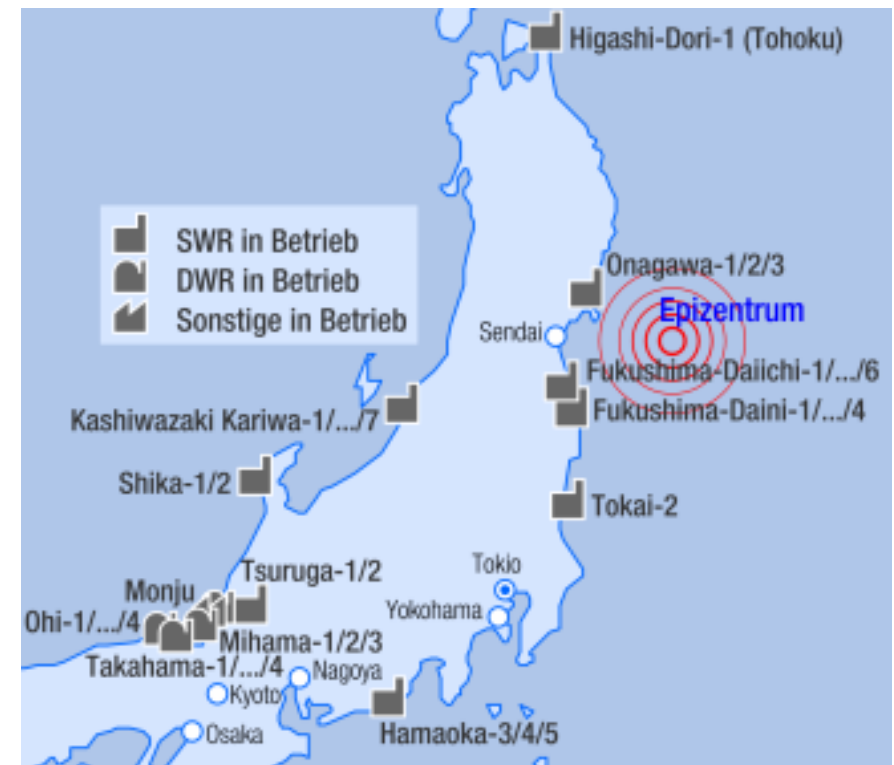


# Aktuelle Lage in Fukushima, Japan

## Daten über das Erdbeben

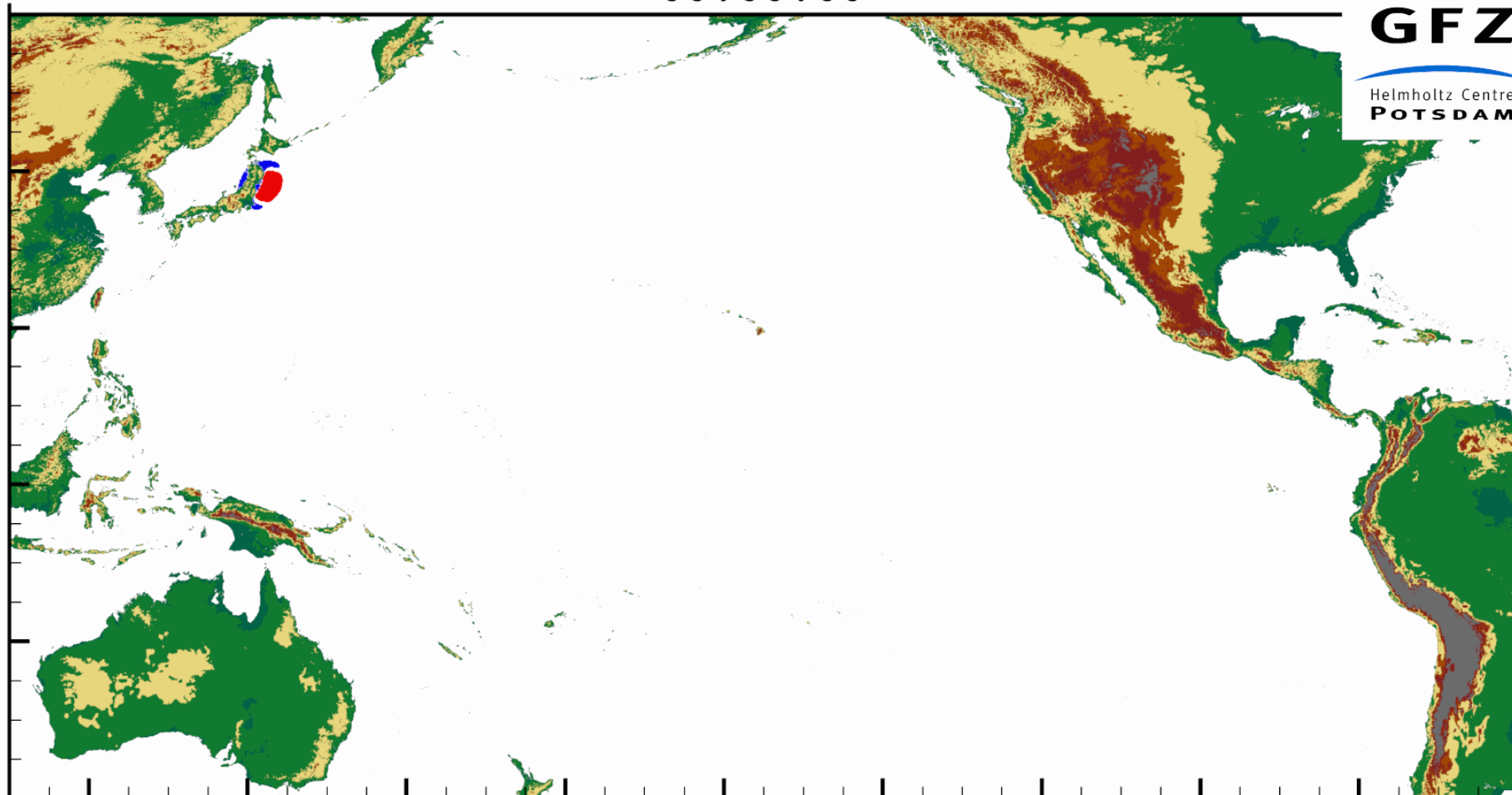
- 11. März 2011
- Uhrzeit: 06:46:23 MEZ (14:46:23 OZ)
- Intensität VII auf der JMA-Skala
- Magnitude 9,0 auf der Richterskala
- Tiefe 32 km
- Epizentrum 130 km von Sendai an der Ostküste von Honshū
- Nachbeben: Zahlreiche, stärkstes mit Magnitude von 7,9



# Ausbreitung des Tsunamis

March 11, 2011 Honshu Tsunami

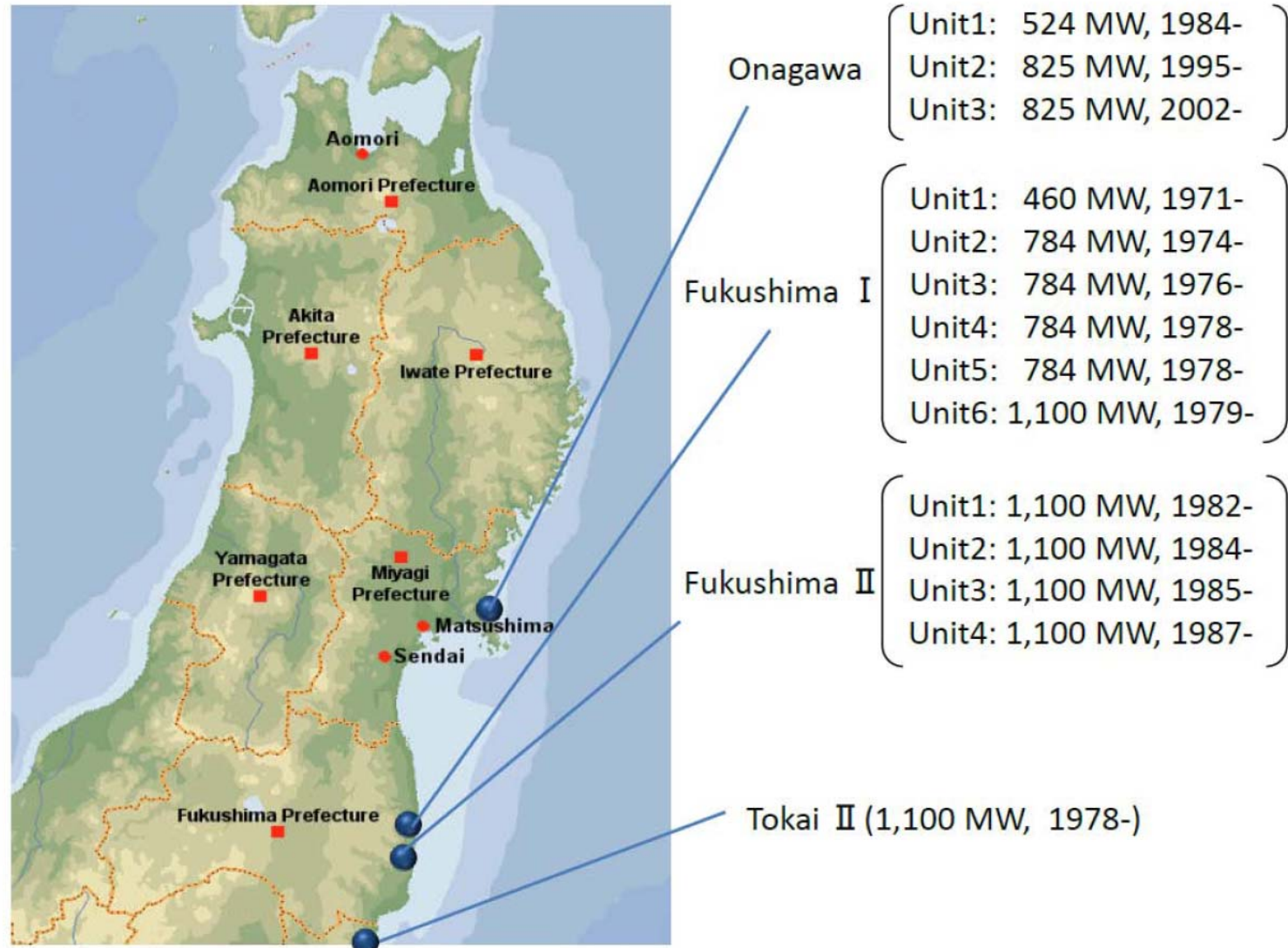
00:00:00





## Kernkraft in Japan

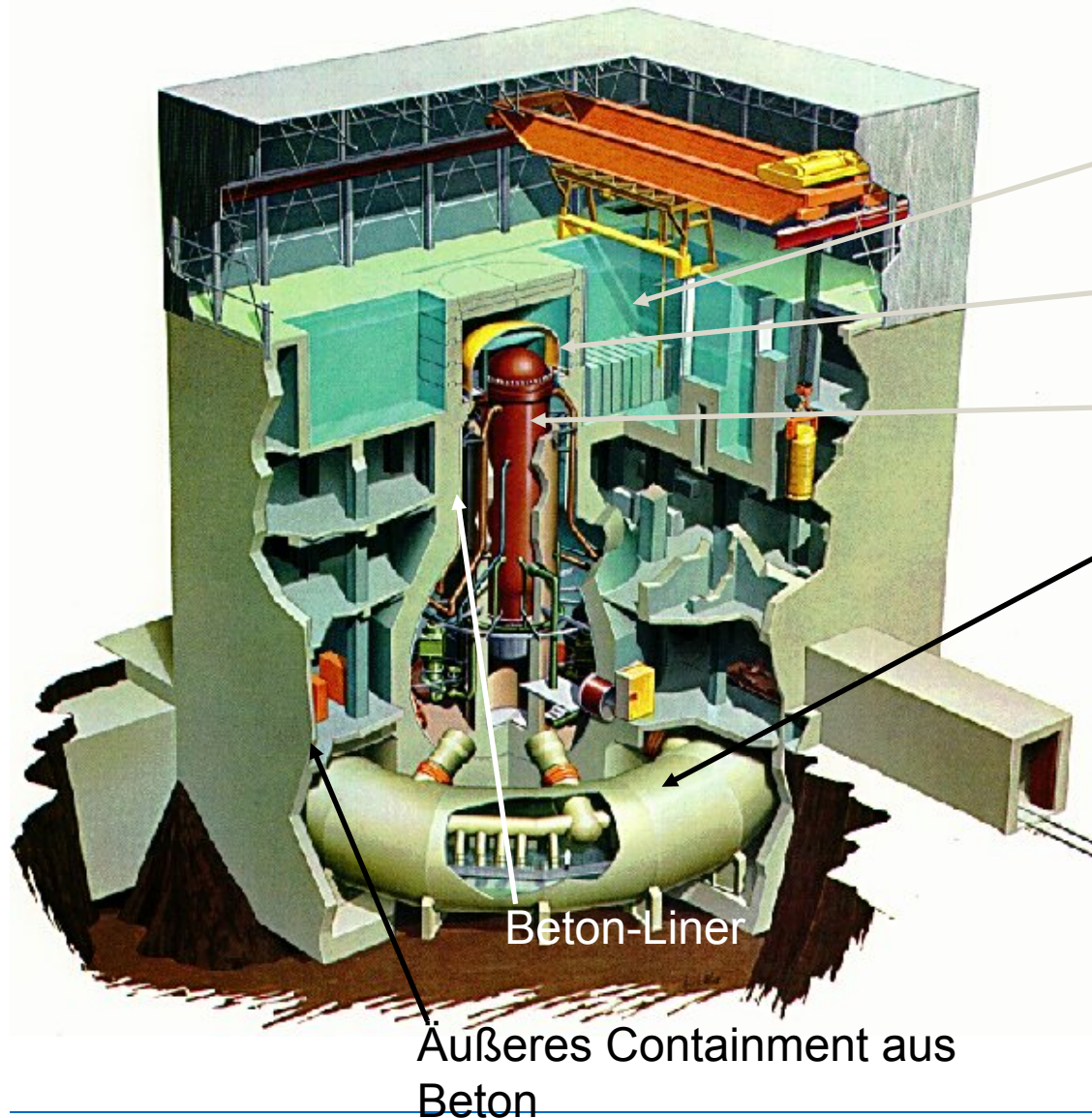
- Ca. 30% Kernenergie
- 54 Reaktoren



# Fukushima I



## Mark I Containment, GE



Brennelementlagerbecken

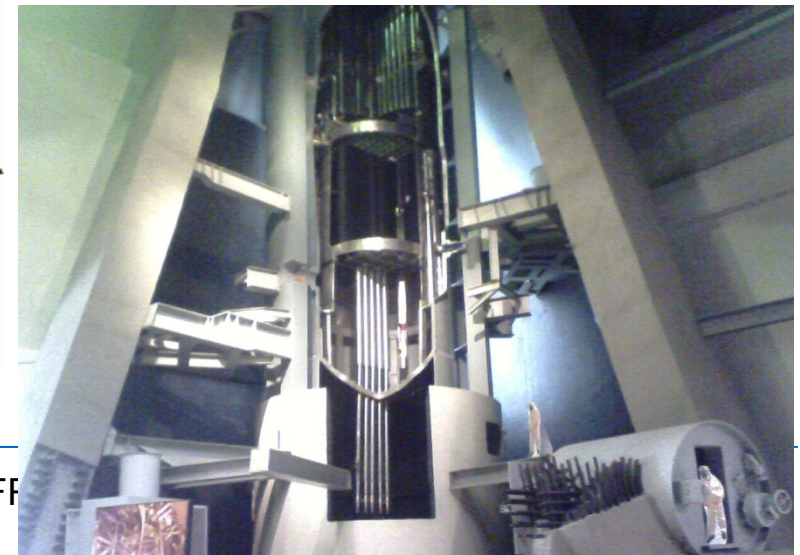
Stahl-Containment

Reaktordruckbehälter

Kondensationskammer

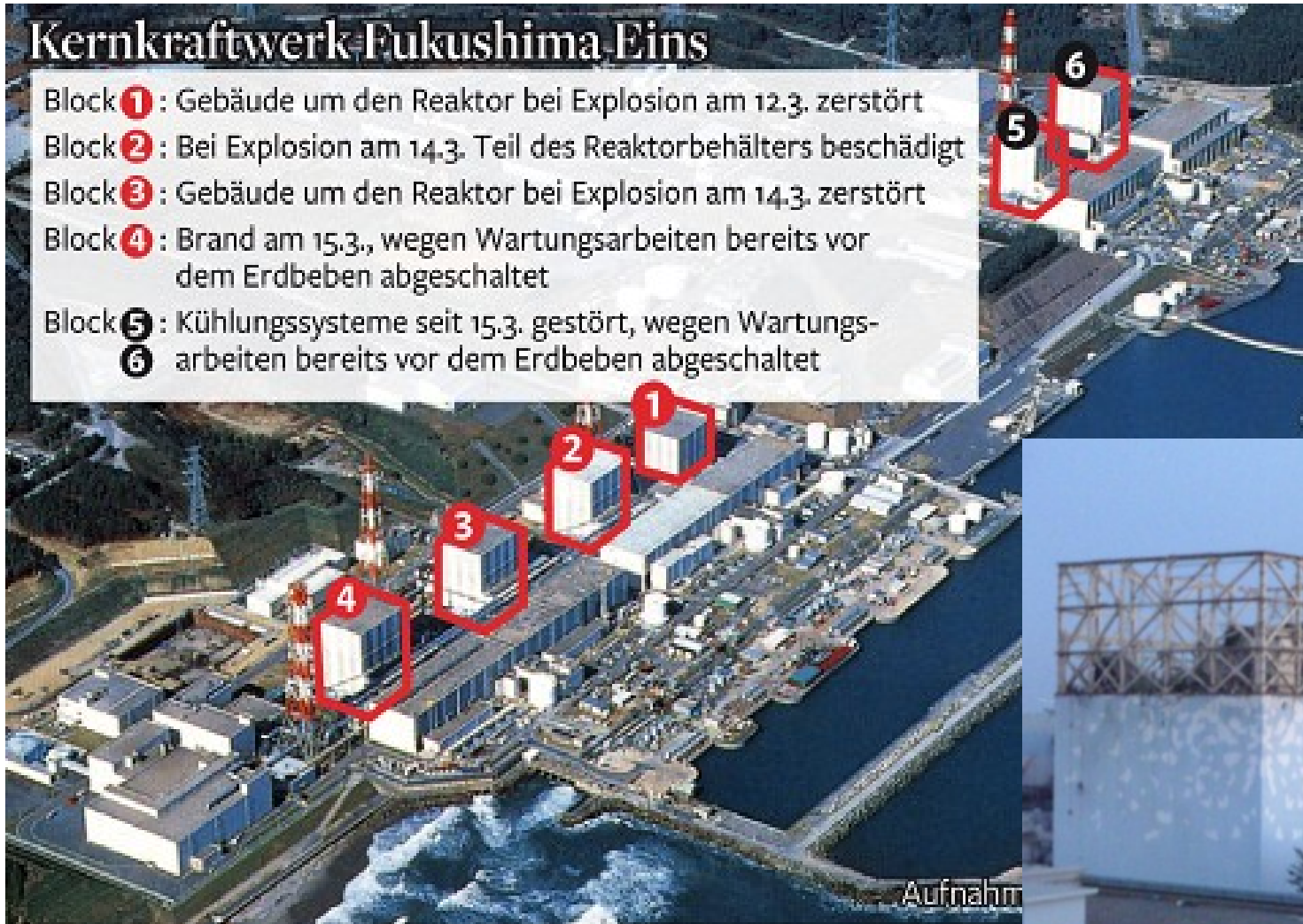
Beton-Liner

Äußeres Containment aus  
Beton



## Kernkraftwerk Fukushima Eins

- Block ① : Gebäude um den Reaktor bei Explosion am 12.3. zerstört
- Block ② : Bei Explosion am 14.3. Teil des Reaktorbehälters beschädigt
- Block ③ : Gebäude um den Reaktor bei Explosion am 14.3. zerstört
- Block ④ : Brand am 15.3., wegen Wartungsarbeiten bereits vor dem Erdbeben abgeschaltet
- Block ⑤ : Kühlsysteme seit 15.3. gestört, wegen Wartungsarbeiten bereits vor dem Erdbeben abgeschaltet
- Block ⑥ : Kühlsysteme seit 15.3. gestört, wegen Wartungsarbeiten bereits vor dem Erdbeben abgeschaltet

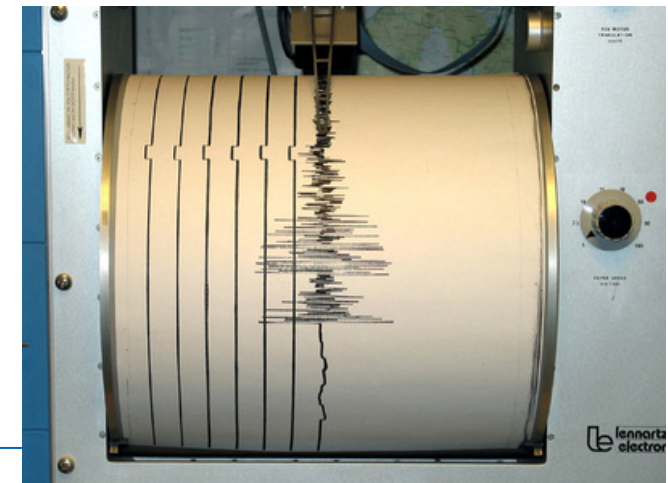


## Richter-Skala

- Amerikanische Seismologen Gutenberg und Richter (1956)
- Zusammenhang zwischen seismischer Schwingungsenergie  $E_S$  und aus Oberflächenwellen ermittelte Magnitude  $M_S$ :

$$\log E_S = 1,5 M_S + 4,8 \text{ [J]}$$

Beispiel:  $M_S = 8,2$  im Vergleich zu  $M_S = 9,0$   
Faktor 15,8 Unterschied bzgl.  
der freigesetzten Schwingungsenergie



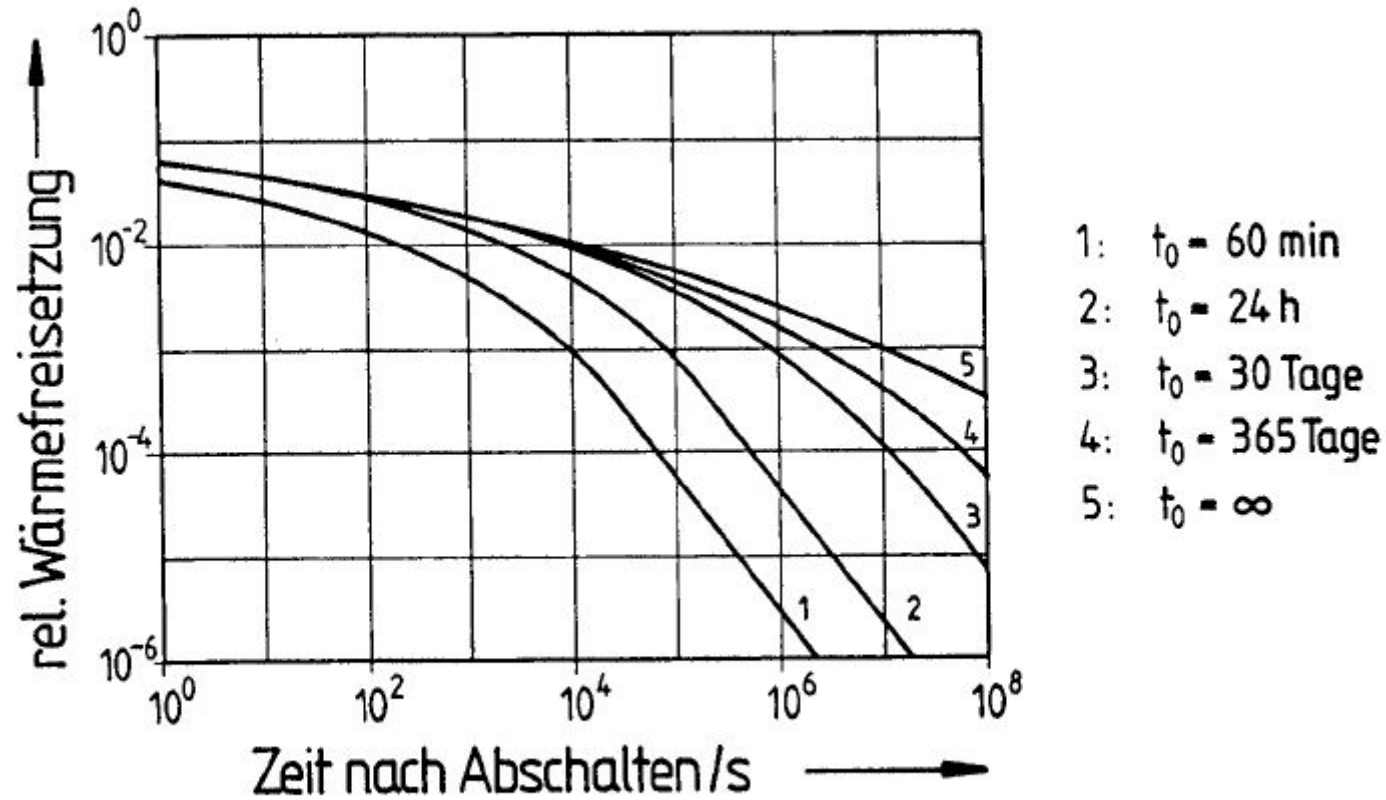


Abb. 5.9: Nachwärmeproduktion als Funktion der Betriebszeit

# Nachzerfallswärme: Vergleich FRM II und Fukushima

## Nukleare Nachzerfallswärme

Anlage: Fukushima Daiichi Block 1

Nennleistung [W]: 1,3E+09  
 Betriebsdauer vor Abschaltung [d]: 360 (angenommen)  
 Zeitpunkt der Abschaltung: 11.3.11 14:48

Zeitpunkt	Leistung [W]	Anteil [%]	Kühlwasser- durchsatz bei $\Delta T=80K$ [kg/s]
11.3.11 14:48	8,26E+07	6,21	246,34
11.3.11 14:50	2,91E+07	2,19	86,92
11.3.11 14:55	2,21E+07	1,66	65,92
11.3.11 15:00	1,96E+07	1,47	58,39
11.3.11 15:30	1,47E+07	1,10	43,71
11.3.11 17:00	1,11E+07	0,84	33,16
11.3.11 20:00	8,94E+06	0,67	26,68
12.3.11 0:00	7,70E+06	0,58	22,96
13.3.11 0:00	5,36E+06	0,40	15,99
14.3.11 0:00	4,54E+06	0,34	13,54
15.3.11 0:00	4,06E+06	0,30	12,10
16.3.11 0:00	3,72E+06	0,28	11,10
17.3.11 0:00	3,47E+06	0,26	10,34
18.3.11 0:00	3,26E+06	0,25	9,74

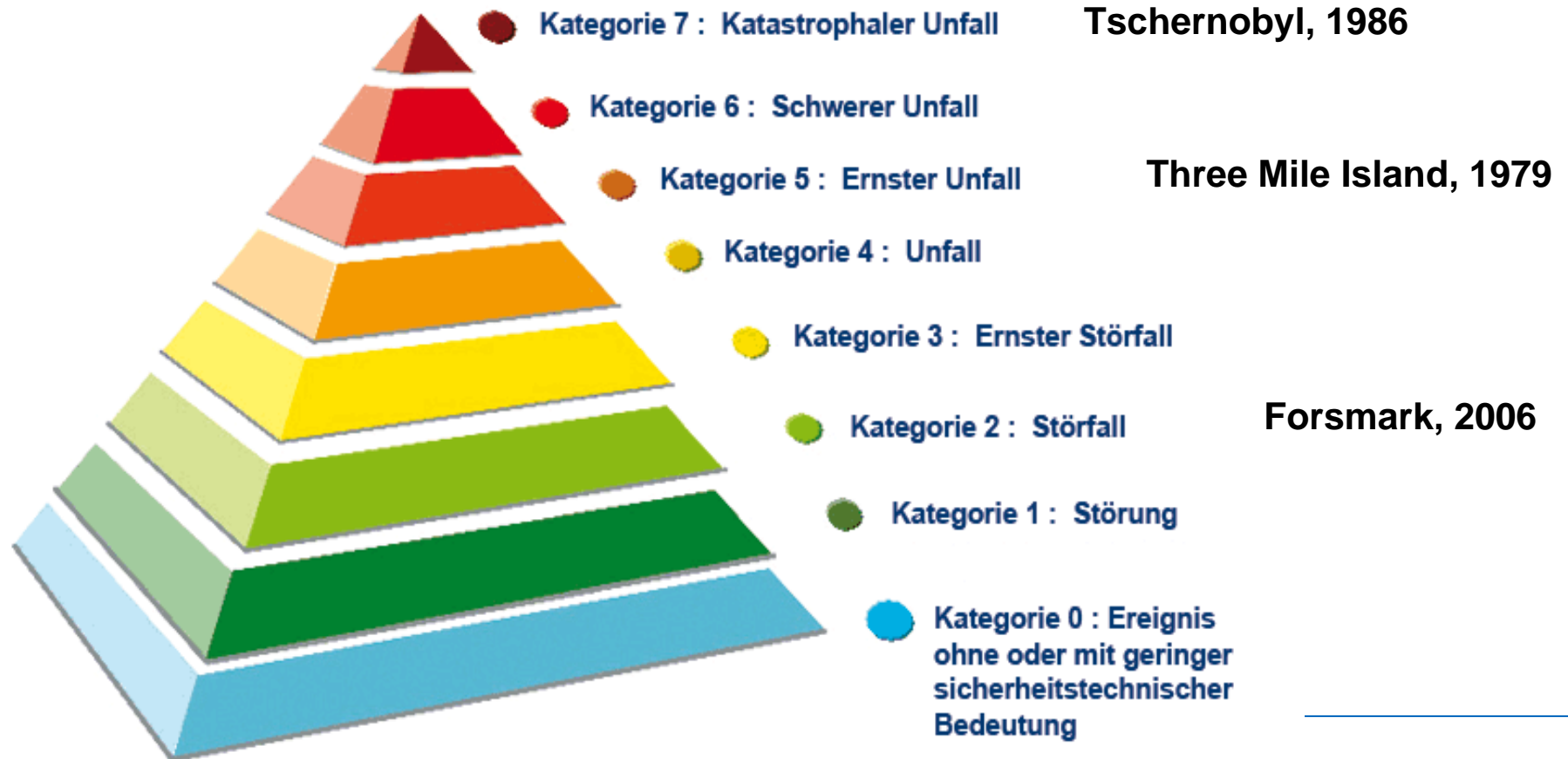
# Zustand von Fukushima I am 17.3. um 14:00 MEZ



Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima Nr. 1 (Daiichi) am 18. März 2011 um 08:00 Uhr (MEZ)

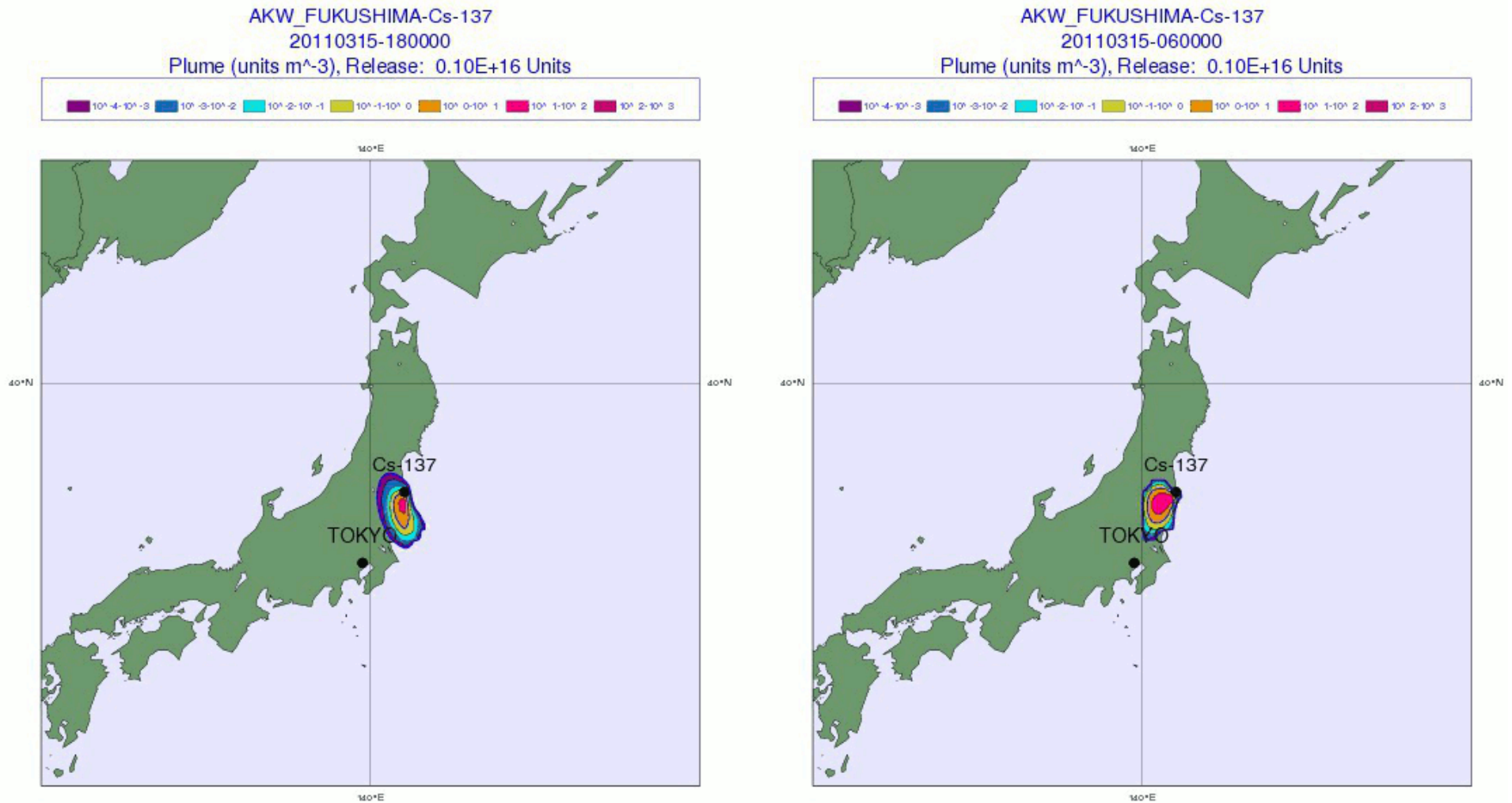
Kernkraftwerk	Fukushima Nr. 1 (Daiichi)					
	1	2	3	4	5	6
Block	in Betrieb - > Reaktorschnellabschaltung			abgeschaltet	abgeschaltet	abgeschaltet
Betriebszustand zur Zeit des Erdbebens	in Betrieb - > Reaktorschnellabschaltung			abgeschaltet	abgeschaltet	abgeschaltet
Zustand Kern und Brennstäbe	beschädigt	beschädigt	beschädigt	keine Brennstäbe im Kern	nicht beschädigt	nicht beschädigt
Zustand Reaktordruckbehälter	unbekannt	unbekannt	unbekannt			
Zustand Sicherheitsbehälter	nicht beschädigt	Schaden vermutet	evtl. nicht beschädigt	nicht beschädigt	nicht beschädigt	nicht beschädigt
Reaktorkühlsystem (Wechselstrom)	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Reaktorkühlsystem (dampfbetrieben)	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Reaktorgebäudezustand	schwer beschädigt	leicht beschädigt	schwer beschädigt	schwer beschädigt	nicht beschädigt	nicht beschädigt
Wasserstand im Reaktordruckbehälter	Brennstäbe liegen frei	Brennstäbe liegen frei	Brennstäbe liegen frei	sicher	sicher	sicher
Druck im Reaktordruckbehälter	stabil	unbekannt	stabil	sicher	sicher	sicher
Druck im Sicherheitsbehälter (Containment)	unbekannt	niedrig	niedrig	sicher	sicher	sicher
Wassereinspeisung in Reaktorkern	wird fortgesetzt (Meerwasser)	wird fortgesetzt (Meerwasser)	wird fortgesetzt (Meerwasser)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Wassereinspeisung in Sicherheitsbehälter	wird fortgesetzt (Meerwasser)	noch zu entscheiden (Meerwasser)	wird fortgesetzt (Meerwasser)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Druckentlastung Containment (Venting)	wird fortgesetzt	in Vorbereitung	wird fortgesetzt	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Zustand der Brennstäbe im Abklingbecken	Wassereinspeisung wird erwogen	(keine Information)	Wasserniveau niedrig, Fortsetzung Wassereinspeisung	Wasserniveau niedrig, Vorbereitung, Wassereinspeisung, Wasserstoff über dem Becken	Beckentemperatur steigt	Beckentemperatur steigt
Radiologische Situation	Messpunkt Anlagengrenze: 646,2 µ Sv/h (17.03.2011, 11:10 Uhr Ortszeit)					
Evakuierungszone	20km um Kernkraftwerk *Menschen, die zwischen 20 und 30 km vom KKW Fukushima 1 entfernt leben, müssen im Haus bleiben.					

# Begriffe: GAU und Super-GAU INES-Skala



# Radiologische Folgen

Ausbreitungsrechnung (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik)



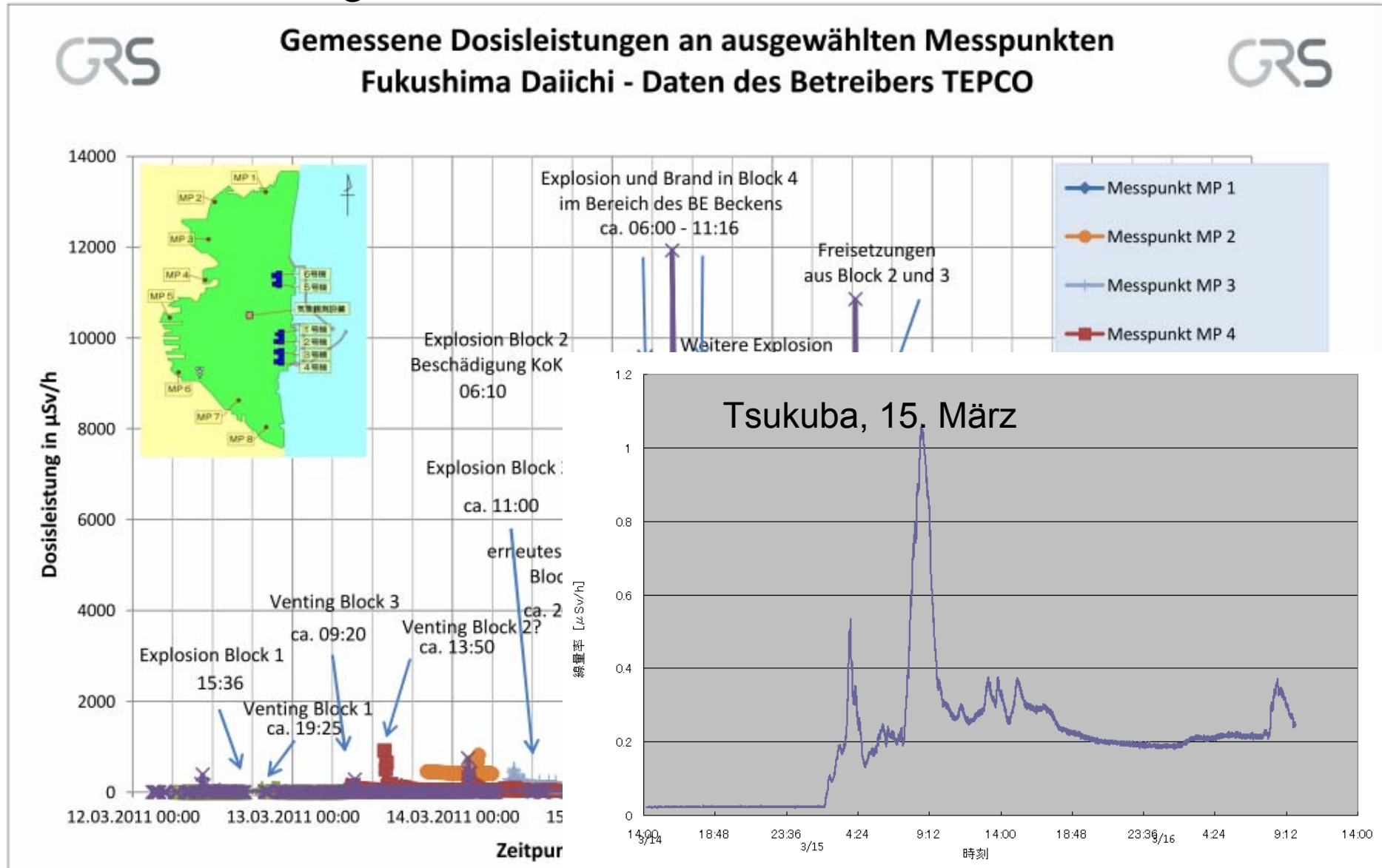
## Typische Äquivalentdosen

5000 mSv tödliche Einzeldosis  
 1000 mSv kurzzeitig, Übelkeit, Erbrechen  
 400 mSv/Woche Evakuierung der  
 Umgebung in D  
 100 mSv/a 1 Krebserkrankung auf 100  
 20 mSv/a max. erlaubte Belastung für  
 strahlenexponierte Personen  
 2,4 mSv/a natürliche Belastung D  
 1,6 mSv/a durch Medizin und sonstiges in D

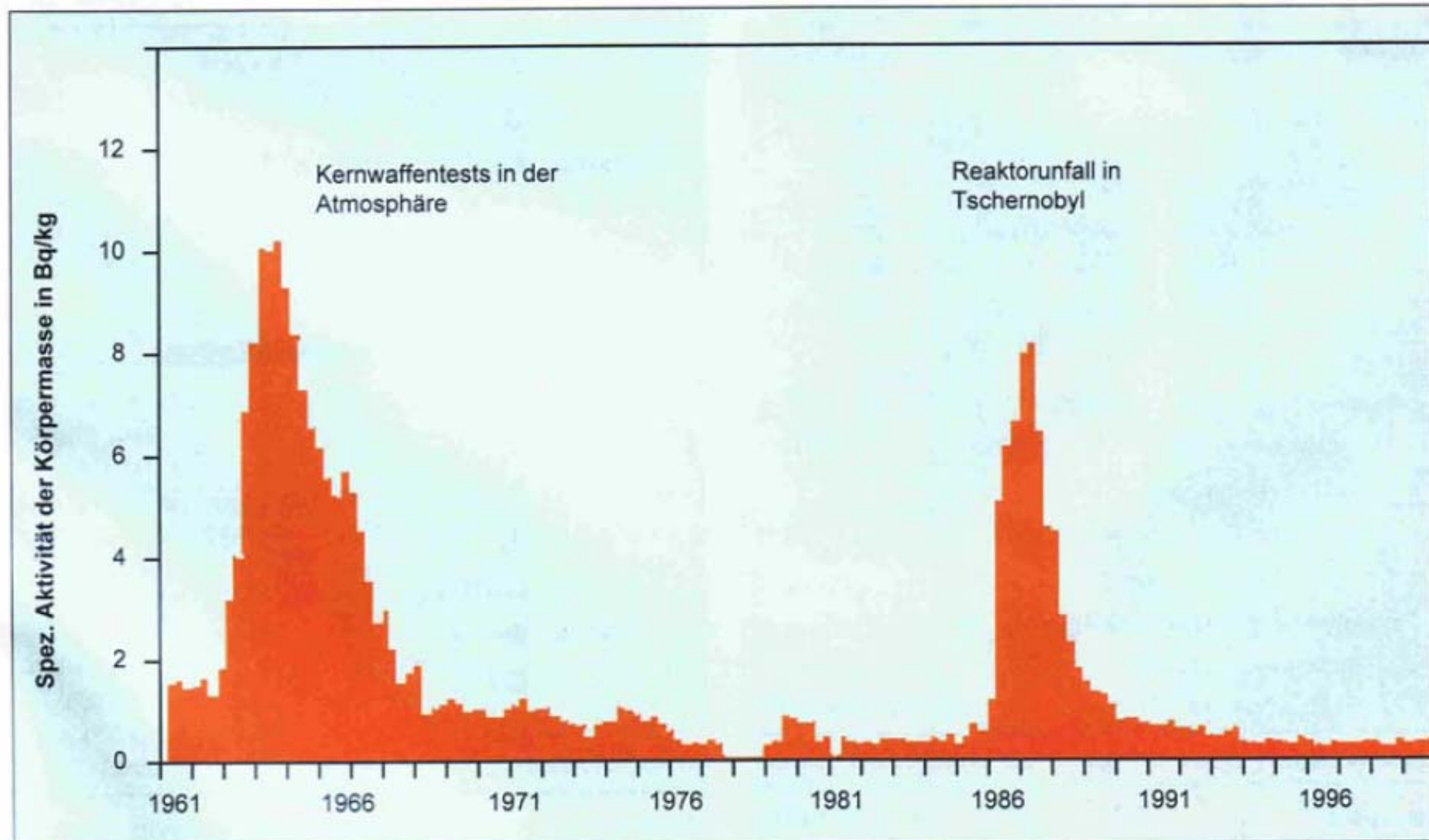
<i>Untersuchungsart</i>	<i>Effektive Dosis [mSv]</i>
Zahnaufnahme	≤ 0,01
Gliedmaßen (Extremitäten)	0,01 – 0,1
Schädel	0,03 – 0,1
Brustkorb (Thorax), 1 Aufnahme	0,02 – 0,05
Mammographie beidseits in 2 Ebenen	0,2 – 0,6
Lendenwirbelsäule (2 Ebenen)	0,8 – 1,8
Becken	0,5 – 1,0
Magen und Darm	6 – 18
Schlagadern (Arteriographie)	10 – 20
CT Kopf	2 – 4
CT Brustraum	6 – 10
CT Bauchraum	10 – 25

*Mittlere Dosiswerte bei Röntgenuntersuchungen (an Standard-Patienten mit ca. 70 kg Körpergewicht).*

# Dosisleistung in Fukushima I



## Strahlenbelastung im Vergleich: Kernwaffentests und Tschernobyl



*Strahlenbelastung nach Kernwaffentests und Tschernobyl*

## Weiterführende Links:

(von diesen und anderen Quellen wurden auch die gezeigten Bilder und Darstellung entnommen)

- [www.grs.de](http://www.grs.de) (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit)
- [www.tepco.co.jp/en](http://www.tepco.co.jp/en) (Betreiber TEPCO der Fukushima-Anlage)
- [www.nisa.meti.go.jp/english](http://www.nisa.meti.go.jp/english) (Nuclear and Industrial Safety Agency)
- [www.iaea.org](http://www.iaea.org) (Internationale Atomenergiebehörde)
- [www.jaif.or.jp/english/](http://www.jaif.or.jp/english/) (Japanische Atomindustrie)