



Greenpeace protestiert bei der Ankunft der AREVA Plutonium MOX Brennstäbe am Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi, Japan, September 1999 © Greenpeace / MacColl

## ZWISCHENBERICHT FUKUSHIMA DAI-ICHI UNGLÜCK

Large & Associates

10. April 2011

Zusammengefasst von Shaun Burnie, Atomexperte, Greenpeace Deutschland

### Large & Associates

Consulting Engineers

The Gatehouse 1-2 Repository Road Ha-Ha Rd Woolwich Common London United Kingdom SE18 4BQ

++44[0]20 8317 2860 ++44[0]20 83172859 mobile ++44[0]7971 088 086\_

[largeassociates@largeassociates.com](mailto:largeassociates@largeassociates.com)

V.i.S.d.P.: Heinz Smital (Greenpeace Deutschland), übersetzt von einem externen Übersetzungsbüro, 05/2011

Greenpeace e.V. Pressestelle T 040. 3 06 18- 340, F 040. 3 06 18- 130, presse@greenpeace.de, www.greenpeace.de

Anschrift Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg

Politische Vertretung Berlin Marienstraße 19-20, 10117 Berlin, T 030. 30 88 99 - 0, F 030. 30 88 99 - 30

**GREENPEACE**

Im Anschluss an das Erdbeben und den Tsunami vom 11. März 2011 (und damit den Beginn der Katastrophe im Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi, Japan) beauftragte Greenpeace Deutschland den Kerntechniker Dr. John Large (Large & Associates, London), regelmäßig Beurteilungen der Lage vor Ort zu erstellen. Sie sollten dazu dienen, Greenpeace über die sich entwickelnde Situation zu informieren und eine Grundlage für eine Bewertung schaffen (tägliche Lageberichte, laufende Beratungen, Abschlussbericht).

Vorliegend die Zusammenfassung des [Abschlussberichts](#) vom April 2011, eine [Aktualisierung](#) des Berichts fand im Mai statt. Wir empfehlen, die Berichte online zu lesen, da die darin enthaltenen Hyperlinks auf technische Daten etc. verweisen. Large & Associates werden Greenpeace Deutschland weiterhin beratend zur Seite stehen.

Nachfolgend die Zusammenfassung des Berichts vom April 2011.

## Zusammenfassung

Diese Zusammenfassung berücksichtigt die jüngsten Ereignisse am Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi. Hier kam es in drei Reaktorblöcken zu heftigen Explosionen sowie zur Beschädigung des Abklingbeckens eines weiteren Reaktorblocks durch eine Explosion, Wasserstoffverpuffung oder vielleicht einen (re-) Kritikalitätsstörfall. Die Gründe für diese heftigen Vorfälle sind nicht ganz geklärt. Es wird davon ausgegangen, dass der Stromausfall und Verlust der Kühlung zur Freilegung der Reaktorkerne in den drei Reaktorblöcken führte und dass das Wasser in den Abklingbecken von Block 4 mangels ausreichender Kühlung verdampfte.

Danach wurden die Schäden der Blöcke 1 und 3 anscheinend durch verpuffenden Wasserstoff erzeugt, der sich in den oberen Teilen der Reaktorgebäude angesammelt hatte. Was genau die Explosion in Block 2 auslöste bleibt offen. Was immer es war, sie war stark genug, um ein beträchtliches Stück Wand des Reaktorgebäudes herauszureißen – weitere Schäden an den Sicherheitsbarrieren erscheinen möglich.

Der Betreiber TEPCO veranlasste vor den Explosionen die Einleitung von Wasser in die Reaktoren und setzte sie auch nach den Explosionen weiter fort. Auch das Abklingbecken von Block 4 wurde mit Wasser besprüht. Die gegenwärtigen Aktivitäten vor Ort scheinen größtenteils reaktiv zu sein, sprich TEPCO reagiert auf die sich jeweils neu entwickelnden Probleme.

Der genaue Zustand der Reaktoren der Blöcke 1, 2 und 3 und der entsprechenden Abklingbecken ist nicht bekannt. Dennoch ist eine erste Beurteilung möglich:

**Block 1:** Die obere Gebäudehalle wurde durch die Explosion zerstört, und sowohl Boden als auch Abklingbecken sind von Schutt bedeckt, der vermutlich vom eingestürzten Dach des Gebäudes stammt. Der Zustand des Abklingbeckens, dessen Wasserhöhe und der Zustand der im Becken enthaltenen 51 Tonnen Brennstoff sind nicht bekannt.

Der Innendruck des Reaktordruckbehälters von Block 1 wurde nach einem Maximalereignis von 0.5Mpa am 23. März reduziert, steigt im Anschluss an eine Strömungsumkehrung des Kühlmittels am 24. März wieder und liegt am 4. April bei 0.5Mpa+. Der normale Betrieb des Reaktordruckbehälters liegt bei 7.0Mpa, der Druck im „dry“ (Druckkammer) und „wet well“ (Kondensationskammer) bei 0.1MPa. Obgleich nur sehr wenige Daten zur Verfügung stehen, kam es am 23. März wahrscheinlich zu einem Kondensationsvorfall.

**Block 2:** Alle strukturellen Einrichtungen sind (von außen betrachtet) kaum beschädigt, obgleich seit der Explosion am 15. März aus dem Reaktorblock konstant eine Dampfwolke austritt.

Die Drücke innerhalb des Reaktordruckbehälters und des „dry well“ (Druckkammer) sind zusammengebrochen – für die „wet well“ (Kondensationskammern) sind keine Druckergebnisse verfügbar. Der Sicherheitsbehälter von Block 2 weist daher vermutlich einen Riss auf, der, so TEPCO, die Hauptursache für das stark kontaminierte Wasser ist, das sich u.a. in den Servicetunneln der Turbinenhalle von Block 2 ansammelt.

**Block 3:** Wie Block 1 – aber stärker beschädigt. Die obere Reaktorhalle wurde durch die Explosion zerstört, sowohl ihr Boden als auch das Abklingbecken sind mit Schutt bedeckt. Die Zustände des Abklingbeckens, des Wasserpegels und der im Becken enthaltenen 89 Tonnen Brennstoff sind nicht bekannt. Der Beckenbereich wird nach wie vor mit Wasser besprüht (3. April).

Der Druck des Reaktordruckbehälters von Block 3 ist nun, nach einem Maximalereignis am 20. März (~0.3MPa), sowie einem weiteren Anstieg am 24. März (0.4MPa), zusammengebrochen. Die „dry well“ (Druckkammer) folgte dem Druckanstieg vom 20. März, was auf einen Kondensationsvorfall zu diesem Zeitpunkt hinweist, obgleich für diesen Zeitraum keine Angaben über den Druck in den „wet wells“ (Kondensationskammern) bekannt sind.

**Block 4:** Aus Entfernung aufgenommene Videoaufzeichnungen zeigen, dass der Bereich des Abklingbeckens wüst aussieht. Das Becken scheint überhaupt kein Wasser mehr zu enthalten, die Einrichtungen wurden umgestoßen und liegen im Beckenbereich, der Brückenkran scheint in den Beckenbereich gestürzt zu sein.

Das Abklingbecken von Block 4 enthielt 256 Tonnen verbrauchten LEU-Brennstoff, wovon 95 Tonnen erst kürzlich aus dem Reaktorkern von Block 4 entnommen worden waren. Wärmebilder legen nahe, dass Fragmente der abgebrannten Brennelemente während der Explosion aus dem Becken und in die Halle geschleudert wurden. Der Bereich des Abklingbeckens wird permanent von oben mit Wasser besprüht. Die Effektivität dieser Maßnahme und der Zustand der Brennelemente sind weiterhin nicht bekannt.

### **Ableitung kontaminierten Wassers**

Die vor Ort umgesetzten Notfallmaßnahmen bestanden zum größten Teil in der Sicherstellung der Wasserzufuhr (erst Meerwasser, dann Frischwasser) in die Primärkreisläufe der Reaktoren sowie der Besprühung der freigelegten Bereiche der oberen Halle und (teilweise) des zentralen Abklingbeckens. Bereits vorhandene Geräte und Anlagen wurden für diese Maßnahme zweckmäßig angepasst, insbesondere, um Überschuss- und Restwasser aufzunehmen. Entsprechend in Anspruch genommene und adaptierte Einrichtungen sind u.a. die Vakuumbehälter der Kondensatoren und die Ausgleichsbehälter des Kondensationsbeckens etc.. Selbst mit diesen großen Reservespeicherkapazitäten für Restwasser wurden die Gräben, Tunnel und der Kellerbereich der Turbinenhallen der Blöcke 1, 2, 3 und 4 mit kontaminiertem Wasser überschwemmt. Wegen des hohen Anstiegs des kontaminierten Wassers und wegen der hohen Strahlung war der Zugang zu bestimmten Bereichen aus radiologischer Sicht eine Herausforderung – es wurde gemeldet, dass die Oberflächendosis für das in Graben 2 und den verbundenen Tunneln angesammelte Wasser 1.000mSv/h beträgt, Jod-131 liegt bei 5.400.000 Bq/cm<sup>3</sup> nahe des Einlaufs des Kondensatorwassers von Block 2 (2. April 2011).

### **Stromausfall und Brennstoffschmelze**

Die Daten über die Wasserkontamination sind nicht besonders konsistent. Ungeachtet dessen weisen die verfügbaren Informationen darauf hin, dass sich das Wasser, das sich im Bereich des Atomkraftwerks Fukushima Dai-ichi angesammelt hat, in direktem Kontakt mit freigelegtem (enthülstem) Brennstoff befand. Die höheren Dosen des Oberflächenwassers, das radioaktive Jod und der Cäsiumgehalt im Bereich von Block 2 weisen darauf hin, dass der Brennstoffkern mindestens dieses Reaktors frei lag und eine Kernschmelze stattfand oder -findet. Deshalb wird im vorliegenden Bericht die wahrscheinlichste Auswirkung eines kompletten Stromausfalls des Fukushima Dai-ichi Komplexes untersucht, der Verlauf gen Kernschmelze und wie das daraus entstandene Corium durch den Reaktordruckbehälter in (und ggf. durch) den Sicherheitsbehälter mit seinen spezifischen Anlagenteilen dringen könnte. Eine solche Situation könnte sich im Sicherheitsbehälter von Block 2 bereits abgespielt haben. Sie könnte potentiell auch den Blöcken 1 und 3 drohen. Eine ähnliche Bedrohung gilt für die effektiv nicht geschützten 256 Tonnen Brennstoff im oder um das Abklingbecken von Block 4 herum, für die nur wenige Informationen

vorhanden sind.

Ein lang anhaltender und kompletter Stromausfall (station black out) ist eine bekannte Unfallsituation, die jedoch sowohl vom Betreiber als auch von der Atomsicherheitsbehörde als seltenes Ereignis eingestuft wird. Der Betreiber TEPCO sollte sich dessen bewusst sein, wie die Kernschmelze eines unbeaufsichtigten und nicht gekühlten Reaktorkerns ihren Lauf nimmt und eine Bedrohung für die Integrität des Sicherheitsbehälters darstellt. Dieser [Bericht](#) untersucht und identifiziert die Wege und Zeiträume der Bildung von Corium, wie es durch den Reaktordruckbehälter schmilzt, die Wechselwirkung mit dem / die unterschiedlichen Ausfallmöglichkeiten des Sicherheitsbehälters und der umgebenden Gebäudestrukturen. TEPCO war sich sicher darüber bewusst – und hätte selbstverständlich über Pläne und Verfahren, einschließlich Ersatzgeräte verfügen müssen, mit deren Hilfe die Kernschmelze innerhalb des bekannten Zeitrahmens hätte verhindert und eine stabile Lage hätte herbeigeführt werden können.

Darüber hinaus lässt sich der Ablauf der Ereignisse abschätzen, die bei einem ungekühlten Reaktorkern ablaufen: Kernbrennstoffschmelze (bis hin zur Coriumbildung), der Reaktordruckbehälter schmilzt durch, der geschmolzene Kernbrennstoff rutscht auf den Boden des Sicherheitsbehälters und reagiert dort mit ihm (u.a. Beton) usw. Diese Ereignisse, die unterschiedlichen Ergebnisse, ihre Wahrscheinlichkeiten und zeitlichen Abläufe sind gut bekannt. In diesem Sinne überrascht die Unfähigkeit von TEPCO, eine solche Situation adäquat in den Griff zu bekommen.

Klar ist, dass alle drei Reaktoren eine scheinbar identische Reihe von Störfällen durchliefen, die letztlich in Explosionen endeten. Die entsprechenden Pläne von TEPCO, falls solche überhaupt vorhanden waren, haben versagt. Die von TEPCO ergriffenen Maßnahmen im Anschluss an die Explosionen waren chaotisch und unkoordiniert und zwar in einem Maß, in dem zweckdienliche Entscheidungen ohne die angemessene Voraussicht und Bedachtsamkeit getroffen wurden (um schwerwiegende Folgen zu vermeiden). Die jüngste Meldung, eine Stickstoffeinleitung in Block 1 durchzuführen, scheint eine weitere schlecht begründete wie verzweifelte Maßnahme zu sein.

Die Situation im Zusammenhang mit der starken Zerstörung des Abklingbeckens von Block 4 ist noch erstaunlicher. Es ist eine einfache Rechnung, um die Zeit einzuschätzen, in der das Wasser im Abklingbecken verdampft ist (einige Tage) und ein Risiko der Wasserstoffbildung und -verpuffung entsteht. Deshalb ist es unerklärlich, warum das einfachste und offensichtlichste Mittel, Kühlwasser mittels einer vorübergehend eingesetzten Pumpe (z.B. per Feuerwehrfahrzeug) einzuleiten, von TEPCO nicht eingesetzt wurde.

Der komplette Stromausfall im Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi war ein vorhersehbares Ereignis, für das Prozeduren und Gegenmaßnahmen hätten in petto sein müssen. Offensichtlich war dies nicht der Fall, dementsprechend war die Sicherheitspolitik am Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi grundsätzlich fehlerhaft.

Es gibt keine nennenswerten Fortschritte im Umgang mit der Situation im Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi, und es ist sehr schwierig, die weiteren Präventivmaßnahmen zur Eindämmung der sich rasch entwickelnden nuklearen Ereignisse vorherzusagen. Der Brennstoff könnte weiter degradieren und die Kernschmelzen mit einem Durchdringen des Reaktorsicherheitsbehälters und des Reaktorgebäudes eintreten. Die gegenwärtige Stufe der Notfallmaßnahmen muss vermutlich für Wochen, wenn nicht Monate, beibehalten werden – mit der ständigen Bedrohung einer weiteren großen radioaktiven Freisetzung mit entsprechenden nachhaltigen Auswirkungen, ggf. auf ein großes geografisches Gebiet.

## **Schlussfolgerung**

Bis jetzt (8.4.2011) hat die sich Notfallsituation beim Atomkraftwerk Fukushima Dai-ichi, die separaten Reaktorvorfälle und das Problem mit dem Abklingbecken von Seiten TEPCO oder NISA nicht zur Überlegung geführt, dass die Reaktorkerne in die Schmelzphase eintreten und sich zu Corium oder einer Masse geschmolzenen Urans entwickeln könnten. Wie bereits erwähnt kann der Verlauf der Ereignisse im Anschluss an einen Stromausfall und entsprechend ungekühlten Reaktorkernen begründet vorhergesagt werden, s.o..

Wenn die Vorfälle im AKW Fukushima Dai-ichi fortschreiten (wovon auszugehen ist), könnte das Durchbrennen des Coriums durch die Reaktordruckbehälter in die Sicherheitsbehälter und die umgebenden Strukturen der Reaktorgebäude 1, 2 und 3 zur Abgabe weiterer starker Strahlung an die Umwelt führen. Versagt der Sicherheitsbehälter (durch Überdruck durch nicht kondensierbare Gase, gebildet durch die Interaktion zwischen Corium / Beton), besteht zudem das Risiko der Aerosolfreisetzung.

Jüngste Studien zu Notfallmaßnahmen in einem Siedewasserreaktor mit einem Stromausfall und den Verlust der kompletten Kühlung des Reaktorkerns weisen darauf hin, dass die Kernschmelze bereits begonnen haben sollte oder bereits vonstatten gegangen ist. Corium sollte sich gebildet und ein teilweises oder vollständiges Durchbrennen des Reaktordruckbehälters bereits stattgefunden haben. Es kann sein, dass TEPCO Bemühungen, die Reaktoren und Abklingbecken zu kühlen, bis zu einem bestimmten Punkt erfolgreich waren. Allerdings sind diese übereilten und schlecht durchdachten Gegenmaßnahmen von der Notwendigkeit begleitet, stark radioaktiv verseuchtes Wasser direkt in die Meeresumwelt zu leiten – ohne an die schwerwiegenden Strahlenfolgen zu denken, die voraussichtlich kurz-, mittel- und langfristig auftreten.

Auch die ca. 256 Tonnen abgebrannter Brennstoffmasse, die sich ursprünglich im Abklingbecken von Block 4 befanden, würden bei einer Coriumschmelze ein wesentliches Risiko hinsichtlich der direkten Freigabe in die Atmosphäre darstellen. Die aktive Freisetzung dieses Quelltherms könnte profunde Strahlenfolgen nach sich ziehen.

Es ist mehr oder weniger sicher, dass die Reaktoren 1, 2 und 3, zusammen mit dem Abklingbecken des Blocks 4 (und möglicherweise der Becken der Blöcke 1 und 2) große Mengen Kühlwasser benötigen, das in den kommenden Wochen in das geleitet / auf das gesprüht werden muss, was von den Strukturen übrig geblieben ist. Daraus folgt, dass sich erneut verstrahltes Wasser im AKW Fukushima Dai-ichi ansammelt, für das es keine andere Möglichkeit als die direkte Einleitung in die Meeresumwelt gibt – es sei denn, große Tanks oder ein effektives Reinigungssystem werden installiert.

Sollte es so sein, dass TEPCO im AKW Fukushima Dai-ichi gescheitert ist, so hat auch die japanische Nuklearsicherheitsbehörde NISA versagt. Denn sie genehmigte TEPCO den Betrieb eines gefährlichen Atomkomplexes auf unsichere Art und Weise und ohne adäquate Notfallpläne. Wenn das stimmt, dann ist auch die japanische Nuklearsicherheitspolitik fundamental fehlerhaft – denn die selben nuklearen Sicherheitsrichtlinien, Grenzwerte und Bedingungen werden international in fast allen Ländern übernommen – was wiederum bedeutet, dass der Nachweis und die Bestimmungen hinsichtlich der nuklearen Sicherheit weltweit gleichermaßen, möglicherweise elementar fehlerhaft sind.