



## Die Reaktorkatastrophen von Fukushima 2011



Ruine Reaktor 3, Tepco

Nach dem starken Erdbeben am **11. März 2011 14:46 Ortszeit** und dem Auftreffen des von ihm ausgelösten Tsunami um **15:35 Ortszeit** kam es im AKW Fukushima Daiichi zum Ausfall der Kühlung der Reaktoren und Abklingbecken. In Folge kam es zu einer unaufhaltsam fortschreitenden Nuklearkatastrophe.

Die Freisetzung von radioaktiven Stoffen erfolgt durch gezielte Druckentlastungen, unkontrolliertes Austreten von radioaktivem Wasserdampf, Brände, Explosionen und durch das Auslaufen und Versickern von hunderttausenden Litern kontaminiertem Wasser.

Anders als bei der Tschernobyl-Katastrophe vor 25 Jahren handelt es sich um **4 parallele Super-GAUs** – und eine noch nicht abzusehende Freisetzungsdauer.



## Chronologie der Super-GAUs



**Reaktor 1:** Direkt nach dem Erdbeben treten radioaktive Gase (Xenon) aus: der Reaktor ist undicht.

Innerhalb weniger Stunden fallen die Brennelemente durch den Ausfall der Kühlung und das Verdampfen des Kühlwassers trocken und **schmelzen vollständig**.

Der geschmolzene Kernbrennstoff sammelt sich zunächst am Boden des Reaktordruckbehälters, der mehrere Löcher bekommt und durchschmilzt.

Durch das verdampfende Wasser entstehen Wasserstoff und Sauerstoff, das volatile Gemisch reagiert mit dem Zirkonium der Brennelementehüllen. Am 12. März, 15:25 zerreißt eine **Wasserstoffexplosion** die Gebäudehülle.

In der Folge wird bis zu 8000 Liter Kühlwasser pro Stunde in den Reaktor gepumpt, verdampft aber oder läuft aus dem Containment in den Keller.



## Chronologie der Super-GAUs

**Reaktor 3:** Auch in diesem Reaktor kommt es infolge des Ausfalls der Kühlung innerhalb kurzer Zeit zur **vollständigen Kernschmelze**.

Eine **gewaltige Explosion** am 14. März um 11:01 setzt große Mengen von radioaktiven Spaltprodukten frei, die durch den Wind insbesondere in Richtung Nordwesten verteilt werden.

Es gibt Hinweise darauf, dass es durch die primäre Wasserstoffexplosion zu einer **teilweise nuklearen Explosion** des Kernbrennstoffs im Abklingbecken gekommen ist, was die viel massivere Explosion im Vergleich zu Reaktor 1 erklärt. Die japanischen Behörden geben aber bis heute nur Teile der damaligen Radioaktivitätsmessungen frei.





DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

Tag 5

15. März 2011

## Chronologie der Super-GAUs

**Reaktor 2:** Ebenfalls **vollständige Kernschmelze**. Um 6:10 **Explosion und Leck im Containment**, radioaktiver Dampf tritt als weiße Dampffahne an der Seite des Gebäudes aus.

Wasser wird mit einer Geschwindigkeit von bis zu 10000 Litern pro Stunde in den Reaktor gepumpt.

Monate nach Beginn der Katastrophe wird klar, dass in Reaktor 1, 2 und 3 das geschmolzene Kernmaterial als Lava-Klumpen auf dem Boden des Containments liegt und mehrere Jahre nur durch große Mengen Wasser von einer neuerlichen Kernschmelze abgehalten werden konnte.





Zerstörter Reaktor 4, Tepco

## Chronologie der Super-GAUs

**Reaktor 4:** Reaktor 4 war zum Zeitpunkt des Erdbebens für Revisionsarbeiten abgeschaltet. Hier kam es jedoch mangels Kühlung der **1331 abgebrannten Brennelemente im Abklingbecken** zum Verdampfen des Kühlwassers und zu einer **Wasserstoffexplosion** um 6:12, die das Gebäude zerreißt und das Abklingbecken leck schlägt.

Bis zu 210 000 Liter Wasser werden täglich auf das jetzt unter freiem Himmel liegende Abklingbecken gespritzt, die verdampfen oder versickern.

Mittlerweile wurde das Reaktorgebäude durch eine Über-Struktur stabilisiert, bis Dezember 2014 konnten alle Brennelemente geborgen und in das zentrale Zwischenlager überführt werden - ein großer Erfolg der Aufräumarbeiten.



## Chronologie der Super-GAU

Es wird zunächst versucht, mit **Hubschraubern** Kühlwasser auf die zerstörten Reaktoren abzuwerfen, was aber – wie schon bei den Versuchen nach der Tschernobyl-Katastrophe, den Brand von Hubschraubern aus zu löschen – fehlschlägt. Danach spritzen **Wasserwerfer** der Armee und Feuerwehr Wasser in Richtung der Reaktoren.

Später werden mehrere **Betonpumpen** mit Schläuchen verbunden, die zunächst Meerwasser, später Süßwasser von oben auf die freiliegenden, kochenden Abklingbecken sprühen, um das Schmelzen der abgebrannten, aber noch heißen Brennelemente zu verhindern.



Pumpe vor Reaktor 4, Tepco



## Chronologie der Super-GAUs



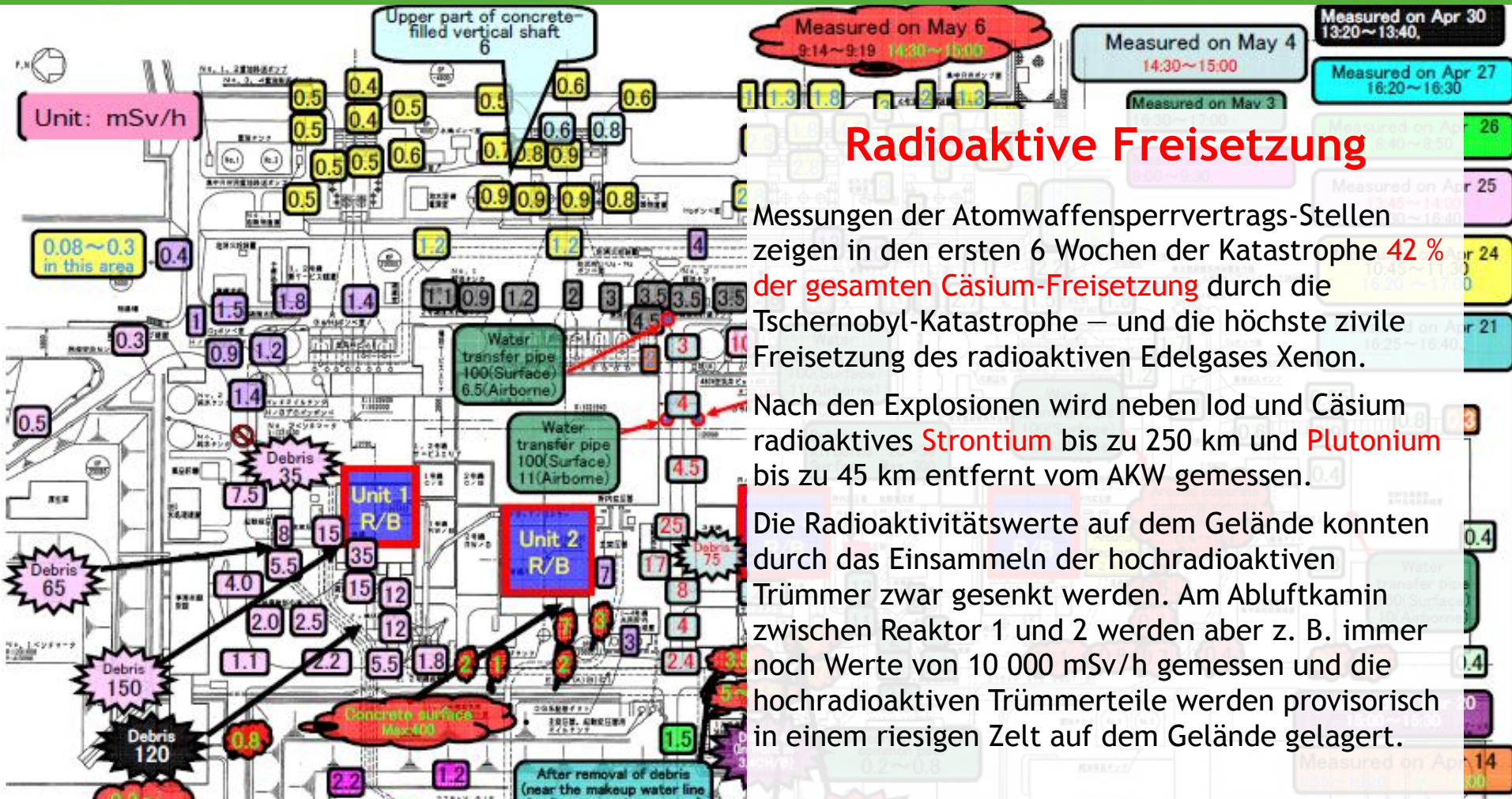
Um Platz für hochradioaktives Wasser zu schaffen, das durch die undichten Reaktoren und die Besprühung der Abklingbecken in die Turbinenhallen und Keller der Gebäude gelaufen ist, beginnt Tepco, **11 500 000 Liter Wasser mit einer Radioaktivität von 150 Milliarden Becquerel** aus einem zentralen Wasseraufbereitungstank direkt ins Meer abzulassen.

Nachbarstaaten wie Süd-Korea und China protestieren gegen diese Verzweiflungstat, die das Platzproblem nur für kurze Zeit und nur für kleine Teile des hochradioaktiven Wassers lösen kann.





DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION



**Radioaktive Freisetzung**

Messungen der Atomwaffensperrvertrags-Stellen zeigen in den ersten 6 Wochen der Katastrophe **42 %** der gesamten Cäsium-Freisetzung durch die Tschernobyl-Katastrophe – und die höchste zivile Freisetzung des radioaktiven Edelgases Xenon.

Nach den Explosionen wird neben Iod und Cäsium radioaktives **Strontium** bis zu 250 km und **Plutonium** bis zu 45 km entfernt vom AKW gemessen.

Die Radioaktivitätswerte auf dem Gelände konnten durch das Einsammeln der hochradioaktiven Trümmer zwar gesenkt werden. Am Abluftkamin zwischen Reaktor 1 und 2 werden aber z. B. immer noch Werte von 10 000 mSv/h gemessen und die hochradioaktiven Trümmerteile werden provisorisch in einem riesigen Zelt auf dem Gelände gelagert.

## DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

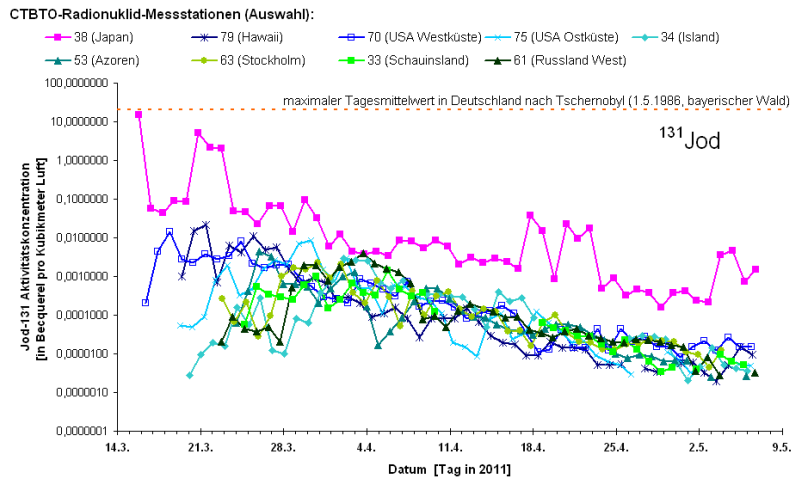


### Verteilung lokal

Je nach **Windrichtung** wurde radioaktives Material zuerst in Richtung Pazifik verteilt, nach der Explosion von Reaktor 3 aber auch in Richtung **Nordwesten**, wo sich **besonders hohe Strahlenwerte im Boden auch außerhalb der 30-km-Zone** finden.

Weite Teile Japans wurden durch radioaktives **Cäsium** für 300 Jahre (10 Halbwertszeiten Cäsium) verseucht, der Nordosten des Landes sehr stark. Teile des Gebiets werden dauerhaft unbewohnbar und für die Landwirtschaft nicht nutzbar bleiben.

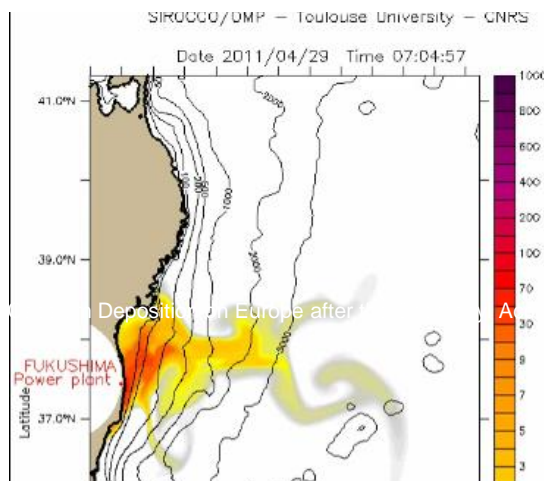
**DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION**



**Verteilung weltweit**

Nach wenigen Tagen konnten die Auswirkungen der Reaktorkatastrophe in Fukushima **weltweit gemessen** werden, wenn auch in **extrem starker Verdünnung**: Die Messstellen der Atomwaffensperrvertrags-Sonden registrierten radioaktives Iod und Cäsium in der Atmosphäre (Grafik links für Iod bis 9. Mai 2011).

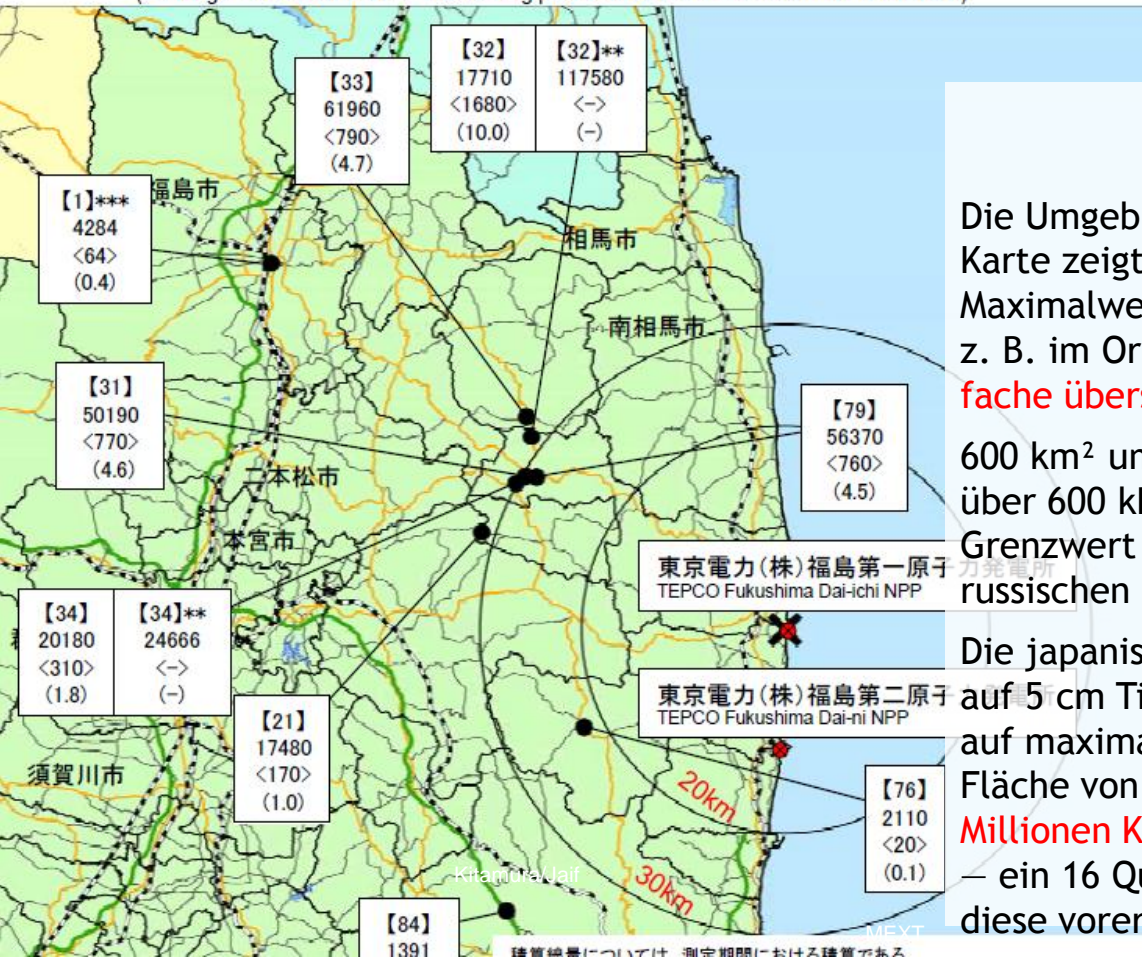
Insbesondere die **Einleitung von mittel- und hochradioaktiv belastetem Wasser** und das **unkontrollierte Eintreten von Grundwasser in den Pazifik** führte bereits zu messbarer Belastung von Meeresorganismen: Sand-Aale vor der betroffenen Küste wurden für den Fischfang gesperrt, die radioaktiven Partikel verteilen sich aber auch durch die Meeresströmung nach Nordosten und werden von Algen, Muscheln, Fischen und Krebsen aufgenommen und gelangen damit in die Nahrungskette.





DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

東京電力株式会社福島第一原子力発電所周辺の積算線量結果  
 (Readings of Accumulated Dose at Reading points out of TEPCO\* Fukushima Dai-ichi NPP)



## Verstrahlung

Die Umgebung des AKW ist massiv verstrahlt – die Karte zeigt die kumulierte Belastung, wo der Maximalwert **von 1 Millisievert pro Jahr (mSv/a)** z. B. im Ort **Namie** bis Februar 2015 um das **427-fache überschritten** wurde.

600 km<sup>2</sup> um die havarierten Atomkraftwerke wurden über 600 kBq/m<sup>2</sup> verseucht – dies war der Grenzwert für eine permanente Absiedlung durch die russischen Behörden um das AKW Tschernobyl.

Die japanische Regierung lässt die obere Erdschicht auf 5 cm Tiefe abtragen, um die Strahlenbelastung auf maximal 1 mSv/a zu senken. Da dies auf einer Fläche von **2000 km<sup>2</sup>** erfolgen muss, werden **100 Millionen Kubikmeter radioaktiver Erde** abgetragen – ein 16 Quadratkilometer großes Zwischenlager soll diese vorerst aufnehmen.

## Evakuierung



Bereits an Tag 2 der Katastrophe wurden alle Menschen aus einem 20-km-Radius um das AKW evakuiert, an Tag 5 wurde angeordnet, dass die BewohnerInnen innerhalb des 30-km-Radius sich in geschlossenen Räumen aufhalten sollen, am 25. März wurde schließlich die freiwillige Evakuierung auch dieser Gebiete angeordnet.

Alle Menschen, die in diesen Gebieten ausgeharrt haben, wurden einer **teils massiven zusätzlichen Strahlenbelastung** ausgesetzt. Teilweise wurden Menschen genau in Richtung des radioaktiven Fallouts im Nord-Westen evakuiert – und unter freiem Himmel verpflegt.



## Evakuierung



Rund 164 000 Menschen wurden aus den Gebieten um die zerstörten Reaktoren evakuiert. Einige von ihnen konnten bei Verwandten, Bekannten oder in Hotels untergebracht werden, ein Großteil war jedoch mehrere Monate in großen Sport- und Ausstellungshallen untergebracht, wo sie – notdürftig mit Kartonwänden abgeteilt – familienweise auf dem Boden hausten und schliefen. Mittlerweile wurden für die Evakuierten 72 000 Container-Wohneinheiten errichtet.

Auch vier Jahre nach Beginn der Reaktorkatastrophen sind noch 118 000 Menschen evakuiert - mit ungewisser Aussicht auf Rückkehr in die weiterhin kontaminierten Gebiete.



abc news au

## Folgen/Krankheiten/Todesfälle

Im Vergleich zu den Todesfällen durch die Naturkatastrophe (Erdbeben und Tsunami) sind die direkten Krankheits- und Todesfälle durch die **menschengemachten Reaktorkatastrophen** in Fukushima bisher sehr gering: Bei der Explosion von Reaktor 1 wurden 4 Arbeiter, bei der von Reaktor 3 nochmals 11 Arbeiter verletzt, ein Aufräumarbeiter starb an Kreislaufversagen. Von den getesteten Arbeitern wurden fast 2000 mit einer Strahlendosis über 100 mSv bestrahlt – ab diesem Wert sind direkte Strahlenschäden nachweisbar. 6 Arbeiter wurden über 309 mSv bis 678 mSv belastet.

Die **Informationspolitik** von Tepco und den japanischen Behörden gleicht stark der sowjetischen Informationspolitik nach der Tschernobyl-Katastrophe. Daher muss mit immer neuen Daten und höheren Todeszahlen gerechnet werden, die erst nach und nach bekannt gegeben werden.