mousseau, T. A. et al. 2014. Genetic and Ecological Studies of Animals in Chernobyl and Fukushima, *Journal of Heredity* 2014:105(5):704–709
- ¹³⁰ Kashparov et al 2016. op. cit. p.51
- ¹³¹ Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹³² Kashparov et al 2016. op. cit. p.17
- ¹³³ Omelianets et al. 2016. op. cit. p. 27
- ¹³⁴ Kashparov et al 2016. op. cit p.38
- ¹³⁵ Kashparov et al 2016. op. cit. p.38
- ¹³⁶ Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹³⁷ Kashparov et al 2016. op. cit p.49
- ¹³⁸ Kashparov et al 2016. op. cit p.49
- ¹³⁹ Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹⁴⁰ Kashparov et al 2016. op. cit p.52
- ¹⁴¹ Kashparov et al 2016. op. cit p.49
- ¹⁴² Kashparov et al 2016. op. cit p.49
- ¹⁴³ The Catalog, 2015; Bruk et al. 2015; Likhtarev et al., 2013 in Kashparov et al 2016. op. cit p.52
- ¹⁴⁴ The Catalog, 2015 in Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹⁴⁵ Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹⁴⁶ Bruk et al. 2015 in Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹⁴⁷ Resolution of Cabinet of Ministers of Russia number 1074 on 8 October 2015 «On approval of the list of settlements situated within the zones of the radioactive contamination after the Chernobyl accident» (in Russian).
- ¹⁴⁸ <http://47.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/3223860/> 5 November 2015. Press-release of Leningrad Region branch of the Russian Ministry for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters. Accessed 25 January 2016.
- ¹⁴⁹ Study prepared for Greenpeace Russia by Komogortseva, L. 2016. Чернобыль: два поколения пораженных. Chernobyl: two suffering generations. to be published in April 2016
- ¹⁵⁰ Kashparov et al 2016. op. cit p.51
- ¹⁵¹ The National Diet of Japan. 2012. The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission p.60 <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naic.go.jp/en/report/>
- ¹⁵² Boilley, D. 2016, Fukushima five years later, back to abnormal, January 2016, p.18
- ¹⁵³ The Yomiuri Shimbun 2011, *Govt officially sets new evacuation zone*, Yomiuri on line, 23rd April 2015
- ¹⁵⁴ Boilley, 2016, p.21
- ¹⁵⁵ Boilley, 2016, p.4
- ¹⁵⁶ Boilley, 2016, p.41
- ¹⁵⁷ Ministry plans to end TEPCO compensation to 55,000 Fukushima evacuees in 2018, The Asahi Shimbun, 19th May 2015, see <http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201505190055>

-
- ¹⁵⁸ Anand Grover, Human Rights Council 2013, Report of the Special Rapporteur on the right of everyone to the enjoyment of the highest attainable standard of physical and mental health, Mission to Japan (November 2012), May 2nd 2013. p.17
- ¹⁵⁹ Boilley, 2016, p. 4
- ¹⁶⁰ Boilley, 2016, p.48
- ¹⁶¹ “70% of Fukushima evacuees: won’t return home”, NHK, December 6th 2013, as cited in <http://recoveringtohoku.wordpress.com/2013/12/06/70-of-fukushima-evacuees-wont-return-home-nhk-12613/>, accessed February 9th 2015.
- ¹⁶² Less than 15 percent of evacuees want to return to Fukushima homes, The Asahi Shimbun, 28th October 2015, see <http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201510280056>
- ¹⁶³ Boilley, 2016, p.50
- ¹⁶⁴ Post-disaster recovery public housing’ not meeting real needs, The Mainichi, 2nd December 2015, see <http://mainichi.jp/english/articles/20151202/p2a/00m/0na/017000c>
- ¹⁶⁵ Boilley, 2016, p.4
- ¹⁶⁶ Hasegawa, R. 2015. Returning home after Fukushima: Displacement from a nuclear disaster and international guidelines for internally displaced persons, Migration, Environment and Climate Change: Policy Brief Series, Issue 4, Vol. 1, September 2015. p.2
- ¹⁶⁷ TEPCO’s monthly compensation payment of ¥100,000 per head to residents of the two areas, including those in the city of Tamura, will end in March 2018; and the payment of compensation for business damage will be extended by one year beyond the current provision, which is set to continue until February 2016, Yomiuri Shimbun, July 4 2015, see <http://the-japan-news.com/news/article/0002264130>, accessed July 15 2015.
- ¹⁶⁸ Greenpeace International. 2014. Interview with Kenji Fukuda, February 2014. <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/nuclear/safety/accidents/Fukushima-nuclear-disaster/fukushima-dont-forget/#fukada>
- ¹⁶⁹ Greenpeace International. 2013. Fukushima Fallout – Nuclear business makes people pay and suffer. p.12 <http://www.greenpeace.org/international/global/international/publications/nuclear/2013/FukushimaFallout.pdf>
- ¹⁷⁰ All conversions based on February 2016 exchange rate.
- ¹⁷¹ Greenpeace International. 2013. Fukushima Fallout – Nuclear business makes people pay and suffer. p.13
- ¹⁷² Greenpeace International. 2013. Fukushima Fallout – Nuclear business makes people pay and suffer. p.15
- ¹⁷³ Greenpeace International. 2013. Fukushima Fallout – Nuclear business makes people pay and suffer. p.6
- ¹⁷⁴ Omelianets et al. 2016. op. cit p. 67.
- ¹⁷⁵ Belyako, A. 2015. From Chernobyl to Fukushima: an interdisciplinary framework for managing and communicating food security risks after nuclear plant accidents, *Journal of Environmental Studies and Sciences* (2015) 5:404–417
- ¹⁷⁶ Aldrich, D. 2012. Post Crisis Japanese Nuclear Policy: From Top-Down Directives to Bottom-Up Activism, Analysis from the East-West Center, No 103, January 2012.
- ¹⁷⁷ Sternsdorff-Cisterna, N. 2015. Food after Fukushima: Risk and Scientific Citizenship in Japan, *American Anthropologist* , Vol. 117, No. 3, pp. 455–467, September 2015 DOI: 10.1111/aman.12294. p.456
- ¹⁷⁸ Chisaki Watanabe , “Japan Approved 85,550 MW of Renewable Energy Projects Since 2012”, Bloomberg, January 18, 2016
- ¹⁷⁹ Mikhail Gorbachev, “Turning Point at Chernobyl”, Project Syndicate, 14 April 2006.
- ¹⁸⁰ Speech, “Looking to the Future”, The honorable Gregory B. Jaczko Chairman U.S. Nuclear regulatory Commission s. At Platts 8th Rochville, MD Annual Nuclear energy conference, February 9, 2012. Available at: <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML120540201.pdf>
- ¹⁸¹ Pascucci-Cahen, L., Groell, J. 2015. Nuclear refugees after large radioactive releases. *Reliability Engineering and System Safety* 145 (2015) 245-249.
- ¹⁸² Greenpeace International, February 2012. Lessons from Fukushima. p. 42 <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Nuclear-reports/Lessons-from-Fukushima/>
- ¹⁸³ Omelianets et al. 2016. op. cit p. 65.
- ¹⁸⁴ Omelianets et al. 2016. op. cit p. 25.
- ¹⁸⁵ Omelianets et al. 2016. op. cit p. 46.