



MOCHOVCE 3&4 IM LICHT DER NUKLEAR-KATASTROPHE VON FUKUSHIMA

Maßnahmenplan zur Verhinderung schwerer Unfälle im KKW Mochovce 3&4 unter Berücksichtigung der Katastrophe von Fukushima und in Vorbereitung befindlicher Stresstests

Kurzfassung vom 24.02.2012

Georgi Kastchiev, Wolfgang Kromp, Roman Lahodynsky, Nikolaus Müllner und Steven Sholly

Projektleiter

Wolfgang Kromp

**Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Universität für Bodenkultur, Wien**

Im Auftrag

der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg und Wien

Wien, Februar 2012

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Universität für Bodenkultur, Wien, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt
Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften,
Borkowskigasse 4, 1190 Wien, Österreich

URL: <http://isr.boku.ac.at>

Inhaltsverzeichnis

1.1	Die Nuklearkatastrophe von Fukushima	5
1.2	Schlussfolgerungen aus den Unfallereignissen von Fukushima	5
2	Mochovce 3&4-relevante Themenschwerpunkte mit Fukushima-Bezug	7
2.1	Erdbebengefahr am Standort und Erdbebenanfälligkeit der EMO- Reaktorblöcke	7
2.2	Management schwerer Unfälle – Notfallsysteme	7
2.2.1	Kernnotkühlung + RDB-Kühlung.....	7
2.2.2	Confinement mit Dampfkondensationssystem.....	8
2.2.3	Außenliegendes Abklingbecken.....	8
2.2.4	Naßlager für abgebrannte EMO-Brennelemente bei EBO.....	8
2.3	Überlagerung von Störfällen mit Unfallfolge verschärft durch Mehrblockanordnung und Vermaschung sicherheitsrelevanter Systeme	9
2.4	Diskussion der Gefahr möglicher terroristischer Angriffe auf nukleare Anlagen; Beispiele möglicher Angriffe	9
2.4.1	Attacken von außen	9
2.4.2	Cyber Attacken	9
3	Ergebnisse der Slowakischen Stresstests	10
4	Literatur	11
Appendix 1	13

Zusammenfassung

Fukushima verlangt neue Maßstäbe in der Sicherheitsdiskussion von Kernkraftwerken, und macht ein Überdenken der bisherigen Sicherheitsphilosophie und Sicherheitspraxis unausweichlich notwendig. Insbesondere wurde drastisch demonstriert, dass die bisherigen Auslegungsstörfälle (GAU) keine ausreichende Auslegungsbasis für ein Kernkraftwerk darstellen, sondern – wie von Kritikern schon lange gefordert - schwere Unfälle mit Kernschmelze der Auslegung zugrunde gelegt werden müssen.

In diesem Sinne ist eine Belebung der Diskussion um die in der Slowakei geplante Fertigstellung von EMO3&4 unvermeidlich. Auf dieser Seite finden sich die wichtigsten Sicherheitsfragen aufgezählt, die im vollständigen Bericht näher erläutert werden.

Die Erdbebengefährdung wird, wiewohl sicherlich mit der von Fukushima nicht vergleichbar – dennoch ebenso wie dort unterschätzt – sowohl für den Standort des KKW Bohunice (EBO) als auch für den Standort des KKW Mochovce (EMO).

Die Implementierung der Richtlinien für Notfallmaßnahmen (SAMGs) soll erst 2018 abgeschlossen sein, lange nach Inbetriebnahme der Anlage.

Eine der Hauptprobleme der Kernenergie, die enorme Nachzerfallswärme aus dem Reaktorkern unter Stör- und Unfallbedingungen herauszubringen, ist auch für Mochovce eines – wie ist EMO3&4 gegen Verlust von Wasser und Strom sowie mit bestimmten Notfallseinrichtungen gewappnet?

Dem interessanten Projekt der Reaktordruckbehälter(RDB)-Außenkühlung und Kernschmelzerückhaltung im RDB fehlen noch Funktionsnachweise und maßstäbliche Modellexperimente.

Ein weiteres Hauptproblem ist das WWER440/213er-Unikat des kondensationsturmbedürftigen Confinements, wobei die Funktionstüchtigkeit derartiger Systeme seit Fukushima, wo es dreimal gefordert und dreimal versagt hat, weiteren starken Vertrauensverlust zu verzeichnen hat. Hier sind dessen Barrierenfunktion für Belastungen von Innen (durch erhöhten Druck, Temperatur, Wasserstoffexplosionen) sowie Belastungen von außen (durch Flugzeugaufprall, Angriff) näher anzusehen.

Auch die außerhalb des Confinements liegenden Abklingbecken sind in Fukushima negativ aufgefallen - neben ausreichender Abschirmung stellen sichere Kühlwasser- und Notstromversorgung sowie Instrumentierung und Wasserstoffentsorgung die besonderen Anforderungen dar.

Auch das EMO dienende Zwischenlager für 30 Jahre und hunderte Tonnen abgebrannter Brennelemente am KKW-Gelände von Bohunice sollte hinsichtlich Einwirkungen von außen näher betrachtet werden.

Seit Fukushima ist allgemein bekannt, dass nebeneinander stehende KKW-Blöcke vom Domino-Effekt bedroht sind. Die Aussicht auf Überlagerung von Störfällen und resultierende „Common Mode Failures“ stellen für KKWe, die wie die WWER440 darüber hinaus als Zwillingenblöcke in einer gemeinsamen Reaktorhalle mit zahlreichen Vermaschungen konzipiert wurden, eine besondere Herausforderung dar.

Nicht zuletzt muss die verletzlich machende Komplexität von Kernkraftwerken im Hinblick auf mögliche terroristische Angriffe mit Hard- und Software von innen und außen im Interesse der Sicherheit diskutiert werden.

Abschließend seien die vorläufigen slowakischen Ergebnisse des Europäischen Stress-test-Prozesses zu erwähnen: Bei genauerem Hinsehen sind einige interessante Punkte aufgefallen, der Hauptteil der notwendigen Analysen scheint jedoch noch nicht erbracht worden zu sein.

Mochovce 3&4 im Licht der Nuklearkatastrophe von Fukushima

1.1 Die Nuklearkatastrophe von Fukushima

Durch das Erdbeben wurden die Reaktorkühlsysteme der Blöcke 1 bis 3 des Kernkraftwerkes Fukushima Dai-ichi in Japan dermaßen beschädigt, dass die Reaktoren überhitzt und durch Kernschmelze und Wasserstoffexplosionen die Barrieren zum Schutz der Umwelt zerstört wurden (**Abbildung 1**). Der in Revision befindliche Block 4 wurde durch Trockenfallen und Überhitzen des mit Brennelementen gefüllten Abklingbeckens durch Wasserstoffexplosion ebenfalls zerstört.

Große Mengen radioaktiver Stoffe wurden einerseits in die Atmosphäre und andererseits in den angrenzenden Pazifik gespült (**Abbildung 2**). Es ist davon auszugehen, dass in Japan weite Landstriche – ähnlich wie nach Tschernobyl in der Ukraine und in Weißrussland – erheblich kontaminiert sind.

Derzeit wird versucht, geschlossene Kühlkreisläufe zur weiteren Abkühlung der Kernschmelzen und Einhausungen der Unfallblöcke zur Rückhaltung der Emissionen von radioaktiven Gasen, Dampf und Aerosolen zu installieren. Ein Jahr nach dem Unfall ist die Lage vor Ort nach wie vor sehr ernst. Es muss angenommen werden, dass noch immer erhebliche Mengen an Radioaktivität infolge offener Kühlkreisläufe in die Umwelt gelangen. Die Folgen für Gesundheit und Leben erheblicher Teile der Bevölkerung sowie der Langzeitverlust durch nicht mehr nutzbare Landflächen sind unabsehbar.

1.2 Schlussfolgerungen aus den Unfallereignissen von Fukushima

Fukushima demonstrierte, dass die bisherigen Auslegungstüfalle (GAU) keine ausreichende Auslegungsbasis für ein Kernkraftwerk darstellen, sondern schwere Unfälle mit Kernschmelze der Auslegung zugrunde gelegt werden müssen.

Auch bei einem Staat auf höchstem technologisch-zivilisatorischem Niveau zeigten sich in wichtigen Bereichen der nuklearen Sicherheit seiner Kernkraftwerke erhebliche Defizite, nicht zuletzt im Bereich der Sicherheitskultur (Schwächen der Aufsichtsbehörde, Nachlässigkeit des Betreibers, Unterschätzung der Risiken, Mängel in der Unfall- und Katastrophenvorsorge, Auslegungsfehler der Anlage, unzureichende Ausrüstung, Mängel bei nationaler und internationaler Kooperation,



Abbildung 1: Block 3 des Kernkraftwerkes Fukushima Dai-ichi in Japan nach der Explosion (Quelle: <http://de.rian.ru/society/20110406/258773128.html>)

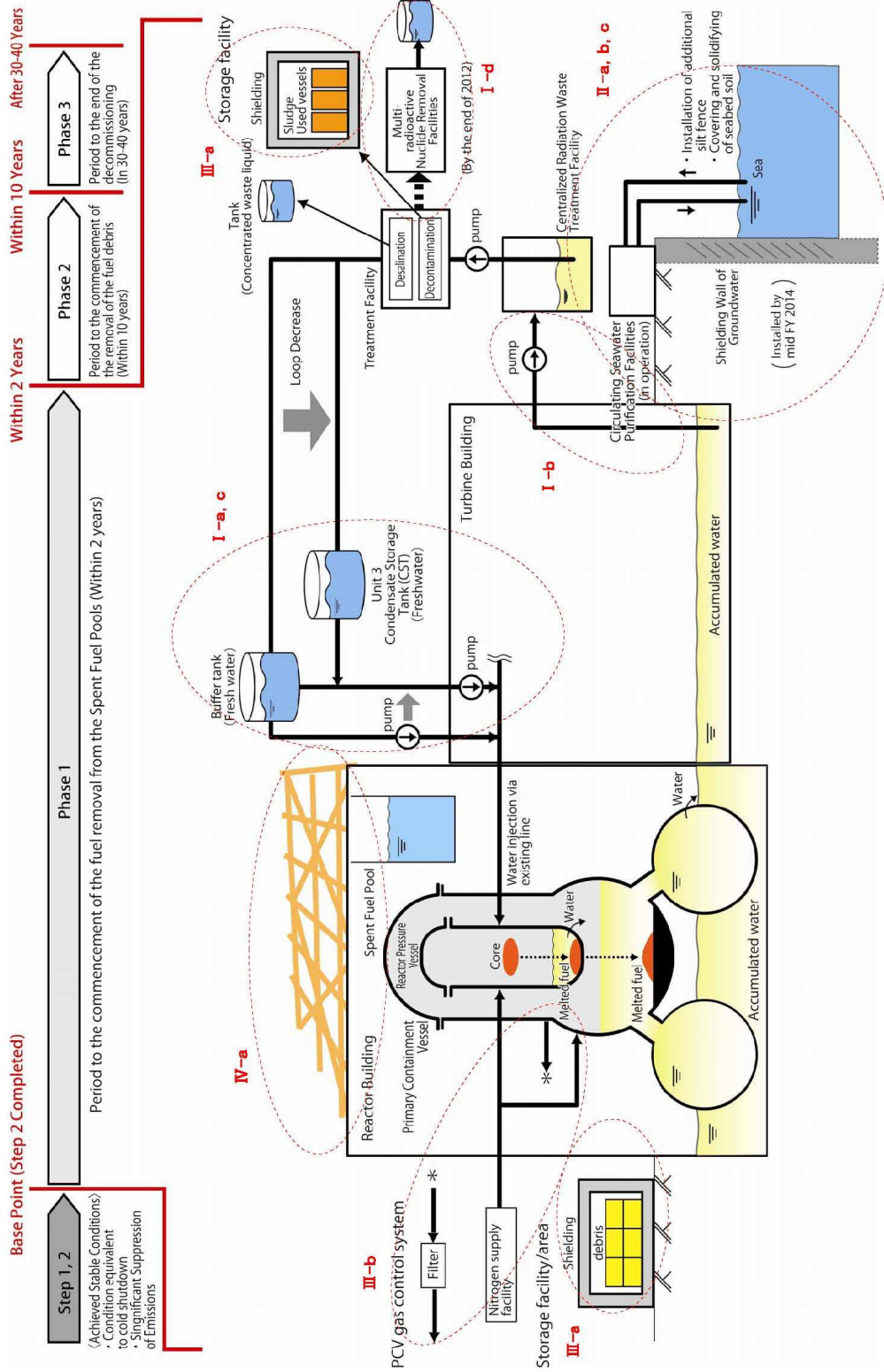


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Wege und Ansammlungen der Kernschmelze (rot) in RDB und Containment. Wege und Ansammlungen des Kühlwassers (gelb) in RDB, Containment, Kondensationsraum, Reaktorgebäude und Turbinenhalle sowie teilweise durch eine Konditionierungsanlage eines der stark beschädigten Blöcke des KKW Fukushima Dai-ichi, Block 1 bis 3. Am oberen Rand vermittelt eine Zeitleiste einen Zeithorizont für die vollständige Dekommissionierung der Anlage.

Quelle: Tepco zum Status des KKW Fukushima Dai-ichi, Block 1
http://fukushima.grs.de/sites/default/files/Decommissioning_20120217.pdf

2 Mochovce 3&4-relevante Themenschwerpunkte mit Fukushima-Bezug

2.1 Erdbebengefahr am Standort und Erdbebenanfälligkeit der EMO-Reaktorblöcke

Ähnlich wie in Fukushima wird die Erdbebengefährdung sowohl für den Standort KKW Bohunice (EBO) als auch für den Standort KKW Mochovce (EMO) unterschätzt. Die für Bohunice angenommene maximal mögliche Intensität von 8°MSK, pga=0,25g, wurde bereits vom stärksten regionalen historischen Beben übertroffen (1906 Dobra Voda, I=8,5°MSK, pga=0,34g). Intensitäten von 9° und darüber sind entlang der Mur-Mürz-Zilina Störung durchaus möglich.

Für den Standort Mochovce sind zwei historische Beben relevant: 1443 Kremnica mit einer Intensität von 8°MSK und 1763 Komarno mit einer Intensität zwischen 8° und 9°MSK. Obwohl das Kremnica Beben von 1443 nicht das größtmögliche Ereignis entlang der Vepor Rab-Certovica Linie darstellt, wird für den Standort Mochovce ein vorläufiger maximaler Bodenbeschleunigungswert (pga) von 0,25g entsprechend dem schwächeren Kremnica Beben angenommen.

Gebiete, in denen Erdbebenintensitäten von 8°MSK und darüber auftreten können, sind nach slowakischem Gesetz von der Standortwahl ausgeschlossen.

In Folge von Erdbeben könnten sich weitere mögliche Bedrohungen für die Umwelt aus der Unterbrechung der Kühlwasserzufuhr (Leitung oder auch Straße) z.B. vom Fluß Hron, zum Kraftwerk, wie auch zu dem für Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente von Mochovce dienende Naßlager am Standort von Bohunice ergeben.

2.2 Management schwerer Unfälle – Notfallsysteme

2.2.1 Kernnotkühlung + RDB-Kühlung

Unter Störfallbedingungen muss die Nachzerfallswärme – ein Hauptnachteil der Kernenergie – abgeleitet werden. Fukushima demonstrierte auf drastische Weise, dass als Auslegungsstörfall ein Unfall herangezogen werden muss, bei dem plötzlich die wesentlichen Komponenten zur Aufrechterhaltung der Sicherheit abhanden kommen: Wasser, Strom und bestimmte Vorrichtungen und Wegigkeiten, über die man Wasser zur Kühlung an den Kern zwecks Abfuhr der Nachzerfallswärme leiten kann.

In Mochovce ist eine genaue Analyse erforderlich, wie überzeugend der Betreiber unter Stör- und Unfallbedingungen mit Verlust der Wasserversorgung und der Energieversorgung von außen umgehen kann und wie gut er mit Notkühleinrichtungen ausgerüstet ist.

Die Implementierung der Richtlinien für Notfallmaßnahmen (Severe Accident Management System - SAMGs) soll nach Inbetriebnahme der Blöcke 3&4 hauptsächlich während regulärer Revisionsstillstände erfolgen und 2018 abgeschlossen sein

Dieser Zeitpunkt ist zu spät, die SAMGs sollten zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme implementiert sein.

Es sind Modifikationen zur Rückhaltung der Kernschmelze im RDB bei Verwirklichung einer Wasserkühlung des RDB von außen vorgesehen (Tomek 2011, Cvan & Šiko 2009).

Bis dato ungenügender experimenteller Nachweis der Funktionalität der Außenkühlung und der Übertragbarkeit auf die reale Situation im KKW.

Die Machbarkeit einer verlässlichen Wasserzuführungsmöglichkeit zum Reaktor-druckbehälter bei hohen Temperaturen unter den Bedingungen des fortgeschrittenen Bauzustandes ist fraglich.

Das Problem der Dampfableitung bei Verdampfungs-Außenkühlung des RDB im Hinblick auf die engen Abströmquerschnitte bleibt unbeantwortet.

Die Lösung erfordert ein hinreichend exaktes Timing in Abstimmung mit dem Kernschmelzzustand im RDB-Inneren, da eine drastische Reduktion der Kühlbarkeit bei Auftreten des Leydenfrost-Phänomens auftritt.

2.2.2 Confinement mit Dampfkondensationssystem

Das sowjetische Druckwasserreaktormodell WWER440/231 verfügt abweichend von westlichen Druckwasserreaktoren über kein Volldruck-Containment, sondern ein weniger druckfestes Confinement. Letzteres bedarf der Unterstützung eines Kondensationssystems.

Derartige Systeme sind in westlichen Ländern nur für Siedewasserreaktoren im Einsatz. Ihre Funktionalität wurde in Fukushima dreimal gefordert und sie haben dreimal versagt. Aus diesem Grund ist dieses System einer besonders genauen Überprüfung hinsichtlich ihrer Barrierenfunktion für Belastungen von Innen (durch erhöhten Druck, Temperatur - Wasserstoffexplosionen) sowie Belastungen von außen (durch Flugzeugaufprall, Angriff) zu unterziehen. Demnach ist auch auf die Art und Weise der Implementierung eines kontrollierten Abblasesystems durch Filter besonderes Augenmerk zu richten.

Ein weiteres wichtiges Thema betrifft das Wasserstoffmanagement, das Wasserstoffmonitoring sowie Wasserstoffrekombinatoren. Hier stellt die Ermittlung der geeigneten Anzahl und Positionierung der Rekombinatoren bis zu den Air-Traps eine Hauptschwierigkeit dar.

Auch die Verlässlichkeit der Sprühsysteme im Confinement (Tomek 2011) ist nicht gewährleistet, da **die Strom- und Wasserversorgung gesichert sein müssen. Insbesondere geht es auch um die Verfügbarkeit ausreichender Kühlwassermengen bei Langzeitanforderung.**

2.2.3 Außenliegendes Abklingbecken

Die Abklingbecken sind wie in Fukushima außerhalb des Confinements liegend und gleichermaßen ungeschützt (Wasserstoffexplosionen, Kühlmittelverlust, Einwirkungen von Außen wie Flugzeugabstürze oder Angriffe).

Neben ausreichender Abschirmung stellen sichere Kühlwasser- und Notstromversorgung sowie Instrumentierung und Wasserstoffentsorgung die besonderen Anforderungen dar.

2.2.4 Naßlager für abgebrannte EMO-Brennelemente bei EBO

Das Zwischenlager für 30 Jahre und hunderte Tonnen abgebrannter Brennelemente von EBO und EMO wurde am KKW-Gelände von Bohunice in oberirdischer Bauweise errichtet.

Bei Kühlmittelverlust – ausgelöst durch ein schweres Erdbeben, Absturz einer schweren Verkehrsmaschine oder anderen Einwirkungen von Außen – kann es zur Beschädigung der Brennelemente und Freisetzung großer Mengen von Radioaktivität in die Umwelt kommen. Erschwerend ist, dass aufgrund der, nach Wegfall der strahlenabschirmenden Wirkung des Kühlmittels, zu erwartenden hohen Strahlung, derzeit keine Möglichkeit besteht, vor Ort Maßnahmen zur Eindämmung des Unfallverlaufes zu treffen.

2.3 Überlagerung von Störfällen mit Unfallfolge verschärft durch Mehrblockanordnung und Vermaschung sicherheitsrelevanter Systemen

Abweichend von der westlichen Praxis und im Unterschied zu den WWER-1000 sind die WWER-440-Reaktoren als Zwillingsblock-Anlagen ausgelegt. Zwei Reaktoren stehen in einem Reaktorgebäude; dazu gehört eine Turbinenhalle ohne Zwischenwände und eine Anzahl gemeinsamer Einrichtungen, wie das Technischwassersystem, Wasserkonditionierungssystem, Notspeisewassersystem, Bereich der Kernbeladung, Beladungskran, Raum für frische Brennelemente, Rohrleitung zur Bewerkstellung der Wasserzirkulation, Turbinenhalle (letztere für beide Zwillingsblöcke)

Überlagerungen von Unfallereignissen mit nachfolgenden Zerstörungen können außer von Naturphänomenen auch durch Werkstoffversagen (Turbinenzerknall, Rohrbruch mit Überflutung), externe und interne Aktivitäten des Menschen sowie Flugzeugabsturz bewirkt werden.

Turbinenzerknall beispielsweise ist mit hoher Wahrscheinlichkeit von erheblichen Bränden begleitet, verursacht durch Freisetzung von Wasserstoff vom Generator sowie von Turbinenschmieröl. Es ist unklar, ob in EMO 3&4 Abschirmungen gegen wegfliegende Turbinentrümmer eingebaut werden – in EMO 1&2 sind solche eingebaut worden. Allerdings hilft die Abschirmung nicht gegen die Brandgefahr.

Bruch der Wasserumwälzleitung kann durch Überschwemmung von Turbinenhalle, Schalt- und Batterieräumen und Auslösen von Kurzschlüssen und langzeitigem Ausschalten wichtiger Funktionselemente der Anlage schwere Unfälle simultan in allen vier Blöcken auslösen, nähere Ausführungen dazu finden sich unter dem Abschnitt „Ergebnisse der Stresstests“.

Ein hinreichend starkes Erdbeben kann beispielsweise den Kollaps der Kühltürme von EMO 3&4 bewirken und bei ungünstiger Fallrichtung auch das Technischwassergebäude in Mitleidenschaft ziehen und den längerfristig nicht wiederherstellbaren Verlust von Technischwasser für beide Blöcke herbeiführen

Absturz großer Flugzeuge – beispielsweise in die Turbinen- oder Reaktorhalle – könnte Zerstörungen bis zum Schwerunfall mit großen radioaktiven Freisetzungen verursachen.

2.4 Diskussion der Gefahr möglicher terroristischer Angriffe auf nukleare Anlagen; Beispiele möglicher Angriffe

2.4.1 Attacken von außen

Relativ einfache Angriffe sind aus der Distanz (von außerhalb der Sicherheitsumzäunung) unter Benützung von der abfeuerbarer Munition oder panzerbrechenden Waffen durchführbar. Zu beachten ist, dass nicht notwendigerweise aufwändige Artilleriewaffen erforderlich sind, um eineinhalb bis zweieinhalb Meter dicke Mauern zu durchdringen – dies kann durchaus mithilfe der oben genannten von einer Person tragbaren Waffen besorgt werden. Mögliche Ziele können sein: Kontrollraum, Kabelverteilteraum, Turbinen, Frischdampf- und Speisewasserleitungen in der Turbinenhalle, Technischwassergebäude sowie Hochspannungsleitungen außerhalb des Geländes. Terroristische Aktionen gegen die Abklingbecken und das Nass-Zwischenlager in Bohunice sind möglich. Es ist fraglich, ob die Sicherheitskräfte vor Ort oder von außerhalb derartige Angriffe verhindern können.

2.4.2 Cyber Attacken

Die Möglichkeit von Cyber-Attacken (Software-Attacken) gegen Infrastrukturen wird bereits in der Literatur behandelt (Rollins & Wilson 2007). Die Evaluation der Verwundbarkeit eines KKW durch Cyber-Attacken erfordert spezielles, gewöhnlich vertraulich gehaltenes vertieftes Wissen über die betreffende Anlage. Derartige Information betreffend EMO 3&4 sind den Autoren dieses Berichts naturgemäß nicht zugänglich. Aus diesem

Grunde wurde eine Reihe von Fragen zur möglichen bilateralen Konsultation mit der Slowakischen Seite erarbeitet, siehe Appendix 1.

3 Ergebnisse der Slowakischen Stresstests

Der Stresstest-Endbericht der Slowakischen Nuklearen Aufsichtsbehörde (UJD), datiert mit 21.12.2011, ist auf der ENSREG-Webseite als auch auf jener der UJD verfügbar (UJD 2011). Zunächst ist festzuhalten, dass nichts in den ENSREG¹-Stresstest Spezifikationen (ENSREG 2011) zu finden ist, das in irgendeiner Weise den Umfang der Stesstests einschränkt. Eher legen diese Spezifikationen eine Minimalanforderung an die EU Stresstests für Kernkraftwerke fest (http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications_1.pdf). Aus dem publizierten Bericht ist nicht zu erkennen, dass der slowakische Stresstest für Mochovce über dieses Minimum hinaus gegangen ist.

Weiters wäre festzustellen, dass der im UJD-Bericht (Seite 22) zitierte detaillierte Stresstestbericht für die Blöcke 3&4 von Mochovce zum vorliegenden Review nicht zur Verfügung stand; ebenso sind der erwähnte, 2008 fertiggestellte Sicherheitsbericht für Mochovce 3&4 (Stresstestbericht Seite 31) und die Level 1 & Level 2 PSA für Mochovce 3 & 4 (eine Aktualisierung soll in Arbeit sein (Stresstest Bericht Seite 31)) nicht zugänglich.

Aus einer Reihe relevanter Punkte wurden die wichtigsten ausgewählt wie folgt:

- Die Notspeisewasserpumpen von EMO sind auf Höhe –3,7 m unterhalb des Wassertanks für entmineralisiertes Wasser installiert. Der Stresstestbericht stellt fest, dass diese Pumpen durch externe Überflutung gefährdet sind (Stresstestbericht, Seite 37).

Dies könnte im Störfall zum Ausfall der sekundärseitigen Kühlung und zu ungewolltem primärseitigen Druckanstieg, automatischer Reaktorschnellschaltung sowie Ansprechen der Sicherheitsventile und schließlich zu einem Kühlmittelverluststörfall führen.

- Die Schlussfolgerung des Stresstestberichts (Seite 86) betreffend Überflutung der Turbinenhalle durch das Wasserumwälzsystem kann nicht nachvollzogen werden. **Die resultierende Überschwemmung würde eine Höhe von 2,9 m und mehr erreichen², ausreichend, die elektrischen Schalt- und Batterieräume aller vier Blöcke zu überschwemmen** (wenn die nicht-wasserdichten Türen der Turbinenhalle nach dem Walkdown der Autoren von 1998 nicht ersetzt wurden, würde das Wasser von der Turbinenhalle durch diese fluten – es ist nicht nötig die 3 m hoch gelegenen Mannlöcher zu erreichen, wie im Stresstestbericht argumentiert wird). **Das Resultat wäre eine nicht rückgängig machbare Überschwemmung (da keine Sumpfpumpen in der Turbinenhalle vorhanden sind), die gleichzeitig zu einem totalen Stromausfall aller 4 Blöcke führen würde. Das wäre das, was in Fukushima passiert ist – aber aus einer völlig anderen Ursache. Durch den raschen Anstieg des Wasserspiegels und die Überflutung der Schalträume wären auch herbeigebrachte Notstromgeräte nicht einsetzbar, da die Schaltschränke unter Wasser stünden. Die Reparaturen würden mindestens einige Tage dauern (die Schalt- und Batterieräume müssten nach dem Auspumpen getrocknet und**

¹ Die ENSREG wurde ursprünglich von der Europäischen Kommission am 17.07.2007 als EU High-Level Group (HLG) on Nuclear Safety and Waste Management gegründet. Commission Decision of 17 July 2007 on establishing the European High Level Group on Nuclear Safety and Waste Management, 2007/530/Euratom, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:195:0044:0046:EN:PDF>. Österreich wird in ENSREG durch das Lebensministerium (BMLFUW) vertreten.

² Schätzungen auf der Basis von Google Earth und Google Map ergeben für die Turbinenhalle eine Länge von zirka 665 m und eine Breite von zirka 44 m, somit einer Überflutungsfläche von 29,260 m². Wenn die 85,100 m³ Wasser bei Versagen des Wasserumwälzsystems auf diese Fläche verteilt werden, ergibt sich eine Höhe von 2,9 m ohne Berücksichtigung interner Strukturen. Die Höhe wäre noch größer, würde man diese berücksichtigen – so etwa die acht Kondensatoren und die Stützkonstruktionen für die acht Turbogeneratoren.

durch Kurzschlüsse beschädigte Geräte repariert werden), während in allen vier Reaktoren und Abklingbecken gleichzeitig schwere Unfälle stattfänden.

- Der Stresstestbericht (Seite 109) schlägt vor, das Wasser des Bubbler-Kondensers zur Nachfüllung der Abklingbecken heranzuziehen. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Richtlinien für schwere Unfälle (SAMGs) für Mochovce 3&4 das Ableiten des Bubbler-Kondenserswassers in die unteren Niveaus des Confinements vorsieht, um die Rückhaltung der Kernschmelze im RDB sicherzustellen. **Das sind potentiell widersprüchliche Vorschriften für das Wasser der Kondensatorstürme – wenn das Wasser im Abklingbecken nicht nachgefüllt wird, kommt es zu einem schweren Unfall außerhalb des Confinements und wenn das Abklingbecken nachgefüllt wird, ist fraglich, ob genug Wasser zum Fluten des Reaktorschachtes bleibt, um die Rückhaltung der Kernschmelze im RDB sicherzustellen.**
- Der Stresstestbericht (Seite 147) gibt an, dass RDB-Versagen bei einem schweren Unfall als „vernachlässigbares Restrisiko“ anzusehen ist, wegen der vorgeschlagenen Strategie des Rückhaltens der Kernschmelze im RDB. Diese Strategie ist noch durch keine maßstäblichen Modellexperimente für die WWER440/213-Konfiguration demonstriert worden. Der Stresstestbericht gibt an, dass im Falle des RDB-Versagens die wesentliche relevante Versagensweise des „Containments“ das Versagen des Reaktorschachttors und langandauernder Überdruck sind. **Dabei wird eine ganz andere Versagensweise übersehen, die sehr wahrscheinlich erscheint, wenn das RDB-Versagen bei geflutetem Boden des RDB auftritt.** Es handelt sich um Dampfexplosionen außerhalb des RDB innerhalb der schmalen Spaltquerschnitte des Reaktorschachts. **Wenn Kernschmelze vom RDB in das Wasser eintritt, kann eine Dampfexplosion nicht ausgeschossen werden. Eine solche Explosion könnte die Abdeckung oberhalb des RDB zerstören und zu direkter Freisetzung in den Kernbeladungsbereich führen. Der daraus entstehende Quellterm könnte sehr groß sein (10 % oder mehr für von Jod, Cäsium und möglicherweise andere Nuklide).**

4 Literatur

- Cvan, M. and D. Šiko (2009): Design Modifications of the Mochovce Units 3&4 dedicated to Mitigation of Severe Accident Consequences, providing Conditions for Effective SAM; OECD Workshop on Implimentation of Severe Accident Management Measures and Introduction, ISAMM -2009, Schloss Böttstein, Switzerland, October 26-28, 2009.
- ENSREG (2011): European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG), EU "Stress Tests" Specifications, 31 May 2011,
http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications_1.pdf
- Gutdeutsch, R. (1991): Gutachten über die seismische Gefährdung des KKW Bohunice / CSFR.
- Hinzen, Horvath, Toth, Dövényi, Csontos, Zsiros, Kohlbeck, Kromp, Lahodynsky, Lomnitz, Prelogovic, Kuk, Tomljenovic, Suhadolc (1999): Walkdown II Follow-Up. Site-Related Seismicity of Mochovce NPP. IRF Report 33, Vienna
- Hofer, P. F. Kohlbeck, W. Kromp, R. Lahodynsky, E. Seidelberger, S. Sholly, I. Tweer, G. Weimann (1999): Bohunice V-1 NPP, Reconstruction Measures. IRF Report 29 c,d, University of Vienna
- Majerus, Patrick (2012): ENSREG, Conclusions, Post-Fukushima stress tests peer review, Public meeting, Brussels, 17 January 2012
Source URL: <https://www.felo.org/uploads/media/14-Conclusions-Majerus.pdf>

- Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic (2011): National report on the stress tests for Nuclear Power Plants in Slovakia. Bratislava, 2011
- Rollins, John & Clay Wilson, Terrorist Capabilities for Cyberattack: Overview and Policy Issues. CRS Report for Congress, Order Code RL33123, Updated January 22, 2007 (Rollins & Wilson 2007) <Severe cyberattack_RL33123>,
- Shepherd, D. (2011): Post Fukushima Stress Tests Peer Review, Topic 1 External Events. ENSREG, Brussels, 17.01.2012
- Steinberg, Krestnikov, Bune, Schimunek, Bartak (1988): Conclusions about Seismic Safety of the Nuclear Power Plant Bohunice. Bericht MS, Archive JEBO, Moscow-Prague
- Tomek, Jozef (2011): Operation of Slovak NPPs in 2010 and Upgrading Programs. Bilateral Slovak – Austrian meeting, Košice, Presentation May 31 – June 1, 2011
- ÚJD (2011): Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic (ÚJD), National Report on the Stress Tests for Nuclear Power Plants in Slovakia, Bratislava, Slovakia, 30 December 2011, <http://www.ensreg.eu/node/366>, or http://www.ujd.gov.sk/files/NS_Zatazove_testy_JE_SR_ang.pdf.

Mochovce 3&4 im Licht der Nuklearkatastrophe von Fukushima

Fragen zur Sicherheit gegen Cyber-Attacken

Einleitung

Die zunehmende Aufmerksamkeit, die der Sicherheit von Anlagensteuerung und Anlagenüberwachung geschenkt wird, hat zu Überlegungen geführt, die zunehmend komplexere Bedrohungsszenarien in Betracht ziehen und von singulären Attacken in begrenztem Umfang und mit entsprechend begrenzten Auswirkungen beginnend bis zum Ausschalten von Teilen der kritischen Infrastruktur reichen können.

Dazu wurden Sicherheitskonzepte für die Informationsverarbeitung und die elektronische Datenverarbeitung entwickelt, die auch in Normen und Vorschriften unterschiedlich behandelt und auf den verschiedenen Sicherheitsstufen eingeführt worden sind. Aus der Sicht internationaler Gremien, die sich mit Reaktorsicherheit befassen, muss auf viele Besonderheiten des Betriebs von kerntechnischen Einrichtungen speziell Rücksicht genommen werden.

Für die Inbetriebsetzung, den Betrieb, die Instandhaltung und Anlagenverbesserungen, sowie die Ausserbetriebnahme der KKW- Blöcke in Mochovce (EMO) sind entsprechende Vorkehrungen erforderlich. Sie werden zum einen den Vorgaben aus dem Normenkatalog ISO/IEC 27000 bzw. den älteren EN entsprechen müssen, aber auch den Anforderungen zu genügen haben, die aus den Richtlinien der IAEA folgen und auch aus den Untersuchungsergebnissen der OECD/NEA in diesem Themenbereich.

Bedrohungsszenarien, Gefährdungspotenziale, Verwundbarkeit, Risikomanagement

Fragen:

Welche Bedrohungsszenarien werden in EMO unterstellt?

- Welche Gefährdungspotenziale werden daraus abgeleitet, und welche Eintrittswahrscheinlichkeiten werden für die Anlage und/oder die einzelnen Blöcke daraus abgeleitet?
- Wie wird die Verwundbarkeit der Blöcke/Gesamtanlage daher aussehen und welche Einstufung erfahren dadurch die zu planenden, erforderlichen Interventionsoptionen und Gegenmaßnahmen?
- Wie werden die Aufbau- und Ablaufkonzepte für das Risikomanagement erstellt und implementiert?
- Welche begleitenden Unfallmanagementmaßnahmen werden eingeleitet und wie erfolgt die gemeinschaftlichen Krisenbewältigungsplanung und –abstimmung der relevanten Einsatzstäbe?

Management und Aufsichtsbehörde

Fragen:

Gesetzliche Vorgaben:

- Welche gesetzlichen Vorgaben sind zur Zeit für die Belange der EDV-Sicherheit in Kraft?
- Welcher Ergänzungs- und Änderungsbedarf wurde für die Belange der EDV-Sicherheit gegenwärtig identifiziert?
- Welcher Zeitrahmen ist für die Realisierung der erforderlichen legislativen Maßnahmen vorgesehen, welcher für die daraus entstehenden Durchführungsverordnungen?

Genehmigungsvorgang

- Welche Abläufe sind in die Genehmigungsprozeduren zusätzlich einzuplanen?
- Welche Sicherheitsstufen sind in den Genehmigungsverfahren von solchen Änderungen betroffen?
- Welche periodischen Überprüfungsvorgänge sind derzeit vorgeschrieben?
- Orientieren sich diese periodischen Überprüfungsvorgänge an Trainingskonzepten und an deren Verwirklichung, die Simulatortrainingsabläufen ähnlich aufgebaut sind und auch ablaufen?

Gefährdungsbewertungen

- Die unter Umständen weitreichende Vernetzung von Computersystemen führt zu Einschränkungen für die Intervention in allen Bereichen, - wie wird diesen Randbedingungen von den Konzepten her Rechnung getragen?
- Seiteneffekte der Standardisierung von EDV-Einrichtungen und von „off-the-shelf“ EDV-Komponenten sind die breite Anwenderbeschäftigung mit den Funktionsweisen dieser Bauteile oder kompletten Rechereinheiten, - wie wird diese Tatsache in der Freigabe von derartigen Einrichtungen für den Betrieb mit unterschiedlichen Sicherheitsniveaus Rechnung getragen und in welcher Weise wird die Einhaltung der jeweiligen Sicherheitseinschränkungen verifiziert?

Sicherheitskultur und Computersicherheitskultur

Computerzuordnung

- Nach welchen Kriterien erfolgt die Zuordnung von EDV-Einrichtungen und -Komponenten zu unterschiedlichen Sicherheitsniveaus und damit Zugangsbeschränkungen?
- Wie wird diese Zuordnung von EDV-Einrichtungen und -Komponenten zu unterschiedlichen Sicherheitsniveaus und damit Zugangsbeschränkungen für den Normalbetrieb, die Wartung, den Tausch und die Aussonderung von Komponenten und insbesondere von Software aufrechterhalten? Welche Vorschriften kommen in diesem Zusammenhang zur Anwendung?
- Wie wird, - in welchen Intervallen – die Gängigkeit der zur Anwendung kommenden Konzepts überprüft und für den Weiterbetrieb freigegeben?

Auslegungsgrundlagen

- Welche für die Computer-Sicherheit spezifischen Grundlagen werden bei den Spezifikationen für die Ausrüstung von EDV-Einrichtungen angewandt?
- Welche für die Computer-Sicherheit relevanten AbnahmeprozEDUREN kommen für die Implementation der EDV hinsichtlich Hardware und Software zur Anwendung?
- Welche für die Computer-Sicherheit relevanten periodischen Überprüfungen kommen für die Implementation der EDV hinsichtlich Hardware und Software zur Anwendung?

Spezifikation der Sicherheitsanforderungen

Sicherheit der Rechner
Sicherheit der Programmarchitektur
Sicherheit der Anwendung
Sicherheit von System- und Programmwartung
Sicherheit von Ertüchtigungen und Systemaustausch

- Welche hochrangigen Kriterien, Vorschriften und Managementgrundlagen müssen für die genannten Teilbereiche der Computer-Sicherheit verbindlich angewandt werden?
- In welcher Form wird die konsistente Anwendung dieser Vorschriften von welchen Sparten der Aufsichtsbehörden geprüft?
- Welche Berichtsstruktur und welche Berichtslegung ist für die Computer-Sicherheit vorgesehen?
- Auf welchen Entscheidungsebenen beim Betreiber und auf welchen Entscheidungsebenen bei der Aufsichtsbehörde werden im Zusammenhang mit Computer-Security sog. „corrective actions“ erhoben definiert und zur Einführung vorbereitet und implementiert?

Angreiferprofile

- Welche Angreiferprofile werden gegenwärtig als Entscheidungsgrundlage für die Computer-Security herangezogen?
- Welche periodischen und welche anlassbezogenen Überprüfungen der Ausgangsanahme der Computer-Security sind vorgeschrieben?
- Kommen bei der Berücksichtigung derartiger Änderungen verpflichtende, maximale Zeitvorgaben für die erforderlichen Änderungen zur Anwendung? Auf welcher Entscheidungsgrundlage werden diese Vorschriften erlassen? Wie wird deren intenzionelle Entsprechung verifiziert?

Angriffsszenarien

- Welche Angriffsszenarien werden standardgemäß für die KKW-Anlagen in Mochovce unterstellt?
- Welche Angriffsszenarien werden spezifisch für einzelne KKW-Blöcke des KKW-Mochovce unterstellt?
- Welche Angriffsszenarien werden spezifisch hinsichtlich von, die einzelnen KKW-Blöcke in Mochovce überschreitenden Ereignissen unterstellt?
- Wurden/Werden auch Angriffsszenarien berücksichtigt, die sog. „distributed intelligence equipment“ betreffen und/oder auch sog. „embedded systems“?

- Welche Vorkehrungen aus Computer-Security werden für man-induced multiple/collective failure für „distributed intelligence equipment“ und/oder „embedded systems“ vorgesehen?
- Ergebnisse und Interventionsvorgaben aus Risikoanalysen
- Liegen zur Zeit zum KKW-Mochovce Ergebnisse zu Computer Security Analysen vor?
- Liegen zur Zeit zum KKW-Mochovce Interventionsvorgaben zu Computer Security Annahme-Fällen vor?
- Wurden Computer-Security Risikoanalysen durchgeführt? Mit welchen Prämissen?
- Liegen Ergebnisse zu Computer-Security Risikoanalysen vor?
- Sind aus durchgeführten Computer-Security Risikoanalysen Interventionsszenarien abgeleitet worden?
- Haben diese Interventionsszenarien den grundsätzlichen Charakter von EOPs oder SAMGs?
- Welche Formen der Krisenmanagements und welche diesbezüglichen Prozeduren sind vorgesehen?
- Welche Formen der Krisenmanagements und welche diesbezüglichen Prozeduren sind in EMO schon in Kraft, - welche sind vorgesehen?
- In welcher Form, - außer administrativ im Management, - können Anpassungen, welche die Computer- Security erfordern würde, an den existenten Anlagenteilen - insbesondere der EDV – vorgenommen werden, wenn die Implementation des Computer-Security Konzepts parallel mit der Computer Implementation erfolgt, oder möglicherweise erst stattfindet, nach dem diese schon erfolgt ist?

Diese Fragen wurden nach Relevanz ausgewählt und sind nur eine Teilmenge aus dem Betrachteten!