

Fukushima - Umgang mit der Katastrophe

5 Jahre danach - Gefahren und Herausforderungen

Dr. Christoph Pistner
Bessunger Knabenschule

Darmstadt, 03.03.2016



Übersicht

- 1 Übersicht
- 2 Der Unfall
- 3 Die Reaktoren heute
- 4 Kontinuierliche Kühlung
- 5 Das Grundwasserproblem
- 6 Die Unfallfolgen
- 7 Fazit

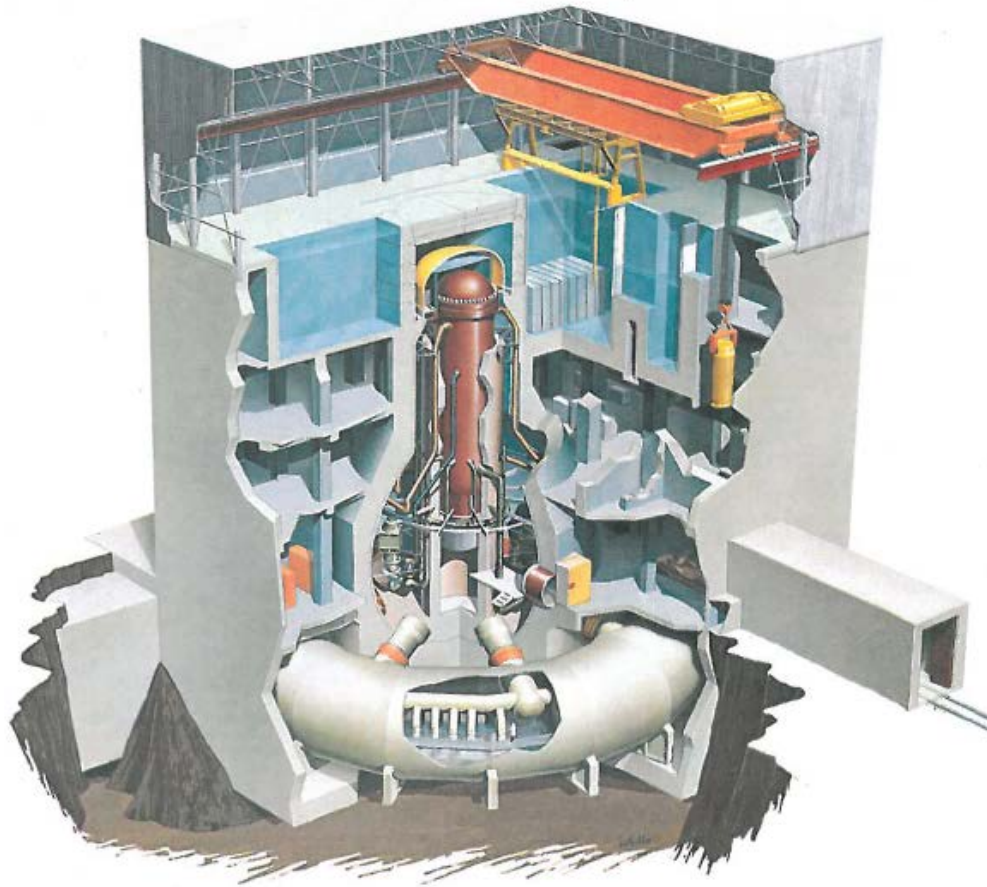
2

Der Unfall

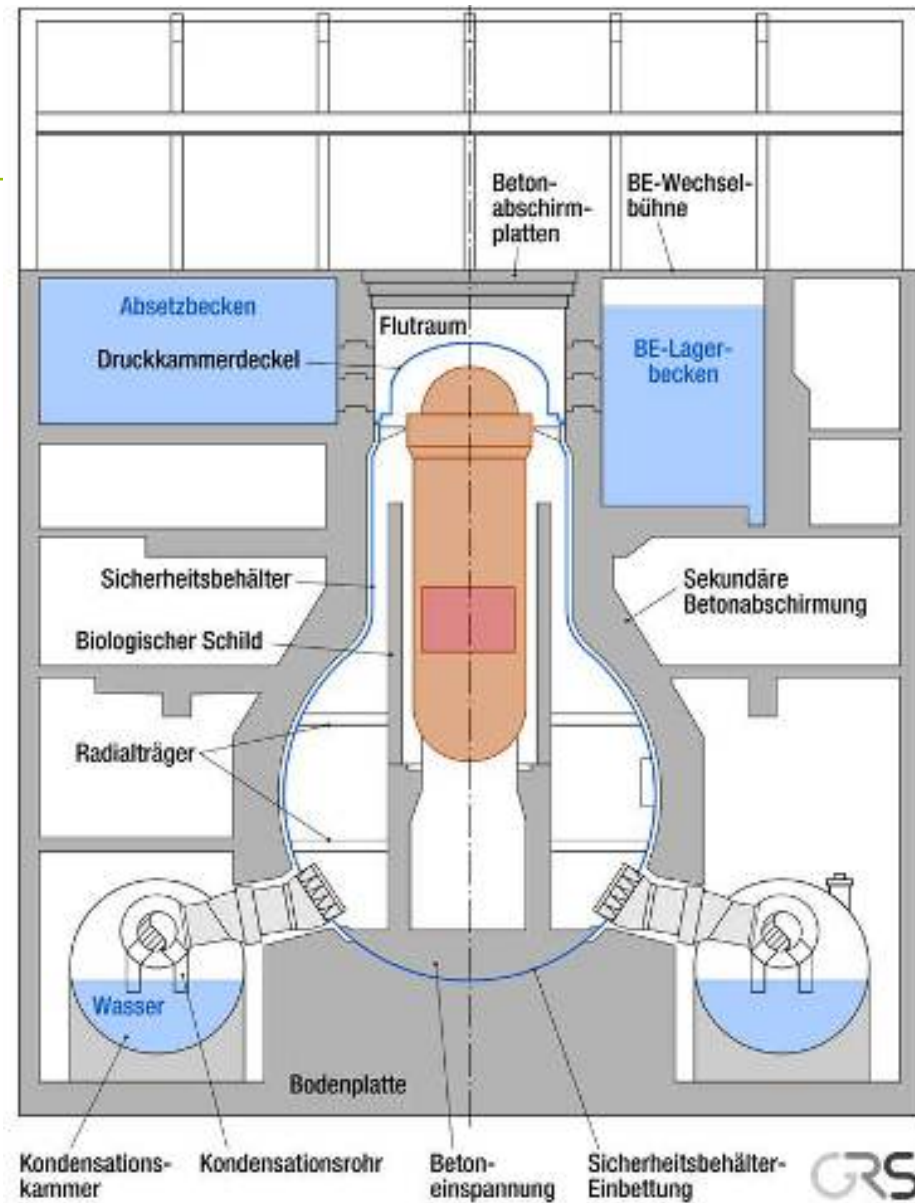
Fukushima Daiichi



Fukushima Daiichi



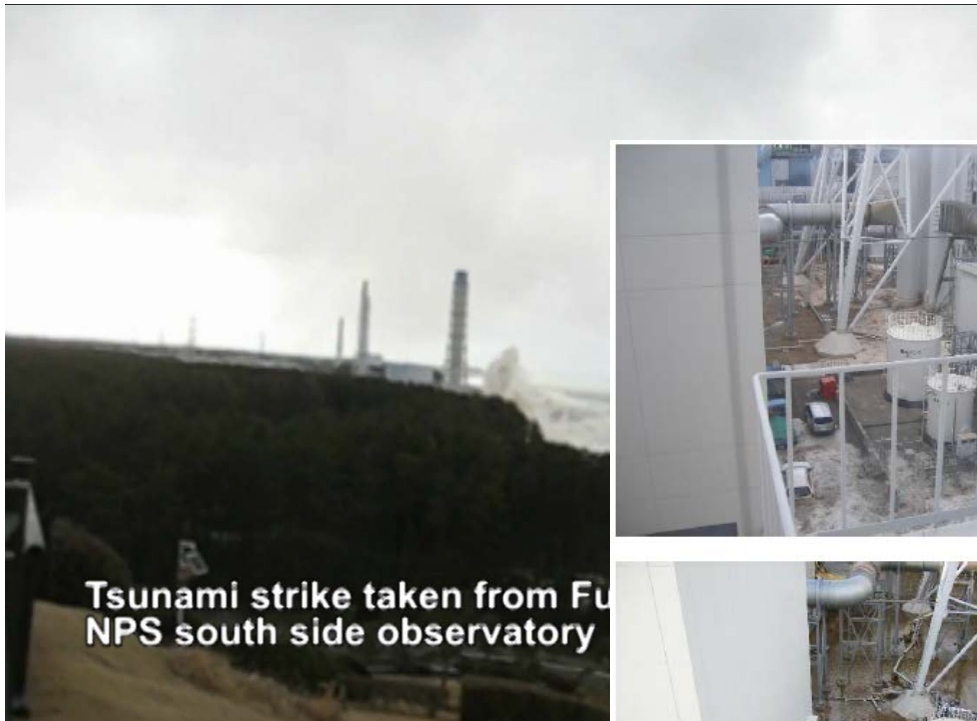
Fukushima Daiichi



Erdbeben: Zerstörung der Infrastruktur



Tsunami: totaler Station Blackout



Fukushima Daiichi, März 2011

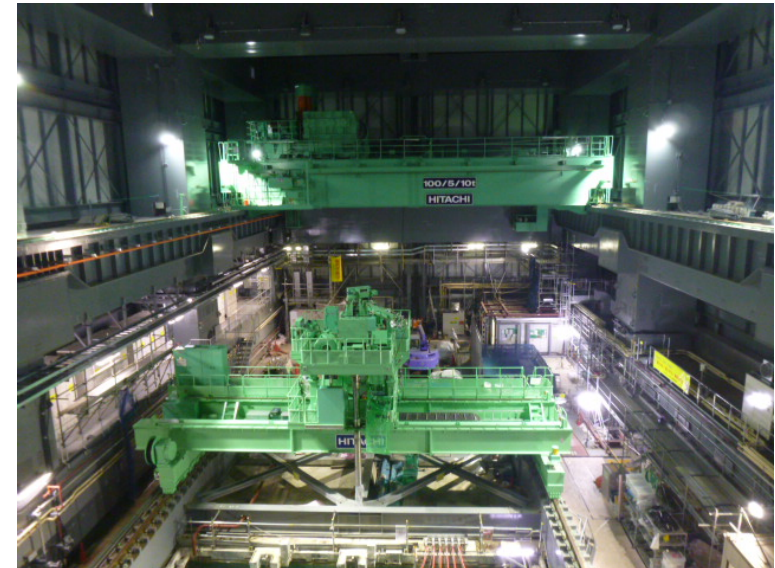


2

Die Reaktoren heute

Bergung Brennelemente Block 4

- Block 4:
 - Gerüst und Einhausung zur BE-Entladung aufgebaut
 - mit Stand 22.12.2014 alle BE aus Block 4 geborgen

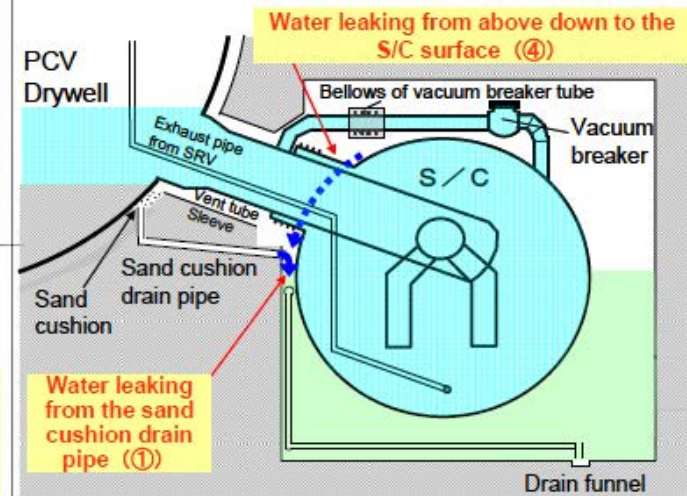
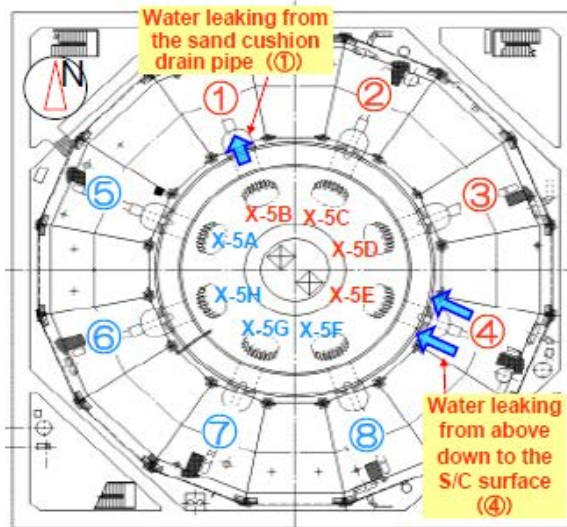
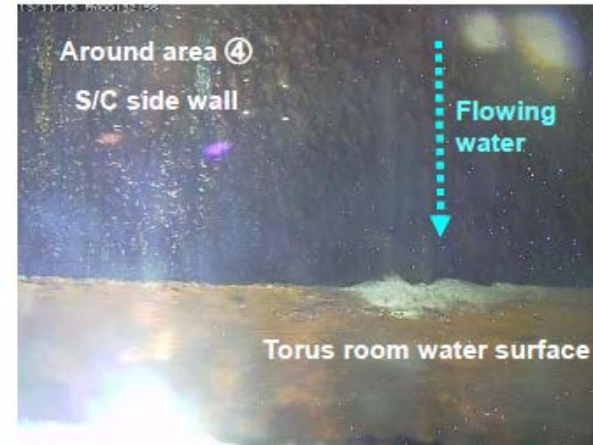
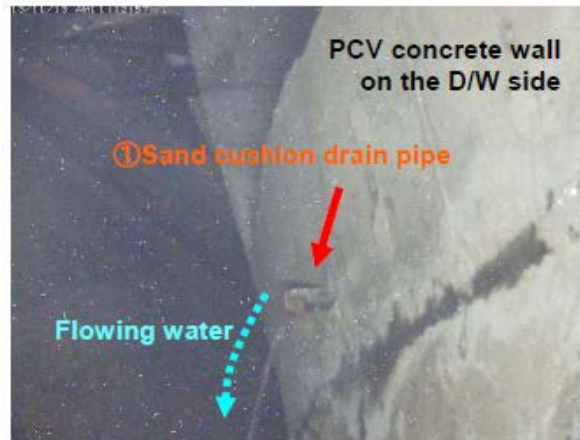


Einhausung Block 1



- Block 1:
 - In 2011: Einhausung
 - Reduzierung Freisetzung
 - Reduzierung Eindringen von Wasser
 - Gegenwärtig Öffnen der Einhausung um Brennelemente aus BE-Becken zu bergen
 - Myonen-Detektion des Reaktorkerns: schwerer Kernschaden

Leckagen am Sicherheitsbehälter Block 1



Block 2

- Block 2:
 - In 2011: keine Wasserstoffexplosion in Block 2
 - Reaktorgebäude weitgehend intakt, jedoch hohe Freisetzungen, daher nach wie vor kein (bzw. nur extrem kurzzeitiger) Zugang möglich
 - Abbau des 5. Stocks geplant, um Brennelemente aus BE-Becken bergen zu können

Zustand Sicherheitsbehälter Block 2 unklar

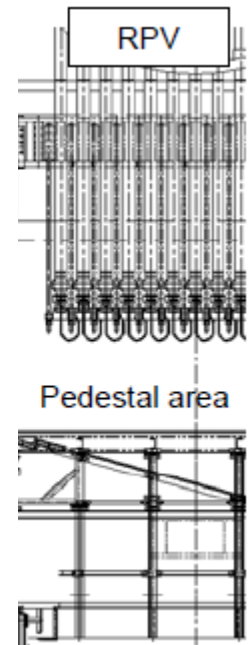
Penetration
X-53
(OP1249)

Guide pipe

Grating (



(Reference information)
Pedestal opening of Unit-5



Trümmerbeseitigung Block 3

- Block 3:
 - Beseitigung der Trümmer 5. Geschoss Ende 2013 abgeschlossen



Block 3

- Block 3:
 - Aufbau Krangerüst und Überdachung wie in Block 4
 - Bergung Brennelemente aus BE-Becken ab ca. 2017 geplant (vgl. Block 4)

Heutiger Zustand

- Zerstörte Reaktorkerne in den Blöcken 1 bis 3:
 - Block 1 sehr weitgehend, Blöcke 2 und 3 nach wie vor unklar
- Ort und Zustand der Reaktorkerne weitgehend unbekannt
- Reaktordruckbehälter Block 1-3 beschädigt
- Sicherheitsbehälter Block 1 und 3 undicht, bei Block 2 unklare Leckage
- Kontinuierliche Kühlmiteileinspeisung weiterhin erforderlich
- Große Mengen hochkontaminiertes Kühlmittel in Kellerräumen
- Kühlung im offenen Kreislaufbetrieb:
ständiger Neuankunft kontaminierten Wassers
- 150,000 m² Geländeoberfläche betoniert

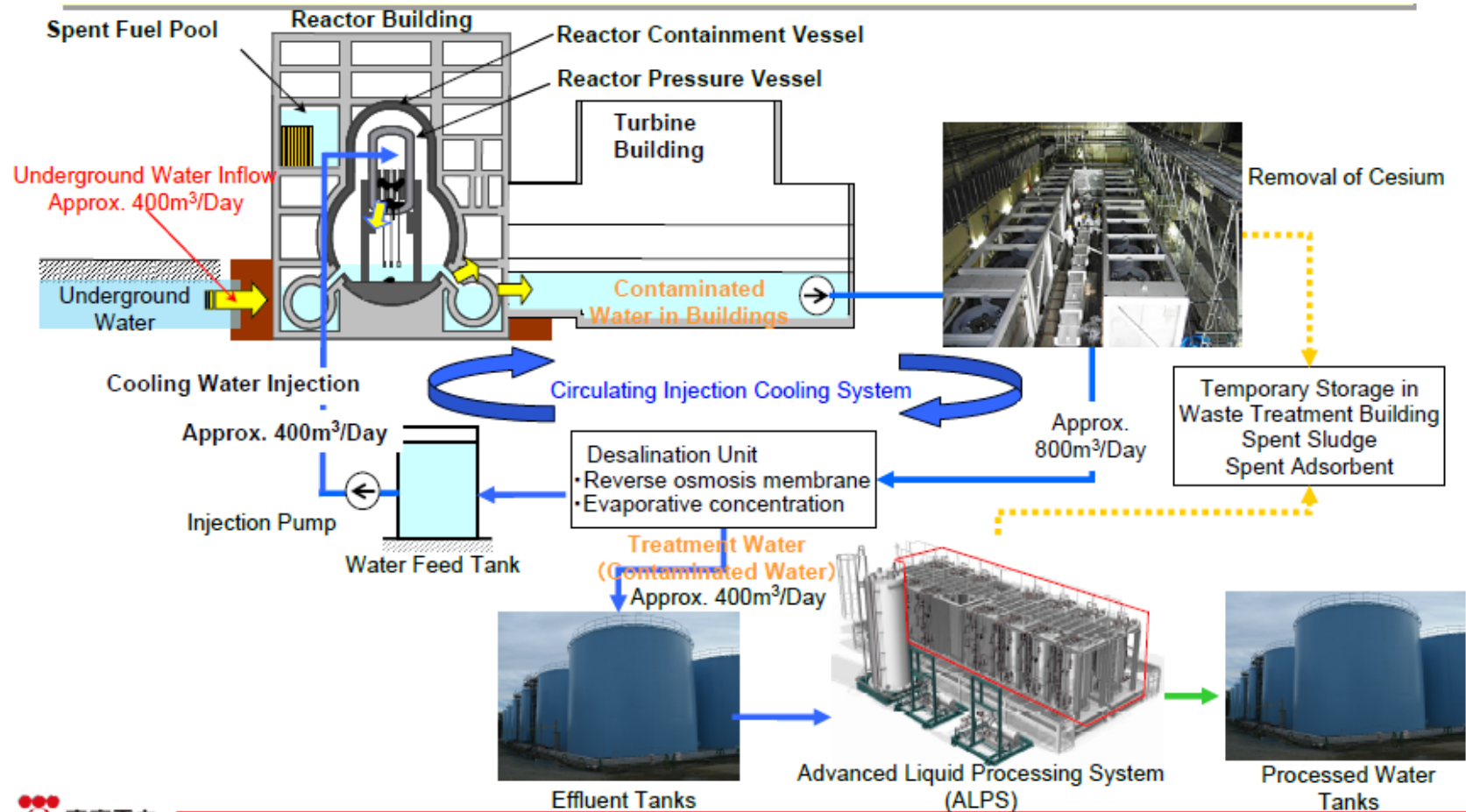
Nächste Schritte

- Weiteres Stabilisieren der Gebäude
 - Notwendig wegen Freisetzungsgefahr bei Einsturz/Verlust der Beckenintegrität
- Bergung des Brennstoffs aus den Lagerbecken (10 Jahre oder mehr)
 - Reparaturen und Dekontamination der Reaktorgebäude, Errichten Krananlagen
 - Bergung aus BE-Becken Block 3 als nächster Schritt
- Bergung des Brennstoffs aus den RDBs (ca. 30-40 Jahre)
 - Reparaturen der Sicherheitsbehälter
 - Fluten der Sicherheitsbehälter mit Wasser
 - Öffnen Sicherheitsbehälter und Reaktordruckbehälter
 - Verpacken des Brennstoffs in Behälter

4

Kontinuierliche Kühlung

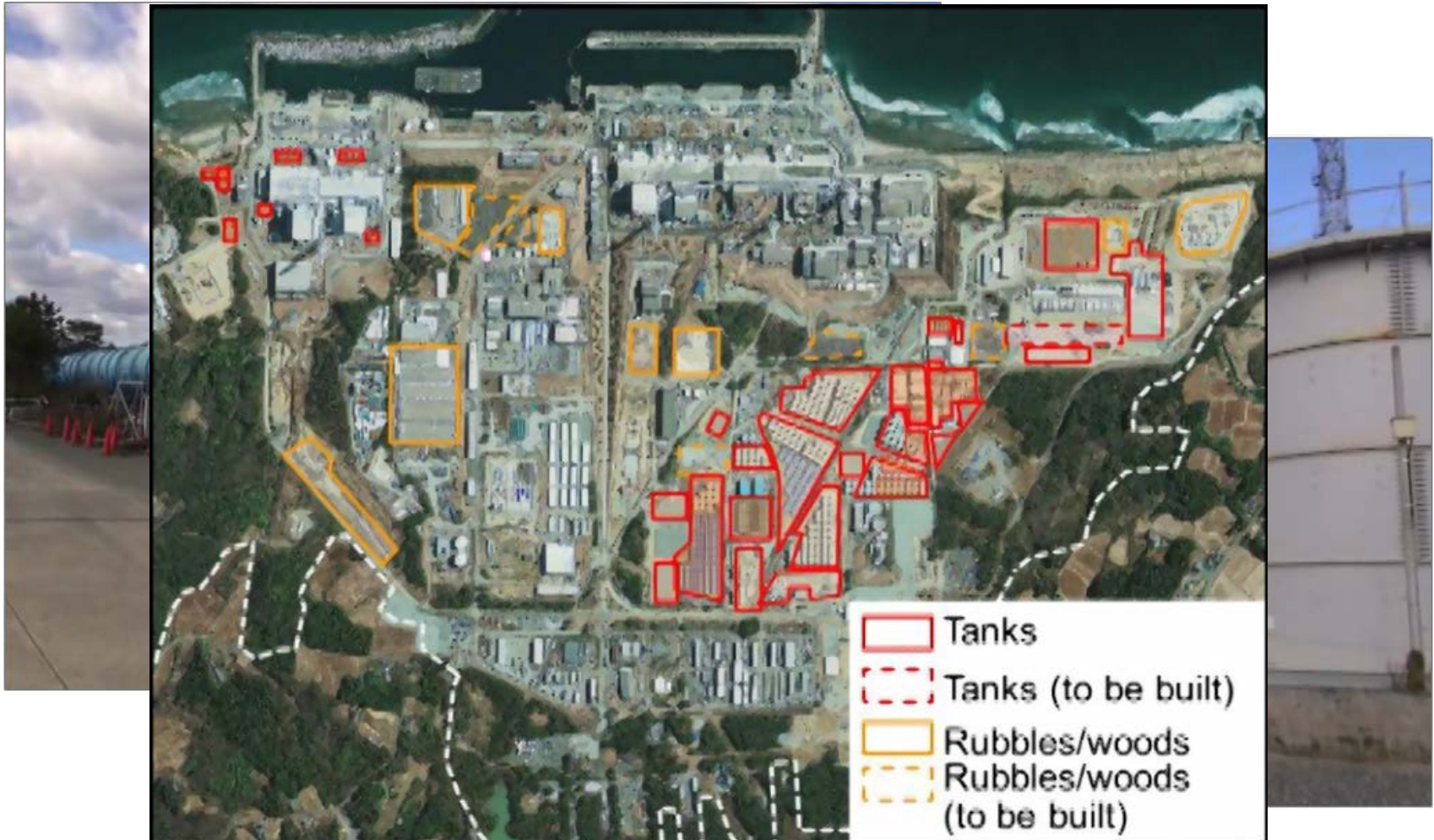
Kühlung und Wasserkreislauf I



Kühlung und Wasserkreislauf II - Stand Mai 2015

- Tägliche Wassermenge zur Kühlung der Reaktoren:
 - 315 m³
- Wasservolumen in den Untergeschossen Block 1-4
 - 62.500 m³
- Behandelte Wassermenge seit 11.03.2011
 - > 1.200.000 m³
- Auf dem Gelände gelagertes kontaminiertes Wasser
 - ca. 626.000 m³ (davon ca. 181.540 m³ Strontium-gereinigt, 444.460 m³ ALPS gereinigt)
- Länge des Rohrleitungssystems
 - ca. 3 km

Lagerproblematik



Lagerproblematik

- Einfach zusammengeschraubte Tanks zur Behebung des Wassernotstands, Plastikleitungen, ungeeignete Leckageüberwachung
- wären in anderen Bereichen sicherheitstechnisch unzulässig
- Häufige Leckagen mit Austritten radioaktiver Flüssigkeiten, dabei auch INES-3 Ereignisse („serious incident“)
- Teils keine Auffangeinrichtungen gegen Leckagen, Beton rissig, Abfluss in Rinnen oder direkt in den Boden
- Gegenwärtig
 - Neuaufbau der Wasserlagerung nach Stand von Wissenschaft und Technik: geschweißte Tanks mit Füllstandüberwachung

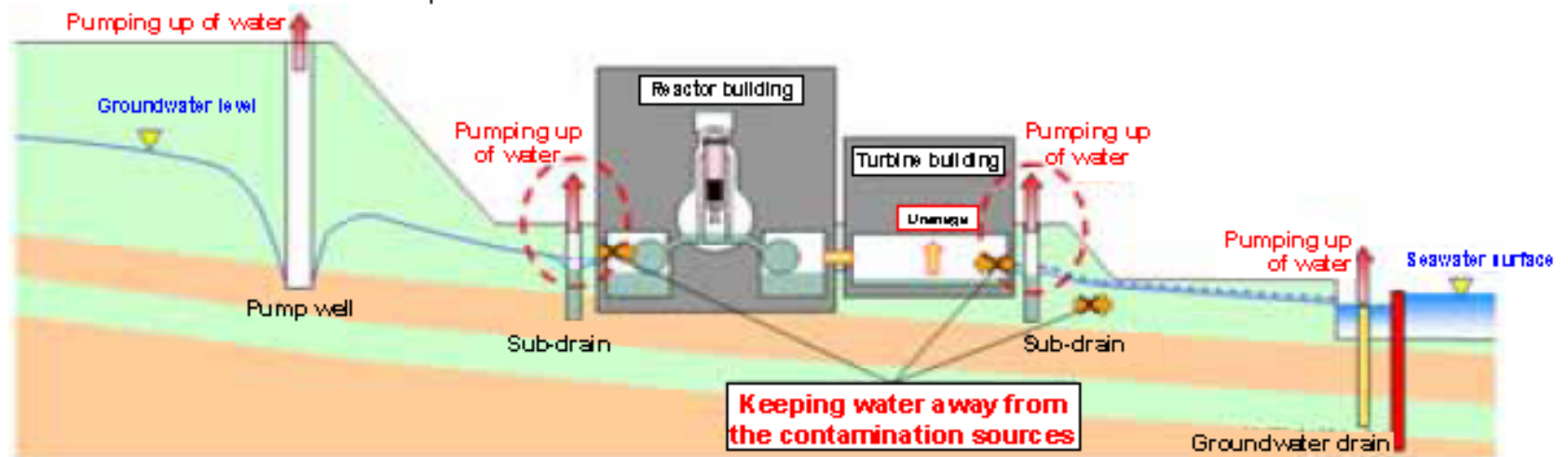
Lagerproblematik

- Die Anlagen zur Cs- und Sr-Entfernung laufen
- Neue Anlagen (ALPS) zur Abtrennung weiterer Nuklide (insb. Sr) mittlerweile stabil
- Aber: Mit einer Freigabe gereinigter Wässer zur Einleitung in das Meer ist aufgrund Widerstand der Bevölkerung nicht zu rechnen
- Langfristig:
 - Kann ernstes Glaubwürdigkeitsproblem bei Meereseinleitung überwunden werden?
 - Kann Technologie zur Tritiumabtrennung entwickelt werden??
 - Sonst einzig gesellschaftlich akzeptierte Technik: Verfestigung mit Zement und Endlagerung in oberflächennahem Lager mit technischen Barrieren und administrativer Kontrolle über längere Zeiträume (mehrere 100 Jahre)

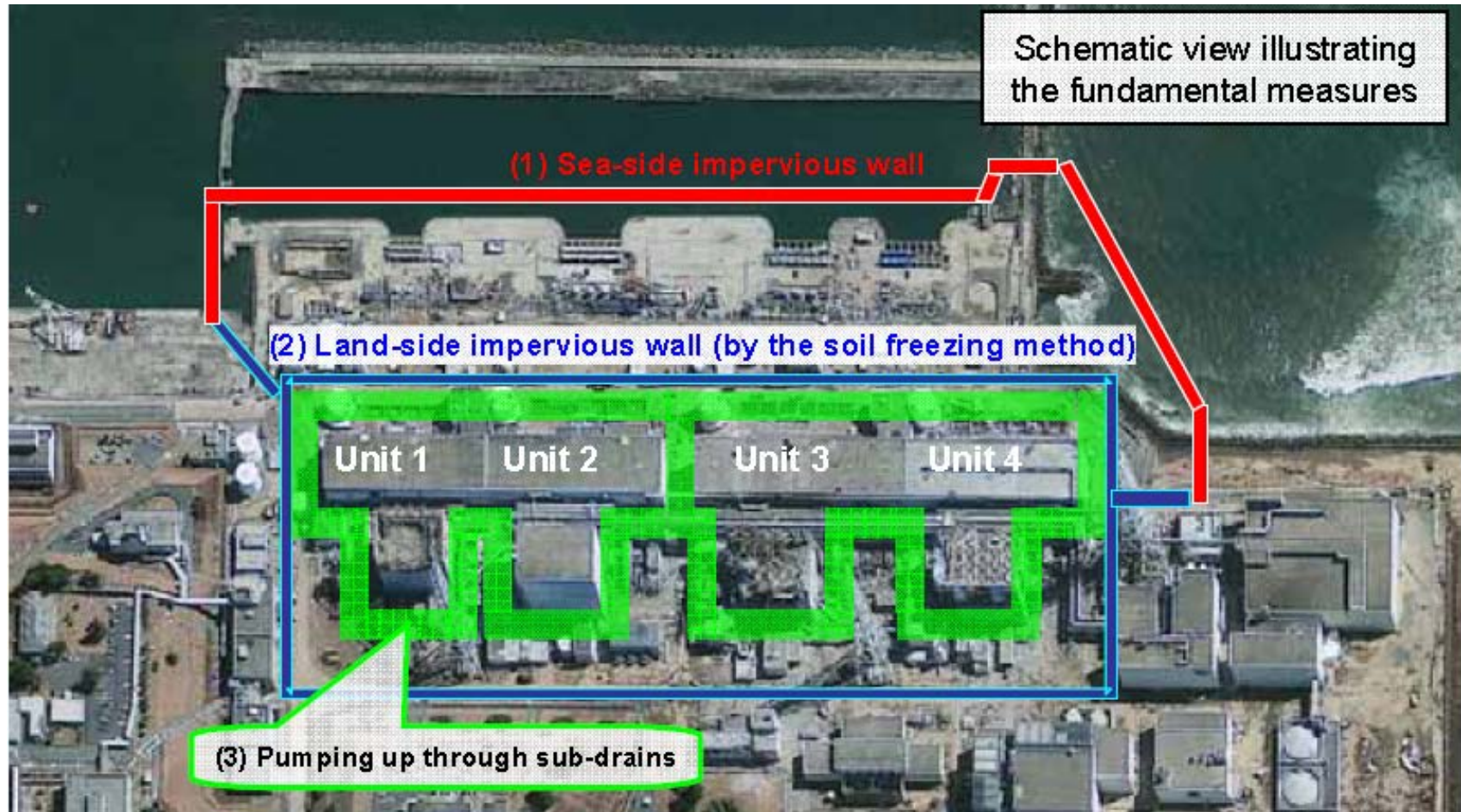
5

Das Grundwasserproblem

Grundwasserproblematik I



Grundwasserproblematik



Grundwasserproblematik II

- Aufbau von Brunnen und Abpumpen von zuströmendem Wasser
- Spundwand zur Meerseite
- Errichtung einer unterirdischen „Eiswand“
 - 1500 m Länge rund um die Reaktorgebäude
 - 30 m tiefe Bohrungen
 - Fertigstellung Februar 2016 – Inbetriebnahme wird noch kontrovers mit Aufsichtsbehörde diskutiert
- Vorhandene Kontaminationen im Grundwasser beobachten (TEPCO-Überwachung derzeit ausreichend)
- Dringend: Maßnahmen zur Eindämmung von Quelltermen
 - Trockenlegung der Keller (wie kommt das Wasser dort hin?, Abstellen der Versickerungswege, etc.)

6

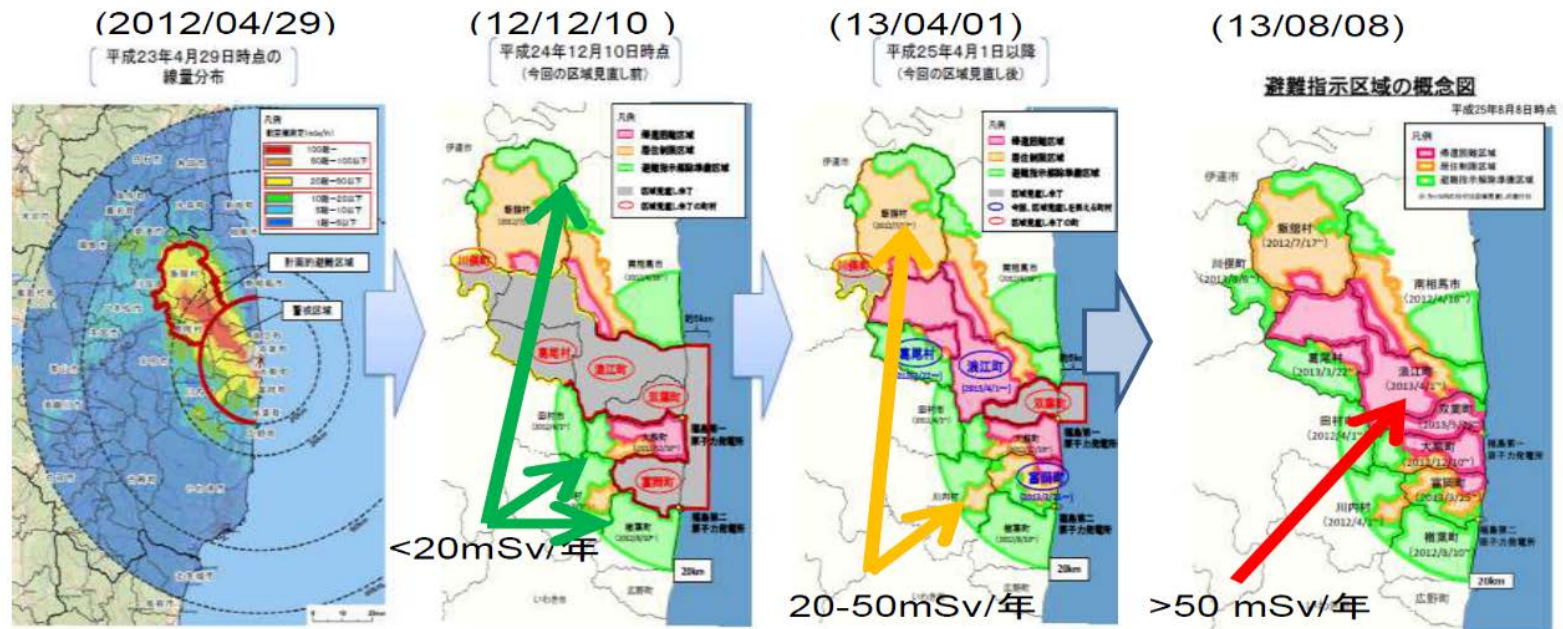
Die Unfallfolgen

Unfallfolgen – Evakuierung, provisorische Unterbringung

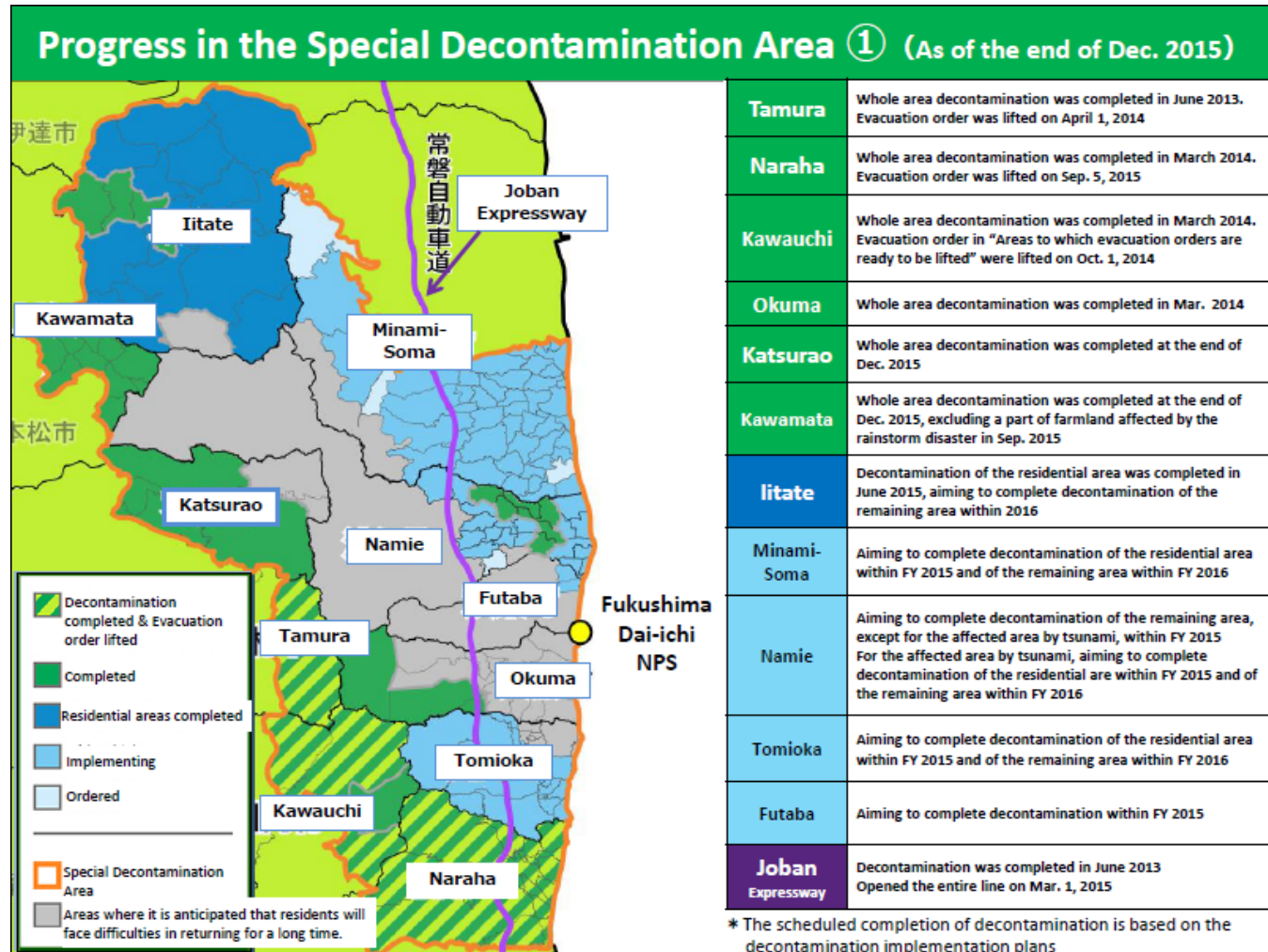


Unfallfolgen - Wiederbesiedlungsdosisziele

- Zone grün < 20 mSv/a: ohne zwingende Auflagen
- Zone gelb 20 – 50 mSv/a: Dekontmaßnahmen
- Zone rot > 50 mSv/a: Nicht wiederbesiedelbar



Unfallfolgen – Wiederbesiedlung Status



Unfallfolgen - Was bedeutet 20 mSv/a Dosisziel?

- ca. 7-fach höher als durchschnittliche natürliche Hintergrundbelastung von ca. 3 mSv/a
 - Bislang gültiger Dosisgrenzwert für Beruflich Strahlenexponierte
 - Risiko ca. 1 : 1000 für ernsten Gesundheitsschaden (gegenüber 1 : 20.000 bei 1 mSv/a)
 - Beispiel:
 - Es kehren 50.000 Personen zurück
 - jeder erhält tatsächlich 20 mSv/a
 - Kollektivdosis = 1.000 man·Sv/a
 - Anzahl akzeptierte Schäden (Umrechnung nach ICRP) = 56 Fälle pro Jahr
- Rückkehr kann nicht als schadlos betrachtet werden

Cleanup I



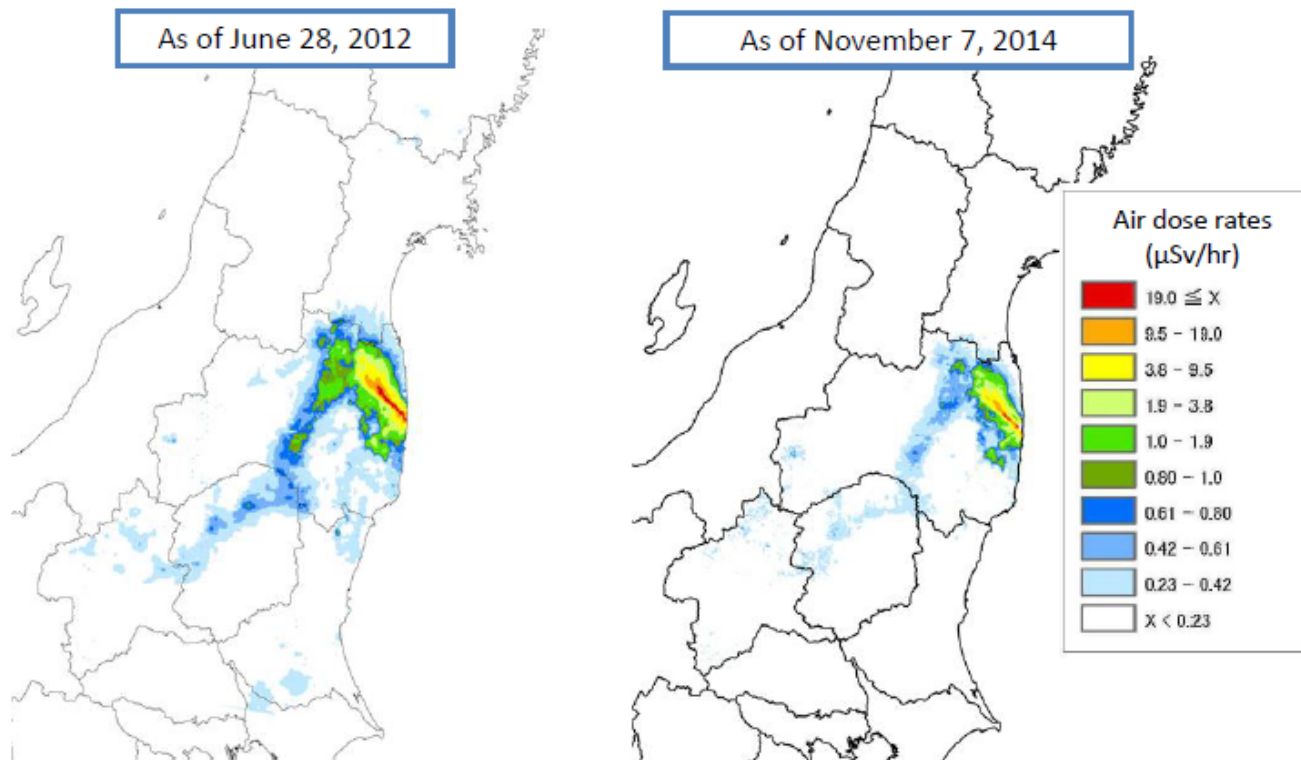
Cleanup II

- Bei glatten und abwaschbaren Flächen:
 - Reduzierung auf 10 bis 20% möglich
 - Verlagerung der Kontamination in das Waschwasser
- Bei rauen Oberflächen tiefgreifender Oberflächenabtrag
→ erheblicher Abfallanfall, erfordert Deponierung
- Kontamination extrem unterschiedlich verteilt, daher extrem hohe Messdichte erforderlich
- Erreichung des Dosiszielwerts im Einzelfall nicht garantierbar
→ Personen mit noch höherem individuellem Risiko zu beaufschlagen muss in Kauf genommen werden
- Langfristig erneute Kontamination aus nicht dekontaminierten Gebieten?

Cleanup III

- Ziel: < 1 mSv zusätzl. Dosis $\rightarrow$ Ortsdosisleistung kleiner $0,23 \mu\text{Sv/h}$

The air dose rates have been decreasing by decontamination work and radioactive decay.



Cleanup - Umsetzung



Cleanup - Umsetzung



Wiping off rooftop and walls



Wiping off a gutter



High pressure water cleaning of a drain pipe



High pressure water cleaning of paved road



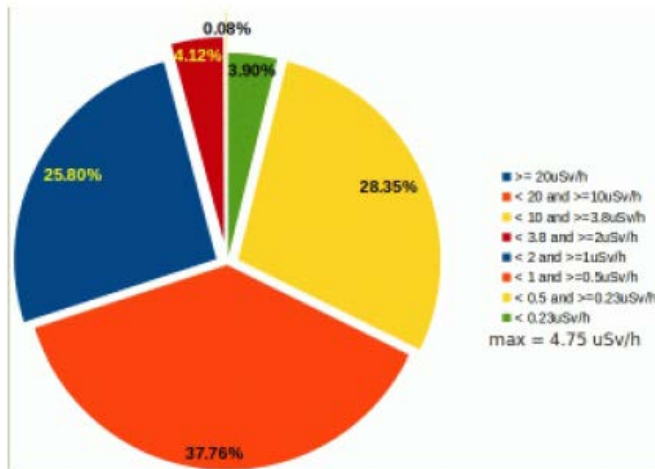
Mowing and removal of sludge



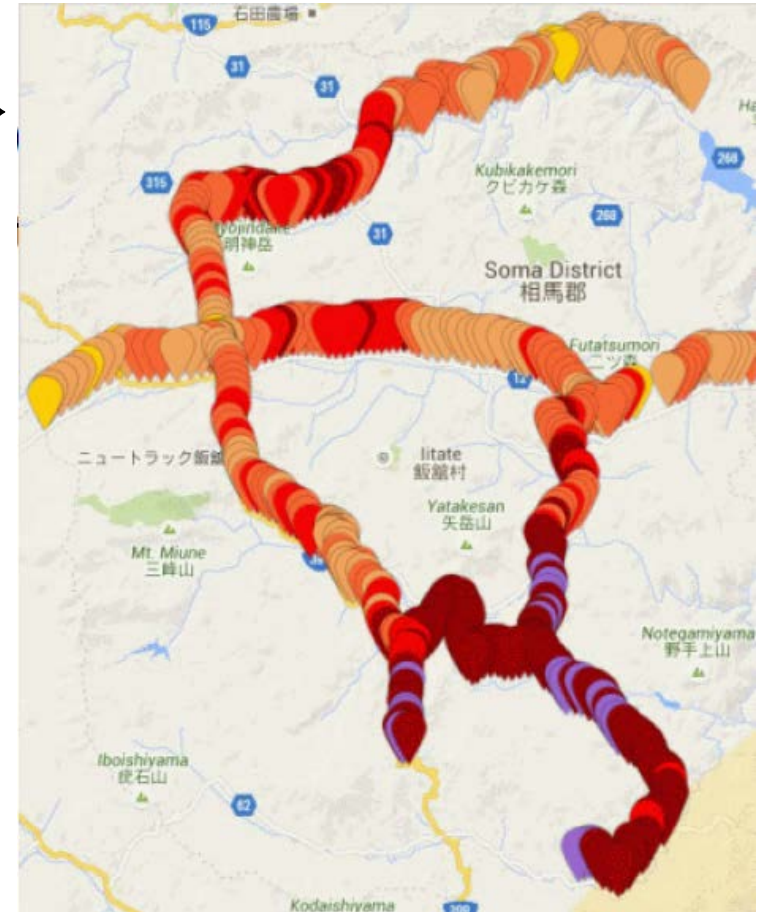
Removal of crushed stones and topsoil, and covering with clean soil

Cleanup IV

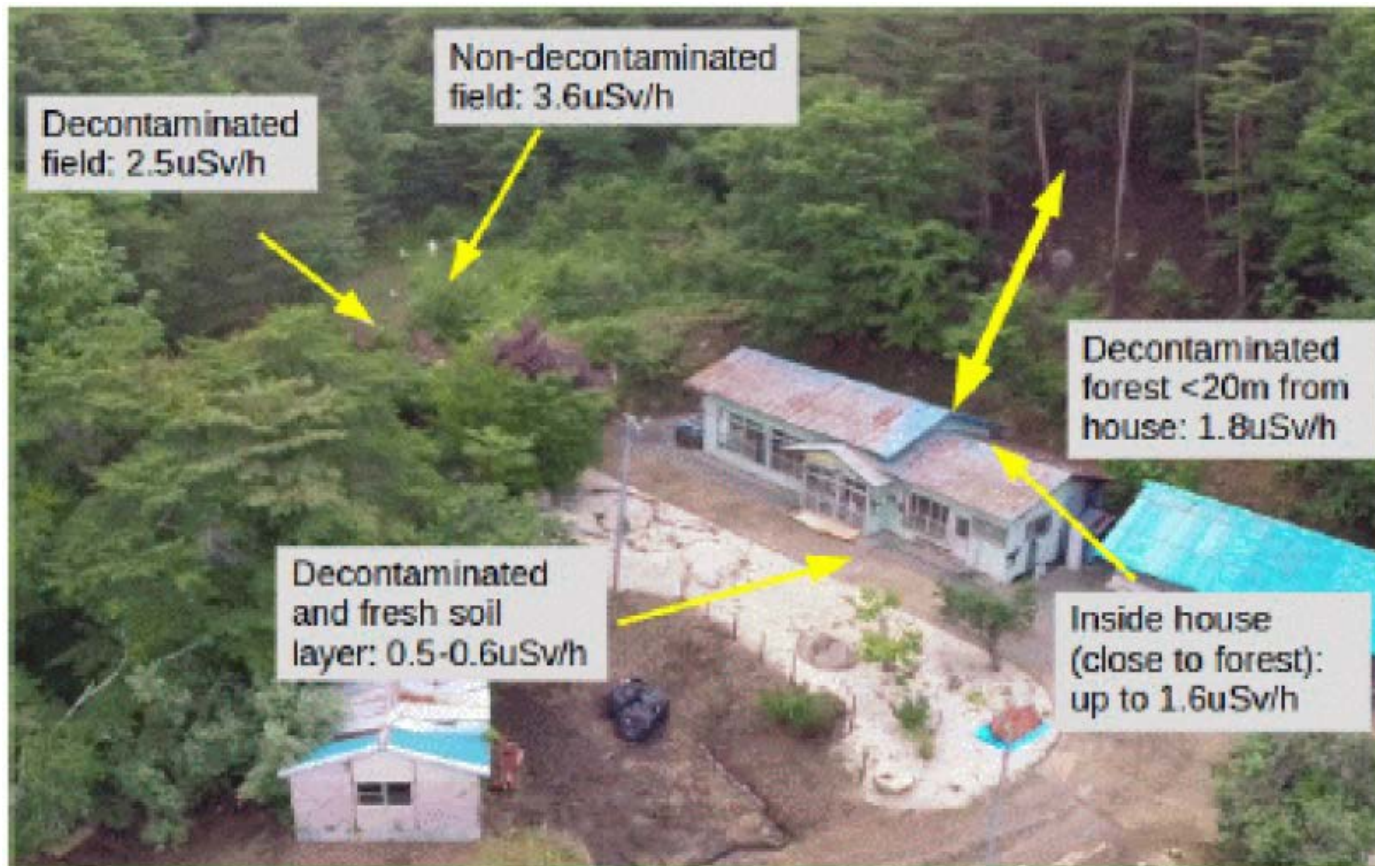
- Ziel: max. 1 mSv zusätzliche Dosis → Ortsdosisleistung kleiner 0,23 $\mu\text{Sv/h}$
- Greenpeace Messungen 7.4.2015



uSv/h	no. of points	% of points	mSv/y (japan govt)
no. points ≥ 0.23	11299	96%	≥ 1 mSv/y
no. points ≥ 0.5	7966	68%	≥ 3 mSv/y
no. points ≥ 1	3526	30%	≥ 5 mSv/y
no. points ≥ 2	493	4%	≥ 10 mSv/y
no. points ≥ 3.8	9	0%	≥ 20 mSv/y
no. points ≥ 10	0	0%	≥ 52 mSv/y
no. points ≥ 20	0	0%	≥ 105 mSv/y

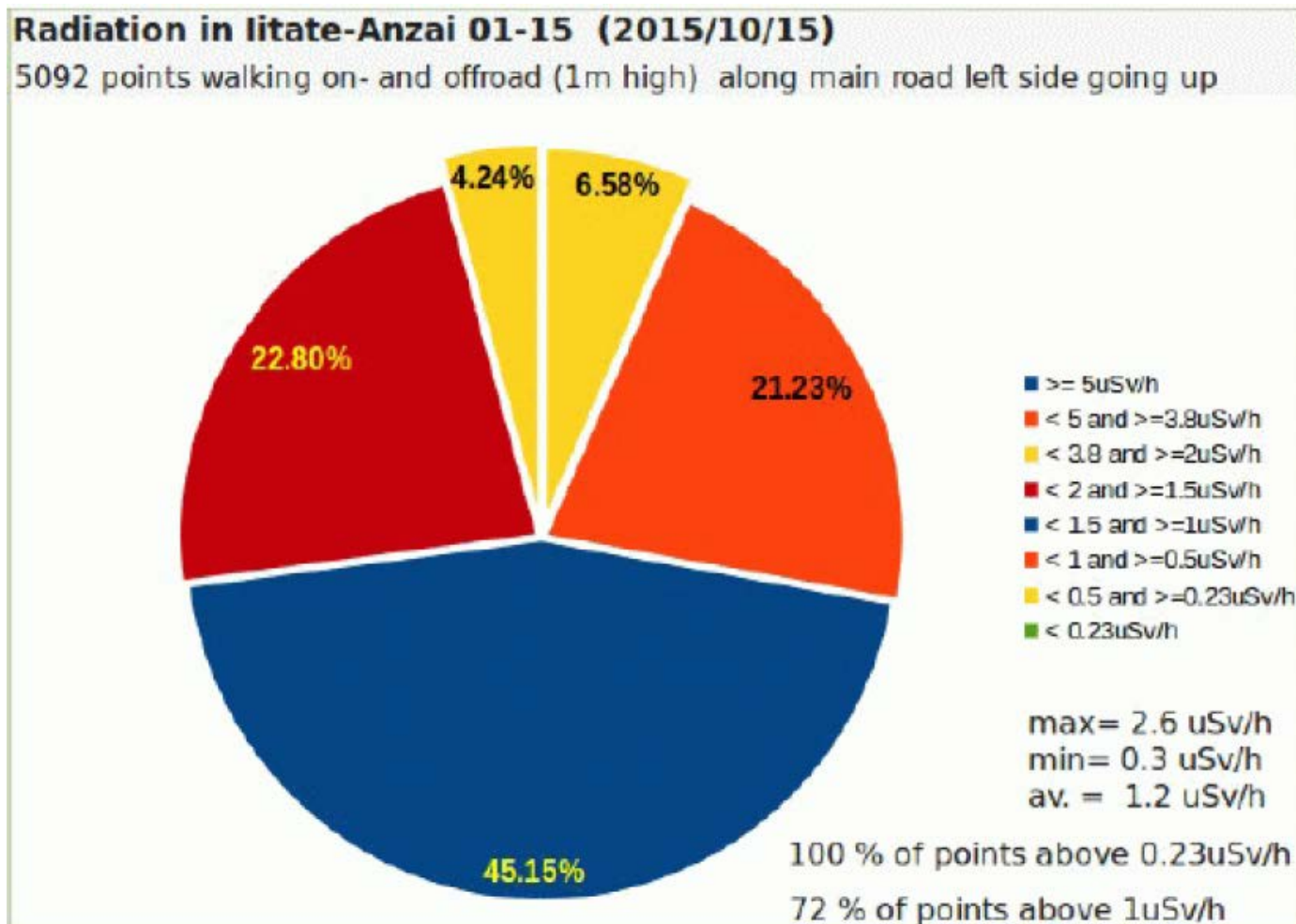


Cleanup V



Farmhouse South east litate, Greenpeace investigation July 2015 (c) Greenpeace

Cleanup VI



7

Fazit

Fazit

Naoto Kan (ehem. Japanischer Premierminister)
Foreign Affairs, 08.03.2012:

“I have thought very hard about the types of safety measures necessary to prevent any such disaster from happening again. However, when one weighs these measures against the tremendous risks, it is clear that no amount of precautions will make a country completely safe from nuclear energy. I have reached the conclusion, therefore, that the only option is to promote a society free of nuclear power.”