

Bau eines Kernkraftwerks am Standort Pyhäjoki (Finnland)

Mögliche Verzögerungen und Kostensteigerungen bei diesem Projekt

Verfasser: Dipl.Phys. Wolfgang Neumann (intac GmbH) (Federführung)

Dr. Helmut Hirsch (cervus nuclear consulting)

U. Mitarb. v. Adhipati Y. Indradiningrat, B. Eng. (cervus nuclear consulting)

Fachstellungnahme im Auftrag von Greenpeace Deutschland

Hannover / Neustadt a. Rbge., April 2012

Inhaltsverzeichnis:

<u>EINLEITUNG</u>	<u>3</u>
<u>REAKTORTYPEN DES PROJEKTES PYHÄJOKI</u>	<u>4</u>
DER ADVANCED BOILING WATER REACTOR (ABWR)	4
DER EUROPEAN PRESSURIZED WATER REACTOR (EPR)	4
<u>TERMINE UND KOSTEN BEEINFLUSSENDE FAKTOREN</u>	<u>6</u>
GEÄNDERTE SICHERHEITSANFORDERUNGEN (ABWR UND EPR)	6
LEISTUNGSERHÖHUNG (ABWR UND EPR)	7
OFFENE TECHNISCHE DETAILFRAGEN (ABWR)	8
<u>ERFAHRUNGEN BEIM BAU EINES EPR IN FINNLAND UND FRANKREICH</u>	<u>10</u>
<u>ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN</u>	<u>12</u>
<u>QUELLENVERZEICHNIS</u>	<u>14</u>

Einleitung

Fennovoima, ein 2007 gegründetes gemeinsames Unternehmen der finnischen Voimaosakeyhtiö SF (2/3 Anteil) und der deutschen E.ON (1/3 Anteil), plant die Errichtung eines Kernkraftwerkes in Finnland. Die Eigentümer von Voimaosakeyhtiö SF sind 67 finnische Unternehmen aus dem Energiesektor sowie aus Handel und Industrieⁱ. Die Anlage soll eine elektrische Leistung zwischen 1.500 und 2.500 MW, sowie eine thermische Leistung zwischen 4.300 und 6.800 MW aufweisen.

Fennovoima hat den Antrag auf eine Grundsatzentscheidung der finnischen Regierung im Januar 2009 vorgelegt; die Grundsatzentscheidung von Regierung und Parlament erfolgte 2010. Im Jahr 2011 entschied sich Fennovoima für den Standort Pyhäjoki. Die Wahl des Anlagenlieferanten (Toshiba-Westinghouse oder AREVA) ist für 2012/13 vorgesehen. Es ist beabsichtigt, die Stromproduktion im Jahre 2020 zu beginnen. Gemäß einer vorläufigen Schätzung sollen die Gesamtkosten bei € 4 – 6 Milliarden liegenⁱⁱ.

Toshiba-Westinghouse bietet den ABWR (Advanced Boiling Water Reactor), einen Siedewasserreakortyp, an; AREVA den EPR (European Pressurized Water Reactor), einen Druckwasserreaktor.

Die finnische Atomaufsichtsbehörde STUK führte 2009 eine vorläufige Sicherheitsbewertung jener Reaktortypen durch, die von Fennovoima in Betracht gezogen werden (zu diesem Zeitpunkt waren es noch drei – neben ABWR und EPR auch der Reaktortyp Kerena). Dabei untersuchte STUK, wie die Ziele und Grundsätze der Auslegung der einzelnen Reaktortypen mit den finnischen Sicherheitsanforderungen übereinstimmenⁱⁱⁱ.

Die Planvorgaben von Fennovoima sind, unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus anderen derzeit laufenden Neubauprojekten (z.B. Olkiluoto 3), ambitioniert: Bei Wahl des Anlagenlieferanten und Vertragsabschluss 2013 ist mit Baubeginn in der zweiten Hälfte 2014 zu rechnen; Beginn der Stromproduktion 2020 entspricht somit einer Bauzeit von maximal 6 Jahren. Der EPR Olkiluoto 3 ist seit 7 Jahren in Bau. Zurzeit wird seine Fertigstellung 2014 erwartet. Das entspricht einer Gesamtdauer von ca. 9 Jahren.

Die Obergrenze der Kostenschätzung liegt deutlich tiefer als die zurzeit für das in Bau befindliche Kernkraftwerk Olkiluoto 3 angenommenen Kosten.

Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Fachstellungnahme erörtert, welche Faktoren bei dem Projekt Pyhäjoki zu Zeitverzögerungen bzw. Kostensteigerungen führen könnten. (Verzögerungen und Verteuerungen sind i.A. kausal verknüpft und treten zusammen auf.) Ergänzend werden kurz die Erfahrungen mit dem Bau eines EPR in Finnland und Frankreich dargestellt.

Reaktortypen des Projektes Pyhäjoki

Der Advanced Boiling Water Reactor (ABWR)

Der ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) ist ein Siedewasserreakortyp, der von Toshiba-Westinghouse gebaut wird. In Japan werden seit Anfang der 70er Jahre Siedewasserreaktoren betrieben; Toshiba hat bereits beim Bau einiger der ersten Blöcke mitgewirkt (u.a. Fukushima Daiichi 2 und 3)^{iv}. Das Grundkonzept des ABWR wurde in den 70er und 80er Jahren gemeinsam von Toshiba, TEPCO, General Electric, Hitachi und ASEA-ATOM entwickelt. Später war auch Westinghouse beteiligt^v.

In Japan wurden bisher 4 ABWR in Betrieb genommen (zurzeit sind sie als Konsequenz des Unfalls von Fukushima abgeschaltet): Kashiwazaki-Kariwa 6 (kommerzieller Betrieb seit 1996), Kashiwazaki-Kariwa 7 (1997), Hamaoka 5 (2005) und Shika 2 (2006). Zwei weitere Blöcke sind im Bau: Shimane 3 (kommerzieller Betrieb ursprünglich ab 2011 geplant, nunmehr verschoben) und Ohma 1 (2014)^{vi}.

Zwei ABWR befinden sich in Taiwan im Bau (Lungmen 1 und 2). Sie sollten ursprünglich 2011 bzw. 2012 den kommerziellen Betrieb aufnehmen; nach dem Unfall von Fukushima wurde dies verschoben. Über den Inbetriebnahmezeitpunkt soll nunmehr im Laufe des Jahres 2012 entschieden werden. Die thermische Leistung aller genannten ABWR beträgt 3.926 MW, die elektrische Bruttoleistung ca. 1.350 MW^{vii}.

Die Referenzanlage für Pyhäjoki ist Hamaoka 5. Toshiba-Westinghouse hat jedoch Veränderungen gegenüber dieser Referenzanlage durchgeführt und verschiedene Sicherheitseinrichtungen ergänzt, um den finnischen Vorschriften zu genügen. Außerdem wurde die Leistung erhöht (auf 4.300 MW_{th} bzw. 1.600 MW_e)^{viii}. Das Ergebnis wird als „EU-ABWR“ bezeichnet. Die Veränderungen betreffen u.a. einen verbesserten Schutz gegen Flugzeugabsturz, den Einbau einer Vorrichtung zum Auffangen und zur Kühlung des geschmolzenen Kerns („core catcher“), erhöhte Redundanz des Notkühlsystems und den Einbau eines passiven Kühlsystems für das Containment^{ix}.

Die Übertragbarkeit von Erfahrungen beim Bau der früheren ABWR ist aufgrund der Veränderungen bei der Auslegung sowie auch des unterschiedlichen Umfeldes (bisher kein ABWR in Europa) fraglich.

Der European Pressurized Water Reactor (EPR)

Der European Pressurized Water Reactor (EPR) ist ein Druckwasserreaktor, der von AREVA entwickelt und gebaut wird. AREVA ist ein Konzern, der 2001 durch Zusammenschluss

verschiedener im Kernenergiebereich tätiger Firmen entstand. Der EPR wurde auf der Grundlage der neuesten in Frankreich und Deutschland in Betrieb befindlichen Druckwasserreaktoren entwickelt: Dem französischen Typ N4 (Inbetriebnahme 2000 – 2002) und dem deutschen Konvoi-Typ (Inbetriebnahme 1988/89).

Bisher ist weltweit noch kein EPR in Betrieb. 4 EPR sind in Bau: Olkiluoto 3 in Finnland (Baubeginn 2005), Flamanville 3 in Frankreich (2007) sowie Taishan 1 und 2 in China (2009/10). Die elektrische Leistung von Olkiluoto 3 liegt bei 1.600 MW, die thermische Leistung bei 4.300 MW (Flamanville 3: 1.650 MW/4.500 MW; Taishan: je 1.700 MW/4.590 MW)^x.

Ein EPR in Pyhäjoki würde voraussichtlich weitestgehend der Anlage in Olkiluoto 3 entsprechen. In der vorläufigen Sicherheitsbewertung, die die finnische Atomaufsichtsbehörde STUK zu dem Fennovoima Projekt wird Olkiluoto 3 als Referenzanlage bezeichnet; die Sicherheitsbewertung basiert auf Dokumentation für Olkiluoto 3. Allerdings ist festzuhalten, dass ein von Fennovoima erbauter EPR eine Leistung wie in Taishan geplant aufweisen würde; dies entspricht gegenüber Olkiluoto 3 einer Leistungssteigerung von knapp 7 %^{xi}.

Die Erfahrungen beim Bau von Olkiluoto 3 (sowie auch von Flamanville 3) sind jedenfalls für das Projekt Pyhäjoki von Interesse. Dies gilt mit Vorbehalt auch für Taishan; allerdings ist diese Anlage erst seit relativ kurzer Zeit in Bau und über den Baufortschritt werden nur wenige Informationen veröffentlicht.

Termine und Kosten beeinflussende Faktoren

Geänderte Sicherheitsanforderungen (ABWR und EPR)

Der Unfall von Fukushima am 21. März 2011 warf neue Fragen zur Sicherheit von Kernkraftwerken auf. Um diesen innerhalb der EU (sowie einiger Nachbarstaaten) in konzertierter Form nachzugehen, beschloss der Europäische Rat am 24./25. März 2011 die Durchführung der EU Stresstests für Kernkraftwerke.

Diese Tests befinden sich zurzeit in der Abschlussphase. Bei den Stresstests werden drei Themen behandelt^{xii}:

- Externe Ereignisse: Erdbeben, Überflutung, extremes Wetter
- Verlust von Sicherheitsfunktionen: Ausfall der Stromversorgung und Ausfall der Hauptwärmesenke
- Management schwerer Unfälle

In diesem Rahmen werden Schwachstellen und gute Praktiken identifiziert. Ein wichtiger Schwerpunkt liegt auf der Identifizierung von Möglichkeiten zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit und der Formulierung von Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

Die Endergebnisse der Stresstests werden Mitte 2012 vorliegen. Die teilnehmenden Staaten werden dann überprüfen, welche Änderungen und Ergänzungen in den nationalen Sicherheitsvorschriften auf dieser Grundlage durchzuführen wären, soweit sie derartige Prüfungen nicht bereits eingeleitet haben.

Dies gilt auch für Finnland. Bei den in Betrieb und in Bau befindlichen Kernkraftwerken werden gezielte Maßnahmen durchgeführt werden. Weiterhin werden die Erfahrungen von Fukushima und die Ergebnisse der Stresstests auch bei der zurzeit laufenden Überarbeitung des finnischen kerntechnischen Regelwerkes (sogen. YVL Richtlinien) Berücksichtigung finden. So enthält z.B. der Entwurf einer neuen YVL Richtlinie bereits erhöhte Anforderungen zur Abfuhr der Nachzerfallswärme bei Ausfall der Wechselstromversorgung. Diese neuen Richtlinien werden bei der Auslegung neuer Kernkraftwerke, somit auch bei dem Pyhäjoki Projekt, zu berücksichtigen sein. Die Lehren aus Fukushima werden außerdem beim Nationalen Forschungsprogramm für die Sicherheit von Kernkraftwerken 2011 – 2014 behandelt werden^{xiii}.

Somit können sich im Laufe der zweiten Hälfte 2012 und der folgenden Jahre beim ABWR und auch beim EPR neue Punkte ergeben, die neue Nachweise zur Sicherheit und auch Änderungen an der Auslegung erfordern, damit die überarbeiteten finnischen Vorschriften erfüllt werden können. Daraus können Verzögerungen und Verteuerungen resultieren.

Auch auf europäischer Ebene wird es im Gefolge des Fukushima-Unfalls und der Stresstests zu Überlegungen zur Weiterentwicklung von Sicherheitsvorschriften bzw. –richtlinien kommen.

Die Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA), der auch Finnland angehört, plant neben der Arbeit an institutionellen Aspekten auch die Befassung mit technischen Fragen, sobald die Ergebnisse der EU Stresstests bekannt geworden sind. Dabei wird es auch um eine Weiterentwicklung der sogen. Safety Reference Levels (d.s. relativ allgemein formulierte Sicherheitsgrundsätze, auf deren Grundlage die nationalen Regelwerke vereinheitlicht werden) für in Betrieb befindliche Reaktoren gehen^{xiv}. Änderungen bei den Safety Reference Levels können auch Auswirkungen auf Anforderungen für neue Anlagen haben.

Zu neuen Reaktoren hat WENRA im November 2010 Sicherheitsziele (safety objectives) veröffentlicht^{xv}. Auf der Grundlage dieser Sicherheitsziele ist die Reactor Harmonization Working Group (RHWG), eine Arbeitsgruppe der WENRA, zurzeit dabei, Positionspapiere zu ausgewählten wichtigen Punkten der Auslegung neuer Kernkraftwerke auszuarbeiten (z.B. Flugzeugabsturz, Management eines Kernschmelzunfalls). Die Lektionen von Fukushima werden dabei zu berücksichtigen sein. Ein Bericht soll Ende 2012 vorgelegt werden^{xvi}.

Diese Arbeiten der WENRA können in den nächsten Jahren zu Weiterentwicklungen bei den Anforderungen an neue Reaktoren in der EU führen, die auch das Projekt Pyhäjoki betreffen und letztlich zu Kostensteigerungen und Verzögerungen führen könnten.

In einem Zwischenbericht zu den Stresstests stellt weiterhin auch die Europäische Kommission fest, dass auf der Basis der Stresstest-Ergebnisse und der Lektionen aus Fukushima eine stärkere Vereinheitlichung von Grundprinzipien und Anforderungen der nuklearen Sicherheit in der EU überlegt werden könnte, zusammen mit Mindestanforderungen auf den Gebieten der Standortwahl, Auslegung und Bau sowie Betrieb. In diesem Zusammenhang wird u.a. auch auf die Arbeit der WENRA verwiesen^{xvii}.

Leistungserhöhung (ABWR und EPR)

Die Leistung der für Pyhäjoki in Betracht gezogenen Kernkraftwerke ist, wie bereits erwähnt, deutlich höher als jene der Vorgängeranlagen. Alle bisherigen ABWR hatten eine thermische Leistung von 3.926 MW, der für Pyhäjoki in Diskussion befindliche dagegen eine solche von 4.300 MW; eine Steigerung von 9,5 %. Beim EPR hat die in Bau befindliche Anlage Olkiluoto 3 (Referenzanlage) eine thermische Leistung von 4.300 MW gegenüber 4.590 MW der geplanten Anlage für Pyhäjoki; eine Steigerung von knapp 7 %. (Bei den späteren Projekten wurde die Leistung allerdings bereits erhöht; in Taishan auf das gleiche Niveau wie für Pyhäjoki anvisiert.)

Sofern eine Anlage in ihrer Grundauslegung gleich bleibt, bedeutet eine derartige Leistungssteigerung tendenziell eine Verringerung von Sicherheitsmargen im Betrieb. Weiterhin werden Alterungsvorgänge beschleunigt; auch die Nachzerfallswärme nimmt zu, so dass Unfallszenarien rascher ablaufen können und weniger Zeit zum Eingreifen verbleibt.

Durch entsprechende Änderungen in der Auslegung können diese potenziellen Probleme neutralisiert werden – beispielsweise durch Änderungen in der Auslegung des Brennstoffs, Einsatz verbesserter Werkstoffe bzw. Verbesserung der Überwachung der Alterung und Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Sicherheitssysteme.

Derartige Modifikationen – die mit entsprechenden Sicherheitsnachweisen verbunden sein müssen und beim ABWR zusätzlich zu der geplanten Installation neuer Einrichtungen durchgeführt werden müssten – haben ebenfalls ein gewisses Potenzial für Komplikationen und damit für Verzögerungen und Kostensteigerungen. Beim EPR könnten in dieser Hinsicht die Erfahrungen mit Flamanville 3 und insb. Taishan nützlich sein; allerdings ist festzuhalten, dass Olkiluoto 3 – als bisher einziger finnischer EPR – die Referenzanlage darstellt.

In der vorläufigen Sicherheitsbewertung der finnischen Atomaufsichtsbehörde STUK für den EPR, in der mehrfach auf den in Bau befindlichen EPR Olkiluoto 3 verwiesen wird, wird dem entsprechend auch auf die erhöhte Leistung hingewiesen. Es wird festgestellt, dass die Leistungserhöhung die Auslegung der Sicherheitsfunktionen der Anlage beeinflusse, sowie deren Verhalten bei Transienten und Unfällen. Das Potenzial für eine Leistungserhöhung müsse daher in einem späteren Stadium des Genehmigungsverfahrens weiter bewertet werden^{xviii}.

Offene technische Detailfragen (ABWR)

In der vorläufigen Sicherheitsbewertung von 2009 kam STUK zu dem Ergebnis, dass die Auslegungsziele und –grundsätze des ABWR weitgehend die finnischen Sicherheitsanforderungen erfüllen. Die Behörde wies aber auch darauf hin, dass es bestimmte technische Details gibt, die weitere Analyse, empirische Qualifikation und weitere Arbeiten an der Auslegung erfordern. Dies soll in späteren Stadien des Genehmigungsverfahrens erfolgen.

Nach wohlüberlegter Einschätzung von STUK ist bei keinem dieser Detailpunkte anzunehmen, dass er ein Hindernis für die Erfüllung der finnischen Sicherheitsanforderungen darstellen würde. STUK listet in der Sicherheitsbewertung folgende Beispiele auf:

- Experimenteller Nachweis der Funktion der Ansaugfilter des Niederdruck-Kernflutsystems
- Umsetzung des Diversitäts-Prinzips bei der Isolation des Containment-Gebäudes, für alle Rohrleitungen
- Experimentelle Demonstration der Funktionsfähigkeit des „core catchers“, der bei schweren Unfällen benötigt wird
- Ein System zur Abfuhr der Nachwärme, das für den abgeschalteten Zustand dem Diversitäts-Prinzip entspricht
- Berücksichtigung der allgemeinen Lehren aus dem Störfall von Forsmark bei den elektrischen Systemen

- Unabhängigkeit des Automations- und Monitoringsystems für das Management schwerer Unfälle von anderen Automationssystemen
- Separates Stromversorgungssystem für das System zum Management schwerer Unfälle

Einige dieser Punkte betreffen wichtige und komplexe Themen, bei denen nach Ansicht der Verfasser nicht unbedingt im Einzelnen vorhersehbar ist, wie lange die Klärung dauern wird und welche Kosten damit verbunden sein werden.

Dies gilt u.a. für den core catcher. Diese Einrichtung wird unter dem Reaktordruckbehälter installiert, um die Kernschmelze, die ggf. aus dem Druckbehälter entweicht, zu kühlen und zu verfestigen. Die Kühlung soll, ohne die Notwendigkeit elektrisch betriebener Komponenten, durch den Eintritt der Schmelze in den core catcher ausgelöst werden und in der Folge passiv erfolgen. Es handelt sich dabei um eine für den ABWR neue Sicherheitseinrichtung, die in den bereits betriebenen bzw. in Bau befindlichen Anlagen dieses Typs nicht vorhanden ist. Zum Zeitpunkt der Erstellung der STUK-Sicherheitsbewertung (2009) waren lediglich Tests in kleinem Maßstab durchgeführt worden; ein Teststand in vollem Maßstab war erst in diesem Jahr errichtet worden. Über die Testergebnisse liegen bisher keine veröffentlichten Informationen vor.

Selbst unter der Annahme, dass die Tests die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des core catchers nicht in Frage stellen, ist keineswegs auszuschließen, dass sie die Notwendigkeit von Modifikationen der Einrichtung aufzeigen. Dies kann zu umfangreichen Nacharbeiten bei der Auslegung und zu weiteren Testprogrammen führen.

Ein anderer wichtiger Punkt betrifft das Automations- und Monitoringsystem zum Management schwerer Unfälle. Die Trennung von Automationssystemen stellt eine fundamentale Anforderung bei der Auslegung von Kernkraftwerken dar. Grundsätzlich stellt STUK fest, dass in dieser Hinsicht die finnischen Vorschriften eingehalten werden. Die Trennung des Automationssystems für schwere Unfälle von den anderen Systemen wurde jedoch in den vorliegenden Unterlagen nicht dargestellt. Weiterhin ist überhaupt noch unklar, welche Computer-basierten Systemplattformen in den verschiedenen Automationssystemen verwendet werden sollen. Es handelt sich hier um ein komplexes Thema mit dem Potenzial für Mehrkosten und Verzögerungen.

Auch die Behandlung der anderen Punkte kann zu Mehrkosten bzw. Verzögerungen führen. Schon allein angesichts der großen Zahl der zu klärenden Fragen erscheint es durchaus wahrscheinlich, dass es in dem einen oder anderen Fall zu Komplikationen kommt.

Erfahrungen beim Bau eines EPR in Finnland und Frankreich

In Finnland befindet sich am Standort Olkiluoto bereits ein EPR im Bau (Olkiluoto 3). Nach einer positiven Grundsatzentscheidung von Regierung und Parlament 2002 wählte die Gesellschaft TVO im Dezember 2003 den EPR für dieses Projekt aus; im gleichen Monat wurde der Vertrag mit AREVA unterzeichnet. Der Baubeginn erfolgte im Januar 2005, Beginn des kommerziellen Betriebs war für 2009 geplant.

Der geplante Zeitpunkt der kommerziellen Inbetriebnahme verschob sich in der Folge mehrmals^{xxix}:

Stand im Jahr	Erwartetes Jahr der Inbetriebnahme
2005	2009
2006/2007	2010
2008	2011
2009	2012
2010	2013
2011	2014

Die vorhergesehene Bauzeit hat sich also bisher von anfangs 4 Jahren auf 9 Jahre verlängert.

Ursache der bisherigen Verzögerungen waren technische Probleme beim Bau. 2006 wurde eine Reihe von Problemen mit der Qualitätskontrolle ersichtlich – u.a. erfüllten Betonfundamente nicht die Anforderungen an die Festigkeit, und Komponenten des Primärkreislaufs waren fehlerhaft und mussten neu gefertigt werden^{xx}. In den folgenden Jahren traten u.a. Probleme bei der Qualität von Schweißnähten und Deformationen der inneren Stahlhülle des Containments auf^{xxi}, Rohrleitungen wurden nicht vorschriftsgemäß geschweißt^{xxii}.

Die Probleme und Verzögerungen führten zu erheblichen Kostensteigerungen. Die ursprüngliche Schätzung der gesamten Projektkosten lag bei € 3 Milliarden; Anfang 2009 wurde von € 4,7 Milliarden berichtet, im Herbst 2009 von € 5,3 Milliarden. Im Dezember 2011 nannte AREVA die Summe von € 6,6 Milliarden^{xxiii}.

Ähnlich ist das Bild bei dem zweiten in Europa in Bau befindlichen EPR, Flamanville 3 in Frankreich. Zum Zeitpunkt des Baubeginns 2007 war die Inbetriebnahme für 2012 vorgesehen; 2011 hatte sich dieser Zeitpunkt auf 2016 verschoben^{xxiv}. Die angenommenen Kosten haben sich im gleichen Zeitraum von € 3,3 Milliarden auf € 6 Milliarden erhöht^{xxv}. Die aufgetretenen Probleme waren ähnlich jenen bei Olkiluoto 3 (u.a. Probleme mit der Qualität von Schweißnähten^{xxvi}).

Die beiden EPR in Taishan mit Baubeginn 2009 und 2010 sollen 2013/14 bzw. 2014/15 den kommerziellen Betrieb aufnehmen; als Kosten wurden 2010 insg. € 8 Milliarden angegeben^{xxvii}. Mitte 2010 wurde berichtet, dass bei der zweiten Phase des Baues, die plangemäß im dritten Quartal 2011 beginnen sollte, Verzögerungen erwartet würden; genauere Angaben dazu fehlen in der Quelle^{xxviii}.

Ein am Standort Pyhäjoki erbauter EPR wäre der zweite in Finnland, der dritte in der EU. Es wäre kein „first-of-a-kind“ Projekt mehr. Die Probleme, die bei der Errichtung von Olkiluoto 3 (und Flamanville 3) aufgetreten sind, sind daher nicht 1:1 übertragbar.

Zu den bisherigen Problemen wesentlich beigetragen hat die komplizierte Projektstruktur mit vielen Unterauftragnehmern, die teilweise kaum Erfahrung mit nuklearen Projekten hatten. Die Notwendigkeit einer besseren Kontrolle der Unterauftragnehmer wurde mittlerweile erkannt. In diesem Punkt ist mit Verbesserungen zu rechnen. Insgesamt ist anzunehmen, dass Lernprozesse stattgefunden haben, insbesondere bei AREVA.

Allerdings ist davon auszugehen, dass derartige Lernprozesse allmählich erfolgen, schrittweise von Projekt zu Projekt. Daher erscheint es unwahrscheinlich, dass nun bereits beim nächsten EPR alle Lektionen gelernt wären und die Errichtung nach Zeit- und Kostenplan laufen sollte.

Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Verzögerungen und Kostensteigerungen bei Olkiluoto 3 und Flamanville 3 bisher sehr gravierend waren. Die Fertigstellung des Baus ist in beiden Fällen immer noch nicht erreicht. Eine genaue Vorhersage, wie der Projektablauf bei einem EPR (oder auch einem ABWR) in Pyhäjoki wäre, ist letztlich unmöglich.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Planvorgaben von Fennovoima für die Errichtung eines Kernkraftwerks am Standort Pyhäjoki sind ambitioniert: Sie gehen von einer Bauzeit von maximal 6 Jahren aus. Der EPR Olkiluoto 3 ist seit 7 Jahren in Bau. Zurzeit wird mit seiner Fertigstellung 2014 gerechnet. Auch bei dem EPR Flamanville 3 wird eine Bauzeit von 9 Jahren erwartet. Ursprünglich war in beiden Fällen eine Bauzeit von 5 Jahren geplant.

Die Kostenschätzung für Pyhäjoki beträgt € 4 – 6 Milliarden. Die Obergrenze liegt deutlich tiefer als die zurzeit für das Kernkraftwerk Olkiluoto 3 erwarteten Kosten und entspricht der derzeitigen Kostenschätzung für Flamanville 3. Die erwarteten Kosten von Olkiluoto 3 haben sich seit Baubeginn mehr als verdoppelt; ähnlich war die Entwicklung bei Flamanville 3.

Es gibt verschiedene Faktoren, die in den kommenden Jahren zu Zeitverzögerungen und Kostensteigerungen bei dem Projekt Pyhäjoki führen können.

Geänderte Sicherheitsanforderungen: Aus den Lektionen aus dem Fukushima-Unfall, insb. den Ergebnissen der EU Stresstests für Kernkraftwerke, können sich Änderungen bei den Sicherheitsanforderungen ergeben. Es ist ein Schwerpunkt der Stresstests, Möglichkeiten zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit zu identifizieren. In Finnland ist – wie in den anderen teilnehmenden Staaten – geplant, das kerntechnische Regelwerk anhand der Stresstest-Ergebnisse zu überarbeiten; erste Schritte wurden bereits gesetzt.

Weiterhin arbeitet die Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA), der Finnland angehört, an einer Präzisierung der Sicherheitsziele für neue Anlagen, wobei die Erfahrungen von Fukushima berücksichtigt werden. Ein Bericht soll Ende 2012 vorgelegt werden. Er wird zweifellos auch in Finnland Berücksichtigung finden.

Somit können sich bereits in naher Zukunft bei beiden Reaktortypen neue Punkte ergeben, die neue Untersuchungen zur Sicherheit und auch Änderungen an der Auslegung erfordern, damit die überarbeiteten finnischen Vorschriften erfüllt werden können. Daraus können Verzögerungen und Verteuerungen resultieren.

Leistungssteigerung: Die Leistung des für Pyhäjoki in Betracht gezogenen EU-ABWR soll deutlich höher sein als die der Vorgängeranlagen (um 9,5 %). Leistungssteigerungen bringen potenziell eine Verringerung von Sicherheitsmargen im Betrieb und andere Probleme mit sich. Diese Probleme können grundsätzlich durch geeignete Modifikationen der Auslegung neutralisiert werden; derartige Modifikationen können jedoch zu Komplikationen und damit zu Verzögerungen und Verteuerungen führen.

Dieses Problem stellt sich in geringerem Maße auch beim EPR, bei dem die geplante Leistung um 7 % über jener von Olkiluoto 3 liegt. Sie entspricht damit der Leistung der beiden in China

in Bau befindlichen Blöcke; somit wäre Pyhäjoki nicht der erste mit dieser Leistung erbaute Block. Allerdings ist Olkiluoto 3 die Referenzanlage für Pyhäjoki; die finnische Atomaufsichtsbehörde STUK weist ausdrücklich darauf hin, dass das Potenzial für eine Leistungserhöhung später im Genehmigungsverfahren weiter bewertet werden muss.

Offene technische Detailfragen: Beim ABWR besteht weiterhin nach Einschätzung der Aufsichtsbehörde noch eine ganze Reihe technischer Detailfragen, die weitere Analyse, empirische Qualifikation und weitere Arbeiten an der Auslegung erfordern.

Einige dieser Punkte betreffen wichtige und komplexe Themen wie die Funktionsfähigkeit des „core catchers“ und die Trennung von Automatisierungssystemen. Dabei ist nicht unbedingt im Einzelnen vorhersehbar, wie lange die Klärung dauern wird und welche Kosten damit verbunden sein werden.

Diese Faktoren sowie auch die bisherigen Erfahrungen beim Bau eines neuen Reaktortyps (EPR) in der EU deuten darauf hin, dass beim Pyhäjoki-Projekt Kostensteigerungen und Verzögerungen zu erwarten sind.

Es ist anzunehmen, dass die bisherigen Erfahrungen zu Lernprozessen geführt haben, also nicht 1:1 auf neue Projekte übertragbar sind. Allerdings ist davon auszugehen, dass derartige Lernprozesse nur allmählich erfolgen.

Insgesamt erscheint eine belastbare Vorhersage für den Projektablauf in Pyhäjoki in dieser Situation nicht möglich.

Quellenverzeichnis

-
- ⁱ <http://www.fennovoima.com/en/fennovoima2/owners/voimaosakeyhtio-sf>
gesehen am 24.04.2012
- ⁱⁱ www.fennovoima.com/en/project/schedule
www.fennovoima.fi/userData/fennovoima/doc/PAP-materiaali/DiP_eng.pdf
gesehen am 17.04.2012
- ⁱⁱⁱ STUK (Finnische Atomaufsichtsbehörde): Preliminary Safety Assessment of the Fennovoima Nuclear Power Plant Project – Appendix 1: Feasibility Assessment for Plant Options; Unofficial translation, 19.10.2009
- ^{iv} Nuclear Engineering International: World Nuclear Industry Handbook 2011
- ^v Toshiba Corporation: US-ABWR and EU-ABWR Design, Safety Technology, Operability Features and their Current Deployment; 05.07.2011;
http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/Technology/meetings/2011-Jul-4-8-ANRT-WS/4_JAPAN_ABWR_Toshiba_Ishibashi.pdf
gesehen am 12.04.2012
- ^{vi} Nuclear Engineering International: World Nuclear Industry Handbook 2011
- ^{vii} Lungmen (Dragon Gate) Nuclear Project, Taiwan; <http://www.power-technology.com/projects/lungmen/> gesehen am 17.04.2012
- ^{viii} STUK (Finnische Atomaufsichtsbehörde): Preliminary Safety Assessment of the Fennovoima Nuclear Power Plant Project – Appendix 1: Feasibility Assessment for Plant Options; Unofficial translation, 19.10.2009
- ^{ix} Toshiba Corporation: US-ABWR and EU-ABWR Design, Safety Technology, Operability Features and their Current Deployment; 05.07.2011;
http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/Technology/meetings/2011-Jul-4-8-ANRT-WS/4_JAPAN_ABWR_Toshiba_Ishibashi.pdf
gesehen am 12.04.2012
- ^x Nuclear Engineering International: World Nuclear Industry Handbook 2011
- ^{xi} STUK (Finnische Atomaufsichtsbehörde): Preliminary Safety Assessment of the Fennovoima Nuclear Power Plant Project – Appendix 1: Feasibility Assessment for Plant Options; Unofficial translation, 19.10.2009
- ^{xii} European Nuclear Safety Regulators' Group (ENSREG): EU „Stress tests“ specifications; May 2011
- ^{xiii} European Stress Tests for Nuclear Power Plants – National Report FINLAND; STUK, December 30, 2011
- ^{xiv} WENRA Plenary March 2012, Fukushima Follow-up;
http://www.wenra.org/extra/news/?module_instance=1&id=36
gesehen am 18.04.2012
- ^{xv} WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants, November 2010;
http://www.wenra.org/dynamaster/file_archive/101112/2b2222163f90f88a272b3112b35b83ce/WENRA_StatementOnSafetyObjectivesForNewNuclearPowerPlants_Nov2010.pdf
gesehen am 18.04.2012

-
- ^{xvi} O. Gupta (RHWG Chair): WENRA Safety Objectives for New Nuclear Power Plants; Regulatory Conference – June 2011;
<http://www.ensreg.eu/sites/default/files/conference/29%2006%202011/SESSION%202/PART%201/Olivier%20Gupta%20ERC-New-Reactors2.pdf>
gesehen am 18.04.2012
- ^{xvii} European Commission: Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the interim report on the comprehensive risk and safety assessments (“stress tests”) of nuclear power plants in the European Union; Brussels, 24.11.2011, COM(2011)784 final;
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/com_2011_0784.pdf
gesehen am 18.04.2012
- ^{xviii} STUK (Finnische Atomaufsichtsbehörde): Preliminary Safety Assessment of the Fennovoima Nuclear Power Plant Project – Appendix 1: Feasibility Assessment for Plant Options; Unofficial translation, 19.10.2009
- ^{xix} www.neimagazine.com/story.asp?sectioncode=132&storyCode=2037524
www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=14610
www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=24732
www.world-nuclear-news.org/NN-Startup_of_Finnish_EPR_pushed_back_to_2013-0806104.html
www.world-nuclear-news.org/IT_New_date_for_Olkiluoto_3_2112112.html
gesehen am 12.04.2012
- ^{xx} www.neimagazine.com/story.asp?sectioncode=132&storyCode=2037524
www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2036021
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxi} www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/2007/en_GB/news_468
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxii} www.world-nuclear-news.org/NN-Olkiluoto_pipe_welding_deficient_says_regulator-1610095.html
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxiii} www.areva.com/EN/news-7904/epr-in-finland-foundation-stonelaying-day-at-olkiluoto-3.html
www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=24732
www.world-nuclear-news.org/c_areva_talks_tough_on_ol3_0109092.html
<http://www.reuters.com/article/2011/12/13/areva-idUSL6E7ND0K720111213>
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxiv} www.world-nuclear-news.org/C_Risks_of_new_build_tip_EdFs_balance_3007101.html
www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2060192
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxv} www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2060192
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxvi} www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2057349
gesehen am 12.04.2012
- ^{xxvii} www.areva.com/EN/operations-2404/china--taishan-12.html#tab=tab8
www.world-nuclear-news.org/C-Chinese_valve_contract_for_Dresser-1407105.html
gesehen am 19.04.2012
- ^{xxviii} South China Morning Post, “Hold-ups in construction of Taishan nuclear power plant; Atomic plant first in China to use latest European technology”. July 31, 2010, p.3.
Zitiert nach Thomas, S.: The EPR in Crisis; PSIRU Business School, University of Greenwich, London, November 2010