Deutsche Sektion der Internationalen Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges
Ärzte in sozialer Verantwortung e.V. (IPPNW)

German Affiliate of the International Physicians for the Prevention of Nuclear War
(IPPNW)

Der Super-GAU von Fukushima

The Fukushima Disaster

Teil 1

Der Unfallablauf bis zum Eintritt der Kernschmelzen und sicherheitstechnische Schlussfolgerungen

Part 1

The course of events during the accident up until the reactor core meltdowns and conclusions relating to safety

Analyse, Stand: 12. März 2012

Analysis, as of March 12, 2012

Von Henrik Paulitz
IPPNW

IPPNW · Körtestraße 10 · 10967 Berlin · Tel 030-698074-0 · Fax 030-693 81 66
Email: kontakt@ippnw.de · Internet: www.ippnw.de

Vorwort

Am 11. März 2011 kam es im japanischen Atomkraftwerk Fukushima nach einem Erdbeben zu einem Super-GAU. Weltweit wird der Legende geglaubt, ausschließlich der dem Erdbeben folgende Tsunami sei für die atomare Katastrophe verantwortlich gewesen. Denn: die Ereignisse wurden von der Betreiberfirma Tepco und der japanischen Regierung so dargestellt, dass in der Öffentlichkeit als Ursache mehr der Tsunami und weniger das Erdbeben wahrgenommen worden ist. Dieser offensichtlich interessengeleitete Versuch einer Geschichts(um)schreibung geht an der Realität vorbei. Dies kann mit einer minutiösen Analyse der Geschehnisse nachvollzogen werden.

Der Super-GAU ist eingetreten, weil wichtige Hochdruck-Einspeisesysteme unabhängig von behaupteten Tsunami-Schäden ausgefallen sind.

Die Tsunami-Welle wurde mit 14 Metern deutlich höher dargestellt als sie vermutlich war. Es fehlen Beweise für die behaupteten Überflutungen in der angegebenen Höhe und für die Schäden an sicherheitstechnischen Einrichtungen. Mit unzureichender räumlicher Trennung, Redundanz und Diversität wurde zudem das Einmaleins der Reaktorsicherheit sträflich missachtet.

Die vorliegende Unfallanalyse der IPPNW stützt sich insbesondere auf offizielle Dokumente der japanischen Regierung und anerkannten Gutachterorganisationen der Atombehörden. Diese wiederum bezogen ihre Informationen fast ausschließlich von der Betreibergesellschaft Tepco. Jenseits von verschleiernden Darstellungen und des Unterschlagens von wichtigen Informationen etwa zur Ursache von Komponenten- und Systemausfällen enthalten die offiziellen Berichte brisante Informationen, die eine Rekonstruktion der Unfallabläufe näherungsweise erlauben. Diese Rekonstruktion stellen wir vorbehaltlich der Annahme, dass die von Tepco gelieferten Informationen und Daten den tatsächlichen Abläufen entsprechen.

Die IPPNW-Analyse zeigt, dass das Erdbeben als „auslösendes Ereignis“ in Kombination mit einer defizitären sicherheitstechnischen Ausstattung zum Super-GAU geführt hat. Es gab in Fukushima beispielsweise nur eine geringe Zahl an Sicherheits(teil)systemen (Redundanzen) und eine unzulängliche räumliche Trennung der Systeme.

Auf der anderen Seite erwies sich die Ausstattung mit passiven bzw. nur mit Dampf und Batterien betriebenen Sicherheitssystemen in Fukushima als Vorteil, etwa gegenüber den in Deutschland noch in Betrieb befindlichen Atomkraftwerken. So verfügten die stillgelegten älteren Siedewasserreaktoren ebenso wie der stillgelegte deutsche Druckwasserreaktor Biblis A noch über dampfgetriebene Einspeisesysteme. Die derzeit in Deutschland betriebenen Atomkraftwerke hingegen nicht.

Es gibt weltweit zahllose Atomkraftwerke, deren Sicherheitssysteme erbebenanfällig sind. Häufig fehlen zudem ausreichend vorgehaltene Kühlwassermengen, notwendige Stromversorgungssysteme und deren räumliche Trennung und Flexibilität im Notfall.

Eine weitere Lehre aus Fukushima ist, dass Atomkraftwerke noch lange nach erfolgreicher „Abschaltung“ unvorstellbar gewaltige Wärmemengen produzieren, die bei nur kurzer Unterbrechung der Wärmeabfuhr zwangsläufig zur Überhitzung des atomaren Kerns führen. Die Folge ist eine massive Freisetzung extrem gefährlicher radioaktiver Partikel in die Umgebung, die vom Menschen über die Luft, Trinkwasser und Nahrung aufgenommen werden können. Damit drohen gesundheitliche Folgen auch für kommende Generationen.

Henrik Paulitz, Atomenergieexperte der IPPNW
Reinhold Thiel, Mitglied des Vorstandes der IPPNW

Foreword

Following an earthquake on March 11th 2011 a nuclear disaster took place in the Japanese nuclear plant at Fukushima. All over the world credibility has been given to the myth that the tsunami following the earthquake was the sole cause of this nuclear catastrophe. Why? Because Tepco and the Japanese government publicly portrayed the tsunami as being more to blame than the earthquake. This attempt at historical revisionism – obviously motivated by self-interest – has little to do with reality. This can be seen if one carefully analyses the events that actually took place.

The disaster occured because important high pressure coolant injection systems failed, quite separately from the alleged damage caused by the tsunami.

The tsunami was reported to be 14 metres high, probably much higher that it really was. There is no evidence to show that the alleged flooding actually reached the level given, nor that it was responsible for the damage to safety-related facilities. On top of this, the basics of reactor safety were criminally neglected through inadequate physical distance, redundancy and diversity of systems.

This accident analysis by IPPNW Germany relies above all on official documents published by the Japanese government and recognised expert organisations used by the nuclear authorities. In turn, most of these used information from the operating company Tepco as their almost exclusive source of information. Apart from attempts at cover-up and repression of vital information, e.g. about the cause of component and system failure, the offical reports do contain volatile information that enable a plausible reconstruction of the course of the accident. However, for this reconstruction we are working on the supposition that the information and data supplied by Tepco does indeed correspond to the actual events that took place.

IPPNW's analysis shows that the earthquake was the "trigger factor", in combination with deficient safety-related equipment, for the nuclear disaster. For instance, there was not enough redundance of safety-related systems and those that were there were not placed far enough away from one another.

On the other hand, equipment in the Fukushima plant with safety systems that were run passively or by steam and battery power turned out to be of an advantage, in contrast for example to presently-operating nuclear power plants in Germany. The decommissioned older boiling water reactors or Biblis A, a decommissioned German pressurised water reactor, still had steam-run injection systems at their disposal. The nuclear power plants now in operation in Germany do not.

There are countless nuclear power plants around the world in regions that are prone to earthquakes. Frequently, they suffer from a lack of sufficient on-site reactor coolant, necessary electricity generator systems, and are neither spread over a physical distance nor able to be used flexibly in an emergency.

Another lesson to be learnt from Fukushima is that nuclear power plants continue to produce inconceivably huge amounts of heat, even after they have been "shut down", that inevitably lead to an overheating of the reactor core as soon as cooling is interrupted. The consequence is a massive release of extremely dangerous radioactive particles into the environment that are ingested by people via air, drinking water and food. This, in turn, has health consequences for generations to come.

Henrik Paulitz, expert on nuclear energy, IPPNW Germany
Reinhold Thiel, member of the board of directors, IPPNW Germany

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung **5**

Summary **10**

1. Informationsquellen und Unsicherheiten **15**

2. Warum kam es zum Super-GAU? **16**

2.1 Relevante Unfall-Faktoren in Block 1 *17*

2.2 Relevante Unfall-Faktoren in Block 2 *31*

2.3 Relevante Unfall-Faktoren in Block 3 *37*

3. Fehlende Beweise für Tsunami-bedingte Schäden **49**

3.1 Fehlende Bildbeweise für die behaupteten Tsunami-Schäden *49*

3.2 Unstimmigkeiten über den Zeitpunkt des Eintreffens der Tsunami-Hauptwelle *56*

3.3 Unklarheit über die Höhe der Tsunami-Hauptwelle *56*

3.4 Gab es „zwei größere Vorwellen“ des Tsunami? *58*

3.5 Unklarheit über die behaupteten Schäden *60*

Kurzfassung

Am 11. März 2011 kam es aufgrund eines Erdbebens und aufgrund gravierender Sicherheitsdefizite im japanischen Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi zu einer Nuklearkatastrophe.

Weltweit stehen zahllose Atomkraftwerke an erdbeben-gefährdeten Standorten. Sie sind meist sehr viel schlechter gegen Erdbeben geschützt als japanische Atomkraftwerke. Überall kann es daher auch schon bei weitaus schwächeren Erdbeben jederzeit zu einer weiteren Atomkatastrophe kommen. In Asien, in Amerika wie auch in Europa.

Die Tsunami-Legende

Die Atomindustrie fürchtet sich daher vor Bestrebungen, alle Atomkraftwerke stillzulegen. Denn dann könnte sie über das Geschäft mit den Stromkunden nicht länger Milliardenbeträge realisieren. Da die Atomindustrie natürlich schlagartig den potenziellen Verlust ihrer gigantischen Einnahmequelle erkannt hat, strickte sie unmittelbar mit Beginn der Ereignisse in Fukushima an einer Legende: Nicht das Erdbeben, sondern erst die Flutwelle, der Tsunami, sei der alles überragende Faktor gewesen, der allein für den katastrophalen Unfallverlauf bestimmend war.

Dabei offenbarte der Tsunami lediglich eine defizitäre sicherheitstechnische Auslegung des Atomkraftwerks.

Die Tsunami-Wellen werden höher dargestellt als sie vermutlich waren

In der Öffentlichkeit wird das Bild einer 14 Meter hohen „Monsterwelle“ gezeichnet. Dem Bericht der japanischen Regierung an die IAEA zufolge war die Hauptwelle des Tsunami, die auf den Atomkraftwerksstandorts traf, aber nur geschätzte 8 Meter hoch.

Mit unzureichender räumlicher Trennung, Redundanz und Diversität wurde das Einmaleins der Reaktorsicherheit sträflich missachtet

Die räumliche Trennung von Sicherheitssystemen sowie das Vorhandensein mehrerer technisch gleichartiger und verschiedenartiger Sicherheitssysteme (Redundanz und Diversität) zählen zum Einmaleins der Reaktorsicherheit, zu den grundlegenden sicherheitstechnischen Anforderungen an ein Atomkraftwerk.

Gegen alle diese grundlegenden Prinzipien wurde beim Grunddesign dieses Atomkraftwerks massiv verstoßen, so dass u.a. auch die behaupteten Schäden durch den Tsunami überhaupt erst weitreichendere Folgen haben konnten.

So waren die Teilsysteme des Notstromsystems völlig unzureichend räumlich getrennt, nicht hinreichend redundant und offenbar auch nicht autark.

Eine Beschädigung des Nebenkühlwassersystems konnte in den Blöcken 2 und 3 nur deswegen gravierende Auswirkungen haben, weil neben dem Meer als Wärmesenke keine zweite, diversitäre Wärmesenke (Atmosphäre) etwa in Form eines Notkondensationssystems („Isolation Condenser“) wie in Block 1 vorhanden war.

Das zentrale Problem war ein grundlegend fehlerhaftes Sicherheitskonzept, welches offenbar das Nebenkühlwassersystem wie auch das Notstromsystem aufgrund fehlender räumlicher und systemischer Trennung so stark verletzlich machte.

Zudem war der Redundanzgrad der Hochdrucksysteme zur Bespeisung bzw. Kühlung des Reaktors extrem defizitär.

Klassische, seit Jahrzehnten diskutierte grundlegende Sicherheitsmängel führten also in Fukushima zur extremen Verwundbarkeit des Atomkraftwerks. Diese Auslegungsmerkmale gelten ganz grundlegend für alle Atomkraftwerke, völlig unabhängig davon, ob ein Erdbeben, ein Tsunami, ein Hochwasser, ein Flugzeug, ein Schiff, eine Druckwelle oder Sonstiges von außen einwirkt.

Fehlende Beweise für die durch den Tsunami hervorgerufenen Schäden

Es fehlen nachvollziehbare Beweise für durch den Tsunami hervorgerufenen Schäden. Alle Angaben basieren im Wesentlichen nur auf Behauptungen, teilweise sogar nur auf Vermutungen der Betreibergesellschaft Tepco.

Der überwiegende Teil der vorgelegten zentralen „Belege“ zeigen nicht die Einrichtungen, in bzw. an denen es laut Tepco die sicherheitsrelevanten Schäden gegeben haben soll.

Die Schäden können teilweise auch durch das Erdbeben, seine Nachbeben, durch übliche Komponentenausfälle oder durch die Störfallbedingungen und dergleichen hervorgerufen worden sein.

Der Unfallablauf

Auf der Grundlage der bisherigen Angaben in den offiziellen Berichten lässt sich der Unfallverlauf näherungsweise folgendermaßen skizzieren:

Das Erdbeben um 14:46 Uhr war das „Auslösende Ereignis“ des katastrophalen Unfalls im Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi am 11. März. Ihm folgten schwere Nachbeben um 15.08 Uhr, 15.15 Uhr und 15.25 Uhr, die unter Umständen den Unfallverlauf mit beeinflusst haben.

In der Tepco-Zentrale in Tokio begannen um 15.06 Uhr mit Blick auf mögliche Gegenmaßnahmen Untersuchungen der Erdbebenschäden.

Aufgrund des Hauptbebens kam es in den Blöcken 1 bis 3 zur Reaktorschnellabschaltung, zum Zusammenbruch der externen Stromversorgung, zu Turbinenschnellabschaltungen und zur Absperrung der regulären Wärmeabfuhr über die Frischdampfleitungen und das Hauptkühlwassersystem zum Meer („Ereignis mit Frischdampfabschluss“). Erdbebenbedingte Lecks in den Frischdampfleitungen soll es nicht gegeben haben, obwohl zunächst entsprechende Anzeigen registriert wurden.

Das nur ein bis zwei Sekunden nach dem Erdbeben eingetretene „Ereignis mit Frischdampfabschluss“ hätte von den Sicherheitssystemen eigentlich beherrscht werden müssen. Doch in allen drei Blöcken kam es über kurz oder lang aus verschiedenen Gründen zum Versagen der Bespeisung und Kühlung des Reaktordruckbehälters und somit zur Kernschmelze.

Gravierende Sicherheitsdefizite der Einspeise- bzw. Kühlsysteme im Hochdruckbereich

In allen drei Blöcken gab es im Hochdruckbereich nur zwei Systeme zur Kühlung bzw. Bespeisung. Dem in allen drei Blöcken vorhandenen – nur einsträngigen – Hochdruckeinspeisesystem HPCI fehlten Wärmetauscher, um evtl. heißes Wasser aus der Kondensationskammer vor dem Einspeisen in den Reaktor abzukühlen.

Das in Block 1 weiterhin vorhandene Notkondensationssystem (IC – „Isolation Condenser“) konnte zwar passiv das Wasser im Reaktor kühlen und die Wärme an die Atmosphäre abführen,

allerdings bei Wasserverlusten des Reaktors kein zusätzliches Kühlwasser einspeisen (Block 1 verfügte somit im Hochdruckbereich mit HPCI über nur einen Strang für die Zufuhr von zusätzlichem Kühlmittel). Das in den Blöcken 2 und 3 vorhandene, lediglich einsträngige Nachspeisesystem RCIC hatte nur eine geringe Fördermenge.

Nicht- oder verspätete Verfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystems HPCI

Das Hochdruckeinspeisesystem HPCI ging den veröffentlichten Daten zufolge in allen drei Blöcken entweder nicht, mit nur geringer Einspeisung oder verspätet in Betrieb. Es geht aus den Berichten nicht klar hervor, ob es Erdbebenschäden gab oder ob die Einstellungen des Reaktorschutzes das System – im vorliegenden Fall – nicht frühzeitig genug für die Einspeisung von Kühlwasser heranzog. Da mindestens in Block 3 der Batteriestrom für dieses System lange Zeit verfügbar war, kann in den anderen Blöcken eine fehlende Stromversorgung nicht unbedingt als Erklärung für dessen Versagen herangezogen werden.

In Block 1 soll das Hochdruckeinspeisesystem HPCI mindestens in der ersten Stunde nach dem Erdbeben überhaupt nicht aktiviert worden sein. Die spätere Unverfügbarkeit des Systems wird mit – dem angeblich tsunami-bedingten – Ausfall der Batteriestromversorgung begründet. Doch bereits der Ausfall der Drehstromversorgung hat dazu geführt, dass eine zentrale Armatur des Systems im Containment nicht mehr verfahren werden konnte. Es stellt sich die Frage, ob bei offener Armatur die übrigen Armaturen zur Inbetriebnahme des Systems nicht auch von Hand hätten geöffnet werden können (müssen).

Doch unabhängig vom Hochdruckeinspeisesystems HPCI hätte der Störfall in Block 1 auch allein vom Notkondensationssystem IC beherrscht werden müssen (siehe unten).

In Block 2 konnte am 11. März um 15.31 Uhr ein Kurzschluss in nur einer der beiden Redundanzen der 125 V-Gleichspannungsversorgung zur Nicht-Verfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystems HPCI führen. Das deutet auf ein gravierendes Sicherheitsdefizit im Bereich der Stromversorgung des Systems hin (Für den Betrieb des Sicherheitssystems hätte die zweite Redundanz der Gleichstromversorgung zur Verfügung stehen müssen).

In Block 3 kam es erst am 12. März um 12.35 Uhr zum erstmaligen Start des Hochdruckeinspeisesystems HPCI. Am 13. März um 2.42 Uhr fiel das HPCI-System wegen eines zu niedrigen Dampfdrucks (unter 10 bar) aus, welches das System offenbar selbst verursacht hat. Das Sicherheitssystem hat sich demnach den für seinen Betrieb erforderlichen Dampf für den Antrieb seiner Pumpe selbst entzogen.

Versagen des zweiten Hochdrucksystems

In Block 1 hätte das zweisträngige Notkondensationssystem IC („Isolation Condenser“ A u. B) den Störfall mit Frischdampfabschluss auslegungsgemäß auch ohne das Hochdruckeinspeisesystem HPCI beherrschen müssen. Das System ging 6 Minuten nach dem Erdbeben um 14.52 Uhr automatisch in Betrieb, musste aber wegen eines extremen Temperatursturzes im Rohrleitungssystem – dessen Ursache ungeklärt ist – bereits 11 Minuten später von Hand wieder abgeschaltet werden. Was sich dann in der Zeit bis zum Eintreffen des Tsunami abspielte lässt sich nicht nachvollziehen, weil Tepco zentrale Daten nur bis 15.17 Uhr zur Verfügung stellte und die veröffentlichten Daten einige Ungereimtheiten enthalten.

So sollen die vier Sicherheitsventile (SRV A-D) bereits vor dem Erdbeben und bis 15.17 Uhr durchgehend geöffnet gewesen sein, was nicht sein kann. Isolation Condenser A soll zwischen 15.10 Uhr und 15.34 Uhr dreimal in Betrieb gewesen sein, ohne dass allerdings die verfügbaren Daten bis 15.17 Uhr einen Betrieb anzeigen würden. Klar ist nur: Kurz vor 15.17 Uhr kam es im Reaktordruckbehälter zu einem steilen Druckanstieg. Da danach die Daten nicht veröffentlicht

wurden (warum?), kann nicht nachvollzogen werden, ob der Isolation Condenser A in Betrieb war und wie behauptet den Druckanstieg (kapazitätsmäßig) begrenzen konnte oder ob zur Druckentlastung Dampf über ein Sicherheitsventil abgegeben wurde. Dies hätte zu einem Kühlmittelverlust aus dem Reaktor geführt, der durch den Isolation Condenser nicht hätte ausgeglichen werden können, da das System kein zusätzliches Wasser einspeisen kann. Der Isolation Condenser soll jedenfalls um 15.34 Uhr und somit „Minuten vor dem Ausfall der Drehstrom- und der Gleichstromversorgung“ außer Betrieb genommen worden sein.

Daneben steht die Behauptung von Tepco, mit dem Ausfall der Drehstromversorgung sei automatisch eine Armatur geschlossen und der Isolation Condenser dadurch außer Betrieb genommen worden. Die Außerbetriebnahme der ohne Drehstrom funktionierenden Isolation Condenser wäre aber gerade beim so genannten „Station blackout“ keine sinnvolle Schaltlogik des Reaktorschutzes.

In Block 2 versagte das Nachspeisesystem RCIC, weil es nach tagelangem Betrieb am 14. März „nicht mehr funktionstüchtig“ war. Das System war demnach 30 Stunden lang in Betrieb, auch nach dem Verlust der Gleichstromversorgung, die auf den Tsunami zurückgeführt wird.

In Block 3 fiel am 12. März um 11.36 Uhr das bis dahin grundsätzlich funktionierende Nachspeisesystem RCIC völlig „unerwartet“ aus. Das System konnte daraufhin nicht wieder in Betrieb genommen werden.

Versagen von Notfallmaßnahmen

In der Theorie werden Störfälle im Zweifelsfall zumindest noch durch Notfallmaßnahmen irgendwie beherrscht. Doch auch diese scheiterten in der Realität:

In Block 1 waren am 11. März denkbare Notfallmaßnahmen zur Druckentlastung des Reaktordruckbehälters vermutlich schon wegen der schnellen zeitlichen Abläufe nicht mehr durchführbar. Zudem soll die Betriebsmannschaft die Außerbetriebnahme des Isolation Condensers angeblich längere Zeit nicht bemerkt haben, obwohl dessen Betrieb eigentlich an den Dampfschwaden von außerhalb gut erkennbar sein müsste.

In Block 2 standen am 12. März angeforderte Feuerwehrwagen für Notallmaßnahmen (Einspeisung) nicht zur Verfügung, weil diese für Block 1 benötigt wurden. Am 14. März scheiterten Notfallmaßnahmen (Meerwassereinspeisung in den Reaktordruckbehälter über Feuerlöschleitungen), weil sie erst um 19.54 Uhr realisiert wurden, die Kernfreilegung aber bereits zuvor eingesetzt hatte (laut NISA gegen 18 Uhr).

In Block 3 standen ebenfalls bereits am 12. März nach dem Ausfall des Nachspeisesystems RCIC angeforderte Feuerwehrwagen für Notfallmaßnahmen (Einspeisung) nicht zur Verfügung, weil diese für Block 1 benötigt wurden. Zwischen dem 12. März und dem 13. März war schließlich – sehr spät – das Hochdruckeinspeisesystems HPCI in Betrieb. Am 13. März konnte der Reaktor nach Ausfall des HPCI-Systems nicht mit Hilfe von Feuerlöschpumpen bespeist werden, weil der Druck, als die Notfallmaßnahme durchgeführt werden sollte, bereits wieder von unter 10 bar auf rund 40 bar angestiegen war. Dass die Durchführung dieser Notfallmaßnahme erst so spät versucht wurde, liegt möglicherweise daran, dass zuvor noch erfolglos versucht wurde, das Nachspeisesystem RCIC in Betrieb zu nehmen.

Kernschmelze

Nach dem vollständigen Ausfall der Bespeisung der Kühlung und Bespeisung der Reaktordruckbehälter kam es in allen drei Blöcken unausweichlich zur Kernschmelze.

Schlussfolgerungen

Fukushima zeigt, wie die unzureichende sicherheitstechnische Auslegung von Atomkraftwerken in die Katastrophe führen kann. Dies betrifft sowohl einschlägige Prinzipien hinsichtlich des Grunddesigns wie auch zahlreiche Sicherheitsdefizite im Detail.

Es gibt weltweit zahllose Atomkraftwerke, deren Sicherheitssysteme auf die eine oder andere Weise anfällig sind gegenüber den Auswirkungen eines am jeweiligen Standort realistisch zu erwartenden Erdbebens. Alle Reaktorsicherheitsexperten wissen, dass die „Sicherheitsreserven" aller in Betrieb befindlichen Atomkraftwerke ziemlich knapp bemessen sind, etwa was die vorgehaltenen Kühlwassermengen, die Stromversorgungssysteme oder auch das Vorhandensein verschiedenartiger („diversitärer") Sicherheitseinrichtungen und deren räumliche Trennung und Flexibilität im Notfall angeht.

Dabei muss der Auslöser noch nicht einmal ein Erdbeben sein. Sturm und Blitzschlag, ein Wasserschaden im Kraftwerk („Anlageninterne Überflutung"), ein kleiner Riss in einer der zahllosen Schweißnähte oder einfach auch nur eine Turbinenabschaltung mit Armaturenversagen („Ausfall der Hauptwärmesenke") genügen, dass es zum Super-GAU kommen kann. Sogar nach jeder „ordnungsgemäßen" Reaktorschnellabschaltung kann es bei einer unglücklichen Verkettung von Komponentenausfällen nach der Analyse von Gutachtern der Behörden zur Kernschmelze kommen.

Nicht zu unterschätzen ist ferner, dass es wohl für jedes Atomkraftwerk das eine oder andere – wenn auch nicht für sehr wahrscheinlich gehaltene – „Auslösende Ereignis" bzw. Unfallszenario gibt, gegen das schlichtweg kein Kraut gewachsen ist und die Bedienungsmannschaft dann praktisch hilflos mit zusehen muss, wie es zum Kernschmelzunfall kommt.

Als Lehre aus Fukushima wäre zu ziehen, dass in einem Atomkraftwerk selbst nach erfolgreicher „Abschaltung" noch derartig gewaltige Wärmemengen produziert werden, die schon bei einer relativ kurzen Unterbrechung der Kühlung zur Überhitzung des Kerns führen und es dann zur massiven Freisetzung extrem gefährlicher radioaktiver Substanzen kommt, die vom Menschen über die Luft, über das Trinkwasser und insbesondere auch über die Nahrung aufgenommen werden.

Summary

On March 11, 2011 an earthquake combined with severe safety shortfalls to trigger a nuclear disaster in the Japanese nuclear power station of Fukushima Daiichi.

Numerous nuclear power stations throughout the world are located in areas of seismic activity. Most of them are protected against earthquakes to an even lesser extent than Japanese nuclear power stations are. This means that a much smaller earthquake could therefore result in a nuclear disaster anywhere in the world. In Asia, in America, or in Europe.

The Tsunami Myth

The nuclear industry is therefore in dread of efforts that aimed at shutting down the nuclear power plants. This would mean no longer being able to make millions from the business with electricity consumers. Right at the onset of the occurrence in Fukushima, the nuclear industry, having immediately understood the threat to their gigantic source of revenue, set to work on the fabrication of a myth. According to this, the crucial factor and sole cause of the devastating course of the incident was not the earthquake, but the tsunami.

But in fact, the tsunami merely exposed safety deficits in the nuclear reactor design.

The tsunami was reported to be higher than it probably was

The public was presented with the picture of a gigantic 14-metre wave. According to the report of the Japanese government to the IAEA, the height of the tsunami's main wave on reaching the reactor was estimated to be only 8 metres.

Basic reactor safety was wantonly neglected through inadequate spatial separation, redundancy and diversity.

The spatial separation of safety systems and the availability of several redundant and diverse safety systems constitute essential reactor safety and are part of the basic safety requirements for a nuclear reactor.

The complete neglect of these fundamental principles in the basic design of this nuclear reactor meant that, among other things, the far-reaching extent of the effects of the damages ostensibly caused by the tsunami was possible in the first place.

Thus, the component systems of the emergency power system were inadequately separated from one another, not sufficiently redundant and obviously not self-supporting.

The only reason that the damaged seawater cooling system was able to affect Units 2 and 3 so badly was the absence of a second, diverse heat sink (atmosphere) apart from the sea's heat-sink effect, such as an emergency isolation condenser of the type in Unit 1.

The crucial problem was an essentially ineffective safety system that obviously rendered both the seawater cooling system and the emergency power system vulnerable owing to the lack of spatial and systemic separation.

In addition, the redundancy levels of the reactor's high-pressure injection, as well as cooling systems, were extremely inadequate.

In Fukushima therefore, the extreme vulnerability of the nuclear reactor was due to the kind of typical safety deficits that have been under discussion for decades. These features are the basic building units of all nuclear reactor constructions, irrespective of the external effects of an earthquake, a tsunami, flooding, an airplane, a ship, a shock wave or anything else.

Lack of proof that damage was caused by the tsunami

There is no conclusive evidence that the damage was caused by the tsunami. The available information is based mainly on statements, sometimes merely conjectures, made by the plant operator Tepco.

The greater part of the key supporting data that was provided does not show the facilities in or at which, according to Tepco, the safety-related damages occurred.

Some of the damage could also have been caused by the earthquake or its aftershocks, by normal component failure or by the accident conditions or similar circumstances.

Sequence of events during the accident

On the basis of the information in the official reports, an approximation of the sequence of events can be summarised as follows:

The earthquake on March 11 at 14.46 Japanese Standard Time (JST) was the trigger event for the disastrous nuclear accident at Fukushima Daiichi. It was followed by further aftershocks at 15.08, 15.15 and 15.25 JST; these may also have affected the course of the accident.

At 15.06 JST, the Tepco central office in Tokyo began to examine the earthquake damage with regard to possible counter measures.

The main shock caused emergency shutdowns in Units 1 to 3, the collapse of the external power supply, turbine shutdowns and normal heat removal via the main steam pipes and the main cooling-water system into the sea (event with main steam termination) failed. No earthquake-related radioactive leaks were confirmed, although initial recordings indicated their occurrence.

Within one to two seconds of the earthquake, the safety system should actually have been able to control the main steam termination incident. Instead, for various reasons, the injection and cooling systems in the reactor vessels of all three units eventually failed and meltdowns occurred.

Injection and cooling systems in the high-pressure area reveal serious safety deficits

All three units had only two injection respectively cooling systems in the high-pressure areas. There were no heat exchangers to cool any possible hot water from the wet well before feeding it into the reactor in the existing—merely single-thread—high-pressure injection system (HPCI) of any of the three units.

Although the isolation condenser (IC) in Unit 1 was able to passively cool the water in the reactor and discharge it into the atmosphere, it was not able to feed in additional coolant to replace cooling water lost from the reactor (the only strand for injecting additional coolant into the high-pressure area of Unit 1 was therefore the HPCI). The existing single-stranded reactor core isolated cooling system (RCIC) in Units 2 and 3 had only limited capacity.

Late or non-availability of high pressure coolant injection system HPCI

According to the published data, the high-pressure coolant injection system HPCI of all three units was either not operational, had limited capacity, or was delayed. The reports do not clarify whether

the earthquake caused any damage, or if - in this case - the reactor safety system controls did not activate the system early enough for the injection of coolant. As battery power for this system was still available for a longer period of time, at least in Unit 3, failure in the other units cannot necessarily be explained with the lack of electrical power.

The high-pressure injection system HPCI in Unit 1 was not activated at all for at least one hour after the earthquake. The reason for the delayed availability of the system was given as the – allegedly tsunami-related – failure of the battery power supply. But failure of the AC power supply already meant that one of the system's main valves could no longer be displaced in the containment mode. The question is, if the valve had been open, could (should) the system have been activated by manually opening the other valves.

But the isolation condenser IC should have been capable of controlling the accident in Unit 1 on its own, independent of the high-pressure injection system HPIC.

At 15.31 JST on March 11, a short circuit in just one of the two redundancies of the 125 VDC supplies in Unit 2 sufficed to render the high-pressure injection system HPCI unavailable. This is an indication of a severe safety deficit in the system's power supply (the direct current supply's second redundancy should have been available to operate the safety system).

The high-pressure injection system HPCI in Unit 3 was not initiated until 12.35 JST on March 12. At 02.42 JST on March 13 the HPCI system failed because of insufficient steam pressure (less than 10 bar); this was apparently self-induced by the system. According to this, to operate its pumps, the safety system autonomously removed the steam it needed to remain operational.

Failure of the second high-pressure system

According to the design, in Unit 1 the double-stranded isolation condenser A and B should also have been able to control the incident with mainstream termination, without the high-pressure injection system HPCI. The system became operational 6 minutes after the earthquake at 14.52 JST, but had to be switched off again manually 11 minutes later due to a vast temperature drop in the piping system, the cause of which is unknown. What then took place before the tsunami hit can no longer be reconstructed, as Tepco only provided key data up to 15.17 JST and the published data contains a number of inconsistencies.

According to this, prior to the earthquake and up until 15.17 JST, the four valves (SRV A-D) were constantly open, which is not possible. Between 15.10 and 15.34 JST, isolation condenser A is supposed to have been operational three times, despite the fact that no period of operation was shown in the data that was made available up until 15.17 JST. What is known is that shortly before 15.17 JST there was a steep pressure rise in the reactor pressure vessel. As the data was not subsequently made public (why not?), reconstructing whether isolation condenser A was operational and able to limit the rise in pressure (with regard to capacity) or whether pressure was released by discharging steam via a safety valve, is no longer possible. This would have resulted in the loss of reactor coolant, which could not be compensated by the isolation condenser and the system was incapable of injecting additional water. In any case, it is reported that the isolation condenser was decommissioned at 15.34 JST, just minutes before the failure of the AC and DC power supplies.

At the same time, Tepco maintains that with the failure of the AC current a valve automatically shut off causing the isolation condenser to shut down. However, in the switching logic of the reactor's safety system it would be illogical to shut down the isolation condenser in spite of its ability to function in the absence of AC power.

In Unit 2 the reactor core isolation cooling system (RCIC) failed on March 14 because it was "no longer functional" following days of uninterrupted operation. The system was therefore in operation for 30 hours, even after the loss of DC power due to the tsunami.

At 11.36 JST on March 12 the reactor core isolation system RCIC in Unit 3 “unexpectedly” failed. After this, the system could no longer be re-activated.

Failure of emergency measures

Theoretically, in case of doubt, malfunctions will—one way or another—still be controlled by emergency measures at least. However, this is not in fact what happens:

On March 11 in Unit 1 conceivable emergency pressure reduction measures for the reactor pressure vessel could, to all intents and purposes, no longer be initiated due to the rate at which the chain of events occurred. Apart from that, the isolation condenser shutdown was apparently not noticed by the workforce until much later, despite the fact that when it is in operation it produces vapours that can easily be seen from outside.

The fire engines requested for Unit 2 on March 12 were not available for emergency measures (injection) as they were already needed in Unit 1. On March 14, emergency measures (seawater pumped into in the reactor pressure vessel by firehose) failed because they were undertaken until 19.54 JST and by that time the core was already exposed.

The fire engines requested for Unit 3 on March 12 were not available for emergency measures (injection) as they were already needed in Unit 1. Between March 12 and March 13 the high-pressure injection system HPCI finally—extremely late—was in operation. On March 13, after failure of the HPCI system, emergency measures to inject the reactor with the aid of fire extinguisher pumps were no longer possible, as pressure had already risen again from below 10 to over 40 bar. It is possible that this emergency measure had not been attempted earlier due to ongoing efforts to start up the reactor core isolation cooling system RCIC.

Meltdown

Following the failure of the injection and cooling systems in the reactor pressure vessel, the inevitable meltdown occurred in all three units.

Conclusions

Fukushima is a prime example of how inadequate safety measures in the design of nuclear reactors can result in disaster. This not only applies to the principles of basic design, but also to the myriad of specific safety shortfalls.

The safety systems of numerous nuclear power stations throughout the world are, in one way or another, susceptible to the effects of a local earthquake, the possibility of which cannot be realistically excluded. It is a well known fact among reactor-safety experts that the margin of “safety reserves” in operational nuclear reactors in terms of the amount of coolant reserves, the power supply systems or the existence of diverse safety facilities is quite narrow, as is the spatial separation and flexibility in the event of an emergency.

The trigger factor does not even have to be an earthquake. Storms and strokes of lightening, water damage in the reactor (internal flooding), a minute fault in one of the numerous weld seams or just a simple turbine shutdown involving valve failure (malfunction of the main heat sink) can suffice for a worst-case disaster. According to experts’ analyses, even a “normal” SCRAM can be followed by an unfortunate chain of events involving component-failures and result in a reactor meltdown.

Not to be underestimated is also the fact that every nuclear reactor has its own—albeit unlikely—“trigger event” or accident scenario for which there is simply no solution and, to all intents and purposes, the workforce is obliged to look on helplessly while the meltdown takes place.

The lesson to be learned from Fukushima is that even after a successful shutdown, a nuclear reactor can continue to generate such immense amounts of heat that even a relatively short break in the cooling process can cause the core to overheat and result in the massive release of lethal radioactive substances, which are imbibed by the population not only through the air and drinking water, but in particular via the food chain.

1. Informationsquellen und Unsicherheiten

Die vorliegende Analyse des Atomkatastrophe in Fukushima stützt sich auf offizielle Berichte. Dabei handelt es sich u.a. um die Berichte der japanischen Regierung an die IAEA sowie um Berichte und Analysen von Gutachterorganisationen und einem Institut der US-Atomindustrie.

Grundlage aller Berichte sind letztlich die von der Betreibergesellschaft Tepco veröffentlichten Informationen, Daten und Bewertungen. Die von Tepco veröffentlichen Informationen sind lückenhaft.

Alle Berichte sind insofern extrem tendenziös, als das Bemühen, den Einfluss des Tsunami „trickreich“ in den Mittelpunkt zu rücken, unverkennbar ist.

Auffällig ist, dass in den Berichten keine hinreichend detaillierte Informationen etwa über die Auslegung des Nebenkühlwassersystems und die Stromversorgungssysteme veröffentlicht werden. Nachprüfbare Belege für die behaupteten Schäden durch den Tsunami sind in diesen Berichten nicht enthalten. Sie basieren lediglich auf Angaben von Tepco. Bilder und Filmaufnahmen (Überwachungskameras), die die Überflutung sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten, Systeme und Gebäude zeigen würden, wurden nicht veröffentlicht.

Theoretisch könnten die von Tepco auszugsweise veröffentlichten Primärdaten evtl. mit einem guten Kraftwerks-Simulator nachträglich erstellt worden sein.

Die vorliegende Analyse basiert insofern auf den Darstellungen von Tepco. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass sich in der Realität im Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi ganz anderes abgespielt hat. Das Erdbeben und seine zahlreichen schweren Nachbeben könnten einen erheblich größeren Einfluss auf den katastrophalen Unfallverlauf gehabt haben, als öffentlich bekannt ist.

Die vorliegende IPPNW-Analyse geht davon aus, dass die von Tepco und in den offiziellen Berichten veröffentlichten Angaben der Realität entsprechen. Angaben von Tepco zu Tsunami-bedingten Schäden wurden als solche gewertet, selbst dann, wenn es sich sogar nur um „Vermutungen“ von Tepco handelte.

2. Warum kam es zum Super-GAU?

Infolge der Unfallauslösung durch das Erdbeben kam es in allen drei Reaktorblöcken für die – letztlich gescheiterte – Störfallbeherrschung auf zwei Funktionen an:

1. Kühlung und Bespeisung des Reaktors
2. Abfuhr der Nachzerfallswärme an eine Wärmesenke (Meer, Atmosphäre)

Vereinfacht gesagt: Auch nach einer Reaktorschnellabschaltung muss ständig kühles Wasser in den Reaktor eingespeist werden, welches die Nachzerfallswärme des Reaktorkerns aufnimmt, wodurch sich Wasserdampf bildet. Der Wasserdampf muss bis zur Wärmesenke (Meer, Atmosphäre) geleitet und dort seine Wärme an die Umwelt abgeben können.

Zur Kernschmelze kommt es, wenn entweder die Kühlung und Bespeisung oder die Wärmeabfuhr scheitert.

Die Sicherstellung nur einer der beiden Funktionen reicht zur Störfallbeherrschung nicht aus.

Nachfolgend wird der Nachweis geführt, dass die **Kühlung und Bespeisung** in Fukushima auch unabhängig vom Tsunami über kurz oder lang misslang und es daraufhin sehr schnell zur Kernschmelze kam.

2.1 Relevante Unfall-Faktoren in Block 1

Die relevanten Ereignisse in Block 1 waren:

- Erdbeben mit nachfolgenden Nachbeben (11. März, 14.46 Uhr)
- Sofortiger Durchdringungsabschluss aufgrund des Erdbebens
- Unverfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystems HPCI. Wird mit Tsunami begründet.
- Manuelle Außerbetriebnahme des Notkondensationssystems IC „Isolation Condenser“) schon um 15.03 Uhr aus letztlich ungeklärter Ursache. Möglicherweise Leck im System.
- Fragliche nochmalige Inbetriebnahme und behaupteter Ausfall wegen Tsunami. Der ganze Vorgang mit dem Ausfall der „Isolation Condenser“ ist allerdings ungeklärt, weil relevante Daten nach 15.17 Uhr öffentlich nicht verfügbar sind.
- Notfallmaßnahmen, die eigentlich eine Kernschmelze auf jeden Fall noch verhindern sollen, sind – unabhängig vom Tsunami – nicht mehr durchführbar.
- Kernschmelze (11. März)

Erdbeben [11. März, 14.46 Uhr]

Das Erdbeben um 14:46 Uhr war das „Auslösende Ereignis“ des Unfalls. Ihm folgten schwere Nachbeben um 15.08 Uhr, 15.15 Uhr und 15.25 Uhr, die unter Umständen den Unfallverlauf mit beeinflusst haben könnten.

Block 3 des Kernkraftwerkes Fukushima Dai-ichi befand sich zu diesem Zeitpunkt im Leistungsbetrieb. Der Block wurde aufgrund des Erdbebens automatisch abgeschaltet (Reaktorschnellabschaltung um 14.46[1]) und im Zustand unterkritisch heiß gehalten.[2]

Diskussion:

Die GRS deutet in der für sie typischen Weise an, dass es infolge des Erdbebens zu nicht vorgesehenen Ereignissen in Block 1 kam. Mit deutlicher Distanzierung zu den Bewertungen des Betreibers Tepco schreibt die GRS in ihrem Zwischenbericht vom August 2011[3]:

> *„Nach Aussagen des Betreibers ist das Verhalten des Blockes als Reaktion auf das Erdbeben auslegungsgemäß.“*

Die Aussage der GRS bezieht sich auf die im folgenden skizzierten Ereignisse im Vorfeld des Tsunami. Die Gutachterorganisation der deutschen Bundesregierung deutet damit an, dass der Atomkraftwerksblock infolge des Erdbebens nicht mehr bestimmungsgemäß arbeitete.

1 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 71.

2 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 20.

3 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 24.

Anstieg des Drucks in der Druckkammer

Unmittelbar mit Störfallbeginn steigt der Druck in der Druckkammer (rote Linie in der folgenden Abbildung):[4]

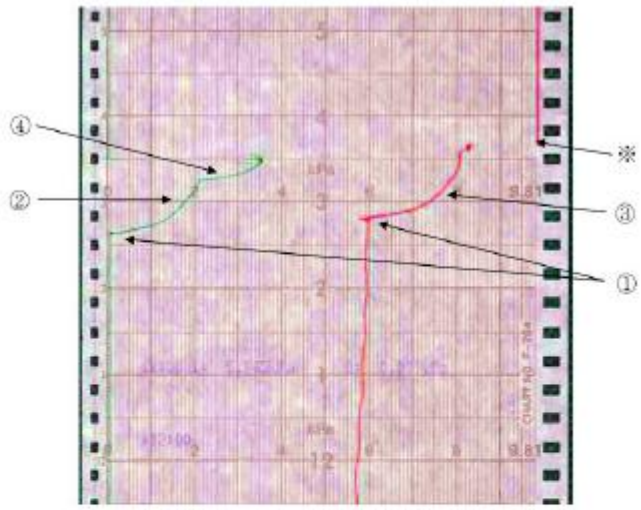


Abb. 3.13 Druckkammer-Druck (rot), Differenzdruck Druckkammer-Kondensationskammer (grün) [2]

Folgende Ereignisse sind im Druckverlauf von Druck- und Kondensationskammer (Abb. 3.13) zu erkennen:

1. 14:46 Uhr, RESA
2. Druck in der Druckkammer steigt – Differenzdruck (grün) steigt
3. Druckkammer-Lüftung fällt aus – Druckkammer-Druck (rot) steigt
4. Kondensationskammer-Kühlung ein – Kondensationskammer-Druck fällt – Differenzdruck (grün) steigt

Diskussion:

Offiziell wird der Druckanstieg in der Druckkammer einem Ausfall der Druckkammer-Lüftung zugeschrieben, wie der Legende in der vorstehenden Abbildung zu entnehmen ist.

Der Druckanstieg könnte allerdings auch auf ein erdbebenbedingte Leck in einer kühlmittelführenden Leitung innerhalb des Sicherheitsbehälters zurückzuführen sein, wie nachfolgend am Beispiel des deutschen Siedewasserreaktors Krümmel erläutert wird:[5]

> *„Nach dem Bruch einer kühlmittelführenden Leitung innerhalb des SHB baut sich in der Druckkammer ein Überdruck auf, der das entstehende Dampf-Luftgemisch über die Kondensationsrohre in die Wasservorlage drückt. Durch die dort eintretende Kondensation des Dampfes wird der Druckaufbau im SHB wirksam begrenzt.“*

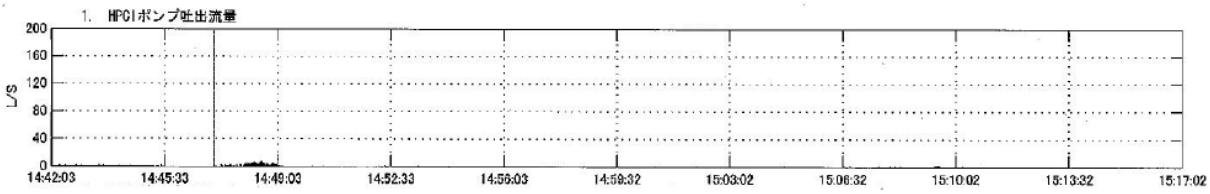
4 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 23.

5. Universität Saarland: http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/AKE2004H/AKE2004H_Vortraege/AKE2004H_05Weil_Charakterisierung_derKernenergieRisiken/AKE2004H_05aA_Weil_Kernkraftwerke_Aufbau-Sicherheit.pdf. S. A-16.

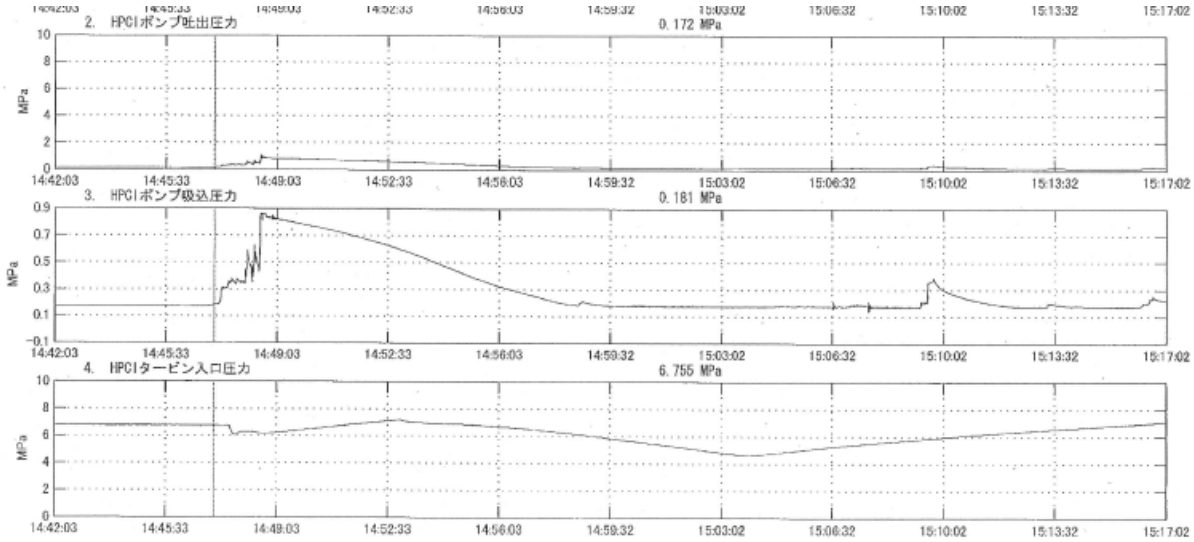
Auffälligkeiten des „Notkühlsystems“ (Teilsystem: Hochdruckeinspeisesystems HPCI)

Gleich zu Unfallbeginn gab es Auffälligkeiten des Hochdruckeinspeisesystem HPCI (Hochdruckteil des so genannten „Notkühlsystems“).

Den von Tepco im Mai 2011 veröffentlichten Daten zufolge, gab es zwischen 14.47 Uhr und 14.49 Uhr rund zwei Minuten lang eine sicherheitstechnisch vermutlich bedeutungslose, doch immerhin sichtbare minimal Einspeiserate des Hochdruckeinspeisesystems HPCI von vielleicht maximal 5 l/s:[6]



Dies korreliert mit auffälligen Druckverläufen des Hochdruckeinspeisesystems HPCI, wie die folgenden Abbildungen zeigen:[7]



Nach Angaben der japanischen Regierung gab es in der ersten Stunde nach dem Erdbeben keinerlei (relevante) Einspeisung durch das Hochdruckeinspeisesystems HPCI:[8]

> *„For the one hour that they remained following the earthwork, the HPCI records show no indications of any drop to the automatic activation water level (L-L) or any records of the HPCI being activated.”*

Diskussion:

Möglicherweise wurde das System in Einspeisebereitschaft gebracht.

6 Tepco: Datei „f1_6_Katogensho1.pdf“. Veröffentlicht im Mai 2011. S. 14.

7 Tepco: Datei „f1_6_Katogensho1.pdf“. Veröffentlicht im Mai 2011. S. 14.

8 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

Sofortiger Durchdringungsabschluss – vermutlich Frischdampfleitungsbruch [11. März, 14.47 Uhr]

Sofort nach dem Erdbeben kam es um 14.47 Uhr zum „Durchdringungsabschluss im Frischdampfsystem“[9], indem die Frischdampfventile schlossen (MSIVs – „main steam isolation valves“). Damit ging die Hauptwärmesenke des Reaktors verloren. Die Nachzerfallswärme aus dem Kern musste ab diesem Zeitpunkt in die Kondensationskammer als Ersatzwärmesenke abgeführt werden (siehe hierzu auch die folgende Abbildung, die MSIVs sind dort gelb markiert).

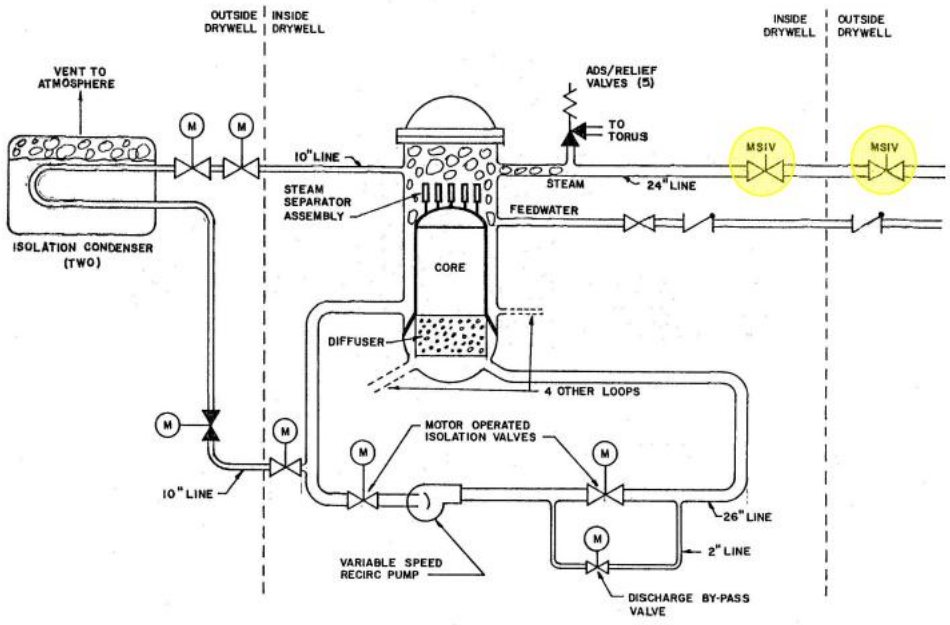
Es handelte sich somit unmittelbar nach dem Erdbeben um ein „Ereignis mit Frischdampfabschluss“ und insofern um einen verschärften Unfallverlauf.

Aufgrund des Frischdampfabschlusses wurde ein – erdbebenbedingter – Bruch einer Frischdampfleitung für möglich gehalten, wie dem Bericht der japanischen Regierung zu entnehmen ist, allerdings verneint:[10]

> *„(…)and the MSIV was closed down. Regarding this point, since the increase in the main steam flow volume that would be measured if the main steam piping was broken, was not confirmed in the Past Event Records Device, TEPCO judged that judged that there were no breaks in the main steam piping and NISA considers that is a logical reason to make that judgment.“*

Offiziell wird als Ursache des Durchdringungsabschlusses des Frischdampfsystems der erdbebenbedingte Ausfall der externen Stromversorgung angegeben.[11] INPO schreibt dazu:[12]

> *“(…) and main steam isolation valve closures, as expected because of the loss of off-site AC power.”*



9 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 20.

10 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

11 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

12 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

Ausfall der externen Stromversorgung

Es kam zum Ausfall der externen Stromversorgung. Infolge dessen starteten zwei Notstromdiesel.

Ursache für den Ausfall der externen Stromversorgung waren Schäden durch das Erdbeben.[13]

Turbinen-Abschaltung und Verlust der Stromversorgung über den Generator [11. März, 14.47 Uhr]

Um 14.47 Uhr erfolgte laut INPO eine automatische Turbinen-Abschaltung.[14] Laut Lochbaum erfolgte die Turbinen-Abschaltung von Hand.[15]

Folge der Turbinenabschaltung war ein Verlust der normalen, kraftwerkseigenen Stromversorgung über den Generator:[16]

> *"When the operators manually tripped the turbine/generator per procedure 50 seconds after the reactor shut down, normal power supplies to in-plant equipment were lost."*

Diskussion:

Als Ursache für die Abschaltung der Turbine wurden hochfrequente Schwingungen (während des andauernden Erdbebens) angegeben:[17]

> *„Automatic turbine trip on high vibration."*

Denkbar wären auch Schäden an oder im Bereich der Turbine aufgrund des Erdbebens.

Das Notkondensationssystem (Isolation Condenser) geht in Betrieb [11. März, 14.52 Uhr]

Sechs Minuten nach der Reaktorschnellabschaltung starteten beide „Isolation Condenser" (ID, Notkondensationssystem). Nach offiziellen Angaben starteten sie automatisch aufgrund des ansteigenden Drucks im Reaktordruckbehälter:[18]

> *"Six minutes after the scram (1452), the isolation condensers (ICs) automatically initiated on increasing pressure in the reactor pressure vessel (RPV), (…)"*

Diskussion:

Es werden keine Angaben dazu gemacht, ob es der Auslegung entsprach, dass zu diesem Zeitpunkt beide Isolation Condenser automatisch in Betrieb gingen.

---

13 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 20.

14 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 71.

15 David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 1 – The First 30 Minutes. Union of Concerned Scientists. 24. Mai 2011. S. 1.

16 David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 1 – The First 30 Minutes. Union of Concerned Scientists. 24. Mai 2011. S. 1.

17 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 71.

18 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 14.

Grundsätzlich scheint das System u.a. für das vorliegende Ereignis konzipiert worden zu sein: Laut GRS dient es der Beherrschung eines „Ereignisses mit Frischdampfabschluss“ und soll – auch ohne externe Bespeisung der Isolation Condenser – für 8 bis 10 Stunden zur Verfügung stehen:[19]

> *„Das Notkondensationssystem (Isolation Condenser, IC) ist ein passives System zur Kühlung des Kerns, aufgebaut als zweifach-redundantes System, siehe Abb. 3.8. Diese Notkondensationsanlage soll das Kühlmittel während eines Ereignisses mit Frischdampfabschluss ohne Wasserverlust kühlen. Der im Reaktor erzeugte Frischdampf wird über den Isolation Condenser gekühlt und in kondensierter Form wieder über die externen Treibwasserschleifen in den RDB zurückgeführt. Die Kühlung und Kondensation des Dampfes erfolgt nach dem Prinzip eines Wärmetauschers innerhalb der Wasservorlage des Systems. Diese Wasservorlage, welche aus zwei Tanks besteht, wird mit Frischwasser bespeist. Die abgegebene Wärme des Frischdampfes sorgt für eine Verdampfung. Das verdampfte Wasser des Isolation Condensers wird an die Umgebung abgegeben. Nach Angaben von GE-Hitachi [15] reicht die Kapazität der beiden Stränge des Isolation Condensers zusammen aus, um die Abfuhr der Nachzerfallswärme im Batteriebetrieb ohne Bespeisung des Isolation Condensers über 10 Stunden sicherzustellen. Von TEPCO [14] wird ein Zeitraum von 8 Stunden angegeben. Die beiden Wasserbehälter der IC-Stränge können zusammen 6 % der Nennreaktorleistung abführen. Die Absperrventile in den Frischdampf- und Kondensatsträngen sind motorgesteuert und können mit Gleichstrom betrieben werden.“*

Abschalten des Notkondensationssystems IC (Isolation Condenser) [11. März, ca. 15.03 Uhr]

Nur 11 Minuten nach Inbetriebnahme wurde das Notkondensationssystem IC (Isolation Condenser) um 15.03 Uhr von Hand außer Betrieb genommen[20], obwohl dieses System wie dargelegt beim Ereignis mit Frischdampfabschluss für einen Betrieb von 8 oder 10 Stunden ausgelegt ist.

Diskussion:

Sehr deutlich betont die japanische Regierung in ihrem Bericht vom Juni 2011, dass die Außerbetriebnahme des Notkondensationssystems IC im Betriebshandbuch vorgesehen sei:[21]

> *„Next, in accordance with the operating manual for the IC, at 15:03 the IC was manually shut down.”*

Als Grund für die Abschaltung des Notkondensationssystems IC gibt die japanische Regierung an, dass laut Betriebshandbuch das Einspeisewasser für („for“) den Reaktordruckbehälter („RPV“) nicht schneller abkühlen darf als 55°C/h (Abkühlungsgradient):[22]

> *„The manual notes that the temperature decrease rate for the RPV should be adjusted to not exceed 55°C/h.”*

---

19 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 17.

20 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

21 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

22 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

Tatsächlich wurde ein extremer Temperaturabfall registriert. Dies allerdings nicht im Reaktordruckbehälter, sondern an der Einspeisestelle des vom Notkondensationssystems IC kommenden Wassers in den Reaktordruckbehälter (am „Eingang der Treibwasserschleife“) wie die folgende Abbildung zeigt:[23]

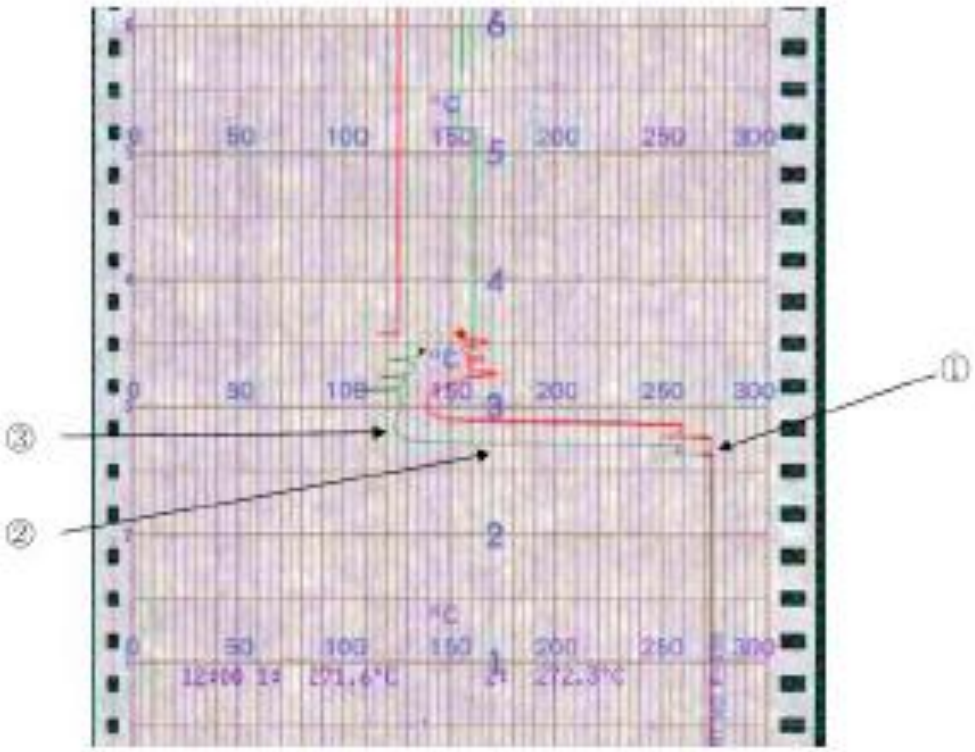


Abb. 3.11 Temperatur am Eingang der Treibwasserschleife [4]

Folgende Ereignisse sind im Temperaturverlauf am Eingang der Treibwasserschleife (Abb. 3.11) zu erkennen:

1. 14:46 Uhr, RESA
2. Temperatur fällt hauptsächlich durch die Kalteinspeisung des Isolation Condensers
3. IC stoppt

Die GRS schreibt in der Legende der vorstehenden Abbildung, dass die Temperatur „hauptsächlich“ durch die Kalteinspeisung des Notkondensationssystems IC (Isolation Condenser) fällt, möglicherweise also nicht ausschließlich aufgrund dieser Einspeisung fällt.

Es könnte einen weiteren Faktor für den rapiden Abfall der Temperatur geben.

Möglicherweise gab es ein Leck im Notkondensationssystems IC, d.h. in mindestens einem der beiden Isolation Condenser (da eine zusätzliche Kühlwassereinspeisung in das System unwahrscheinlich erscheint). Aufgrund der Angabe, dass anschließend „the A-System of he IC“

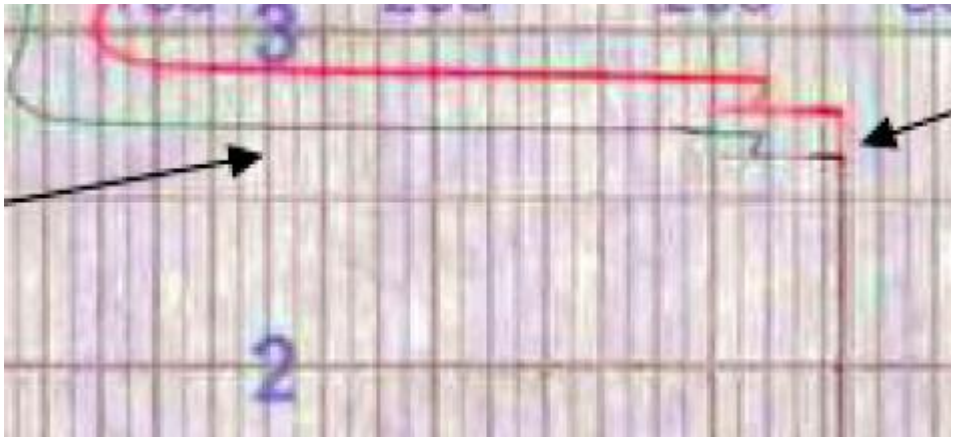
23 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 21.

noch kurzzeitig wiederholt aktiviert wurde[24], könnte man schließen, sich es im anderen Teilsystem („B-System“) ein Leck gegeben haben könnte.

Der Umstand, dass der Temperaturabfall beendet wurde, könnte darauf hindeuten, dass das mutmaßliche Leck im B-System des Notkondensationssystems abgesperrt wurde (automatisch oder von Hand).

Sieht man sich den Temperaturabfall genauer an (siehe folgender Bildausschnitt der vorstehenden Abbildung), dann erkennt man an der grüne Linie einen ersten Abfall (nach links in dieser Darstellung), die Folge der Reaktorschnellabschaltung ist. Der darauf folgende, zweite Temperaturabfall aufgrund der Inbetriebnahme des Notkondensationssystems IC erfährt – in der Mitte der folgenden Abbildung erkennbar – nach kürzester Zeit eine Veränderung bzw. Beschleunigung:

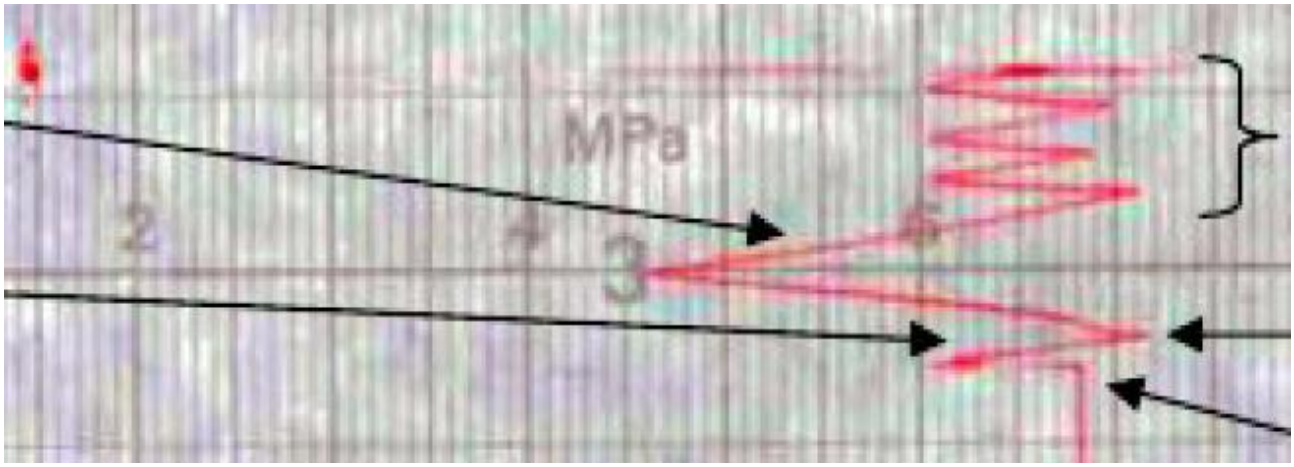
Auch im folgenden, wieder etwas größeren Ausschnitt aus obiger Abbildung ist dieser weitere Bruch beim zweiten Temperaturabfall erkennbar:



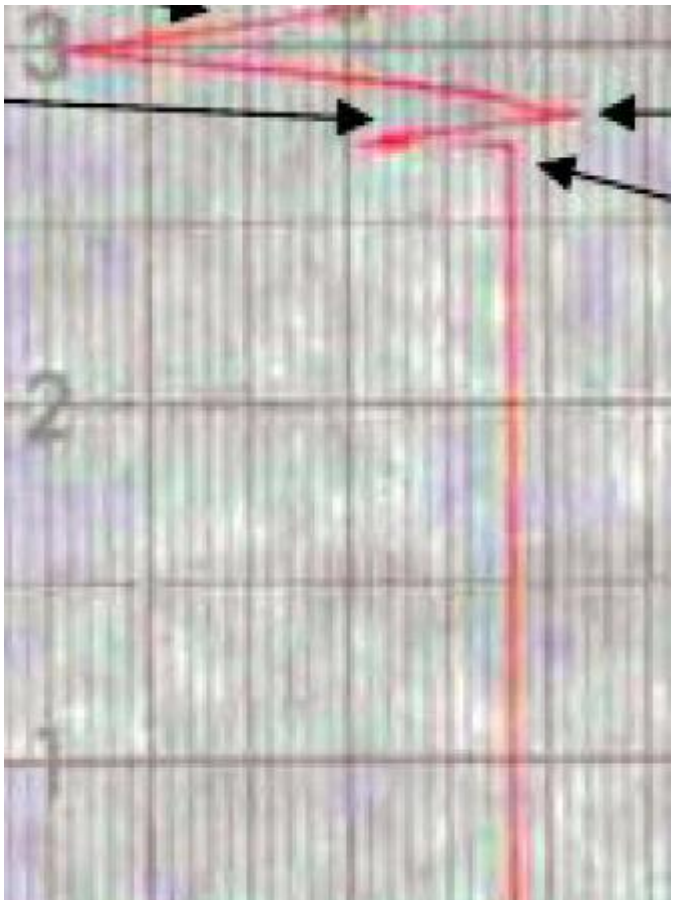
Die folgende Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf des Drucks im Reaktordruckbehälter. Auch hier zeigt sich kurz nach dem Start des Notkondensationssystems IC (der obere Pfeil rechts) ein beschleunigter Druckabfall:[25]

24 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

25 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 22.

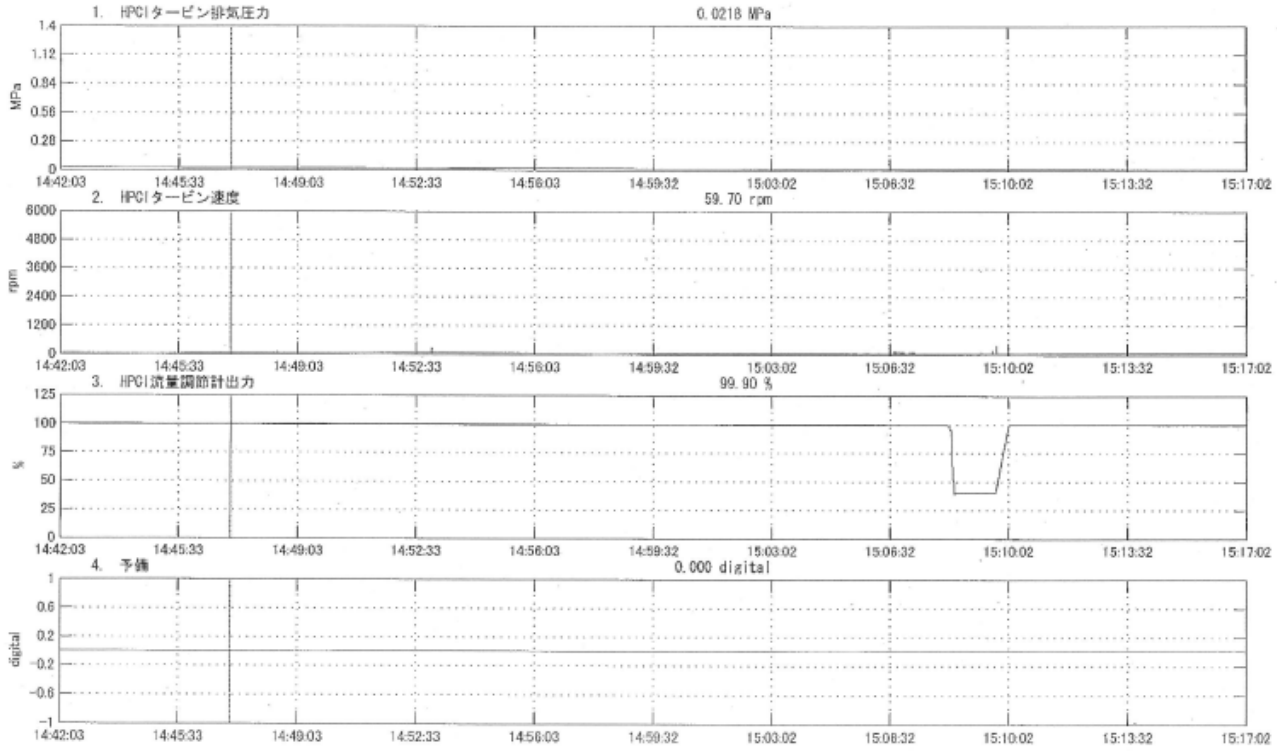


Auch auf dem folgende Ausschnitt derselben Abbildung ist dieser beschleunigte Druckabfall zu erkennen:



Auffälligkeit am Hochdruckeinspeisesystem HPCI [11. März, ca. 15.08 Uhr]

Zwischen 15.08 und 15.10 gab es am Hochdruckeinspeisesystems HPCI eine deutliche Auffälligkeit:[26]



Diskussion:

Dieses Auffälligkeit korreliert zeitlich mit einem schweren Nachbeben der Magnitude 7,4, welches um 15.08 Uhr registriert wurde.[27]

Wiederholte Druckschwankungen im Reaktordruckbehälter [11. März, 15.10 bis 15.30 Uhr]

Zwischen 15.10 und 15.30 kam es dreimal zu massiven Druckschwankungen im Reaktordruckbehälter:[28]

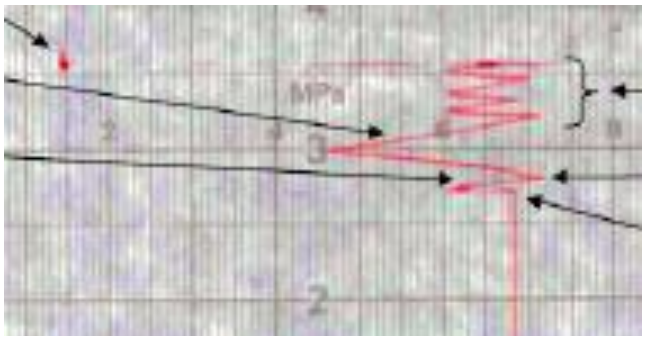
> *„Moreover, the reactor pressure varied three times between 15:10 and 15:30 (…)"*

Dies ist auch der folgenden Abbildung zu entnehmen (durch die Klammer rechts oben angedeutet):[29]

26 Tepco: Datei „f1_6_Katogensho1.pdf". Veröffentlicht im Mai 2011. S. 15.

27 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-19.

28 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.



Diskussion:

Als Ursache für diese Druckschwankungen wird offiziell der wiederholte und jeweils nur kurzzeitige Einsatz des einen Teilsystems des Notkondensationssystems IC genannt („the A-System of he IC" bzw. „A IC"):[30]

> *„Moreover, the reactor pressure varied three times between 15:10 and 15:30, and TEPCO performed manual operations using only the A-system of the IC."*

Es ist allerdings auffällig, wie die japanische Regierung in ihrem Bericht an die IAEA die Theorie eines wiederholten Teilbetriebs des Notkondensationssystems IC zu untermauern versucht:[31]

> *„Note that when the IC is operated, the steam is condensed and cooled, and is returned into the reactor as cold water through the reactor recirculation system. The records of the temperatures at the entrance to the reactor recirculation pump show three drops in temperature, so this is assumed to be the effects of the manual operation of the IC."*

Damit macht die japanische Regierung deutlich, dass der erneute Teilbetrieb des Notkondensationssystems IC nach 15.03 Uhr lediglich eine Annahme, keinesfalls aber gesicherte Erkenntnis ist („so this is assumed").

Es ist auch vorstellbar, dass die Druckbegrenzung im Reaktordruckbehälter – in allen drei Fällen oder in einzelnen der drei Fälle – über die Sicherheitsventile erfolgte. Diese könnten automatisch oder auch von Hand geöffnet worden sein, um bei steigender Temperatur den Druck zu begrenzen.

Die von Tepco im Mai 2011 veröffentlichten Daten deuten darauf hin, dass die Druckbegrenzung nicht wie behauptet über das Notkondensationssystems IC erfolgte. Zumindest im veröffentlichten Zeitraum bis 15.17 Uhr war demzufolge keines der beiden Teilsysteme in Betrieb, wie die folgende Abbildung zeigt[32], obwohl zumindest der Abbau der ersten der drei Druckspitzen im Reaktordruckbehälter vermutlich eine Inbetriebnahme des Systems vor 15.17 Uhr zur Voraussetzung gehabt hätte. Die Abbildung zeigt, dass zu diesem Zeitpunkt in beiden Teilsystemen des Notkondensationssystems IC ein Ventil geschlossen war (digital: 0):

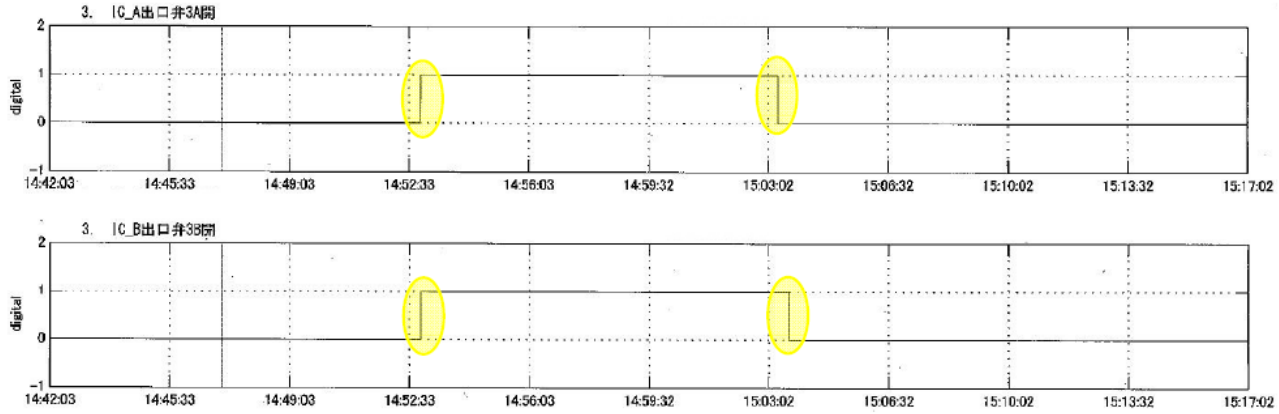
---

29 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 22.

30 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

31 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-39.

32 Tepco: Datei „f1_6_Katogensho1.pdf". Veröffentlicht im Mai 2011. S. 19 f. Darstellung nach David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 1 – The First 30 Minutes. Union of Concerned Scientists. 24. Mai 2011. S. 9.



Das deutet darauf hin, dass das Notkondensationssystems IC ab 15.03 Uhr nicht mehr in Betrieb gewesen sein könnte. Wäre das der Fall, dann wäre der Reaktorkern bereits ab 15.03 Uhr nicht mehr gekühlt worden.

Doch selbst unter der offiziellen „Annahme“ der Druckbegrenzung durch das Notkondensationssystems IC macht INPO jedenfalls deutlich, dass der angebliche Teil-Betrieb bereits Minuten vor dem Ausfall der Stromversorgung beendet wurde:[33]

> *“Chart recorders indicate that the operators manually started and stopped the IC system three times between 1510 and 1534 as RPV pressure cycled and that the A IC was removed from service at approximately 1534, just minutes before the loss of all AC and DC power.”*

Notfallmaßnahmen scheitern [11. März, ab 17.12 Uhr]

Nach Angaben der japanischen Regierung („Additional Report“) vom September 2011 begann Tepco gegen 17.12 Uhr mit Notfallmaßnahmen, die aber bereits wegen des hohen Drucks im Reaktordruckbehälter scheiterten:[34]

> *„(…) begann TEPCO gegen 17:12 Uhr mit Notfallmaßnahmen zur Sicherstellung einer alternativen Einspeisemöglichkeit in den RDB über Feuerlöschwasserleitungen, siehe Abb. 3.15. Zur Nutzung dieser Einspeisemöglichkeiten wurden von der Schicht manuell Ventile des Kernsprühsystems unter schwierigen Bedingungen als vorbereitende Maßnahme geöffnet. Die Einspeisung über diesen Weg hat als zusätzliche Voraussetzung einen druckentlasteten Reaktordruckbehälter. (…) so dass mit der Einspeisung erst am 12. März gegen 5:46 Uhr begonnen werden konnte [32].”*

Auch INPO verweist auf den zu hohen Druck im Reaktordruckbehälter (69 bar), um mit Hilfe des Feuerlöschsystems einspeisen zu können, was den Angaben zufolge einen Druck unter 6,9 bar erforderlich machen würde:[35]

> *„1712: The site superintendent directed workers to investigate methods of injecting water into the reactor using the fire protection system or fire trucks.*
> *--: Operators reviewed methods for alternative water injection using the accident management*

33 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 71.

34 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 26.

35 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 73.

(AMG) procedures and confirmed the injection path using the installed fire pump into the RPV via the core spray system.
1730: The installed diesel-driven fire pump was started and allowed to idle in standby.
--: Operators lined up the alternative water injection valves from the fire protection system to the core spray system by manually opening the valves in the reactor building. (...)
--: Injection could not be achieved until after the RPV was depressurized below 100 psi (0.69 MPa).
(…)
2007: Because there were no working indications in the control room, operators checked reactor pressure locally in the reactor building. Reactor pressure was 1,000 psi (6.9 MPa). "

Diskussion:

Der Darstellung zufolge scheiterten die Notfallmaßnahmen bereits an dem zu hohen Druck im Reaktordruckbehälter, gegen den mit den Notfallmaßnahmen nicht eingespeist werden konnte.

Würde man dieser Darstellung Glauben schenken, so hätte es die Bedienungsmannschaft eineinhalb bis zwei Stunden lang versäumt, den Versuch zu unternehmen, den Reaktordruckbehälter zu entlasten (Notfallmaßnahme), nachdem zumindest ab 15.03 Uhr oder spätestens gegen 15.41 Uhr alle regulären Kühlsysteme auch in den Augen der Bedienungsmannschaft als ausgefallen zu betrachten waren.

Es ist in diesem Zusammenhang auffällig, dass keinerlei Angaben zu eventuellen Versuchen einer Druckentlastung des Reaktordruckbehälters und zu den Gründen ihres Scheiterns gemacht werden.

Insofern bestehen erhebliche Zweifel an dieser Behauptung vom September 2011, am 11. März 2011 habe man gegen 17.12 Uhr mit Notfallmaßnahmen begonnen.

Zudem ist im vorherigen Bericht der japanischen Regierung vom Juni 2011 von ersten Notfallmaßnahmen erst gegen 23.00 Uhr (11. März) die Rede.[36]

Unabhängig davon, ob nach 17 Uhr oder erst gegen 23 Uhr mit Notfallmaßnahmen begonnen sein sollte, ist aufgrund der Erörterungen in diesem Kapitel davon auszugehen, dass diese ohnehin nicht mehr der Verhinderung einer Kernschmelze dienen konnten, die laut NISA gegen 17 Uhr begann (vermutlich erheblich früher).

Kernfreilegung, Kernaufheizung und Kernschmelze [11. März]

Der Zeitpunkt der Kernfreilegung, Kernaufheizung und Kernschmelze ist unklar.

Diskussion:

NISA geht unter der fragwürdigen Voraussetzung, dass das Notkondensationssystem IC nach der Abschaltung um 15.03 Uhr bis etwa 15.30 Uhr noch wiederholt den Kern kühlte, sowie unter der Voraussetzung einer Unverfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystems HPCI davon aus, des es ab 17 Uhr zur Kernfreilegung und infolgedessen zur Kernschmelze kam:[37]

„Nach Analysen von NISA wird (…) angenommen, dass eine Freilegung des Kerns ab 17:00 Uhr erfolgte. Im weiteren Verlauf kam es zu Kernschäden (…)"

36 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-40.

37 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 25 f.

Das bedeutet, dass es vermutlich schon sehr viel früher als 17 Uhr zur Kernschmelze kam, da ein Betrieb des Notkondensationssystems IC nach 15.03 Uhr fraglich ist.

Es ist noch nicht einmal auszuschließen, dass es sehr schnell nach und aufgrund des Erdbebens zum Versagen des Hochdruckeinspeisesystems und des Notkondensationssystems IC gekommen ist, so dass eine sehr frühzeitige Kernschmelze im Bereich des Möglichen liegt.

Dies wird gestützt durch die Ergebnisse einer internationalen Studie unter Federführung des Norwegian Institute for Air Research, die sehr genaue Messdaten über (in Fukushima freigesetztes) Xenon-133 auswerteten. Der Studie zufolge gibt es starke Hinweise darauf, dass die Freisetzungen am 11. März schon gegen 15 Uhr japanischer Zeit begannen (entsprechend 6.00 UTC Weltzeit):[38]

> *„There is strong evidence that the first strong 133Xe release started very early, possibly immediately after the earthquake and the emergency shutdown on 11 March at 06:00 UTC."*

38 Stohl A et al. „Xenon-133 and caesium-137 releases into the atmosphere from the Fukushima Daiichi nuclear power plant: determination of the source term, atmospheric dispersion, and deposition", Atmos. Chem. Phys. Discuss., 11, 28319-28394, 2011. www.atmos-chem-phys-discuss.net/11/28319/2011/acpd-11-28319-2011.html. S. 28321.

2.2 Relevante Unfall-Faktoren in Block 2

Die relevanten Ereignisse in Block 2 waren:

- Erdbeben mit nachfolgenden Nachbeben (11. März, 14.46 Uhr)
- Sofortiger Durchdringungsabschluss aufgrund des Erdbebens
- Das Hochdruckeinspeisesystems HPCI ist ab 11. März,15.31 Uhr, nach einem **Kurzschluss** unabhängig vom Tsunami nicht mehr verfügbar.
- Das Nachspeisesystem RCIC versagt am 14. März gegen 12 Uhr unabhängig vom Tsunami, weil es **„nicht mehr funktionstüchtig“** war
- Die Kernfreilegung und Kernschmelze setzte am 14. März laut NISA ab 18 Uhr ein
- Notfallmaßnahmen (Meerwassereinspeisung in den Reaktordruckbehälter über Feuerlöschleitungen) erfolgten am 14. März erst am 19.54 Uhr (demnach mindestens zwei Stunden „zu spät“); die Kernschmelze konnte nicht mehr verhindert werden.

Erdbeben [11. März, 14.46 Uhr]

Das Erdbeben um 14:46 Uhr war das „Auslösende Ereignis“ des Unfalls. Ihm folgten schwere Nachbeben um 15.08 Uhr, 15.15 Uhr und 15.25 Uhr, die unter Umständen den Unfallverlauf mit beeinflusst haben könnten.

Block 2 des Kernkraftwerkes Fukushima Dai-ichi befand sich zu diesem Zeitpunkt im Leistungsbetrieb. Der Block wurde aufgrund des Erdbebens automatisch abgeschaltet (Reaktorschnellabschaltung um 14.47[39]) und im Zustand unterkritisch heiß gehalten.[40]

Ausfall der externen Stromversorgung

Es kam zum Ausfall der externen Stromversorgung. Infolge dessen starteten zwei Notstromdiesel.[41]

Ursache für den Ausfall der externen Stromversorgung waren Schäden durch das Erdbeben.[42]

Turbinen-Abschaltung [11. März, 14.47 Uhr]

Die Turbinen-Abschaltung wurde laut INPO um 14.47 Uhr automatisch ausgelöst.[43]

39 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 81.

40 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 37.

41 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 37.

42 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 37.

43 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 81.

Diskussion:

Da in den anderen Blöcken als Ursache für die Abschaltung der Turbine hochfrequente Schwingungen während des andauernden Erdbebens angegeben wurden, dürfte das auch in Block 2 der Fall gewesen sein.

Durchdringungsabschluss des Frischdampfsystems

Es kam zum Durchdringungsabschluss des Frischdampfsystems.[44] Damit ging die Hauptwärmesenke des Reaktors verloren. Die Nachzerfallswärme aus dem Kern musste ab diesem Zeitpunkt in die Kondensationskammer als Ersatzwärmesenke abgeführt werden.

Diskussion:

Es handelte sich folglich unmittelbar nach dem Erdbeben um ein „Ereignis mit Frischdampfabschluss".

Ursache für den Durchdringungsabschluss war laut GRS der erdbebenbedingte Ausfall der (externen) Stromversorgung.[45]

Die japanische Regierung beschreibt den Durchdringungsabschluss in Block 2 als Folge dessen, dass die Instrumentierung aufgrund des erdbebenbedingten Zusammenbruchs der externen Stromversorgung (kurzzeitig) nicht mehr mit Strom versorgt wurde:[46]

> *„At 14:47, the instrumentation lost power as a result of loss of external power supply, activating the MSIV closure signal as a fail-safe and causing the MSIV to close."*

Tepco und NISA vermuten bzw. behaupten, dass es keinen (erdbebenbedingten) Frischdampfleitungsbruch gab:[47]

> *„Regarding closure of the MSIV, TEPCO determined that there was no rupture of the main steam piping, as we could not verify an increase in steam flow from the transient recorder records that would be have been observed if the main steam piping had ruptured. NISA considered this judgment reasonable."*

Ausfall der Kondensat- und Speisewasserversorgung

Es kam zum Ausfall der Kondensat- und Speisewasserpumpen.[48]

Laut INPO war der Ausfall der Kondensat- und Speisewasserpumpen auf den (erdbebenbedingten) Ausfall der externen Stromversorgung zurückzuführen:[49]

---

44 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 37.

45 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 37.

46 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-55.

47 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-55.

48 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 21.

49 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 21.

„(…) several actions occurred, including a loss of feedwater and condensate and main steam isolation valve closures, as expected because of the loss of off-site AC power."

Keine Einspeisung durch das „Notkühlsystem" (Teilsystem: Hochdruckeinspeisesystem HPCI)

Gleich zu Unfallbeginn kam es – vermutlich wegen des hohen Füllstands im Reaktordruckbehälter – nicht zur Einspeisung durch das Hochdruckeinspeisesystems HPCI (Hochdruckteil des so genannten „Notkühlsystems").

Erste Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC [11. März, 14.50 Uhr]

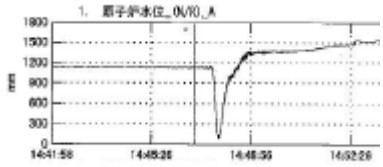
Zur Bespeisung des Reaktordruckbehälters wurde das Nachspeisesystems RCIC um 14:50 Uhr von Hand in Betrieb genommen.[50,51]

Diskussion:

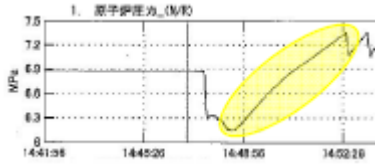
Das Nachspeisesystems RCIC startet laut GRS automatisch bei niedrigem Füllstand, muss also eigentlich nicht von Hand in Betrieb genommen werden:[52]

„Das System wird automatisch bei niedrigem Füllstand im RDB gestartet und bei hohem Füllstand gestoppt."

Eine von Tepco veröffentlichte Grafik zeigt, dass der Füllstand im Reaktordruckbehälter zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC um 14:50 Uhr von Hand nicht niedrig, sondern sogar oberhalb des normale Levels war:[53]



Allerdings war es im Vorfeld der Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC zu einem massiven Druckanstieg im Reaktordruckbehälter gekommen (gelb hinterlegt):[54]



50 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 38.

51 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 81.

52 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 33.

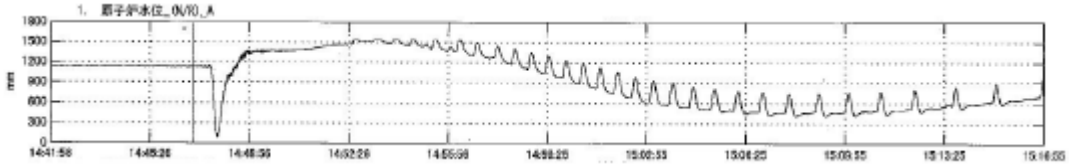
53 Tepco-Grafik, veröffentlicht im Mai 2011. Wiedergegeben nach: David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 2: The First 60 Minutes. Union of Concerned Scientists. Undatiert (vermutlich 24. Mai 2011). S. 3.

54 Tepco-Grafik, veröffentlicht im Mai 2011. Wiedergegeben nach: David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 2: The First 60 Minutes. Union of Concerned Scientists. Undatiert (vermutlich 24. Mai 2011). S. 5.

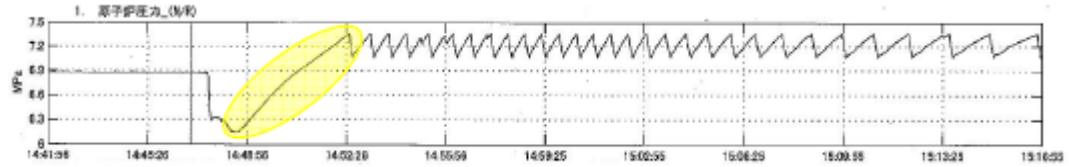
Wurde das Nachspeisesystems RCIC um 14:50 Uhr wegen des massiven Druckanstiegs von Hand in Betrieb genommen?

Füllstandsabfall im Reaktordruckbehälter bei hohem Druck [11. März, 14.53 Uhr bis ca. 15.06 Uhr]

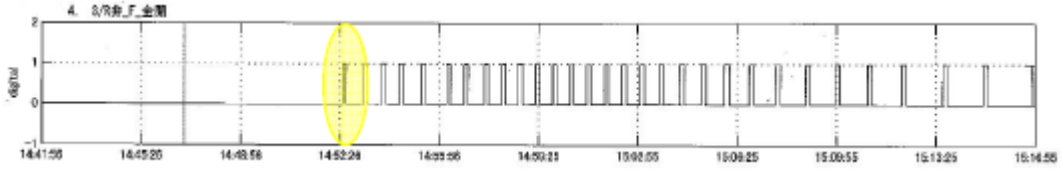
Zwischen 14.54 Uhr und mindestens bis 15.06 Uhr kam es innerhalb von gut 13 Minuten bei hohem Druck im Reaktordruckbehälter zu einem Füllstandsabfall. Die folgende Abbildung zeigt den Füllstandsabfall:[55]



Folgende Abbildung zeigt den hohen Druck während dieses Zeitraums:[56]



Der Druck im Reaktordruckbehälter wurde den Tepco-Diagrammen zufolge durch Öffnen und Schließen durch das Sicherheitsventil SRV F (safety relief valve) im unter etwa 74 bar gehalten:[57]



Zweite manuelle Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC [11. März, 15.02 Uhr]

Um 15.02 Uhr wurde das Nachspeisesystems RCIC laut INPO erneut von Hand in Betrieb genommen.[58]

> *"1502: Operators manually started RCIC."*

55 Tepco-Grafik, veröffentlicht im Mai 2011. Wiedergegeben nach: David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 2: The First 60 Minutes. Union of Concerned Scientists. Undatiert (vermutlich 24. Mai 2011). S. 7.

56 Tepco-Grafik, veröffentlicht im Mai 2011. Wiedergegeben nach: David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 2: The First 60 Minutes. Union of Concerned Scientists. Undatiert (vermutlich 24. Mai 2011). S. 5.

57 Tepco-Grafik, veröffentlicht im Mai 2011. Wiedergegeben nach: David Lochbaum: Fukushima Dai-Ichi Unit 2: The First 60 Minutes. Union of Concerned Scientists. Undatiert (vermutlich 24. Mai 2011). S. 5.

58 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 81.

Diskussion:

Wie obigen Abbildung über den Füllstand im Reaktordruckbehälter zeigt, konnte das Nachspeisesystems RCIC den Füllstand nur sehr langsam anheben. Das könnte an der vergleichsweise geringen Fördermenge des Nachspeisesystems RCIC (im Vergleich zum Hochdruckeinspeisesystem HPCI, welches aus unbekannten Gründen nicht in Betrieb ging) gelegen haben.[59]

In der Tepco-Zentrale begannen Untersuchungen der Erdbebenschäden [11. März, 15.06 Uhr]

In der Tepco-Zentrale in Tokio begannen um 15.06 Uhr mit Blick auf mögliche Gegenmaßnahmen Untersuchungen der Erdbebenschäden:[60]

> *„The Headquarters for Major Disaster Countermeasures was established in the TEPCO office in Tokyo to assess damages from the earthquake (…)"*

Unverfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystem HPCI [11. März, 15.31 Uhr]

Laut GRS war ab 15.31 Uhr das Hochdruckeinspeisesystem HPCI nicht mehr einsatzfähig (Teil des „Notkühlsystems"): [61]

> *„Um 15:31 Uhr (…) Hierdurch war unter anderem das HPCI-System (bzw. die Steuerung des Systems) nicht mehr einsatzfähig."*

Ursache für die Nicht-Verfügbarkeit des Hochdruckeinspeisesystems HPCI war laut GRS ein Kurzschluss in der Gleichspannungsversorgung:[62]

> *„Um 15:31 Uhr kam es zu einem Kurzschluss an einer der beiden Redundanzen der 125 V-Gleichspannungsversorgung. Hierdurch war unter anderem das HPCI-System (bzw. die Steuerung des Systems) nicht mehr einsatzfähig."*

Diskussion:

Das Hochdruckeinspeisesystem HPCI versagte demnach nicht wegen des Tsunami, der den Kraftwerksstandort erst später erreichte.

Ausfall des Nachspeisesystems RCIC [14. März, nach 12 Uhr]

Laut GRS kam es am 14. März nach 12 Uhr zum Ausfall des Nachspeisesystems RCIC, vermutlich weil es „nicht mehr funktionstüchtig" war:[63]

---

59 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 33.

60 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 81.

61 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 39.

62 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 39.

63 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 40.

„Ab 12:00 Uhr fiel der Füllstand im RDB jedoch ab. Daher wird davon ausgegangen, dass das RCIC-System nicht mehr funktionstüchtig war. Daraufhin wurde um 13:25 Uhr der Artikel 15: „Loss of reactor cooling functions“ ausgerufen.”

Kernfreilegung, Kernschmelze [14. März, ca. 18 Uhr]

Laut NISA kam es infolge des Ausfalls gegen 18 Uhr zur Kernfreilegung und Kernschmelze:[64]

„NISA geht nach der Durchführung von Analysen davon aus, dass der Kern gegen 18:00 Uhr freigelegt wurde und dadurch eine Kernschmelze eingetreten ist.“

Notfallmaßnahmen begannen zu spät [14. März, ab 19.54 Uhr]

Zu spät erst wurden Notfallmaßnahmen ergriffen, nachdem der Reaktordruckbehälter zuvor für 6,5 bis 8 Stunden nicht mehr bespeist wurden: [65]

„Ab 19:54 Uhr erfolgte eine Meerwassereinspeisung in den RDB über Feuerlöschleitungen und einen Feuerlöschanschluss. Damit wurde der RDB seit dem Ausfall des RCIC zwischen 12:00 Uhr und 13:25 Uhr für etwa 6,5 – 8 Stunden nicht mehr bespeist. NISA geht nach der Durchführung von Analysen davon aus, dass der Kern gegen 18:00 Uhr freigelegt wurde und dadurch eine Kernschmelze eingetreten ist.“

64 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 41.

65 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 41.

2.3 Relevante Unfall-Faktoren in Block 3

Die relevanten Ereignisse in Block 3 waren:

- Erdbeben mit nachfolgenden Nachbeben (11. März, 14.46 Uhr)
- Sofortiger Durchdringungsabschluss aufgrund des Erdbebens
- Das Nachspeisesystem RCIC fiel am 12. März um 11.36 Uhr unabhängig vom Tsunami **„unerwartet“** aus
- Das Hochdruckeinspeisesystems HPCI fiel am 13. März um 2.42 Uhr fiel unabhängig vom Tsunami wegen eines **zu niedrigen Dampfdrucks (unter 10 bar)** aus, welches das System möglicherweise selbst verursacht hat.
- Notfallmaßnahmen mit Feuerlöschpumpen scheiterten unabhängig vom Tsunami weil der **Druck im Reaktordruckbehälter wieder auf rund 40 bar angestiegen** war (liegt u.a. an Versuchen, das Nachspeisesystem RCIC erneut in Betrieb zu nehmen.)
- Es kam zur Kernschmelze

Erdbeben [11. März, 14.46 Uhr]

Das Erdbeben um 14:46 Uhr war das „Auslösende Ereignis“ des Unfalls. Ihm folgten schwere Nachbeben um 15.08 Uhr, 15.15 Uhr und 15.25 Uhr, die unter Umständen den Unfallverlauf mit beeinflusst haben könnten.

Block 3 des Kernkraftwerkes Fukushima Dai-ichi befand sich zu diesem Zeitpunkt im Leistungsbetrieb. Der Block wurde aufgrund des Erdbebens automatisch abgeschaltet (Reaktorschnellabschaltung um 14.47[66]) und im Zustand unterkritisch heiß gehalten.[67]

Ausfall der externen Stromversorgung

Es kam zum Ausfall der externen Stromversorgung. Infolge dessen starteten zwei Notstromdiesel.

Ursache für den Ausfall der externen Stromversorgung waren Schäden durch das Erdbeben.[68,69] Dazu INPO:[70]

> *„On March 11, 2011 at 1446 (T=0), an earthquake caused a loss of off-site power (…)“*

66 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43 f.

67 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

68 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

69 JNES/NISA, 4. April 2011: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Pacific Earthquake and the seismic damage to the NPPs. Lecture of the Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES) and the Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), S. 12.

70 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

Turbinen-Abschaltung

Die Turbinen-Abschaltung wurde laut INPO um 14.47 Uhr von Hand ausgelöst.[71]

Ursache für die Hand-Abschaltung der Turbine waren laut INPO hochfrequente Schwingungen während des andauernden Erdbebens:[72]

> *„After waiting for the shaking from the earthquake to stop, the operators manually tripped the main turbine because of high vibrations and subsequently broke main condenser vacuum to help stop the main turbine."*

Diskussion:

Angesichts des Umstandes, dass in den Blöcken 1 und 2 die Turbinenabschaltung automatisch ausgelöst wurde, stellt sich die Frage, warum in Block 3 eine Handauslösung erforderlich war.

Das Erdbeben dauerte laut GRS etwa 150 Sekunden lang.[73]

Laut INPO brach die Bedienungsmannschaft zudem von 14.51 Uhr bis 15.15 Uhr das Vakuum des Hauptkondensators, um die Turbine zügig zu stoppen:[74]

> *„After waiting for the shaking from the earthquake to stop, the operators manually tripped the main turbine because of high vibrations and subsequently broke main condenser vacuum to help stop the main turbine."*

Laut Lochbaum führte der Durchdringungsabschluss (Schließen der Frischdampfventile, MSIVs) zum Zusammenbruch des Vakuums am Hauptkondensator. Und obwohl die Ventile nach dem Start der Notstromdiesel wieder hätten geöffnet werden können, hätte am Hauptkondensator kein Notstrom zur Verfügung gestanden:[75]

> *„The successful start of both emergency diesel generators restored power to essential plant equipment. The operators would have been able to re-open the MSIVs. But that step, if taken, would not have been longlasting. The emergency diesel generators do not provide power to the equipment handling the steam collecting in the main condenser. Normally, the pressure inside the condenser is maintained as close to perfect vacuum conditions as can be obtained. The near-vacuum conditions help pull steam through the turbine. As condenser vacuum is lost, sources of steam to it are automatically isolated. Thus, if re-opened, the MSIVs would have soon automatically re-closed."*

Durchdringungsabschluss des Frischdampfsystems

Es kam zum Durchdringungsabschluss des Frischdampfsystems.[76] Damit ging die Hauptwärmesenke des Reaktors verloren. Die Nachzerfallswärme aus dem Kern musste ab diesem Zeitpunkt in die Kondensationskammer als Ersatzwärmesenke abgeführt werden.

---

71 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28 u. 91.

72 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

73 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 3.

74 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28 u. 91.

75 Lochbaum: Fukushima Dai-ichi Unit 3: The first 80 Minutes. 24. Mai 2011. Union of Concerned Scientists. S. 5.

76 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

Ursache für den Durchdringungsabschluss war laut GRS der erdbebenbedingte Ausfall der (externen) Stromversorgung.[77] INPO schreibt dazu:[78]

> *"(…) and main steam isolation valve closures, as expected because of the loss of off-site AC power."*

Diskussion:

Es handelte sich folglich unmittelbar nach dem Erdbeben um ein „Ereignis mit Frischdampfabschluss".

Lochbaum hebt hervor, dass es nach dem Ausfall der (externen) Stromversorgung eine sehr kurze spannungslose Zeit gab, bis die beiden Notstromdiesel ab ca. 14.48 Uhr[79] einspeisten. Die kurze Unterbrechung der Stromversorgung (infolge des Erdbebens) hat laut Lochbaum dazu geführt, dass es zum Durchdringungsabschluss kam, indem die Frischdampfventile (main steam isolation valves, MSIVs) in die „fail-safe"-Position gefallen sind, d.h. geschlossen haben:[80]

> *"When the normal supplies of in-plant electricity from the Unit 3 generator and from the electrical grid were lost, both emergency diesel generators automatically started and provided power to essential plant equipment within seconds. (...) The momentary loss of power closed the main steam isolation valves (MSIVs). As shown in the diagram above, there are two MSIVs in each of the four pipes carrying steam from the reactor vessel to the turbine. The fail-safe position of the MSIVs is closed. When power was lost, the MSIVs closed. Steam being produced by the reactor core's decay heat had been traveling through the steam lines to the turbine. When the MSIVs closed, that steam could no longer travel this path."*

Kein automatischer Start des Nachspeisesystems RCIC [11. März, vor 15.05 Uhr]

Es kommt offenkundig nicht zum automatischen Start des Nachspeisesystems RCIC, da dieses um 15.05 von Hand in Betrieb genommen wird.[81]

Die Ursache dafür, dass das Nachspeisesystems RCIC nicht automatisch startete, ist den bislang ausgewerteten Unterlagen nicht explizit zu entnehmen.

Diskussion:

Laut GRS startet das Nachspeisesystems RCIC von Block 2 und 3 eigentlich automatisch bei niedrigem Füllstand im Reaktordruckbehälter (bei hohem Füllstand wird das System wieder automatisch gestoppt).[82]

77 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

78 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

79 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 91.

80 Lochbaum: Fukushima Dai-ichi Unit 3: The first 80 Minutes. 24. Mai 2011. Union of Concerned Scientists. S. 4 f.

81 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

82 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 33.

Manuelle Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC und Vorbereitung des Hochdruckeinspeisesystem HPCI für eine spätere Inbetriebnahme [11. März, 15.05 Uhr]

Das Nachspeisesystems RCIC wird 19 Minuten nach Unfallbeginn um 15.05 von Hand in Betrieb genommen.[83,84]

Außerdem wurde laut INPO um 15.05 Uhr das Hochdruckeinspeisesystem HPCI für eine (spätere) Inbetriebnahme vorbereitet:[85]

> *„1603: Operators (…) prepared HPCI for startup."*

Diskussion:

Die Ursache die Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC von Hand ist den bislang ausgewerteten Unterlagen nicht explizit zu entnehmen.

Ursache für die Inbetriebnahme des Nachspeisesystems RCIC um 15.05 Uhr von Hand ist aber sehr wahrscheinlich ein Füllstandsabfall im Reaktordruckbehälter, da laut INPO u.a. dem Halten des Füllstands im Reaktordruckbehälter diente und das System in Abhängigkeit des Füllstandes später von Hand wiederholt aus und wieder angeschaltet wurde:[86]

> *„At 1505, operators initiated RCIC to maintain reactor pressure and water level after the scram. Twenty minutes later, RCIC automatically shut down because of a high reactor water level. With reactor water level high in the control band, the operators monitored reactor water level and waited for the level to lower before restarting RCIC."*

Bei „Ereignissen mit Frischdampfabschluss" – wie im vorliegenden Fall – dient laut GRS das Nachspeisesystems RCIC der Füllstandshaltung des Reaktordruckbehälters und wird wie dargelegt (eigentlich) automatisch bei niedrigem Füllstand im Reaktordruckbehälter gestartet. [87]

Bemerkenswert ist, dass das Nachspeisesystems RCIC in Block 2 sehr zügig nach dem Erdbeben bzw. schon etwa 4 Minuten nach Unfallbeginn um 14.50 Uhr von Hand in Betrieb genommen wurde[88], während RCIC in Block 3 erst 19 Minuten nach Unfallbeginn um 15.05 Uhr von Hand in Betrieb genommen wurde.[89]

83 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

84 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

85 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 91.

86 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 28.

87 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 33.

88 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 38.

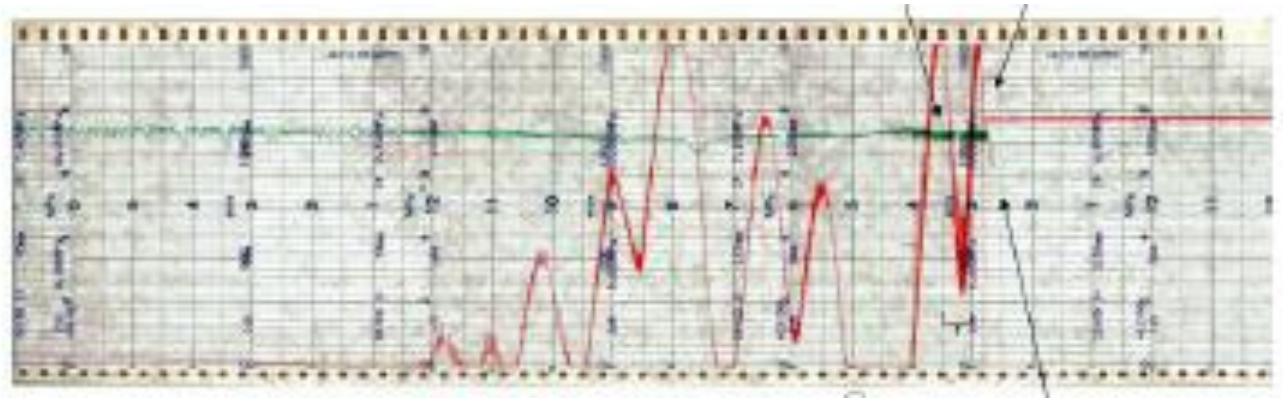
89 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 43.

Langsamer Füllstandsabfall trotz RCIC-Einspeisung [11. März, bis 24.00 Uhr]?

Laut INPO konnte das Nachspeisesystem RCIC nach seiner erneuten Inbetriebnahme um 16.03 Uhr den Füllstand im Reaktordruckbehälter oberhalb von 4 m über der Kernoberkante halten (TAF - top of active fuel):[90]

> *"With RCIC in service, reactor water level was maintained approximately 157 inches (4,000 mm) above TAF by narrow range indication."*

Allerdings deutet der Verlauf der Füllstandsanzeige in der folgenden Abbildung darauf hin, dass es trotz der wiederholten Einspeisung durch das Nachspeisesystem RCIC zu einem langsamen Füllstandsabfall bis 24 Uhr gekommen ist. Zwischen 22.30 Uhr und 24 Uhr könnte es zum Füllstandsabfall unter 4 m über der Kernoberkante gekommen sein (rote Linie, zeitlicher Verlauf von rechts nach links). [91]



Diskussion:

Die Ursache für den langsamem Füllstandsabfall trotz RCIC-Einspeisung ist den bislang ausgewerteten Unterlagen nicht zu entnehmen.

Der Verlauf der Füllstandsanzeige deutet darauf hin, dass das Nachspeisesystem RCIC von 16.03 Uhr bis 24 Uhr immer wieder in Betrieb und außer Betrieb war. Es gelang nicht, den Füllstand im Bereich des normalen Niveaus zu halten.

Unklar bleibt aber, warum es zu einem langsamen Füllstandsabfall trotz der HPCI-Einspeisung kam.

Die GRS betont die geringe Fördermenge des Nachspeisesystems RCIC:[92]

> *„Das Nachspeisesystem unterscheidet sich vom HPCI insbesondere durch eine geringere Fördermenge. Während Ereignisabläufen mit Frischdampfabschluss dient das System der Füllstandshaltung des RDB mit Kühlmittel aus der Kondensationskammer oder dem Kondensatvorratsbehälter."*

Allerdings deutet der Verlauf der Füllstandsanzeige darauf hin, dass das Nachspeisesystems RCIC trotz seiner geringen Fördermenge den Füllstand immer wieder relativ zügig anheben konnte, wenn es in Betrieb war.

---

90 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

91 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 44.

92 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 33.

Dennoch kam es im Trend zu einem bedrohlichen Füllstandsabfall unter 4 m über der Kernoberkante.

Keine Inbetriebnahme des Hochdruckeinspeisesystems HPCI trotz Verfügbarkeit

Das leistungsstärkere Hochdruckeinspeisesystem HPCI ging nach wie vor weder automatisch in Betrieb noch von Hand, obwohl das System laut INPO auch nach dem Tsunami „verfügbar" war:[93]

> *"While the tsunami caused the loss of some DC power systems (…) Both HPCI and RCIC remained available for injection."*

Diskussion:

Der Umstand, dass trotz des Tsunami mit HPCI und RCIC zu diesem Zeitpunkt zwei Einspeisesysteme (eigentlich) zur Verfügung standen, beweist zum einen, dass der Tsunami keinerlei unmittelbaren Einfluss auf den weiteren Unfallverlauf in Block 3 hatte.

Zum anderen beweist es, dass die tatsächliche Einspeisung durch die Systeme HPCI und RCIC völlig unabhängig vom Tsunami zeitweise funktionierten und zeitweise nicht.

Der Tsunami war demnach ganz offensichtlich nicht bestimmend für die Effektivität der beiden Einspeisesysteme.

Versagen des Nachspeisesystems RCIC [12. März, 11.36 Uhr]

Am zweiten Tag des Unfalls fielen laut GRS um 11.36 Uhr das Nachspeisesystems RCIC „und damit" die Bespeisung des Reaktordruckbehälters aus.[94]

INPO betont, dass das System völlig unerwartet ausgefallen ist und auch nicht wieder in Betrieb genommen werden konnte:[95]

> *„The next day (March 12) at 1136, RCIC shut down unexpectedly and could not be restarted. At this time, no water was being injected into the reactor."*

Diskussion:

Die Ursache für das Versagen des Nachspeisesystems RCIC ist offiziell nicht bekannt.

„Der genaue Grund" für den Ausfall des Nachspeisesystems RCIC ist laut GRS nicht bekannt.[96]

Distanziert verweist die GRS auf eine behauptete Ursache:[97]

> *„NISA und TEPCO halten es für möglich, dass die Kapazität der Batterien aufgebraucht war, da das System bereits 20 Stunden in Betrieb war."*

93 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

94 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

95 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

96 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

97 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

Diese „Vermutung“ von Tepco bzw. NISA ist allerdings wenig plausibel, weil etwa eine Stunde später um 12.35 Uhr das Hochdruckeinspeisesystems HPCI in Betrieb ging, wofür Batteriestrom zur Verfügung gestanden haben muss.[98]

Hinzu kommt, dass für das Nachspeisesystems RCIC Batteriestrom offenbar nur für Schaltvorgänge benötigt (Inbetriebnahme, Außerbetriebnahme des Systems). Für den laufenden Betrieb ist offenbar kein Strom erforderlich und deswegen können entladene Batterien das Versagen des Systems nicht unbedingt erklären.

Angeforderte Feuerwehrwagen standen nicht zur Verfügung

Laut INPO standen angeforderte, kraftwerkseigene Feuerwehrwagen zur Einspeisung (Notfallmaßnahme) nicht zur Verfügung, weil diese in Block 1 benötigt wurden:[99]

> *„Station fire engines were being used to inject water into Unit 1. Additional fire engines were requested but were not available.“*

Druckanstieg im Containment [12. März, 12.10 Uhr]

Laut INPO wurde um 12.10 Uhr ein Druckanstieg im Containment registriert:[100]

> *„Primary containment pressure had slowly increased, peaking at 57 psia (0.39 MPa abs).“*

Da sich der Druckanstieg im Containment offenbar fortsetzte, ordnete laut INPO der Leiter des Atomkraftwerks um 17.30 Uhr Vorbereitungen zum Venting des Containments an:[101]

> *“The site superintendent ordered preparations for venting the containment to proceed.”*

Automatischer Start des Hochdruckeinspeisesystems HPCI [12. März, 12.35 Uhr]

Etwa eine Stunde nach dem Versagen des Nachspeisesystems RCIC und einen Tag nach Beginn des Unfalls startete laut GRS das (leistungsstärkere) Hochdruckeinspeisesystem HPCI um 12.35 Uhr automatisch.[102]

Ursache für den Start des Hochdruckeinspeisesystem HPCI war laut GRS ein „niedriger Füllstand“ im Reaktordruckbehälter.[103]

Laut INPO erfolgte der automatische Start infolge eines Reaktorschutzsignals aufgrund eines extrem tiefen Füllstands im Reaktordruckbehälter:[104]

---

98 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

99 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 92.

100 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 92.

101 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 92.

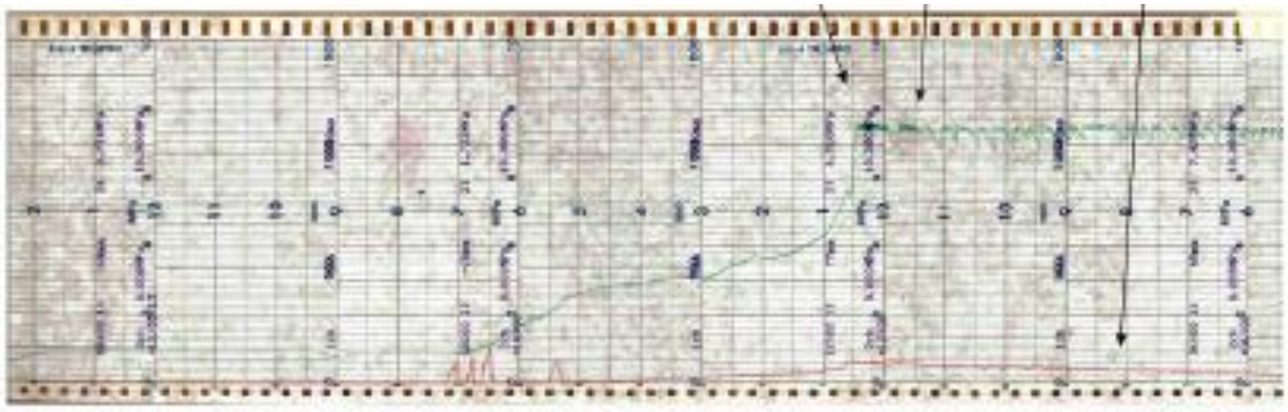
102 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

103 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

„(…) HPCI automatically started on a low-low reactor water level signal (…)"

Massiver Druckabfall im Reaktordruckbehälter nach Start des Hochdruckeinspeisesystems HPCI

Bis zur Inbetriebnahme des Hochdruckeinspeisesystems HPCI wurde der Druck im Reaktordruckbehälter durch die Ventile im Bereich von 70 bar gehalten.[105] Die Inbetriebnahme des HPCI-Systems um 12.35 Uhr war mit einem massiven Druckabfall im Reaktordruckbehälter verbunden, wie auch die folgende Abbildung zeigt (grüne Linie, zeitlicher Verlauf von rechts nach links):[106]



Laut GRS fiel der Druck von 70 bar innerhalb von sechs Stunden um 60 bar auf rund 10 bar ab (von 12.35 Uhr bis etwa 18.30 Uhr).

Ursache für den massiven Druckabfall im Reaktordruckbehälter nach dem Start des Hochdruckeinspeisesystems HPCI dürfte nach Einschätzung der japanischen Regierung ein **Leck im HPCI-System** gewesen sein:[107]

"Considering that the reactor pressure dropped for more than six hours from 12:30 on March 12, it is considered unlikely that a large-scale pressure leak occurred. Steam may have leaked from the HPCI, since the pressure began to drop at around the same time as the HPCI started and the reactor pressure began rising after the HPCI stopped."

Diskussion:

Ursache für das anzunehmende Leck im Hochdruckeinspeisesystems HPCI könnte das Erdbeben sein.

INPO liefert hingegen folgende Spekulation:[108]

---

104 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

105 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 45.

106 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. Abb. 3.27. S. 46.

107 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. IV-73.

"Operators throttled open full-flow test valves to return some of the HPCI flow to the suppression chamber, possibly in an attempt to prevent a high-level trip."

Füllstandsabfall im Reaktordruckbehälter [12. März, bis 20.36 Uhr]

Laut INPO konnte das Hochdruckeinspeisesystems HPCI (mit seiner großen Fördermenge) den Füllstand im Reaktordruckbehälter zunächst bis16.35 Uhr wieder auf über 4 m über der Kernoberkante anheben, mit einem Peak von nahezu 4,57 m:[109]

„By 1635, indicated reactor water level had recovered to 15.7 inches (400 mm) by wide range indication, or approximately 180 inches (4,570 mm) above TAF."

Bis 20.36 kam es dann allerdings laut INPO zu einem dramatischen Füllstandsabfall bis knapp über der Kernoberkante – der einen Anzeige zufolge noch 1,35 m, einer anderen Instrumentierung zufolge lag der Füllstand um 20.36 Uhr aber nur noch 0,4 m (40 cm) über der Kernoberkante:[110]

„Nine minutes later, at 2036, reactor water level indication was lost. The last indicated reactor water level before the failure was 53 inches (1,350 mm) by wide range instrument (217 inches or 5,520 mm above TAF) , but only 16 inches (400 mm) above TAF by fuel zone instruments."

Diskussion:

Die Ursache für den dramatischer Füllstandsabfall im Reaktordruckbehälter ist den einschlägigen Unterlagen nicht zu entnehmen.

Aufgrund des dramatischen Füllstandsabfalls im Reaktordruckbehälter bis 20.36 Uhr ist es nicht ausgeschlossen, dass in Block 3 noch am Abend des 12. März zu einer Kernfreilegung kam.

Auf jeden Fall rechneten die Verantwortlichen am Abend des 12. März damit, dass eine Kernschmelze nicht mehr zu verhindern sein würde, da sie nach 21.00 Uhr einen Plan zum Venting ausarbeiteten:[111]

„After 2100 (T plus 30.2 hours), operators started a review of the vent procedures to identify the sequence and location of vent valves, which were written on a whiteboard. Emergency response workers reviewed the vent procedure for Unit 1. Based on the review and the accident management procedure for Unit 3, they developed a plan to manually vent Unit 3 and provided the plan to the control room operators."

Ausfall der Bespeisung durch das Hochdruckeinspeisesystem HPCI [13. März, 2.42 Uhr]

Laut GRS „stoppte das HPCI-System die Bespeisung" des Reaktordruckbehälters um 2.42 Uhr.[112] Laut INPO gelang es der Betriebsmannschaft nicht, das Hochdruckeinspeisesystems HPCI wieder in Betrieb zu nehmen.[113]

---

108 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

109 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

110 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

111 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 30.

112 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 48.

Somit speiste kein System mehr in den Reaktor ein:[114]

> *„The HPCI system automatically tripped, which resulted in a loss of all water injection sources."*

Diskussion:

Die Ursache für den Ausfall der Bespeisung durch das Hochdruckeinspeisesystems HPCI ist den bislang ausgewerteten Unterlagen nicht eindeutig zu entnehmen.

Laut GRS kam es wegen eines sehr niedrigen Drucks im Reaktordruckbehälter zum Ausfall des Hochdruckeinspeisesystems HPCI:[115]

> *„Um 2:42 Uhr stoppte das HPCI-System die Bespeisung des RDB aufgrund eines niedrigen Dampfdruckes. Der Druck lag unter 10 bar (siehe Abb. 3.28)."*

Hintergrund: Die Pumpe des Hochdruckeinspeisesystems HPCI wurde von einer Turbine angetrieben, die ihren Dampf wiederum aus dem Reaktordruckbehälter bezog. Es ist daher plausibel, dass der niedrige Dampfdruck von unter 10 bar die HPCI-Turbine und diese wiederum die „HPCI Main Pump" nicht mehr antreiben konnte, so dass das HPCI-System nicht mehr einspeisen konnte.[116]

KIT et. al. weisen darauf hin, dass die Turbine des Hochdruckeinspeisesystems neben einem ausreichend großen Dampfdruck weiterhin auch voraussetzte, dass das Wasser hinreichend kalt war:[117]

> *„Der Dampf strömt durch die Turbine des Hochdruckeinspeisesystems in die Kondensationskammer, wobei die dadurch angetriebene Pumpe allerdings nur bei hinreichend kaltem Wasser und hinreichend hohem Dampfdruck fördern kann."*

Aufgrund der Störfallbedingungen konnte es aber laut KIT et. al. zum Aufheizen des Wassers in der Kondensationskammer bis zur Siedetemperatur kommen, was demnach möglicherweise zum Ausfall des Hochdruckeinspeisesystems HPCI beigetragen haben könnte:[118]

> *„Erfolgt langfristig keine ausreichende Nachspeisung von Wasser in den Kern, so dampft der Reaktordruckbehälter aus. Dabei wird das Wasser in der Kondensationskammer bis zur Siedetemperatur aufgeheizt und der Druck in der Kondensationskammer steigt."*

In diesem Zusammenhang könnte auch der Hinweis der GRS eine Rolle spielen, dass das Hochdruckeinspeisesystems HPCI über keine Wärmetauscher verfügt und daher ausschließlich der RDB-Bespeisung des Reaktordruckbehälters dient:[119]

> *„Im HPCI-System ist kein Wärmetauscher integriert. Das bedeutet, dass dieses System ausschließlich der RDB-Bespeisung dient."*

---

113 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 30.

114 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 92.

115 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 48.

116 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 30.

117 KIT et. al.: Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan. Nr. 017. Was unterscheidet die deutschen Siedewasserreaktoren von den Reaktoren in Fukushima? 23. März 2011. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR), Forschungszentrum Jülich (FZJ). S. 1.

118 KIT et. al.: Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan. Nr. 017. Was unterscheidet die deutschen Siedewasserreaktoren von den Reaktoren in Fukushima? 23. März 2011. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR), Forschungszentrum Jülich (FZJ). S. 1 f.

119 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 30.

Laut INPO war der Druckabfall – wie auch die GRS oben schreibt – durch die Dampfentnahme durch das Hochdruckeinspeisesystems HPCI selbst hervorgerufen worden:[120]

> *„The HPCI system was drawing a considerable amount of steam off the reactor, and reactor pressure had begun to decrease significantly. At 1700 (T plus 26.2 hours), reactor pressure indicated 421 psig (2.9 MPa gauge) and lowering."*

Sollte dies stimmen, dann hätte sich das Sicherheitssystem unter den gegebenen Randbedingungen selbst den für sein Funktionieren erforderlichen Dampf entzogen: Das Hochdruckeinspeisesystems HPCI wäre demnach ein Sicherheitssystem, welches sich durch seinen Betrieb seinen eigenen Weiterbetrieb verunmöglicht.

Die Niederdruckstränge des Notkühlsystems und Feuerlöschpumpen konnten nicht einspeisen

Laut GRS wurde nach dem Ausfall der Bespeisung durch das Hochdruckeinspeisesystems HPCI um 2.42 Uhr zudem versucht, die Niederdruckstränge des Notkühlsystems in Betrieb zu nehmen, was ebenfalls scheiterte.[121]

Laut INPO scheiterte auch der Versuch, mit Hilfe einer diesel-getriebenen Feuerlöschpumpe in den Reaktordruckbehälter einzuspeisen.[122]

Die Ursache für das Scheitern der Wiederinbetriebnahme des Nachspeisesystem RCIC ist den einschlägigen Berichten explizit nicht zu entnehmen.

Diskussion:

Ursache für das Scheitern der Einspeisung mit Hilfe einer diesel-getriebenen Feuerlöschpumpe war laut INPO der hohe Druck im Reaktordruckbehälter:[123]

> *„They next attempted water injection by diesel-driven fire pump, but reactor pressure was too high. With HPCI isolated and with no safety relief valves (SRVs) available because of the loss of DC, reactor pressure quickly increased well above the discharge pressure of the fire pump, preventing water injection. "*

Laut INPO war der Druck bereits auf 40 bar (4 MPa) angestiegen, als versucht wurde, mit der Feuerlöschpumpe einzuspeisen:[124]

> *"They next attempted water injection by diesel-driven fire pump but could not because reactor pressure had increased as high as approximately 580 psi (4 MPa)."*

Kernfreilegung, Kernaufheizung und Kernschmelze [13. März, ab 4.15 Uhr]

Laut INPO begann die „Kernfreilegung" in Block 3 am 13. März um 4.15 Uhr:[125]

---

120 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 29.

121 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 48.

122 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 30.

123 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 30.

124 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 92.

> *„Injection into the reactor was lost, and at approximately 0415 on March 13 the reactor core started to uncover. As the core uncovered, core damage commenced, and the high-temperature interaction of steam and zirconium began, generating large amounts of hydrogen in the reactor."*

Laut INPO waren um 5.00 Uhr die oberen zwei Meter der Brennelemente (Reaktorkern) freigelegt und der Druck im Reaktor war – wie schon erwähnt – auf „mehr als 73,8 bar" angestiegen:[126]

> *„Reactor pressure increased to greater than 1,070 psi (7.38 MPa).*
> *Reactor water level was 79 inches (2000 mm) below TAF and lowering."*

Die GRS verweist auf „Analysen" von NISA, wonach erst ab 8.00 Uhr eine Kernfreilegung erfolgte und es daraufhin zur Kernaufheizung und zur Kernschmelze mit der massiven Freisetzung von Radioaktivität kam:[127]

> *„Der Reaktor wurde somit seit dem Ausfall des HPCI gegen 2:42 Uhr für über 6,5 Stunden nicht mehr bespeist. NISA geht nach Analysen davon aus, dass eine Kernfreilegung gegen 8:00 Uhr erfolgte. Daraufhin kam es zur Kernaufheizung und nachfolgender Kernschmelze. Dies ist verbunden mit der Erzeugung von Wasserstoff und der Freisetzung von Radionukliden. NISA vermutet, dass ein Großteil des Kerns geschmolzen ist und sich auf dem Boden des RDB befindet. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass es zu einer Beschädigung des RDB gekommen ist und ein Teil des Kerns in die Druckkammer gelangt ist."*

125 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 30.

126 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 93.

127 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 48 f.

3. Fehlende Beweise für Tsunami-bedingte Schäden

Die vorstehende Unfallanalyse steht unter der Annahme, dass die Tepco-Angaben bezüglich möglicher Schäden durch den Tsunami zutreffend sind.

In diesem Kapitel soll nun davon unabhängig der Frage nachgegangen werden, inwieweit die Angaben über den Tsunami und über die von diesem angeblich angerichteten Schäden an sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen überhaupt plausibel und belegt sind.

Anhand der veröffentlichen Informationen kann weder verneint noch bestätigt werden, dass es diese Tsunami-bedingten Schäden wie von Tepco dargestellt gibt.

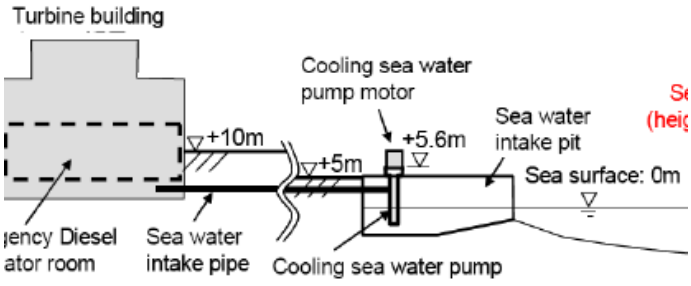
3.1 Fehlende Bildbeweise für die behaupteten Tsunami-Schäden

Als Beleg für die behauptete Überflutung des gesamten Atomkraftwerksgeländes und für die angeblichen Schäden an sicherheitstechnischen Einrichtungen stützen sich die japanische Regierung und die Atomindustrie insbesondere auf Behauptungen von Tepco und auf von Tepco erstellte Grafiken.

Diese Grafiken skizzieren die behauptete Überflutung des Kraftwerksgeländes und der Untergeschosse von Gebäuden des Atomkraftwerks. Es handelt sich lediglich um Zeichnungen, die natürlich nichts beweisen.

Erstaunlich ist, dass weder von Tepco noch von der japanischen Regierung in ihren amtlichen Berichten Fotos vorgelegt werden, die eine weiträumige Überflutung des Kraftwerksgeländes am Standort Fukushima Dai-ichi (!!!) tatsächlich beweisen könnten (im Gegensatz zum Standort Dai-ni). Keines der Fotos im Bericht der japanischen Regierung, die eine Überflutung beweisen sollen, zeigt eine Überflutung von sicherheitsrelevanten Gebäuden oder Sicherheitseinrichtungen.[128]

Es wird noch nicht einmal ein Foto vorgelegt, das eine Überflutung der am Meer auf 5,6 m Höhe installierten Motoren der Nebenkühlwasserpumpen zeigt. Vgl. hierzu die Lage der Pumpenmotoren („Cooling sea water pump motor“) auf der folgenden Skizze:[129]

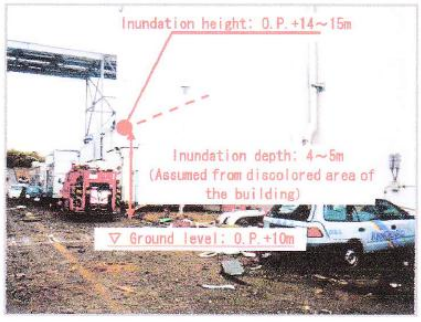


128 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-45.

129 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 5.

Im Bericht der japanische Regierung vom Juni 2011 wird als vermeintliches Beweismittel als erstes ein Foto mit einem Kraftwerksgebäude präsentiert, auf dem mit einer gestrichelten roten Linie die behauptete Überflutung in Höhe von 14 – 15 m eingezeichnet wurde („Inundation height: 0.P. + 14~15m“), ohne dass aber eine Überflutung zu sehen wäre. Es gib noch nicht einmal Spuren einer Überflutung, was die Frage aufwirft, ob es die behauptete Überflutung dieses Gebäudes in der dargestellten Höhe überhaupt gegeben hat:[130]

Der Regierungsbericht gibt als Quelle eine Pressepräsentation von Tepco an, auf der ein weiteres Foto vermutlich das Reaktorgebäude von Block 2 zeigt („at point J“). Auch dieses Foto zeigt – abgesehen von eingezeichneten, rot gestrichelten Linien – keine Überschwemmung des betreffenden Gebäudes (nachfolgend in schlechter Qualität). Auch auf diesem Foto sind an der Fassade des (Reaktor-?)Gebäudes keine Spuren einer Überflutung zu erkennen (im Original auf der Tepco-Website bei deutlich besserer Qualität, vgl. Link in der Fußnote):[131]



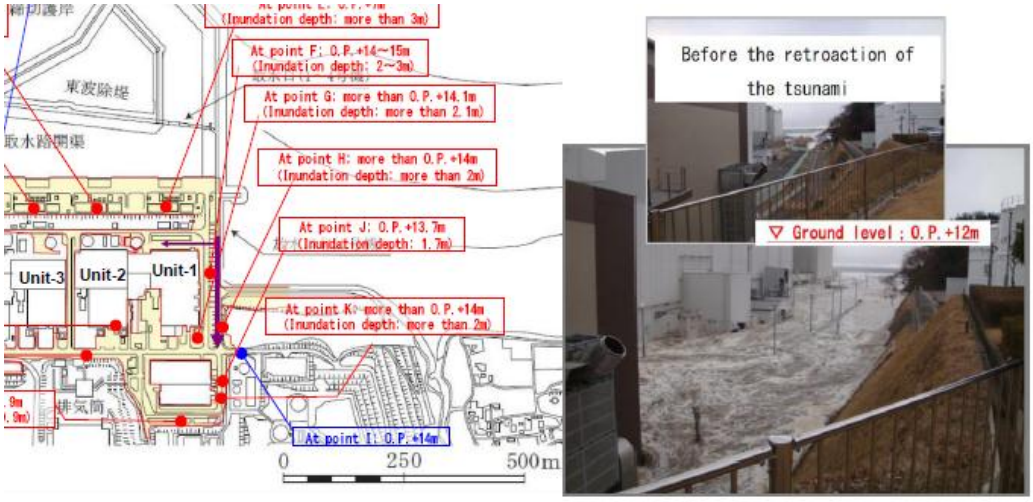
One of the legible result of inundation height (at point J)

130 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-39. Bei dem Gebäude im Hintergrund handelt es sich vermutlich um das Reaktorgebäude von Block 2 („at point K“), wie in Kombination mit einem Tepco-Dokument zu interpretieren ist (http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110409e9.pdf), welches als Quelle angegeben ist.

131 Tepco: Result of the investigation on Tsunami at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Appendix 1. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110409e9.pdf. Eingesehen am 21. Februar 2012.

Das Originalfoto von Tepco zeigt sehr klar, dass an den Fassaden der der beiden Gebäude rechts und links keinerlei Spuren einer Überflutung zu sehen sind:[132]

Der Umstand, dass für den Standort Fukushima Dai-ichi kein Bildmaterial mit der behaupteten Überflutung des Kraftwerksgeländes vorgelegt wird, erstaunt, angesichts des Umstandes, dass für den Standort des Atomkraftwerks Fukushima Dai-ni Bildbeweise für eine Überflutung geliefert werden konnten:[133]



elease [Online]. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110409e10.pdf

Damage of Fukushima Dai-ni NPS due to the tsunami.

132 Tepco: http://www.tepco.co.jp/en/news/110311/images/110411_1f_tsunami_3.jpg. Eingesehen am 28. Februar 2012.

133 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-45.

Um es nochmal zu betonen: Das vorstehende Bild zeigt – nach Angaben der japanischen Regierung – ein Bild des überfluteten Atomkraftwerks Fukushima Dai-ni, wie auch aus der Bildunterschrift hervorgeht.

Für Fukushima Dai-ni wird ferner auf Seite III-45 ein bemerkenswertes Foto mit einem Gebäude gezeigt, auf dessen einen Fassade bis in rund 7 m Höhe Schmutzspuren zu sehen sind. Erklärungsbedürftig erscheint, warum sich diese scheinbaren Spuren einer zuvor erfolgten Beaufschlagung mit schmutzigem Meerwasser nicht an der anderen sichtbaren Fassade desselben Gebäudes fortsetzen.[134]

Für das Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi, in dem es zur Atomkatastrophe kam, fehlen entsprechende Bildbeweise für die Überflutung von Reaktorgebäuden oder Turbinenhallen.

Ein weiteres Fotos des Berichts zeigt Schäden von Einrichtungen, möglicherweise im Bereich der Einlaufbauwerke der Blöcke 5 und 6. Die Schäden könnten Folgen des Erdbebens und des Tsunami sein. Als Bildbeweis für eine Überflutung können sie – ohne genauere, nachvollziehbare Analyse und weitere Detailfotos – nicht dienen:[135]

Auch die drei folgenden Fotos sollen in dem Bericht der japanischen Regierung die behaupteten, massiven Einwirkungen des Tsunami auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen belegen:[136]

134 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-45.

135 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-45.

136 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-40.

Reference: The Tokyo Electric Power Co., Inc. Release
[Online].http://www.tepco.co.jp/tepconews/pressroom/110311/index-j.html

Fig. III-2-4(b) Photos showing plant damages at the Fukushima Dai-ichi NPS.

Wie aus den Bildunterschriften in japanischer Sprache (in dem sonst praktisch durchgängig ins Englische übersetzten Bericht an die IAEA) hervorgeht, handelt es sich allerdings nicht um Einrichtungen, die zur Störfallbeherrschung erforderlich wären. Das Foto oben links wie auch das Foto rechts zeigen laut Bildunterschriften „Speicher für solide Abfälle“. Das Foto unten links zeigt den Angaben zufolge eine „Aufbereitungsanlage für Abfälle“.

Es drängt sich die Frage auf, warum der Bericht an die IAEA kein Foto von der behaupteten Überflutung der sicherheitstechnisch wichtigen Motoren der Nebenkühlwasserpumpen (“Cooling sea water pump motor“) enthält. Auch fehlen jegliche Bildbelege für die behaupteten Einwirkungen des Tsunami auf Einrichtungen des Notstromsystems (für das Atomkraftwerk Fukushima-Dai-ni hingegen werden Fotos von Notstromdieseln gezeigt[137]).

Fürchtet man, Experten könnten (möglicherweise vorhandene) sicherheitstechnisch relevante Schäden auf solchen Fotos auf die Einwirkungen des Erdbebens zurückführen?

Es stellt sich auch die Frage, warum kein Foto des umgestürzten Krans gezeigt wird, der dem zweiten Bericht der japanischen Regierung zufolge Pumpen und Hilfsanlagen beschädigte.[138]

Schließlich sollen noch zwei weitere Fotos die massiven Überflutungen durch den Tsunami belegen.

Das nachfolgende Foto zeigt laut Bildunterschrift das Auftreffen des Tsunami auf die Schutzmauer bzw. den Wellenbrecher („Seawall“), vermutlich im Bereich der Blöcke 5 und 6. Das Bild erweckt nicht den Eindruck, als seien erhebliche Wassermassen über die Mauer gekommen. Jedenfalls ist

137 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-46.

138 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-70 f.

auch auf diesem Foto keine Überflutung des Kraftwerksgeländes oder von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zu sehen:[139]

Das folgende Foto zeigt ebenfalls keinerlei Überflutung der Kraftwerksgebäude, obwohl damit offenbar eine weiträumige Überflutung suggeriert werden soll:[140]

Der Umstand, dass sich zwischen der Schutzmauer („Seawall“) und dem Küstenstreifen vor dem Kraftwerksgelände Wasser befindet, ist kein Anzeichen einer unzulässigen Überflutung. Ganz im Gegenteil ist Meerwasser in diesem Bereich sogar zwingend erforderlich, damit die dort installierten Pumpen Meerwasser zur Kühlung des Atomkraftwerks entnehmen können.[141]

Auf diesem Foto ragen alle Wellenbrecher (Seawalls) deutlich aus der Wasseroberfläche heraus. Angesichts des Umstandes, dass diese Wellenbrecher zum Teil 10 m, zum Teil aber nur 5,5 m

139 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-40.

140 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-40.

141 Vgl. Hierzu die Grafiken in: Tepco: Result of the investigation on Tsunami at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Appendix 1. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110409e9.pdf. Eingesehen am 21. Februar 2012.

hoch sein sollen[142], belegt, dass der Wasserstand auf diesem Foto sehr deutlich und vermutlich mehrere Meter unter 5,5 m liegt.

Dass dieses Foto keinerlei Überflutung zeigt, ergibt sich auch durch den Vergleich mit dem folgenden, von der GRS veröffentlichten Foto, welches das Atomkraftwerk laut Bildunterschrift „vor dem Erdbeben“ zeigt:[143,144]

Abb. 3.2 Fukushima Dai-ichi vor dem Erdbeben [12]

Auf beiden Fotos befindet sich Meerwasser an exakt den gleichen Stellen - von einer Überflutung des Kraftwerksgeländes ist also nichts zu sehen (auf beiden Fotos zeichnen sich sogar die Einlaufbauwerke haarscharf ab, wo angeblich der Tsunami die Motoren der Nebenkühlwasserpumpen beschädigt oder gar weggeschwemmt haben soll).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der japanische Regierungsbericht Fotobeweise für die behaupteten Überflutungen und Beschädigungen sicherheitstechnisch relevanter Einrichtungen durch den Tsunami nicht liefert.

Der zweite Bericht der japanischen Regierung an die IAEA vom September 2011 liefert an der entsprechenden Stelle nicht ein einziges neues Foto, welches die aufgestellten Behauptungen untermauern könnten.[145]

142 INPO: Special Report on the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Revision 0. November 2011. Institute of Nuclear Power Operations. INPO 11-005. S. 2.

143 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 9.

144 Vgl. hierzu den Lageplan des Atomkraftwerks: Tepco: Result of the investigation on Tsunami at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. Appendix 1. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/110409e9.pdf. Eingesehen am 21. Februar 2012.

145 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-73.

3.2 Unstimmigkeiten über den Zeitpunkt des Eintreffens der Tsunami-Hauptwelle

Den verschiedenen offiziellen Quellen sind erhebliche Unstimmigkeiten hinsichtlich des Eintreffens der Hauptwelle zu entnehmen. Ein Teil dieser Unstimmigkeiten ist dem GRS-Zwischenbericht zu Fukushima vom August 2011 zu entnehmen:[146]

Nach Angaben im Bericht der japanischen Regierung über die Atomkatastrophe vom Juni 2011 soll die Hauptwelle angeblich um 15.41 Uhr Ortszeit (55 Minuten nach dem Erdbeben) den Standort des Kernkraftwerks Fukushima Dai-ichi erreicht haben.[147]

Die GRS verweist auf die Japan Meteorological Agency (JMA), wonach die Hauptwelle des Tsunami erst um 15.50 Uhr die Küste von Fukushima traf (im Gebiet der Stadt Soma, rund 60 Kilometer nördlich des Kraftwerksstandorts).[148] Dem von der GRS genannten Dokument der Japan Meteorological Agency ist genau genommen zu entnehmen, dass die Tsunami-Hauptwelle um 15.51 Uhr und somit 1 Stunde und 5 Minuten nach dem Erdbeben die Küste bei Soma erreichte.[149]

Man sollte annehmen, dass eine aus Nordosten kommende Welle an einem nördlichen Küstenstandort (Soma) früher, aber nicht 10 Minuten später als in Fukushima Dai-ichi ankommt.

Es war im Rahmen dieser Untersuchung nicht zu klären, ob dies möglicherweise durch Wellenüberlagerungen erklärbar ist.

Es wäre seitens der offiziellen Stellen nachprüfbar darzulegen, ob die Tsunami-Hauptwelle tatsächlich um 15.41 Uhr (oder nicht erst nach 15.51 Uhr) am Atomkraftwerksstandort eintraf.

Dieser Unterschied ist für die Plausibilät der behaupteten Komponentenausfälle durch den Tsunami von erheblicher Bedeutung.

3.3 Unklarheit über die Höhe der Tsunami-Hauptwelle

Unsicherheiten gibt es auch hinsichtlich der behaupteten Höhe der Hauptwelle.

Die GRS verweist auf Angaben von Tepco vom 31. März 2011, wonach am Standort des Atomkraftwerks „eine Wellenhöhe“ von 14 Meter erreicht worden sei.[150]

Im Bericht der japanischen Regierung heißt es dazu einerseits:[151]

> *“However, the actual tsunami height this time was 14 to 15m …”*

146 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 5.

147 Wiedergegeben in: GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 5.

148 Wiedergegeben in: GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 5.

149 Japan Meteorological Agency (JMA): The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake Observed Tsunami. http://www.jma.go.jp/jma/en/2011_Earthquake/2011_Earthquake_Tsunami.pdf. Eingesehen am 17. Februar 2011.

150 GRS: Der Unfall in Fukushima. Zwischenbericht zu den Abläufen in den Kernkraftwerken nach dem Erdbeben vom 11. März 2011. August 2011. GRS-293. S. 5.

151 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. 5.

In dem von der GRS genannten Dokument der Japan Meteorological Agency wird für die Hauptwelle an der Küste von Fukushima (im Gebiet der Stadt Soma) nur eine Höhe von 9,3 Metern (oder höher) angegeben. An Küsten-Standorten nördlich wie südlich von Fukushima lag die Höhe der Hauptwelle diesen Angaben zufolge zwischen 2,7 und 8,5 Metern.[152]

Auf der Überblicks-Website des Japan Meteorological Agency zum Erdbeben vom 11. März 2011 wird angegeben:[153]

> *"Observed Tsunami: 9.3m or higher at Soma (Fukushima Pref.), 8.5m or higher at Miyako (Iwate Pref.), etc"*

Die japanische Regierung gibt an, "Experten" würden unter Verweis auf das folgende Foto von einer gut 10 Meter hohen Welle ausgehen:[154]

> *„Experts estimate that the water level of the tsunami caused by this earthquake is more than 10 m from the picture (refer to Fig. III-2-5) showing the overflow status of tsunami seawall (10 m) released by TEPCO."*

Dem zweiten Bericht der japanischen Regierung an die IAEA ist schließlich zu entnehmen, dass die auf den Atomkraftwerksstandort Fukushima Dai-ichi treffende Hauptwelle auf etwa 8 Meter Höhe geschätzt wurde, wie die folgende Abbildung zeigt (blaue Linie: Schätzung):[155]

152 Japan Meteorological Agency (JMA): The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake Observed Tsunami. http://www.jma.go.jp/jma/en/2011_Earthquake/2011_Earthquake_Tsunami.pdf. Eingesehen am 17. Februar 2011.

153 Japan Meteorological Agency (JMA): The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake -Portal-. http://www.jma.go.jp/jma/en/2011_Earthquake.html. Eingesehen am 17. Februar 2011.

154 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-31 u. III-40.

155 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-40 (Abb. II-1-24).

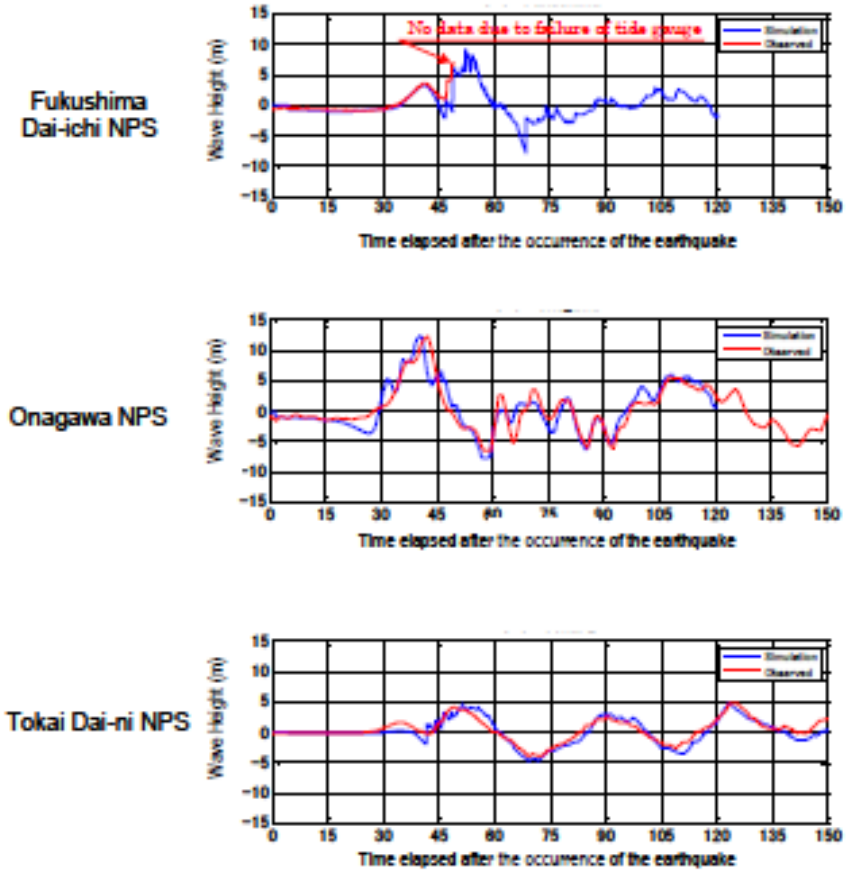


Fig. II-1-24 Comparison of simulated tsunami waveform (blue line) and observed one (red line) at Fukushima Dai-ichi NPS, Onagawa NPS and Tokai Dai-ni NPS. (No data at Fukushima Dai-ni NPS due to failure of tide gauge.)

3.4 Gab es „zwei größere Vorwellen“ des Tsunami?

Ganz offensichtlich, um die Tsunami-These bzw. Tsunami-Legende zu unterstützen, werden immer wieder auch „erste größere Wellen“ ins Spiel gebracht. Dem japanischen Regierungsbericht vom Juni 2011 zufolge gab es vor der Hauptwelle zwei größere Vorwellen, die am 15.27 Uhr bzw. um 15.35 Uhr am Standort des Atomkraftwerks Fukushima Dai-ichi eingetroffen sein sollen.[156]

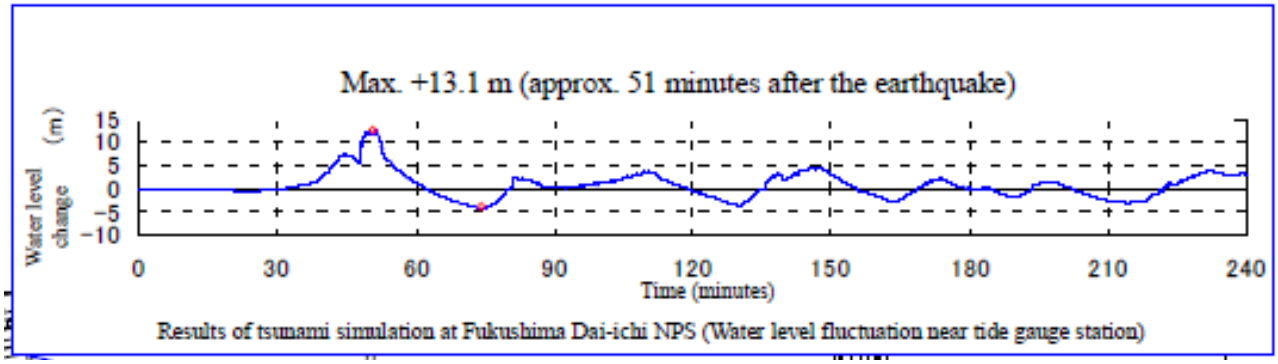
Die erste dieser beiden Vorwellen war selbst nach Angaben von Tepco und der japanischen Regierung mit „schätzungsweise“ nur 4 m Höhe sicherheitstechnisch bedeutungslos:[157]

156 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-31.

157 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-31.

> *"According to the press conference of TEPCO (April 9), initial major tsunami arrived at around 15:27 (41 minutes later of mainshock occurrence) and water level was approximately 4 m height."*

Fraglich ist aber, ob es diese „erste größere Vorwelle" von rund 4 m Höhe überhaupt gegeben hat. In dem zweiten Bericht der japanischen Regierung wird auf eine „Simulation" von Tepco verwiesen, die vor der Hauptwelle lediglich eine größere Vorwelle zeigt. Davor sind lediglich sehr kleine Wellen von möglicherweise einem Meter Höhe zu sehen:[158]



Dieser Tepco-Simulation zufolge, soll die erste nennenswerte Vorwelle allerdings eine Höhe von rund 7 Metern gehabt haben. Dies ist allerdings schon deswegen anzuzweifeln, als in dieser "Simulation" die Höhe der Hauptwelle deutlich höher angegeben wird als im zweiten Bericht der japanischen Regierung mit rund 8 Metern (siehe oben).

Kann aber die Vorwelle 7 Meter hoch gewesen sein, wenn die Hauptwelle auf 8 Meter Höhe geschätzt wird?

Zudem wird im Bericht der japanischen Regierung das Messergebnis einer ersten größeren Vorwelle genannt:[159]

> *„(…) initial major tsunami (…) and water level was approximately 4 m height."*

Wo findet sich diese rund 4 Meter hohe Welle in der Tepco-Simulation?

Es gibt also viele widersprüchliche Informationen und Spekulationen ("Simulationen") über den Tsunami.

Gab es nur eine größere Vorwelle? Wann erreichte diese das Kraftwerk? Hatte diese möglicherweise eine geringere Höhe als hier von Tepco in einer Grafik dargestellt, vor dem Hintergrund, dass die Hauptwelle auf rund 8 Meter Höhe geschätzt wird? Hatte diese Vorwelle möglicherweise keinerlei oder kaum Auswirkungen auf das Kraftwerk?

Gab es möglicherweise doch nur eine "auslegungsüberschreitende" Tsunami-Welle, die also die Barrieren vor dem Kraftwerk überwinden konnte? Wann traf diese auf den Kraftwerkstandort?

Müssen angesichts dieser Unsicherheiten die Angaben über Schäden an sicherheitstechnsichen Komponenten nicht zumindest so lange angezweifelt werden, bis all diese Unstimmigkeiten nachvollziehbar ausgeräumt sind?

---

158 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-70 u. II-76 (Abb. II-2-24).

159 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-31.

3.5 Unklarheit über die behaupteten Schäden

Die japanische Regierung stellt sich sehr weitreichend hinter die von Tepco vertretene Behauptung, der Tsunami habe entscheidend zum katastrophalen Unfallverlauf beigetragen.

Bemerkenswert ist immerhin der Hinweis im Bericht der japanischen Regierung vom Juni 2011, dass bislang nicht geklärt war, ob die Einrichtungen der Seewasserpumpen (Meerwasserentnahme) durch die Tsunami-Welle („wave power“) beschädigt wurden oder nicht:[160]

> *„As to the sea water pump facilities for component cooling (height: 5.6 to 6 m) at Fukushima Dai-ichi NPS, all Units were flooded by tsunami as shown in Figure III-2-4.*
> *Whether or not they were damaged by wave power is under investigation.”*

Das zeigt, dass es selbst bezüglich der Sicherheitssysteme in unmittelbarer Meeresnähe keine Klarheit über die behaupteten Schäden aufgrund des Tsunami gab.

Auch im zweiten Bericht der japanischen Regierung vom September 2011 konnten abgesehen von theoretischen Abschätzungen und Behauptungen nur wenige tatsächliche Schäden benannt werden.[161]

Die Ergebnisse einer von Tepco durchgeführten „Untersuchung“ waren bemerkenswert dünn. So blieben beispielsweise laut Tepco alle möglichen Einrichtungen und Pumpen in unmittelbarer Meeresnähe trotz der Wucht einer Tsunami-Welle an Ort und Stelle:[162]

> *“Status of damage and inundation of facilities*
>
> *In investigation conducted by TEPCO, regarding emergency sea water cooling system facilities installed in exterior yard area, each of them remained at installed place after being damaged by tsunami, and no case was found that the main pump was flowing except pump which had been removed due to under inspection. However, damages of pumps as well as ancillary equipments due to strike of the collapsed crane for facility inspection and of floating objects, and incorporation of seawater into motor shaft lubricating oil were found.*
>
> *Regarding direct main bus panel, those in Units 1, 2, and 4 were flooded but those in Units 3, 5, and 6 were not flooded. Status of damage of emergency power supply system by inundation is shown in Table II-2-14.”*

Tepco will immerhin im Schmieröl von Motorantriebswellen Meerwasser gefunden haben. Sollte das der härteste Beleg für die Tsunami-bedingten Schäden sein?

All dies zeigt: Der Einfluss des Tsunami auf die Atomkatastrophe in Fukushima steht zumindest auf dem Prüfstand.

160 Government of Japan: Additional Report of Japanese Government to the IAEA. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. Second Report. September 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. III-33.

161 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-68 ff.

162 Government of Japan: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety. The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations. June 2011. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan. S. II-70 f.