



**Fukushima 10 Jahre danach**

**Unterweisung  
Juli 2021**

Dr. Thomas Haug  
Isotopenlabor der Universität Tübingen,  
Auf der Morgenstelle 24, 72076 Tübingen  
Tel.: 07071-29 77874, Fax 07071-29 4193,  
e-mail: [thomas.haug@uni-tuebingen.de](mailto:thomas.haug@uni-tuebingen.de)  
[www.uni-tuebingen.de/isotopenlabor](http://www.uni-tuebingen.de/isotopenlabor)

 ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

 EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

## Inhalt

INHALT

- Tsunami nach dem Erdbeben
- Reaktoranlage, Unfall & Anlage heute
- Fukushima 10 Jahre danach
  - ◆ Welche Folgen hat das Unglück für die Bevölkerung?
  - ◆ Konsequenzen für Deutschland?
  - ◆ Kontamination und Exposition heute?
  - ◆ Gesundheitsfolgen des Unfalls von Fukushima?
  - ◆ Wie hoch ist die Strahlenbelastung der japanischen Bevölkerung in der Umgebung des Reaktors Fukushima Daiichi?
  - ◆ Wie hoch sind die möglichen gesundheitlichen Risiken?



# 11.3.2011 – Tsunami nach dem Erdbeben

11.3.2011 14:46 / 2:46 p.m.



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

3

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



# City of Natori – Flutkatastrophe



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

4

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN





## City von Minamisanriku in Miyagi - Auswirkungen des Tsunami



Diese atomare Katastrophe findet inmitten der Verwüstung statt, die der Tsunami angerichtet hat, hier in der Stadt Minamisanriku in Miyagi. Allein in der Präfektur Miyagi sind mehr als 10.000 Menschen vermisst. Die Zahl der Todesopfer ist noch ungewiss.

ARD, 2011-03-20  
(Foto: ddpd)



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

5



## 2011 Folgen des Tsunami & Reaktorunfalls

**Stand September 2011**

**Folgen des Tsunami (Nordostküste Japans)**  
**19.781 Personen** werden als vermisst gemeldet oder sind umgekommen.  
 davon **15.815 Tote** aufgrund des Erdbebens bzw. des Tsunamis  
 und noch **3.966 Vermisste**.  
**112.405** Personen sind noch in Notunterkünften

---


**Folgen des Reaktorunfalls (Fukushima)**  
**Keine Tote** aufgrund der Strahlenexposition

Strahlenexposition des Kraftwerkspersonals:

<b>124 Arbeiter</b>	100 mSv
<b>107 Arbeiter</b>	100 - 200 mSv
<b>10 Arbeiter</b>	200 – 250 mSv
<b>7 Arbeiter</b>	> 250 mSv
(2 von 7 Arbeitern	643 bzw. 678 mSv)

**Kumulierte Dosis der evakuierten Bevölkerung**  
nach Fukushima, Koriyama & Nihonmatsu:  
**50 – 60 mSv/a** (geschätzt)


Quellen: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety, June 2011; IAEA-Report 2011-09-07; Hosoda, M.; Tokonami, S. et al., The time variation of dose rate artificially increased by the Fukushima nuclear crisis, scientific reports, Nature 07.09.11



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 15.01.2017

6



## Kernkraftwerk Fukushima Daiichi - heute

Abb.: Kraftwerks-  
anlage Fukushima  
Daiichi heute



Quelle:  
Taro Hama@e-  
kamakura/Moment/  
Getty Images



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

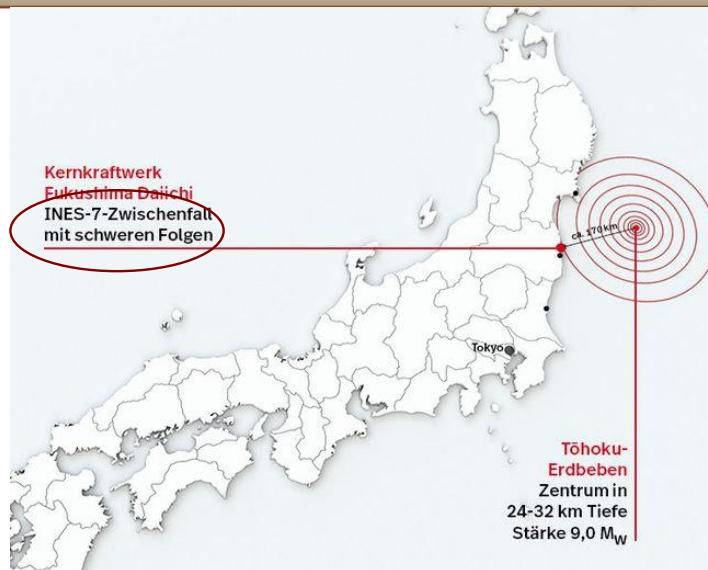
Unterweisung 06.07.2021

7

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## Epizentrum des Seebebens - INES Einstufung



Quelle: *BASE*



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

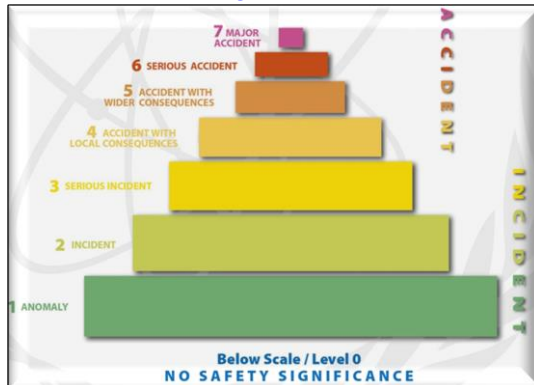
8

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## INES - Einstufung von Ereignissen (IAEA)

- INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale (<https://www-news.iaea.org>)
- Meldung sicherheitstechnisch oder radiologische Ereignisse ausserhalb der Kerntechnik (FAS ab 2013)
- Ziel: Rasche, verständliche und einheitliche Information der Öffentlichkeit über sicherheitstechnisch oder radiologische Bedeutung von Ereignissen (vergleichbar mit Richterskala bei Erdbeben)



### Einstufung des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi in die Stufe 7 "Katastrophaler Unfall"



## Anlage Fukushima Daiichi (2020)

Aktuelle  
Luftaufnahme der  
Anlage Fukushima  
Daiichi (2020)

Tanks mit  
kontaminiertem  
und gereinigtem  
Wasser

Gereinigter  
Grundwasser wird  
abgeleitet

Vereisung des  
Erdreichs

Quelle:  
Quelle: picture alliance  
/ ASSOCIATED  
PRESS | Takehiko  
Suzuki



## Internationale Organisationen und Kommissionen

### Internationale Organisationen

<b>WHO</b> Weltgesundheitsorganisation	<b>IAEA</b> Internationale Atomenergiebehörde	 <b>UN</b> Vereinte Nationen	<b>FAO</b> Food and Agriculture Organisation (Teil der UNO)	<b>ILO</b> Internationale Arbeitsorganisation
---	--	---	---	--

### Internationale Kommissionen

<b>ICRU</b> Internationale Kommission für Radiologische Einheiten und Maße	<b>ICRP</b> Internationale Strahlenschutzkommission	<b>UNSCEAR</b> Wissenschaftliches Komitee der UNO über die Wirkung atomarer Strahlungen	<b>UNEP</b> Umweltprogramm der Vereinten Nationen	<b>BEIR</b> Internationale Kommission für biologische Wirkung ionisierender Strahlung
---	--	--	--	--

Organisation for Economic Co-operation and Development **OECD**

Organe & Einrichtungen der  
**EUROPÄISCHEN UNION**

**EURATOM**  
European Atomic Organisation



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

11

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## Auswirkungen heute

- Sperrgebiet rund 300 km<sup>2</sup> (Größenvergleich: Stadt München)
- Außerhalb des Sperrgebiets ab 2021 auf einem Niveau wie die natürliche Strahlenexposition in Deutschland
- Viele Menschen leiden insbesondere unter den psychische Folgen (u.a. Umsiedlung)
- Durch die Strahlung verursachte Krankheiten sind zwar bislang **nicht** aufgetreten
- Allerdings infolge der Evakuierung verstorben oder
- Leiden immer noch an psychischen Erkrankungen



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

12

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN





## Konsequenzen in Deutschland - Notfallschutz

- Neuer Notfallschutz (s. auch SSG 2017)

### SSK-Empfehlungen

- Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima (Feb. 2015)
- Abgeleitete Richtwerte für Maßnahmen zum Schutz von Personen bei Kontaminationen der Umwelt mit Alpha- und Betastrahlern (März 2017)
- Erforderliche medizinische Kapazitäten für die Versorgung und Betreuung der Bevölkerung im radiologischen und nuklearen Notfall – Ausbildungsqualifikation (Sept. 2017)



## Konsequenzen in Deutschland - 2

- Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem Notfall mit Freisetzung von radioaktivem Jod (April 2018)
- Quellterme und frühe Schutzmaßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen mit unklarer Lage (Juni 2019)
- Einsatz partikelfiltrierender Halbmasken im Notfallschutz (2019)
- Abgeleitete Richtwerte für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden (Okt. 2019)
- Langfristige Sicherung der Kompetenz auf dem Gebiet der Strahlenforschung und -anwendung in Deutschland – Wichtigste wissenschaftliche Disziplinen und Hauptakteure in der Forschung (Juni 2021)



## Notfallschutz - Neues Strahlenschutzgesetz

- Einrichtung eines **Radiologischen Lagezentrums des Bundes** (Krisenstab = BMU) unterstützt vom / von der
  - ◆ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS),
  - ◆ Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE),
  - ◆ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) &
  - ◆ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
- **Leitung BMU:** koordinierende Krisenreaktion bei überregionalen radiologischen Notfällen
- **Regionale Zuständigkeit:** Bundesländer führen Katastrophenschutzmaßnahmen durch in Abstimmung mit dem Bund
  - ◆ Kontamination von Nahrungs- und Futtermitteln durch Probenahme und Messungen werden an das das **Integrierte Mess- und Informationssystem** zur Überwachung der Umweltradioaktivität (**IMIS**) übermittelt

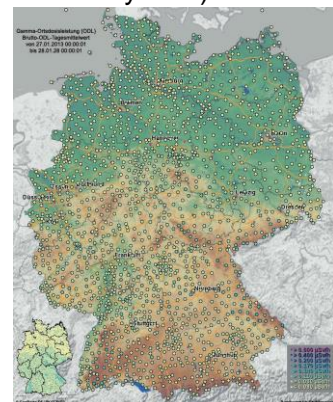


## Informationssystem in der BRD

### Deutschland

Die „Aktivisten“ verabschiedeten am 19.12.1986 das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) und es wurde in den folgenden Jahren das IMIS (integrierte Mess- und Informationssystem) eingeführt.

Die „Aktivisten“ in Deutschland sind ca. 700 Mitarbeiter des BfS und machen die Ergebnisse über <https://odlinfo.bfs.de> frei verfügbar.





## Behördlicher Informationsaustausch

### Radiologischen Lagezentrums des Bundes mit Internationalen Organisationen

#### Internationale Organisationen

<b>WHO</b> Weltgesundheitsorganisation	<b>IAEA</b> Internationale Atomenergiebehörde	<b>UN</b> Vereinte Nationen	<b>FAO</b> Food and Agriculture Organisation (Teil der UNO)	<b>ILO</b> Internationale Arbeitsorganisation
---	--	--------------------------------	---	--


#### Internationale Kommissionen

<b>ICRU</b> Internationale Kommission für Radiologische Einheiten und Maße	<b>ICRP</b> Internationale Strahlenschutzkommission	<b>UNSCEAR</b> Wissenschaftliches Komitee der UNO über die Wirkung atomarer Strahlungen	<b>UNEP</b> Umweltprogramm der Vereinten Nationen	<b>BEIR</b> Internationale Kommission für biologische Wirkung ionisierender Strahlung
---	--	--	--	--

Organisation for Economic Co-operation and Development **OECD**

Organe & Einrichtungen der  
**EUROPÄISCHEN UNION**

**EURATOM**  
Europäische Atomgemeinschaft



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

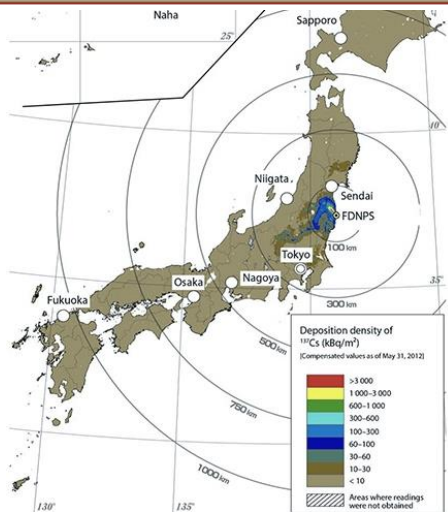
17




EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

## Ablagerung von Cäsium-137 in Japan nach dem Unfall

- **Außerhalb der Sperrzone** (sogenannte Difficult-to-Return Zone) sind die Böden in Japan inzwischen kaum noch radioaktiv belastet. So ist der Anteil von Cs-137 in den letzten Jahren aufgrund von natürlichem Zerfall und Dekontaminationsmaßnahmen deutlich zurückgegangen, beinahe alle anderen Radionuklide sind inzwischen zerfallen.
- Insgesamt lagern in Japan heute noch **1,6 PBq\* Cs-137** im Boden – ungefähr doppelt so viel wie in Deutschland unmittelbar nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl.
- **Sperrzone** > 20 mSv/a, Zutritt nur mit schriftlicher Genehmigung




Quelle: Ablagerung von Cäsium-137 in Japan nach dem Reaktorunfall von Fukushima Quelle: UNSCEAR 2013 Report, Volume I, ANNEX A, Figure B-VIII / reproduced by permission of UNSCEAR



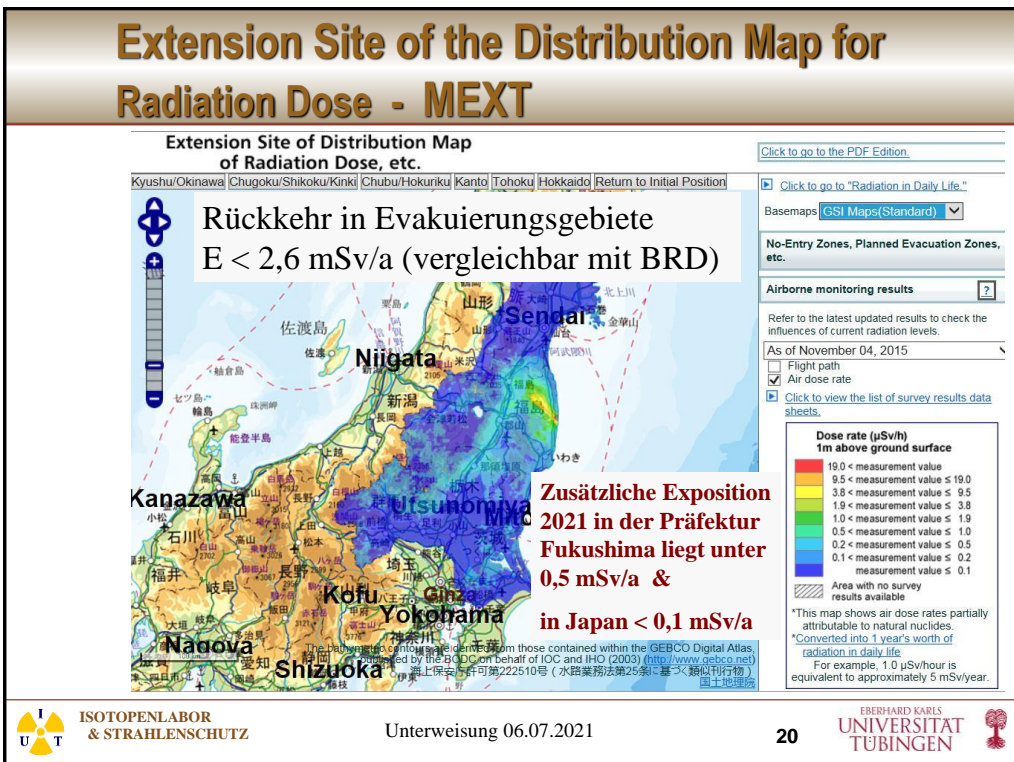
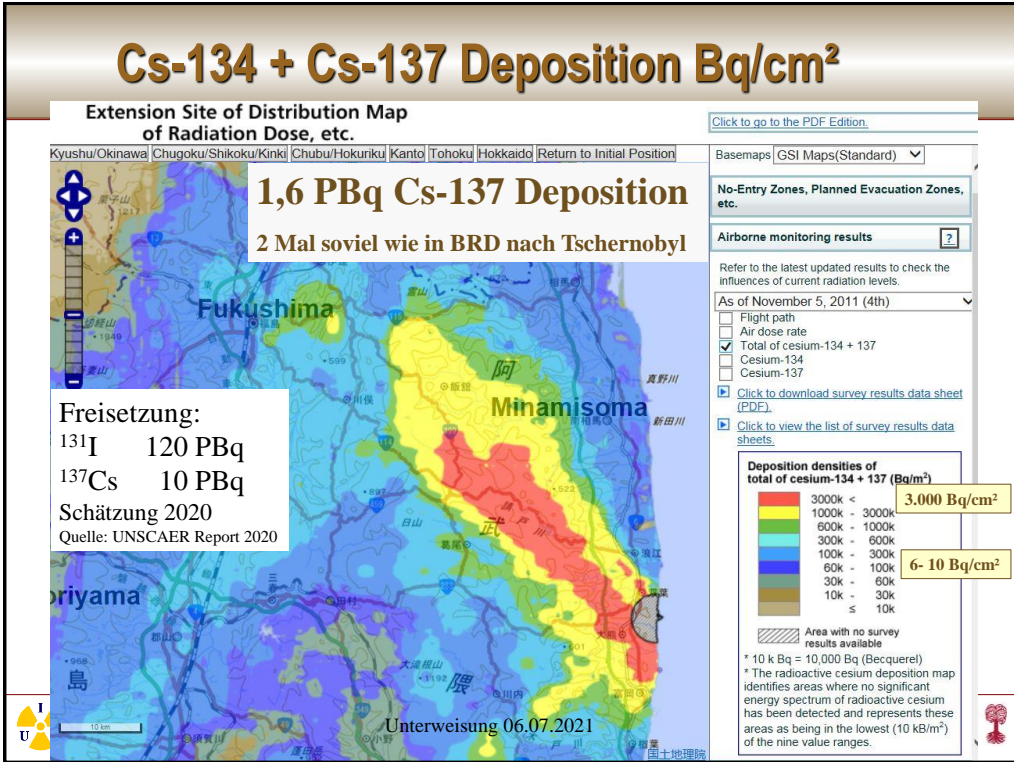
ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

18



EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

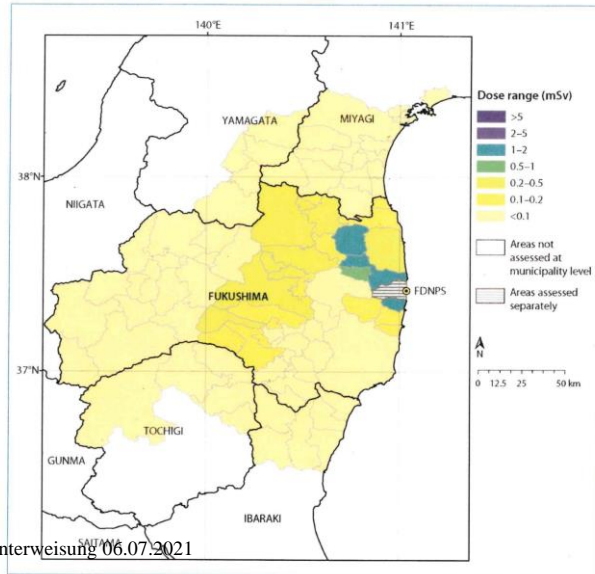


## Jährliche Effektive Dosis E in 2021

Die Karte zeigt die Verteilung der abgeschätzten mittlere jährliche Effektive Dosis in 2021 für Kinder, die im Verwaltungsbezirk der Fukushima Präfektur und im Verwaltungsgebiet der Gruppe 3 Präfekturen leben.

Quelle: UNSCEAR Report 2020

Figure A-XI. The estimated average annual effective dose in 2021 for infants living in municipalities of Fukushima Prefecture and some municipalities of Group 3 prefectures



Unterweisung 06.07.2021



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

## Dekontaminationsmaßnahmen

- Außerhalb der Sperrgebiete sind inzwischen Häuser, Gärten, Straßen, Schulen, Kindergärten sowie öffentliche Parks weitgehend dekontaminiert.
- Verringerung z.T. um **20 bis 80 %**. Dies zeigt sich zum Beispiel in Fukushima City, wo diese Exposition von etwa **3  $\mu\text{Sv/h}$  in 2011** auf derzeit etwa **0,11  $\mu\text{Sv/h}$  (2021)** zurückgegangen ist.
- Großteil der radioaktiven Kontaminationen inzwischen witterungsbedingt abgewaschen oder ist tiefer in den Boden eingedrungen.



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

22

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## Lebensmittel heute

- Heute unbedenklich
- Unmittelbar nach dem Unfall wurde Programme zur Überwachung der Radioaktivität in Lebensmitteln gestartet
- Lebensmittel waren deutlich weniger stark radioaktiv belastet als nach dem Unfall in Tschernobyl
- In den stärker betroffenen Gebieten Japans können Wildpilze und Wildschweine erhöhte Messwerte aufweisen – ähnlich wie in Deutschland infolge des Reaktorunfalls in Tschernobyl.
- Neue wiss. Studien zeigen, dass die **zusätzliche Dosis** durch **kontaminierte Nahrung** in der Präfektur Fukushima bei **< 0,01 mSv/a** liegt (Zum Vergleich: in der BRD liegt die mittlere innere Exposition bei 0,3 mSv/a durch Nahrung)



## Gesundheitsfolgen & Schlussfolgerungen

- Direkte Strahlenkrankheiten infolge des Reaktorunglücks sind bis heute nicht aufgetreten (deterministische Folgen).
- Stochastische Gesundheitsfolgen treten erst viel später auf
- 50 ältere und kranke Menschen infolge der durch die Evakuierung ausgebliebenen medizinischen Versorgung sind verstorben
- **2000 Todesfälle** werden inzwischen allein in der Präfektur Fukushima als langfristige **Folge der Evakuierung** angesehen ("disaster-related deaths").

### Result:

- gesellschaftliche Auswirkungen und individuelle psychische Folgen von Katastrophen **stärker berücksichtigt** werden müssen
- Sie müssen in konkreten Planungen für den **radiologischen Notfallschutz** einbezogen werden.





## Strahlenbelastung der japanischen Bevölkerung

Im **Fukushima Health Management Survey** wurden die externen Strahlendosen von **466.000 Personen** (beruflich Exponierte ausgenommen) aus der Präfektur Fukushima während der ersten vier Monate nach dem Unfall ermittelt.

Anhand ihres Aufenthaltsorts während und nach dem Unfall wurde berechnet, dass

- 62,2 Prozent der Personen eine externe Dosis < 1 mSv erhielten,
- 93,8 Prozent eine Dosis < 2 mSv und
- 99,8 Prozent eine Dosis < 5 mSv.

Die **maximale externe Dosis** betrug **25 mSv**.

Die Messung der **internen Dosis** von 184.205 Einwohnern der Präfektur Fukushima ergab, dass **99,986 %** der Personen **< 1 mSv** zusätzliche interne Dosis durch den Unfall erhielten.

Die **maximale interne Dosis** war **3 mSv**.



## Tatsächliche gesundheitliche Auswirkungen

- Um die tatsächlichen gesundheitlichen Auswirkungen der Strahlenexposition nach dem Reaktorunfall zu untersuchen, führt die Gesundheitsbehörde der Präfektur Fukushima seit September 2011 den „**Fukushima Health Management Survey**“ durch.

- Die Grundgesamtheit des Survey beträgt somit **2.057.053 Personen aller Altersklassen**
- Sie sollen in einer langfristigen Kohortenstudie hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Entwicklung untersucht werden

- Die aktuellen Ergebnisse der Studie wurden in einem **2019 überarbeiteten Bericht** veröffentlicht, der die gesundheitlichen Folgen des Unfalls zusammenfasst:



## Tatsächliche gesundheitliche Auswirkungen - 2

- Die wenigen bislang aufgetretenen Fälle von **Schilddrüsenkrebs** bei **Kindern** und jungen Erwachsenen in der Präfektur Fukushima sind wahrscheinlich **nicht** auf die Strahlenbelastung durch den Unfall zurückzuführen.
- Der Anteil an Personen mit **eingeschränkter Glukosetoleranz** ist in der Präfektur Fukushima **angestiegen**.
- Verglichen mit dem nationalen Durchschnitt hatten auch **sechs Jahre nach der Katastrophe** noch mehr als **doppelt** so viele Personen über 16 Jahre in der Präfektur Fukushima Anzeichen von **affektiven Störungen, Angst- oder posttraumatischen Belastungsstörungen**.
- Während die Geburtenrate in den Jahren nach dem Unfall vorübergehend abnahm, ist das Auftreten von Frühgeburten, Babys mit geringem Geburtsgewicht und angeborenen Fehlbildungen in der Präfektur Fukushima **vergleichbar** mit **anderen Regionen** Japans.



## Zusammenfassung

INHALT

- Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bedingt durch **günstige Winde** und durch die **Evakuierungsmaßnahmen** die zusätzliche Exposition der Bevölkerung in Japan insgesamt und mit Ausnahmen auch in der Präfektur Fukushima **nach dem Unfall relativ gering** war.
- **Gesundheitliche Auswirkungen** in der Präfektur Fukushima sind nicht **auszuschließen**.
- Sie dürften aber auf der Basis der Abschätzungen der Exposition relativ gering und auf die am stärksten betroffenen Gegenden begrenzt sein.
- Durch den großen Umfang des Fukushima Health Management Survey [<http://kenko-kanri.jp/en/health-survey/>] können möglicherweise auch **relativ geringe Risikoerhöhungen nachgewiesen** werden
- Dauer der Sanierung des Reaktorgeländes vermutlich 40 Jahre



## Literatur: Fukushima Unfall - 10a danach

- <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz/notfall/fukushima/unfall.htm>
- Bericht zur Katastrophe BfS 2012
- BfS-Pressemitteilung-10a-nach-Fukushima (Feb 2021)
- Gesundheitsfolgen des Unfalls von Fukushima
- 2021-BASE-10a-Fukushima
- UNSCEAR 2020 Report
  - ◆ SCIENTIFIC ANNEX B: Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

29

ERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit



•Magritte

Unterweisung 06.07.2021

## ANHANG: 2016 - Fukushima 5 Jahre danach

- Expositionen & Folgen zum Zeitpunkt des Unfalls (September 2011 - 2013)
- Medien 2011
- Strahlenexposition in Japan und Bewertung der gesundheitlichen Risiken UNSCEAR 2013
- Grenzwerte für Lebensmittel Japan und andere Staaten
- Mitteilungen der Presse 2016
  - ◆ Information für die Bevölkerung
- Informationssysteme in Japan, der BRD und Europa
- Konsequenz: Notfallschutz



## Folgen des Tsunami / des Reaktorunfalls

**Stand September 2011**

### Folgen des Tsunami (Nordostküste Japans)

**19.781 Personen** werden als vermisst gemeldet oder sind umgekommen.  
davon **15.815 Tote** aufgrund des Erdbebens bzw. des Tsunamis  
und noch **3.966 Vermisste**.

**112.405** Personen sind noch in Notunterkünften

### Folgen des Reaktorunfalls (Fukushima)

**Keine Tote** aufgrund der Strahlenexposition

Strahlenexposition des Kraftwerkspersonals:

<b>124 Arbeiter</b>	100 mSv
<b>107 Arbeiter</b>	100 - 200 mSv
<b>10 Arbeiter</b>	200 – 250 mSv
<b>7 Arbeiter</b>	> 250 mSv
(2 von 7 Arbeitern)	643 bzw. 678 mSv)

**Kumulierte Dosis** der  
**evakuierten Bevölkerung**  
nach Fukushima, Koriyama  
& Nihonmatsu:  
**50 – 60 mSv/a** (geschätzt)

Quellen: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety, June 2011; IAEA-Report 2011-09-07; Hosoda, M.; Tokonami, S. et al., The time variation of dose rate artificially increased by the Fukushima nuclear crisis, scientific reports, Nature 07.09.11





## Folgen des Reaktorunfalls - Stand März 2013

**2.600 Personen** gelten nach wie vor vermisst.  
 > **18.000 Tote** aufgrund des Erdbebens bzw. des Tsunamis und  
**130.000 Personen** wurden evakuiert  
**50.000 Personen** davon haben das Gebiet selbst verlassen.

**Keine Tote** aufgrund der Strahlenexposition

Strahlenexposition des Kraftwerkspersonals:

<b>25.000 Arbeiter</b>	10 mSv (Ende Okt 2012)
<b>173 Arbeiter</b>	100 mSv
<b>107 Arbeiter</b>	100 - 200 mSv
<b>10 Arbeiter</b>	200 – 250 mSv
<b>7 Arbeiter</b>	> 250 mSv
(2 von 7 Arbeitern	643 bzw. 678 mSv)

**Kumulierte Dosis der evakuierten Bevölkerung**  
**1,1, - 9,3 mSv** im 1. Jahr  
 Distrikte in der Fukushima Präfektur:  
 1–4,3 mSv im 1. Jahr  
 1,1–11 mSv Lebenszeitdosis

Reference: UNSCEAR 2013 Report: Volume I, Report to General Assembly, Scientific Annex A:



## Fukushima und die Medien - 11.06.2011



n-tv-  
Nachrichten,  
11.06.2011

"... eine der verheerendsten Atomkatastrophen der Welt ausgelöst. Mehr als 23.000 Menschen sind ums Leben gekommen."



## Fukushima und die Medien – März 2011



## Strahlenexposition in Japan – UNSCEAR 2013

### Stand 2013

Tab: Bereich berechneter Mittelwerte effektiver Dosis [mSv] für Erwachsene und Einjährige zum Zeitpunkt des Unfalls (UNSCEAR Report 2013). Ganzkörpermessungen weisen darauf hin, dass die angegeben Werte die wahren Dosen überschätzen

Gebiete	Strahlenexposition in mSv			
	Erwachsene		Einjährige	
	Erstes Jahr	Lebenszeit	Erstes Jahr	Lebenszeit
Evakuierte Orte	1,3 - 9,4	- <sup>1)</sup>	1,6-13	-
Distrikte in der Fukushima Präfektur	1,0-4,3	1,1 – 11	2,0-7,5	2,1 -18
Distrikte in 6 weitere Präfekturen	0,2-1,4	0,2-4,0	0,3-2,5	0,4-6,4
Präfekturen im übrigen Japan	0,1-0,3	0,1-0,6	0,2-0,5	0,2-0,9

1) Keine Angaben wegen höher Diversität des Aufenthaltsortes nach längerer Zeit der Evakuierung



## Strahlenexposition in Japan - 2

Stand: 2013

Tab: Bereich berechneter Mittelwerte Schilddrüsendosen [mGy] im ersten Jahr nach dem Unfall für Erwachsene und Einjährige (UNSCEAR Report 2013). Messungen der <sup>131</sup>I – Gehalt in der menschlichen Schilddrüse weisen darauf hin, dass die angegebenen Werte die wahren Dosen überschätzen

Gebiete	Schilddrüsendosen in mGy	
	Erwachsene	Einjährige
Evakuierte Orte	7,2 - 35	15 - 83
Distrikte in der Fukushima Präfektur	7,8 - 17	33 – 52
Distrikte in 6 weitere Präfekturen	0,6 - 4,2	2,7 - 15
Präfekturen im übrigen Japan	0,5 - 0,9	2,6 - 3,3



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

37



## Pressemitteilung Nr. 080 vom 08.04.11 BMELV

Europäische Kommission legt „strengere“ Grenzwerte für Lebensmittel und Futtermittel aus Japan fest. (**EU Verordnung Nr. 351/2011 vom 11.04.2011**)

<b>Grenzwerte für Lebensmittel und Futtermittel (Bq/kg)</b>				
Element	Säuglings- und Kinderlebensmittel	Milch und Milchprodukte	Andere Lebensmittel außer Getränke	Getränke
Strontium	75	125	750	125
Jod	100 (zuvor: 150)	300 (zuvor: 500)	2.000	300 (zuvor: 500)
Plutonium	1	1 (zuvor: 20)	10 (zuvor: 80)	1 (zuvor: 20)
Cäsium	200 (zuvor: 400)	200 (zuvor: 1000)	500 (zuvor: 1250)	200 (zuvor: 1.000)

<b>Grenzwerte für Futtermittel (Bq/kg) Element Futtermittel</b>	
Cäsium	500
Jod	2.000

Hinweis: Im Originaltext der Verordnung sind genauere Bezeichnungen der Radionuklide sowie erklärende Fußnoten enthalten

BMELV: Verordnung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft über Grenzwerte in Grenzwerte für Lebensmittel und Futtermittel



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

38



## Japanische Grenzwerte für Nahrungsmittel

Tab: **Japanische Grenzwerte** für  $^{134}\text{Cs}$  und  $^{137}\text{Cs}$ . Für  $^{131}\text{I}$  wurden die vorläufigen Grenzwerte im Jahre 2011 für Trinkwasser, Milch und Milchprodukte auf 300 Bq/kg (100 Bq/kg für die Herstellung von Säuglingsnahrung) festgelegt.

Kategorie	Vorläufiger Grenzwert* Im Jahr 2011 in Bq/kg	Grenzwert ** seit 01.04.2012 Bq/kg
Trinkwasser	200 (100***)	10
Milch und Milchprodukte	200	50
Andere Nahrungsmittel	500	100
Säuglingsnahrung	-	50

\*) Basierend auf 5 mSv/a    \*\*) basierend auf 1 mSv/a

\*\*\*) für die Zubereitung von Säuglingsnahrung

- Werte international und mit WHO nicht abgestimmt.
- Es bestand keine radiologische Notwendigkeit zur Verschärfung der Grenzwerte.



## Süddeutsche - 11. März 2016, 10:27 Uhr

Japan: fünf Jahre nach Katastrophen

### So sieht es heute rund um Fukushima aus

Am 11. März 2011 verwüsteten ein Erdbeben und ein gewaltiger Tsunami den Nordosten Japans, im Atomkraftwerk Fukushima I (-Daiichi) kam es zur **Kernschmelze**.

Es war die **schwerste Atomkatastrophe** seit dem Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986.

Etwa **19 000 Menschen kamen** in Japan durch den Tsunami ums Leben oder gelten noch immer als vermisst.

Heute, fünf Jahre nach der Nuklearkatastrophe, fällt die Bilanz ernüchternd aus, der Wiederaufbau in der Region kommt nur langsam voran.





## Süddeutsche - 11. März 2016, 10:27 Uhr

Japan: fünf Jahre nach Katastrophen

So sieht es heute rund um Fukushima aus



Die Stadt Natori bot am 11. März 2011

Vor fünf Jahren löste ein Tsunami die schwerste Nuklearkatastrophe seit Tschernobyl aus. Was sich seit der Flutwelle verändert hat - ein interaktiver Vergleich. ....



## n-tv - Donnerstag, 10. März 2016

### Infarkte, Totgeburten, Krebs

### Fukushima und das jahrzehntelange Leid

Auch fünf Jahre nach der AKW-Katastrophe in Fukushima kommen Menschen in ganz Japan mit damals freigesetzten Radionukliden in Kontakt - über Luft, Trinkwasser und Lebensmittel.

**Selbst kleinste Strahlenmengen bergen große Gefahren.** .....

#### Bis zu 66.000 zusätzliche Krebsfälle



Auf der Grundlage von Zahlen der Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt der **IPPNW**, dass es in Japan in den kommenden Jahrzehnten bis zu etwa 66.000 zusätzliche Krebsfälle geben wird – hervorgerufen durch den GAU. ....



## n-tv - Ausnahmezustand hält an Tödliche Dosis in Fukushima



**n-tv -**

Donnerstag,  
10. März 2016

Ein Jahr  
hat 8760 h

Das sind  
? mSv/a

Ein Geigerzähler zeigt die aktuelle Strahlenbelastung im Park von Namie: 0,535 Mikrosievert pro Stunde ( $\mu\text{Sv}$ ).



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

43

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## Spiegel Online 21.10.2015

Ein **Angestellter des Kraftwerks** ist infolge der Katastrophe von Fukushima an **Leukämie erkrankt**, das hat die **japanische Regierung bestätigt**.

Bei anderen Krebspatienten wird ein Zusammenhang mit dem Unglück noch geprüft.

**Viereinhalb Jahre** nach der Atomkatastrophe von Fukushima hat die **japanische Regierung erstmals offiziell bestätigt**, dass ein früherer Angestellter des Kraftwerks **sehr wahrscheinlich** aufgrund der radioaktiven Strahlung nach der Kernschmelze an Krebs erkrankt ist.



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 06.07.2021

44

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## Spiegel Online 21.10.2015

### Deutlich häufiger: Schilddrüsenkrebs bei Kindern

- Zudem streiten Forscher seit einigen Jahren untereinander, aber auch mit der Regierung, ob das Atomunglück die Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs bei Kindern erhöht hat.  
 Nach dem Reaktorunglück 2011 hatte die Regierung alle Kinder und Jugendlichen der Präfektur Fukushima zu Ultraschalluntersuchungen geladen, um zu prüfen, ob radioaktives Jod möglicherweise ihre Gesundheit beeinflusst hatte.
- Auswertung von knapp **300.000 Untersuchungen**  
 Forscher kamen Anfang Oktober zum Schluss, dass die Rate bei den **Fukushima-Kindern** im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung um das **20- bis 50-fache erhöht** sei. Demnach wurde bei **137** (0,04 %) der zum Zeitpunkt der Katastrophe unter 18-Jährigen Schilddrüsenkrebs **vermutet** beziehungsweise **bestätigt**.



## Schlussfolgerung

Pro

- **Strahlenexposition** der Bevölkerung **gering** gehalten  
 Ursache: rechtzeitig Evakuierung und niedrige Grenzwerte für Nahrungsmittelkontaminationen.

Contra

- Die Kehrseite sind **Nebenwirkungen** dieser (Evakuierungs-)Maßnahmen.
- Gegenwärtig läuft internationale Diskussion über erneute **Abwägung von Nutzen und Schäden** von Evakuierungen



## Zeit online - 10. März 2016

### Schlechte Nachrichten sind besser als keine

- Die **Unsicherheit** über **mögliche Langzeitauswirkungen** seien für die meisten der Evakuierten und Geflohenen bis heute **das größte Problem**, sagt Ana Mosneaga von der Universität der Vereinten Nationen in Tokio. Sie hat über zwei Jahre hinweg die **sozialen Folgen** der Katastrophe für die Zivilbevölkerung untersucht. Inzwischen erkennt die japanische Regierung mehr als **2.000 Tote** als **indirekte Folge der Katastrophe** an.

- "Die Regierung hat deutlich an Vertrauen verloren", sagte Mosneaga. Die **Menschen akzeptierten schlechte Nachrichten besser als gar keine**. "Dann wissen sie wenigstens, woran sie sind." Ohne Nachrichten würden viele das Schlimmste annehmen und so kämen Gerüchte auf.



## Zeit online - 28. Februar 2013

### Fukushima

### Die Strahlung ist nicht das Schlimmste

- Die WHO berichtet über die Strahlenfolgen von Fukushima. Den Bewohnern dient das nicht. Psychische Krankheiten gefährden sie mehr als Radioaktivität.  
.....
- Was Regierungen und Behörden jedoch **stark unterschätzten**, waren die **psychischen Folgen**.
- Nach Tschernobyl** fühlten sich die meisten Flüchtlinge mit ihren Sorgen und ihrer Verzweiflung alleingelassen. Sie hatten **ihre Heimat verloren** und lebten mit der **Angst**, Krebs zu bekommen. Zigtausende leiden wohl bis heute unter **Depressionen** und **psychischen Störungen**.....





## Zeit online - 28. Februar 2013

### Fukushima

## Die Strahlung ist nicht das Schlimmste

- .....
- Die **direkten Folgen** des Kernkraft-Unglücks **sind in Fukushima andere**. Die meisten der 210.000 betroffenen Menschen konnten rechtzeitig fliehen. Sie verließen die Region, ehe entzündeter Wasserstoff die Betonhüllen dreier Reaktoren sprengte. Zudem entwich etwa ein Fünftel der Radioaktivität von Tschernobyl. Fast 80 Prozent davon verteilten sich über dem Meer.

**Die größte Gefahr lauert deshalb im psychischen Bereich.** Und genau darauf sind sie zu wenig vorbereitet.



## Zeit online - 28. Februar 2013

### Fukushima

## Die Strahlung ist nicht das Schlimmste

- .....
- In Japan haben rund **90.000** der 210.000 Vertriebenen einen **Fragebogen** auch zu ihren **psychischen Leiden** beantwortet.

**Das Ergebnis:** Fast 15 Prozent der Erwachsenen zeigen extreme Stresssymptome, einer von fünf hat Anzeichen für eine traumatisierte Psyche.

**Die Daten ähneln jenen Untersuchungen mit Überlebenden des 11. Septembers in New York.**



## Zeit online 10.03.2016

### Fukushima

# Ein ganzes Leben, kontaminiert

Experten sind sich uneins, wie gefährlich die radioaktive Strahlung in der Region Fukushima heute noch ist. Für die ehemaligen Bewohner macht das kaum einen Unterschied.....

## Nuklearkatastrophe - Zerstörung in Fukushima sorgt für Entsetzen bei Touristen

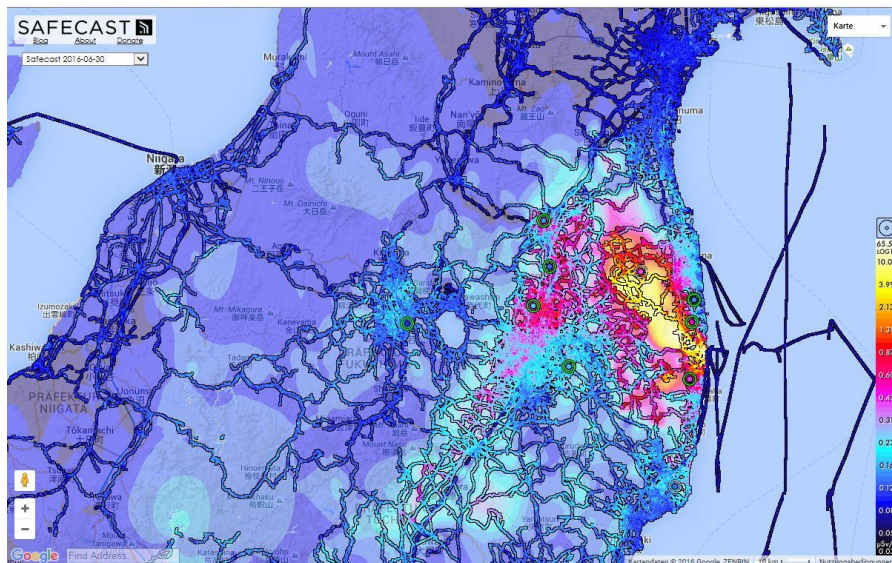
.... "Das eigentliche Desaster in Fukushima war die **Informationspolitik** der Regierung", erzählt der Niederländer Pieter Franken. In seiner Wahlheimat Tokio wartete der heute 48-Jährige nach der Katastrophe vom 11. März vergeblich auf Informationen. ....

Er versuchte, einen **Geigerzähler** zu kaufen. Doch die waren schon **ausverkauft**. "Es war wochenlang kaum möglich, an verlässliche Informationen zu kommen", sagt der Finanzexperte. Also tat Franken sich mit Freunden zusammen und **gründete Safecast**. Die Organisation sammelte Geld und brachte Menschen, die Geigerzähler hatten, dazu, ihre Messergebnisse zu teilen. ....



# ODL in Japan Aktivisten gründen Safecast

<http://safecast.org/tilemap>



## Zeit online 10.03.2016 - Fortsetzung

### Niemand weiß, wie gefährlich die Strahlung ist

- Heute sind fast 1.000 Geräte im Einsatz. Nicht nur in Japan, auch in den USA, **Deutschland** und selbst am 1986 havarierten ukrainischen Kraftwerk Tschernobyl **messen die Aktivisten die Radioaktivität** und machen die **Ergebnisse** allen zugänglich.



ISOTOPENLABOR & STRAHLENSCHUTZ

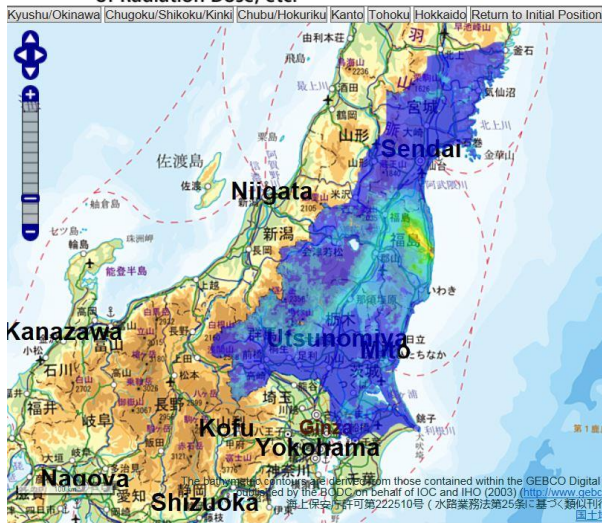
Unterweisung 15.01.2017

53



## Extension Site of the Distribution Map for Radiation Dose - MEXT

Extension Site of Distribution Map of Radiation Dose, etc.



Click to go to the PDF Edition.

Click to go to "Radiation in Daily Life."

Basemaps: **GSI Maps(Standard)**

No-Entry Zones, Planned Evacuation Zones, etc.

Airborne monitoring results

Refer to the latest updated results to check the influences of current radiation levels.

As of November 04, 2015

Flight path

Air dose rate

Click to view the list of survey results data sheets.

**Dose rate ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 1m above ground surface**

19.0 < measurement value
9.5 < measurement value $\leq$ 19.0
3.8 < measurement value $\leq$ 9.5
1.9 < measurement value $\leq$ 3.8
1.0 < measurement value $\leq$ 1.9
0.5 < measurement value $\leq$ 1.0
0.2 < measurement value $\leq$ 0.5
0.1 < measurement value $\leq$ 0.2
measurement value $\leq$ 0.1

Area with no survey results available

\*This map shows air dose rates partially attributable to natural nuclides.  
 \*Converted into 1 year's worth of radiation in daily life.  
 For example, 1.0  $\mu\text{Sv/hour}$  is equivalent to approximately 5 mSv/year.



ISOTOPENLABOR & STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 15.01.2017

54

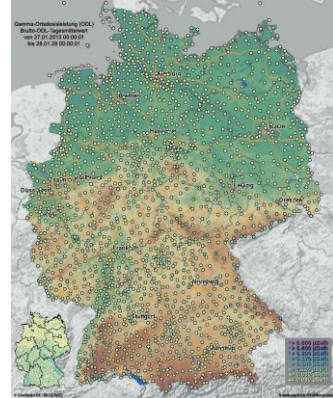


## Informationssystem in der BRD

### Deutschland

Die „Aktivisten“ verabschiedeten am 19.12.1986 das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) und es wurde in den folgenden Jahren das IMIS (integrierte Mess- und Informationssystem) eingeführt.

Die „Aktivisten“ in Deutschland sind ca. 700 Mitarbeiter des BfS und machen die Ergebnisse über <https://odlinfo.bfs.de> frei verfügbar.



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 15.01.2017

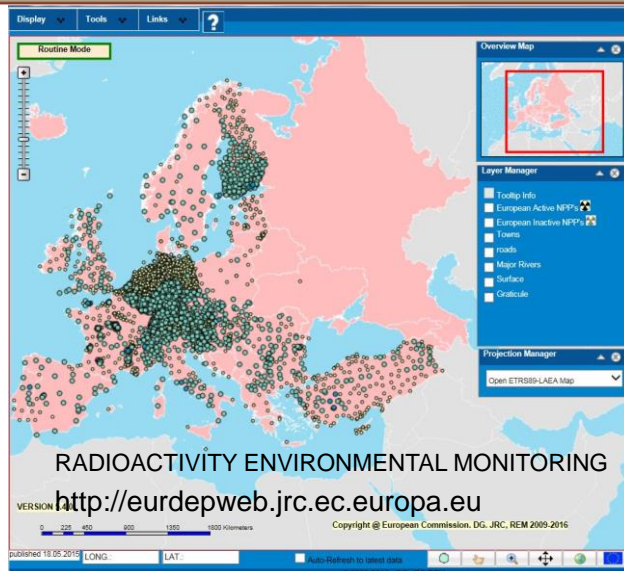
55

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



## ODL Messnetz in Europa – EURDEP

European  
Radiological  
Data  
Exchange  
Platform



ISOTOPENLABOR  
& STRAHLENSCHUTZ

Unterweisung 15.01.2017

56

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

