

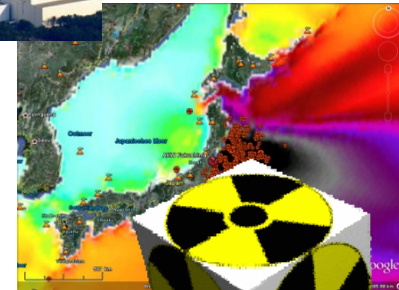


ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER
ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“



TSCHERNOBYL UND FUKUSHIMA

Erwin RICHTER
ABCAbwS/BMLVS
richterwin@hotmail.com
0664 3016887



Tschernobyl und Fukushima



1986



Reaktor 6

Reaktor 5

Reaktor 1

Reaktor 2

Reaktor 3

Reaktor 4

Reaktor 1

In diesem Reaktor gab es am Samstag eine Explosion. Man befürchtet eine Kernschmelze.



Reaktor 2

In diesem Reaktor klappt die Kühlung durch Meerwasser nicht. Die Brennstäbe sind teilweise ohne Kühlung.

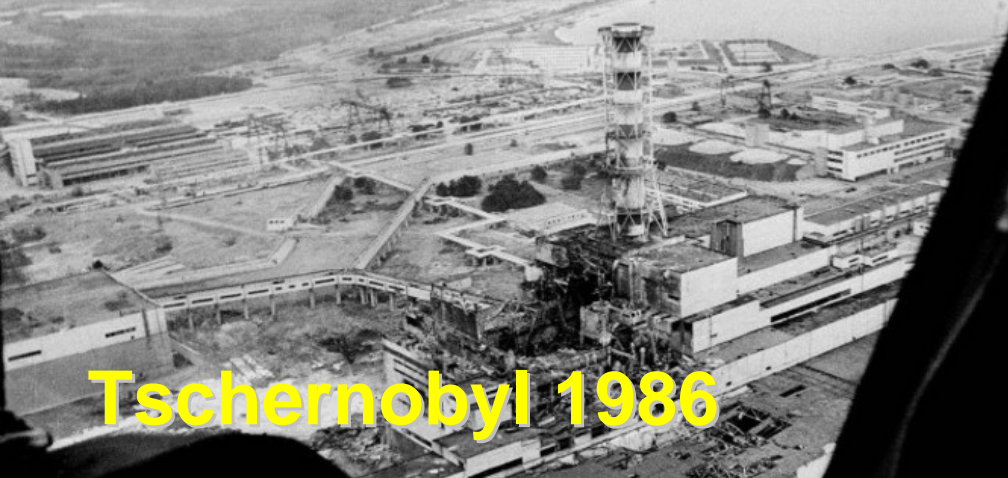


Reaktor 3

In diesem Reaktor gab es gestern im Morgen-grauen eine heftige Explosion. Auch hier droht die Kernschmelze.



2011



Tschernobyl 1986



Fukushima 2011

- **26. April 1986**

- UNSCEAR 2008 Report. Sources and effects of ionizing radiation. Band 2. Annex D - Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. New York 2011, (PDF).
- IAEA (Hrsg.): *The Chernobyl accident: Updating of INSAG-1: INSAG-7: A report by the International Nuclear Safety Advisory Group*. Wien 1992, ISBN 92-0-104692-8, (PDF).
- *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine*. April 2006, (PDF)
- IAEA (Hrsg.): *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts (...)*, Pressemitteilung (dt.), September 2005 (PDF)
- *Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience*. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group „Environment“ (EGE), August 2005 (PDF)
- Burton Bennett, Michael Repacholi, Zhanat Carr (Hrsg.): *Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group „Health“*. World Health Organization, Genf 2006, ISBN 92-4-159417-9, (PDF, 1,6 MB).

- **11. März 2011**

- Fukushima-Informationsportal der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
- Pressemeldungen und Pressefotos (englisch) des Kraftwerksbetreibers Tepco
- Webcam Kernkraftwerk Fukushima I, Aufzeichnung seit dem 11. März
- Berichte der japanischen Atomaufsichtsbehörde NISA (englisch)
 - The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Pacific Earthquake and the seismic damage to the NPPs (englisch), Zusammenstellung des Unfallhergangs durch die NISA (Archiv vom 13. April 2011)
- Berichte des Japanischen Atomindustrie-Forums JAIF (englisch)
- The Tohoku-Taiheiyou-Oki Earthquake and Subsequent Tsunami on March 11, 2011 and Consequences for Nuclear Power Plants in Northeast Honshu (englisch), Materialsammlung zum Unfallhergang, Ludger Mohrbach und Thomas Linnemann, VGB PowerTech (Archiv vom 13. April 2011)

2. Ursachen

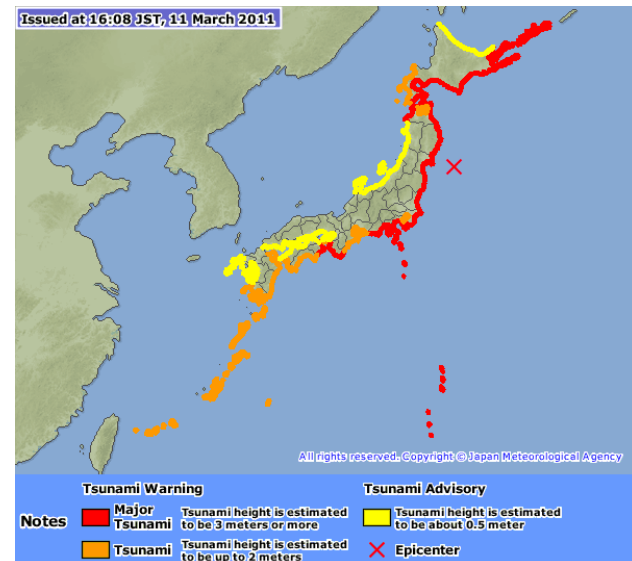
Tschernobyl 1986

- Ursache: Versuch – menschliches Versagen
 - Versuchsanordnung
 - Personal



Fukushima 2011

- Ursache: Stromausfall inf. Erdbeben/Tsunami
 - Station blackout



3. Reaktorzustand

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

- In Betrieb



- Abgeschaltet



4. Rahmenbedingungen

Tschernobyl 1986

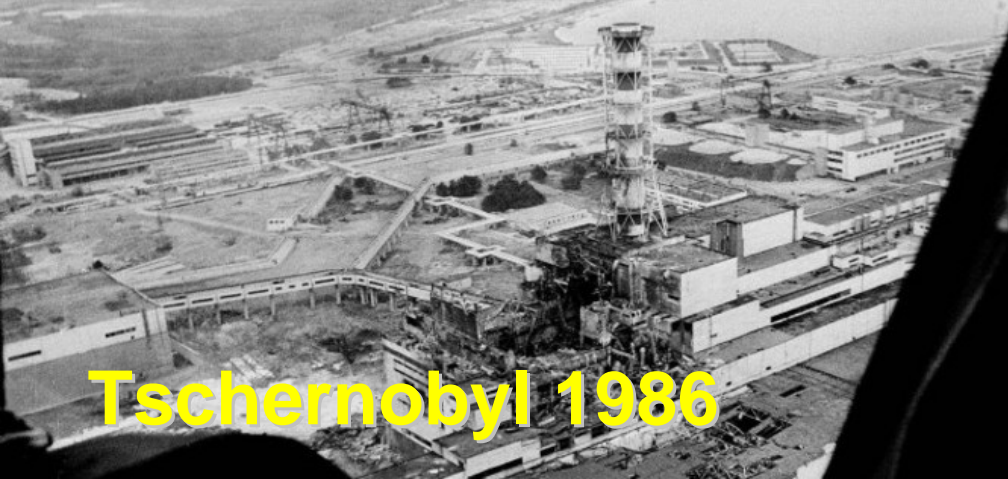
Fukushima 2011

- Ukraine (1000 km)



- Japan (10.000 km)





- Block 4



- 3 Reaktoren
- 3 Abklingbecken



Informationslage

Tschernobyl 1986

- Offizielle Bestätigung:
30. April 1986
- Keine laufenden
Informationen
- Keine unabhängigen
Medien

Fukushima 2011

- TEPCO
- JAIF
- NISA
- Medien

Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima I (Dai-ichi) am 01. Juni 2011 um 05:00 Uhr (MESZ)
nach JAIF, Japan Atomic Industrial Forum, Inc., übersetzt durch Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln



Block	1	2	3	4	5	6
INES-Bewertung	Stufe 1 (aufgrund der freigesetzten Gesamtaktivität am Standort Daiichi)			Stufe 3	k.A.	k.A.
Zustand Kern und Brennstäbe (Brennelemente im Kern)	Beobachtet (Kern geschmolzen)*1 (400) (*1 Bekonfirmierung der Ergebnisse der Analysen zum Zustand der Reaktorkerne in den Blöcken 1-3 durch TEPCO vom 15. und 23. Mai)	Beschädigt (Kern geschmolzen)*1 (548)	Beschädigt (Kern geschmolzen)*1 (548)	keine Brennelemente im Kern	unbeschädigt (548)	unbeschädigt (764)
Zustand Reaktor Druckbehälter	Begrenzte Schäden und Leckage	unbekannt	unbekannt	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Zustand Sicherheitsbehälter	Schäden und Leckage vermutet	Schäden und Leckage vermutet	Schäden und Leckage vermutet	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Reaktor kühsystem 1, Wechselstrom, Frischwassers	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	unbeschädigt	funktionsfähig
Reaktor kühsystem 2, Wechselstrom, Wärmetauscher	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	unbeschädigt	funktionsfähig („cold shutdown“)
Zustand Reaktor Gebäude	schwer beschädigt (Wasserstoffexplosion)	teilweise offen	schwer beschädigt (Wasserstoffexplosion)	schwer beschädigt (Wasserstoffexplosion)	Lüftungsboch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion	
Wasserstand im Reaktor Druckbehälter	niedriger als die Unterkante der Brennstäbe	Brennstäbe teilweise oder ganz freiliegend	Brennstäbe teilweise oder ganz freiliegend	sicher	sicher	sicher
Druck / Temperatur im Reaktor Druckbehälter	schriftweise steigend / schriftweise sinkend	unbekannt / stabil	unbekannt / nach Anstieg schriftweise sinkend	sicher	sicher	sicher
Druck im Sicherheitsbehälter (Containment)	leicht gesunken nach Anstieg auf 0,4 MPa am 24.03	stabil	stabil	sicher	sicher	sicher
Wassereinspeisung in Reaktorkern	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)			nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Wassereinspeisung in Sicherheitsbehälter	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (gestartet 27.04.)	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (geplant)	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (geplant)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Druckentlastung Containment	zeitweise gestoppt	zeitweise gestoppt	zeitweise gestoppt	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Zustand der Brennelemente im Abklingbecken (Zahl der BE)	unbekannt (292)	unbekannt (597)	Schaden vermutet (514)	Keine schweren Schäden vermutet (1331) Aufgrund von Bildern und Proben aus dem Abklingbecken sind nach Einschätzung von TEPCO schwere Schäden an den Brennelementen im Abklingbecken von Block 4 unwahrscheinlich (23., 26. und 29. April)	unbeschädigt (946)	unbeschädigt (876)
Kühlung des Abklingbeckens	Wasserbesprühung und Wassereinspeisung wird mit Süßwasser fortgesetzt	Wassereinspeisung wird mit Süßwasser fortgesetzt	Wasserbesprühung und -einspeisung wird fortgesetzt (Süßwasser)	Wasserbespr. und -einspeisung mit Süßwasser wird fortgesetzt, Wasserstoffexplosion am 15.03.	Kühlung der Abklingbecken wieder hergestellt	
Betretungs- und Funktionsfähigkeit Hauptkontrollraum	gering wegen Strahlungsrisiko (Belastung und Parameteranzeige funktioniert im Kontrollraum der Blöcke 1 und 3 seit dem 24.03., Block 2 seit dem 26.03. und Block 4 seit dem 29.03.)			vermutlich unbeschädigt		
Umweltauswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> Status auf der Anlage Fukushima-Dai-ichi: Strahlungswerte: 371 µSv/h an der Südküste des Verwaltungsgebäudes und 15 µSv/h am Westtor am 01.05. um 09:00 Uhr (Ortszeit) und 42 µSv/h am Haupttor am 21.05. um 10:30 Uhr (Ortszeit). In Bodenproben vom Anlagengelände wurden kleine Mengen radioaktiver Stoffe (I, Cs, Pu, Am und Cm (27.04.), Sr (entnommen am 16.04., veröffentlicht am 08.05.)). Radioaktive Stoffe wurden weiterhin in Grundwasser- und Seewasserproben vom Anlagengelände oder aus der näheren Umgebung nachgewiesen. Die Überwachung des Gebietes in der Umgebung der Anlage wurde ausgeweitet. Radioaktives Jod und Cäsium wurde in Proben vom Meeresboden in 15-20km Entfernung von der Anlage und 15-20km Tiefe nachgewiesen. Die Strahlungsweite dieser Proben liegen zwischen dem 100- und 1000fachen des Normalwertes (04.05.). Einflüsse auf die Allgemeinbevölkerung: Radionuklide wurden in der Milch sowie in anderen landwirtschaftlichen Produkten aus Fukushima und den Nachbarpräfekturen nachgewiesen. Die Regierung hat die Begrenzung von Vertrieb und Konsum bestimmter Produkte verfügt. In einigen Präfekturen wurde radioaktives Jod oberhalb der vorläufigen gesetzlichen Grenzwerte im Leitungswasser nachgewiesen. Das Trinkverbot von Wasser ist am 10.05. aufgehoben worden. Im Klärschlamm einer Abwasserbehandlungsanlage, die 50 km vom KKW Fukushima entfernt liegt, ist radioaktives Cäsium nachgewiesen worden. Kleine Mengen Strontium wurden in einigen Boden- und Pflanzenproben in 20-60km Entfernung von der Anlage gefunden. 					
Evakuierungszone	<p><1> 11.03., 21:23 Uhr: Evakuierungszone 3km um das Kraftwerk, Bewohner im Umkreis von 10km um das Kraftwerk sollten im Hause bleiben; <2> 12.03., 05:44 Uhr: Evakuierung im Umkreis von 10km; <3> 12.03., 18:25 Uhr: Evakuierung im Umkreis von 20 km um Kernkraftwerk; <4> 15.03., 11:00 Uhr: Menschen, die zwischen 20 und 30 km von KKW Fukushima 1 Daiichi entfernt leben, sollten im Haus bleiben; 25.03., 11:30 Uhr: Menschen, die zwischen 20 und 30 km von KKW Fukushima 1 Daiichi entfernt leben, sollten erwägen, fortzugehen. <5> 11.04., Die Evakuierungszone von 20km um das KKW Fukushima Daiichi soll erweitert werden, so dass auch die Gebiete erfasst werden, in denen eine jährliche Strahlenexposition von über 20 mSv erwartet wird. Menschen, die in dieser erweiterten Zone leben, werden angewiesen, sie innerhalb eines Monats zu verlassen. Menschen, die in der 20 bis 30 km umfassenden Evakuierungszone, aber außerhalb der erweiterten Zone leben, sollen sich in den Häusern aufhalten bzw. sich zur Evakuierung bereit zu halten (angekündigt am 11.04., Erlass am 22.04.).</p>					

Quelle: Governmental Emergency Headquarters: News release (23.05. 17:00); Pressekonferenz; Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA): News Release (31.05.12:30), Pressekonferenz; TEPCO: Pressemitteilung (01.06. 09:00), Pressekonferenz; Sicherheitstechnische Bewertung durch JAIF: hoch mittel niedrig



5. Reaktortechnik

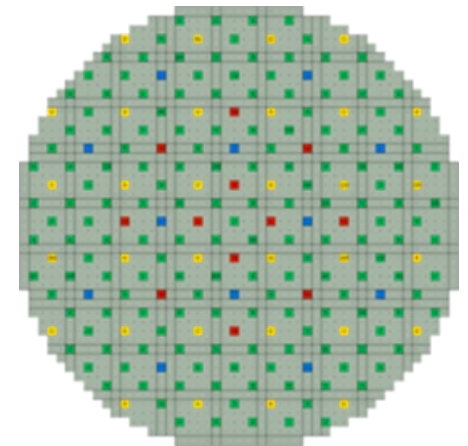
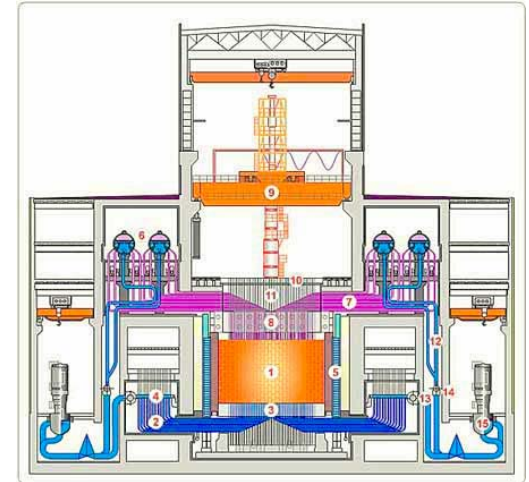
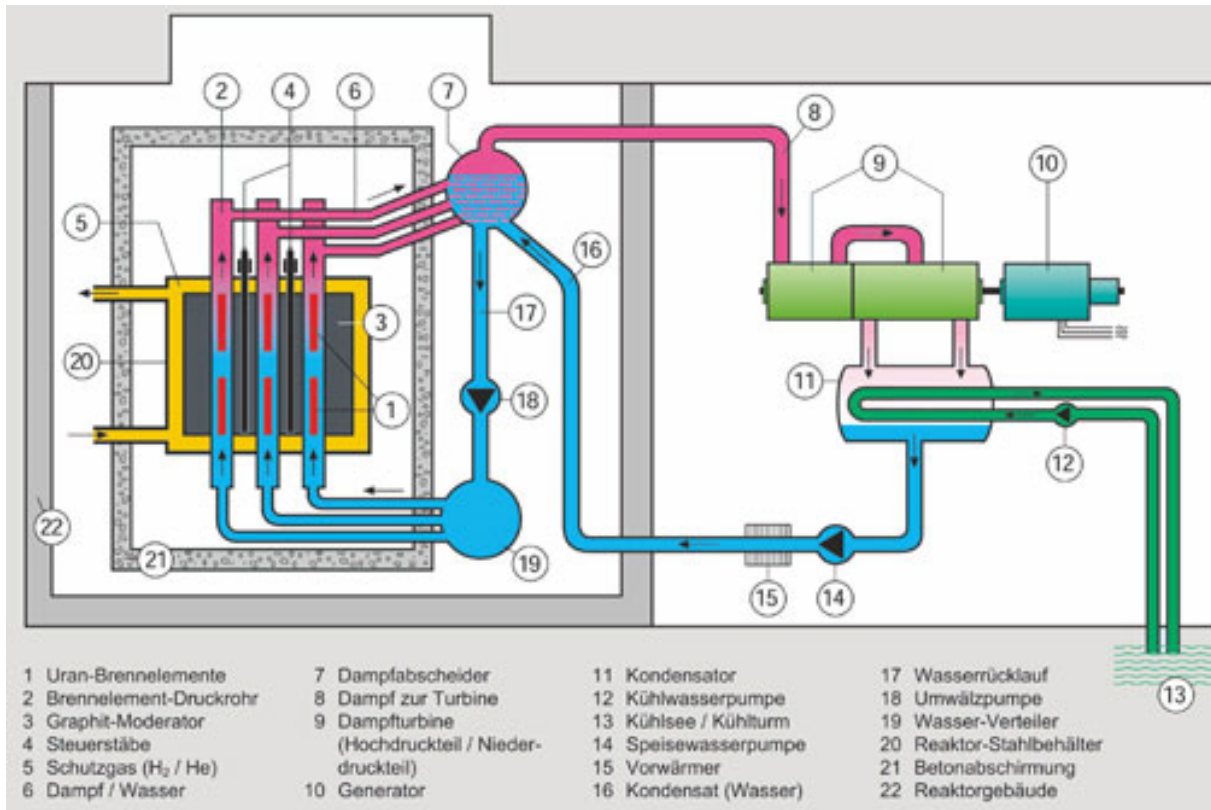
Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

- Reaktor **graphit**moderiert
- **Positiver Voidkoeffizient**
- Anfällig gegenüber Störungen
- Leichtwasser-Reaktoren
- Negativer Void
- Abklingbecken



RBMK-Reaktor

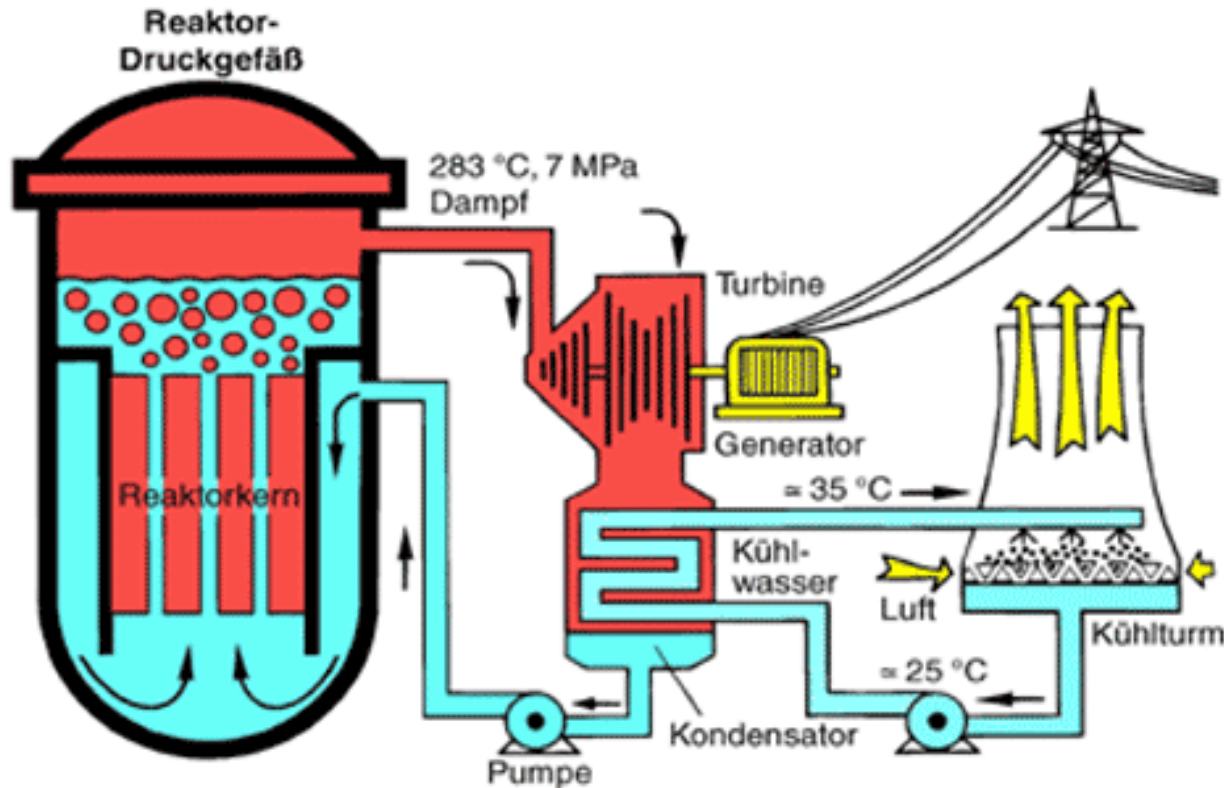


Steuerstäbe (Grün) und von unten eingefahrne gekürzte Absorberstäbe (Gelb) um 1:22:30



ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER
ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“

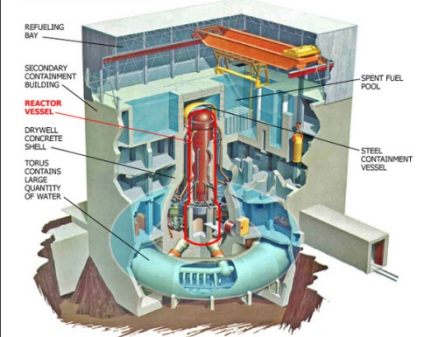
Siedewasserreaktor



Inside Fukushima's Nuclear Reactors

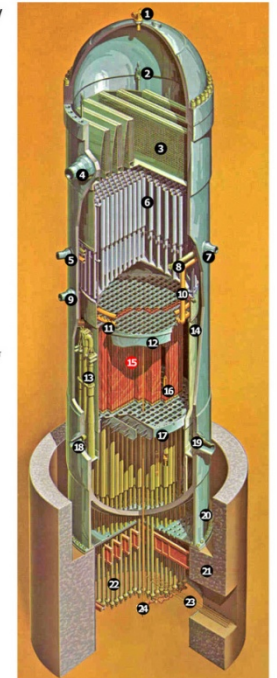
The damaged boiling water reactors (BWRs) at Fukushima, Japan were built in the 1960s by General Electric. They use a Mark I containment structure, which is the oldest type. The nuclear reactor is surrounded by a drywell, meant to contain leaking cooling water as it turns to steam. The large torus, or wetwell, is filled with water and acts to absorb the reactor's energy in the event of an accident. Covering it all is the sealed secondary containment building, which is kept at a lower pressure than the outside atmosphere to keep particles from leaking out.

Mark I containment



Reactor assembly

- 1 VENT AND HEAD SPRAY
- 2 STEAM DRYER LIFTING LUG
- 3 STEAM DRYER ASSEMBLY
- 4 STEAM OUTLET
- 5 CORE SPRAY INLET
- 6 STEAM SEPARATOR ASSEMBLY
- 7 FEEDWATER INLET
- 8 FEEDWATER SPRINGER
- 9 LOW PRESSURE COOLANT INJECTION INLET
- 10 CORE SPRAY LINE
- 11 CORE SPRAY SPRINGER
- 12 TOP GUIDE
- 13 SET PUMP ASSEMBLY
- 14 CORE SHROUD
- 15 FUEL RODS
- 16 CONTROL BLADE
- 17 CORE PLATE
- 18 30° FAN/RECIRCULATION WATER INLET
- 19 RECIRCULATION WATER OUTLET
- 20 VESSEL SUPPORT SKIRT
- 21 SHIELD WALL
- 22 CONTROL ROD DRIVES
- 23 CONTROL ROD DRIVE HYDRAULIC LINES
- 24 IN-CORE FLUX MONITOR



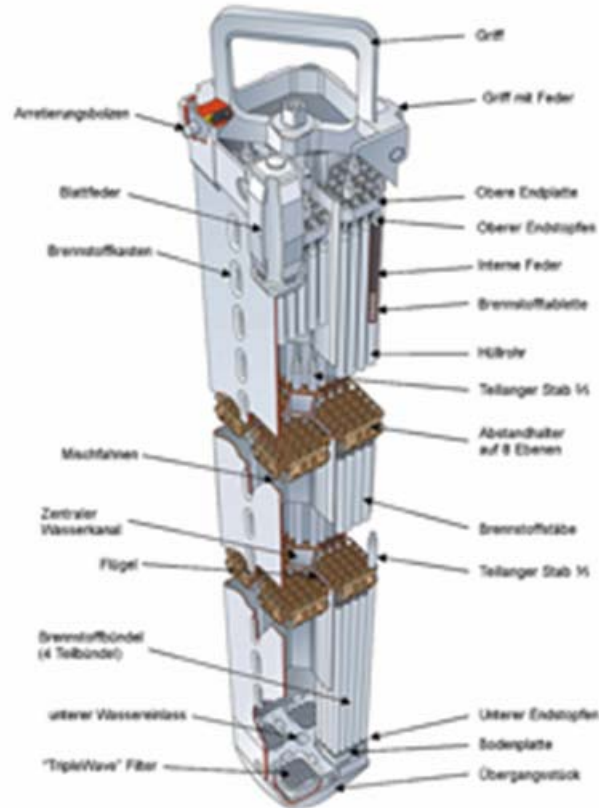
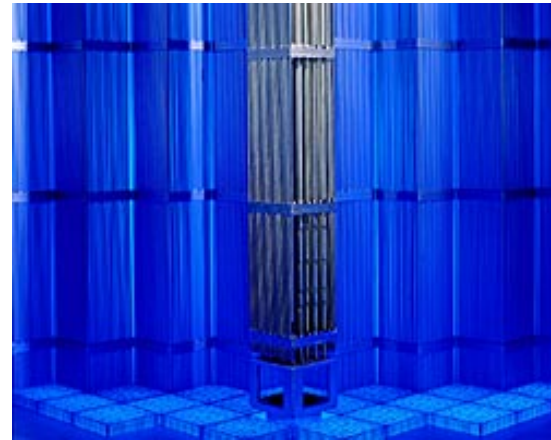
SOURCES: U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, GENERAL ELECTRIC, SANDIA LABORATORIES

KARL TATE, LiveScience.com





Brennstäbe





Reaktoren in Fukushima

Lagerort	Brennelemente im Reaktorkern		Brennelemente im Abklingbecken		Brennelemente unbenutzt		Geschätzte Wärmeleistung im Abklingbecken (kW)	Volumen des Abklingbeckens (m³)
	Anzahl	Masse (t)	Anzahl	Masse (t)	Anzahl	Masse (t)		
Block 1	400	68	292	50	100	17	70	1.020
Block 2	548	94	587	101	28	5	470	1.425
Block 3	548	94	514	88	52	9	230	1.425
Block 4	0	0	1.331	229	204	35	2.300	1.425
Block 5	548	94	946	162	48	8	810	1.425
Block 6	764	132	876	151	64	11	700	1.497
Zentrales Abklingbecken			6.375					3.828
Summe	2.808	480	10.921	1.865	496	85		12.045



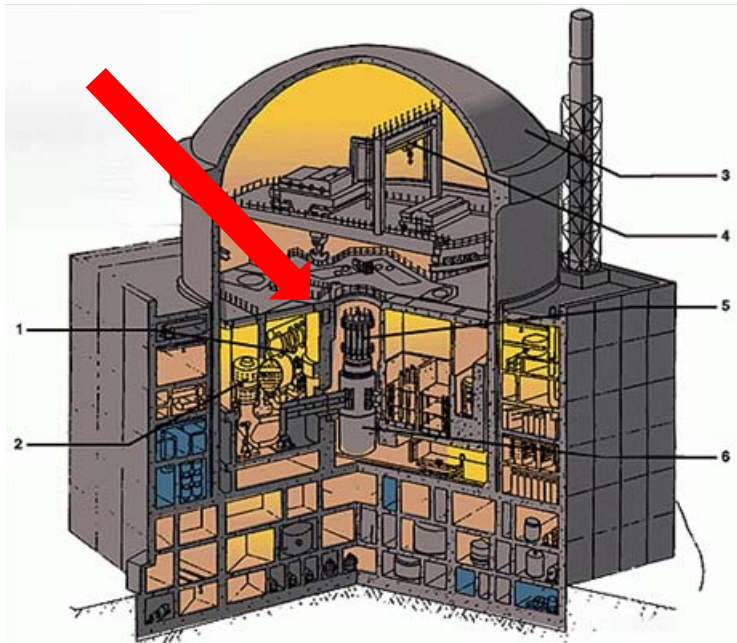
6. Sicherheitsbarrieren

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

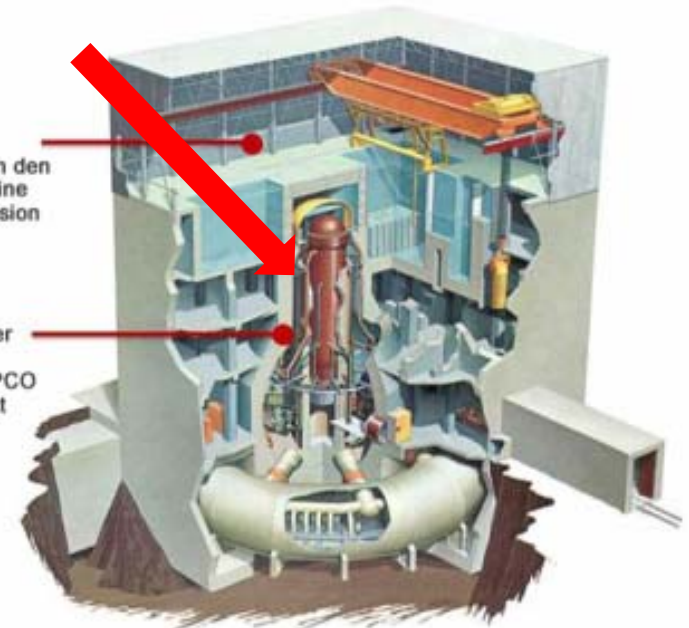
keine

Mark 1



Reaktorhaus:
Ort, an dem sich in den
Blöcken 1 und 3 eine
Wasserstoff-Explosion
ereignete

Sicherheitsbehälter
(Containment):
laut Betreiber TEPCO
nach wie vor intakt



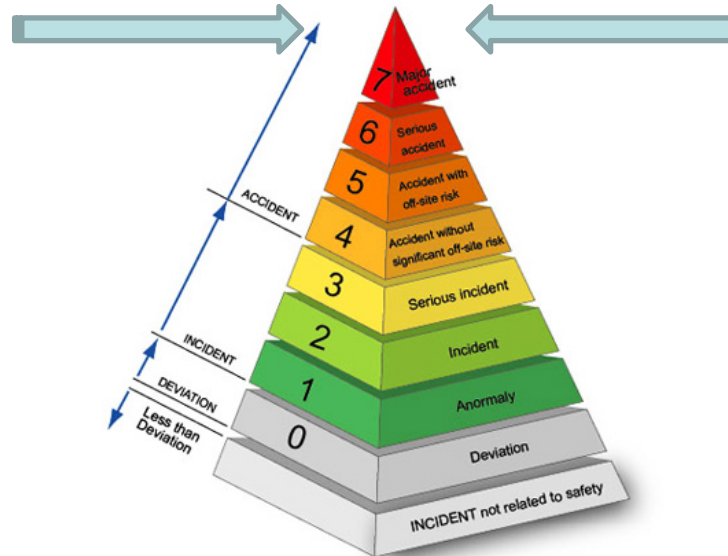
7. Einstufung

Tschernobyl 1986



Fukushima 2011

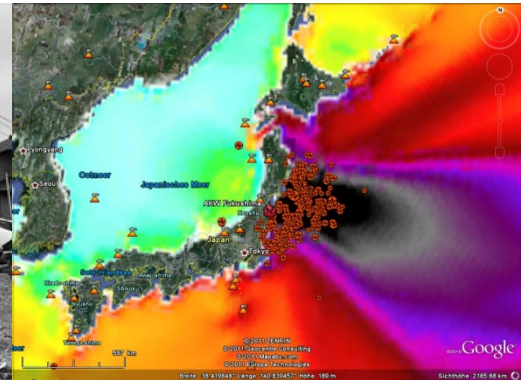
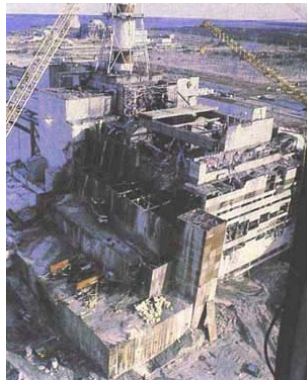
- INES-Skala 7 (höchste Stufe; Japan 5 → 7)



8. Folgen

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011



Radioaktivitätsfreisetzung

Gesundheitliche Folgen

Umweltfolgen (Luft/Land/Meer)

Sozioökonomische Folgen

Radioaktivitätsfreisetzung

Tschernobyl 1986

- 10 d **Graphitbrand**
- Massive **Freisetzung**
10 d über Atmosphäre
(Skandinavien-Europa)
- Hohe Messwerte
- 5,2 mio TBqu (Atmosphäre)

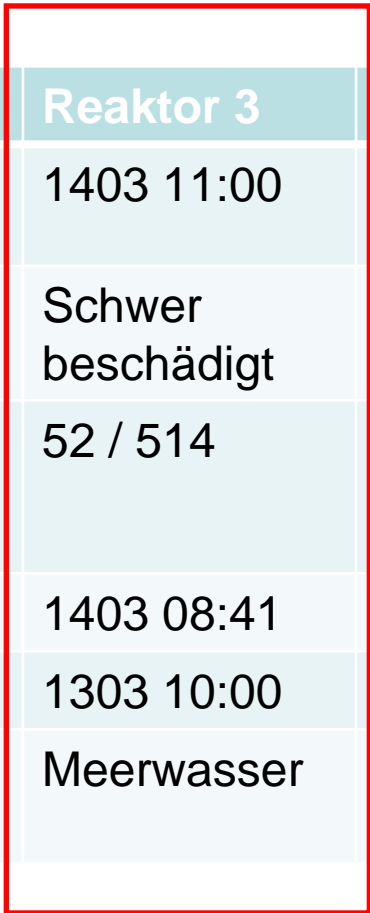
Fukushima 2011

- Freisetzung über
Kühlwasser – Meer &
Atmosphäre
- Niedrigere Messwerte
- 770.000 TBqu (Atmosphäre)
- 4.730 TBqu (Meer)
- 710.000 TBqu (Wassertanks)
– a/o Juni 2011

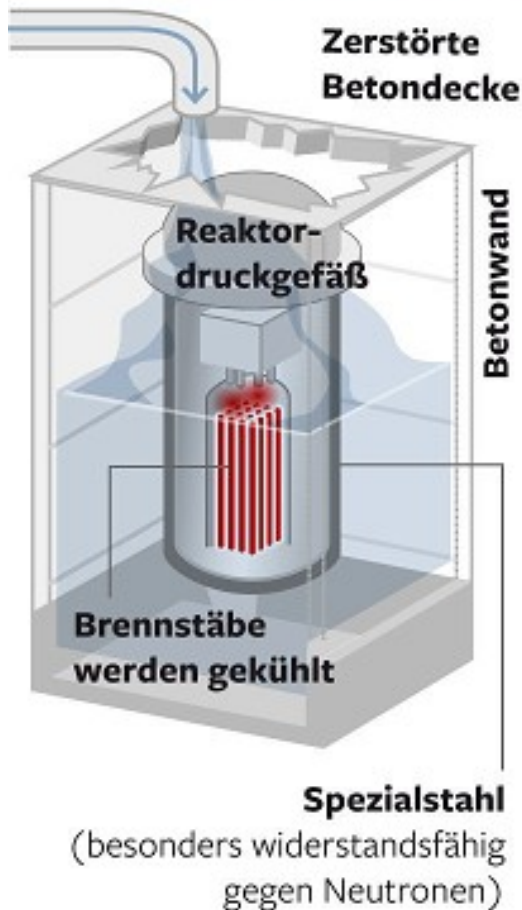


Ereignisse Fukushima 1103 - 150311

	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4
Wasserstoff-explosion	1203 15:36	1503 06:10	1403 11:00	15:03 06:00
Reaktor-gebäude	Schwer beschädigt	Risse im Containment	Schwer beschädigt	Schwer beschädigt
Lagerbecken Brennstäbe alt/neu	100 / 292	28 / 587	52 / 514	204 / 1331
Ventilöffnung	1203 10:17	1303 11:00	1403 08:41	
Kernschmelze	1103 18:00	1403 20:00	1303 10:00	
Kühlung	Meerwasser 1203 14:53	Meerwasser 1403 16:30	Meerwasser	



DER RETTUNGSVERSUCH... UND SZENARIEN, FALLS ER MISSLINGT

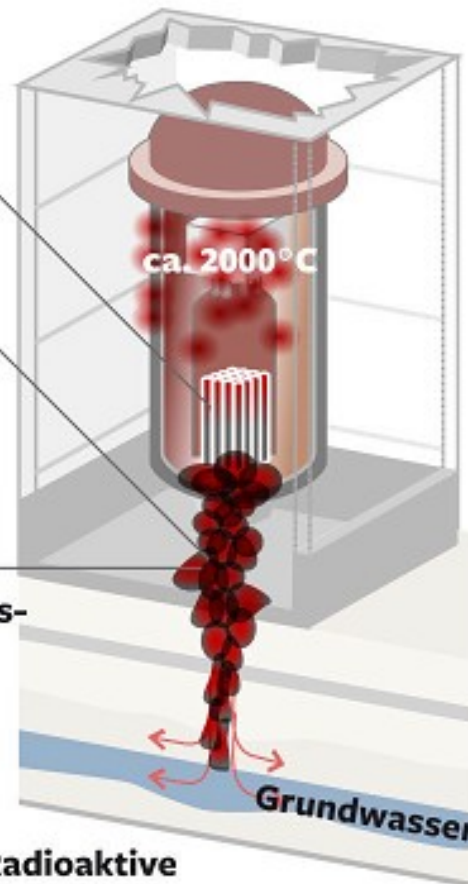


Durch **mit Bor versetztes Meerwasser** soll die Kernschmelze verhindert oder gestoppt werden. Das Bor fängt Neutronen ein und unterbindet damit eine nukleare Kettenreaktion

Brennstäbe schmelzen

Schmelze durchbricht das Reaktor-druckgefäß und das Auffang-becken

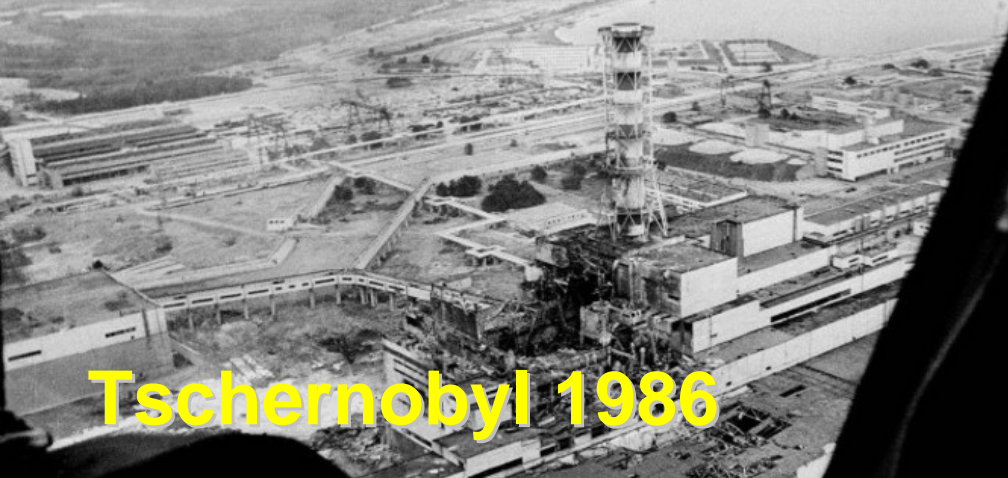
Kernschmelze brennt sich durch Gesteins-schichten



Radioaktive Partikel können ins Grundwasser gelangen

Nach einer **Wasserstoffexplosion** gelangt der Inhalt des Reaktorkerns (Brennstäbe) in die Umgebung. Der Wasserstoff kann bei hohen Temperaturen durch Spaltung von Wasser entstehen



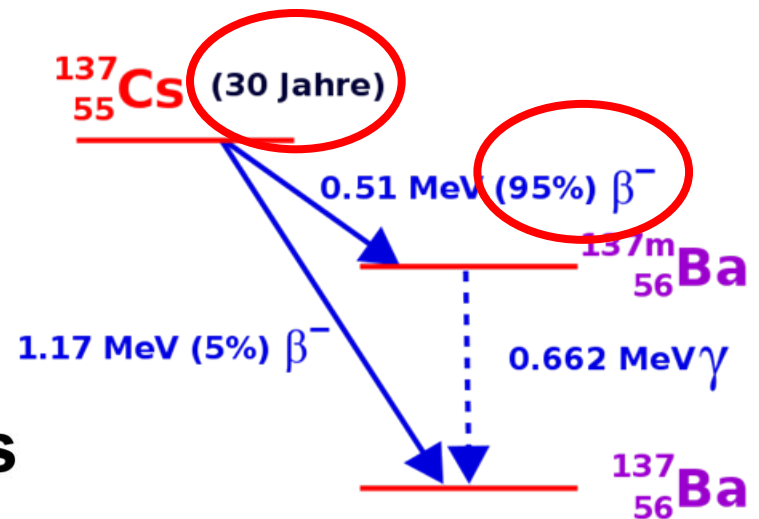
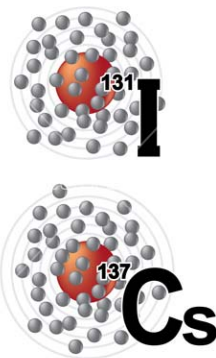
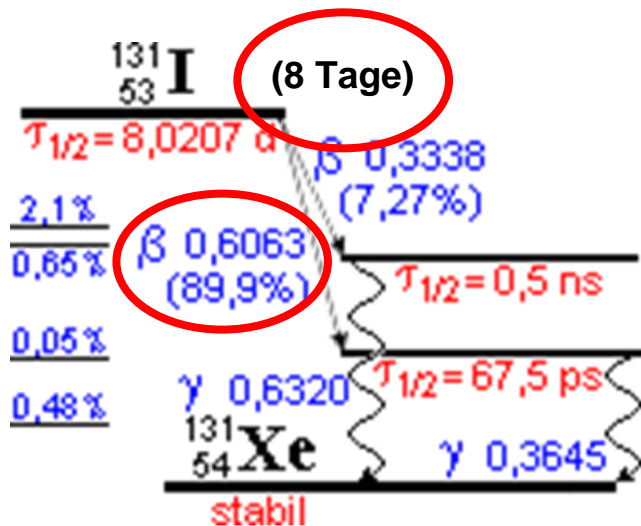


Tschernobyl 1986



Fukushima 2011

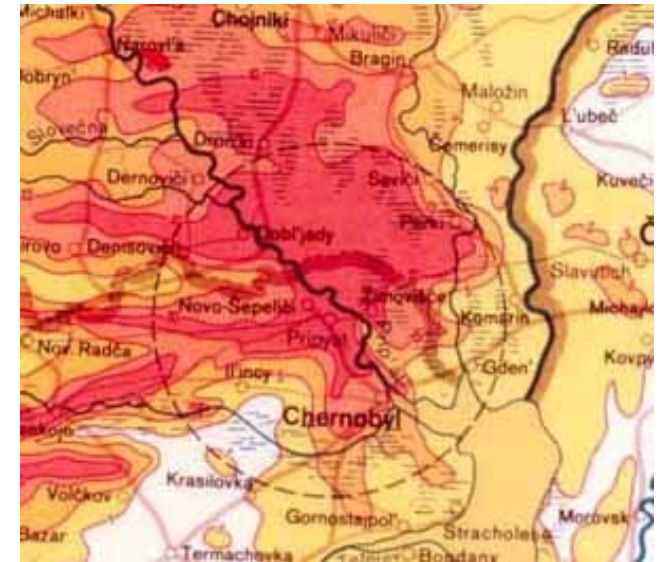
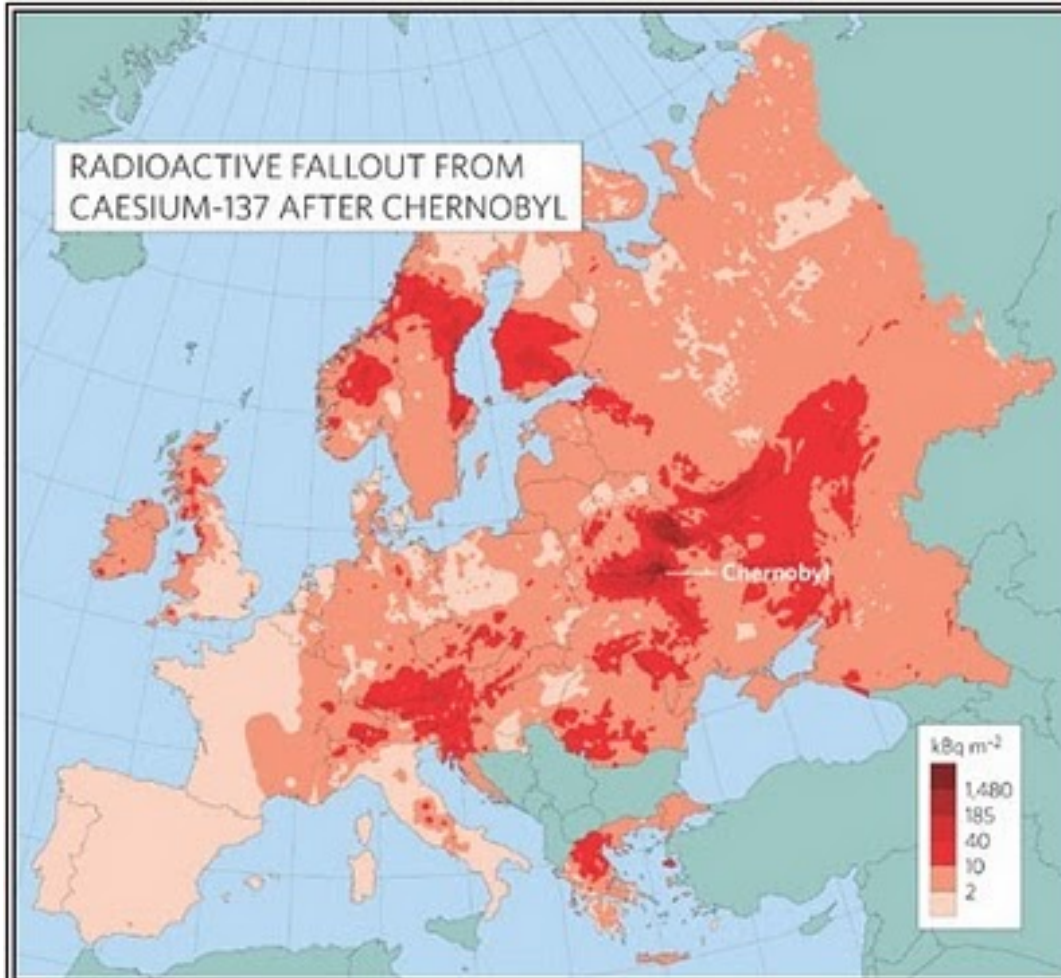
- Freisetzung der Spaltprodukte I-131, Cs-137 (u.a.)





ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER

ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“

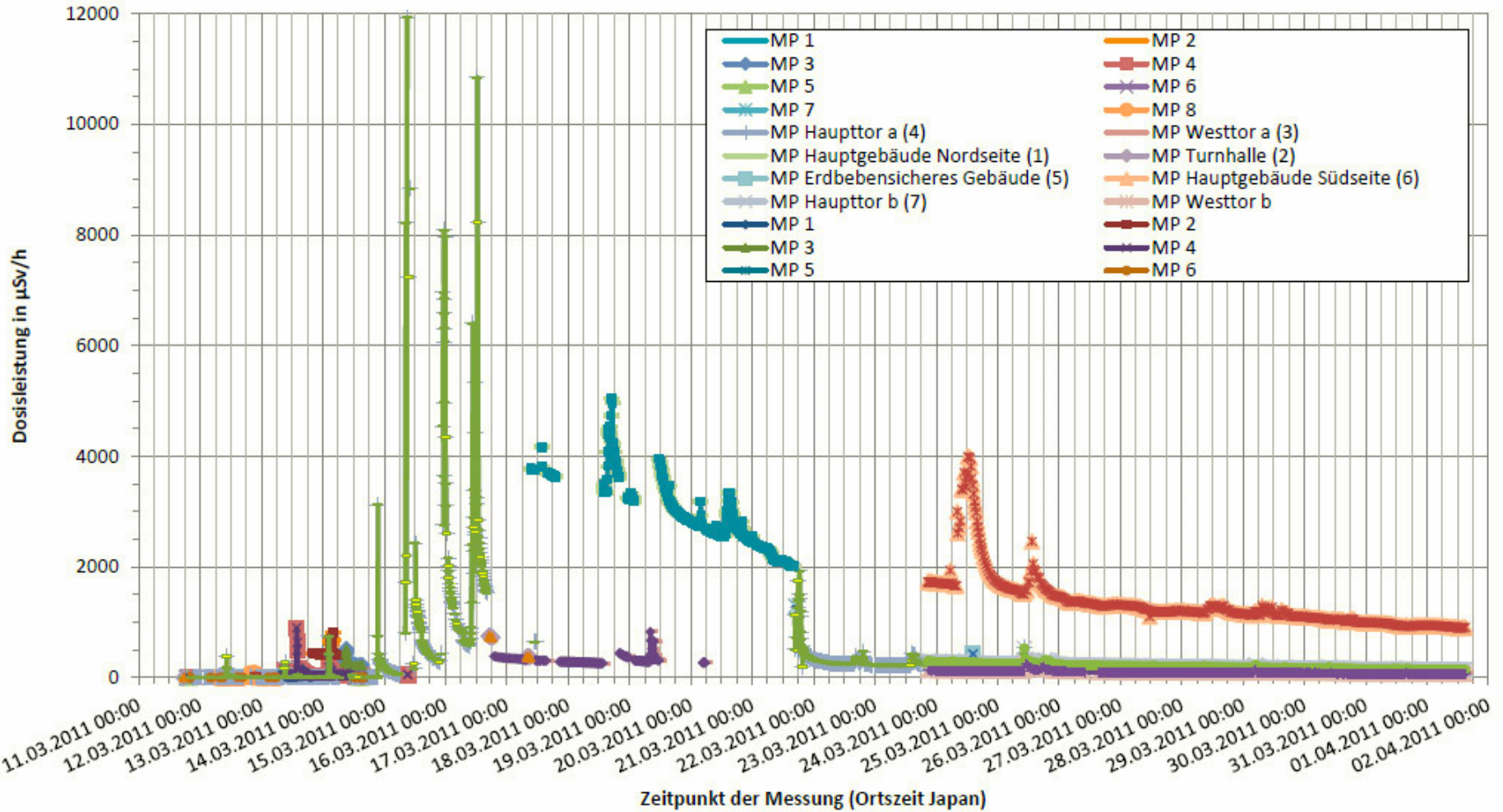


J. SMITH & N. A. BERESFORD CHERNOBYL: CATASTROPHE AND CONSEQUENCES (PRAXIS, CHICHESTER, 2005)



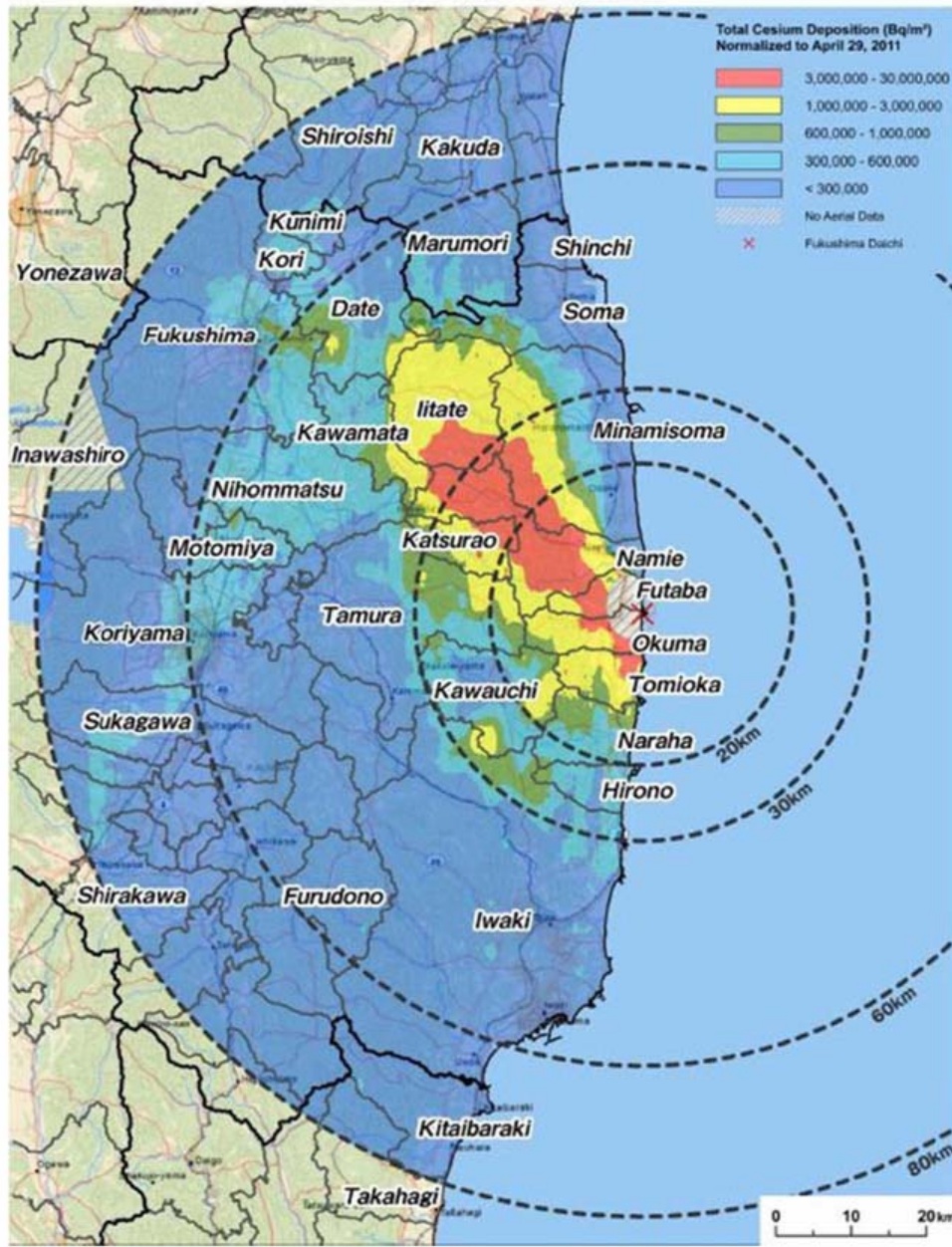


Gemessene Dosisleistung der Anlage Fukushima Daiichi an ausgewählten Messpunkten Daten des Betreibers TEPCO



Aerial Measuring Results

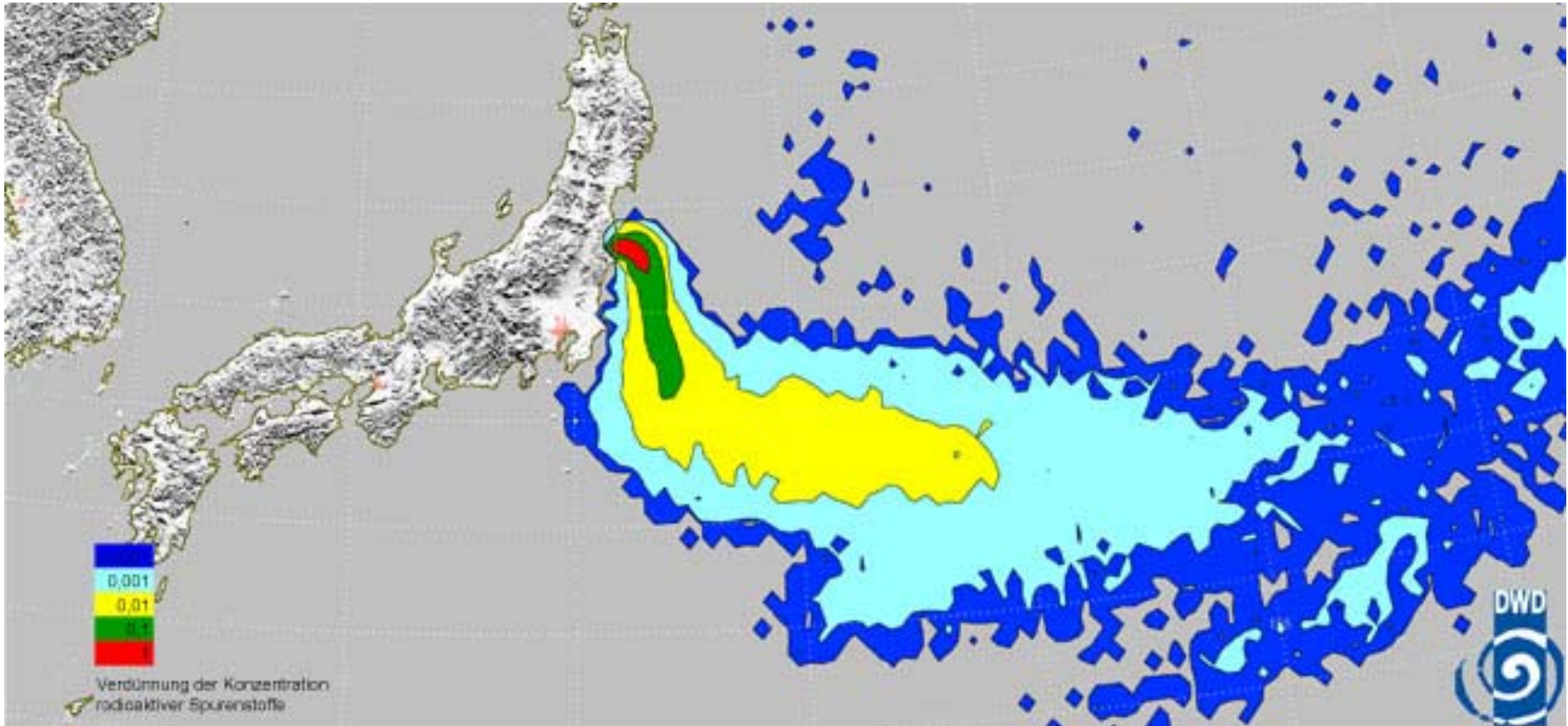
Joint US / Japan Survey Data





ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER

ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“



Gesundheitsfolgen

Tschernobyl 1986

- 2 Tote (Explosion)
- **28** Tote (akute Verstrahlungen)
- 1 Toter (Herzversagen)
- Ca. 5200 Fälle Schilddrüsenkrebs
- Mind. 5000 weitere Krebserkrankungen

Fukushima 2011

- Keine akute Verstrahlungen
- 2 Tote (Tsunami)
- 1 Toter (Herzversagen)
- Langfristige Folgen als niedrig eingeschätzt, noch unbekannt

9. Maßnahmen

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011





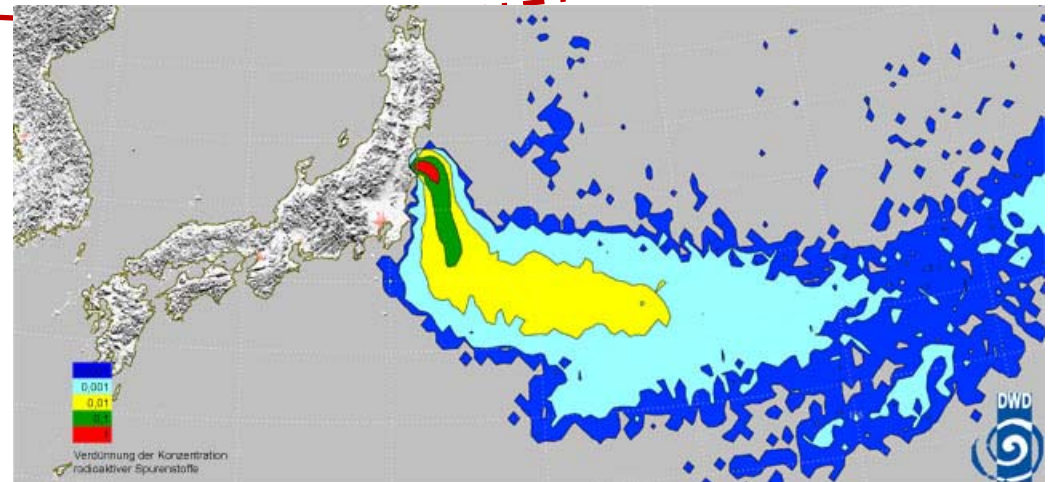
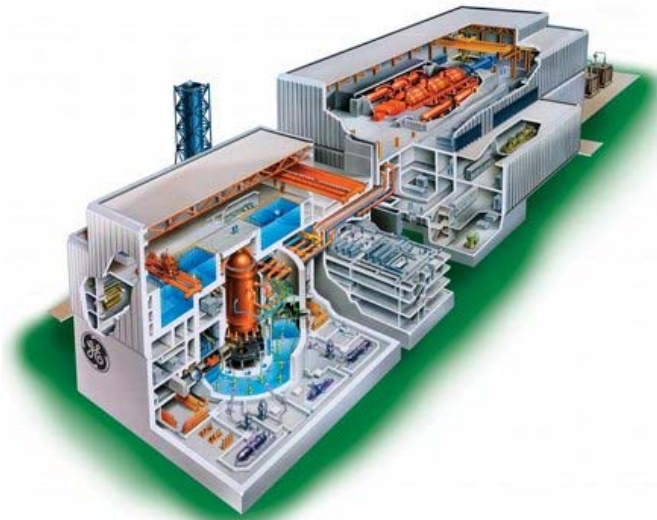
Zwei „Probleme“

Reaktorzustand

Reaktorzustand

Fallout & Kühlwasser

Fallout & Kühlwasser



Kernprobleme

Tschernobyl 1986



Fukushima 2011

- Hauptproblem: Eindämmung der Freisetzung /offener Reaktor
- 400.000 Liquidatoren
– „Dekontamination“

- Hauptproblem: **Kühlung** der (beschädigten) Brennelemente, Beseitigung kontaminierten Kühlwassers
- Ca. 400 Freiwillige



Evakuierung

Tschernobyl 1986



Fukushima 2011

- Nach 2 Tagen
 - Pripyat während Durchzug der Wolke
- Ca. 250.000 Personen
- Sofort (1, 2, 10, 20, 30 km)
- Ca. 150.000 Personen



Logistische Challenge:

- Transport
- Unterkunft
- Versorgung
- soziale Folgen



Medizinische Sofortmaßnahmen

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

Nein



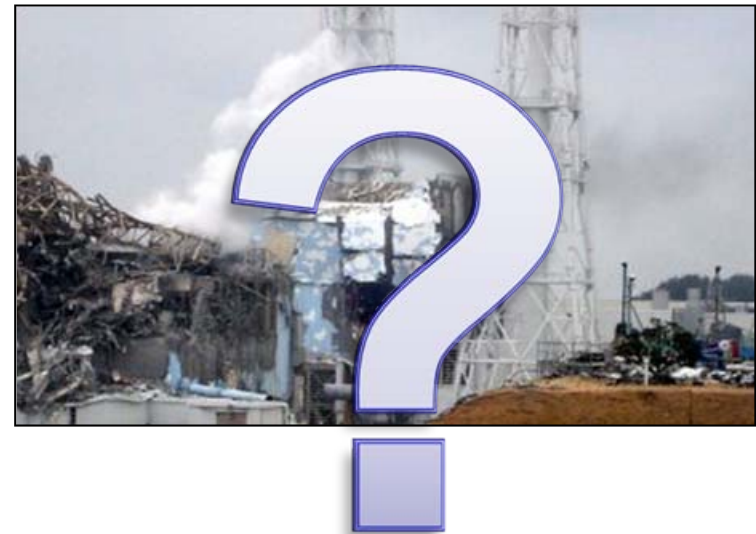
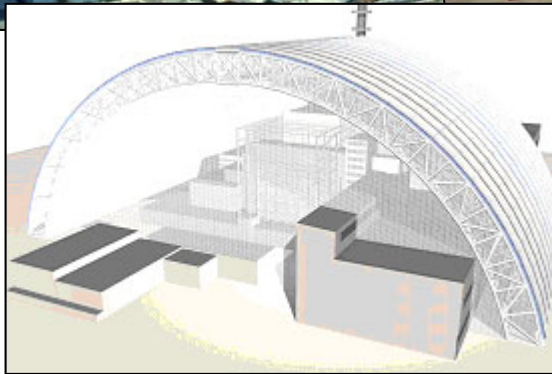
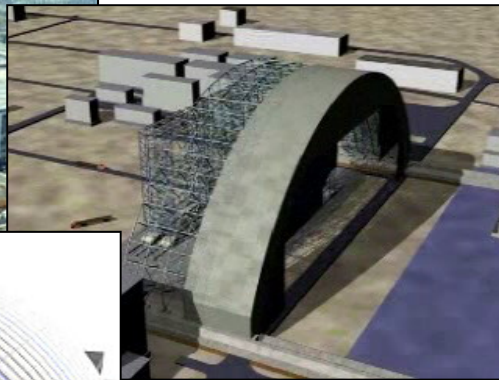
Sofort

Langfristige Planung

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

- Sarkophag (T: New Safe Containment)



10. Auswirkungen auf Österreich

Tschernobyl 1986

Fukushima 2011

- Fallout in Österreich, Mittel- und Nordeuropa etwa 1/100 von Tschernobyl-Umgebung
- Mittlere Strahlenbelastung ca. 4,6 mSv/a
- 1986-1996 gesamt 0,6 mSv von Tschernobyl; dzt. < 0,002 mSv/a (< 0,1 %)
- Strahlenschutzmaßnahmen
- Diskussion um Kernenergie
- Als gering eingeschätzt



Erfahrungen vor Ort

- Standortsicherheit für KKW (Erdbebenzone; Meereslage)
- Risikoanalysen vs. Bauweise
- Abstand zwischen Reaktorgebäuden
- Sicherheit der Eigenstromversorgung
- Kontrollsysteme bei Stromausfall
- KKW-Personal = front line personal



ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER
ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“



Erfahrungen Maßnahmen

- Evakuierung in der richtigen Phase (Wolkendurchzug)
- „Atomalarm“ rechtzeitig
- Kaliumjodidprophylaxe rechtzeitig
- Reaktorkühlung von außen
- ABC-Schutzausrüstung



ÖSTERREICHISCHES BUNDESHEER
ABC-Abwehrschule „Lise Meitner“



**Danke für
Ihre
Aufmerksamkeit!**

