

# Tschernobyl 30 Jahre und Fukushima 5 Jahre

## Inhaltsverzeichnis

A) Tschernobyl.....	2
1) Besuch Belarus.....	2
2) Die Havarie am 26.04.1986.....	2
Tabelle 1: Die von Cs 137 kontaminierten Gebiete .....	3
Tabelle 2: Die Bevölkerungszahl in den kontaminierten Gebieten .....	3
3) Freigesetzte radioaktive Nuklide in Tschernobyl und Fukushima.....	3
Tabelle 3: Freigesetzte Nuklide in Tschernobyl und Fukushima .....	4
Exkurs: Strahlendosis der Luft und Effektivdosis.....	4
4) Die interne Exposition und die externe Exposition.....	5
Tabelle 4: Grenzwerte des Cäsiums 137 in Lebensmitteln .....	5
Tabelle 5: Grenzwerte von drei Ländern: Ukraine, Belarus und Japan (Bq/kg).....	6
5) Das Tschernobyl-Gesetz .....	7
6) Situationen nach der Einführung des Gesetzes .....	7
B) Fukushima.....	8
1) Die Reduktionsrate der Nuklide von Cäsium .....	8
2) Kontaminierter Pazifik.....	9
3) Kontaminierte Lebensmittel.....	9
4) Kontaminierte Stadt Fukushima.....	11
5) Die Ergebnisse der WBC bei den zwei Gemeinden in Fukushima.....	12
6) Von der Strahlung verschonte Tepco-Mitarbeiter während der Havarie .....	12
7) Schilddrüsenkrebs unter den 18 Jährigen .....	13
C) Fazit.....	13
1) Fixierung auf die interne Exposition.....	14
2) Risiko-Einschätzungen bei Fukushima .....	14
2.1) Die optimistische Einschätzung:.....	14
2.2) Die pessimistische Einschätzung:.....	15
3) Gesellschaftlich verheerende Katastrophe bei Fukushima .....	15
4) Fukushima, Tschernobyl und Deutschland .....	15
Quelle.....	17
Literatur (Japanisch).....	17
Link.....	17

## A) Tschernobyl

### 1) Besuch Belarus

Zu Ostern 2015 besuchte ich Belarus mit Gruppen aus Rottweil und Japan. Die Rottweiler Bürgerinitiative leistet seit 25 Jahren verschiedene Hilfsmaßnahmen für die von Verstrahlung geschädigten Menschen, vor allem für Kinder, und unterhält intensive und humanitäre Kontakte zu den Menschen in Belarus über die "Stiftung für Kinder von Tschernobyl". Die Stiftung lud uns ein.

Von diesem Besuch erwartete ich mehr über die Problematik der radioaktiven Strahlung und deren Folgen zu erfahren.

Außerdem wollte ich herausfinden, warum das Ausmaß der Tschernobyl-Katastrophe so gigantisch geworden ist, wie das Buch „Das gesamte Ausmaß der Katastrophe Tschernobyls“ von Dr. Alexey V. Yablokov, Dr. Vassily B. Nesterenko und Dr. Alexey V. Nesterenko beschreibt.

Auf der ganzen Welt gab es 1 Million Tote durch die radioaktive Verseuchung, welche der Unfall des Atomreaktors Tschernobyl verursacht hatte. Allein in den drei Ländern Ukraine, Belarus und Russland starben innerhalb von 15 Jahren nach dem Unfall 237 000 Menschen. Außerdem leiden immer noch Hunderttausende, besonders zahlreiche Kinder, unter Gesundheitsschäden wie Schilddrüsenkrebs, Leukämie, Herzkrankheiten, Immunschwäche usw. (Yablokov: S. 283)

Die Fragestellung wuchs in mir, als ich während des Besuches erfuhr, dass die Bevölkerung über die Katastrophe einige Jahre lang nach der Reaktor-Havarie, besonders über die durch die Radioaktivität ausgehende Gefahr kaum informiert war. Nach dieser Erkenntnis begann ich, die Katastrophe genauer zu recherchieren.

Während der Reise wurden wir von den Leuten aus Belarus mit ihrer Gastfreundschaft überschüttet. Viele eingelegte Pilze, Birkensaft, selbst gezüchtetes Gemüse, selbstgebrannter Wodka standen reichlich auf dem Tisch.

### 2) Die Havarie am 26.04.1986

Nach der Havarie am 26.04.1986 wurde zwar in der SU über den Reaktorunfall berichtet. Die kommunistische Partei der SU, die Regierungen und die Behörden evakuierten die Bewohner im Umkreis von 30 km des Reaktors zwar, jedoch warnten sie die Bevölkerung vor der Gefahr durch sich verbreitende Radioaktivität nicht, sie wurde eher verharmlost. Alles sei unter Kontrolle und es bestünde keine Gefahr für die Gesundheit, so propagierten die KP und die Regierungen. Die Menschen in den verstrahlten Regionen lebten und aßen weiter, als ob nichts geschehen sei, obwohl sie allmählich mehr und mehr krank wurden. Darüber wurde bis zum Frühling 1989 gar nichts berichtet in den Medien. Der KP-Chef Gorbachev hob im Mai 1989 das Verbot der Berichterstattung auf. Danach erfuhr man, welche Gebiete überhaupt und wie stark kontaminiert worden sind.

**Tabelle 1: Die von Cs 137 kontaminierten Gebiete**

Cäsium 137 ist das meist verbreitete Nuklid und neben Jod 131 die Hauptursache für verschiedene Krankheiten. Eine Einheit ist ein Quadratkilometer.

curie/km <sup>2</sup> *	1~5	5~15	15~40	40<	Zusammen	5~
Russland	48 800	5 720	2 100	300	56 920	8 120
Belarus	29 900	12 000	4 200	2 200	48 300	18 400
Ukraine	37 200	3 200	900	600	41 900	4 700
Zusammen	115 900	20 920	7 200	3 100	147 120	31 220

\* 1 curie/ km<sup>2</sup>≙1mSv/y, Quelle : Link1

Zufolge des Tschernobyl-Gesetzes, das die Regierungen von Ukraine, Belarus und Russland angesichts rasch zunehmender Gesundheitsschäden unter der Bevölkerung 1991 einführten, müssten die Bewohner im über 5 curie/km<sup>2</sup> verstrahlten Gebiet zwangsweise evakuiert werden. Belarus hat mit 18 400 km<sup>2</sup> mit Abstand die größte Fläche. Deshalb kann man auch sagen, dass Belarus das meistkontaminierte Land ist.

Übrigens betrug bei Fukushima die Fläche mit der Luftdosis-Kontaminierung von über 5 mSv/y (1.0 µSv/h) ca. 1 800 km<sup>2</sup> und über 20 mSv/y (3.8 µSv/h) ca. 500 km<sup>2</sup> (entnommen aus der Wikipedia: Link 11). Der Unterschied ist gravierend.

**Tabelle 2: Die Bevölkerungszahl in den kontaminierten Gebieten (1990: 10 000 Menschen)**

curie/km <sup>2</sup>	1~5	5~15	15~40	40~	Zusammen	5~
Russland	188.9	21.8	11.0	0.5	222.2	33.3
Belarus	173.4	26.7	9.5	0.9	210.5	37.1
Ukraine	133.5	20.4	3.0	1.9	158.8	25.3
Zusammen	495.8	68.9	23.5	3.3	591.5	95.7

Quelle: Link 1

Die Zahl der Bevölkerung, die zufolge des Tschernobyl-Gesetzes evakuiert werden müsste, betrug 1990 insgesamt 957 000, also knapp 1 Million. Man erfährt nicht genau, wie viele Menschen tatsächlich umgesiedelt wurden. Die belarussische Regierung gibt im 2011 veröffentlichten Bericht über den Unfall des Tschernobyl-Reaktors die Zahl der Evakuierten als 137 700 an, also mehr als ein Drittel der Bewohner, die eigentlich müssten (Belarussische Regierung: S. 42).

### 3) Freigesetzte radioaktive Nuklide in Tschernobyl und Fukushima

Beim Besuch des Jugendsanatoriums Nadeshida 21 sahen wir ein Modell des Niederschlags der Nuklide nach der Explosion des Reaktors 4 von Tschernobyl. Es leuchten darin mehr Lampen bei Strontium und Plutonium als bei Cäsium. Das wunderte mich, weil normalerweise bei einer Reaktorexpllosion viel mehr Cäsium freigesetzt wird. Später erfuhr ich im Aufsatz von Herrn Imanaka Tetsuji von der Kyoto Universität, einem Atomreaktor-Forscher, der sich sehr intensiv mit dem Unfall Tschernobyls beschäftigt hat, dass der Reaktor (Typ RBMK) ursprünglich für die Produktion des Plutoniums, welches als Material für Atombomben dient, gebaut worden ist und

später zur Produktion des Stroms mit einem gravierenden Konstruktionsfehler umgebaut wurde. Deshalb begann der Reaktor unkontrolliert hochzufahren, als der Operator die Leistung drosselte, als ob ein Auto plötzlich beschleunigt, wenn man das Auto bremst. So hat sich das Rätsel gelöst.

**Tabelle 3: Freigesetzte Nuklide in Tschernobyl und Fukushima**

Nuklide	Halbwertszeit	Zerfallsmodus	Tschernobyl (10 <sup>15</sup> Bq)	Fukushima (10 <sup>15</sup> Bq)	Verhältnis (T/F)
Jod 131	8 Tage	β	~1760	160	11/1
Cäsium 134	2 Jahre	β, γ	~47	18	2.6/1
Cäsium 137	30 Jahre	β, γ	~85	15	5.6/1
Strontium 90	29 Jahre	β	~10	0.14	71/1
Plutonium 239	24000 Jahre	α	0.013	0.0000032	4062/1
Plutonium 240	6500 Jahre	α	0.018	0.0000032	5625/1

Quelle: Link 3 (Wikipedia: Das Verhältnis wurde von mir errechnet.)

Jod 131 bei Tschernobyl wurde 11 Mal so viel als bei Fukushima freigesetzt. Cäsium 134 und 137 7 Mal, jedoch viel mehr 137, welches die Halbwertszeit von 30 Jahren hat, das wird also viel langsamer abgebaut. Der Unterschied beim Strontium 90 beträgt 71 Mal. Bei Plutonium 239 und 240 beträgt er sag und schreibe jeweils 4062 und 5625 Mal. Das erklärt das Rätsel am Modell im Sanatorium Nadeshida 21.

*Ich nahm jedoch die Daten der freigesetzten Nuklide von der japanischen Wikipedia und meine damit nicht, dass das richtig ist. Es gibt andere Daten von freigesetzten Nukliden. Ich kann jedoch nicht beurteilen, welche richtiger sind.*

### Exkurs: Strahlendosis der Luft und Effektivdosis

Normalerweise wird die Strahlendosis der Luft mit einem Geigerzähler gemessen. Es gibt zwei Begriffe bzw. Werte von Strahlungsstärke: **Becquerel** (Bq) und **Sievert** (Sv). Mit Bq drückt man die Stärke der Quelle, unabhängig vom Menschen, aus. Sievert zeigt, wie stark ein Mensch Radioaktivität ausgesetzt ist. Ein anderes Beispiel: Man nimmt eine Lichtquelle, deren Lichtstärke mit Watt angegeben wird. Wenn das Licht Menschen erreicht, dann wird es mit Lux angegeben. Eine stark radioaktive Quelle in großem Abstand sei ungefährlich, aber eben eine schwache Quelle in unmittelbarer Nähe gefährlich. Der letztere Fall ist die interne Exposition.

Die **effektive Dosis** ist ein Maß für die Strahlenexposition des Menschen, unabhängig, ob die Strahlung von einer Quelle außerhalb oder innerhalb des Körpers kommt. Die Letztere heißt die innere Exposition und sie entsteht, wenn man zum Beispiel kontaminierte Lebensmittel verzehrt hat. Es gibt auch eine Organdosis und eine Äquivalentdosis, die unterschiedliche Wirksamkeiten der verschiedenen Strahlungsarten (z. B. Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung) und unterschiedliche Empfindlichkeiten der Organe gegenüber ionisierender Strahlung berücksichtigen (Wikipedia). Die Berechnung ist kompliziert. Deshalb rechnet man einfacherweise zum Beispiel mit dem Multiplikator 0.5, wenn man etwa 12 Stunden pro Tag in der kontaminierten Luft verbringt. 8 Stunden wären dann 0.3.

Nehmen wir an, in einer Umgebung misst man die Dosis 0.23  $\mu\text{Sv}$  pro Stunde in der Luft, normalerweise 1 Meter über der Erde. Man rechnet aufs Jahr ( $\times 24 \times 365 = \times 8760$ ), also  $2014 \mu\text{Sv} = 2.014 \text{ mSv}$  um. Jetzt rechnen wir das mit dem Multiplikator 0.5 zusammen, dann ergibt sich 1.00 mSv pro Jahr. Zu dieser Dosis ist aber noch nicht die interne Dosis mitgerechnet. Wenn jemand die interne Dosis von 0.5 mSv hat, dann addiert man beides zusammen und es ergibt dann 1.5 mSv pro Jahr. Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt 1.00 mSv/Jahr der Effektivdosis als den Grenzwert der Verstrahlung der Menschen im Normalfall. Das entspricht ungefähr 0.23  $\mu\text{Sv}$ /Stunde der Luftdosis.

#### 4) Die interne Exposition und die externe Exposition

In Minsk besuchten wir das Belad Institut für Strahlenschutz. Dort hörten wir einen Vortrag von Dr. Nesterenko jr. über die Havarie, die gesundheitlichen Folgen und außerdem über den Strahlenschutz. Die Frage, welche der externen oder der internen Exposition mehr Schaden anrichtet, wenn man in einer verstrahlten Gegend lebt, interessierte mich brennend. Er hat neben Dr. Yablokov und Dr. Nesterenko sr. das anfangs erwähnte Buch mitverfasst. Im Buch steht: "Die interne Exposition ist das Gefährlichste für die Menschen in den kontaminierten Zonen der Ukraine, Belarus und Russland. 94% der Isotopen gelangen durch Lebensmittel in den Körper, 5% durch Trinkwasser und 1% durch den Mund." (S. 263). Und Dr. Vladimir Babenko, der Vizedirektor des Instituts, sagte in seinem Buch „Wie ich mich selbst und meine Kinder vor der Strahlung schützen kann“, das in Japan nach Fukushima ein kleiner Bestseller geworden ist, ähnlich. „Der Strahlungsschaden entsteht 70% bis 90% durch die interne Exposition, also durch den Verzehr des radioaktiv verseuchten Lebensmittels.“ Er sagte weiter, „dass die Bevölkerung, die in den verseuchten Gebieten mehrheitlich Bauer waren, sehr viel Gemüse und Kartoffeln selbst anbaut und verzehrt. Die Menschen dort sind sehr autark und Lebensmittel werden gar nicht kontrolliert. (S. 42)“ Die Stadtbevölkerung besitzt sogenannte Datschas mit einer Fläche von 600 qm, wo sie auch Kartoffeln und Gemüse zwecks Selbstversorgung anbauen. Belarus ist ein flaches Land und hat genug Platz für 10 Millionen Menschen.

Ein Unglück kam noch dazu. Die Havarie passierte am 26. April 1986, der Zeitpunkt war denkbar ungünstig, alle freigesetzten radioaktiven Stoffe wurden von den neu gewachsenen Pflanzen aufgenommen und geerntet und schließlich verzehrt. Dr. Matsko, Forscher vom Minsker Institut für Strahlenschutz, berichtet, dass die Ernte von 1986 vollständig zum Verzehr aufgenommen wurde. Und 1987 und 1988 gab es auch keine richtige Lebensmittelkontrolle.

Außerdem wurden sehr hohe Grenzwerte für die Lebensmittel von der Behörde verordnet, so dass es nicht viel nützte, auch wenn sie richtig kontrolliert worden wären. Hier sehen sie die Tabelle der Grenzwerte, die beinahe jährlich die Werte herabsetzte, wohl aufgrund der immer größer werdenden gesundheitlichen Schäden in der Bevölkerung. Man kann vergleichen, wie groß der Unterschied zwischen den alten und jetzigen sind und sich überzeugen, dass die alten von 1986 bis 1990 zur Kontrolle und zur Minimierung der gesundheitlichen Schäden wenig taugten.

#### Tabelle 4: Grenzwerte des Cäsiums 137 in Lebensmitteln

TAL war Grenzwerte vom Gesundheitsministerium der Sowjetunion und RCL vom Gesundheitsministerium der Republik Belarus

Lebensmittel	TAL-86	TAL-88	TAL-91	RCL-90	RCL-92
	Bq/kg,l	Bq/kg,l	Bq/kg,l	Bq/kg,l	Bq/kg,l
Trinkwasser	370	18.5	18.5	18.5	18.5
Milch	370	370	370	185	111
Pulvermilch	18500	1850	1850	740	740
Butter	7400	1100	1100	370	370
Schweinefleisch	3700	1850	740	592	600
Rindfleisch	3700	2960	740	592	600
Pflanzenöl	7400	370	185	185	185
Kartoffel	3700	740	600	592	-
Gemüse & Obst	3700	740	600	185	185
Brot	-	370	370	370	185
Konserve	-	740	600	185	-
Babynahrung	-	1850	185	37	37
Frische Pilze	-	-	1480	370	185
Getrocknete Pilze	-	11100	7400	3700	3700
Teablätter	-	-	7400	1850	-
Andere Lebensmittel	-	-	-	592	-

Quelle: Link 3 (Matsko und Imanaka)

Das Belrad Institut hat in den Jahren von 1994 bis 1996 die innere Exposition des Cäsiums bei über 400 000 Kindern mit WBC (Whole Body Counter) gemessen. Dabei stellte es erschreckend hohe Werte bei den Kindern fest.

Es gab zahlreiche Kinder mit 200 bis 300 Bq/kg, bei einigen wurden über 2 000 Bq/kg gemessen. Dies bedeutete, dass die Kinder wohl täglich 130 bis 200 Bq verstrahlte Lebensmittel zu sich genommen haben. (Yablokov: S. 256)

Man sagt, ab 20 Bq/kg sei die Alarmgrenze bei Kinder und 70 Bq/kg bei Erwachsenen. Ideal wäre 0 Bq/kg. Aber es gibt keinen Ort mehr, wo keine Strahlung da ist. Im Belrad Institut ließen wir uns alle vom WBC messen. Bei den Deutschen waren alle unter 10 Bq/kg und bei den Japanern zwischen 10 und 20 Bq/kg. Bei einer einzigen Japanerin zeigte das Gerät 0, obwohl sie mehrmals Fukushima besucht hatte.

Jetzt zum Vergleich sehen wir die zurzeit geltenden Grenzwerte von drei Ländern Ukraine, Belarus und Japan.

**Tabelle 5: Grenzwerte von drei Ländern: Ukraine, Belarus und Japan (Bq/kg)**

Lebensmittel	Ukraine (seit 1997)	Belarus (seit 1999)	Japan (seit 1.4.2012)	Japan (davor)
Trinkwasser	2	10	10	200
Brot	20	40	100	500
Kartoffel	60	80	1000	500
Gemüse	40	100	100	500
Obst	70	40	100	500
Fleisch	200	180~500	100	500
Fische	150	74	100	500

Milch	100	100	50	200
Eier	6(ein Stück)		100	500
Pulvermilch	500		50	500

Quelle: Link 6 (Wikipedia)

Wenn man die jetzigen und die 1986 geltenden Werte sieht, könnte man meinen, dass die Werte von 1986 als Kontrollwerte kaum taugen. Die hohe innere Exposition war damit ohne weiteres einkalkuliert. Es gibt sogar Kritik gegen die gegenwärtigen Werte, dass sie gesundheitsgefährdend seien. Die immer noch sehr aktive Berliner Bürgerinitiative für Strahlungsmessung „Der Strahlentelex“ empfiehlt 4 Bq/kg Cäsium für Kinder und 8 Bq/kg als Grenzwert.

## 5) Das Tschernobyl-Gesetz

Immer mehr Opfer gab es in der Region und die katastrophale Lage kam ans Tageslicht, so dass die Regierungen Ukraine und Belarus gezwungenermaßen das neue Gesetz für den Schutz der Bevölkerung 1991 erließ. Das wurde unter der Bezeichnung "Tschernobyl-Gesetz" bekannt und gilt als vorbildlich. Die wirkliche Umsetzung des Gesetzes ist schwer zu überprüfen. Die Belarussen, die wir diesbezüglich fragten, antworteten oft negativ. Der Regierungsangabe zufolge siedelten 137 700 von 370 000 Bewohnern, die obligatorisch umgesiedelt werden müssen. 200 000 von 1 730 000 siedelten freiwillig um (S. 42). Es war sicherlich überhaupt nicht einfach, in einem armen sozialistischen Land, die Umsiedlung zu finanzieren, Wohnungen zu bauen und neue Arbeit bereit zu stellen.

Vorwegnehmend erläutere ich den Grenzwert von 20 mSv/y zur Umsiedlung bei Fukushima. Es gibt massive Kritik und Protest dagegen mit dem Hinweis auf 1 mSv/y und 5 mSv/y vom Tschernobyl-Gesetz. Die japanische Regierung überprüfte 2013, ob 5 mSv/y als der Grenzwert zur obligatorischen Umsiedlung, aber sie beschloss 20 mSv/y, weil dann 450 000 Menschen statt 150 000 in Frage gekommen wären. Eine finanzielle Belastung wurde als Grund angeschoben. Japan ist ein superreiches Land im Vergleich zu Belarus oder Ukraine.

	Tschernobyl	Japan
Obligatorische Umsiedlung	Ab 5 mSv/y Ab Cs 555,000 Bq/m <sup>2</sup>	Ab 20 mSv/y
Freiwillige Umsiedlung mit Rechten	Ab 1 mSv/y (Zone) Ab Cs 185,000 Bq/m <sup>2</sup>	Ab 20 mSv/y (Haus)
Interne Exposition berücksichtigt	ja (0.67mal addiert)	nein
Kontaminierung der Erde berücksichtigt	ja	nein

Quelle: FoE Japan, S. 17

## 6) Situationen nach der Einführung des Gesetzes

2011 berichtet Frau Dr. Similkova, die als Kinderärztin seit dem Unfall in der Gemeinde Buda Kosilovvu, etwa 130 km nördlich von Tschernobyl in Belarus, unermüdlich für die

Kinder kämpft, auf dem IPPNW-Kongress folgendes:

In unserem Gebiet, deutlich sichtbar ist folgendes:  
Nach 25 Jahren bleibt das Gebiet kontaminiert, der Gamma-Hintergrund hat abgenommen, aber die Zonen bleiben die folgenden:  
das Gebiet mit periodischer Strahlenkontrolle, die Zone mit dem Recht auf freiwillige Aussiedlung. Von 237 bewohnten Siedlungen (des Kreises) befinden sich in diesen Zonen 214, in ihnen leben 35.168 Menschen, darunter 5.454 Kinder. Nur 23 Dörfer mit 536 Menschen befinden sich in Gebieten mit einer Kontamination unter 1 Curie/km<sup>2</sup>. Praktisch alle Menschen leben unter Bedingungen der externen Strahlenexposition und der internen durch die Verwendung der auf diesem Boden gewachsenen landwirtschaftlichen Produkte. (Link 5)

Das ist eine pessimistische Darstellung der Situation im Gegensatz zum Bericht der Belarussischen Regierung. Er meinte 2011, dass die Tragödie Tschernobyl überwunden sei.

## B) Fukushima

Man nimmt an, dass die Menge der freigesetzten radioaktiven Nuklide in Fukushima weniger sei als die von Tschernobyl. ICRP (International Commission on Radiological Protection) berechnet etwa ein Zehntel. Außerdem nahm man an, dass die Hälfte der freigesetzten Nuklide wohl in den Pazifik fiel. Das war Glück im Unglück. Herr Naoto Kan, Premierminister während der Havarie, sagte nachträglich, dass Gott wohl mehrmals seine schützende Hand über uns gehalten hat. Er wusste damals durch eine von ihm beauftragte Geheimstudie, dass er 50 Millionen Menschen in der Hauptstadtzone hätte evakuieren müssen, falls weitere Reaktoren explodiert wären, dazu noch die ganze Region um Fukushima Daiichi und Daini. Also zusammen waren es 10 Reaktoren, die so hoch kontaminiert gewesen wären, dass niemand in der Region hätte bleiben können. Das müsste wirklich für ihn ein Alptraum gewesen sein. Vor kurzem hatte ich eine Chance, ihn zu fragen, ob er nach der Studie überhaupt noch schlafen konnte. Er antwortete, seine Frau meine, dass seine Stärke Unempfindlichkeit sei...

### 1) Die Reduktionsrate der Nuklide von Cäsium

Hier ist von Prof. Tazaki, Physiker, die berechnete Reduktionsrate von Cäsium.

Reduktionsrate der radioaktiven Strahlung von Cäsium 134 und 137

Jahre	0	1	2	3	5	10	20	30	50
Reduktionsrate	1	0.78	0.62	0.51	0.37	0.23	0.17	0.14	0.09

Quelle : Tasaki: S. 144

Cs 134 hat die Halbwertszeit von ca. 2 Jahren und Cs137 von ca. 30 Jahren. Die Tabelle zeigt, dass die Strahlung in den ersten drei oder vier Jahren entscheidend hoch ist. Wenn man in der Zeit keine richtige Maßnahme trifft, bekommt man verheerende Strahlungsschäden. Deshalb kommt es einem Verbrechen nah, dass im Falle von Tschernobyl das Sowjetsystem in dieser Zeit kaum rettende Maßnahmen für die Bevölkerung unternahm.

Dass das Verhältnis von Cs 134 und Cs 137 in Tschernobyl 1 zu 2 ist, in Fukushima etwa 1 zu 1, wirkte für Tschernobyl sehr ungünstig. Das bedeutet, dass die Dosen der Radioaktivität in Tschernobyl doppelt so langsam abgebaut werden. Und nach 30 Jahren, im Jahr 2016, ist die Hälfte des Nuklid Cs 137 noch aktiv. In Fukushima ist sie, wie die Tabelle zeigt, nach 5 Jahren bereits unter 50% abgebaut.

Es gibt eine Meldung von der Verwaltung der Fukushima-Präfektur über den Abbau der Radioaktivität in den Wäldern der Region. Im August 2011 ergab sich ein Durchschnittswert von 0.91  $\mu\text{Sv/h}$  an 362 Monitoringposten (öffentliche Messstellen) und im März 2015 0.39  $\mu\text{Sv/h}$ . Diese Reduktion entspricht ungefähr der Reduktionsrate von Herrn Tazaki. In den Wäldern ist bis jetzt keine Dekontaminierungsarbeit durchgeführt worden. Das heißt, dass der Abbau vielleicht nur durch natürliche Reduktion geschah. Jedoch wäre es auch möglich, dass Cäsium 137 tiefer in die Erde eingesickert ist und deshalb weniger gemessen wurde oder beides.

## 2) Kontaminierter Pazifik

2012 veröffentlichte das Kieler Institut für Meeresforschung eine Studie über die Verbreitung des kontaminierten Wassers aus Fukushima, das in drei Jahren die nordamerikanische Küste erreichen wird. Das Bild mit rot markiertem Wasser wurde mit Schrecken aufgenommen. Jedoch fehlte unerklärlicherweise auf der englischen Webseite der Kommentar dazu, der auf der deutschen Webseite stand. Er lautet folgendermaßen:

Der Effekt der ozeanweiten Vermischung wird besonders deutlich, wenn man den im Modell simulierten zeitlichen Verlauf der Strahlungswerte im Pazifik mit den Verhältnissen in der Ostsee vergleicht. Die im März und April 2011 in den Pazifik geflossene Menge an Radioaktivität war mindestens dreimal so groß wie die, die 1986 infolge der Tschernobyl-Katastrophe in die Ostsee eingetragen wurde. Trotzdem sind die von uns simulierten Strahlungswerte im Pazifik bereits jetzt niedriger als die Werte, die man noch heute, 26 Jahre nach Tschernobyl, in der Ostsee findet.

Deutsche Seite: [Link 6](#)

Englische Seite: [Link 7](#)

## 3) Kontaminierte Lebensmittel

Green Peace Japan engagiert sich sehr bei der Problematik der radioaktiven Strahlung und misst deshalb die Strahlendosen in der Luft und in den Lebensmitteln regelmäßig. Im Zeitraum von Oktober 2011 bis April 2013 untersuchte die Organisation 13 Male hauptsächlich Fische, die in Supermärkten erworben wurden, auch einmal Babyfood und einmal Reis aus Tôhoku, dem Nordosten Japans. Übrigens beträgt der Grenzwert der Fische 100 Bq/kg. Hier sind die Ergebnisse.

### 1. Untersuchung (20.10.2011)

Untersuchte Fische: 60

Kontaminierte Fische: 34

höchst: 88 Bq/kg, meistens zwischen 25 Bq und 30 Bq

2. Untersuchung (17.11.2011)  
Untersuchte Fische: 75  
Kontaminierte Fische: 27  
Höchst: 45 Bq/kg, meistens unter 20 Bq

3. Untersuchung (14.12.2011)  
Untersuchte Fische: 75  
Kontaminierte Fische: 5  
Höchst: 57 Bq/kg

4. Untersuchung (29.02.2012)  
Untersuchte Fische: 30  
Kontaminierte Fische: 7  
Höchst: 14 Bq/kg

Babyfoods:  
Untersucht: 35  
Kontaminiert: 2  
Höchst: 1 Bq/kg

5. Untersuchung (02.04.2012)  
Untersuchte Fischkonserven: 35  
Kontaminierte: 3  
Höchst: 4 Bq/kg

Milch:  
Untersuchte: 30  
Kontaminierte: 1  
Höchst: 4.3 Bq/kg

6. Untersuchung (18.07.2012)  
Untersuchte Fische: 16  
Kontaminierte Fische: 4  
Höchst: 7.6 Bq/kg

Reis: 35 Sorten, alle ND (Not Detected)  
Aller Reis aus dem Nordosten Japans  
Sushi: 20, davon 19 ND, eins 5.8 Bq/kg

7. Untersuchung (07.09.2012)  
Sushi: 20, davon 19 ND, eins 4.1 Bq/kg

8. Untersuchung (25.10.2012)  
Untersuchte Fische: 20  
Kontaminierte Fische: 1  
Höchst: 14.7 Bq/kg

9. Untersuchung (22.11.2012)  
Untersuchte Fische: 25  
Kontaminierte Fische: 3  
Höchst: 16.9 Bq/kg
10. Untersuchung (07.12.2012)  
Untersuchte Fische: 25  
Kontaminierte Fische: 3  
Höchst: 76 Bq/kg
11. Untersuchung (18.01.2013)  
Untersuchte Fische: 15  
Ergebnis: alle ND
12. Untersuchung (29.03.2013)  
Untersuchte Fische: 30  
Kontaminierte Fische: 1  
Ergebnis: 2.6 Bq/kg
13. Untersuchung (23.04.2013)  
Untersuchte Fische: 30  
Kontaminierte Fische: 2  
Höchst: 7.4 Bq/kg und 5.5 Bq/kg  
Quelle: Link 8

Kein einziges Mal übertraf der Cäsiumgehalt den vom Staat festgelegten Grenzwert von 100 Bq/kg. Vielleicht wurde deshalb nicht weiter untersucht. Man findet auch auf der Webseite keine Ergebnisse weiterer Untersuchungen mehr. Das Landwirtschaftsministerium jedoch untersucht weiter und veröffentlicht die Ergebnisse.

Man hört, dass die von den Bürgern gegründeten Messstellen nach gewisser Zeit immer weniger Anfragen bekommen, so dass sie die Motivation verlieren. Aber ich möchte, dass sie die Untersuchungen fortsetzen, mindesten noch 10 Jahre. Dann weiß man definitiv, ob der Pazifik tatsächlich weniger kontaminiert wird. Und es gibt die **Biokonzentration**. Das heißt, wenn größere Fische eine Menge von wenig kontaminierten kleinen Fischen fressen, werden die giftigen Stoffe konzentriert bis zu gefährlichen Dosen. Ob dieses Phänomen bei Nukliden passiert, weiß man noch nicht. Manche bejahen das, aber manche verneinen es.

#### 4) Kontaminierte Stadt Fukushima

Green Peace Japan führt auch in der Fukushima-Präfektur regelmäßig eine Strahlungsmessung durch. Ich möchte die Werte von 2011 und von 2015 vergleichen, um zu sehen, wie weit sich die Strahlungsdosen geändert haben (Link 9).

**Am 18.08.2011**

An 64 Stellen in der Stadt Fukushima mit etwa 300 000 Einwohnern wurde gemessen.  
Durchschnittswert: 1.11µSv/h

Höchst: 2.0  $\mu\text{Sv/h}$

Niedrigst: 0.038  $\mu\text{Sv/h}$

Daraus ergaben sich 5.882 mSv/y als effektive Dosis ohne innere Exposition. Das heißt, dass die Bevölkerung dem Tschernobyl-Gesetz zufolge in der Zeit vorübergehend hätte evakuiert werden müssen.

Und 4 Jahre später am **29.10.2015**

Messstellen: 1502

Durchschnittswert: 0.1  $\mu\text{Sv/h}$

Höchst: 0.4  $\mu\text{Sv/h}$

Niedrigst: 0.04  $\mu\text{Sv/h}$

Quelle: Link 9

Da wurden 0.53 mSv/y als effektive Dosis ohne innere Exposition gemessen. Erstaunlicherweise ist der Durchschnittswert auf ein Zehntel gesunken. Die Hälfte der Senkung geschah wohl durch die natürliche Reduktion und der Rest durch die Dekontaminationsarbeit.

## 5) Die Ergebnisse der WBC bei den zwei Gemeinden in Fukushima

Der Veröffentlichung der Stadt Sôma zufolge, die direkt nördlich an die 20 km Evakuierungszone angrenzt, gab es keinen Mensch, dessen innerer Expositionswert die Alarmgrenze von 70Bq/kg bei Erwachsenen und 20Bq/kg bei Kindern überschritt. Die Bevölkerung der Iitate-mura blieb nach der Havarie trotz der hohen Kontaminierung (Durchschnittswert nach Imanaka: 7  $\mu\text{Sv/h}$ : Link 12) zwei Monate weiter dort wohnen, weil die Behörde die Messwerte gar nicht veröffentlichte. Als Erste warnten Prof. Imanaka von der Kyoto Universität und sein Team, die bei der Untersuchung der Umgebung von Fukushima-Daiichi dort zufällig vorbeikamen und die Luftkontaminierung maßen, vor der Gefahr. Sogar tausende Leute waren aus der Küstenregion von Fukushima-Daiichi ins Dorf, etwa 50 km entfernt von den Reaktoren, geflüchtet, weil sie angenommen hatten, dort sei es weniger verseucht. Die Dorfgemeinde kaufte später ein WBC-Gerät und untersuchte die Bevölkerung. Das Ergebnis war: Kein einziger Mensch hatte den Wert über 1mSv (280 ~300Bq/kg). Über 90% der Untersuchten waren unter 0.1mSv.

## 6) Von der Strahlung verschonte Tepco-Mitarbeiter während der Havarie

Der Grenzwert der radioaktiven Dosis für die AKW-Arbeiter im Ernstfall lag bei der Havarie der Fukushima-Reaktoren bei 100 mSv. In den USA oder in Deutschland sind jedoch 250 oder 500 mSv im Falle der Rettung eines Menschenlebens erlaubt. Als die dreifachen Stromversorgungen durch das Tsunami-Wasser gekappt wurden, stiegen die Temperatur und der Druck im Sicherheitsbehälter an. Das Kühlwasser konnte man wegen des hohen Drucks nicht hineinpumpen. Deshalb hätte der Druck durch das Öffnen des Ventils gemindert werden müssen. Jedoch wussten die Mitarbeiter nicht, wie man das per Hand öffnet, weil sie in der Ernstfallübung nur per Knopf agierten, da der Strom ja da war. Zuerst mussten sie das Handbuch studieren. Und ein freiwilliges Kommando versuchte in der Nähe des Behälters das Ventil zu öffnen. Das scheiterte mehrmals, weil sich der Strahlungswert in der Nähe des Reaktorbehälters auf 100 mSv

näherte und so mussten sie immer wieder zurückkehren. Die kostbare Zeit verging. Während dieser Zeit versuchte eine Gruppe von Mechanikern einen von außen herbeigebrachten Dieselgenerator anzuschließen. Wenn 250 oder 500 mSv wie in den USA oder in Deutschland erlaubt gewesen wären, hätten sie vielleicht das Öffnen des Ventils rechtzeitig geschafft und die Explosion des Wasserstoffs verhindern können. Dann hätten sie es geschafft, den Dieselgenerator anzuschließen. Dann hätte die Freisetzung der radioaktiven Stoffe in dem Ausmaß verhindert werden können. So steht es im Buch "Meltdown" von den NHK-Autoren (S. 82).

Herr Masao Yoshida, Direktor von Fukushima-Daiichi, hätte die japanische Regel ignorieren sollen. Die Leute, die sich zum freiwilligen Kommando gemeldet hatten, glaubten nicht, das Gelände des Fukushima-Daiichi lebend verlassen zu können. Und nachträglich hätte Herr Yoshida sich immerhin entschuldigen können, mit dem Hinweis auf Deutschland und die USA. Wahrscheinlich wusste er das aber nicht. Das bedeutet, dass das Atomdorf (gemeint ist die Leute in der Vetterwirtschaft) Japan den Anschluss zum internationalen Standard der Grenzwerte im Ernstfall verloren hat, die Dorfleute schliefen wohl fest in der Gewissheit des absoluten Sicherheitsmythos der japanischen AKWs.

## 7) Schilddrüsenkrebs unter den 18 Jährigen

In Fukushima führt die Gesundheitsbehörde die Untersuchung der Schilddrüsen der Jugendlichen unter 18 durch. Ca. 300 000 leben in der Fukushima-Präfektur und ca. 95% der Jugendlichen wurden bis jetzt untersucht. Bis Dezember 2015 sind 151 Fälle von Schilddrüsenkrebs bekannt geworden. Die zuständige Kommission verneint jedoch die Radioaktivität als die Ursache der Erkrankung mit der Begründung, dass die Zahl der Fälle der Tschernobyl-Studie zufolge viel zu früh entdeckt worden seien. Der Vorsitzende der Kommission, Dr. Shunichi Yamashita, der sich mit Krankheiten bei Tschernobyl jahrelang beschäftigt und dafür mehr als 50 Mal Tschernobyl besucht hatte, verneint im Interview mit „Spiegel online“ die Radioaktivität als Ursache der Krebserkrankungen mit der Begründung, „Die Fälle des Schilddrüsenkrebs bei Tschernobyl hätte erst nach 4 Jahren eine starke Zunahme der Krebsfälle ausgewiesen. Die Fälle in Fukushima seien außerdem viel zu viel angesichts der niedrigen Strahlenwerte“. Jedoch erhoben Experten eine Gegenstimme, dass Schilddrüsenkrankheiten bei Tschernobyl doch bereits ein Jahr nach der Havarie zuzunehmen begannen. Die Ärzte aber wussten und erwarteten nicht, dass die Schilddrüse durch Radioaktivität erkranken würde, und außerdem hatten sie keine Ultraschallgeräte für die Untersuchung. Das heißt, dass Kinder, die deutliche Symptome der Krankheit zeigen, dann erst zum Arzt gehen. Prof. Tsuda von der Okayama Universität warnt, dass die Schilddrüsenkrebsfälle in Fukushima ab 2016 drastisch zunehmen werden, jedoch die Gesundheitsbehörde überhaupt nicht darauf vorbereitet ist.

## C) Fazit

Man kann nicht einfach das Ausmaß beider Katastrophen allein anhand der Mengen freigesetzter Nuklide vergleichen. Denn der Staat hat bei Tschernobyl in den ersten 5 Jahren total versäumt, wirksame Maßnahmen durchzuführen und die Bevölkerung rechtzeitig vor der Gefahr zu warnen.

Aber Tschernobyl ist nicht einfach das Versagen der Menschen an der Technik. Viele möchten

dadurch alle tragischen Folgen erklären und auf die unvollkommene Technik abschieben. Das ist eine Lüge. Es gab nicht bloß die Explosion im Reaktor – Verantwortung hatten auch der Staat, die Politiker, die nichts getan haben, um Menschen zu schützen, um sie rechtzeitig vor der Gefahr zu warnen, um ihnen zu helfen, die furchtbaren Auswirkungen der Tschernobyl zu vermeiden. Im Gegenteil! Der Staat hat ein Verbrechen begangen.

(Aus der Rede von Prof. Dr. Gennadij Gruschewoj, dem Vorsitzenden der Stiftung für Kinder von Tschernobyl, vom 26. April 1997)

Die japanische Regierung versuchte zuerst der Bevölkerung die elementaren Informationen wie radioaktive Kontaminierung in Fukushima und der Umgebung entweder zu verheimlichen oder herunterzuspielen mit der Begründung, in der Bevölkerung keine Unruhe stiften zu wollen. Diese zögerliche Haltung war wahrscheinlich die Ursache für die Zunahme von Schilddrüsenkrebs bei Jugendlichen in Fukushima. Jodtabletten gegen Jod 131, das Schilddrüsen angreift, hätten vor der Freisetzung des Nuklids Jod 131 oder innerhalb von zwei Stunden nach der Freisetzung eingenommen werden müssen. Sonst wirken sie nicht.

Im Fall Tschernobyl verteilte nur die polnische Regierung rechtzeitig Jodtabletten und in Fukushima verteilten sofort ohne Anweisung der Regierung die Stadt Iwaki und die Gemeinde Miharu die Tabletten. Die Regierung gab die Anweisung erst zwei Tage später. Hier passierte ein Skandal: Die Angehörigen des Krankenhauses der Universität Fukushima verteilten ihren Familien die Tabletten rechtzeitig, aber heimlich.

Für Japan kann man sagen, dass die Verharmlosungsversuche der japanischen Regierung im Vergleich zur Sowjetunion im Fall Tschernobyl zuerst ziemlich ähnlich verliefen. Aber die Massenmedien berichteten und die Bürger besaßen zudem die Möglichkeiten, sich auch über Internet selbst zu informieren. Und sie konnten Messgeräte für Strahlung kaufen und selbst messen, was den Bürgern in der Sowjetunion vorenthalten wurde. Deshalb sah sich die Regierung gezwungen, zwei Monate später die Kontaminierungskarte herauszugeben.

Das Gleiche kann man auch über die Kontrolle der Lebensmittel sagen. Wie die Veröffentlichung vom Green Peace Japan zeigt, wurden die Lebensmittel wohl im großen und ganzen kontrolliert auf dem Markt angeboten. Die Werte der inneren Exposition von Jugendlichen von Iitate-mura zeigen keine gravierende Exposition im Gegensatz zu denen in Tschernobyl, deren Exposition die Untersuchung des Belrad-Instituts zeigt.

## 1) Fixierung auf die interne Exposition

Inzwischen habe ich den Eindruck, dass man in und um Fukushima auf die Strahlungsgefahr durch die externe Exposition, die man anhand der Strahlungswerte der Luft messen kann, einseitig fixiert ist. Denn die Luft-Strahlungswerte sind für jeden schnell messbar und nachvollziehbar. Jedoch kann man wiederum das akzeptieren, so lange die Lebensmittelkontrolle funktioniert und die interne Expositionsgefahr gering bleibt.

## 2) Risiko-Einschätzungen bei Fukushima

### 2.1) Die optimistische Einschätzung:

Die freigesetzte Menge der Nuklide von Tschernobyl und Fukushima beträgt 10 zu 1 wie die Tabelle 1 zeigt. Außerdem fiel bei Fukushima die Hälfte der Menge wohl ins Meer, also in den Pazifik. Die innere Exposition der Bevölkerung in Fukushima war und ist im Vergleich zur

Bevölkerung um Tschernobyl viel geringer. Deshalb werden die gesundheitlichen Schäden bei Fukushima keinesfalls **das Ausmaß von Tschernobyl** erreichen mit Ausnahme der Schilddrüsenkrankheiten. Die Betonung liegt auf „das Ausmaß von Tschernobyl“.

## 2.2) Die pessimistische Einschätzung:

Es gibt auch Studien, die besagen, dass die freigesetzte Menge der Nuklide von Tschernobyl und Fukushima 1 zu 1 ist, sogar Fukushima übersteigen könnte, weil bei Fukushima drei Reaktoren havarierten. Und es gibt warnende Stimmen, dass die Lebensmittel nicht alle richtig kontrolliert worden sind. Außerdem weiß man nicht genau über die Langzeitauswirkung der niedrigen Radioaktivität. Deshalb werden die Gesundheitsschäden in Fukushima langfristig zunehmen. Der zunehmende Schilddrüsenkrebs ist lediglich das erste Anzeichen.

Ich erwarte und hoffe sehr, dass die optimistische Einschätzung eintreten wird.

## 3) Gesellschaftlich verheerende Katastrophe bei Fukushima

2011 verließen 150 000 Bewohner die kontaminierten Gebiete in Fukushima aus Angst vor der Radioaktivität. Davon 100 000 aus der obligatorisch zu evakuierenden Zone. Sie erhielten monatlich Entschädigungsgeld von 100 000 JPY (800€). Inzwischen sind einige Gemeinden zum Wohnen freigegeben, so dass die Bewohner vor der Entscheidung stehen, zurückkehren oder nicht, weil sie ein Jahr nach der Freigabe zum Wohnen keine Entschädigung mehr bekommen. Die bisherigen Tendenzen zeigen, dass viele Bewohner nicht in ihre Heimat zurückkehren, besonders Familien mit Kindern. Die Rückkehrer sind meistens ältere Leute. Der Hauptgrund für die Nichtrückkehr ist die Angst vor der Radioaktivität. Der zweite Grund ist die mangelhafte Infrastruktur, zum Beispiel: kaum Ärzte, kaum Einkaufsmöglichkeiten, kaum öffentlicher Verkehr usw. Und viele Evakuierte haben inzwischen neue Existenzen in anderen Orten aufgebaut. Kinder besuchen andere Schulen, deshalb wollen sie ihre Wohnorte nicht mehr wechseln. Das heißt, dass die zum Wohnen freigegebenen Orte kaum Zukunft haben. Früher oder später werden sie Gemeinden ohne Bewohner. Die Präfektur Fukushima hatte vor der Katastrophe über 2 Millionen Bewohner, jetzt weniger 1.9 Millionen. Sie verliert jedes Jahr an Bevölkerung. Die Wirtschaft wächst nicht, obwohl die Regierung Milliarden Gelder investiert. Über 70 000 Fukushima-Bewohner leben zur Zeit außerhalb ihrer Heimat. Die große atomare Katastrophe erzeugt einen großen weißen Fleck auf der Landkarte.

## 4) Fukushima, Tschernobyl und Deutschland

Ende Mai 2011 beschloss die Regierung Merkel die Fukushima-Havarie als Anlass nehmend den Atomausstieg bis 2022. Fukushima beeinflusste wohl das weit entfernte Deutschland. Tschernobyl veränderte damals die deutsche Gesellschaft positiv, zahlreiche Bürgerinitiativen für humanitäre Hilfe in Belarus und Ukraine, gegen die Atomenergie und für die Erneuerbare Energie sind gegründet worden. Es entstand ein breites Netzwerk für eine gesellschaftliche Veränderung in Deutschland, die zuerst im Jahr 2000 in den ersten Atomausstieg durch die Regierung Schröder und Fischer mündete.

In Japan gab es eine Phase, in der viele Japaner sich unbedingt ein neues Japan wünschten. 2012 demonstrierten 200 000 Japaner ohne Organisationen für einen raschen Atomausstieg. Jedoch kam durch viele Fehler von der unfähigen Minshutō-Regierungspartei ein Machtwechsel zustande. Die alte liberaldemokratische Partei unter Shinzo Abe kehrte an die Macht zurück und

der alte Filz für die Atomenergie ist wieder da. Die Regierung plant bis 2030 einen Energiemix von 20 bis 23 % durch Atomenergie und 22 bis 24 % durch erneuerbare Energie zu erreichen. Japan hatte vor dem Unfall Fukushima 54 AKWs in Betrieb. Bis jetzt gelang es nur zweien wieder in Betrieb zu gehen. Die Regierung und die Stromgesellschaften können das Unbehagen der Bevölkerung gegen die Atomenergie einfach nicht ignorieren. Der Sicherheitsstandard der AKWs ist erhöht, so dass die AKW-Betreiber einige hundert Millionen oder gar eine Milliarde für den Umbau ausgeben müssen, um eine neue Betriebsgenehmigung zu erhalten. Für zahlreiche alte AKWs lohnt es sich nicht, solche Summen auszugeben. Tepco hat 17 AKWs mit 17 290 MW-Leistung, davon 10 stehen in der Fukushima-Präfektur. Die Präfektur beschloss, dass alle 10 nicht mehr in Betrieb gehen dürfen. Die restlich 7 AKWs stehen in der Präfektur Niigata. Dieser Kashiwazaki AKW-Park mit 8210 MW ist der größte der Welt. Der Gouverneur Izumida lehnt die Zustimmung für die Inbetriebnahme mit der Begründung ab, dass die Sicherheit nicht gewährleistet ist. Inzwischen fielen zum ersten Mal zwei mutige Gerichtsurteile gegen die Wiederinbetriebnahme zweier AKWs mit dem Hinweis auf Sicherheitsmängel. Das heißt, dass die Havarie Fukushima-Daiichi doch etwas für eine positive Entwicklung bewirkt.

Hiroomi Fukuzawa

10. 07. 2016

## Quelle

### Literatur (Japanisch)

- 1) V. Babenko: *Wie ich mich selbst und meine Kinder vor der Strahlung schützen kann.* Tokyo, 2011
- 2) Belarussische Regierung: *Der Regierungsbericht über den AKW-Unfall von Tschernobyl.* Tokyo, 2013
- 3) FoE Japan: *Gesetz für die Kinder in der Not nach der Havarie.* Tokyo, 2014
- 4) NHK-Team: *Melt Down.* Tokyo, 2013
- 5) S. Tasaki: *Wie sollen wir mit der Radioaktivität umgehen?* Tokyo, 2014
- 6) A. V. Yablokov, V. B. Nesterenko und A. V. Nesterenko: *Das gesamte Ausmaß der Katastrophe von Tschernobyl.* Tokyo, 2011

### Link

- 1) <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/JHT/JH9606A.html>
- 2) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%81%E3%82%A7%E3%83%AB%E3%83%8E%E3%83%96%E3%82%A4%E3%83%AA%E4%BA%8B%E6%95%85%E3%81%A8%E3%81%AE%E6%AF%94%E8%BC%83>
- 3) <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/saigai/Mtk95-J.html>
- 4) [http://www.tschernobylkongress.de/fileadmin/user\\_upload/pdfs/Smolnikova.pdf](http://www.tschernobylkongress.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Smolnikova.pdf)
- 5) <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/Kagaku2014-3.pdf>
- 6) <http://www.geomar.de/de/service/kommunikation/singlepm/article/fukushima-wo-bleibt-das-radioaktive-wasser/>
- 7) <http://www.geomar.de/en/service/kommunikation/singlepm/article/fukushima-wo-bleibt-das-radioaktive-wasser/>
- 8) <http://environmentalresearchweb.org/cws/article/news/50176>
- 9) <http://www.greenpeace.org/japan/ja/campaign/monitoring/>
- 10) [http://www.greenpeace.org/japan/Global/japan/pdf/20110829\\_data.pdf](http://www.greenpeace.org/japan/Global/japan/pdf/20110829_data.pdf)
- 11) <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A6%8F%E5%B3%B6%E7%AC%AC%E4%B8%80%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E7%99%BA%E9%9B%BB%E6%89%80%E4%BA%8B%E6%95%85>
- 12) <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/etc/Kagaku2014-3.pdf>

