

Das deutsche Fukushima-Desaster

Medien-Tsunami und Polit-GAU verwüsten die Stromversorgung

Klaus Ermecke

Einführung

Naht eine Wahl, zittern Politiker. Und Anfang 2011 zitterten Union und FDP vor den Landtagswahlen in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz (27. März). Ein Wahlkampfthema: die kurz zuvor beschlossene Laufzeitverlängerung für die Kernkraftwerke.

Da erschütterte am 11. März ein Erdbeben Japan – mit der gewaltigen Magnitude 9,0. Es verursachte einen Tsunami an der Nordostküste der Hauptinsel Honshu. 561 Quadratkilometer Land wurden überflutet, 810.000 Gebäude zerstört oder beschädigt ¹⁾. 20.444 Menschen starben oder werden vermißt.

Die Flutwellen ergossen sich auch in mehrere Kernkraftwerke, darunter die von der Tokyo Electric Power Company (TEPCO) betriebenen Fukushima I und II (Abb. 2 und 10) ³⁾. Das Kraftwerk I wurde stark beschädigt. In 4 der 6 Reaktorgebäude kam es in den Tagen darauf vor laufenden Fernsehkameras zu Explosionen. Radioaktive Stoffe traten aus. Grenzwerte wurden überschritten.

Die Folge war Angst. Angst vor Strahlung, Angst vor „Atomkraft“. Aber die entstand weniger in Japan, wo zu dem Zeitpunkt die Anwohner bereits vorausschauend evakuiert worden waren, und alle angesichts der vielen realen Opfer und der Hunderttausenden von Obdachlosen mit unmittelbaren Problemen beschäftigt waren. Nein, die Panik ergriff – 9.000 km entfernt – die Deutschen ⁴⁾.

Noch im Oktober 2010 hatte die schwarz-gelbe Bundesregierung im Bundestag eine Laufzeitverlängerung durchgesetzt und damit die Ausstiegsregelung von Rot-Grün über Bord geworfen. Jetzt folgte die 180-Grad-Wende: am 14.3., drei Tage nach der Naturkatastrophe, beschloß das Kabinett das vorläufige Ende der Kernenergie in Deutschland. Zunächst wurde es verpackt als „dreimonatiges Moratorium“. Innerhalb dieser Zeit sollte über die Konsequenzen aus den Ereignissen in Japan nachgedacht werden. ⁵⁾

Systematik

Standort Deutschland
Energiepolitik
Stromversorgung
„Atomangst“



Reparatur einer Hochspannungsanbindung am havarierten Kraftwerk. Mit ihrem Mut, Engagement und Können brachten die Männer vor Ort die Lage wieder unter Kontrolle. Ihnen widmen wir diese Arbeit.

Foto: TEPCO

Inhalt

Einführung	1
Analyse	3
Fazit	16
Empfehlungen	17
Endnoten	18
Quellen	41
KE Research	44



Abb. 2: Tsunami

Die Welle schlägt zu: zunächst läuft sie mit einer Höhe von 15m über den Wellenbrecher hinweg in das Vorgelände von Fukushima-I, um sich dann beim Auftreffen auf die massiven Turbinengebäude auf eine Höhe von 46 Metern aufzutürmen.

Zwei junge Arbeiter kamen im Kraftwerk in den Fluten ums Leben.

Foto: © TEPCO
www.mti.go.jp/english/earthquake/nuclear/japan-challenges/pdf/japan-challenges_a.pdf

Aber das erwies sich als Farce: schon kurz darauf traten in Union und FDP Politiker in Aktion, um ihre Parteien einzuschwören: auf „Ausstieg“ - bedingungslos. ⁶⁾ Am 29. Mai bestätigte das Kabinett auch formell die Abschaffung der Kernenergie in Deutschland - vorläufig - bis 2022. Im Juli wurde das Atomgesetz geändert. ⁷⁾

Über die Bevölkerung ergoß sich derweil ein wahrer „Medien-Tsunami“! Die Ereignisse in Japan wurden zur „Atomkatastrophe“ erklärt ⁸⁾ und mit dem völlig andersartigen und viel schwerwiegenderen Unglück von Tschernobyl auf eine Stufe gestellt (vgl. Kasten S. 12 und Abb. 27). ⁹⁾

Die tatsächliche Katastrophe – die Flutwelle und deren Opfer – trat in den Hintergrund. Sender und Redaktionen übertrugen die Deutungshoheit an Politiker und Öko-Aktivisten ¹⁰⁾. Nur die eigentlichen Fachleute – die Experten bei den Herstellern und Betreibern von KKWs – sie blieben ausgeschlossen! Vergleichende Analysen japanischer und deutscher Anlagen und Verfahren, wie wir sie hier skizzieren, waren wohl unerwünscht. Wie schon 25 Jahre zuvor „Tschernobyl“ präsentierten die Medien jetzt „Fukushima“ als Prototyp eines hypothetischen Desasters an Weser und Isar. „Abschalten“ wurde zur einzig akzeptablen Gesinnungsnorm. ¹¹⁾

Offenbar ist das politische Deutschland wild entschlossen, seine leistungsstärksten Kraftwerke zu opfern ¹²⁾ und auf deren sehr günstige Produktionskosten zu verzichten. ¹³⁾ Aber gibt es dafür – abgesehen vom Kalkül der Parteiführer und den Profitinteressen der Windmühlzunft – überhaupt einen zwingenden Grund? Oder beobachten wir gerade einen weiteren Akt des Dramas „Deutschland schafft sich ab“ ¹⁴⁾ – diesmal durch vom Staat mutwillig hochgetriebene Energiekosten? ¹⁵⁾ Wir unternehmen eine Analyse.

Unsere Fragestellungen für diese Studie:

Wir wollen - auf der Basis des derzeit verfügbaren Wissens – folgende Fragen klären:

- Wie lief das Unfallgeschehen in Japan ab?
- Warum überlebten 10 Reaktoren, während 4 andere havarierten?
- Wie hätte der Unfall vermieden oder entschärft werden können?
- Wie ist der tatsächliche Schaden einzuordnen?
- Welche Lehren sind für Deutschland zu ziehen?

Und das sind unsere wichtigsten Ergebnisse:

- Die trainierte Urangst „GAU gleich Weltuntergang“ wird von der Realität widerlegt. Auch schwere und komplexe Unfälle bleiben beherrschbar, selbst bei Lücken in der Planung.
- Die Krise in „Fukushima“ hatte Japan-spezifische Ursachen und war das Ergebnis großer Nachlässigkeit.
- Die in Deutschland (und der Schweiz) verwendete Sicherheitstechnik hätte die Eskalation der Krise verhindert.
- Fukushima liefert umfassende Erfahrungen zur weiteren Verbesserung von Infrastruktur, Training und Krisenmanagement.
- Die deutsche Abschalthysterie wird nicht durch Fakten gestützt.

Die Methode

Unsere Studie beruht auf:

- Desk Research
- Interviews mit Experten und Betroffenen
- Modellrechnungen

Analyse

Aufbau und Funktion eines Siedewasserreaktors (SWR)

Um das Geschehen in Japan verstehen und bewerten zu können, erinnern wir uns vorab, wie ein Kernkraftwerk arbeitet.¹⁶⁾

Grundprinzip (Abb. 3)

Im Innern eines Reaktors wird durch Kernspaltung Energie freigesetzt. Mit der wird aus gereinigtem Wasser („Deionat“) Dampf erzeugt, der unter hohem Druck (70 bar) Turbinen antreibt. Mit denen gekoppelt ist ein Generator, der „Strom“ produziert.

- Nach Durchströmen der Turbinen wird der Dampf aufgefangen, mit Wasser gekühlt und kondensiert. Das Kondensat wird mit Speisewasserpumpen in den Reaktor zurückgepreßt.
- Das Kühlwasser wird aus einem Fluß oder (wie in Japan) dem Meer herausgepumpt und nach Wärmeaufnahme in den Kühlsystemen dorthin zurückgeleitet.
- Die gewonnene elektrische Energie wird aufgeteilt: der größere Teil geht ins öffentliche Höchstspannungsnetz. Ein kleinerer Teil (ca. 5%) versorgt die Anlagen im eigenen Kraftwerk.
- Ein Kernkraftwerk verbraucht selbst elektrische Energie, insbesondere für den Antrieb zahlreicher Pumpen.

Reaktorkern, Reaktordruckbehälter (RDB)

Ein Reaktorkern enthält mehrere Hundert Brennelemente (Abb. 4) mit zusammen etwa (Größenordnung!) 100 Tonnen spaltbarem Material, meist Uran (U), manchmal auch Plutonium (Pu)¹⁷⁾.

Jedes Brennelement besteht aus Brennstäben. Das sind dicht verschweißte Hüllrohre aus Zirkonium, gefüllt mit Tabletten aus keramischem Uran- bzw. Plutoniumoxid.

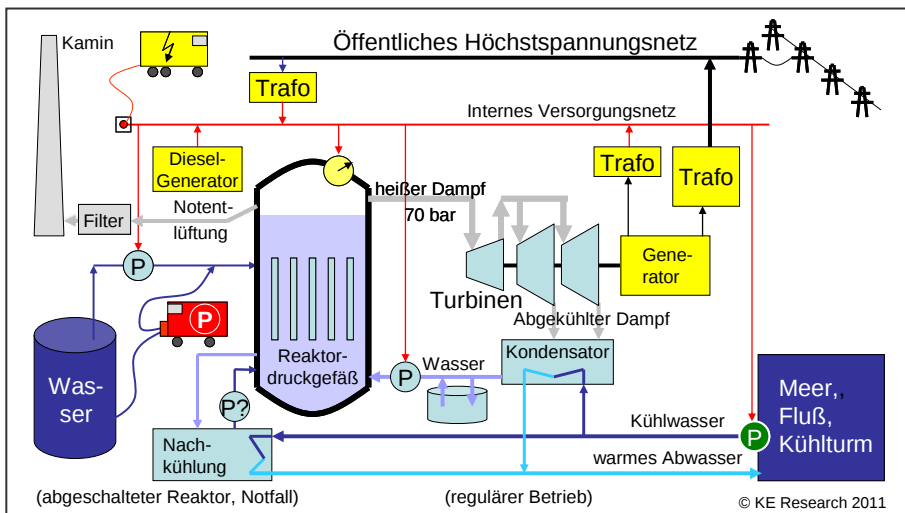


Abb. 3: Kernkraftwerk (Siedewasserreaktor, Grundprinzip)¹⁸⁾

Entscheidend für die Betriebssicherheit des Reaktors ist die ständige Verfügbarkeit von Wasser. Elektrizität (rot) ermöglicht den Betrieb der Pumpen (P)¹⁹⁾, zahlloser Meßinstrumente und der Beleuchtung. Der linke Teil des (stark vereinfachten) Bildes zeigt auch einige Notsysteme.²⁰⁾



Abb. 4: Brennelement

Ein Portalkran setzt das aus einem Brennelemente-werk angelieferte Brennelement in den zu diesem Zweck geöffneten Reaktordruckbehälter („RDB“), wo es danach mehrere Jahre lang Energie freisetzt. Danach hebt der Kran es heraus und fährt es unter Wasser in das Lagerbecken („Abklingbecken“ „Brennelemente-becken“), wo in den nächsten Jahren alle kurzlebigen Spaltprodukte zerfallen. Am Schluß wird das Brennelement in einem strahlungsdichten Transportbehälter (CASTOR®) gesetzt und zur Wiederaufbereitung transportiert.²¹⁾

Das hier gezeigte Brennelement gehört allerdings zu einem Druckwasserreaktor („DWR“).

Foto:
<http://fukushima.grs.de/brennelemente>

Strahlung - Absorption - Abschirmung

Beim radioaktiven Zerfall entstehen u.a. folgende Arten von Strahlung:

Betastrahlung ist eine Teilchenstrahlung und besteht im Wesentlichen aus Elektronen. Sie entsteht, wenn ein Neutron in ein Proton und ein Elektron zerfällt. Betastrahlung wird bereits durch dünne Materieschichten oder wenige Meter Luft abgeschirmt.²²⁾ Auf ungeschützter Haut kann sie Verbrennungen hervorrufen.

Gelangt der Betastrahler Jod-131 in größerer Menge in die Schilddrüse, kann er dort Krebs auslösen. Jodtabletten beugen vor, oder eine Evakuierung.

„Künstliche Betastrahlung“ wird auch technisch genutzt, vgl. Abb. 28-29!

Gammastrahlung ist so etwas wie eine „harte Röntgenstrahlung“ mit kürzerer Wellenlänge und höherer Energie. Gammastrahlung entsteht zusätzlich beim Alpha- oder Betazerfall eines Atomkerns. Gammastrahlung durchdringt Materie, wird dabei aber immer schwächer. Eine Schicht von 14 cm Wasser oder 9 cm Beton reicht, um die Intensität typischer Gammastrahlung (2 MeV) aus einem Reaktorkern oder einem Abklingbecken zu halbieren.

Man spricht hier von „**Halbwertsdicke**“ des Materials, bezogen auf eine bestimmte Wellenlänge.

Alphastrahlung ist eine Teilchenstrahlung aus Heliumkernen (2 Protonen, 2 Neutronen), die u.a. beim natürlichen Zerfall von Uran und Plutonium entsteht. Alphastrahlung im Körper ist sehr schädlich, außerhalb dagegen harmlos. Die Spaltprodukte, die bei einem Kernschmelzunfall frei werden können, sind keine Alphastrahler.

In den Brennstäben erfolgt die Spaltung von Atomkernen durch langsame Neutronen.²³⁾ Dabei entstehen laufend Atombruchstücke unterschiedlicher Größe, die „Spaltprodukte“. Diese sind instabil und zerfallen nach kürzerer oder längerer Zeit weiter.

Die im Reaktor freigesetzte Energie hat also zwei Quellen: die eigentliche Kernspaltung (92,5%) und den Nachzerfall der Spaltprodukte (7,5%).

Bei der Kernspaltung werden stets „schnelle“ Neutronen freigesetzt. Wenn man sie abbremst, können sie weitere Atomkerne spalten („Kettenreaktion“). Ungebremst bleiben sie unwirksam.

Die Atomkerne der Spaltprodukte bleiben im Kristallgitter des Kernbrennstoffs fixiert. Selbst wenn das Hüllrohr undicht wird, verbleibt der größte Teil der Spaltprodukte im Brennstab.

Im Reaktordruckbehälter sind die Brennelemente mit Wasser geflutet. Das Wasser hat vier Funktionen:

- Es bremst („moderiert“) Neutronen und erlaubt so die Aufrechterhaltung der Kettenreaktion;
- Es nimmt die ab dem Anfahren des Reaktors entstehende Wärme auf und kühlt dadurch die Brennstäbe, die sonst alsbald überhitzen und schmelzen würden;
- Es absorbiert die Strahlung, bremst Partikel, und wandelt deren Energie in zusätzliche thermische Energie um.²⁴⁾
- Es gibt die aufgenommene Energie weiter. Im Siedewasserreaktor („SWR“) verdampft es und treibt dann selbst die Turbine. Alle Fukushima-Reaktoren sind Siedewasserreaktoren.²⁵⁾

Wieviel Wasser wird verdampft? Bei den beiden größeren Fukushima-Reaktoren (Blocks 2 und 3) waren das jeweils etwa eine Tonne – pro Sekunde! Hier liegt die eigentliche Herausforderung bei einem KKW: Das verdampfende Wasser muß ständig ersetzt und die Wärme abgeführt werden, sonst stehen die Brennstäbe nach einigen Stunden frei, überhitzen, und fangen dann an zu schmelzen. Das ist die gefürchtete Kernschmelze – der „GAU“.

Die Schnellabschaltung („Scram“) und der Nachzerfall

Droht Gefahr, wird die Kettenreaktion durch eine Notabschaltung gestoppt.²⁷⁾ Diese dauert 2-3 Sekunden. Danach entsteht nur noch die Nachzerfallswärme der Spaltprodukte. Die sinkt schnell ab, da die kurzlebigen Isotope verschwinden. Entsprechend reduziert sich auch der Bedarf an Kühlwasser und elektrischer Leistung, so daß sich nach wenigen Tagen die Lage von selbst entspannt. Für Fukushima I ergaben sich folgende Werte²⁸⁾:

Thermische Leistung MW	Block 1	Blocks 2, 3	in Prozent
Normalbetrieb	1380	2381	100
Nach Notabschaltung	97	167	7
Nach 1 Stunde	14	25	1,04
Nach 1 Tag (12.3.)	6	11	0,47
Nach 1 Woche (18.3.)	4	6	0,26
Nach 50 Tagen (30.4.)	2	3	0,12

Grundlegende Sicherheitsarchitektur in Fukushima

Die Fukushima-Reaktoren beruhen auf Entwürfen der US-Firma General Electric (GE) aus den 1960er Jahren.²⁹⁾ Um das Unfallgeschehen nachvollziehen zu können, betrachten wir kurz einige besonders wichtige technische Einrichtungen:

Kern des Reaktors ist der Reaktordruckbehälter (RDB). Ihn umgibt der Reaktorsicherheitsbehälter (engl.: „Containment“) dessen Aufgabe darin besteht, eventuell aus dem Reaktor austretenden Dampf aufzufangen und dadurch zu verhindern, daß solcher ungefiltert nach außen entweicht.³⁰⁾ Dieses Containment besteht bei den GE-Baulinien aus der birnenförmigen Druckkammer und der rettungsringförmigen, halb mit Wasser gefüllten **Kondensationskammer** („KoKa“) (Abb. 5, 31, 30).³¹⁾

Diese Kondensationskammer spielt eine Schlüsselrolle im Sicherheitssystem eines SWR. Steigt der Druck im RDB, öffnen Sicherheitsventile und leiten Dampf über Rohre in den Wasservorrat der KoKa. Die dort aufsteigenden Dampfblasen geben ihre Wärme an das Wasser ab und kondensieren. Der Dampf verschwindet also, und der Druck baut sich ab, nebenbei werden radioaktive Partikel herausgefiltert.³²⁾ Der Wasservorrat in der KoKa steigt, während der im RDB zurückgeht.

Dabei heizt sich jedoch das Wasser in der KoKa auf. Die aufgenommene Wärme muß daher laufend abgeführt werden. Dazu dient das doppelt vorhandene **Nachkühlsystem** („RHR“ = „Residual Heat Removal“, Abb. 6)³³⁾. Dieses entnimmt heißes Wasser aus der KoKa (oder direkt aus dem RDB) und leitet es durch einen mit Meerwasser gekühlten Wärmetauscher. Das abgekühlte Wasser kann daraufhin auf mehrere Weise eingesetzt werden:

- Einspeisung in den RDB über Sprühanlage (Abb. 6, Detail 1)
- Besprühen des heißen RDB von außen (Druckkammer, Detail 2)
- Einspeisung in den RDB über Umwälzleitung (Detail 3)³⁴⁾
- Rückführung in die Kondensationskammer (Detail 4)

Das Nachkühlsystem ist also sehr flexibel. In den RDB einspeisen kann es allerdings erst, nachdem der Druck dort stark abgesenkt wurde. Im laufenden Betrieb beträgt der nämlich ca. 70 bar³⁵⁾.

Nach einer Abschaltung kommen daher zunächst **Hochdruckeinspeisesysteme** zum Einsatz. Sie benutzen leistungsstarke Pumpen, die von eigenen Turbinen mit Dampf aus dem Reaktor angetrieben werden. Der Dampf strömt dann in die KoKa. (Abb. 33).³⁶⁾

Eine fundamentale Rolle für die Sicherheitstechnik spielt die **Stromversorgung**: Die Fukushima-KKW benutzen Wechselstromnetze von 6,9 kV (Betrieb der Pumpen), gespeist von dem eigenen Generator, dem Hochspannungsnetz, oder dieselgetriebenen Notstromgeneratoren (Abb. 3). Trafos speisen daraus 480-V-Netze. Diese wiederum versorgen akkugepufferte 125-V-Gleichstromnetze. Die Meßgeräte und viele kritische Ventile hängen von diesem Gleichstromnetz ab, ebenso die Notbeleuchtung. Die Akkus sollten 8 Stunden reichen.³⁷⁾

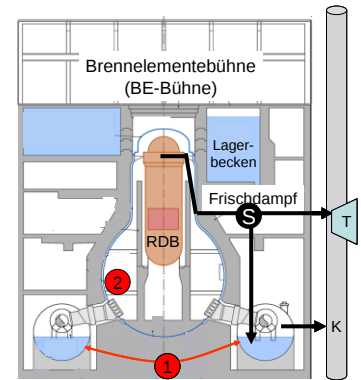


Abb. 5: Reaktor von GE (schematisch)

Der Reaktordruckbehälter (RDB) ruht in einer massiven Stahlbetonkonstruktion (grau). Um ihn herum befindet sich der stählerne Reaktorsicherheitsbehälter (blau) mit der umlaufenden Kondensationskammer („KoKa“) (1) und Druckkammer (2) (vgl. Abb. 31).

Automatische Sicherheitsventile (S) in der Frischdampfleitung zur Turbine (T), lassen bei Überdruck Dampf in die KoKa ab. Dazu benötigen sie allerdings Strom sowie Preßluft aus der Druckluftanlage des Kraftwerks.³⁸⁾

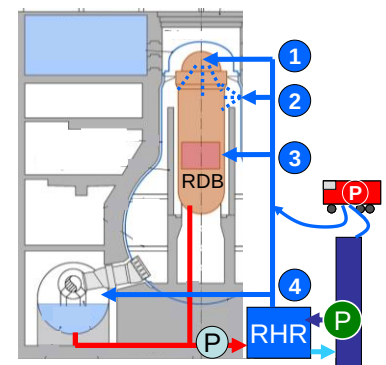


Abb. 6: Nachkühlsystem („RHR“), schematisch

Eine Pumpe drückt Heißwasser (rot) aus RDB oder KoKa durch einen Wärmetauscher. Je nach Stellung der Ventile fließt es dann gekühlt in KoKa, Druckkammer oder RDB weiter. Notfalls können hier auch andere Wasserquellen und Pumpen der Feuerwehr angeschlossen werden.

Originalgraphik: General Electric
Modifikation: ©KE Research, 2011



Abb. 7: Kernkraftwerke im Katastrophengebiet

Graphik: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS)
<http://fukushima.grs.de/>

Der Ablauf der Ereignisse in Fukushima ³⁹⁾

Phase I – Naturkatastrophe und frühe Schäden

TEPCO betreibt in der Präfektur Fukushima zwei nach US-Vorlagen ⁴⁰⁾ gebaute Großkraftwerke, mit denen zusammen es bis zu 8% der in Japan verbrauchten elektrischen Energie produzieren konnte:

- Fukushima I („Dai-Ichi“) 6 SWR, 10 m über Meereshöhe ⁴¹⁾
- Fukushima II („Dai-Ni“) 4 SWR, 12 m über Meereshöhe ⁴²⁾

Noch zwei weitere Kernkraftwerke anderer Betreiber waren von der Naturgewalt erheblich betroffen:

- Onagawa (Abb. 35) 3 SWR, 14 m über Meereshöhe ⁴³⁾
- Tokai II 1 SWR, 8 m über Meereshöhe ⁴⁴⁾

Am 11. März um 14:46 Uhr Ortszeit wurde Nordjapan von dem viertstärksten je registrierten Erdbeben erschüttert. Die Schäden an Hochbauten und Verluste an Menschenleben waren zuerst relativ gering. Aber andere Auswirkungen waren verheerend:

- Brücken stürzten ein, Hänge rutschten ab, Fahrbahnen rissen auf. Trümmer blockierten Straßen und Schienen. ⁴⁵⁾
- Strommasten knickten um, zahlreiche Hochspannungsleitungen wurden gekappt (Abb. 8). Allein im Versorgungsgebiet der TEPCO waren 3,8 Millionen Haushalte ohne Strom. ⁴⁶⁾
- Viele Leitungen zu den Kernkraftwerken wurden unterbrochen, Fukushima I und Tokai II wurden komplett isoliert (vgl. Abb. 9). ⁴⁷⁾

In jedem Kernkraftwerk werden die seismische Aktivität (Erdbeben) und die Anbindung ans Stromnetz automatisch überwacht. Als Folge des Bebens und des Netzausfalls geschah folgendes:

- In allen aktiven Reaktoren erfolgte sofort die Notabschaltung: die Kettenreaktion stoppte. ⁴⁸⁾
- Die Dieselmotoren der Notstromgeneratoren sprangen an.
- Die Dampfleitungen von den Reaktoren zu den Turbinen (Abb. 3) wurden geschlossen. Andere Ventile wurden geöffnet, um den Dampf in die hochdruckfähigen Kühlsysteme zu leiten. ⁴⁹⁾



Abb. 8 – Umgestürzter Hochspannungsmast

Lehre aus Japan: Starke Beben unterbrechen Stromnetze – Reaktoren sind robust. Eine gute Sicherheitsdebatte identifiziert Risiken, die real sind – und konzentriert sich auf deren technische und organisatorische Bewältigung.

Foto: TEPCO

Zu diesem Zeitpunkt waren diese wie auch alle anderen Reaktoren in Japan im Wesentlichen noch intakt und sicher.⁵⁰⁾ Auch viele starke Nachbeben später führten nicht zu größeren Schäden.

Etwa 50 Minuten später traf der Tsunami die Kraftwerke (Abb. 2 u. 10). Er zerschlug Hilfsgebäude, setzte Anlagen unter Wasser und blockierte Wege mit Schlick und Trümmern. Vor allem drei entscheidende Ressourcen kamen zu Schaden:⁵¹⁾

- Elektrische Schaltanlagen: sie wurden überflutet und dabei mechanisch beschädigt oder durch Salzwasser kurzgeschlossen. Dadurch fielen die meisten Stromnetze aus.
- Dieselgeneratoren (D): die meisten davon waren gemäß US-Vorlagen in den Untergeschossen der Turbinen- bzw. Reaktorgebäude eingebaut – dort wurden sie überflutet (s. Kasten rechts).⁵²⁾
- Die nahe der Küstenlinie installierten Kühlwasserpumpen (P).

Diese Pumpen versorgten die Wärmetauscher im Kondensator und den Nachkühlsystemen mit kaltem Meerwasser. Nachdem aber in Fukushima I alle diese Pumpen zerstört waren (Abb. 9), war dieses Kühlwasser zunächst unerreichbar.⁵³⁾ Daher fielen die Nachkühlsysteme aus, und die spätere Überhitzung der so wichtigen Kondensationskammern war vorgezeichnet.

Die Wechselstromversorgung war in den Reaktoren 1-5 zunächst komplett ausgefallen. Ein einziger Diesel im Reaktor 6 blieb einsetzbar (s. Kasten rechts). Er rettete dann die Blocks 5 und 6.⁵⁴⁾

Auch die Gleichstromversorgung (125 V) fiel aus: in den Blocks 1, 2 und 4 sofort, in 3 und 5 später nach Erschöpfung der Akkus.⁵⁵⁾ Diese versorgte sonst die Meßinstrumente, die Steuerungen bestimmter Kühlsysteme sowie die Notbeleuchtung.

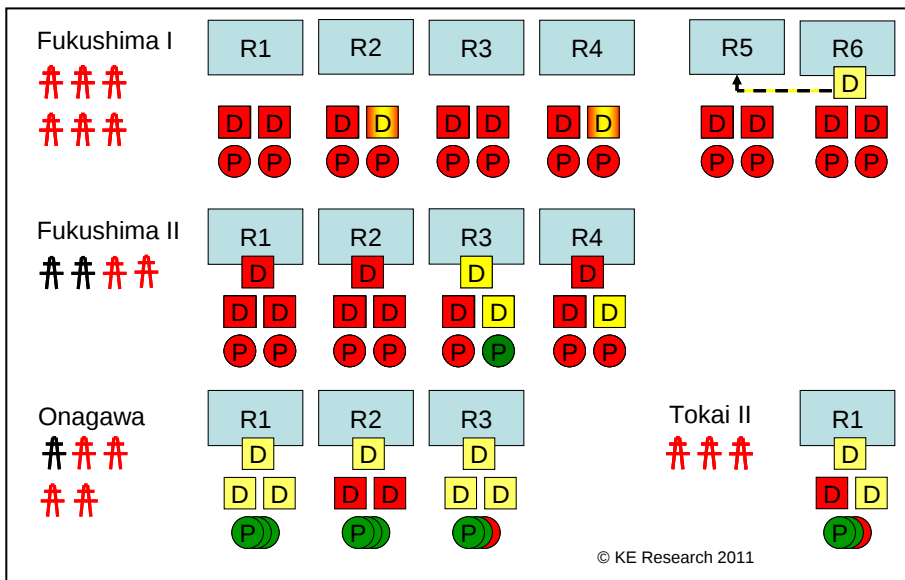


Abb. 9: Stromversorgung und Kühlwasserpumpen nach dem Tsunami ⁵⁶⁾

Ausgefallene Systeme in Rot: In Fukushima I waren alle 6 Hochspannungsleitungen (⚡) und 12 der 13 dieselgetriebenen Notstromaggregate (D) unbrauchbar, dazu alle Pumpen für Meerwasser (P). In den drei anderen Kraftwerken blieben mehr Systeme intakt. Dank findiger Improvisation und punktueller Reparaturen überstanden sie die Naturkatastrophe ohne Nuklearunfall, trotz Schäden.



Abb. 10: Der Unterschied

Die Flutwelle ergießt sich in das Großkraftwerk Fukushima II. Aber „Dai-Ni“ havariert nicht! Denn dieses Kraftwerk lag etwas höher, und es behielt auch nach dem Unfall seine wichtigste Überlebensressource:

Strom!

Foto: TEPCO

Der dreizehnte Diesel

Bis zum Jahr 2002 hatte TEPCO erkannt, daß die Risikobewertung der Tsunami-Gefahr zu optimistisch gewesen war. Insbesondere den Dieselgeneratoren drohte Überflutung.

Also installierte TEPCO nachträglich drei Diesel an erhöhter Position: für die Blocks 2, 4 und 6.⁵⁷⁾ Diese drei überlebten die Flut. Aber in den Blocks 2 und 4 waren die Schaltanlagen unbrauchbar. Daher blieb nur der Diesel im Block 6 einsetzbar: sein Output rettete die Blocks 5 und 6.

Die Fahrlässigkeit des Vorstands, nicht zügig und konsequent nachzurüsten, büßen die Aktionäre jetzt mit einem zweistelligen Milliarden Schaden.



Abb. 11: Eskalation

Knallgasexplosionen zerstörten Wände, Meßinstrumente und Rohrleitungen. Umherfliegende Trümmer beschädigten neu verlegte Kabel und Schläuche und verletzten Menschen.

Aber warum gelangte das Gas überhaupt an den Explosionsort?

Foto: TEPCO

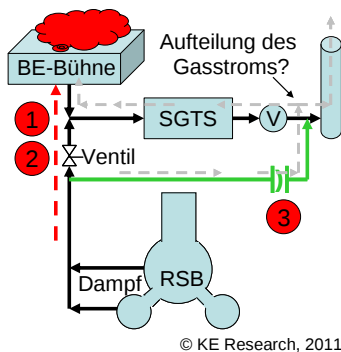


Abb. 12: Knall und Ursache

Die Rohre (→) zur Entlüftung des oberen Reaktor Gebäudes und des Sicherheitsbehälters (RSB) treffen sich am Eingang des Filtersystems SGTS (1). Eine neue Leitung (→) für die Notentlüftung des RDB führte direkt zum Kamin.⁵⁸⁾ Ventilatoren (V) und Ventile waren ohne Strom.⁵⁹⁾

TEPCO verbreitete, daß der Dampf nach Zerbersten der Zerbscheibe (3) vor dem Kamin teilweise durch das SGTS zur BE-Bühne abfloß (→).

Wir vermuten, daß das Ventil bei (2) geöffnet und der Dampf direkt dorthin geleitet wurde. (→).⁶⁰⁾

Phase II - Der „Multi-SuperGAU“ in Fukushima I

Der Ausfall der Stromversorgung in den Blocks 1-4 hatte drastische Konsequenzen:

- Dunkelheit in allen Gebäuden, auch den Kontrollräumen! ⁶¹⁾. In Umkleideräumen und Toiletten. Verlust der Klimaanlage. ⁶²⁾
- Ausfall der Meßgeräte und Statusanzeigen (z.B. der Ventile). ⁶³⁾
- Ausfall von Computern, Telefon- und Datennetzen, Stop der automatisierten Datenaufzeichnung. Handgeschriebene Zettel ersetzen E-Mails und Datenbanken (Abb. 38). ⁶⁴⁾
- Verlust des Lagebildes über den tatsächlichen technischen Zustand der Reaktoren und der Kühl- und Einspeisesysteme. ⁶⁵⁾
- Festsitzen aller elektrisch zu bedienenden Ventile, ⁶⁶⁾ Stillstand aller elektrisch betriebenen Pumpen.
- Ausfall der Druckluftanlage, dadurch Unbenutzbarkeit der druckluftbedienten Ventile des Notentlüftungssystems. ⁶⁷⁾
- Ausfall der Ladegeräte für die Akkus (Gleichstromnetze). ⁶⁸⁾

Um die Stromversorgung wiederherzustellen, wurden auf LKW montierte Dieselgeneratoren zum Kraftwerk beordert. Die trafen jedoch wegen Straßenschäden und Staus erst 6 Stunden nach dem Beben ein. ⁶⁹⁾ Dort konnten sie zunächst nichts ausrichten, da die Verteilerschaltungen zu tief angebracht und daher überflutet waren ⁷⁰⁾. (vgl. Abb. 39 f., 22 f.)

Nach Ausfall der Kühl- und der Hochdruckeinspeisesysteme begannen Temperatur und Druck zu steigen. Immer mehr Wasser verdampfte ⁷¹⁾. Nach einiger Zeit standen in den Druckbehältern die Brennstäbe frei und begannen zu überhitzen. ⁷²⁾

Eine Kernschmelze beginnt mit einer chemischen Reaktion des Zirkoniums mit dem Wasserdampf, dabei bilden sich große Mengen Wasserstoff (H₂). Die Brennstäbe verlieren ihre Festigkeit und brechen auf: Spaltprodukte gelangen in die Dampfatmosfera des Druckbehälters (s. Kasten S. 10).

In den Reaktorbehältern stieg der Druck an. Sicherheitsventile entließen Dampf in die Druckkammer (Abb. 5, Detail 2). Da mittlerweile die Kondensationskammern aufgeheizt waren und keinen Druckabbau mehr leisten konnten, mußte der Dampf über den Kamin entlüftet werden, um ein Platzen des Containments zu vermeiden (Abb. 5).⁷³⁾ Aber jetzt offenbarten sich massive Konzeptmängel in der technischen Infrastruktur:

- Es gab ein Gebäudeentlüftungssystem („SGTS“, Abb. 12) ⁷⁴⁾. Eine spätere Analyse hatte aber gezeigt, daß dieses für den Druckabbau aus dem Containment nicht geeignet war. ⁷⁵⁾
- Deshalb waren ab 1999 zusätzliche Entlüftungstrecken gebaut worden. Aber in denen gab es keine Filter, sie konnten daher daher Jod, Cäsium oder andere Radionuklide nicht zurückhalten.⁷⁶⁾
- Die Benutzung dieses Entlüftungssystems nach einer Kernschmelze mußte also das Umland einer Verstrahlung aussetzen, Daher war der Einsatz abhängig von politischen Genehmigungen. Die Entscheidungen beim Block 1 dauerten dann 7 ½ Stunden! ⁷⁷⁾

- Die Ventile des Entlüftungssystems arbeiteten mit Druckluft, aber die Druckluftanlagen waren ausgefallen. Ein Kompressor einer Baufirma wurde „requiriert“ und an die Anlage angeschlossen, so daß der notwendige Druck aufgebaut werden konnte. ⁷⁸⁾

Nachdem im Block 1 der Überdruck gefährlich geworden war, wurde – so vermuten wir – in der Not der Dampf zur BE-Bühne geleitet, statt (wie behauptet) direkt zum Kamin (Abb. 12). ⁷⁹⁾ Dort sollte der Dampf kondensieren und danach die abgekühlte trockene Restluft über das SGTS gefiltert abgelassen werden. ⁸⁰⁾ Dabei bildete sich aber Knallgas, das eine Stunde nach Beginn der Entlüftung explodierte. Folglich wurde im Block 2 diese Aktion unterlassen. Daraufhin platzte das Containment (Abb. 5 Detail 1), und einige Kilogramm Jod und Cäsium gelangten ins Freie ⁸¹⁾. Daher wurde im Block 3 wieder zur BE-Bühne entlüftet, eventuell auch zu der des Blocks 4. Leider explodierten danach auch sie. ⁸²⁾

Als Folge der ungefilterten Entlüftungen, der überdruckbedingten Schäden und der Explosionen stieg die Radioaktivität in den Gebäuden massiv an. Diese mußten zeitweilig geräumt werden. ⁸³⁾

Durch den Ausfall der Wechselstromversorgung war auch die Kühlung der Lagerbecken ausgefallen, so daß auch dort die Wassertemperatur anstieg und immer mehr Wasser verdampfte. Es entwickelte sich eine separate Krise. ⁸⁴⁾

Phase III – Krisenmanagement und Stabilisierung

Erst nach dem Eintreten der Kernschmelzen, der Knallgasexplosionen und der Freisetzung von Radionukliden gelang schrittweise die Stabilisierung der Krisenlage. Hier die wichtigsten Teilerfolge:

- ab dem 12. März gelang am Reaktor 1 wieder die Einspeisung von Wasser. Hierdurch wurde die Kernschmelze und das weitere Verdampfen von Metall (insbesondere Cs) gestoppt. ⁸⁵⁾ ⁸⁶⁾
- Am 20. März erreichten die Blocks 5 und 6 den sicheren Zustand „cold shutdown“, d.h. die Reaktortemperatur lag unter 95°C. ⁸⁷⁾
- Seit dem 22. März konnten die Abklingbecken mit einer Betonpumpe mit Wasser nachgefüllt werden (Abb. 13, 43). Inzwischen arbeiten an allen Becken neue Zirkulationskühlsysteme. ⁸⁸⁾
- Ab dem 21. März. bestand eine neue Hochspannungsanbindung zum Kraftwerk. Neue Schaltanlagen und Geräte wurden angeschlossen. Ab dem 29.3. gab es Strom in allen Kontrollräumen. ⁸⁹⁾
- Ab dem 26. April wurde das Reaktorgebäude 1 von ferngelenkten Robotern auf Strahlungswerte untersucht und am 6. Mai eine Luftfilteranlage installiert. Seitdem wird dort wieder gearbeitet. ⁹⁰⁾
- Seit Mitte Juni wird das auf dem Gelände angesammelte Wasser in einer neu aufgebauten Anlage dekontaminiert. ⁹¹⁾

Nach unserer Einschätzung war die akute Krise bereits etwa seit dem 29. März beendet, d.h. spätestens ab diesem Zeitpunkt war nicht mehr mit größeren zusätzlichen Freisetzungen in die Atmosphäre zu rechnen. Alle Reaktoren und Abklingbecken wurden wieder gekühlt, und es gab Elektrizität, so daß zügig weitere Systeme einsatzbereit gemacht werden konnten.



Abb. 13: Improvisation

Die Schlüsselrolle bei der Sicherung der Brennelementebecken spielte nach dem Ausfall der Kühlsysteme diese nachträglich eingeflogene von einer deutschen Firma gebaute Betonpumpe (rot, links neben dem Reaktorgebäude Block 4). Damit konnten die Becken erreicht und wieder aufgefüllt werden. S. auch Abb. 43! ⁹²⁾

Foto: Putzmeister Concrete Pumps GmbH, Aichach

Austritt von Spaltprodukten bei „Super-GAU“

KKWs haben ein ausgefeiltes Sicherheitskonzept mit mehreren gestaffelten Austrittsbarrieren.⁹³⁾

Kommt es trotzdem zur Freisetzung, so werden nur solche Stoffe austreten, die bei niedrigen Temperaturen gasförmig werden:

Krypton und Xenon

Kr und Xe sind Edelgase. Bei Zerstörung der Brennstäbe treten sie zum großen Teil in die Reaktoratmosphäre über.

Edelgase gehen weder im Körper noch der Natur Verbindungen ein, sie verbleiben in der Atmosphäre, und verdünnen sich in der Luft bis zur Unmeßbarkeit.

Jod-131

Jod wird bereits bei Zimmertemperatur gasförmig.

Jod-131 bewirkt in den ersten Wochen den Hauptteil der Strahlung, zerfällt aber mit einer Halbwertszeit von 8 Tagen. Nach einem Monat sind bereits 92% dieses Isotops verschwunden, nach zwei Monaten 99,5%.

Cäsium-134 und -137

Cäsium (Cs) verdampft bei 671°C. Wie Kalium reagiert es chemisch aggressiv mit Wasser und bildet leicht lösliche Salze.

Gelangt Cs in die Natur, wird es mit der Zeit vom Regen ausgewaschen und abtransportiert. Pilze und Pflanzen nehmen es auf.⁹⁴⁾

Cs-134 hat eine Halbwertszeit von 2 und Cs-137 von 30 Jahren.

Nach einem Kernschmelzunfall mit Freisetzung ist Cäsium das eigentlich relevante Problem.⁹⁵⁾

Uran und Plutonium spielen keine Rolle, da sie bei diesem Unfalltyp nicht freigesetzt werden.⁹⁶⁾

Strahlenbelastung und Evakuierung

Wenige Stunden nach dem Tsunami ordnete die Regierung die Evakuierung eines Kreises von zunächst 3 km an, der später auf 20 km ausgeweitet wurde.⁹⁷⁾ Als dann ab dem 14.3. größere Mengen Radionuklide austraten, war die Masse der Bevölkerung bereits fort. Später wurde eine „Freiwillige Evakuierungszone“ im Nordwesten hinzugefügt. Insgesamt waren 88.000 Menschen betroffen.⁹⁸⁾ Nach dem steilen Anstieg nach der Freisetzung gehen die Dosismesswerte im Umland ständig zurück (Abb. 14).

Die seitdem an Hunderttausenden durchgeführten medizinischen Untersuchungen erbrachten keine bedenkliche Kontamination.⁹⁹⁾

Die im Kraftwerk eingesetzten Mitarbeiter (bis August über 10.000) werden laufend überwacht und ausgetauscht¹⁰⁰⁾, bevor sie bedenklich hohe Strahlungsdosen aufnehmen konnten.¹⁰¹⁾

Die eigentliche Kernfrage hier sind die Grenzwerte für die zulässige Gesamtdosis. Repräsentieren sie Gefahr, oder lediglich Angst vor Gefahr, insbesondere Angst vor Spätschäden durch Krebs? Fünf Haupteinwände werden oft übersehen:

- Die behauptete erhöhte Krebshäufigkeit bei niedrigen Strahlungsdosen beruht lediglich auf Hochrechnungen, die auf Hypothesen basieren. Es gibt keinen tatsächlichen Nachweis.¹⁰²⁾
- Strahlung kann Erbmoleküle beschädigen, aber in der Natur werden diese in den Zellen ständig repariert.¹⁰³⁾
- Viele Menschen und Tiere leben in Gebieten mit vergleichsweise sehr hoher Strahlung. Die dafür beschworenen Gesundheitsfolgen werden aber nicht beobachtet.¹⁰⁴⁾
- Medizin hilft: Jodtabletten schützen die Schilddrüse.¹⁰⁵⁾ Und „Giese-Salz“ blockiert die Aufnahme von Cäsium in den Körper und schafft schon aufgenommenes schnell wieder hinaus.¹⁰⁶⁾
- Menschliche Lebensbereiche (Häuser, Schulen, Straßen) kann man dekontaminieren. Cäsiumsalze sind leicht löslich und werden abgespült und fortgespült.

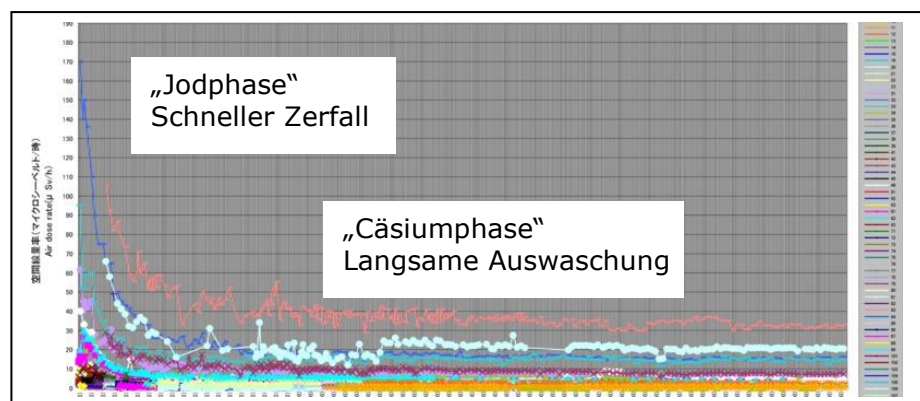


Abb. 14 – Entwicklung der radioaktiven Dosisleistung um Fukushima¹⁰⁷⁾

Wie der Chart zeigt, sprang die Dosisleistung nach der ungefilterten Entlüftung auf einen Maximalwert. Seitdem ging sie – vor allem durch den schnellen Zerfall von Jod-131 – laufend zurück. Die deutschen Medien ignorierten dies und schürten monatelang die Vorstellung einer ständig weiter eskalierende Krise.¹⁰⁸⁾

http://radioactivity.mext.go.jp/en/monitoring_around_FukushimaNPP_monitoring_out_of_20km/2011/10/17891/index.html

Das Medienbild und der tatsächliche Schaden in Japan

Die deutschen Medien haben sehr früh den KKW-Unfall in Japan zur „Atomkatastrophe“ hochgedeutet. Daher klafften bald die Quellenlage in Japan und die Berichterstattung in Deutschland völlig auseinander. Deutsche Medien manipulierten Meinung:

- Ursache (Naturkatastrophe, über 20.000 Tote) und Folge (Nuklearunfall: 0 Tote, 0 Strahlenkranke) wurden konsequent vermengt.
- Ereignisse oder Meßwerten wurden oft als Eskalation dargestellt, auch wenn sie tatsächlich eine Entschärfung zeigten.¹⁰⁹⁾
- Die physikalische Dynamik, z.B. der schnelle Rückgang der Nachzerfallswärme und das natürlichen Verschwinden der freigesetzten schnellebigen Spaltprodukte, wurde verschwiegen.
- Die Schutzmaßnahmen und die Erfolge der Kraftwerksbelegschaft bei der Krisenbewältigung wurden marginalisiert.¹¹⁰⁾
- Interviewpartner wurden selektiert. Die Bühne wurde geöffnet für Kampagnengruppen und Öko-Lobbyisten. Fachleute aus der Kernenergiewirtschaft dagegen blieben praktisch ausgesperrt.
- Die Krise in Japan wurde unkritisch als drohender Modellfall für Deutschland präsentiert, Einwände ausgeblendet.¹¹¹⁾

Der tatsächliche Schaden stellt sich nach sechs Monaten so dar:

- In Dai-Ichi starben zwei Arbeiter durch den Tsunami ¹¹²⁾ und einer später nach einem Kollaps. 15 Personen wurden nach den Knallgasexplosionen durch umherfliegende Trümmer verletzt ¹¹³⁾.
- Es gibt keine Toten durch Strahlung. Weder unter der Bevölkerung, noch unter den Arbeitern haben Menschen bisher akut gesundheitsgefährdende Strahlungsdosen aufgenommen ¹¹⁴⁾.
- Auf ca. 600 km² Fläche ¹¹⁵⁾ – das entspricht der eines kleinen deutschen Landkreises (Abb. 15) - wurden ca. 27.000 Haushalte zwangsweise evakuiert und für einige Monate von ihrem Hab und Gut und ihrem normalen Lebensraum abgeschnitten.^{116) 117)}
- Für verschiedene in der weiteren Umgebung produzierte Gemüse, Milch, Farm- und Meerestiere wurden Handelsverbote erlassen ¹¹⁸⁾, einige wurden später aufgehoben.
- Die Reaktoren 1-4 sind durch Kernschmelzen, Explosionen und Salzwasserkorrosion irreparabel beschädigt.
- Kosten entstehen für Krisenmanagement, Notbaumaßnahmen, erhöhte Abrißkosten infolge Zerstörungen und Verstrahlung sowie die notwendige medizinische Überwachung.
- Menschliche Lebensbereiche müssen dekontaminiert, Erdschichten abgetragen und kontaminierter Boden deponiert werden.
- Erhebliche Umsatzausfälle ^{119) 120)} belasten TEPCO als auch alle Unternehmen in der Evakuierungszone. Die Kosten laufen weiter.

All das addiert sich zu einem materiellen Schaden in Höhe eines zweistelligen Milliardenbetrages ¹²¹⁾, verbunden mit der mehrmonatigen Beeinträchtigung der lokalen Bevölkerung (Abb. 47). Aber: es gab keine Menschenverluste durch Strahlung. Die baulichen und organisatorischen Vorbereitungen, das Krisenmanagement und nicht zuletzt der Mut und das Können der beteiligten Mitarbeiter waren insofern zum Schluß erfolgreich, trotz dramatischer Rahmenbedingungen und sehr bedeutender Mängel.

Eine Definitionsfrage

Die Wikipedia erläutert eine Reihe von Typen von „Katastrophen“ und listet dazu Ereignisse mit jeweils Hunderten bis Millionen von Toten.

In Fukushima gab es Tote durch Erdbeben und Tsunami. Ein Staudamm brach und ertränkte Menschen.

Als Folge des Naturereignisses entwickelte sich ein Reaktorunfall, ohne Tote, ohne Schwerverletzte.

Die Verwendung des Begriffs „Atomkatastrophe“ erscheint uns daher als mutwillig und zynisch, wir sehen darin eher den Versuch politischer Mobilisierung als eine sachlich korrekte Einordnung des Geschehens.



Abb. 15: Größenvergleich

Der Landkreis Wittmund bedeckt eine Fläche von 657 Quadratkilometern. Er ist damit etwas größer als die vom Tsunami zerstörte Fläche - und auch als die 20-km-Evakuierungszone.

Graphik: Wikipedia / TUBS



Abb. 16: Das Wasser kommt!

Schnappschuß eines Anwohners nahe der Stadt Minami Souma, nördlich von Fukushima-I.
Ist das ein drohendes Szenario für Deutschland?

Foto: www.city.minamisoma.lg.jp

Modellfall Tschernobyl?

1986 explodierte in der damaligen Sowjetunion der Kern eines falsch konstruierten Reaktors im laufenden Betrieb. Teile des Reaktorkerns wurden in einem Sekundenbruchteil pulverisiert, das Gebäude zerrissen, Brennstabmaterial (Uran, Plutonium!) in die Umgebung geschleudert. Danach brannte tagelang ein offenes Feuer bei grosser Hitze. Der erzeugte Aufwind trug tonnenweise strahlende Partikel in die Atmosphäre.

Ein solches Ereignis heißt „Kritikalitätsunfall“. Als Folge falscher Konstruktion und inkompetenter Bedienung war die Leistung des Reaktors auf das 100-fache der Normalleistung angestiegen.¹²²⁾

Ursache war die Benutzung von Graphit als Moderator. Ein Graphitreaktor kann bei Fehlbedienung überkritisch werden. In deutschen (und schweizerischen) Reaktoren gibt -kein Graphit, als Moderator dient Wasser. Ein wassermodierter Reaktor kann niemals überkritisch werden.¹²³⁾

Die „grüne Szene“ benutzt Tschernobyl weiter als Angstmacher (Abb. 27). Das weckt massive Zweifel an deren Glaubwürdigkeit

Lehren für Deutschland aus dem Unfall von Fukushima

„SuperGAU“ – der entdämonisierte Alptraum

In Deutschland werden hypothetische Unfälle auch in modernen Kernkraftwerken meist als katastrophale Szenarien ausgemalt. Diese sollen zahllose Menschenleben kosten und große Gebiete für Generationen unbewohnbar machen. Die Panik der deutschen Politik beruht auf dieser Sichtweise – und fördert sie zugleich.¹²⁴⁾ Nach „Fukushima“ gibt es aber jetzt eine reale Analysebasis:

Jahr	Ort	Art	INES	Tote ¹²⁵⁾
1979	Harrisburg, PA, USA	1 x „GAU“	5	0
2011	Fukushima, Japan	3 x „SuperGAU“	7	0

Unsere Bewertung:

1. Die Befürchtung, Unfälle mit Kernschmelze („GAU“) führten unausweichlich zur Apokalypse, ist offenbar falsch. Trotz katastrophaler Rahmenbedingungen und „Multi-SuperGAU“ kam in Fukushima wie schon zuvor in Harrisburg¹²⁶⁾ durch die nuklearen Aspekte des Unfalls kein Mensch ernsthaft körperlich zu Schaden.
2. Ein Kernschmelzunfall entwickelt sich seinem Wesen nach langsam, über Stunden oder Tage. Eine plötzliche Explosion des Reaktors gibt es nicht. Sobald es gelingt, eine Feuerweerpumpe, und ein paar Schläuche herbeizuschaffen und an einen Hydranten, Teich oder Tankwagen mit Wasser anzuschließen, wird spätestens die Schmelze gestoppt. (Abb. 32, 36)
3. Im Extremfall droht die Evakuierung eines begrenzten Gebietes für einige Monate, aber nicht der Tod vieler Menschen.¹²⁷⁾
4. Erdbeben gelten als Bedrohung der Kernkraftwerke. Aber die Ereignisse beweisen das Gegenteil: trotz wiederholter und heftiger Erschütterungen bei diesem wie bei früheren Beben wurden keine größeren Schäden an den Reaktoren bekannt¹²⁸⁾. Anfällig sind Hochspannungsleitungen, Staudämme, Pumpspeicher.

Die Fehler der Japaner I – Falsch geplante Infrastruktur

TEPCO und die japanische Atomaufsicht haben die Gefahr großer Tsunamis „weggerechnet“ und als Folge die erkannten Schwachstellen nicht konsequent beseitigt. Das betrifft 5 Hauptaspekte:

- Das **Werksgelände**: Nachdem der Bauplatz auf 10 m Höhe abgesenkt worden war, hätten alle wichtigen Anlagen entweder überflutungssicher verbunkert oder weiter landwärts auf erhöhtem Grund aufgebaut werden müssen. ^{128a)} Ersteres betraf die direkt an der Küstenlinie aufgestellten Kühlwasserpumpen sowie die Turbinen- und Reaktorgebäude. Letzteres galt für viele Tanks und Nebengebäude, und besonders betraf es die Notstromdiesel.
- Das **Notentlüftungssystem**: Es war so schlecht, daß nach dem Beginn einer Kernschmelze eine Verstrahlung des Umlandes unvermeidbar eintreten mußte. ¹²⁹⁾ Mit den in Deutschland und der Schweiz vorhandenen Filtersystemen dagegen hätte zu jedem Zeitpunkt der Krise gefahrlos Dampf abgelassen und Druck abgebaut werden können. ^{129a)} Es wäre also trotz Kernschmelze nicht zu einer längeren Beeinträchtigung der Bevölkerung gekommen. Ebenso fehlten in Fukushima die in bei uns zahlreich aufgestellten **Wasserstoffrekombinatoren** (Abb. 20 f.). TEPCO hatte deren Beschaffung ebenso wie die der Filter abgelehnt. ¹³⁰⁾
- Die **Elektrik**: sie beruhte auf Schaltanlagen in den Untergeschossen der Reaktor- und Turbinengebäude und war damit überflutungsgefährdet. Nach dem Tsunami waren in den Blocks 1-5 alle 6,9 kV-Netze tot. Selbst wenn alle Hochspannungsleitungen und alle Notstromdiesel überlebt hätten, hätte zunächst kein einziger Verbraucher mit Wechselstrom versorgt werden können. ¹³¹⁾ Auch die Gleichstrom-Notversorgung war nicht mehr verfügbar.
- Die **Ventile**: nach dem Stromausfall saßen sie fest und konnten nicht bedient werden. Während daher ansonsten intakte Notsysteme stillstanden, verglühten nebenan die Reaktorkerne.
- Wegen der engen **örtlichen Bündelung vieler Reaktoren** konnten Probleme an einem Block (Explosionen, Kontamination) die Arbeiten an den anderen gefährden.

Die Fehler der Japaner II – Krisenmanagement im KKW

TEPCO hatte unter extremsten Bedingungen und mit Mitarbeitern, die in einigen Fällen selbst gerade ihre Häuser oder Angehörige verloren hatten, eine ungeheure Menge nahezu gleichzeitig auftretender Schwierigkeiten und Gefahren zu bekämpfen. Angesichts dieser Umstände wurden enorme Leistungen erbracht – vielfach auf der Basis sehr wirkungsvoller Improvisation. Aber:

- Das Notkühlkonzept des Reaktors 1 beruhte auf dem IC, einem einfachen und robusten Kondensationssystem. ³⁶⁾ Aber diesen hatte jemand 11 Minuten nach dem erfolgreichen Start (vor dem Stromausfall) wieder abgestellt, weil er Angst hatte, der Reaktor würde zu schnell auskühlen. Die Leitung des Kraftwerks hatte dies nicht mitbekommen und ging davon aus, der IC schützte den Block. ¹³²⁾
- Der Druck auch in den anderen RDBs wurde zu spät und zu langsam abgesenkt. Die Niederdruckeinspeisung begann zu spät, da waren die Reaktoren bereits verloren. ¹³³⁾



Abb. 17: Die Abwrackerin

„Abwrackprämie“ verteilte sie 2009. Käufer neuer Autos bekamen Geld, aber nur, wenn ihre Altwagen zerstört wurden. 1,7 Millionen PKW wanderten – zu meist voll gebrauchsfähig – in die Schrottpresse, anstatt zu Fahranfängern oder in den Export. ¹³⁴⁾

Seit 2010 gefährdet sie die finanzielle Basis Deutschlands: durch „Rettungspläne“ für Griechenland und halb Europa.

Zerstört sie 2011 unsere Stromversorgung – in der vagen Hoffnung auf Wiederwahl?

Foto: REGIERUNGonline/Bergmann



Abb. 18: Der Falkstrategie

Weg vom Atom! Generalsekretär Lindner wechselt die Fahne und positioniert die FDP als Abschaltpartei. ¹³⁵⁾ Davon hat das Volk aber schon mehr als genug zur Auswahl.

Die Ironie dabei: zur FDP bekennen sich bei Berücksichtigung der Nichtwähler derzeit nur noch 2-3 Prozent der Bevölkerung, zur Kernenergie aber – trotz der derzeitigen Atomhysterie – mindestens 20 ¹³⁶⁾!

Foto: FDP



Abb. 19: Aufbruch in die Vergangenheit

Bayerns Ministerpräsident begräbt die Zukunft. Einst hatte Seehofers Urvorgänger Strauß die Vision geschaffen, Bayern und ganz Deutschland durch Zukunftstechnik nach vorn zu bringen: durch Luft- und Raumfahrt ebenso wie durch die Nutzung von Uran. Und seine Nachfolger hatten Kurs gehalten. So betrug der Anteil preisgünstiger Stromversorgung im Freistaat zuletzt 58%.¹³⁷⁾ Die Landschaftsverwüstung durch Windparks war Bayern erspart geblieben – zum Vorteil der Lebensqualität und des Tourismus.

Als konvertierter Abschalter kann Seehofer jetzt in die Geschichte eingehen: als „Totengräber der bayrischen Standortvorteile“.

Foto: Annette Kradisch, Bayerische Staatskanzlei

Die Fehler der Japaner III – Die Schwäche der Regierung

- Die Richtlinien für Unfall- und Krisenmanagement waren 1992 aufgestellt aber danach nicht mehr weiterentwickelt worden.¹³⁸⁾ Entscheidende Nachrüstungen waren unterblieben.
- Die japanische Regierung hat eine 20-km-Zone um den Reaktor zügig evakuiert und dadurch eine gesundheitliche Belastung der Bevölkerung vermieden. Dann aber hat sie die Erweiterung der Evakuierungszone in den stärker belasteten Nordwesten (Umland des Dorfs Iitate) wochenlang verschleppt. Jetzt verweigert sie der Bevölkerung die Rückkehr in Gebiete, wo die Ortsdosisleistung um den Faktor 10 niedriger liegt als in Iitate Anfang April.
- Während TEPCO an der Entschärfung der Krise arbeitete, wurde offenbar der „Schutz des Pazifik“ zur politischen Priorität. Kontaminiertes Tsunami-Wasser in den Turbinen- und Reaktorgebäuden durfte nicht mehr ins Meer gepumpt werden, wo es sich binnen Stunden bis zur völligen Harmlosigkeit verdünnt hätte. Statt dessen sollte die Brühe in den Anlagen belassen werden, wo sie den gesamten Maschinenpark mittlerweile bis zur Unbrauchbarkeit korrodieren konnte und durch ihre Strahlung die Arbeiter belastete. Cäsium-Feinstaub auf dem Werksgelände mußte mit Kunstharz gebunden werden, sodaß er sich jetzt weiterhin dort befindet!, Besser wäre gewesen, durch Besprühen mit Wasser das gesamte Gelände zu dekontaminieren.¹³⁹⁾

Aber: Politik und Behörden in Japan haben die Kernenergie nicht weggeworfen¹⁴⁰⁾, sondern die Lageentwicklung selbstkritisch analysiert und umfassende Verbesserungsprozesse eingeleitet.¹⁴¹⁾

KKW in Deutschland: große „kleine Unterschiede“^{141a)}

Die skizzierten Fehler der Japaner haben allesamt mit der Situation in Deutschland (ebenso wie in der Schweiz) nichts zu tun:

- Kein KKW in D/CH liegt in einer Tsunami-Gefahrenzone¹⁴²⁾. Überschwemmungen an den Flüssen sind in den Risikoanalysen berücksichtigt.¹⁴³⁾
- Angesichts der erwiesenen Robustheit massiv gebauter KKW gegenüber Erdbeben ist diese Gefahr bei uns nicht relevant.
- KKWs bei uns können kontaminierten Dampf filtern und dann jederzeit gefahrlos ins Freie ableiten. Der „Automatismus von Fukushima“, daß mit dem Eintritt einer Kernschmelze die Verstrahlung des Umlandes unentrinnbar wurde, existiert hier nicht.¹⁴⁴⁾
- In jedem KKW hier gibt es zahlreiche Wasserstoffrekombinatoren (Abb. 20, 21). Knallgasexplosionen sind ausgeschlossen.
- KKW in D/CH haben zusätzliche Mittelspannungsanbindungen (unterirdische Erdkabel) und mehr Dieselgeneratoren. Anschlüsse für Generator-LKW sind vorbereitet (Abb. 22, 23). Ein länger anhaltender totaler Stromausfall ist bei uns undenkbar.
- Kraftwerke bei uns bilden keine Großcluster, maximal gehören zwei Blocks zu einer Anlage. Eine simultane Krise von 4 Großkraftwerken mit 14 Reaktorblocks ist bei uns nicht vorstellbar.
- Alle KKW in D/CH haben eine ABC-sichere Notfallwarte (alternativer Kontrollraum) und können von dort gesteuert werden.
- Wurden Mängel erkannt, wurde bei uns nachgerüstet.¹⁴⁵⁾

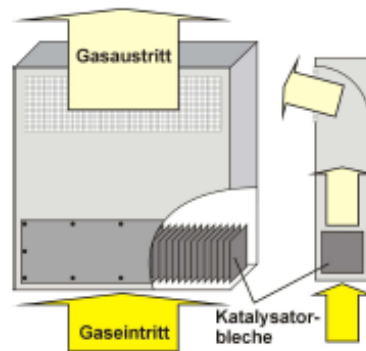


Abb. 20, 21: Vorsorge

In Deutschland und der Schweiz gibt es in jedem KKW seit spätestens 1996 diese Geräte, in denen eventuell auftretender Wasserstoff mit dem Luft-sauerstoff zur Reaktion gebracht wird, lange bevor er eine explosionsfähige Konzentration erreicht (4% bei trockener Luft, bei nasser Luft mehr). Dies geschieht mittels katalysatorbeschichteter Platten im unteren Geräteteil. Bei der Reaktion wird Wärme frei, die eine automatische Luftzirkulation erzeugt.



In Fukushima fehlten solche katalytischen Rekombinatoren. Inzwischen – nach dem Unglück – ist ihre Beschaffung geplant.¹⁴⁶⁾

Foto links: Drinovac (2006)
Graphik rechts: Böhm (2007)



Abb. 22, 23: Analyse – Planung -Training

Notfallübung am Kernkraftwerk Isar I. In dem orangefarbenen Anhänger ist ein Dieselgenerator eingebaut, mit dem sich bei einem hypothetischen Ausfall aller anderen Stromquellen der Reaktorblock sicher speisen läßt.¹⁴⁷⁾

Im Gegensatz zu Fukushima (Abb. 39, 40) befinden sich an der Außenseite des Gebäudes fertig verkabelte Anschlußpunkte.

Genau dieses gut geschützte Kraftwerk möchte die deutsche Politik opfern.¹⁴⁸⁾ Auf uns wirkt das nicht wie neue Strategie, sondern eher wie Flucht ins Alte Testament (1 Mose 22).

Fotos: E.On Kernkraft GmbH
Kernkraftwerk Isar



Abb. 24: Der Neinsager

In der FDP-Bundestagsfraktion war Frank Schäffler der einzige, der sich dem unbegründeten Atomausstieg ebenso konsequent verweigerte wie den verhängnisvollen „EURO-Rettungsplänen“.

Für seine zukünftige Rolle verschafft ihm dies einen erheblichen Vorsprung an Glaubwürdigkeit, die viele andere Politiker verspielt haben. Schäffler ist für uns der Aufsteiger dieser Legislaturperiode.

Foto: www.frank-schaeffler.de



Abb. 24a: Aufholjagd

Schon bald nach dem Unfall schwärmten japanische Expertenteams nach Europa und insbesondere in die Schweiz, um den hiesigen Stand der Sicherheitstechnik kennenzulernen. Im Bild referiert unser Interviewpartner Dr. Johannes Nöggerath vor einer solchen Besuchergruppe in einem Kernkraftwerk in der Schweiz.

Foto: ©Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute -SGK

Fazit

- Es gibt verschiedene Typen von Kernkraftwerken, die sich bei Störungen völlig unterschiedlich verhalten.
- Alle deutschen KKW sind Leichtwasserreaktoren. Deren schlimmstmöglicher Unfall besteht in einem Kühlmittelverlust mit folgender Kernschmelze. Die endet, wenn wieder Wasser eingespeist werden kann. Der Reaktorkern explodiert nicht.
- „Tschernobyl“ ist ein Ablenkungsmanöver: ein „red herring“. Die Explosion dieses völlig andersartigen Reaktors („Kritikalitätsunfall“) hat weder einen Bezug zu den Ereignissen in Japan, noch zu hypothetischen Unfallszenarien in Deutschland.
- Nach dem Unfall in Harrisburg bietet „Fukushima“ zum ersten Mal Gelegenheit, einen realen „Multi-SuperGAU“ von Leichtwasserreaktoren im Detail zu studieren, bekannte Gegenmaßnahmen zu überprüfen und zu optimieren.
- Im völligen Gegensatz zur deutschen Mediendarstellung verlief der nukleare Teil des Unfalls glimpflich. Nicht ein einziger Mensch wurde getötet oder ernsthaft verletzt. Die Folgen – obgleich schlimm für die Bewohner – blieben beschränkt auf die temporäre Evakuierung eines kleinen Gebietes sowie kurzzeitige Handelsverbote landwirtschaftlicher Produkte.
- Der größte einzelne Schadensposten ist der Ausfall der Stromproduktion in 10 Reaktorblöcken.
- **Die entscheidende technische Schwachstelle waren die fehlenden Filter in der Notentlüftung. Nur deswegen wurde das Umland nennenswert kontaminiert.**
- Mit einer Notentlüftung nach deutschen Normen wäre es in Fukushima weder zur Verstrahlung gekommen, noch zu Explosionen. Folgeschäden durch Überdruck hätten vermieden werden können. Die letztlich erfolgreiche Niederdruckeinspeisung hätte deutlich früher beginnen können.
- Der Ausgangspunkt der Krise war die Überflutung der Schaltanlagen, deren Folge der Ausfall der Stromversorgung.
- Der Stromausfall verhinderte die Überwachung und Steuerung der Anlagen und hemmte das Krisenmanagement. Zeitverlust war die Folge. Als Druckabbau und Niederdruckeinspeisung endlich gelangen, waren die Reaktorkerne bereits zerstört.
- „Fukushima“ war die Folge unterbliebener Nachrüstung trotz erkannter Mängel, also hausgemachter Fehler in Japan. ¹⁴⁹⁾
- In Deutschland gibt es keine Tsunamis, aber eine offene Diskussion von Sicherheitsstandards. Die werden systematisch fortgeschrieben. Die deutsche Atompanik war ohne Grund.

Unsere Empfehlungen

Politik allgemein, etablierte Parteien, Abgeordnete

- Besinnen Sie sich auf die Freiheit des Gewissens, und darauf, daß gute Politik stets dem Land dient. Dem eigenen Land.
- Das „deutsche Fukushima-Desaster“ schwächt dieses Land. Die „Energiewende“ ist unfundiert und illusionär. Korrigieren Sie die überstürzten Entscheidungen schnell.
- Beginnen Sie damit, daß Sie nicht mehr für Fehler werben.

Neue Parteien

- Was haben Ihre Gegner gemeinsam? Alle sitzen in der Öko-Falle! Viele Bürger aber haben die grüne Bevormundung satt. Nehmen Sie sich die Dogmen vor, decken Sie Lügen auf, entlarven Sie Geldströme und Korruption! „Erneuerbare Energie“ hat damit zu tun. Karikieren Sie das „Retter-Gehabe“! ¹⁵⁰⁾
- Entwickeln Sie Themen wie „Markt- statt Planwirtschaft“, und fordern Sie „billigen Strom – wie in Texas“ (Abb. 26).
- Argumentieren Sie konsequent, und formulieren Sie klare Alternativen! Billiger Strom ist machbar, ja, aber nur mit Marktwirtschaft, mit Kernenergie und ohne „Windmühlen“.

Wirtschaft und Verbände

- Verlangen Sie von der Politik billige Energie. Appellieren Sie an die Öffentlichkeit. Es ist Ihr Kampf – erwarten Sie nicht, daß andere ihn für Sie führen! Keine Parteispenden!
- Entwickeln Sie einen klaren Standpunkt: Wollen Sie für Ihre Fabriken billigen Strom? Dann zeigen Sie auf Ihrer Website ein KKW. Und keine Windräder! Sonst ist es Heuchelei.

Energieversorger

- Erkennen Sie den Ökologismus als übergreifende und ganzheitliche Gefahr: „Appeasement“ und „Greenwashing“ helfen nicht. Verleihen Sie nicht Ihren Gegnern Legitimität! ¹⁵¹⁾
- Bestehen Sie auf dem Eigentumsrecht der Unternehmen und der Aktionäre. Das Wesen des Eigentums an einer Industrieanlage (Art. 14 GG) liegt in dem Recht, diese zu nutzen.

Bürger, Bevölkerung

- Lassen Sie sich nicht durch Angstkampagnen manipulieren – und nicht auf Utopien vertrösten!
- Vernetzen Sie sich mit anderen – diskutieren Sie wieder über Politik! Stellen Sie Politiker und Meinungsbildner zur Rede!
- Verlangen Sie von der Politik die Rückkehr zu Marktwirtschaft, Versorgungssicherheit und zu deutlich niedrigeren Preisen.
- Verweigern Sie sich konsequent grüner Dressur! Unterbinden Sie Gehirnwäsche an Ihren Kindern in den Schulen.
- Senden Sie Freunden und Bekannten unseren Report!



Abb. 25: Zivilcourage

1956 erschien unter der offiziellen Autorenschaft des US-Senators und späteren Präsidenten John F. Kennedy das Buch „Profiles in Courage“ (deutscher Titel: „Zivilcourage“).¹⁵²⁾

Dieses mit dem Pulitzer-Preis ausgezeichnete Werk stellt acht US-Senatoren aus zwei Jahrhunderten vor, die bereit waren, sich für ihre Überzeugungen gegen den jeweiligen „Mainstream“ ihrer Zeit zu stellen: die viel riskierten, aber gerade dadurch Bedeutendes erreichten.

In der deutschen Politik vermissen wir diese Courage. Und allzu oft vermissen wir fachliche Kompetenz.

Foto: Cecil Stoughton, gemeinfrei

Endnoten



Abb. 26: Strom: bezahlbar

„Strom muß bezahlbar bleiben“ ist die neue Lieblingsformel deutscher Politiker. Um sie in einen sinnvollen Kontext zu stellen, werfen wir einen Blick über den Großen Teich. In Dallas, Texas, bekam man am Tag unserer Abfrage als Privatkunde Strom ab 8,12 Cent pro kWh. US-Cent!

In Euro umgerechnet sind das 5,8 Cent/kWh. Hierzulande nähert sich der Preis 28 Cent/kWh, nach Abzug der Umsatzsteuer (US-Preise sind meist Nettopreise) also 24.

KE Research wird darauf hinwirken, daß der Strom in Deutschland wieder bezahlbar wird.

Internet-Quelle:
www.electricitybid.com/tx/cities/dallas-electric-cost.php

Vorbemerkung: Da wir hier ein frisches zeitgeschichtliches Ereignis untersuchen, waren wir gezwungen, auf journalistische Quellen sowie Präsentationen zurückzugreifen. Vorliegende technische Berichte leiden unter der Tatsache, daß mit dem Stromausfall am 11.3. nachmittags auch sämtliche automatischen Datenaufzeichnungen ausfielen – vorhandenes Material ist lückenhaft und zum Teil auch widersprüchlich. Bestimmte technische Einzelfragen werden sich wegen der starken Radioaktivität vor Ort erst in Jahren untersuchen lassen. Für unsere Aufgabe erscheint der erreichte Kenntnisstand inzwischen aber ausreichend stabilisiert.

1) GOJ (2011b), S. III-9. 561 km² entsprechen der Fläche eines kleineren deutschen Landkreises, vgl. Abb. 15. GOJ (2011c), S. II-15 f..

2) GOJ (2011c), S. II-15 f.. Die Zahl der Opfer war zuletzt nach unten, die der Gebäudeschäden nach oben korrigiert worden.

3) Die 10 Reaktoren dieser Kraftwerke konnten vor dem Unfall bis zu 9.100 MWe produzieren. Bei einer angenommenen Verfügbarkeit von 85 % reichte das, um 7% des gesamten japanischen Strombedarfs zu decken. Stromverbrauch nach www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ja.html

4) Während die japanische Regierung in der Präfektur Fukushima die Orte Futaba, Namie und Tomioka evakuierte, evakuierte das Auswärtige Amt die Deutsche Botschaft in Tokyo (230 km vom Reaktor) nach Osaka (500 km entfernt von Hauptstadt und der zu betreuenden Regierung). Die Deutsche Schule in Yokohama (südlich von Tokyo) wurde geschlossen und ein Teil der Schüler nach Köln geflogen. www.morgenweb.de/service/archiv/artikel/712618063.html. Die zusätzliche Strahlenbelastung pro Schüler durch die Flüge kalkulieren wir mit 220 µSv. Wären die Schüler in Tokyo geblieben, wären sie bis Ende Mai einer zusätzlichen Strahlenbelastung (über die Normalschwankungsbreite hinaus) von lediglich ca. 40 µSv ausgesetzt worden. Vgl. www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/japan-challenges/pdf/japan-challenges_b.pdf, S. 20. Die für uns eigentlich alarmierende Beobachtung liegt in der Kompetenzverweigerung durch das Außenamt: Experten für Risikoanalysen an Kernkraftwerken hätten sicherlich dargelegt, daß angesichts der in Fukushima benutzten Reaktortechnologie und der großen Entfernung im Großraum Tokyo keine unmittelbare Gefahr bestand, und daher für eine sofortige Evakuierung keinerlei Notwendigkeit. Man hätte also in Ruhe abwarten können. Anscheinend aber wurden Experten nicht beigezogen, sondern den Parolen der Alarmisten geglaubt. Die US-Botschaft dagegen blieb in Tokyo, und im Unglückskraftwerk unterstützten Soldaten und Experten der amerikanischen Streitkräfte. In der japanischen Politik und Wirtschaft ist das Ansehen Deutschlands dadurch wohl kaum gestiegen.

5) www.bundeskanzlerin.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/Artikel/2011/03/2011-03-14-moratorium-kernkraft-deutschland.html

6) z.B.: www.liberales.de/files/3098/koalitionsbeschluss_zur_energiewende.pdf

7) Die Schweiz faßte im Mai 2011 einen vorsichtigeren Ausstiegsbeschluß, der die weitere Nutzung der Kernenergie prinzipiell offen läßt. Insbesondere enthält er kein überstürztes „Abschalten“.

8) Ein Beispiel für drittklassigen Journalismus ist diese Meldung jenes Faktenmagazins, das immer an die Leser denkt: www.focus.de/panorama/welt/tsunami-in-japan/atomkraftwerk-fukushima-

hochgiftiges-plutonium-verseucht-erdreich_aid_613281.html. Dort war es dann ein einzelner Leser „mo“, der in einem Kommentar die Dinge richtig stellte: Ja, es wurden Spuren von Plutonium auf dem Werks-gelände entdeckt, aber nur in einem Teil der Proben und in derart kleinen Mengen, daß die auch von den US-Kernwaffenversuchen im Südpazifik aus den 1950er Jahren hätten stammen können. Die Aktivität von Pu insgesamt betrug 0,26 Bq/kg Boden: www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1302175783P.pdf.

9) Die Desinformation der westlichen Medien nahm derartige Ausmaße an, daß die sonst sehr zurückhaltende japanische Regierung sich über ihre Botschaften an die internationale Presse wandte und aufforderte, objektiver zu berichten: ebenda.

10) Gern präsentierter Bedenkenträger war z.B. Sebastian Pflugbeil, Vorsitzender der „Gesellschaft für Strahlenschutz“, die allerdings den Strahlenschutz vor allem im Kampf gegen die Kernenergie zu sehen scheint. (z.B. www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/Kalkulierter_Strahlentod_Report_foodwatch-IPPNW_2011-09-20.pdf). Der Hinweis Pflugbeils, daß in den vier betroffenen japanischen Reaktoren ein Mehrfaches der Masse an Kernbrennstoff vorhanden sei wie in Tschernobyl, muß angesichts der Tatsache, daß der Sowjetreaktor ohne jede äußere Einwirkung im laufenden Betrieb explodiert und der Brennstoff in die Umgebung geschleudert worden war, als Irreführung erscheinen: www.nachrichtenspiegel-online.de/2011/04/16/fukushima-schlimmer-als-tschernobyl-aktuelle-meldungen-zur-atomkatastrophe/ (vgl. Abb. 27). Das gleiche gilt für die Einlassungen des Arztes und Antikernkraftaktivisten Eisenberg, die in Fukushima eingesetzten Mitarbeiter würden vielleicht alle sterben. www.bild.de/video/clip/experten/strahlen-experte-winfried-eisenberg-zu-fukushima-agvideo-16892976.bild.html.

11) Am 22. März wurde von der Bundeskanzlerin eine „Ethikkommission für eine sichere Energieversorgung“ einberufen. Deren Mitglieder waren in Sachen Energieversorgung allerdings fachlich eher Novizen. So der Münchner Erzbischof Reinhard Marx, der auf Journalistenfragen der Kernenergie auf seine Art fachkundig attestierte, sie sei „Teufelszeug“. www.rp-online.de/politik/deutschland/Atomenergie-ist-Teufelszeug_aid_985213.html. Einer der wenigen Journalisten, der früh klar und deutlich vor der neuen Atomhysterie warnte, war der ehemalige Ressortleiter Wirtschaft der FAZ, Dr. Klaus-Peter Krause: in „eigentümlich frei“: <http://ef-magazin.de/2011/03/23/2922-atomdebatte-hektisch-irrational-verloren>.

12) Besonders bizarr ist die Rolle der CSU in Bayern, das bisher immerhin fast 60% seiner elektrischen Energie in fünf KKW-Blocks produzierte und dadurch von den günstigen Standortbedingungen für seine Industrie massiv profitierte. Statt daran festzuhalten, beschloß die Partei am 21.5. einen „Ausstieg“ bis 2022. Im Hintergrund riet der stellvertretende Ministerpräsident Martin Zeil (FDP) zur Besonnenheit, konnte sich aber weder beim Koalitionspartner CSU noch in der eigenen Partei durchsetzen.

13) In den letzten Jahren war es Usus, die Kernenergie durch ein ganzes Bündel staatlicher Schikanen zu verteuern. So wurde die Wiederaufarbeitung verboten, zugleich die Einrichtung eines Endlagers bei Gorleben blockiert, nachdem die völlig harmlose Endlagerung in jahrelanger Propaganda als Gefahr beschworen worden war. Den Kraftwerken wurde auferlegt, Belanglosigkeiten („INES 0“) an die Aufsichtsbehörden zu melden. Kraftwerke wurden oftmals aus nichtigen Anlässen monatelang stillgelegt. Bei einer Berechnung der Produktionskosten von Kernkraftwerken



Abb. 27: Politbetrug

Als sich im April 2011 abzeichnet, daß die „Atomkatastrophe“ in Fukushima zu glimpflich verläuft, schaltet die Öko-Prop-Branche zurück auf „Tschernobyl“. Der zufällig anstehende Jahrestag der Explosion des Sowjetreaktors kam da gerade recht.

In der Bezugnahme auf Tschernobyl bei der Agitation gegen deutsche Kernkraftwerke sehen wir einen systematischen politischen Betrug.

Die Beteiligung daran wirft die Frage auf, wann endlich die Frage der steuerrechtlichen Gemeinnützigkeit mancher „Umweltverbände“ neu geprüft wird.

Bild:
www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/atomkraft/aktionstag_tschernobyl/



Abb. 28: Familie schützen

Nukleare Spaltprodukte (Jod-131, Cäsium-134 und -137) sind Betastrahler. Sie senden Elektronen aus. Um diese Strahlung – die Elektronen also – machen sich viele Menschen große Sorgen. Bei mehr als 600 Elektronen pro Sekunde und Kilogramm (also 600 Bq/kg) wandert Wildschwein statt ins Backrohr in den Sondermüll.

Foto: ©www.istockphoto.com/
kupicoo



Abb. 29: ... vor gefährlichen Elektronen!

Über (Beta-)Strahlen und deren Gefahren lernen die meisten Menschen aus dem Fernsehen. Nur: wie funktioniert überhaupt so ein Gerät?

Ein klassischer Fernseher hat eine Bildröhre. In der werden Elektronen freigesetzt und von hinten auf die Mattscheibe geschossen. Die Stromstärke beträgt bis zu 1 mA. Pro Sekunde werden damit ca. 6.200.000.000.000.000 (6,2 Milliarden) Elektronen abgestrahlt. Sie können aus dem Fernseher nicht raus, weil das Glas sie aufhält. Dabei entsteht Röntgenbremsstrahlung, die den Fernseher verläßt. Wie bei der Betastrahlung!

Foto: ©www.istockphoto.com/
dAnders Aagesen

sind Kosten oder Produktionsausfälle aufgrund staatlicher Willkür abzugrenzen. Dadurch wird Kernenergie konkurrenzlos billig.

14) Thilo Sarrazins genialer Buchtitel ruft hier förmlich nach einer Erwähnung.

15) Ein Mittel zur Bewertung unternehmerischer oder politischer Maßnahmen in komplexen Situationen ist das Heranziehen eines „Benchmarks“, also eines Vergleichsmaßstabs. Unser Benchmark für die deutsche Energiepolitik sind die Strompreise in dem aufstrebenden Großraum Dallas/Ft. Worth in Texas/USA. (Abb. 26)

16) Nachdem in deutschen Medien monatelang über die Ereignisse berichtet wurde, unterstellen wir, daß der interessierte Leser die grundlegende Funktionsweise kennt. Wir beschränken uns auf wenige Kernaspekte beim Typ „Siedewasserreaktor“. Eine gut verständliche Beschreibung findet sich bei der Gesellschaft für Reaktor- und Anlagensicherheit mbH: www.grs.de.

17) Tatsächlichen Daten: Reaktor 1: 68t; Reaktor 2 und 3: je 94t. Der Reaktor 4 war wegen Wartungsarbeiten entladen – die Brennelemente befanden sich im Abklingbecken. <http://fukushima.grs.de/content/technische-daten-zu-den-kkw-fukushima>. Die noch vorhandenen 17 deutschen Reaktoren sind typischerweise etwas leistungsstärker als die japanischen.

18) In GOJ (2011b) werden alle hier wesentlichen Systeme der drei havarierten Reaktorblocks mit detaillierten technischen Systemdiagrammen erläutert.

19) Im Störfall ist die Einspeisung von Wasser in den Reaktordruckbehälter (RDB) von besonderer Bedeutung. Dazu werden Hochdruckpumpen verwendet, die entweder von Elektromotoren oder von Dampfturbinen angetrieben werden.

20) Aus Vereinfachungsgründen haben wir hier das Containment noch nicht eingezeichnet. Eine Notentlüftung erfolgt nach hiesigem Stand der Technik stets aus dem RDB in das Containment und von diesem zum Kamin.

21) In Deutschland wurde auf Betreiben des damaligen Umweltministers Trittin, dessen Vergangenheit im maoistischen Kommunistischen Bund (KB) von den Medien stets wohlwollend ausgespart wird, durch eine Änderung des Atomgesetzes die Wiederaufarbeitung für Deutschland verboten. Diese Maßnahme bewerten wir als politische Sabotage, durch die zum einen der Bevölkerung ein „ungelöstes Entsorgungsproblem“ suggeriert, zum anderen die Kosten des KKW-Betriebes verteuert werden sollen. www.focus.de/politik/deutschland/atomausstieg-trittin-in-der-gesetzesfalle_aid_176509.html

22) Beim Auftreffen auf Materie erzeugen Elektronen eine „Röntgen-Bremsstrahlung“, die beim Strahlenschutz zusätzlich zu berücksichtigen ist. Röntgengeräte arbeiten nach diesem Prinzip, sie entsteht aber auch in Fernsehern und Computer-Bildschirmen. Man kann Röntgen-Bremsstrahlung mit einer dünnen Metallabschirmung auffangen. Vgl. Martin Volkmer (2007). Vgl. Abb. 28 f..

23) Um ein einziges Joule Energie freizusetzen, müssen 33 Mrd. Urankerne gespalten werden. Martin Volkmer (2007).

24) Absorbierte Strahlung ist als solche „weg“. Sie kann nicht wieder auftauchen und gefährdet niemanden mehr.

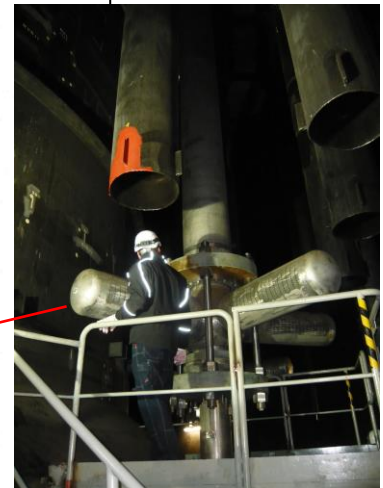
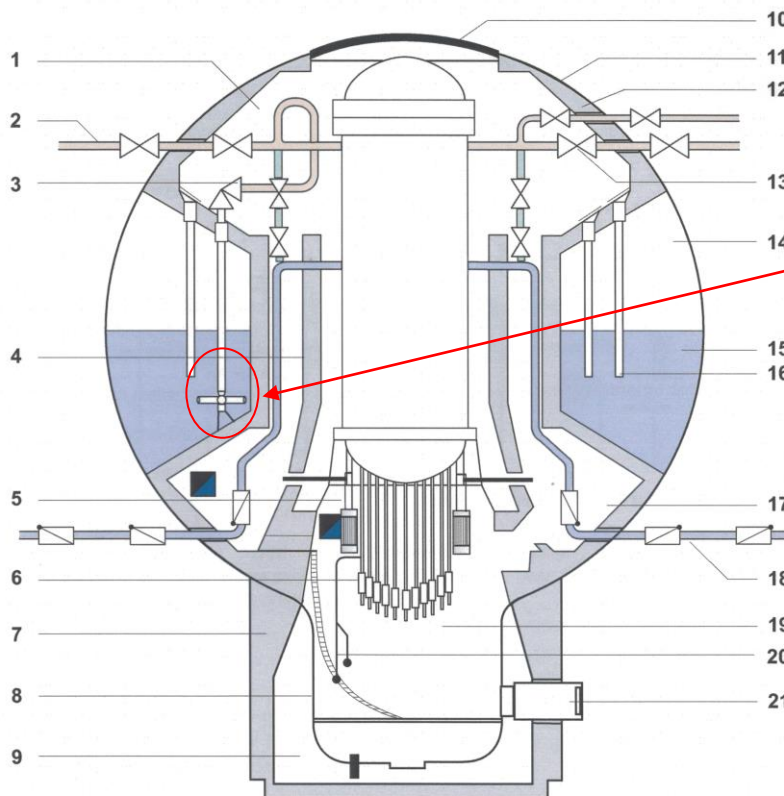
25) Siede- und Druckwasserreaktoren (DWR) bilden gemeinsam die Kategorie der „Leichtwasserreaktoren“ („LWR“). In Deutschland werden SWR und DWR eingesetzt. Andere Reaktorlinien (Thorium-Hochtemperaturreaktor THR und Schneller Brüter) wurden bei uns aus politisch-ideologischen Gründen gestoppt.

5 Sicherheitsbehälter

Der Reaktordruckbehälter mit den angrenzenden Rohrleitungen wird druckfest vom Sicherheitsbehälter (SHB) umschlossen. Die Aufgabe des SHB ist es, bei einem evtl. Bruch (Auslegungsstörfall) einer reaktorwasser- oder frischdampf führenden Rohrleitung innerhalb des SHB das aus dem Reaktor ausströmende Dampf-Wasser-Gemisch und die damit austretenden radioaktiven Spaltprodukte einzuschließen, so dass keine unzulässige Belastung der Umgebung eintritt.

5.1 Sicherheitsbehälter der Baulinie 69

Der Sicherheitsbehälter der Baulinie 69 (Bild 5.1) wird aus einem kugelförmigen Stahlbehälter gebildet. Innen ist der SHB mit einem Splitterschutzbeton ausgekleidet. Dieser soll die Stahlhaut bei einem Rohrleitungsbruch gegen Splitter und Strahlkräfte schützen.



Kondensationskammer
Abblaseleitung

Nach Notabschaltung eines deutschen SWR wird genau hier der potentiell gefährliche Überdruck des RDB abgebaut. Der Dampf strömt von oben in die waagrecht abstehenden Rohre und verteilt sich von dort über mehrere Tausend Bohrungen in den Wasservorrat der KoKa.

Foto: © AMTEC Messtechnischer Service GmbH

Bild 5.1: Sicherheitsbehälter Baulinie 69

1 Oberer Ringraum	8 Bodenwanne	15 Kondensationskammerwasser
2 Frischdampfleitung	9 Ringspaltraum	16 Kondensationsrohr
3 Sich.-Entlastungsventil	10 Beladendeckel	17 Unterer Ringraum
4 Biologisches Schild	11 Stahlhülle / Dichthaut	18 Speisewasserleitung
5 Zwangsumwälzpumpen	12 Splitterschuttbeton	19 Steuerstabantriebsraum
6 Steuerstabantriebe	13 Frischdampf-ISO-Ventil	20 Schnellabschaltleitung
7 Fundament	14 Kondensationskammer	21 Personenschleuse

Abb. 30: Reaktor-Trainingshandbuch: Einführung Siedewasserreaktor

Bei der KWS (Kraftwerksschule e.V.) in Essen erfolgt die Ausbildung aller deutschen Reaktorspezialisten in zum Teil mehrjährigen Lehrgängen. Auch für das österreichische Kraftwerk Zwentendorf wurde Ausbildung durchgeführt, nur ging dieses nie in Betrieb. Es ist im baugleich mit den KKW Isar I (Abb. 22), Brunsbüttel (Abb. 50), Philippsburg I und dem größeren Krümmel (Abb. 52) (Baulinie 69).



Abb. 31: Reaktor im Bau

Containment des Reaktors Browns Ferry in Athens, Alabama, USA (1966). Es gehört zum GE-Typ „Mark I“ und entspricht exakt dem, das auch in den Fukushima-Reaktoren 1-5 installiert wurde.

Deutlich zu erkennen ist die viel zu tief liegende torusförmige Kondensationskammer, darüber die birnenförmige Druckkammer und die Verbindungsrohre zwischen beiden. Im Vordergrund liegt die Abdeckhaube der Druckkammer.

Foto: Tennessee Valley Authority (gemeinfrei)



Abb. 32: Pumpen

Dieses früher weit verbreitete Löschgruppenfahrzeug der Feuerwehr verfügt über eine vorn angebaute Kreiselpumpe mit einer Förderleistung von bis zu 2.400 l/min bei 8 bar. Mitgeführt werden kann zusätzlich eine Tragkraftspritze (also eine tragbare Pumpe) mit bis zu 1.600 l/min.

Die benötigte Einspeisung in einem „großen“ deutschen Reaktor 24 Stunden nach einer Notabschaltung beträgt nur noch knapp 600 l/min.

Foto: Jugendfeuerwehr der Gemeinde Bestwig

26) Medien und die grüne Agit-Prop-Szene haben sehr erfolgreich die Vorstellung vom „GAU“ als apokalyptischem Schreckensereignis verbreitet, übertroffen nur von dem „Super-GAU“, der an den Weltuntergang grenzt. In Wirklichkeit steht „GAU“ für den „größten anzunehmenden Unfall“, auch „Auslegungsstörfall“ genannt. „GAU“ ist ein Szenario, das aufgrund entsprechender Planung von der Belegschaft mit der dazu bereitgestellten Infrastruktur aufgefangen werden kann, ohne daß innerhalb oder außerhalb des Kraftwerks jemand zu Schaden kommt.

27) Zum Abschalten werden die Steuerstäbe in den Reaktorkern eingefahren. Diese bestehen aus einem neutronenabsorbierenden Material, so daß der die Kernspaltung bewirkende Neutronenfluß zum Stillstand kommt. Beim Siedewasserreaktor muß das Einfahren der Steuerstäbe von unten erfolgen, daher enthält das Reaktordruckgefäß dort zahlreiche versiegelte Öffnungen.

28) Die Werte haben wir nach der Way-Wigner-Formel unter der vereinfachenden Annahme einer vorausgegangenen 2-jährigen Betriebsdauer der Brennelemente errechnet.

29) TEPCO Präsentation (24. Mai), S. 4;

<http://search.japantimes.co.jp/print/nn20110713x1.html>. Der Block 1 entsprach dem GE-Typ BWR-3, die Blocks 2-5 dem moderneren BWR-4 und Block 6 schließlich dem Typ BWR-5.

30) Aus der Sicht deutscher Reaktorexperten haben die GE-Entwürfe einige schwerwiegende Mängel, die bei dem Fukushima-Unfall eine Mitursache dargestellt haben dürften. So war das für BWR-3 und -4 verwendete Mark-I-Containment (Abb. 31) zu klein, so daß sich zu schnell ein Überdruck aufbauen konnte. Als in Deutschland der Reaktorbau aufgenommen wurde und die AEG Reaktortechnologie von GE lizenzierte, wurde der Containment-Ansatz der GE von AEG nicht übernommen. Gründe waren u. a. der Bedarf an mehr Raum für Prüfung, Reparatur und Wartung und größere Mengen Wasser (KoKa). Den Vorzug erhielt eine eigene Entwicklung.

31) Systemdiagramm in GOJ (2011b), S. IV-21 f..

32) Dies betrifft vor allem Cäsium, das mit den Isotopen Cs-137 und Cs-134 bei einem Kernschmelzunfall das eigentliche Problemelement darstellt. Cäsium reagiert wie das chemisch eng verwandte Kalium heftig mit Wasser und bildet leicht lösliche Salze. Ist die KoKa intakt und deren Wasservorrat kalt, wird er das meiste Cäsium ausfiltern. Siedet aber das Wasser, gelangen die Dampfblasen zur Oberfläche, ein Teil des Cäsium-Feinststaubs wird dann nicht im Wasser gebunden.

33) Systemdiagramm in GOJ (2011b), S. IV-24, für Blocks 2 und 3. S. IV-23 zeigt das primitivere System des Block 1.

34) In Siedewasserreaktoren hängt die erzielte Leistung davon ab, daß die sich ständig an den Brennstäben bildenden Dampfblasen möglichst schnell nach oben abtransportiert werden und der Brennstab wieder mit Wasser benetzt wird. Daher werden Umwälzpumpen eingesetzt, um das Wasser schnell von unten nach oben durch die Brennelemente strömen zu lassen. Im in Fukushima benutzten GE-Konzept liegen diese Pumpen außerhalb des RDB, sodaß Wasser aus dem RDB heraus- und dann wieder hineingepumpt werden muß. An diesen Umwälzleitungen sind Meßinstrumente und Rohre für Nachkühlsysteme angebaut. In dem in Deutschland benutzten wesentlich fortschrittlicheren AEG-Konzept liegen die Pumpen im RDB (nur die Antriebe sind außen), so daß keine Rohrleitungen den unteren Teil des RDB durchbrechen.

Alle Sicherheits- und Hilffsysteme sind an den jeweils vier Frischdampf- und Speisewasserleitungen angeschlossen.

35) TEPCO Präsentation (24. Mai), S. 83 ff.

36) In den Fukushima-Reaktoren gab es folgende hochdrucktaugliche Nachkühl- und Einspeisesysteme (Systemdiagramme in GOJ (2011b), S. IV-17 ff.):

- In den Blocks 2-6: Reactor Core Isolation Cooling System („RCIC“): Sein Kern ist eine Hochdruckeinspeispumpe. Angetrieben wird die durch eine angebaute Notspeiseturbine, die mit Dampf aus dem Reaktor betrieben wird. Es wird also keine elektrische Pumpe benötigt. Der gebrauchte Dampf wird in die KoKa eingeleitet und dort im Wasser kondensiert, der Druck dadurch abgebaut (Abb. 33). Das einzuspeisende Wasser kommt aus der KoKa oder Kondensatbehältern. Die elektronische Steuerung des RCIC und die Ventile benötigen Gleichstrom.
- High Pressure Core Injection System „HPCI“; in allen Blocks einfach vorhanden): Der Systemaufbau ist ähnlich dem des RCIC, aber die Pumpleistung um ein Mehrfaches höher.
- „Vergiftungssystem“. Der übel klingende Name steht hier für etwas Gutes, nämlich den Reaktor auch im Falle eines Versagens der Steuerstäbe noch notabschalten zu können. Dazu wird aus einem Vorratstank eine Lösung einer neutroneneinfangenden Substanz (z.B. Borsäure) in den Reaktorkern eingepumpt.
- Im Block 1 gab es statt des RCIC einen Isolation Condenser („IC“; vgl. Abb. 34). Er leitet Dampf in druckstabilen Röhren durch einen großen Wassertank, wo der Dampf kondensiert. Das Kondensat fließt durch die Schwerkraft in den RDB zurück. Die Wärmeabfuhr erfolgt durch einfaches Verdunsten des Kühlwassers in die Atmosphäre, belastet also nicht die KoKa! Der Wassertank kann notfalls durch die Feuerwehr neu befüllt werden. Selbst ohne Nachfüllung konnte der IC den Reaktor 8 Stunden kühlen. Der IC ist ein robustes System, das keine Pumpen benötigt. Einzige Schwachstelle: Sind Ventile geschlossen, kann man sie ohne Strom nicht öffnen!

In Deutschland wurde bei der Planung der ersten Reaktorlinien durch AEG das Konzept der Hochdruckeinspeisung mittels Dampfturbinenantrieben verworfen, da eine kritische Analyse gezeigt hatte, daß deren Einsatz ebenfalls von der Verfügbarkeit von Elektrizität abhängen würde (Ventile, Steuerung). Die Entwicklung wurde statt dessen auf die unbedingte Verfügbarkeit von Elektrizität aus wenigstens einer unter einer Vielzahl alternativer Quellen sowie größere Redundanz der Einspeisesysteme konzentriert. Leider hat sich die jahrzehntealte AEG-Analyse in Fukushima bestätigt, wo die HPCI- und RCIC-Systeme nach dem Ausfall der Gleichstromversorgung ihren Dienst quittierten.

37) Ein Prinzipschaltbild der Fukushima-Elektrik zeigt GOJ (2011b), S. IV-29. Die Akku-Ladegeräte hängen am 480 V- und dieses am 6,9-kV-Wechselstromnetz. Fiel dieses aus – wie geschehen – konnten die Akkus nicht mehr nachgeladen werden. In den internen Planungen der TEPCO war davon ausgegangen worden, daß selbst im Fall eines totalen Stromausfalls mit einer zügigen Reparatur der Wechselstromsystems zu rechnen war, sodaß einer Vergrößerung der Akku-Kapazität keine Bedeutung beigemessen worden war: GOJ (2011b), S. IV-131.

38) Systemdiagramm in GOJ (2011b), S. IV-21. Diese Sicherheitsventile werden im Bedarfsfall durch Preßluft aus der Druckluftanlage geöffnet. Um die Preßluft freigegeben zu können, befin-

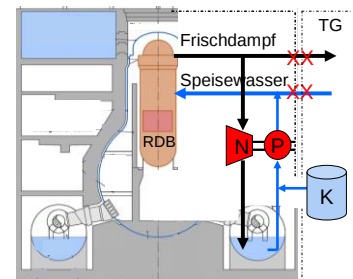


Abb. 33: Einspeisen unter Druck (schematisch)

Nach Abschaltung eines Reaktors werden die Leitungen zum Turbinengebäude (TG) geschlossen.

Jetzt starten die Hochdruckeinspeisesysteme (S. 5): Deren Pumpe (P) drückt Wasser aus Koka oder Kondensatvorrats-tanks (K) in den RDB. Angetrieben wird sie von der Notspeiseturbine (N) mit Dampf aus dem Reaktor. Der strömt anschließend weiter in die KoKa.

Mit solchen Systemen ist es also möglich, selbst bei Stromausfall Wasser einzuspeisen. Oder nicht?

Graphik: Originalzeichnung General Electric, modifiziert von KE Research

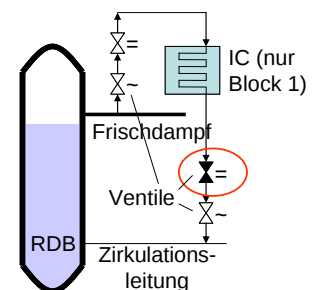


Abb. 34: Leider nein!

Soll ein Notkühlsystem benutzt werden, muß man für Dampf und Wasser Ventile öffnen. Die aber arbeiten elektrisch, ebenso wie die Meßgeräte zum Überwachen der technischen Reaktordaten. Ist zum Zeitpunkt des Stromausfalls auch nur ein Ventil geschlossen (im roten Oval), wird die erhoffte Einspeisung unmöglich! Das Bild zeigt das Notkühlsystem „IC“ am Block 1 nach dem Tsunami.

Graphik: ©KE Research



Abb. 35: KKW Onagawa

Trotz etwa gleichem Abstand zum Epizentrum des Bebens havarierte Onagawa nicht - trotz einiger Schäden durch den Tsunami.

Foto: @Nekosuki600 (Creative Commons Lizenz)

den sich in der Druckluftleitung elektrisch betätigte Magnetventile. Alle 4 (Block 1) bzw. 8 Sicherheitsventile funktionierten also nur, wenn Steuerungselektronik, Druckluftanlage und Stromnetz intakt waren, und natürlich das Ventil selbst.

39) Sofern nicht anders gekennzeichnet, benutzen wir für die Aussagen in diesem Kapitel vor allem den Regierungsbericht GOJ (2011b) sowie eine sehr detaillierte aber eigenartigerweise nicht datierte TEPCO-Pressemitteilung (TEPCO: Response). Viele zur endgültigen Analyse der Ereignisse und ihrer Ursachen benötigte Fakten sind derzeit noch nicht bekannt, da im Laufe der Ereignisse die Datenaufzeichnung zusammenbrach.

Die später havarierten Kraftwerksblocks in Fukushima I beruhten auf den Entwürfen BWR-3 (Block 1) und BWR-4 (Blocks 2-5) von GE (General Electric). Die Blocks 1 und 2 waren von GE als Turn-Key-Lösung gebaut und schlüsselfertig übergeben worden. <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20110713x1.html>

41) GOJ (2011b) S. III-31. Ursprünglich lag das Gelände, auf dem das Kraftwerk errichtet werden sollte, absolut tsunamisicher 35 Meter über Meereshöhe. TEPCO ließ dann beim Bau 25 Meter abtragen, um die Hubhöhe für das in gewaltigen Mengen benötigte Kühlwasser zu verringern und dadurch im Betrieb Energie zu sparen: <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20110712x2.html>.

Die Reaktoren 5 und 6 liegen auf 13m Höhe, was zu ihrer weitgehenden Verschonung beigetragen haben dürfte. Vgl. TEPCO: Effects of the Earthquake, S. 37.

42) TEPCO: Präsentation 24. Mai 2011, S. 46.

43) GOJ (2011b), S. III-48; vgl. <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20110712x2.html>.

44) GOJ (2011b), S. III-53

45) Ein weiteres Objekt, das in der Präfektur Fukushima durch das Erdbeben zerstört wurde, war ein kleiner Staudamm. Bis zu 18 Menschen ertranken in dessen Fluten. Das ist insofern bemerkenswert, als in Deutschland im Zuge der „Energiewende“-Euphorie der Bau von Pumpspeichern propagiert wird – Staudämmen also! Das wird u.a. mit der angeblichen Gefährdung der Kernkraftwerke gegenüber Erdstößen begründet, nur wird die in Japan mit jedem neuen Beben widerlegt. Sollten tatsächlich irgendwann in Deutschland starke Erdbeben auftreten, würden alle Reaktoren überleben – brechen würden evtl. einzelne Staumauern.

46) Pressemitteilung TEPCO vom 11.3.2011:

www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11031105-e.html

47) GOJ (2011b), S. 5 (Fukushima I), S. IV-36 (Fukushima II), S. III-119 (Onagawa), S. II-53 (Tokai II). In Fukushima II waren zum Zeitpunkt des Bebens 3 Leitungen in Betrieb, von denen 2 ausfielen. Eine weitere war in Reparatur, die konnte am 12. März abgeschlossen werden, so daß von da an zwei Leitungen zur Verfügung standen.

48) Insgesamt wurden in Japan als Folge des Bebens 11 Reaktoren notabgeschaltet, bei einem Gesamtbestand von 55, von denen aber einige wegen Revisionen ohnehin stillstanden. Da auch eine Reihe von konventionellen Kraftwerken ausfiel, führte der resultierende Mangel an elektrischer Energie zu Belastungen von Wirtschaft und Bevölkerung.

49) Gemeint sind die RCIC in den Blocks 2 und 3 (s. S. 5) sowie der „Isolation Condenser“ (IC) im Block 1 (vgl. Endnote 35). Im normalen Lastbetrieb erfolgt die Kühlung eines SWR allein durch die Ableitung des Frischdampfs in Turbinen und Kondensator

(Abb. 3). Das Kondensat wird über die (Hochdruck-)Speisewasserpumpen in den RDB zurückgepreßt. Jede andere Kühlung ist unerwünscht, weil sie den Wirkungsgrad herabsetzen würde.

50) GOJ (2011c), S. II-43.

51) Die folgenden Detailaussagen zu den Schäden ergeben sich aus den entsprechenden Kapiteln von GOJ (2011b).

52) GOJ (2011b), S. 5. Die von TEPCO bestellten Kraftwerke beruhten auf Bauplänen von GE (General Electric) und waren für den Einsatz an großen Flüssen in den USA entwickelt worden – Tsunamis waren daher nie Teil der Risikoanalyse gewesen. Als japanische Ingenieure diese Schwächen erkannten, wurden ihre Bedenken vom TEPCO-Management hinweggewischt. Nach Recherchen der Japan Times war das Überflutungsrisiko der Notstromdiesel über Jahrzehnte bekannt, wurde aber von der Firmenleitung ignoriert. (http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20110713_x1.html). Noch drei Jahre zuvor war das TEPCO-Management über die Möglichkeit von Tsunamis mit 10m Höhe gebrieft worden:

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1314346629P.pdf. Die japanische Atomaufsicht erwies sich offenbar als zu unkritisch. Die moderneren deutschen Reaktoren unterscheiden sich hingegen völlig von den amerikanischen Anlagen. U.a. ist die Zahl der alternativen Notstromanlagen viel größer und vielfältiger. Im KKW Isar II z.B. gibt es an unterschiedlichen Orten 4 große und 4 kleinere Notstromdiesel sowie eine als unterirdisches Kabel verlegte Anbindungen an das Mittelspannungsnetz.

53) Nach Weightman et al. (June 2011), S. 29, wurden diese Pumpen völlig zerstört. Später wurden mit Feuerwehrgerät Meerwasserentnahmestellen eingerichtet (Abb. 36). TEPCO: Response. 54) GOJ (2011b), S. IV-35. Nach einer Woche gelang es, am Block 6 noch einen zweiten Diesel zu reparieren. Eine Gesamtübersicht über die Schäden an den verschiedenen Stromnetzen zeigt die TEPCO Präsentation (24. Mai), S. 66. Dieselbe Tabelle läßt auch die wesentlich glimpflichere Situation im Kraftwerk Fukushima Dai-Ni erkennen. Eine neuere modifizierte Übersicht gibt GOJ (2011c), S. II-72. Danach waren sogar 7 Dieseldgeneratoren nicht überflutet. Ausschlaggebend war die Überflutung der Schaltanlagen!

55) Das 125V-Gleichstromnetz wurde über Gleichrichter aus dem 480V-Netz gespeist und durch Akkus gepuffert. Diese sollten bei Ausfällen des Wechselstromnetzes bis zu 8 Stunden die Meßinstrumente und Steuerungen der Notfallsysteme betriebsbereit halten. Im Block 1 fiel die Gleichstromanlage aber schon durch den Tsunami aus (GOJ 2011b, S. IV-56), NISA-Präsentation S. 17, nach einem Bericht der IAEA auch im Block 2: Weightman et al. (June 2011), S. 29. Im Block 3 hielten die Akkus erstaunlicherweise ca. 30 Stunden, danach versagten sie und die Systeme dieses Blocks ebenfalls ihren Dienst. Weightman et al. (June 2011), S. 29. Um wenigstens einzelne der gleichstrombetriebenen Geräte zeitweise wieder nutzen zu können, wurden Teams losgeschickt, um auf dem Gelände aus den abgestellten Autos die Batterien auszubauen und dann in die Gebäude zu schleppen: TEPCO: Response. Im wärmestauenden Schutzanzug und mit Atemschutzmaske ist das eine strapaziöse Angelegenheit. Scheinbar einfache Aufgaben wie das Öffnen eines Ventils dauerten dadurch oft stundenlang.

56) Die Graphik beruht auf den Einzelanalysen in GOJ (2011b) sowie den TEPCO-Präsentationen 23. Mai und 24. Mai. Meerwas-



Abb. 36: Entnahmestelle

Im Rahmen einer Notfallübung am bereits havarierten Kraftwerk Fukushima I hat die Feuerwehr an der Küstenlinie eine Notentnahmestelle für Meerwasser eingerichtet. Sie besteht hier lediglich aus einem Saugschlauch, angeschlossen an der Saugseite der Pumpe in dem Feuerwehrfahrzeug.

Muß das Wasser auf größere Höhe gehoben werden, müssen notfalls mehrere Pumpen hintereinandergeschaltet werden.

Die tatsächliche Einspeisung wurde schon im März wieder auf Süßwasser umgestellt, nachdem solches nach dem Unfall zunächst einige Tage nicht zur Verfügung gestanden hatte.

Foto: TEPCO

serpumpen gab es für die Nachkühlsysteme (RHR, vgl. S. 5) und diverse Hilfssysteme. Die Graphik zeigt für die beiden TEPCO-Kraftwerke den Zustand der jeweils zwei RHR-Kühlsysteme pro Reaktorblock, von denen jedes über zwei Pumpen verfügte, und von denen nur ein einziges in Fukushima II überlebte. In Onagawa und Tokai II fielen an den gezeigten Blocks nur einzelne Pumpen aus, die Detailkonfiguration lag uns allerdings nicht vor. Zu Onagawa s. www.nisa.meti.go.jp/english/press/2011/06/en20110607-5.pdf.

57) Weightman et al: S. 96; GOJ (2011b), S. III-33 f., IV-101, IV-126. Die TEPCO-Präsentation vom 24. Mai, S. 79, zeigt die Improvisationen zum Anschluß des Blocks 5.
 58) vgl. Schaubilder GOJ (2011b) S. IV-96 und S. IV-27. Das erstgenannte Bild zeigt das mit dem Kamin verbundene Gebäudeentlüftungssystem. Wechselstrombetriebene Ventilatoren saugen Luft insbesondere aus der BE-Bühne (der „Halle“ oberhalb des Reaktors, vgl. Abb. 37) durch das Filtersystem SGTS und drücken sie in den Kamin. Das zweite Schaubild zeigt das Reaktorentlüftungssystem. Dieses leitet den unter Druck stehenden Dampf bei entsprechender Ventilstellung ebenfalls zum Eingang des SGTS. Nachträglich eingebaut wurde eine Umgehungsleitung direkt zum Kamin: ohne Filter! Diese ist im Normalbetrieb von einer Berstscheibe (Berstdruck 4,3 bar) blockiert.

59) Die Ventile der Entlüftungsanlage waren druckluftbetrieben. Die zum Bewegen der Ventile benötigte Preßluft mußte mit elektrischen Magnetventilen aus der Druckluftanlage entnommen werden. Die Entlüftung funktionierte also nur, wenn Wechselstrom (für die Kompressoren), Gleichstrom (für die Ansteuerung der Magnetventile) und das unbeschädigte Preßluft-Rohrleitungssystem (zum Halten des Drucks) zur Verfügung standen.



Abb. 37: Brennelementebühne im Reaktor 1

So sahen die hallenähnlichen Räume im obersten Teil der Reaktorgebäude aus, bevor die Explosionen sie zerstörten (vgl. Abb. 11). Das Reaktordruckgefäß befindet sich unter der achteckigen Abdeckplatte in der Mitte, rechts daneben das Brennelementebecken.

Foto: TEPCO

60) Diese Vermutung leiten wir aus folgenden Tatsachen ab:

- Der Druck im Containment hatte den Auslegungsdruck bereits überschritten und stieg weiter, es mußte sofort entlüftet werden, um ein Bersten zu verhindern.
- 2. Eine Entlüftung in die Außenwelt hing in dem japanischen Regelsystem von zahlreichen Genehmigungen ab, der Freigabezeitpunkt war nicht kalkulierbar. Die Entlüftung zur BE-Bühne war eine formal regelkonforme Verzweiflungsmaßnahme.
- 3. Eine Entlüftung des Containments zur BE-Bühne war technisch möglich (Abb. 12.) Das Brechen der Berstscheibe wurde vermieden und der Dampf in der BE-Bühne kondensiert.

Dort kam es nicht sofort zu einer Explosion, sondern erst später, nachdem der Dampf an den Wänden kondensiert und die Luft getrocknet war (feuchtes Knallgas explodiert nicht). Hätte es die in Deutschland üblichen Rekombinatoren gegeben, wäre das Knallgas noch in der sicheren „Feuchtphase“ eliminiert worden, und nichts wäre passiert.

61) In Fukushima I sind die Kontrollräume paarweise zusammengelegt, also die der Blocks 1+2, 3+4, 5+6. In den Blocks gab es eine Notbeleuchtung (Gleichstromnetz). Weightman et al. (June 2011), S. 30. Als dieses Netz ausgefallen war, mußten die Techniker parallel zum sonstigen Krisenmanagement erst eine Behelfsbeleuchtung mit Handlampen und tragbaren Akkus improvisieren. Im Reaktor 1 dauerte es nach dem Tsunami 5 Stunden, bis im Kontrollraum wieder Licht verfügbar war. GOJ (2011b), S. IV-49. Zu diesem Zeitpunkt begann bereits die Kernschmelze. Deutsche Kernkraftwerke sind mit einem räumlich getrennten und besonders gesicherten zusätzlichen Kontrollraum ausgestattet, der alle im Störfall wesentlichen Aufgaben übernimmt, wenn der Kontrollraum des Blocks nicht begehbar sein sollte. In Fukushima war eine solche „Notfallwarte“ nicht vorhanden.

62) GOJ (2011b), S. IV-145, S. V-18. Ein weiterer Aspekt, der mit der Elektrik zusammenhängt und das Krisenmanagement möglicherweise stark behindert haben dürfte, liegt in den in einem Kernkraftwerk vorhandenen zahlreichen Personenschleusen mit ihren elektrisch zu bedienenden Türen. Ein Beispiel findet sich in TEPCO: Response.

63) Miller et al. (2011), S. 34. Schwierigkeiten gab es auch bei der Überwachung der Abklingbecken: ebenda, S. 45 f..

64) TEPCO: Präsentation (24. Mai), S. 62 ff.; GOJ (2011b), S. IV-131; Weightman et al. (June 2011), S. 29

65) GOJ (2011b), S. 34 f., S. IV-131. Nach neuesten Erkenntnissen ging der Reaktor 1 wahrscheinlich deshalb verloren, weil ein Arbeiter ein Ventil zu dem Kühlsystem IC (Abb. 34) geschlossen, die Kraftwerksleitung dies aber nicht mitbekommen hatte und wegen der verlorengegangenen Statusanzeigen es auch nicht von sich aus erkennen konnte. www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1313640580P.pdf. Der IC allein hätte den Reaktor ohne weiteren Eingriff für etwa 8 Stunden kühlen können, bei Nachspeisung von Kühlwasser (Feuerwehr!) sogar unbefristet, statt dessen begann bereits nach 5 Stunden die Kernschmelze.

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1307442268P.pdf.

66) GOJ (2011b), S. IV-18 ff. (Systemschaubilder, Anmerkungen). Ein Teil der Ventile wurde mit Wechselstrom, ein Teil mit Gleichstrom bedient. Oft saßen mehrere gleichstrom- und wechselstrombetriebene Ventile hintereinander in derselben Rohrleitung, sodaß ein geschlossenes Ventil ein komplettes Sicherheits-

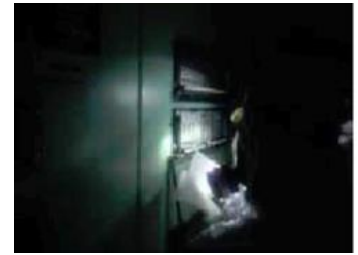


Abb. 38: Die Dunkelheit

Ein unbekannter TEPCO-Mitarbeiter prüft Instrumente im Schein einer Taschenlampe.

Das Foto läßt die gespenstische Dramatik erahnen, der die Belegschaft des Kraftwerks in den Stunden nach dem Tsunami und dem dadurch ausgelösten Stromausfall ausgesetzt gewesen sein muß, während sie in Kenntnis des vieltausendfachen Todes um sie herum um die Sicherung ihrer Anlagen kämpfte.

Foto: TEPCO (TEPCO: Response)



Abb. 39, 40: Generator, mobil

Diese Monate nach dem Unfall aufgenommenen Fotos zeigen einen Generator-LKW von TEPCO beim Anschließen am Reaktor 1.

Man beachte, daß anders als an den deutschen KKW (Abb. 22 und 23) außen am Kraftwerk kein vorbereiteter Anschlußpunkt erkennbar ist. Die Kabel müssen also durch das Tor in das Gebäude hineinverlegt und dort zu den Schaltschränken geführt werden.

TEPCO hatte die Generatorfahrzeuge für seine Großkunden vorgehalten, um die bei Stromausfällen schnell zu unterstützen. Der Einsatz an den eigenen KKW im Rahmen des Notfallmanagements war nicht vorgeplant und ist daher als Improvisation einzustufen.

Fotos: TEPCO

system vom Einsatz abhalten konnte, auch wenn alle anderen Ventile geöffnet waren. Einige gleichstrombasierte Ventile konnten später mit Autobatterien geschaltet werden, wobei wir nicht wissen, ob die Ventile vom Netz abgetrennt und erst dann mit dem Batteriestrom aktiviert wurden. Solche Aktionen banden sehr viel Personal und verschlangen Zeit, die zum Schluß fehlte.

67) GOJ (2011b), S. IV-132 f.

68) GOJ (2011b), S. IV-29 (Systemschaubild). Wie die japanische Regierung inzwischen einräumte, hatte in den Risikoeinschätzungen die Sicherstellung der Gleichstromversorgung über einen längeren Zeitraum keine Rolle gespielt: GOJ (2011b), S. IV-131. Es war davon ausgegangen worden, daß sich im Krisenfall eine unterbrochene Wechselstromversorgung in kurzer Zeit würde wiederherstellen lassen.

69) Da die ersten zum Kraftwerk entsandten Generator-LKW (Abb. 39) im Verkehrschaos steckenblieben, wurden nach und nach 70 (!) Fahrzeuge zum Kraftwerk beordert. www.iaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1305623138P.pdf. Diese LKW waren im Gegensatz zur Lage in Deutschland keineswegs für den Einsatz an den Kernkraftwerken vorgesehen gewesen, sie waren dort nicht Teil der Notfallplanung! GOJ (2011b), S. IV-5 f.. Vielmehr lag ihr Zweck darin, TEPCO-Kunden im Falle eventueller Netzausfälle vor Ort zu versorgen. Weightman et al.: Mission Report, S. 48. Transport per Hubschrauber war erwogen worden, erwies sich aber wegen des Gewichts als undurchführbar: TEPCO: Response.

70) ebenda. Überprüfungen der Elektrik ergaben, daß im Block 2 noch intakte Verteilerschaltungen existierten. Die Arbeiten wurden daher auf diesen Block konzentriert. Während das meiste Material in den Fluten versunken war, wurde eine tonnenschwere Trommel mit 10 cm dickem Hochspannungskabel gefunden und dieses von 40 Arbeitern in vielstündiger Schufterei über 200 m Strecke in den Block 2 hinein verlegt und angeschlossen. Nachdem die Stromversorgung mit einem Generator-LKW wenige Minuten funktioniert hatte, explodierte der benachbarte Block 1. Herabstürzende Trümmer verletzten fünf Arbeiter und beschädigten das Kabel. Nachdem mit Unterstützung der Armee ein zweiter Versuch mit einem neuen Kabel unternommen worden war und kurz vor dem Erfolg stand, explodierte der andere Nachbarblock 3, diesmal mit 11 Verletzten. TEPCO: Response.

71) Wie auf S. 5 skizziert, werden Hoch- und Niederdrucksysteme unterschieden (USNRC Manual, S. 3-10). Fällt die Hochdruck-Einspeisung aus, muß auf Niederdrucksysteme zurückgegriffen werden: z.B. Pumpen der Feuerwehr. Die funktionieren aber nur, wenn der Druck im Reaktordruckgefäß zuvor massiv abgesenkt wurde. Dieser Druckabbau erfolgte in Fukushima I viel zu spät. Nachdem er dank findiger aber zeitfressender Improvisation endlich erfolgt war, gelang die Einspeisung über die Feuerlöschleitungen, aber da waren die Reaktorkerne bereits zerstört, die Knallgasexplosionen erfolgt, die Radionuklide freigesetzt. Vgl. Mohrbach (2011).

72) Es ist bezeichnend für die Gesamtsituation in Fukushima, daß der Zeitpunkt dieses Beginns der Überhitzung (als Vorstufe der Kernschmelze) dem Kraftwerksmanagement nicht bekannt war. Denn wegen des Stromausfalls funktionierten die meisten Meßinstrumente nicht mehr. Insbesondere konnte der tatsächliche Füllstand der Reaktorbehälter nicht verfolgt werden. Auch war nicht klar, wann und wie lange die jeweiligen Noteinspeisesysteme

me funktionierten, und wie groß die tatsächlich eingespeisten Wassermengen waren, so daß die Füllstände nur grob gemutmaß werden konnten. GOJ (2011c) S. II-78 ff..

73) Wie auf S. 5 erläutert, betrug der zugelassene Druck in dem aus Druckkammer und Kondensationskammer bestehenden Reaktorsicherheitsbehälter („Containment“) lediglich knapp 5 bar.

74) „SGTS“ steht für „Standby Gas Treatment System“. Die Aufgabe des SGTS besteht im Normalbetrieb darin, ständig Luft aus BE-Bühne und dem übrigen Gebäude zu saugen und gefiltert abzublasen. Dadurch wird im Gebäude ein leichter Unterdruck erzeugt, der eventuell vorhandene radioaktive Partikel daran hindert, durch Türen oder eventuelle Undichtigkeiten des Gebäudes ins Freie zu gelangen. Die Filter selbst bestanden aus Aktivkohle. Aktivkohle filtert chemische Giftstoffe und Feinstaub und ist darüber hinaus in der Lage, den Durchfluß (radioaktiver) Edelgase wie Xenon-135 zu verlangsamen, sodaß wegen der sehr kurzen Halbwertszeit ein Teil des Gases noch im Filter zerfällt.

75) Leitet man Dampf in den Filter, so kondensiert dieser und die Aktivkohle wird naß. Das Wasser verschließt die feinen Poren der Kohle und blockiert so deren Oberfläche, an der die Schadstoffpartikel adsorbiert werden sollen. Deshalb werden in den „Wallmann-Ventilen“ der deutschen KKW Filter aus Keramik-Material verwendet, die diese Schwächen nicht aufweisen.

76) GOJ (2011b), IV-13, Systemarchitekturen S. IV-27. Tatsächlich war TEPCO bis zu dem Unfall der Auffassung gewesen, die Kondensationskammern könnten auch im Notfall die Rolle eines Gaswäschers einnehmen: www.tepco.co.jp/en/news/topics/11081601-e.html und www.joewein.net/blog/2011/08/13/tepco-and-the-dirty-secret-of-the-radio-active-stack/. Dabei wurden drei mögliche Probleme übersehen: a) die Aufheizung der KoKa und damit verbunden der teilweise Ausfall der Gaswaschfunktion, b) der mögliche Fall einer Notentlüftung des Reaktordruckbehälters in die Druckkammer und deren direkte Entlüftung zum Kamin (also die Umgehung der KoKa, z.B. im Fall von deren Überfüllung), und c) ein mögliches Platzen der KoKa mit Wasserverlust mit der Folge, daß die Einleitungsrohre nicht mehr im Wasser standen, wie möglicherweise geschehen im Block 2. In allen drei Fällen hätte das deutsche Filtersystem wohl einwandfrei funktioniert.

77) GOJ (2011b), IV-13; (zum technischen Verfahren) Miller et al: S. 40; TEPCO: Response. Der Grund für die Verzögerungen war anscheinend, daß erst die Evakuierung des Umlands abgeschlossen werden sollte. In dieser Zeit stieg der Druck in den Druckkammern und KoKas auf fast das Doppelte der Auslegung, was nach Angaben von TEPCO zu Undichtigkeiten geführt haben könnte. http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703922504576273234_110896182.html. Vgl. auch Suzuki (2011), S. 24. TEPCO wurde jetzt zum Gefangenen seines Venting-Problems: weil es keine Filter gab, durfte es nicht entlüften. Weil als Folge der Druck im Containment gefährlich anstieg, konnte es keinen weiteren Dampf aus dem RDB dorthin ablassen. Weil es keinen Dampf aus dem RDB ablassen konnte, blieb dort der Druck viel zu hoch für eine Niederdruckeinspeisung. Weil eine rechtzeitige Niederdruckeinspeisung unterblieb, begann eine Kernschmelze. Es wird deutlich, daß bei Vorhandensein des deutschen Filterstandards diese Eskalationsautomatik nicht entstanden wäre.

78) Weightman et al. (June 2011), S. 31 f., TEPCO: Response. Zusätzlich mußten requirierte Autobatterien herangeschleppt

werden, um Gleichstrom für das Öffnen der Magnetventile zu gewinnen, mit denen die Druckluftleitungen geöffnet werden konnten, um mit dieser Druckluft schließlich die eigentlichen Entlüftungsventile zu öffnen.

79) Die japanischen Sicherheitsvorschriften legten fest, daß das Containment inertiiert werden mußte. D.h. es wurde mit Stickstoff geflutet und so der Sauerstoff der Luft verdrängt, um die Bildung eines zündfähigen Knallgasgemisches zu verhindern. Es gab aber keine Vorkehrungen für das übrige Reaktorgebäude. Insbesondere die in Deutschland seit 1996 in jedem KKW nachgerüsteten Wasserstoffrekombinatoren waren nicht vorhanden (vgl. Abb. 20, 21). GOJ (2011b), S. IV-133 f.

80) vgl. Schulenberg, Präsentation (28.3.2011): Folie 2 zeigt einen GE BWR-3-Reaktor und die Entlüftung ins Reaktorgebäude (also den Bereich BE-Bühne) als reguläre Methode des Druckabbaus! Der uns vorliegende Aufsatz Narrog: Die Atomkatastrophe, unterstellt ebenfalls diesen Zusammenhang. Inzwischen wurden in den SGTS-Filtersystemen große Mengen Cäsium festgestellt („Hot Spots“). www.world-nuclear.org/info/fukushima_accident_inf129.html. Das bedeutet, daß der Dampf tatsächlich gezielt zur BE-Bühne geleitet worden sein muß, denn sonst hätte er den Einlaß zum SGTS nicht erreicht (vgl. Abb. 12).

81) Der Auslegungsdruck von Druck- und Kondensationskammer lag lediglich bei knapp 5 bar (gegenüber 87 bar im RDB). TEPCO: Präsentation (24. Mai), S. 85.

TEPCO hat ominös vom „Geräusch einer Explosion“ gesprochen, in der Nähe der Kondensationskammer, und es als Knallgasexplosion gedeutet: vgl. NISA/JNES 4. April, S. 25, GOJ (2011b) S. IV-55 ff. Das mag sein. Wir fragen uns, ob die KoKa oder eine Zuleitung von der Druckkammer zuvor durch Überdruck geplatzt ist. Denn nach unserem Verständnis hätte in dem Raum, der die KoKa umgibt, sonst gar kein Knallgas auftreten können.

82) Ein denkbarer Auslöser für die Explosionen ist statische Elektrizität. Das wird sich aber wohl nicht mehr klären lassen. Die Explosionen haben alle weiteren Maßnahmen der Krisenabwehr sehr erschwert und nicht zuletzt auch verteuert. Zumindest der Reaktor 2 hätte höchstwahrscheinlich gerettet werden können, wenn nicht gleich zweimal bis dahin erfolgreich improvisierte Installationen für Stromanschluß bzw. Wasserversorgung durch herabstürzende Trümmer erst vom Reaktor 1, dann von 3 wieder ausgeschaltet worden wären, von den Unterbrechungen zum Bergen der zusammen 16 Verletzten ganz abgesehen.

83) GRS Timeline, 15.3. 0614 Uhr

84) In Fukushima 1 existieren 7 Abklingbecken, davon eines im oberen Teil jedes Reaktorgebäudes. Diese Becken enthalten normalerweise soviel Wasser, daß es die Oberkante der Brennstäbe um 7m überragt, so daß das Wasser auch jegliche Strahlung absorbiert und oben am Beckenrand ohne Gefahr gearbeitet werden kann. Die in den Brennstäben freigesetzte Wärme wird über Zirkulationskühlsysteme abgeführt, wodurch die Pooltemperatur etwa bei 30°C gehalten wird. Durch den Tsunami fiel sowohl die Stromversorgung der Zirkulationspumpen als auch die Kühlwasserversorgung der Wärmetauscher aus dem Meer aus. In der Folge stiegen die Temperaturen, so daß das Wasser schneller verdunstete und die Brennstäbe trocken zufallen drohten. Die Instrumentierung funktionierte nicht mehr, so daß Temperaturen und Wasserstände nach einigen Tagen nur noch geschätzt werden

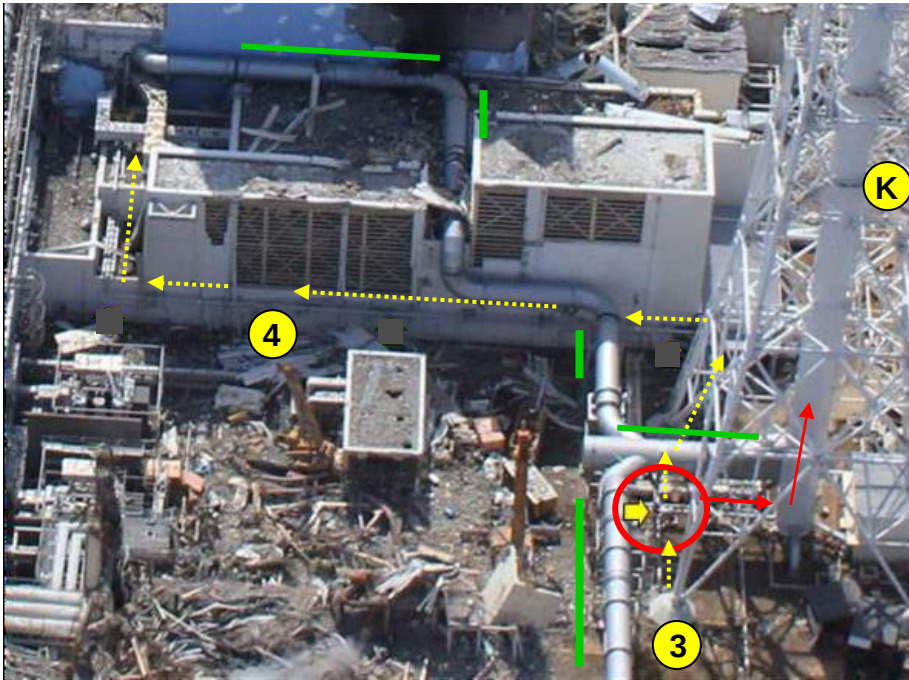


Abb. 41: Warum explodierte Block 4, obwohl er entladen war?

Je zwei Reaktoren benutzten gemeinsam einen Kamin (K). „Dünne“ Abluftrohre der Filtersysteme SGTS treffen sich dort (im roten Kreis), ebenso wie „dicke“ der (ungefilterten) Reaktorentlüftung (vgl. Abb. 12 – grüne Strecke). Als am 14.3. der Reaktor 3 (unten – nicht abgebildet) entlüftet werden mußte, floß laut TEPCO ein Teil des H₂-haltigen Dampfes unerkannt am Kamin vorbei durch das SGTS-Rohr (gelbe Pfeile) weiter in den Block 4 (oben). Dort bildete sich Knallgas, das am nächsten Tag explodierte und auch diesen Block zerstörte.

Foto: TEPCO / GOJ (2011b), S. IV-96, verändert

konnten. Nach den Knallgasexplosionen waren die Bereiche stark verstrahlt. Vgl. Weightman et al. (2011), S. 35 ff. und NISA/JNES Präsentation S. 36 ff. zu den getroffenen Gegenmaßnahmen.

85) NISA/JNES Präsentation S. 14. Zu beachten ist, daß die Zirkonium-Reaktion mit Wasser exotherm ist und daher dann, wenn sie erst einmal in Gang gekommen ist, auch nach der Einspeisung von Wasser weiterlaufen kann.

86) Unter den von uns befragten Reaktorexperten ist umstritten, inwieweit durch die Kernschmelze selbst die Reaktordruckbehälter beschädigt worden sein könnten. Bei einem Siedewasserreaktor befinden sich im Boden des Reaktordruckgefäßes Durchführungen für zahlreiche Steuerstäbe. Im Falle einer vollständigen Kernschmelze wären diese durch die große Hitze beschädigt worden: Ragheb (2011), S. 46. Aufgrund des Zeitablaufs wahrscheinlicher ist, daß eine vollständige Kernschmelze gar nicht eintrat, da in allen drei RDBs ein Rest an Kühlwasser verblieben war und dort hineingefallene Brennstofftabletten die Schmelztemperatur nicht erreichen konnten.

87) NISA/JNES Präsentation S. 32. Bei den Blocks 1-3 wurde dieser Zustand Anfang Oktober 2011 erreicht.

88) Regelmäßige Statusmitteilungen der JAIF, z.B.

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1316667103P.pdf

89) NISA/JNES Präsentation S. 14 ff.

90) Robotereinsatz:

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1303815319P.pdf;



Abb. 42: Roboterpark

In Deutschland werden bei spezialisierten Firmen eine Vielzahl von unterschiedlichen Robotern bereitgehalten, mit denen man im Falle eines Reaktorunfalls in die Anlage vordringen, messen und erkunden und auch technische Eingriffe vornehmen könnte.

Foto: KHG Kerntechnische Hilfsdienst GmbH, Eggenstein

Filtersystem in Block 1:

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1304675121P.pdf.

Unsere Interviewpartner in der deutschen kerntechnischen Industrie fanden es befremdlich, wie spät in Japan auf solche Roboter zurückgegriffen wurde, die erst aus den USA eingeflogen werden mußten. In Deutschland wären sie bei Spezialunternehmen auf Abruf verfügbar (Abb. 42).

91) Nach anfänglichen Schwierigkeiten mit der unter extremem Zeitdruck neu entwickelten Anlage können mittlerweile 1.200 Tonnen Wasser pro Tag aufbereitet werden.

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1314504395P.pdf.

92) Zuvor waren Versuche unternommen worden, die Becken mit Wasserwerfern vom Boden aus oder Wassersäcken aus Hubschraubern nachzufüllen. In den Notfallplanungen hatte man möglichen Problemen der Poolkühlung zuvor nur geringe Aufmerksamkeit gewidmet: GOJ (2011b), S. 134 f..

93) Eine der wichtigsten und oft übersehenen Sicherheitsbarrieren besteht darin, daß das für die Brennstofftabletten verwendete Uran(IV)-Oxid erst bei einer Temperatur von 2.878°C schmilzt. Solange diese Temperatur nicht erreicht wird, weil sich z.B. noch Reste von Wasser im RDB befinden, können sich Spaltprodukte nur von der Oberfläche der Tabletten lösen, die Masse bleibt jedoch in den Tabletten eingesperrt.

94) Eine detaillierte Beschreibung des Verhaltens von Cäsium im Boden findet sich bei Meinel (2008), S. 30 ff.. Dort, wo sich Cs z.B. an Tonmineralien anhaftet, kann es durch Kaliumdüngung wieder freigesetzt und so dazu veranlaßt werden, schneller in den Untergrund abzuwandern.

95) Cs-134 und Cs-137 sind Beta-Strahler, d.h. eines ihrer Neutronen gibt irgendwann ein Elektron ab und wandelt sich dabei in ein Proton. Dadurch entsteht aus Cs unter Abgabe einer schwachen Gammastrahlung stabiles Barium. Vom strahlungsmedizinischen



Abb. 43: Krisenmanagement - global

Am Flughafen Los Angeles in Kalifornien rollt die größte Betonpumpe der Welt in den Bauch des zweitgrößten Transportflugzeugs (Antonov An-124). Nachdem dieses von der deutschen Firma Putzmeister in Aichach gebaute Spezialfahrzeug am 22. März in Fukushima einsatzbereit geworden war, löste sich die bis dahin scheinbar unaufhaltsam eskalierende Krise an den Abklingbecken buchstäblich binnen Stunden in Luft auf. Inzwischen sind an allen Abklingbecken neu installierte Zirkulationskühlsysteme im Einsatz, Betonpumpen stehen in Reserve.

Foto: Putzmeister Concrete Pumps GmbH, Aichach

schen Standpunkt ist von Materie außerhalb des Körpers ausgehende Betastrahlung eher von geringer Bedeutung, da die Elektronen von darüberliegendem Erdboden, Luft, Schuhwerk oder Kleidung abgefangen werden.

96) Uran und Plutonium verdampfen erst bei 3930 bzw. 3230°C. Bei einem Kernschmelzunfall werden allenfalls Spuren freigesetzt.

97) Unglücklicherweise erreichten die Evakuierungsanweisungen einen Teil der betroffenen Gemeinden nicht sofort – möglicherweise wegen des umfassend zerstörten Telefonnetzes.

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1308818926P.pdf.

Hinzugekommen sein dürfte die Flucht auch vieler öffentlicher Angestellter aus der Überflutungszone. Die teilweise schleppend anlaufende Evakuierung war dann der Grund für die verspätet durchgeführte Entlüftung.

98) GOJ (2011a), S. 35.

99) Dies gilt insbesondere auch für Kinder: eine besorgniserregende Schilddrüsenbelastung wurde nicht entdeckt: GOJ (2011b), S. VII-10. In der Präfektur Fukushima ist die Reihenuntersuchung von 2 Millionen Menschen geplant: GOJ (2011b), S. V-13.

100) Um die oft jahrelang trainierte Stammbesatzung des Kraftwerks nicht ohne Not Strahlendosen auszusetzen, läßt TEPCO einfache Aufgaben durch Mitarbeiter von Fremdfirmen erledigen, die dazu in dem als Einsatzstützpunkt hergerichteten Sportzentrum „J-Village“ vorbereitet und eingewiesen werden (Abb. 44). Frauen wurden schon nach wenigen Tagen komplett abgezogen, weil für sie in Japan wesentlich strengere Grenzwerte gelten.

101) Bei der technischen Überwachung der Mitarbeiter gab es am Anfang Probleme, weil Bestände an Strahlendosimetern und anderes Gerät am 11. März in den Fluten versunken waren. Über die bisher registrierte Belastung der Mitarbeiter in Fukushima I berichtet das Japanische Atomforum JAIF: "TEPCO has been examining radiation exposure of some 10,700 workers who worked at the plants. Intermediate result of this examination as of 8/10 is as follows. 103 workers received more than 100 mSv. (100-150 mSv: 81 workers, 150-200 mSv: 14 workers, 200-250 mSv: 2 workers, 250 mSv-: 6 workers) Definite exposure doses of 6 workers who received more than 250mSv are distributed from 309 to 678mSv. *The allowable emergency limit for radiation doses: 250mSv".

www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1314073759P.pdf

102) Inwieweit bereits kleine Dosen zusätzlicher Radioaktivität Krankheiten und insbesondere Krebs auslösen können, ist hochgradig umstritten. Zu den Warnern gehört Edmund Lengfelder, der uns auch als Interviewpartner zur Verfügung stand. Die Gegenposition vertritt u.a. Ludwig E. Feinendegen. Er legt dar, „daß die DNA jeder Zelle im Körper jeden Tag millionenfach nicht von Strahlung sondern endogen geschädigt wird, wobei die Zahl von ernsteren DNA Doppelstrangbrüchen (DSB) zwischen etwa 0.1 und 2 Ereignissen pro Zelle pro Tag liegt und mit dem Alter des Körpers zunimmt. Schäden von kleinen Dosen, z.B. der überall vorhandenen Hintergrundstrahlung, werden somit der ständig sich ereignenden endogenen Schädigung sozusagen aufgepfropft. Für ein Individuum in einer niedrigen Hintergrundstrahlung von 1 mSv pro Jahr bewegt sich der Quotient der Zahl endogen bedingter zu strahlenbedingter DSB bei etwa 1000, d. h., DSB entstehen im Körpergewebe etwa 1000 Mal häufiger durch Stoffwechsel als durch Strahlung“ Feinendegen (2005), S.3, dort mit weiterfüh-



Abb. 44: J-Village

„J-Village“ ist eine 20 km südlich von Fukushima I gelegene Sportschule und Veranstaltungszentrum.

Auch die späteren Weltmeisterinnen im Damenfußball trainierten hier. TEPCO gehörte zu den Sponsoren dieser Einrichtung.

Seit dem Unfall wird J-Village von TEPCO als Einsatzbasis genutzt, in der alle geplanten Aktivitäten vorbesprochen und die zahlreichen Mitarbeiter von Fremdfirmen eingewiesen werden können, ohne sich dort erhöhter Strahlung aussetzen zu müssen.

Foto: K.F. (Creative Commons Lizenz)

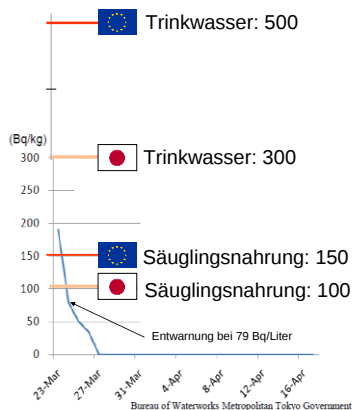


Abb. 45: Die Wasser-Ente

Jod-131-Meßwerte am Wasserwerk Kamanachi.

Das „verstrahlte Wasser in Tokyo“ war nach den in Deutschland geltenden EU-Normen nicht wirklich problematisch. Weil die Meßwerte (blaue Linie) aber den extrem strengen japanischen Grenzwert für Babynahrung einen Tag lang überschritten, wurde das Leitungswasser hierzulande als gefährlich verstrahlt dargestellt.

Aber immerhin war in Tokyo nach dem Alarm das Mineralwasser ausverkauft.

EU-Grenzwerte nach:
<http://umweltinstitut.org/radioaktivitaet/katastrophenschutz/katastrophenschutz-102.html>

Graphik:
www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/japan-challenges/pdf/japan-challenges_b.pdf, verändert.

renden Literaturangaben. Siehe auch Bernd Hüttner in www.achgut.com/dadgdx/index.php/dadgd/article/radioaktivitaet_einige_fakten/ 103) Feinendegen, a.a.O.

104) Dies gilt u.a. für Regionen in Indien, Brasilien und insbesondere im Iran, an der Südküste des Kaspischen Meeres: Ghias-si-nejad et al. (2001); Mortazawi: High Background.

105) Vorbereitende Weisungen der Regierung an die Lokalbehörden zur Ausgabe von Jodtabletten (zwecks Blockieren der Aufnahme von Jod-131 durch die Schilddrüse) kamen wegen der früh erfolgreich abgeschlossenen Evakuierung anscheinend nicht mehr zur Ausführung: GOJ (2011b), S. VII-7 ff.

106) Ist Cäsium in den Körper eingedrungen, so kann es auf pharmakologischem Wege wieder daraus entfernt werden. Als Wirksubstanzen dienen das altbekannte „Berliner Blau“ (Eisenhexacyanoferrat) oder das besser anwendbare „Giese-Salz“ (Ammoniumeisenhexacyanoferrat, AEHCF). Bei Experimenten verschiedener Forscher mit stallgefütterten Hausschweinen gelang es, mit Giese-Salz die Konzentration von Cäsium im Muskelfleisch um 50 – 98 Prozent abzubauen. Die Wirksubstanz wird dabei nicht in den Körper aufgenommen, sie passiert also lediglich den Verdauungstrakt und bindet das dort vorhandene Cäsium aus der Nahrung oder verschiedenen Verdauungsflüssigkeiten, so daß dieses vom Darm nicht erneut resorbiert werden kann. Die Behandlung erzeugt keinerlei Nebenwirkungen: Meinel (2008), S. 72 ff..

107) Während in Deutschland von Medien und Aktivisten häufig behauptet wurde, die ausgetretene und im Land verteilte Radioaktivität würde verschwiegen, und sie würde bald Tausende von Menschen dahinraffen, kann jedermann die Meßwerte jeden Tag nachlesen: beim Superministerium MEXT: www.mext.go.jp/english/

108) Noch Anfang August wurde durch einen Teil der deutschen Medien suggeriert, die Radioaktivität im Kraftwerksgelände habe sich drastisch erhöht, nachdem dort „Hot Spots“ (Orte mit besonders hoher Aktivität) entdeckt worden waren. Beispiele: www.spiegel.de/wissenschaft/technik/0,1518,777991,00.html; www.morgenpost.de/politik/ausland/article1720031/Tepco-spielt-toedliche-Strahlung-herunter.html

109) So meldeten deutsche Medien tagelang, das Trinkwasser in Tokyo sei verstrahlt. Tatsächlich empfahl die Japanische Regierung am 23.3., das Leitungswasser nicht für die Zubereitung von Babynahrung zu benutzen, weil in einem Wasserwerk für Jod-131 ein Wert von 210 Bq/kg (Bq = Becquerel) gemessen worden war. Der Hintergrund: Japan hat einen Grenzwert von 300 Bq/kg für die allgemeine Bevölkerung, sowie einen von 100 Bq/kg für Babynahrung festgelegt. Nach 2 Tagen war der Meßwert auf 79 Bq/kg gefallen und die Warnung aufgehoben (Abb. 45). <http://m.ftd.de/artikel/60029712.xml?v=2.0>. Noch am 26. April meldete der FOCUS wahrheitswidrig: „Erdbeben - Strahlung in Fukushima steigt“, obwohl zu diesem Zeitpunkt die Strahlungswerte bereits seit 6 Wochen überall deutlich abgeklungen waren, vgl. Abb. 14.

110) Ein Beispiel: Der Spiegel am 27. März (16 Tage nach dem Unfall): „Die Lage an der japanischen Atomruine Fukushima gerät völlig außer Kontrolle“ www.spiegel.de/panorama/0,1518,753398,00.html. Zu diesem Zeitpunkt waren 75 % des Jod-131-Inventars bereits zerfallen, alle Reaktoren wurden wieder gekühlt, die ersten Kontrollräume hatten wieder Strom, die Reaktoren 5 und 6 waren endgültig stabilisiert („cold shut down“). Die Nachzerfallsleistung war auf unter 2 Promille der Nennleistung gefallen. Oder dieser

von der FAZ nachgedruckte dpa-Text: www.faz.net/artikel/C30798/fukushima-kernschmelze-in-zwei-weiteren-reaktoren-30338013.html. „Kernschmelze in zwei weiteren Reaktoren - Die schlimmsten Befürchtungen der Anwohner des havarierten japanischen Atomkraftwerks Fukushima haben sich bestätigt: Die Betreibergesellschaft geht von einer Kernschmelze in zwei weiteren Reaktoren aus.“ Dieser Artikel erschien am 24. Mai – also 10 Wochen nach den durch Wasserstoff und damit durch Kernschmelzen verursachten Explosionen der oberen Reaktorgebäude. Die eigentlich entscheidende Information, daß die Japaner kurz nach dem Beginn der Kernschmelzen die Niederdruckeinspeisungen in Gang gebracht hatten und die Kerne wieder gekühlt wurden, wird erwähnt, aber in ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung (Beendigung der Kernschmelze, Verhinderung weiteren Cäsiumaustritts aus den Brennstofftabletten) nicht gewürdigt.

111) Besonders enttäuschend war die Qualität der Berichterstattung der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, in der sogar der Mitheerausgeber Schirrmacher dem Abschaltkurs huldigte:

www.faz.net/artikel/C32436/fukushima-und-die-deutschen-sie-nennen-es-hysterie-30332493.html. Derweil schrieb die normalerweise in Tokyo stationierte FAZ-Korrespondentin Petra Kolonko über die Ereignisse aus Fukushima: losgelöst von der betroffenen Bevölkerung aus einem mutmaßlich ABC-sicheren Beobachtungsposten auf der koreanischen Halbinsel! Wie wir vermuten, übertraf die Strahlenangst der promovierten Sinologin ihre journalistische Neugier ebenso wie ihr naturwissenschaftlich-technisches Hintergrundverständnis.

112) Die beiden wurden in einem Turbinengebäude von den Flutmassen überrascht. In Dai-Ni wurde ein Kranführer getötet, als durch den Tsunami sein Kran umstürzte.

113) NISA/JNES-Präsentation v. 4.4.2011, Folie 52. Weitere Arbeiter mußten wegen Erschöpfungszuständen oder mechanischen Verletzungen aller Art (z.B. Handquetschungen) ärztlich behandelt werden.

114) NISA/JNES-Präsentation v. 4.4.2011, Folie 51. Zwei Arbeiter einer Fremdfirma erlitten durch Betastrahlung Verbrennungen an den Beinen, weil sie ohne Schutzstiefel in stark kontaminiertes Wasser getreten waren, konnten aber nach vier Tagen Beobachtung aus dem Krankenhaus entlassen werden. www.handelsblatt.com/panorama/aus-aller-welt/fukushima-arbeiter-gefaehrlich-verstrahlt/3983152.html; www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11032912-e.html

115) Japan hatte eine Reihe von Reaktoren auch deshalb an der Ostküste errichtet, weil der Wind meist von Nordwest bis West weht und damit eventuelle Emissionen zumeist auf den Pazifik hinaus geweht werden würden. Dies war hier auch der Fall. Hätte der Unfall im Landesinneren gelegen, wäre folglich die Evakuierungszone größer sein müssen.

116) www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1303384544P.pdf.

Am 22.4. verkündete die japanische Regierung eine Ausweitung der Evakuierungszone nach Norden und Nordwesten, um das Dorf Iitate, in deren Umgebung sich „Hot Spots“ befinden.

117) Am 21.8. teilte die Regierung mit, daß ein Teil der evakuierten Bevölkerung für lange Zeit nicht mehr zurückkehren könne: www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1314001408P.pdf. Das mag für einige Gebiete in unmittelbarer Reaktornähe einleuchten. Für uns als unabhängige Beobachter stellt sich aber die Frage, warum nicht ein Teil des Gebiets angesichts der inzwischen niedrigen Ortsdosisleistungen längst wieder freigegeben worden ist.



Abb. 46: Leben mit Cäsium

Wildschweine fressen Pilze, und manche Pilze (Hirschrüffel, Maronenröhring) akkumulieren in hohem Maße Cäsium. Deshalb ist die Radioaktivität ihrer Körper oft um ein Vielfaches höher als die von uns Menschen.

Wären die Annahmen der Alarmisten über die Bedrohung durch Strahlung zutreffend, dann müßten die Wildschweine seit 1986 dahinsiechen – mit auffälligen Mutationen und hohen Krebsraten.

Nur gibt es dafür keinerlei belegte Anhaltspunkte!

Foto: gemeinfrei

Dies betrifft vor allem im Norden den Südteil der stark zerstörten Küstenstadt Minami Souma (70.000 Einwohner, Abb. 16) sowie im Süden Naraha (8.000 Ew.). Die Meßwerte vom 5. August lagen an verschiedenen Meßstellen in Minami Souma bei 0,6 - 1,8 $\mu\text{Sv/h}$, in Naraha bei 0,8 - 2,2 $\mu\text{Sv/h}$. www.mext.go.jp/component/english/icsFiles/afiedfile/2011/08/06/1305391_080618.pdf. Durch gezielte Dekontamination der Wohn- und Arbeitszonen könnte man die Werte dort schnell noch weiter absenken.

118) NISA/JNES-Präsentation v. 4.4.2011, Folie 53. Hier geht es um ein Grundsatzproblem großer Tragweite: Es gibt seit mehreren Jahrzehnten eine politische Tendenz, Grenzwerte für potentiell gefährliche Stoffe an der meßtechnischen Nachweisbarkeit und nicht an der nachgewiesenen physiologischen Schädigungsdosis zu orientieren. (Dieses Thema wurde von dem deutschen Chemiker Heinz Hug in dem empfehlenswerten Buch „Die Angsttrompeter“ umfassend analysiert.) So werden in Deutschland jedes Jahr nach wie vor über 1.000 erlegte Wildschweine aufgrund „überhöhter Strahlungswerte“ aus dem Verkehr gezogen und kostenaufwendig als Sondermüll entsorgt. www.focus.de/panorama/welt/tsunami-in-japan/wissenschaftliche-hintergruende/radioaktive-lebensmittel-wildschwein-strahlt-mehr-als-sushi_aid_610155.html, www.zeit.de/2010/46/U-Strahlen-de-Wildschweine/seite-2. Allerdings ist die in Deutschland im Einklang mit der EU festgelegte Grenze von 600 Bq/kg rein willkürlich. In Schweden liegt die Grenze bei 1.500 Bq/kg, früher lag sie einmal bei 300, und Norwegen hatte sie zumindest zeitweilig auf 6.000 Bq/kg festgesetzt: http://articles.latimes.com/1987-02-01/news/_mn-327_1_reindeer. Werfen wir also einen Blick auf das Tier. Wildschweine verzehren u.a. Hirschrüffel, unterirdisch lebende Pilze, in denen Cs-137-Aktivität von bis zu 26.800 Bq/kg nachgewiesen wurde (Meinel (2008), S. 41). Da die Zelleigenschaften von Schwein und Menschen strahlungsbiologisch identisch sind, müßten die Tiere also – strahlenkrank und von Tumoren zerfressen – ihrem sicheren Aussterben entgegensiechen. Nur: Auf unsere Anfrage hin konnten weder das Umweltministerium in Berlin noch das in München konkrete Beobachtungen oder wissenschaftliche Studien benennen, nach denen die Wildschweine in den bayerischen Hot-Spot-Gebieten unter irgendwelchen gesundheitlichen Beeinträchtigungen litten! Veterinärmedizinerin Katja Meinel, Verfasserin einer Dissertation über die Cäsium-Belastung von Wildschweinen, war bei ihrer Arbeit (Meinel 2008) weder in der Literatur noch in Gesprächen mit Praktikern auf Hinweise auf Strahlenschäden der Wildschweinpopulationen gestoßen. Die gleiche Aussage erhielten wir vom Bayerischen Jagdverband. Das ist kein Beweis über die Nichtexistenz solcher Schäden. Trotzdem liefert dieser „unfreiwillige Freilandgroßversuch“ ein Indiz, daß der schädigende Einfluß kleiner Strahlungsdosen möglicherweise stark überschätzt wird. Falls sich die Schwarzkittel im Zusammenhang mit Menschen Sorgen um Metalle machen, dann ganz sicher um andere als Cs!

119) Das von TEPCO bediente Versorgungsgebiet repräsentiert 42 Millionen Einwohnern und 40% des japanischen Bruttoinlandsprodukts. Dafür stand im Februar 2011 eine elektrische Leistung von 52 GW zur Verfügung, die durch das Beben auf 31 GW abfiel. www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/japan-challenges/pdf/japan-challenges_c.pdf. Betrachtet man nur Fukushima I und II, so konnten deren Reaktoren unter der Annahme von 90 % Verfügbarkeit pro Tag 196 Mio. kWh erzeugen.

120) Hinzu kommt ein schwer zu beziffernder Schaden für die ja-

panische Volkswirtschaft, da durch den Ausfall zahlreicher Kraftwerke im Netz zumindest zeitweilig nicht genug Leistung zur Verfügung gestellt werden konnte.

121) Der voraussichtliche Gesamtschaden der Erdbebenkatastrophe wurde auf bis zu 500 Mrd. US-Dollar geschätzt. Der „nukleare Anteil“ ist wegen mannigfacher Zuordnungsprobleme unklar, Schätzungen sind mit Vorsicht zu genießen. So war von der in Notunterkünften untergebrachten Bevölkerung ein Teil in erster Linie deshalb dort, weil der Tsunami ihre Häuser hinweggespült hatte. Ein Teil bleibt von der Regierung aus ihren Städten ausgesperrt, obwohl die sinkenden Ortsdosisleistungen dort schon seit Monaten eine Rückkehr zulassen würden. Wie ist der materielle Schaden einer Zwangsevakuation zu bewerten, wie der ideelle? Muß Rindfleisch bei einer Strahlung von 500 Bq/kg vernichtet werden, bei 600, oder erst bei 10.000? Der Schaden eines Nuklearunfalls hängt an politischen Bewertungen, und es besteht eine Tendenz, aus Emotion und politischem Kalkül die Grenzwerte nach unten und so die Schäden nach oben zu treiben.

122) www.kernenergie.de/kernenergie/documentpool/Service/025reaktorunfall_tschernobyl2011.pdf. Nach heutigem Kenntnisstand bestand die Hauptursache darin, daß die Steuerstäbe Spitzen aus Graphit hatten und daher beim Einfahren die Moderation zunächst verstärkten, bevor die neutronenabsorbierenden Stäbe selbst die Kettenreaktion stoppen konnten. Das Einfahren der Steuerstäbe war die unmittelbare Katastrophenursache, und bevor diese vergleichsweise sehr langsamen Stäbe ihre wirksame Position erreichen konnten, war der Reaktor bereits explodiert.

123) Steigt in einem Siedewasserreaktor die Leistung an, so bilden sich zwischen den Brennstäben Dampfblasen, und Wasser wird verdrängt. Die Zunahme der Dampfblasen bewirkt, daß die Neutronen weniger stark abgebremst werden. Als Folge sinkt die Zahl der gespaltenen Uran- bzw. Plutoniumkerne, wodurch sich die Leistung selbst herunterregelt.

124) Ein Beispiel für gesinnungsgetriebene Desinformation ist der Film „Die Wolke“ (Gregor Schnitzler, 2006). Im Mittelpunkt dieses auf Traumatisierung junger Menschen angelegten Machwerks steht eine Schülerin, die vor einem „Super-GAU“ in einem fiktiven Kernkraftwerk flieht, in Begleitung junger Leute, die auffällig oft fachlich unhaltbare Aussagen zu „Tschernobyl“ machen. Nach der Flucht fallen dem Mädchen die Haare aus. Das ist Symptom einer schweren Akuten Strahlenkrankheit, was eine aufgenommene Dosis von 2-3 Sv voraussetzt. Andere Jugendliche sterben. Nach den im Film gemachten Ortsangaben befand sich das Mädchen aber nicht näher als 80 km entfernt vom fiktiven Reaktor. Die Mutter kommt durch eine nicht näher erläuterte Explosion ums Leben – einige Kilometer entfernt vom KKW. Obwohl Fukushima die Story des Films als völlig realitätsfremd entlarvt, wird er an Schulen weiter fleißig vorgeführt. Unserer Auffassung nach ist solcher gesinnungsgetriebener Dilettantismus ein Ausdruck mangelnder Eignung der beteiligten Lehrkräfte und Schulleiter. Es sollte Leitprinzip des Schulwesens sein, daß ein Lehrer ein Thema nur unterrichtet, wenn und soweit er es fachlich auch beherrscht, und daß politische Gehirnwäsche an Schülern unterbleibt.

125) Gemeint sind Tote durch Strahlung. In Fukushima I verstarb ein älterer Arbeiter, vermutlich weil er ungewohnt einen Schutzanzug tragen mußte und dann durch den Wärmestau kollabierte.

126) www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/3mile-isle.html. Insbe-



Abb. 47: Evakuierung

In diesem Evakuierungslager für 2.000 Menschen gab es zunächst keine Waschmaschinen. Als Ersatz mußte ein Plastikeimer herhalten.

Anfang Oktober 2011 ist die Zahl der Menschen in diesen Notunterkünften auf ca. 2.300 abgesunken, die meisten anderen wurden inzwischen in neu errichteten temporären Häusern untergebracht.

Foto: Toshiro Kitamura
www.iaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1305276778P.pdf



Abb. 48: „Elektrik 2.0“

Weil fast alle Stromnetze ausgefallen waren, mußten von intakten Schaltschränken aus neue Behelfsleitungen zu noch benutzbaren oder neu installierten Anlagen verlegt werden.

Foto: TEPCO



Abb. 49: „... kann nur ‚Lauschangriff‘“

Falls Parteien „gute Politik“ machen wollen, sind sie nicht gut beraten, wenn sie Personen an die Spitze stellen, deren Interessen- und Kompetenzspektrum sehr schmal ist. Sie werden dadurch anfällig für Zufallsentscheidungen – oder die Überrumpelung eines Koalitionspartners.

Wir halten das Eintreten von „SLS“ (Sabine Leutheusser-Schnarrenberger) für bestimmte Spezialaspekte der Bürgerrechte für sehr verdienstvoll. Wenn sie aber die „Energiewende“ lobpreist, haben wir nicht den Eindruck, daß sie mit dem Betrieb von Stromnetzen oder der Technik von Kraftwerken schon öfter zu tun hatte.

www.dradio.de/dkultur/sendungen/interview/1423464/

Foto: FDP

sondere in der Frühzeit gab es einige weitere Unfälle in Nuklearanlagen: Chalk River (Kanada, 1952), Sellafield/Windscale (UK, 1957), Simi Valley (USA, 1959), Enrico-Fermi (USA, 1966), Lucens (Schweiz, 1969). Wir analysieren diese Unfälle hier nicht näher, da die Reaktorkonzepte anders und die Umstände zu stark abweichend waren. Aber auch schon bei diesen Unfällen hatte es keine Opfer durch Radioaktivität gegeben.

127) Viele Anlagen der Energieversorgung sind potentiell gefährlich. Das größte Bedrohungspotential bilden große Staudämme (z.B. Banqiao-Katastrophe in China 1975). Hunderttausende von Menschen starben in Kohlengruben. Die von Politikern wie MdB Michael Kauch (FDP) propagierten unterirdischen CO₂-Speicher („CCS“) könnten ganze Regierungsbezirke entvölkern: vgl. Baxter et al. (1989). Selbst ein hypothetischer „SuperGAU“ eines Leichtwasserreaktors erweist sich im Vergleich dazu eher als ein großflächig lästiges als wirklich gefährliches Ereignis.

128) Schon das große Erdbeben 1995 um die Stadt Kobe hat nicht zu nennenswerten Schäden an Kernkraftwerken geführt. Das Gleiche gilt für eine Reihe weiterer Erdbeben in der Zeit seitdem: www.world-nuclear.org/info/inf18.html

128a) vgl. Nöggerath et al. (2011). Danach gab es zwischen 869 und 1960 mindestens 5 sehr große Tsunamis.

129) In dieser Aussage steckt die Annahme, daß im Vorlauf zu einer Kernschmelze die KoKa überhitzt war und dadurch ihre Gaswaschfunktion bereits verloren hatte. Vgl. Mohrbach (2011).

129a) Für die in Deutschland und der Schweiz verwendeten Filteranlagen wird ein Dekontaminationsgrad von 1.000 für Jod und 10.000 für Cäsium angenommen, d.h. von 1000 Teilen Jod-131 in der Abluft wäre nur ein Teil ins Freie gelangt.

130) www.weltwoche.ch/weiche/hinweisgesperrt.html?hidID=542253. Auch Areva hatte wiederholt versucht, TEPCO die in Deutschland entwickelte Filtertechnik zu verkaufen.

131) Ist wenigstens eine intakte Stromquelle vorhanden, kann man Behelfsleitungen verlegen (Abb. 48) und einzelne Verbraucher anklemmen – so geschehen am Reaktor 5 mit Energie vom Diesel des Blocks 6. Das kostet aber viel Zeit, und in Fukushima haben die Mitarbeiter angesichts der überwältigenden Vielzahl von Problemen schließlich den Wettlauf gegen die Zeit verloren.

132) www.iaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1313640580P.pdf. Zum IC s. auch Endnote 36.

133) Reaktorsicherheitskommission (2011), S. 4.; http://nuclear.kaist.ac.kr/nqbd/down.php?tbl=nq_japan&no=597&sort=1

134) In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vergrößern Exporte das BIP (Bruttoinlandsprodukt) und damit den im Land zur Verfügung stehenden Wohlstand. Importe mindern ihn. Wird die Herstellung von Produkten (auch elektrischer Energie) im Inland mutwillig gestoppt oder handelbare Produkte (Altautos) zerstört, dann wird der Wohlstand des Landes doppelt geschwächt: der Verkaufserlös der nicht selbst erzeugten Stroms entfällt, und der Wert der als Ersatz erforderlichen Importe muß abgezogen werden. Beim Altauto liegt der Verlust in der Differenz zwischen dem entfallenem Verkaufserlös und dem Schrottwert.

135) www.zeit.de/politik/deutschland/2011-03/fdp-lindner-akw/komplettansicht. Wie wir aus der FDP-Fraktion erfahren haben, war es allerdings Justizministerin Leutheusser-Schnarrenberger (Abb. 49) die sich von Kanzlerin Merkel als erste FDP-Führungsperson auf die Beseitigung der Kernenergie hatte festlegen lassen. Beide Damen

gemeinsam „überzeugten“ dann die Neulinge Rösler und Lindner. Durch diesen Coup gelang es Merkel, die Phalanx der Kernenergiebefürworter in der FDP-Fraktion aufzurollen.

136) Nach einer im Auftrag der FAZ durchgeführten Allensbach-Umfrage waren Anfang April 2011 zwar die Mehrzahl der Deutschen für einen schnellen Ausstieg, aber ein Fünftel befürwortete die Kernenergie weiterhin und ein weiteres Fünftel war ambivalent. www.faz.net/-01ss4y.

137) <https://www.statistik.bayern.de/statistik/energie/#>;
<http://laenderspiegel.zdf.de/ZDFde/inhalt/11/0.1872.8244427.00.html>

138) GOJ (2011b), S. IV-139, S. 12-4.

139) Wie wir aus vielen Gesprächen wissen, wird jede Überlegung, verstrahltes Wasser ins Meer zu leiten, von den meisten Mitbürgern empört zurückgewiesen. Aber: In Fukushima ging es nicht um regulären Reaktorbetrieb, sondern um die Bewältigung einer akuten und gefährlichen Krise. Meerwasser ist von Natur aus schwach radioaktiv, darin befinden sich u.a. nicht weniger als 66 Mrd. t Kalium-40 sowie über 4 Mrd. t Uran. An der Küste vor Fukushima führt eine Meeresströmung vorbei, die freigesetzte Radionuklide mitträgt, verteilt und so binnen Tagen bis zur Unmeßbarkeit verdünnt. Wasser selbst absorbiert jegliche Strahlung auf wenigen Metern Wegstrecke, genau wie im Reaktor oder im Abklingbecken. Unter einem Quadratkilometer Ozeanoberfläche liegen im Schnitt ca. 4 Mrd. t Wasser.

140) Das Unglück vom 11. März fiel zusammen mit einem bereits seit Monaten andauernden Popularitätsverlust der Regierung Naoto Kan, der schließlich am 25.8.2011 seinen Rücktritt erklärte. Kan hatte in den letzten beiden Monaten noch versucht, Ansehen zurückzugewinnen, indem er sich an die Spitze der Atomkritiker stellte. Dafür fand er aber in seiner Partei keinen Rückhalt.

141) Erste Übersichten gaben Suzuki (2011), S. 4 und S. 40 ff. sowie GOJ (2011b), S. XII-1 ff.. Inzwischen wird von den Präfekturen massiver Druck ausgeübt, die jedem Wiederanfahren eines KKW nach einer Revision zustimmen müssen und dies als Druckmittel benutzen, um die Offenlegung von Mängeln und deren Beseitigung zu erzwingen. Nach unseren Feststellungen, die sich bis auf Nuancen mit schon bekannten Analysen deutscher und ausländischer Fachexperten decken, ist dies nachvollziehbar. Vgl. www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1315542569P.pdf, www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1316751455P.pdf. Zu Einzelmaßnahmen www.tepco.co.jp/en/press/corpcom/release/11050609-e.html

141a) Die nachfolgend gemachten Aussagen gelten auch für die Schweiz und die dort betriebenen KKW in gleicher Weise.

142) Das gilt auch für das in der Elbmündung gelegene KKW Brunsbüttel (Vattenfall, Abb. 50) sowie Unterweser (E.ON). Tektonische Plattengrenzen sind zu weit entfernt, außerdem ist die Nordsee zur Übertragung eines wirklich mächtigen Tsunami zu flach: Bork et al. (2007), S. 63 f. Entscheidend ist hier eher die Auslegung gegen schwere Sturmfluten.

143) Im Rahmen der von der Bundesregierung im März 2011 angeordneten „Streßtests“ wurden diese Aspekte noch einmal überprüft: Reaktorsicherheitskommission (2011).

144) Kang (2011): Alle französischen, schwedischen und deutschen Reaktoren wurden danach mit gefilterten Notentlüftungsanlagen ausgerüstet, die japanischen und US-amerikanischen dagegen nicht. Die in Deutschland in den 1990er Jahren nachgerüsteten Filteranlagen („Wallmann-Ventile“) sind zylindrische Kör-



Abb. 50: Energie von gestern und morgen

Windräder beherrschten Europas Landschaften bis ins 19. Jahrhundert. Dann verschwanden sie. Der Grund war, daß Dampfmaschinen und später Stromnetze Leistung rund um die Uhr bereitstellen konnten. Die Zufallsenergie des Windes erwies sich wirtschaftlich als hoffnungslos unterlegen.

Das gilt im 21. Jahrhundert ganz genauso. Der einzige Grund, warum Windräder jetzt überhaupt wieder gebaut werden, ist die Ausschaltung des Marktes durch ein ganzes Bündel politischer Zwangseingriffe und Subventionen.

Nach Einschätzung von KE Research werden um 2040 mehr als 50% des deutschen Strombedarfs aus Kernkraftwerken kommen: aus deutschen oder solchen im Ausland. Die Frage ist nur, welcher volkswirtschaftliche Schaden bis dahin aufgelaufen sein wird - durch Abschaltpanik und Wind- und Solareuphorie.

Die zukunftsweisende Energieanlage auf dem Foto ist das (jetzt abgeschaltete) Kernkraftwerk Brunsbüttel. Sein Generator von der Größe einer Lokomotive ist in der Lage, ein Fünftel des Strombedarfs des Bundeslandes Schleswig-Holstein zu decken.

Foto: Vattenfall Nuclear Energy GmbH



Abb. 51: „Längst abgeschrieben“

Das Kohlekraftwerk Bremen-Hafen wurde 1957 errichtet und seitdem mehrmals erweitert und modernisiert.

Obwohl ein Kohlekraftwerk hinsichtlich seiner Systemanordnung und Arbeitsweise entfernt einem „Siedewasserreaktor ohne Uran“ ähnelt und Teile dieser Anlage zwei Jahrzehnte älter sind als das älteste deutsche KKW, hat noch niemand seine Abschaltung gefordert, weil es „längst abgeschrieben“ wäre, oder „ein Schrottkessel“.

Foto: gemeinfrei

per von 2 m Höhe und 0,7m Durchmesser, befüllt mit einem hitzebeständigen Keramikmaterial. Laut Patentschrift werden sie sowohl mit kondensierendem Wasser als auch mit sehr hohen Temperaturen fertig. www.patent-de.com/19881117/DE3715467A1.html.

145) Nach unserem Studium des Materials offenbart sich in der Vorgeschichte der Fukushima-Krise ein Meta-Problem der japanischen Gesellschaft. Es liegt in dem ausgeprägten Senioritätsdenken und der Tradition, als hochstehend angesehenen Persönlichkeiten keinen Gesichtsverlust zuzumuten. Hinzu kam anscheinend eine Geringschätzung sicherheitstechnischer Erkenntnisse aus dem Ausland. Dies hat dazu beigetragen, daß erkannte Sicherheitsmängel nicht durch Nachrüstungen abgearbeitet wurden.

146) Der technische Ansatz der Japaner bestand darin, die Containments zu intertieren, d.h. sie mit Stickstoff zu fluten, um dadurch den Luftsauerstoff zu verdrängen. Dadurch blieb der Wasserstoff allerdings erhalten, und als er aus dem Containment entwich, war die Durchmischung mit O₂-haltiger Luft vorgezeichnet. Jetzt werden katalytische Rekombinatoren geplant: GOJ (2011c). 147) Da die Nachzerfallsleistung schnell absinkt (Way-Wigner-Kurve; vgl. Tabelle S. 4!), reduziert sich auch die für den Betrieb der Pumpen benötigte elektrische Leistung.

148) Es gehört zur Taktik der KKW-Gegner, ältere Kernkraftwerke als „Schrottreaktor“, „marode“ oder „längst abgeschrieben“ zu betiteln. So soll suggeriert werden, daß jedes etwas ältere Kernkraftwerk zur Gefahr würde. Da aber kritische Komponenten wie Pumpen, Meßinstrumente und Ventile bei Bedarf ausgetauscht werden können, ist nicht ersichtlich, warum ein KKW nicht viele Jahrzehnte laufen sollte (vgl. Abb. 51]

149) Zur Gesamtbewertung der japanischen Kernkraftwerke bleibt festzuhalten, daß jeder Reaktor über eine Mehrzahl von Sicherheitseinrichtungen verfügte. Diese waren zwar weniger vielfältig und in manchen Aspekten weniger rigoros durchdacht als die in Deutschland, trotzdem aber geeignet, auch schwere Störungen aufzufangen. Es bedurfte einer extremen Naturkatastrophe, um das nukleare Unfallgeschehen auszulösen.

150) Eine andere Facette dieser „Öko-Falle“ ist der CO₂-Klimakult. Den hatten wir bereits in einem früheren Report kritisch hinterfragt: www.ke-research.de/downloads/Klimaretter.pdf.

151) Seit den 1970er Jahren haben ausgerechnet die Hersteller und Betreiber von Kernkraftwerken weltweit die Klimahysterie gefördert. Sie haben das Märchen von der CO₂-Gefahr gestützt, um dann behaupten zu können, KKW seien „sauber“ und „klimafreundlich“! Wir betrachten diese Positionierung als einen strategischen Jahrhundertfehler. Denn so wurde Organisationen die Deutungshoheit hinsichtlich der „Umwelt“ zuerkannt, die nicht nur Kohleöfen hassen, sondern „Atomkraftwerke“ noch viel mehr! Für die Aktionäre dieser Energieversorger ist das so mitverschuldete Ergebnis doppelt katastrophal: Nachdem dem Volk genügend Angst eingetrichtert wurde, wird jetzt noch schnell das „Klima gerettet“, aber nicht mit Reaktoren, sondern mit Windmühlsubventionen und Zertifikatediktat („Kyoto“). Parallel zur mutwilligen Zerstörung des Produktionszweigs Kernenergie wurde von der EU ein verkapptes Enteignungssystem errichtet, das jetzt vor allem die großen Energieversorger bedroht. Dumm gelaufen!

152) „Profiles in Courage“ wurde wohl in großen Teilen von dem Kennedy-Berater und Ghostwriter Ted Sorensen geschrieben: http://online.wsj.com/article/SB121029817046479539.html?mod=2_1167_1

Quellen

www.bfs.de/de/bfs (Bundesamt für Strahlenschutz)
www.grs.de, <http://fukushima.grs.de> (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH)
www.iaea.org (International Atomic Energy Agency)
www.jaif.or.jp/english (Japan Atomic Industry Forum)
www.meti.go.jp/english/index.html (Japanisches Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie)
www.mext.go.jp (Japanisches Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie)
www.nisa.meti.go.jp/english/files (Japanische Atomaufsichtsbehörde)
www.nrc.gov (US-amerikanische nukleare Regulierungskommission)
www.tepco.co.jp (Fa. Tokyo Electric Power Company, "TEPCO")
www.world-nuclear.org/
 Peter J. Baxter, M. Kapila, D. Mfonfu: Lake Nyos disaster, Cameroon, 1986: the medical effects of large scale emission of carbon dioxide? British Medical Journal, London, Vol. 298, 27 May 1989
 Jörg Böhm: Modellierung der Prozesse in katalytischen Rekombinatoren, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Bd. 61, 2007
 Ingrid Bork, Stephan Dick, Eckhard Kleine, Sylvain Müller-Navarra: Tsunami - a study regarding the North Sea coast; Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, Nr. 41/2007, www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Berichte/Bericht41/Bericht41.pdf
 Pere Drinovac: Experimentelle Untersuchungen zu katalytischen Wasserstoffrekombinatoren für Leichtwasserreaktoren, Diss., RWTH Aachen, 2006
 Ludwig E. Feinendegen: Hormesis – Wie wirkt Niedrigstrahlung? 2005, www.energie-fakten.de/pdf/hormesis.pdf
 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH: Timeline Fukushima Daiichi, Stand 28. Juni 2011 (zitiert als: GRS Timeline), http://fukushima.grs.de/sites/default/files/Timeline_Fukushima_Daiichi_Stand_2011-06-28-1230.pdf
 M. Ghiassi-nejad, S. M. J. Mortazavi, J. R. Cameron, A. Niroo-mand-rad, and P. A. Karam: Very High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran: Preliminary Biological Studies; (2001) www.probeinternational.org/Ramsar.pdf
 Government of Japan, Nuclear Emergency Response Headquarters: The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations; June 20-24, 2011; IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety, Vienna, Präs., zitiert als GOJ (2011a)
 Government of Japan, Nuclear Emergency Response Headquarters: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations; June 2011, <http://i.min.us/icQDTk.pdf>, zitiert als GOJ (2011b).
 Government of Japan, Nuclear Emergency Response Headquarters: Additional Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations; September 2011, www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/iaea/iaea_110911.html, zitiert als GOJ (2011c).
 Heinz Hug: Die Angsttrompeter, Wien 2009.
 Jungmin Kang: Five steps to prevent another Fukushima; Bulletin of the Atomic Scientists, May 2011
www.thebulletin.org/web-edition/features/five-steps-to-prevent-another-fukushima
 Kuczera, Bernhard: Das schwere Tohoku-Seebeben in Japan und

Reports von KE Research mit Bezug zum Thema:

Klaus Ermecke: Rettung vor den Klimarettern – Gibt es die „Gefahr für das Weltklima? KE Research, Oberhaching, 2009.
www.ke-research.de/downloads/Klimaretter.pdf

KE Research distanziert sich von eventuellen rechtswidrigen Inhalten verlinkter Websites.

die Auswirkungen auf das Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi; Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 56 (2011), Heft 4/5
Katja Meinel: Eine Feldstudie am Schwarzwild zum Einsatz von Ammoniumeisenhexacyanoferrat zur Reduzierung der Radio-cäsiumbelastung, Diss., LMU München 2008, http://edoc.ub.uni-muenchen.de/8265/1/Meinel_Katja.pdf
Charles Miller, Amy Cubbage, Daniel Dorman, Jack Grobe, Gary Holohan, Nathan Sanfilippo: Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21st Century, U.S. NRC, July 12, 2011
Ludger Mohrbach: Unterschiede im gestaffelten Sicherheitskonzept: Vergleich Fukushima Daiichi mit deutschen Anlagen; Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 56(2011), Heft 4/5
S. M. Javad Mortazavi: High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran; www.angelfire.com/mo/radioadaptive/ramsar.html
Holger Narrog: Die Atomkatastrophe (unveröffentlicht)
Johannis Nöggerath, Robert J. Geller, Viacheslav K. Gusiakov: Fukushima: The myth of safety, the reality of geoscience; Bulletin of the Atomic Scientists, 67 (2011) (5) 37–46
Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES): Präs.: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Pacific Earthquake and the seismic damage to the NPPs; 4th April, 2011; ("NISA/JNES 4. April")
www.nisa.meti.go.jp/english/files/en20110406-1-1.pdf
M. Ragheb: Fukushima Earthquake and Tsunami Station Blackout Accident; 2011, <https://netfiles.uiuc.edu/mragheb/www/NPRE%20402%20ME%20405%20Nuclear%20Power%20Engineering/Fukushima%20Earthquake%20and%20Tsunami%20Station%20Blackout%20Accident.pdf>
Reaktorsicherheitskommission: Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan) (2011)
Ulrich J. Schrewe: Kernkraftwerksunglück in Fukushima/Japan, Stand 19.04.2011, Präs.
www.stud.fh-hannover.de/~Schrewe/Fukushima/Ereignisse_Fukushima.pdf
Thomas Schulenberg: Die Nutzung der Kernenergie zur Stromversorgung aus internationaler Sicht, KIT – Karlsruher Institut für Technologie, Präs., 28.3.2011
Tatsujiro Suzuki: The Fukushima Nuclear Accident: Lessons learned (so far) and possible implications; Dorothy Hodgkin Lecture, The 59th Pugwash Conference on Science and World Affairs, Berlin, July 3, 2011 (Präs.),
www.pugwash.org/reports/pic/59/59_documents/PLEN.Suzuki_110703_PPP.pdf
TEPCO: Analysis and Evaluation of the operation record and Accident record of Fukushima Nuclear Power Station at the time of Tohoku- (...) -Earthquake (summary); Präs., May 23, 2011;
www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110524e13.pdf
TEPCO: Effects of the Earthquake and Tsunami on the Fukushima Daiichi and Daini Nuclear Power Stations; Präs., May 24, 2011
TEPCO: Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, Response after the Earthquake; Pressemitteilung 2011 ("TEPCO: Response")
www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110618e15.pdf
USNRC Technical Training Center: Reactor Concepts manual, Boiling Water Reactor (BWR) Systems ("USNRC Manual")
Martin Volkmer: Radioaktivität und Strahlenschutz; Informationskreis Kernenergie, Berlin 2007
Michael Weightman, Philippe Jamet, James E. Lyons et al.: Mission Report : The Great East Japan Earthquake: IAEA International Fact Finding Expert Mission of the Fukushima Dai-Ichi NPP Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami; IAEA, 16 June 2011.

Bitte um Unterstützung

Unsere Arbeit können wir nur mit Unterstützung der Bürger leisten, zu deren Nutzen wir sie letztendlich erbringen. Fördern Sie unsere Projekte:

Klaus Ermecke GmbH
 Kto-Nr.: 88 561 71
 BLZ: 700 700 24
 Deutsche Bank, München

Stichwort „Energie“

Interviews

Wir danken folgenden Interview- und Korrespondenzpartnern für ihre eingebrachte Zeit sowie ihre wichtigen Informationen, Hinweise, Kritik und Erläuterungen (mehrere weitere bleiben auf Wunsch anonym):

- Dr. Axel Böttger, BMU RS II 2, Bundesministerium für Umwelt, Berlin
- Dr. Dr. habil. Ralph Dlugi, München
- Dieter Glatting, Dipl.-Phys., AMTEC Messtechnischer Service GmbH, Lauffen am Neckar
- Prof. Dr. Uwe Kleen, Leiter Grundsatzfragen Kerntechnik, Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH, Hamburg
- Prof. Dr. Edmund Lengfelder, München, Vorstand der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
- Dr. vet. Katja Meinel, Antweiler
- Holger Narrog, Dipl.-Ing., Zürich
- Dr. Johannes Nöggerath, Kernkraftwerk Leibstadt (Schweiz), Präsident der Schweizerischen Gesellschaft der Kernfachleute
- Dr. Joachim Reddemann, Bayerischer Jagdverband e.V., Feldkirchen
- Horst Rothenhöfer, Dipl.-Phys., AMTEC Messtechnischer Service GmbH, Lauffen am Neckar
- Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Schrewe, Fachhochschule Hannover
- Prof. Dr.-Ing. Thomas Schulenberg, Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Nuclear and Energy Technologies, Eggenstein-Leopoldshafen
- Johann B. Seidl, Kernkraftwerk Isar, Essenbach, Leiter Öffentlichkeitsarbeit
- Ulrich Wolff, Dipl.-Phys., ehemals Leiter Kerntechnik, RWE AG, Essen

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt

- Christian Ermecke, Schmallingberg, sowie den Herren Glatting, Narrog und Wolff (Liste der Interviewpartner) für die Mitwirkung an der Qualitätssicherung
- Herrn Tetsu Tanimura und Familie Fumio Yasui, München, für viele Gespräche und Einblicke in die japanische Denkweise und Kultur



Abb. 52: Strom für Hamburg – erfolgreich „abgeschaltet“

Dieses Bild zeigt in blau rechts die drei Niederdruckturbinen und in der Mitte den Generator des Kernkraftwerks Krümmel. Falls die Vernunft noch siegt und diese Anlage wieder anfährt, kann sie wie früher die Hansestadt versorgen – zu deutlich niedrigeren Kosten als jener gehätschelte Verbund aus Windrädern und Schattenkraftwerken. So aber steigen die Strompreise immer weiter.

Foto: Vattenfall Nuclear Energy GmbH

Der Autor



Klaus Ermecke, Gründer von „KE Research“: Studium der Wirtschaftswissenschaften an der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg, ergänzende Studien in Internationaler Politik und Informatik. Verantwortliche berufliche Stationen bei PCS Computer Systeme, ParcPlace Systems und Forrester Research.

KE Research – „Nachdenken für den Standort Deutschland“

KE Research unterstützt

- Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft
- bei der Beurteilung und Entscheidung von Zukunftsfragen
- mit weitreichender Bedeutung
- für den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Das heißt:

- Wir betrachten Fragen unter dem Blickwinkel der Wirtschaft - wir berücksichtigen andere politische Betrachtungsebenen angemessen, aber nicht mit ideologischem Vorrang.
- Wir beschäftigen uns mit „Schlüsselthemen“ - mit potentiellen Wirkungen im Milliardenbereich.
- Wir schreiben leicht verständlich für Generalisten – und mit innovativen Anstößen für Experten.

Die Umsetzung

KE Research

- identifiziert die Schlüsselthemen für die Stärkung unseres Landes als Wirtschaftsstandort
- sichtet die Diskussion und extrahiert die wirklich relevanten Fakten und Zusammenhänge
- führt Interviews mit Experten und Betroffenen
- verwirft Irrwege und Utopien und erarbeitet eigene innovative Lösungen
- formuliert daraus Empfehlungen an Politik, Verbände und beteiligte Unternehmen
- liefert schlagkräftige Argumente für alle, die das Thema wirkungsvoll vorantreiben wollen.

Das deutsche Fukushima-Desaster –

Medien-Tsunami und Polit-GAU verwüsten die Stromversorgung

Vernetzung zu zukünftigen Themen von KE Research

- Energiepolitik im Konzeptnebel – Reale Milliarden für surreale Utopie? (in Vorbereitung)

Herausgeber

Klaus Ermecke GmbH
KE Research
Sommerfeld 37
82041 Oberhaching

Tel: +49-89-6134276
Fax: +49-89-6252130
info@ke-research.de
www.ke-research.de

Rechtliche Hinweise

Diesen Report stellen wir der interessierten Öffentlichkeit kostenfrei zur Verfügung. Die unveränderte elektronische Weitergabe ist gestattet, der Nachdruck („print“) bedarf unserer schriftlichen Genehmigung. Von uns entwickelte Schaubilder aus dieser Studie dürfen unter Angabe unseres Copyrights journalistisch und wissenschaftlich genutzt werden.

„KE Research“, „KE Research – die Andersdenker“ und das KE-Research-Logo sind Warenzeichen der Klaus Ermecke GmbH. Alle anderen benannten Warenzeichen gehören den jeweiligen Rechteinhabern.