

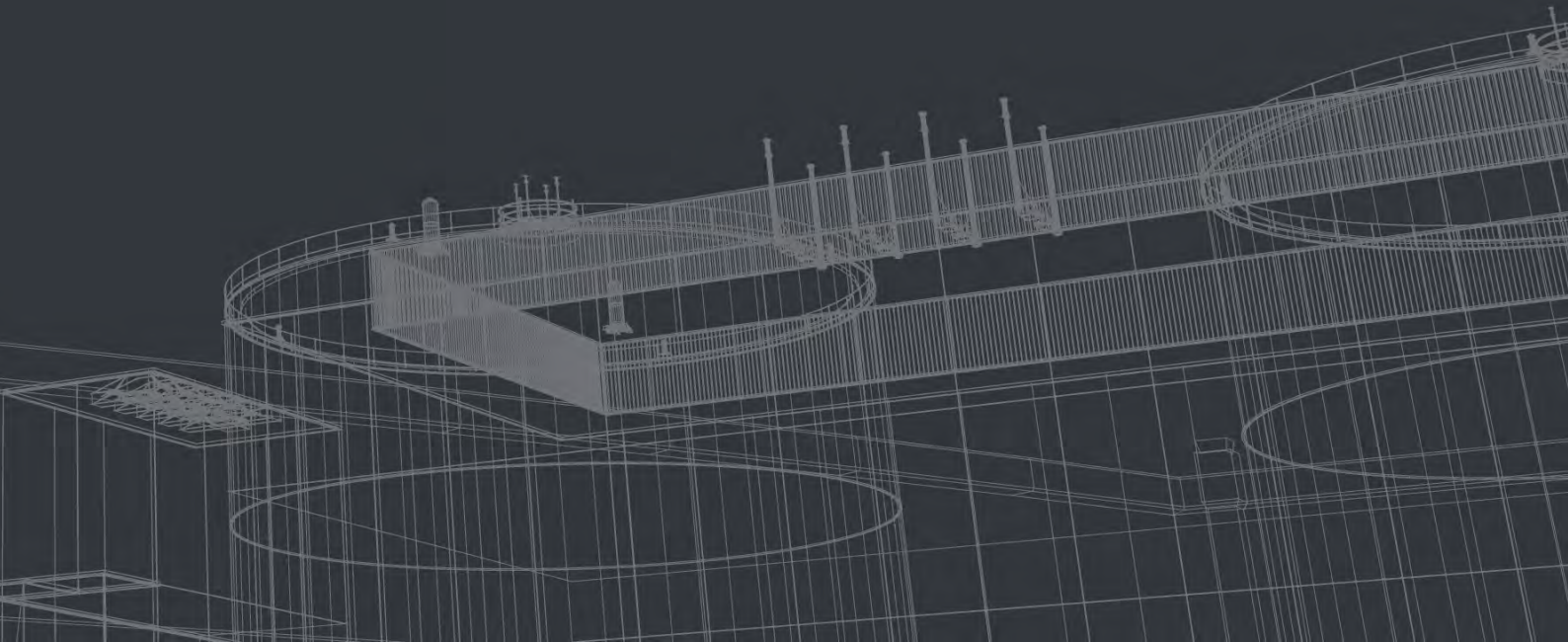


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

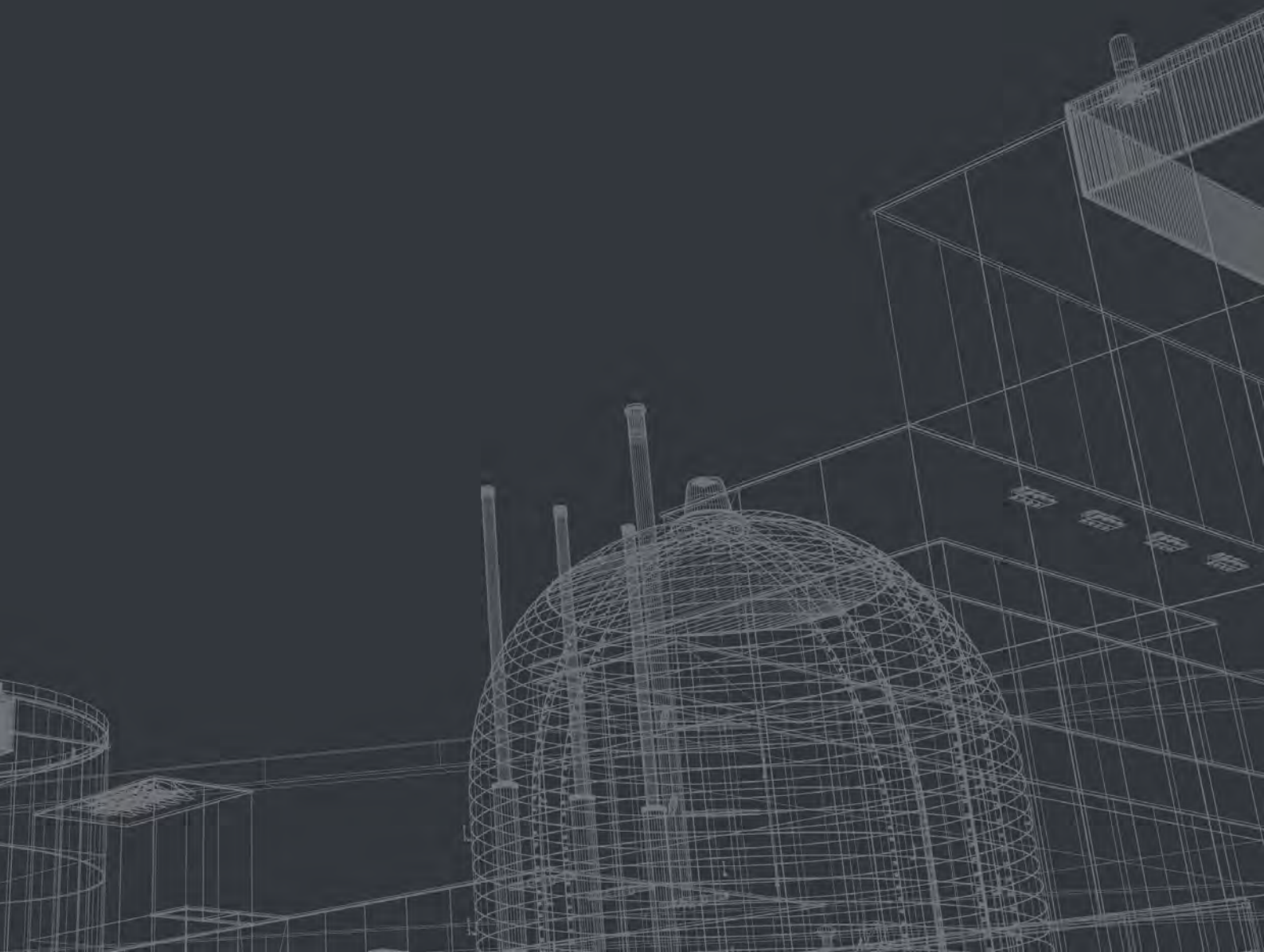
# Lessons Fukushima 11032011

Lessons Learned und Prüfpunkte  
aus den kerntechnischen Unfällen  
in Fukushima



# Fukushima

37° 25' 26.57" N, 141° 1' 56.87" E  
11.03.2011



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ableitung der Prüfpunkte aus den «Lessons Learned» nach dem Fukushima-Unfall</b>	<b>6</b>
2.1	Herleitung und Zuordnung der Prüfpunkte	7
2.2	Evaluierung der Prüfpunkte	8
2.3	IDA NOMEX Arbeitsgruppe	10
2.4	Kategorisierung der Prüfpunkte	11
2.5	Stand der Bearbeitung der Prüfpunkte	11
<b>3</b>	<b>Vorstellung der Prüfpunkte</b>	<b>12</b>
3.1	Handlungsfeld Auslegung	12
3.2	Handlungsfeld Notfallmanagement	16
3.3	Handlungsfeld Erfahrungsrückfluss	21
3.4	Handlungsfeld Aufsicht	22
3.5	Handlungsfeld Strahlenschutz	24
3.6	Handlungsfeld Sicherheitskultur	26
<b>4</b>	<b>Weiteres Vorgehen</b>	<b>27</b>
4.1	Umsetzung der Prüfpunkte	27
4.2	Weitere Beobachtung des Ereignisses in Fukushima	27
<b>5</b>	<b>Anhang: Kurzfassung der «Lessons Learned»</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Abkürzungen</b>	<b>34</b>

# 1 Einleitung

Das Thema «schwere Unfälle» spielt nicht erst seit dem Reaktorunfall in Fukushima, sondern schon seit langer Zeit eine wesentliche Rolle in der Aufsicht des ENSI bzw. der Vorgängerorganisation HSK (Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen). Die Analyse von Vorkommnissen im In- und Ausland und die Prüfung der Bedeutung für die Schweizer Kernkraftwerke gehört zur ständigen Verpflichtung der Aufsichtsbehörde. So verlangte die damalige HSK nach dem Unfall von Harrisburg die Nachrüstung von autarken Notstandssystemen zur Beherrschung von naturbedingten Einwirkungen wie Erdbeben, Hochwasser, Sturm und Blitzschlag sowie von zivilisatorischen Einwirkungen wie Sabotage und Flugzeugabsturz.

Als Folge von Tschernobyl entwickelte die HSK einen Massnahmenkatalog gegen schwere Unfälle (MSU), der unter anderem Massnahmen zur Verhinderung von Kernbeschädigungen und Massnahmen zur Linderung der Folgen von massiven Kernschäden umfasste. Als Folge der Umsetzung des MSU wurden beispielsweise Systeme zur Beherrschung grosser Mengen von Wasserstoff im Containment und die Systeme zur kontrollierten, gefilterten Druckentlastung der Containments realisiert.

Seit über zwei Jahrzehnten werden in der Schweiz Kernschmelzunfälle mit der probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) im Detail untersucht. Aufwendige Gefährdungsanalysen zu externen Ereignissen (wie z.B. Erdbeben) wurden erstellt und werden kontinuierlich dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

Mit der frühzeitig realisierten Einführung von «Severe Accident Management Guidance» (SAMG) – das sind Strategien zur Milderung der Auswirkungen eines Kernschmelzunfalls – stehen den Schweizer Werken auch vorbereitete schriftliche und von der Aufsichtsbehörde geprüfte Hilfen zur Verfügung, mit denen einem Unfall optimal begegnet werden kann. Im internationalen Vergleich haben die schweizerischen Kernkraftwerke insgesamt einen sehr hohen Standard im Bereich schwerer Unfälle erreicht.

Ferner wird die Sicherheit der Schweizer Kernkraftwerke ständig im Rahmen der laufenden Aufsicht und insbesondere im Rahmen der 10-jährlichen periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) überprüft.

Der Unfall von Fukushima gibt jedoch Anlass zu untersuchen, ob an der bisherigen Einschätzung der Vorkehrungen gegen schwere Reaktorunfälle weitere Verbesserungen anzubringen sind und ob für den Schutz der Bevölkerung allenfalls zusätzliche Massnahmen ergriffen werden müssen.

Im vorliegenden Bericht stellt das ENSI Prüfpunkte vor, die im Rahmen der Analyse der Vorgänge in Fukushima als relevant für die weitere Verbesserung der nuklearen Sicherheit und des Notfallschutzes in der Schweiz beurteilt wurden. Die Analysen wurden von einem interdisziplinär zusammengesetzten Team («Japan Analyseteam») durchgeführt. Die Prüfpunkte leiten sich ab aus Erkenntnissen, die aus der Analyse des Verhaltens von Mensch, Technik und Organisation beim Unfallgeschehen resultieren. Diese «Lessons Learned» befinden sich im Anhang dieser Aktennotiz. Grundlage dazu bilden die umfangreichen Untersuchungen, deren Ergebnisse das ENSI in den Berichten «Ereignisabläufe Fukushima Dai-ichi und Dai-ni infolge des Tohoku-Chihou-Taiheiyou-Oki Erdbebens vom 11.03.2011» und «Vertiefende Analyse des Unfalls in Fukushima am 11. März 2011 unter besonderer Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren» (beide Berichte sind auf der ENSI-Website aufgeschaltet) dargelegt hatte.

Die Massnahmen betreffen die Bereiche Auslegung, Notfallmanagement, Erfahrungsrückfluss, Aufsicht, Strahlenschutz und Sicherheitskultur. Diese Bereiche werden im Folgenden als «Handlungsfelder» bezeichnet. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Prüfpunkte zur Optimierung des Notfallschutzes in der Schweiz. Ein Teil dieser Prüfpunkte ist von übergeordneter Natur und fällt primär in den Zuständigkeitsbereich von Bund und Kantonen, weist aber auch Relevanz für das ENSI auf. Entsprechend wurde auf Bundesebene bereits am 04.05.2011 die Interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz (IDA NOMEX) eingesetzt.

Die Umsetzung der kurzfristig erforderlichen Massnahmen wurde durch entsprechende Verfügungen des ENSI eingeleitet und ist teils jetzt schon realisiert, während die mittel- bis längerfristigen Massnahmen im Rahmen der laufenden Beaufsichtigung in einen Aktionsplan einfließen werden. Die Umsetzung der ggf. aus den Prüfpunkten resultierenden Massnahmen hat zum Ziel, die Sicherheit der Schweizer Kernkraftwerke auch bei seltenen Ereignissen weiter zu erhöhen, den Notfallschutz zu optimieren und die Aufsicht des ENSI weiter zu verbessern.

Aus den Analysen der Unfallabläufe konnten bisher keine signifikanten Sicherheitsdefizite bei schweizerischen Kernkraftwerken identifiziert werden. Eine Ausserbetriebnahme gemäss den Kriterien der Verordnung des UVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (kurz: Ausserbetriebnahmeverordnung) ist nicht angezeigt. Die erforderliche Verbesserung der Zuverlässigkeit der Kühlwasserversorgung des KKW Mühleberg wurde bereits während der Revisionsabstellung 2011 realisiert.

## 2 Ableitung der Prüfpunkte aus den «Lessons Learned» nach dem Fukushima-Unfall

Den in Kapitel 3 der vorliegenden Aktennotiz vorgestellten Prüfpunkte liegen primär Erkenntnisse aus der Untersuchung des Unfallgeschehens in den Blöcken 1 bis 4 des KKW Fukushima Dai-ichi zugrunde (die Blöcke des KKW Fukushima Dai-ni konnten nach Erdbeben und Tsunami in einen sicheren Zustand überführt und stabilisiert werden). Diese Erkenntnisse, im Folgenden als «Lessons Learned» bezeichnet, wurden vom ENSI im Rahmen der Analysetätigkeit und der Berichterstattung über die Unfälle erarbeitet. Den «Lessons Learned» liegen hauptsächlich die folgenden Berichte des ENSI zugrunde:

- «Ereignisabläufe Fukushima Dai-ichi und Dai-ni infolge des Tohoku-Chihou-Taiheiyou-Oki Erdbebens vom 11.03.2011», Aktennotiz ENSI-AN-7614 Rev. 1 vom 26.08.2011
- «Vertiefende Analyse des Unfalls in Fukushima am 11. März 2011 unter besonderer Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren», Aktennotiz ENSI-AN-7669 vom 29.08.2011

Zusätzlich hat das ENSI weitere Aspekte im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen untersucht:

- Gesetzliche Grundlagen der nuklearen Aufsicht in Japan
- Struktur der japanischen Nuklearbranche
- Ausfälle der elektrischen Versorgung und Ausrüstungen als Folge von Erdbeben und Tsunami

- Nachrüstmassnahmen an Siedewasserreaktoren mit Mark-I-Containment
- Ergebnisse der IRRS-Mission in Japan in 2007
- Massnahmen in anderen Ländern mit Kernkraftwerken aufgrund des Fukushima-Unfalls.

Die «Lessons Learned» des ENSI wurden in einem ersten Schritt ohne weitere Wertung hinsichtlich ihrer Relevanz für die Schweiz und ihre Übertragbarkeit auf die hiesigen Verhältnisse zusammengestellt. Die «Lessons Learned», die im Anhang zur vorliegenden Aktennotiz zusammengefasst sind, stellen daher noch keine Bewertung oder Selektion von Erkenntnissen mit Blick auf die Anwendbarkeit in der Schweiz dar.

Die Analyseergebnisse des ENSI wurden von externen Experten aus Deutschland, Frankreich und den USA geprüft. Erkenntnisse und Massnahmen von Organisationen und Aufsichtsbehörden anderer Länder wie der IAEA, der Japanischen Regierung und der US-Aufsichtsbehörde NRC wurden zur Verifizierung der ermittelten «Lessons Learned» herangezogen. Durch dieses Vorgehen sollte erreicht werden, dass die «Lessons Learned» für die Schweiz auf eine breite Expertenbasis abgestützt sind. Aus diesen verifizierten «Lessons Learned» hat das «Japan-Analyseteam» des ENSI nach Evaluation der entsprechenden Verhältnisse in der Schweiz Prüfpunkte erarbeitet und diese sechs Handlungsfeldern thematisch zugeordnet.

## 2.1 Herleitung und Zuordnung der Prüfpunkte

Damit die Prüfpunkte den entsprechenden Zuständigkeiten innerhalb des ENSI, der Schweizer Kernkraftwerke und anderer betroffener Institutionen zugeordnet werden konnten, wurden vorgängig die «Lessons Learned» verschiedenen Handlungsfeldern zugeordnet. Die Handlungsfelder stellen spezifische Kompetenzbereiche innerhalb des ENSI dar, sie sind von jeher Bestandteil der Aufsicht des ENSI über die kerntechnischen Anlagen der Schweiz.

Insgesamt lassen sich die Prüfpunkte den folgenden sechs Handlungsfeldern zuweisen. Die Sicherheitskultur ist als letztes Handlungsfeld genannt, da sie inhaltlich in alle anderen Handlungsfelder eingreift, indem sie das sicherheitsgerichtete Denken und Handeln sowohl fördert als auch fordert, ohne jedoch neue technische und organisatorische Anforderungen zu etablieren:

- Auslegung
- Notfallmanagement
- Erfahrungsrückfluss
- Aufsicht
- Strahlenschutz
- Sicherheitskultur



## 2.2 Evaluierung der Prüfpunkte

Zur Evaluierung und Konkretisierung der Prüfpunkte hat das «Japan-Analyseteam» die erarbeiteten Vorschläge den fachlich zuständigen Sektionen des ENSI vorgelegt. Dabei galt es auch zu prüfen, inwieweit die Vorschläge ggf. bereits in laufenden Aufsichtsverfahren Berücksichtigung gefunden haben bzw. ob sich in der bisherigen Beaufsichtigung der Schweizer Kernkraftwerke Aufsichtslücken ergeben, welche entsprechenden Handlungsbedarf nach sich ziehen. Insbesondere galt es auch zu prüfen, ob vorgeschlagene Verbesserungen oder Überprüfungen bereits im Rahmen der Verfügungen des ENSI als Sofortmassnahmen eingeleitet wurden. Es handelt sich um die folgenden Verfügungen:

### 1. Verfügung des ENSI vom 18.03.2011 Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima

- unverzügliche Überprüfung der Auslegung (Erdbeben und Überflutung) hinsichtlich Ausserbetriebnahmekriterien
- Zugang zu einem externen Lager mit zusätzlichen Einsatzmitteln zur Bekämpfung schwerer Unfälle bis zum 01.06.2011
- bei Bedarf Nachrüstung zusätzlicher, extern zugänglicher Anschlüsse für mobile Einsatzmittel bis 31.12.2012
- Nachrüstung von zwei räumlich getrennten Zuführungen zur externen Bespeisung der Brennelementbecken bis 31.12.2012

- Nachweise zur diversitären Kühlmittelversorgung, zur Auslegung der Brennelementbeckenkühlung und zum Schutz von ausserhalb des Primärcontainments befindlichen Brennelementbecken bis 31.03.2011. Eine Stellungnahme des ENSI hierzu erfolgte mit der 3. Verfügung vom 05.05.2011

### 2. Verfügung des ENSI vom 01.04.2011 Vorgehensvorgaben zur Überprüfung der Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung

- Neuermittlung der seismischen Gefährdungsannahmen (Zwischenschritt vor Abschluss PEGASOS Refinement Project, PRP) bis 30.11.2011: Erdbebenfestigkeitsnachweise auf der Grundlage des neuen Erdbebenkataloges des SED und der seismischen Gefährdungsannahmen, die im Rahmen der durch PRP erhobenen Standortdaten neu ermittelt wurden. Bis 31.03.2012: deterministischer Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Erdbebens
- Deterministischer Nachweis der Beherrschung des 10'000-jährlichen Hochwassers bis zum 30.06.2011. Die Nachweise der Betreiber wurden bis zum 31.08.2011 durch das ENSI bewertet
- Deterministischer Nachweis der Beherrschung der Kombination von Erdbeben und dem durch das Erdbeben ausgelösten Versagen der Stauanlagen im Einzugsbereich des Kernkraftwerks bis zum 31.03.2012

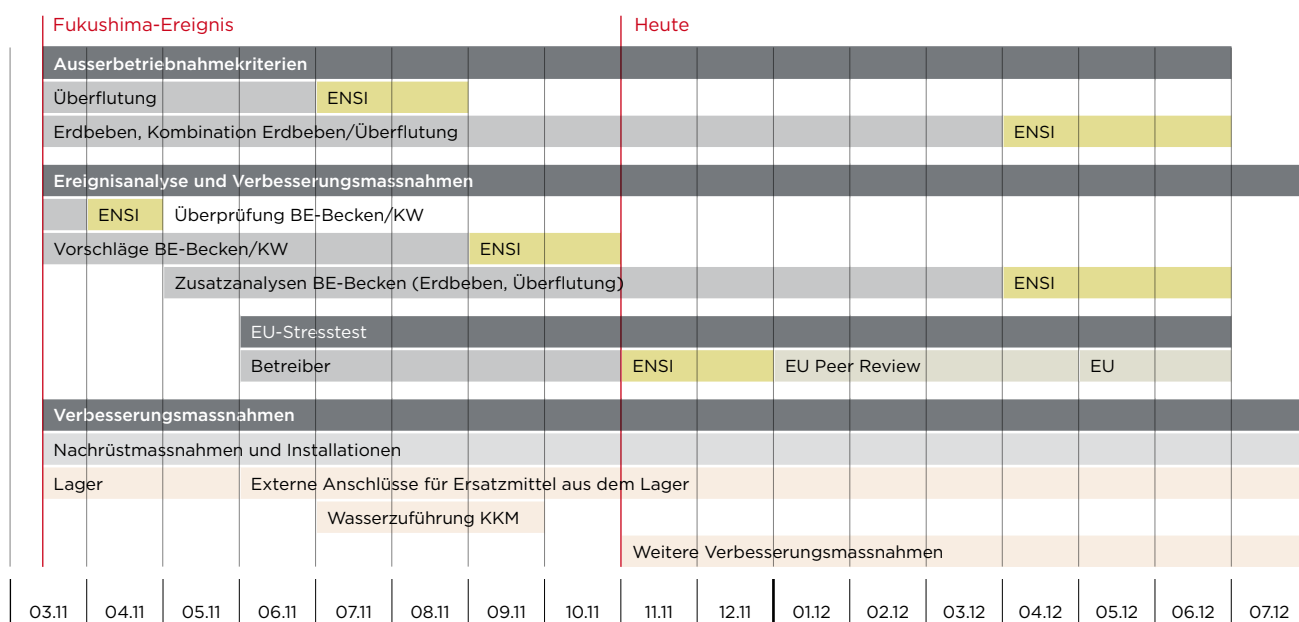


### 3. Verfügung des ENSI vom 05.05.2011 Stellungnahme zu den Berichten vom 31. März 2011

- Massnahmenvorschläge zu den vom ENSI bezeichneten werkspezifischen Befunden im Bereich der Brennelementbecken und Kühlmittelversorgung bis zum 31.08.2011
- Überprüfung der Auslegung der Brennelementbecken, -gebäude und -kühlsysteme gemäss den Vorgehensvorgaben der ENSI-Verfügung vom 01.04.2011 bis zum 31.03.2012
- Bewertung des Schutzes vor Wasserstoffexplosionen im Bereich der Brennelementbecken bis zum 31.03.2012

### 4. Verfügung des ENSI vom 01.06.2011: Neubewertung der Sicherheitsmargen der Kernkraftwerke im Rahmen der EU-Stresstests

- Verpflichtung zur Teilnahme am EU-Stresstest: Neubewertung von Sicherheitsmargen bezüglich Erdbeben, Überflutung, Stromversorgung, Kühlwasserversorgung; Überprüfung der Wirksamkeit von Massnahmen gegen schwere Unfälle



■ Aufsichtsprojekt / -rahmen ■ Betreiber ■ ENSI ■ EU-Stresstest ■ Nachrüstungen / Externes Lager

Abbildung 1: Terminübersicht 2011 / 2012 der Verfügungen

## 2.3 IDA NOMEX Arbeitsgruppe

Der Bundesrat hat am 04.05.2011 die Einsetzung einer interdepartementalen Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz (IDA NOMEX) beschlossen. Aufgabe der Arbeitsgruppe, in der auch das ENSI vertreten ist, ist es, im Lichte der Erfahrungen von Fukushima zu untersuchen, ob im Bereich des Notfallschutzes bei Extremereignissen in der Schweiz weiterer Handlungsbedarf besteht und ob allenfalls neue gesetzliche und organisatorische Notfallschutzmassnahmen ergriffen werden müssen. In der Arbeitsgruppe IDA NOMEX, bestehend aus Vertretern der Kantone, der BK und der Departemente UVEK, EDI, EJPD und VBS werden dazu unter anderem die Notfallschutzverordnung und die ABCN-Einsatzverordnung im Lichte der Erfahrungen aus den Ereignissen in Japan nach dem 11.03.2011 überprüft. Das UVEK wird dem Bundesrat voraussichtlich noch im Herbst 2011 über die Arbeiten Bericht erstatten. Die zuständigen Departemente werden dem Bundesrat bis Mitte 2012 Entwürfe für Gesetzes- und Verordnungsänderungen unterbreiten. Die Federführung und Koordination der Arbeitsgruppe liegt beim Bundesamt für Energie BFE.

Parallel zu den Feststellungen des Bundesrates hat auch die ENSI-Analyse Prüfpunkte zu den in Japan durchgeführten Notfallschutzmassnahmen ergeben. In verschiedenen Bereichen des Notfallmanagements wie beispielsweise Kommunikationsmittel, Information der Bevölkerung, Evakuierung und Schnittstellenregelung sind ggf. Massnahmen zu ergreifen, die primär in den Zuständigkeitsbereich von Bund und Kantonen fallen. Im vorliegenden Bericht sind die Prüfpunkte, die auch im Rahmen der Überprüfung der IDA NOMEX betrachtet werden, besonders gekennzeichnet. Dabei handelt es sich um die Prüfpunkte 9, 10, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 33 und 34.

## 2.4 Kategorisierung der Prüfpunkte

Aus dem komplexen Unfallgeschehen in Fukushima hat das ENSI 37 Prüfpunkte erarbeitet, die dazu beitragen werden, die Sicherheit der Schweizer Kernanlagen weiter zu erhöhen. Die Prüfpunkte wurden in Anlehnung an die gestaffelte Sicherheitsvorsorge (defence-in-depth concept) wie folgt kategorisiert:

**Kategorie I** Prüfpunkte zur Verhinderung von Unfällen

**Kategorie II** Prüfpunkte zur Beherrschung von Unfällen, um eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe zu vermeiden

**Kategorie III** Prüfpunkte zur Linderung der Folgen von Unfällen

Es wurden bisher

- 12 Prüfpunkte der Kategorie I,
- 9 Prüfpunkte der Kategorie II und
- 16 Prüfpunkte der Kategorie III identifiziert.

## 2.5 Stand der Bearbeitung der Prüfpunkte

Der Stand der Bearbeitung der 37 Prüfpunkte bezieht sich auf das Erstellungsdatum dieses Dokuments.

- 13 Prüfpunkte wurden bereits im Rahmen der ENSI-Verfügungen umgesetzt bzw. initiiert.
- 12 Prüfpunkte werden innerhalb der IDA NOMEX weiterverfolgt bzw. sind von ihr abhängig.
- 6 Prüfpunkte werden im Rahmen der Aufsicht des ENSI bereits berücksichtigt.
- 4 Prüfpunkte sind noch zu initiieren.
- 2 Prüfpunkte sind bereits abgeschlossen.

Der Stand der Bearbeitung bzw. Umsetzung ist im folgenden Kapitel für jeden Prüfpunkt einzeln ausgewiesen.

## 3 Vorstellung der Prüfpunkte

In den folgenden Abschnitten werden die Prüfpunkte zusammenfassend aufgelistet und den sechs Handlungsfeldern zugeordnet. Die den Prüfpunkten zugrunde liegenden «Lessons Learned» sind unter dem jeweiligen Prüfpunkt aufgeführt.

### 3.1 Handlungsfeld Auslegung

Aus den «Lessons Learned» der Unfälle in Japan haben sich im Handlungsfeld der Auslegung von kerntechnischen Anlagen die folgenden Themen ergeben, welche das ENSI zusätzlich zur Weiterführung der regulären Aufsichtstätigkeit schwerpunktmässig bearbeiten und begutachten wird.

**Prüfpunkt 1 (Kategorie I)**  
**Die Gefährdungsannahmen für Erdbeben und externe Überflutung sowie für extreme Wetterbedingungen sind unter Berücksichtigung neuester Erkenntnisse neu zu bewerten.**

**Erläuterung:**

Extreme Wetterbedingungen sind insbesondere Schneelasten, Temperaturen, Winde inkl. Tornadogefährdung und Starkregen. Diese Bewertung erfolgt zusätzlich zu der regelmässigen Überprüfung der äusseren Gefährdungsannahmen im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ). Extremwetter wurden erst kürzlich für die Schweiz von METEOSCHWEIZ im Auftrag des ENSI neu analysiert. Die Ergebnisse werden in weitere Analysen einfließen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 6 und 18.

**Umsetzung:**

Im Rahmen der Verfügungen des ENSI vom 18.03.2011 wurde eine zusätzliche gezielte Überprüfung für Erdbeben und Überflutung sowie deren Kombination bereits gefordert. Diese Überprüfungen sind auch Bestandteil des EU-Stresstests, welcher am 01.06.2011 durch das ENSI verfügt wurde.

**Prüfpunkt 2 (Kategorie I)**  
**Die Beherrschungsstrategien bei einem lang anhaltenden totalen Stromausfall sind auf Basis der Erkenntnisse aus Fukushima neu zu bewerten.**

**Erläuterung:**

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 32.

**Umsetzung:**

Das ENSI hatte mit seiner Verfügung vom 01.04.2011 die Schweizer Kernkraftwerke verpflichtet, entsprechende Nachweise für das 10'000-jährliche Erdbeben und Hochwasser zu erbringen. Zusätzlich wird dieser Prüfpunkt durch den EU-Stresstest abgedeckt, welcher durch das ENSI am 01.06.2011 verfügt worden ist.

### Prüfpunkt 3 (Kategorie I)

**Es ist zu überprüfen, ob die Kühlmittelversorgung für die Sicherheitssysteme und die zugehörigen Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gewährleistet ist.**

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 18.

#### Umsetzung:

Im Rahmen der Verfügungen des ENSI vom 18.03.2011 wurde dies gefordert. Mit der Verfügung vom 05.05.2011 wurden auf Basis von Betreiberanalysen Verbesserungsmaßnahmen vom ENSI angeordnet. Im Rahmen des EU-Stresstests, welcher am 01.06.2011 verfügt wurde, wird der gestaffelte Ausfall der für die Wärmeabfuhr erforderlichen ultimativen Wärmesenken betrachtet.

### Prüfpunkt 4 (Kategorie I)

**Es ist zu überprüfen, ob die erforderliche Dichtheit von Gebäuden mit sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen im Falle einer Überflutung des Standortes gewährleistet ist.**

#### Erläuterung:

Bei Leckagen innerhalb der Anlage ist ein Austritt von radioaktiven Wässern in die Umgebung zu unterbinden. Dies bedeutet eine Dichtheit der Gebäude sowohl von Aussen als auch von Innen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 32.

#### Umsetzung:

Im Rahmen der Verfügungen des ENSI vom 01.04.2011 wurde dies bereits gefordert und mit der Bewertung des ENSI vom 31.08.2011 im Wesentlichen abgeschlossen. Das ENSI wird sich im Rahmen von Inspektionen davon überzeugen, dass auch die Dichtheit der Gebäude von Innen nach Aussen gewährleistet ist.

### Prüfpunkt 5 (Kategorie I)

**Es ist auf der Basis der Erfahrungen aus dem Fukushima-Unfall nochmals zu überprüfen, ob die Verfügbarkeit der notwendigen Instrumentierung zur Beurteilung des Anlagenzustandes auch in Extremsituationen hinreichend gewährleistet ist.**

#### Erläuterung:

Die Daten sind zur Beurteilung der Lage bzw. zur Einleitung von erforderlichen Massnahmen innerhalb und ausserhalb der Anlage und deren Kommunikation erforderlich. Dazu gehört auch die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Steuerstellen und Vororteinrichtungen zur Beherrschung von schweren Unfällen unter allen zu betrachtenden Gefährdungsannahmen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 23.

#### Umsetzung:

Die Überprüfung der Instrumentierung für die Überwachung der Brennelementbecken wurde in Rahmen der Verfügung vom 05.05.2011 gefordert. Die weiter erforderlichen Störfallanzeigen sind in der ENSI-Richtlinie B12 geregelt.

### **Prüfpunkt 6 (Kategorie I)**

**Es ist zu überprüfen, ob die Beherrschung von Leckagen und die langfristige Kühlung des Brennelementbeckens bei schweren Unfällen gewährleistet sind.**

#### **Erläuterung:**

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 19 und 33.

#### **Umsetzung:**

In der Verfügung vom 05.05.2011 wurden Verbesserungsmaßnahmen gefordert, die am 31.08.2011 durch die Bewilligungsinhaber eingereicht wurden und die das ENSI beurteilt.

### **Prüfpunkt 7 (Kategorie II)**

**Es ist zu überprüfen, ob die Prüfungen zur Vermeidung von Wasserstoffexplosionen auf weitere Anlagenbereiche über das Primärcontainment hinaus auszudehnen sind.**

#### **Erläuterung:**

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 29.

#### **Umsetzung:**

Das Thema wird im Rahmen des EU-Stresstests behandelt, welcher am 01.06.2011 verfügt wurde. Zusätzlich erfolgte für die Brennelementbecken mit der Verfügung vom 05.05.2011 eine Präzisierung.

### **Prüfpunkt 8 (Kategorie II)**

**Die Systeme zur gefilterten Druckentlastung des Containments sind bezüglich Auslegung und Betrieb erneut zu überprüfen.**

#### **Erläuterung:**

Die in den Schweizer Kernkraftwerken installierten Systeme zur gefilterten Druckentlastung (Venting) sind zur Verhinderung des Überdruckversagens des Primärcontainments bei den Ereignisabläufen mit langsamem Druckaufbau im Containment vorgesehen. Die Anforderungen wurden in Richtlinien der HSK (heute ENSI) aufgenommen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 26.

#### **Umsetzung:**

Das System zur gefilterten Druckentlastung wird sowohl im EU-Stresstest («Massnahmen und Auslegung zum Schutz der Containment-Integrität») als auch im Rahmen von Schwerpunktinspektionen des ENSI geprüft, welche sich speziell auf die Erkenntnisse aus dem Unfall von Fukushima-Dai-ichi beziehen.

### Prüfpunkt 9 (Kategorie II) im Rahmen der IDA NOMEX

Die Erdbeben- und Überflutungsauslegung des Messnetzes zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK) muss im Hinblick der Erfahrungen aus dem Unfall von Fukushima erneut überprüft werden.

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 37.

#### Umsetzung:

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden durch das ENSI die spezifischen Anforderungen für die Umsetzung dieses Prüfpunktes konkretisiert.

### Prüfpunkt 10 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

Es ist zu überprüfen, ob der Notfallraum und der Ersatznotfallraum der Schweizer Kernkraftwerke auf Basis der Erfahrungen aus dem Fukushima-Unfall noch den Anforderungen genügen.

#### Erläuterung:

Kernkraftwerke müssen über adäquate, seismisch robuste, angemessen geschützte, belüftete und gut ausgestattete Notfallräume und Ersatznotfallräume verfügen, welche auch Einwirkungen von aussen wie z.B. Erdbeben oder Überflutung standhalten. Diese benötigen eine ausreichende Ausrüstung und müssen so beschaffen sein, dass die Gesundheit, die Versorgung und der radiologische Schutz des Personals vor Ort gewährleistet

sind. Auch der geschützte Notfallraum des ENSI (GENORA) ist zu überprüfen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 9, 16, 24 und 25.

#### Umsetzung:

Anforderungen an die technische Ausrüstung für den Notfallschutz von Kernanlagen sind in der ENSI-Richtlinie B12 geregelt. Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden durch das ENSI die spezifischen Anforderungen für die Umsetzung dieses Prüfpunktes konkretisiert.

### Prüfpunkt 11 (Kategorie III)

Das Zutrittskontrollsystem der Kernkraftwerke und die zugehörigen Regelungen sind bezüglich Zugänglichkeit von Räumen mit Interventionsbedarf bei schweren Unfällen unter Beibehaltung einer angemessenen Anlagensicherung zu überprüfen. Dabei muss die Strahlenschutzkontrolle gewährleistet bleiben.

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 22.

#### Umsetzung:

Dieser Prüfpunkt wurde im Rahmen der bestehenden Aufsichtstätigkeiten, jedoch unter Berücksichtigung der zusätzlichen Erkenntnisse aus dem Fukushima-Unfall, bereits initiiert und ist weitgehend abgeschlossen.



## 3.2 Handlungsfeld Notfallmanagement

Während des Unfallverlaufs in Fukushima-Dai-ichi wurde die Notwendigkeit eines funktionierenden Notfallmanagements deutlich und es hat sich gezeigt, dass auch für den extrem unwahrscheinlichen Fall eines schweren Unfalls entsprechende Planungen und Vorkehrungen getroffen werden müssen. Die Betreiber der Schweizer Kernkraftwerke sowie das ENSI haben dazu bereits im Rahmen ihrer Notfallplanungen weit reichende Vorkehrungen getroffen. Fukushima bietet als praktisches Beispiel für den Verlauf eines schweren Unfalls die Möglichkeit, die Notfallplanungen in der Schweiz auf den verschiedenen Ebenen und Phasen auf ihre Tauglichkeit und Vollständigkeit hin zu überprüfen und ggf. Verbesserungen einzuleiten.

### Prüfpunkt 12 (Kategorie I)

**Die Notfallmassnahmen zur Wärmeabfuhr bei einem kompletten Ausfall der Kühlwasserversorgung sind unter den Bedingungen gestörter Infrastruktur und Stromversorgung zu überprüfen und zu verifizieren.**

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 18.

#### Umsetzung:

Mit der Einrichtung des externen Lagers (veranlasst mit der Verfügung vom 18.03.2011, bereitgestellt seit 01.06.2011) wurden bereits Mittel bereit gestellt, die in einer solchen Situation zur Aufrechterhaltung der Kühlfunktion unabhängig von den fest installierten Sicherheitssystemen genutzt werden können. Zusätzlich ist dieser Prüfpunkt Bestandteil des EU-Stresstests, welcher am 01.06.2011 durch das ENSI verfügt wurde.

### Prüfpunkt 13 (Kategorie I)

**Es ist zu überprüfen, wie die alternative Einspeisung von Wasser und Strom für Notfälle sichergestellt wird.**

#### Erläuterung:

Die dafür erforderlichen Anschlüsse müssen kompatibel und so angebracht sein, dass bei internen wie externen Einwirkungen die Zugänglichkeit gewährleistet ist. Die erforderlichen Handlungen sind in die Dokumentation der Entscheidungshilfen für das Notfallmanagement für schwere Unfälle (SAMG) aufzunehmen und entsprechend zu trainieren.

Dazu gehört die Wiederherstellung der notwendigen Stromversorgung aus dem externen Netz, aus einem nahe gelegenen Kraftwerk, aus einem anderen Block des Standortes oder durch Notstromdiesel aus dem externen Lager. Dazu sind die bestehenden Randbedingungen einschliesslich der vorgesehenen Zeiträume zu ermitteln und mit den Gegebenheiten der Notfallplanung zu vergleichen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 18 und 22.

#### Umsetzung:

Im Rahmen der SAMG-Entwicklung wurden in den Schweizer KKW bereits vor Jahren zusätzliche Einspeisemöglichkeiten, z.B. zur Einspeisung von Löschwasser geschaffen. Mit der Verfügung vom 18.03.2011 wurde eine nochmalige Überprüfung im Lichte des Unfalls von Fukushima veranlasst.

### Prüfpunkt 14 (Kategorie II)

**Es ist zu prüfen, welche Wasservorräte für die Bespeisung des Reaktordruckbehälters, der Brennelementbecken und des Containments zur Verfügung gestellt werden können.**

#### Erläuterung:

Dabei ist der ursprüngliche Verwendungszweck, z.B. als Feuerlöschwasser, zu berücksichtigen und die Verwendbarkeit bei schweren Unfällen zu definieren.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 34.

#### Umsetzung:

Die verfügbaren Wasservorräte wurden bereits überprüft und sind in den vorhandenen Notfallprozeduren bereits dokumentiert. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind keine weiteren Massnahmen erforderlich.

### Prüfpunkt 15 (Kategorie II) im Rahmen der IDA NOMEX

**Das Notfallmanagement ist auf weiteres Verbesserungspotenzial hin zu überprüfen.**

#### Erläuterung:

Die organisatorischen Notfallschutzmassnahmen haben die menschlichen und organisatorischen Faktoren im Notfallmanagement zu berücksichtigen. Dazu gehören insbesondere die folgenden Themen:

- a Entscheidungsprozesse und -wege im Rahmen der Notfallbewältigung.
- b Qualifikation und Kompetenzen der an der Bewältigung eines Notfalls beteiligten Personen (insbesondere auch der Entscheidungsträger).

- c Berücksichtigung erschwerter physischer und psychischer Arbeitsbedingungen in Notfallplänen und Ausbildung/Training des Personals.
- d Klarheit von Rolle und Verantwortung der an der Bewältigung eines Notfalls beteiligten Organisationen, einschliesslich der Schnittstellen innerhalb und zwischen den Organisationen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 8, 9, 11, 12, 15, 16, 28, 30 und 35.

#### Umsetzung:

Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der IDA NOMEX. Die sich ergebenden spezifische Anforderungen für Kernanlagen werden durch das ENSI beaufsichtigt.

Rollenverteilung und Verantwortung der Notfallorganisationen einschliesslich der Schnittstellen werden bereits im Rahmen von regelmässigen Notfallübungen geübt und überprüft.

### Prüfpunkt 16 (Kategorie II)

**Als Prüfpunkte zur Verbesserung der Notfallplanung und von Notfallübungen hat das ENSI folgende Punkte identifiziert:**

- a Die Entscheidungshilfen für das Notfallmanagement für schwere Unfälle (SAMG) der Kernkraftwerke inklusive der neu geplanten Prüfpunkte zur Beherrschung schwerer Unfälle sind auf Basis der Erkenntnisse aus dem Fukushima-Unfall zu überprüfen. Insbesondere ist dabei zu überprüfen, ob
  - der lang anhaltende Station Blackout (SBO) und der gleichzeitige Eintritt von Ereignissen in Mehrblockanlagen in ausreichendem Mass berücksichtigt sind;

- ein Bedarf an Massnahmen, Hilfsmitteln und Einrichtungen, welche bei schweren Unfällen zur Sicherstellung der langfristigen Unterkritikalität vorhanden sein müssen, besteht.
- b** Berücksichtigung von Störfällen mit lang andauerndem SBO in der Planung von Notfallübungen.
- c** Prüfung, ob die Abläufe in Notfallübungen ausreichend häufig trainiert werden. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf eine funktionierende, organisationsübergreifende Kommunikationskette über die Organisationen zu legen.

**Erläuterung:**

Der Unfall von Fukushima hat bestätigt, dass gut vorbereitete Notfallprozeduren erforderlich sind, um bei der Beherrschung von Unfällen schnell und situationsgerecht reagieren zu können.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 9, 10, 16, 24, 28 und 35.

**Umsetzung:**

Die Schweizer KKW verfügen über ein umfassendes System von Stör- und Notfallvorschriften, ergänzt um SAMG. Eine erneute Überprüfung vor dem Hintergrund der Ereignisse in Fukushima erscheint dem ENSI sicherheitsgerichtet. Dabei sind sowohl die regulatorischen Anforderungen (ENSI-B12) wie auch die Umsetzung der SAMG in den Werken neu zu bewerten.

Im Rahmen der Umsetzung der ENSI-Verfügung vom 18.03.2011 wurde bereits am 01.06.2011 ein externes Notfalllager für alle KKW der Schweiz geschaffen. In diesem werden u.a. Vorräte an Borverbindungen für die langfristige Sicherstellung der Unterkritikalität vorgehalten.

**Prüfpunkt 17 (Kategorie II)  
im Rahmen der IDA NOMEX**

**Ob und wie weit die Kommunikationseinrichtungen ausreichend redundant und diversitär ausgelegt sind, ist zu überprüfen.**

**Erläuterung:**

Bei einem lang anhaltenden Stromausfall ist die Funktionsfähigkeit der für die Notfallbeherrschung notwendigen Kommunikationseinrichtungen sicher zu stellen.

Für diesen Prüfpunkt sind auch die Aufstellungsorte und die Zugänglichkeit der Kommunikationseinrichtungen bei extremen Naturereignissen zu hinterfragen, damit die Kommunikation zu den zuständigen Stellen gewährleistet ist.

Zu diesem Prüfpunkt gehört auch die Sicherstellung, dass das für die Unfallbeherrschung erforderliche Personal einberufen werden kann.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 10, 14 und 25.

**Umsetzung:**

Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der IDA NOMEX. Die sich ergebenden spezifischen Anforderungen für Kernanlagen werden durch das ENSI beaufsichtigt.

### Prüfpunkt 18 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

Es ist sicherzustellen, dass jederzeit ausreichend Personal für die Bewältigung aller notwendigen Notfallmanagementtätigkeiten zur Verfügung steht.

#### Erläuterung:

Dazu gehört, dass sowohl bei den Bewilligungsinhabern als auch beim ENSI und anderen beteiligten Behörden und Institutionen sichergestellt ist, dass das notwendige qualifizierte Personal verfügbar ist. Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 16.

#### Umsetzung:

Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der IDA NOMEX. Die sich ergebenden spezifische Anforderungen für Kernanlagen werden durch das ENSI beaufsichtigt.

### Prüfpunkt 19 (Kategorie III)

**Massnahmen, die die Befähigung der Organisation stärken, auf unerwartete Ereignisse zu reagieren, sind aufgrund der Fukushima-Erfahrungen erneut zu überprüfen.**

#### Erläuterung:

Massnahmen zielen im Allgemeinen darauf, dass unvorhergesehene Ereignisse nahezu ausgeschlossen sind. Hierzu wurde auch die Überprüfung der KKW-Auslegung gegen externe Ereignisse wiederholt. Jedoch können unerwartete Ereignisse bzw. Abläufe nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 1, 9, 10, 12, 15, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 und 36.

#### Umsetzung:

Die Umsetzung dieses Prüfpunktes wird ENSI-intern abgeklärt.

### Prüfpunkt 20 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

**Die Datenübertragung der Anlageparameter ist hinsichtlich einer alternativen, unabhängigen Datenübertragung neu zu bewerten.**

#### Erläuterung:

Dazu gehört auch eine Neubewertung, ob die übermittelten Daten für die Störfallverfolgung und -bewertung ausreichend sind. Unter Datenübertragungen wird die Weiterleitung von Anlagenparametern zur Störfallverfolgung an die dafür erforderlichen internen und externen Stellen verstanden.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 8, 23 und 24.

#### Umsetzung:

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden die spezifischen Anforderungen durch das ENSI formuliert.

### Prüfpunkt 21 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

**Die Evakuierungskonzepte sind unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Fukushima-Unfall zu überprüfen.**

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 14.

#### Umsetzung:

Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der IDA NOMEX.

### Prüfpunkt 22 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

Es ist mit anderen internationalen Partnern abzustimmen, ob und wie ein internationales Netzwerk für eine zentrale internationale Notfallunterstützung aufgebaut werden kann.

#### Erläuterung:

Die Leistungen, die im Notfall zu erbringen wären, sind zu definieren. Dafür sind Vereinbarungen mit den einzubeziehenden Institutionen zu treffen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 12.

#### Umsetzung:

Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der IDA NOMEX. Die sich ergebenden spezifische Anforderungen für Kernanlagen werden durch das ENSI beaufsichtigt.

### Prüfpunkt 23 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

Es ist zu überprüfen, ob die notwendigen Informationen hinsichtlich der Prognosen zu Freisetzung und Strahlenexposition im Schadensfall rechtzeitig und kontinuierlich erfolgen.

#### Erläuterung:

Dabei ist die Richtigkeit der Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung mehrerer potenzieller Quellen (Mehrblockanlagen, Brennelementbecken) zu überprüfen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 10 und 14.

#### Umsetzung:

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden die spezifischen Anforderungen durch das ENSI formuliert.

### Prüfpunkt 24 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

Im Bereich der Information der Öffentlichkeit wurden folgende Verbesserungsmaßnahmen identifiziert:

- a Es ist sicherzustellen, dass nicht nur die nötige Infrastruktur und die nötigen Personen bzw. Organisationen und Einrichtungen zur Krisenkommunikation zur Verfügung stehen, sondern auch die notwendigen Kommunikationsmittel bereitgestellt werden. Die entsprechenden Vorkehrungen müssen getroffen werden. Die zugehörigen Abläufe sind regelmässig zu trainieren. Dazu gehört auch ein funktionierendes Netzwerk von Experten, die den Medien für neutrale und sachliche Informationen zur Verfügung stehen.
- b Überprüfung, ob die Zuständigkeiten für die Information der Bevölkerung sowie von lokalen Behörden und Hilfskräften organisatorisch klar geregelt sind und von allen Beteiligten übereinstimmend verstanden werden.
- c Es soll überprüft werden, ob die Kommunikation der radiologischen Auswirkungen inklusive errechneter Prognosen auch über die Landesgrenzen hinaus zeitgerecht sichergestellt ist.

#### Erläuterung:

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 14.

#### Umsetzung:

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden die spezifischen Anforderungen durch das ENSI formuliert.

### 3.3 Handlungsfeld Erfahrungsrückfluss

#### Prüfpunkt 25 (Kategorie III)

**Es ist zu prüfen, wie weit die Freisetzung von nichtnuklearen Gefahrenstoffen bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen das Unfallgeschehen zusätzlich beeinflussen kann und welche Gegenmassnahmen erforderlich sind.**

#### **Erläuterung:**

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 39.

#### **Umsetzung:**

Die Umsetzung dieses Prüfpunktes ist noch zu initiieren.

Zur weiteren Stärkung des Erfahrungsrückflusses im Rahmen der regulären Aufsichtstätigkeit definiert das ENSI unter dem Aufsichtsschwerpunkt «Lernende Organisation» die folgenden Prüfpunkte:

#### Prüfpunkt 26 (Kategorie I)

**Der Prozess der Auswertung und Übertragbarkeitsprüfung von nationalen und internationalen Betriebserfahrungen ist auf Basis der Erkenntnisse aus dem Fukushima-Unfall zu optimieren.**

#### **Erläuterung:**

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 1.

#### **Umsetzung:**

Das ENSI hat im Rahmen seiner Organisationsänderung zum 01.09.2011 bereits als ersten Schritt die Auswertung von nationaler und internationaler Betriebserfahrung in einer eigenständigen Sektion gebündelt.

#### Prüfpunkt 27 (Kategorie II)

**Es ist zu gewährleisten, dass die Erkenntnisse aus nationalen und internationalen Betriebserfahrungen (Prozess Vorkommnisbearbeitung) in der Organisation der Betreiber an alle betroffenen Stellen (inklusive der Konzernebene) gelangen.**

#### **Erläuterung:**

Gemäss ENSI-Richtlinie B03 müssen die Betreiber bereits jetzt ihre Analyseergebnisse zu Ereignissen dem ENSI melden. Möglicherweise kann der Prozess jedoch verbessert werden.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 2 und 15.

## 3.4 Handlungsfeld Aufsicht

### **Umsetzung:**

Das ENSI wird mit den Monatsberichten über die in den Schweizer Kernkraftwerken bearbeiteten externen Erfahrungsmeldungen und allenfalls eingeleiteter Prüfpunkte orientiert. Im Rahmen der Nachbearbeitung des Unfalls von Fukushima muss der Prozess des Erfahrungsrückflusses der Bewilligungsinhaber neu bewertet werden.

Dieses Handlungsfeld umfasst Prüfpunkte, welche die Aufsicht des ENSI im Allgemeinen betreffen und insbesondere Bezug zum Regelwerk haben. Hierunter fallen auch Bestrebungen auf internationaler Ebene, Anforderungen an die Aufsicht im Nuklearbereich international zu harmonisieren und durch internationale Organisationen überprüfen zu lassen.

### **Prüfpunkt 28 (Kategorie I)**

**Es ist sicherzustellen, dass für die nukleare Sicherheit international harmonisierte Bewertungsmaßstäbe auf hohem Sicherheitsniveau durchgesetzt werden.**

### **Erläuterung:**

Das ENSI wird sich bei internationalen Reviews, insbesondere bei der WENRA weiterhin dafür einsetzen, dass international harmonisierte Bewertungsmaßstäbe auf hohem Sicherheitsniveau zur Anwendung kommen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 1 und 15.

### **Umsetzung:**

Das ENSI wendet die WENRA-Reference-Levels an und berücksichtigt die IAEA-Standards.

Ein erster Schritt in Europa wurde durch die Teilnahme der Schweiz am EU-Stresstest gemacht, welcher durch das ENSI am 01.06.2011 verfügt worden ist.



### Prüfpunkt 29 (Kategorie I)

**Die im Rahmen internationaler Reviews (IRRS, OSART) und bei regelmässigen periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) resultierenden Empfehlungen sollten auch international ein höheres Gewicht bekommen. Die Transparenz der Aufsicht des ENSI und der sicherheitsbezogenen Tätigkeiten der Betreiber ist zu erhöhen.**

#### Erläuterung:

Das ENSI setzt sich im Rahmen seiner IAEA-Mitarbeit für eine verbindliche Durchführung von internationalen Überprüfungen ein. Dazu wird sich das ENSI im November 2011 zum zweiten Mal (nach 1999) einer Überprüfung durch ein von der IAEA geleitetes internationales Expertenteam (Integrated Regulatory Review Service, IRRS) unterziehen. Die Erkenntnisse aus der internationalen Überprüfung sollen jedoch auch im Lichte des Unfalls in Fukushima aufgearbeitet werden. Zusätzlich hat sich das ENSI zur Teilnahme am EU-Stresstest verpflichtet.

Weiterhin hat das ENSI die Transparenz der eigenen Tätigkeiten, insbesondere bezüglich der Massnahmen nach dem Fukushima-Unfall, durch eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit erhöht.

Die Betreiberorganisation WANO bietet für seine Mitglieder Peer Reviews zum Austausch von Betriebserfahrungen an.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 1 und 20.

#### Umsetzung:

Das ENSI hat die IRRS-Mission-2011 bereits vor dem Fukushima Unfall initiiert. OSART-Missionen wurden in allen Schweizer Kernkraftwerken durchgeführt. WANO Peer Reviews werden regelmässig auf Initiative der Betreiber durchgeführt. Die Teilnahme der Schweizer Kernkraftwerke am EU-Stresstest wurde durch das ENSI am 01.06.2011 verfügt.

### Prüfpunkt 30 (Kategorie II)

**Das ENSI überprüft, welche Bedeutung die Lehren aus dem Fukushima-Unfall für seine Aufsicht hat.**

#### Erläuterung:

Insbesondere betrifft dies folgende Themenbereiche:

- a Überprüfung des Regelwerks (insbesondere der ENSI-Richtlinien) im Hinblick darauf, ob diese alle relevanten Lehren aus dem Unfall von Fukushima abdecken.
- b Überprüfung der Aufsichtsstrategie des ENSI im Lichte der Erkenntnisse aus dem Unfall von Fukushima.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 4 und 11.

#### Umsetzung:

Dieser Prüfpunkt ist teilweise initiiert, die Umsetzung muss in die laufenden Änderungen des Regelwerks integriert werden. Die schon vor Fukushima geplante Organisationsänderung des ENSI wurde zum 01.09.2011 unter Einbezug der neuen Erkenntnisse umgesetzt.

## 3.5 Handlungsfeld Strahlenschutz

Für das Handlungsfeld Strahlenschutz wurden die Prüfpunkte identifiziert, die den Einsatz des Personals, die Umgebungsüberwachung zur Feststellung von austretender Radioaktivität und das Management radioaktiver Abfälle bei schweren Unfällen betreffen.

**Prüfpunkt 31 (Kategorie III)**  
**Es sind zusätzliche Einsatzmittel für den Strahlenschutz bei schweren Unfällen vorzuhalten.**

**Erläuterung:**

Die Einsatzmittel sind gesichert vor Erdbeben und Überflutung sowie zugänglich aufzubewahren. Mittel zur Strahlenschutzüberwachung sowie erforderliche Schutzausrüstungen sind zusätzlich zu den kraftwerksinternen Mitteln im externen Lager vorzuhalten.

Dazu gehören das Vorhalten von genügend Personendosimetern und Schutzausrüstungen unter der Berücksichtigung der Gewährleistung der Funktion bei einem lang anhaltenden Stromausfall sowie Mittel zur Jodprophylaxe, was für das Eigen-, Fremd- und Einsatzkräftepersonal gilt.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 13 und 16, 17.

**Umsetzung:**

Im Rahmen der ENSI-Verfügung vom 18.03.2011 wurde bereits am 01.06.2011 ein externes Notfalllager für alle KKW der Schweiz geschaffen.

**Prüfpunkt 32 (Kategorie III)**

**Es ist zu prüfen, ob die auf dem Kraftwerksareal vorhandenen Emissions- und Immissionsmessungen zur Bestimmung der Aktivitätsabgaben auch im Notstromfall oder im Notstandfall gesichert sind.**

**Erläuterung:**

Dazu gehört auch ein Konzept für Ersatzmessungen bei einem lang andauernden totalen Stromausfall, welches die Erfahrungen aus dem Fukushima-Unfall berücksichtigt.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 37.

**Umsetzung:**

Dieser Prüfpunkt ist noch zu initiieren.

**Prüfpunkt 33 (Kategorie III)**  
**im Rahmen der IDA NOMEX**

**Es ist zu prüfen, inwieweit die für Ausbreitungsberechnungen erforderlichen meteorologischen Daten bei extremen Naturereignissen gesichert zur Verfügung stehen.**

**Erläuterung:**

Die für die Ausbreitungsberechnungen erforderlichen meteorologischen Daten müssen bei schweren Unfällen als Folge extremer Naturereignisse wie Erdbeben oder Überflutung verfügbar sein. Ein Konzept für Ersatzmessungen soll sicherstellen, dass auch bei einem lang anhaltenden Stromausfall Ausbreitungsrechnungen durchführbar sind.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 37.

**Umsetzung:**

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden durch das ENSI die spezifischen Anforderungen für die Umsetzung dieses Prüfpunktes konkretisiert.

### Prüfpunkt 34 (Kategorie III) im Rahmen der IDA NOMEX

**Der Umgang mit Kontaminationen in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen nach schweren Unfällen ist zu regeln.**

#### **Erläuterung:**

Bei der Bodenkontamination ist zu prüfen, welche Mittel geeignet sind, die Kontamination einzudämmen und die Auswirkungen zu beschränken. Die notwendigen Mittel müssen im Anforderungsfall in angemessenen Zeiträumen bereitgestellt werden können oder vorgehalten werden. Zu den Mitteln können Bindemittel (Harze zum Versprühen, Zement), Abdeckmaterialien (um lose Kontaminationen zu fixieren bzw. abzudecken) und Reinigungsgeräte (Sauger, Pumpen, Greifer, etc.) gehören.

Für Personenkontaminationen ist zu prüfen, ob die notwendigen Mittel und Regelungen auch für grössere Personengruppen ausreichend sind.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 13.

#### **Umsetzung:**

Auf Basis der durch die IDA NOMEX gewonnenen Erkenntnisse werden durch das ENSI die spezifischen Anforderungen für die Umsetzung dieses Prüfpunktes konkretisiert.

### Prüfpunkt 35 (Kategorie III)

**Für schwere Unfälle ist zu prüfen, wie mit grossen Mengen kontaminierten Wassers, radioaktiven Abfällen oder umweltgefährdenden Stoffen umgegangen werden soll.**

#### **Erläuterung:**

Die vorgesehenen Verfahren sind im Notfallmanagement zu integrieren. Es ist zu prüfen, wie die erforderlichen technischen Mittel im Einsatzfall bereitgestellt werden können und ob Mittel vorzuhalten sind.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 38 und 39.

#### **Umsetzung:**

Dieser Prüfpunkt ist noch zu initiieren.

### Prüfpunkt 36 (Kategorie III)

**Im Rahmen der Notfallplanung für schwere Unfälle ist zu gewährleisten, dass genügend Strahlenschutzpersonal vor Ort verfügbar ist.**

#### **Erläuterung:**

In der zu erwartenden Stresssituation sind kurzfristige Dosismessung und eine sicherheitsgerichtete Arbeitsplanung zum Schutz des Anlagenpersonals weiterhin zu ermöglichen.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus der «Lesson Learned» 17.

#### **Umsetzung:**

Dieser Prüfpunkt ist noch zu initiieren.

## 3.6 Handlungsfeld Sicherheitskultur

Der Unfall von Fukushima-Dai-ichi hat einmal mehr gezeigt, dass die Sicherheitskultur in der Betreiberorganisation einen hohen Stellenwert einzunehmen hat. Das ENSI misst dem Thema bei seiner Aufsicht grosse Bedeutung bei, was sich z. B. in der regelmässigen Durchführung von Fachgesprächen zur Sicherheitskultur äussert. Trotzdem ist unter dem Eindruck des Unfalls von Fukushima zu prüfen, ob sich im Bereich der Aufsicht neue Erkenntnisse für eine noch bessere Entwicklung der Sicherheitskultur in den Betreiberorganisationen ergeben.

### Prüfpunkt 37 (Kategorie I)

**Die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Fukushima-Unfall sind in den Programmen zur Förderung und Entwicklung der Sicherheitskultur in den Schweizer Kernkraftwerken zu berücksichtigen.**

#### Erläuterung:

Die Erkenntnisse aus der kritischen Reflexion des Unfalls von Fukushima in Bezug auf die Sicherheitskultur werden im Rahmen der regelmässigen «Fachgespräche zur Sicherheitskultur» mit den Schweizer Bewilligungsinhabern thematisiert. Zudem sind Aspekte der Sicherheitskultur Gegenstand der regulären Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation. Insbesondere sind hier die folgenden Themen zu berücksichtigen:

- a kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit.
- b Massnahmen zur Förderung einer guten Sicherheitskultur, insbesondere in den Bereichen Instandhaltungsmanagement und Change Management.
- c Priorisierung der Sicherheit im Spannungsfeld zwischen Politik, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit.

Ferner ist zu überprüfen, ob sich aus den Ereignissen in Fukushima neue Erkenntnisse bezüglich einer sicherheitsgerichteten Entwicklung von Organisationen ergeben, welche in der bisherigen Aufsichtspraxis, im Regelwerk des ENSI, aber auch in der Strategie des ENSI noch nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

Dieser Prüfpunkt wurde abgeleitet aus den «Lessons Learned» 1, 2, 3, 7, 15, 21 und 27.

#### Umsetzung:

Im Rahmen der Fachgespräche zur Sicherheitskultur sowie der regulären Aufsicht im Bereich der Organisation wird sich das ENSI über den Stand der weiteren Förderung der Sicherheitskultur informieren.

Im Rahmen der anstehenden Aufsichtsplanung wird ein Schwerpunkt definiert, welcher zur Umsetzung der Prüfpunkte im Bereich Managementsystem dient.

Das ENSI wird durch die Bewilligungsinhaber bezüglich Massnahmen zur Sicherheitskultur kontinuierlich mit den Monats- bzw. Jahresberichten informiert. Ferner werden diese Massnahmen in der PSÜ thematisiert.

## 4 Weiteres Vorgehen

### 4.1 Umsetzung der Prüfpunkte

Die Umsetzung der aus den «Lessons Learned» abgeleiteten Prüfpunkte wird dazu beitragen, die Sicherheit der Schweizer Kernkraftwerke weiter zu verbessern: es wird angestrebt, die Prüfungen im Zeitrahmen bis 2015 durchzuführen und daraus ggf. resultierenden Massnahmen umzusetzen.

Massnahmen mit besonderer Bedeutung für die Sicherheit wurden unmittelbar nach dem Unfall von Fukushima eingeleitet, so z.B. mit der Verfügung vom 18.03.2011 hinsichtlich der Prüfung der Auslegung der Schweizer Kernkraftwerke gegen extreme Naturereignisse, wie sie in Fukushima zum Unfall geführt haben.

Die noch offenen Prüfpunkte werden in der anstehenden Aufsichtsplanung berücksichtigt und über die gesamte Organisation des ENSI hinweg koordiniert. Für die nächsten Jahre wird das ENSI jeweils Schwerpunkte für die Umsetzung der Bedeutung für die Sicherheit entsprechend definieren und die detaillierte Aufsichtsplanung darauf basieren.

### 4.2 Weitere Beobachtung des Ereignisses in Fukushima

Die Analyse früherer schwerer Unfälle hat gezeigt, dass die Erfassung aller Details und deren Auswertung mehrere Jahre in Anspruch nehmen können. Beispielsweise war der Zugang zum Reaktor des havarierten Kernkraftwerks „Three Mile Island“ erst Jahre nach dem Unfall möglich. Daher rechnet das ENSI auch für den Fukushima-Unfall mit einer noch lange andauernden Faktensammlung. Im Laufe der Zeit werden daraus voraussichtlich weitere «Lessons Learned» abgeleitet und weitere Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit der Schweizer KKW folgen. Die hier zusammengefassten Prüfpunkte sind daher als weiterer Zwischenschritt der ENSI-Analyse zum Fukushima-Unfall zu sehen.

Das ENSI wird weiterhin Informationen zum Fukushima-Unfall einholen, prüfen und die daraus resultierenden Erkenntnisse in die eigene Aufsichtstätigkeit einfliessen lassen. Wo angezeigt, wird das ENSI neue Verfügungen erlassen oder andere Massnahmen ergreifen.

## 5 Anhang: Kurzfassung der «Lessons Learned»

Das ENSI hat den kerntechnischen Unfall von Fukushima einer umfassenden Analyse unterzogen und die Ergebnisse in zwei Berichten veröffentlicht (siehe Abschnitt 2). Die Untersuchungen zeigten eine Reihe organisatorischer und technischer Unzulänglichkeiten auf, die den Unfall verursachten bzw. seine Schadenswirkung akzentuierten. Die Erkenntnisse aus den erfolgten Analysen des ENSI sind hier in 39 komprimierten „Lessons Learned“ zusammengefasst. Es handelt sich dabei zum einen um gesicherte Fakten, zum anderen aber um Hypothesen, die das ENSI aus den verfügbaren Informationen (Stand August 2011) abgeleitet hat. Die Reihenfolge der „Lessons Learned“ ist nicht inhaltlich bedingt, sondern resultiert aus der oben genannten vertiefenden Analyse.

### **Lesson Learned 1** **Defizite in der Entwicklung einer lernenden Organisation**

Die Erfahrungen aus nationalen und internationalen Vorkommnissen wurden nicht genügend beachtet. Gemäss der IRRS Mission von 2007 in Japan haben Vorkommnisse, die keine öffentliche Beachtung fanden, sowie ausländische Vorkommnisse nicht zu Verbesserungsmassnahmen in den japanischen Kernkraftwerken geführt.

### **Lesson Learned 2** **Mangelhafte Unternehmenskultur**

Beim Betreiber scheint sich eine Unternehmenskultur etabliert zu haben, welche Fälschungen und Verschleierungen begünstigt.

### **Lesson Learned 3** **Rückstufung der Sicherheit aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen**

Das Betreiberunternehmen schrieb im Jahresbericht 2010, dass im Rahmen eines Kosteneinsparprogramms die Frequenz von Ausrüstungsinspektionen reduziert wurde.

### **Lesson Learned 4** **Fehlende Unabhängigkeit der Aufsichtsbehörde (NISA)**

NISA war Teil des Industrieministeriums (METI). Dies hatte Interessenskonflikte und intransparente Entscheidungsstrukturen zur Folge.

### **Lesson Learned 5** **Strukturelle Mängel im Gesamtsystem der Aufsicht**

Rollen und Verantwortlichkeiten der japanischen Aufsichtsorgane waren nicht klar geregelt.

### **Lesson Learned 6** **Unzureichende Aufsichtstiefe**

Die Aufsichtsbehörde hat – das Hauptversäumnis – die Tsunamisicherheit vor dem Bau und während des Betriebs der Anlage nicht bzw. nur oberflächlich geprüft.

### **Lesson Learned 7** **Mängel in der Sicherheitskultur des Betreibers**

Sicherheitsüberprüfungen wurden versäumt oder gar gefälscht. Die Folge war ein mangelhaftes Instandhaltungsmanagement.

### Lesson Learned 8

#### **Mängel bei der Entscheidungsfindung**

Die Meerwassereinspeisung hätte früher eingeleitet werden müssen. Die – aus unterschiedlichen Gründen – unzulängliche Kommunikation zwischen Betreibergesellschaft, Aufsichtsbehörde und Regierung (Premierminister) verhinderte zeitgerechte Entscheidungen. Die für die Entscheidungsfindung erforderlichen Anlagenparameter standen nicht kontinuierlich zur Verfügung.

### Lesson Learned 9

#### **Unzureichende Vorbereitung von Notfallmassnahmen**

In Japan erfolgte die Vorbereitung von Notfallmassnahmen auf freiwilliger Basis der Betreiber. Die vorhandenen Notfallpläne wiesen verschiedene Mängel auf: unzureichende Notfallprozeduren für technische Entscheidungshilfen bei schweren Unfällen (Severe Accident Management Guidance, SAMG); mangelhafter Kommunikationsplan; Verspätung der externen Notfallhilfe; ungenügende Berücksichtigung einer gleichzeitigen Zerstörung der gesamten Infrastruktur; Personal einschliesslich Notfallstab für ein Ereignis dieses Ausmasses unzureichend vorbereitet. Nachrüstungen von diversitären Zusatzsystemen zur Beherrschung externer Ereignisse sind in Japan möglicherweise nur teilweise erfolgt.

### Lesson Learned 10

#### **Überforderung des Personals**

SAMG-Massnahmen zur Milderung der Auswirkung eines schweren Unfalls wurden nicht ausreichend umgesetzt, sodass es zu umfangreichen und langzeitigen Freisetzungen gekommen ist.

### Lesson Learned 11

#### **Regulatorische Defizite**

Die Notfallmassnahmen zur Beherrschung schwerer Unfälle waren in den zugehörigen Gesetzen und Regelwerken nicht ausreichend geregelt.

### Lesson Learned 12

#### **Versäumnisse bei der behördlichen Notfallplanung**

Der lokale Krisenstab war nicht einsatzbereit bzw. überfordert; zusätzlich gab es Kommunikationsprobleme zwischen allen Beteiligten. Zudem war die Koordination von internationaler Hilfe nicht ausreichend.

### Lesson Learned 13

#### **Ungenügende Strahlenschutzmassnahmen**

Als Folge der Überflutung waren für das Personal zu wenig Personendosimeter und Schutzausrüstungen vorhanden.

### Lesson Learned 14

#### **Unzureichende Information der Bevölkerung**

Die Bevölkerung wurde über die erwartete Entwicklung der Strahlenexposition und Kontamination unzureichend oder zu spät informiert.

### Lesson Learned 15

#### **Gefahren der Gruppendynamik**

Während der vorherigen Betriebszeit kam es zu einer Unterschätzung von Risiken, zum Ausklammern von Warnungen und Fakten und möglicherweise zu Gruppendenken, Selbstzufriedenheit und übermässigem Vertrauen innerhalb der Führungsschichten des Betreibers.



### Lesson Learned 16

#### **Belastende Arbeitsbedingungen**

Der Unfall brachte für das Personal eine ausserordentliche physische und psychische Belastung mit sich, die durch die unzureichende Kenntnis der tatsächlichen Situation im Verlauf des Unfalls noch akzentuiert wurde.

### Lesson Learned 17

#### **Unkenntnis der radiologischen Situation**

Die Krisenbewältigung wurde erschwert, da die radiologische Situation, insbesondere in der Anfangsphase des Unfalls, unklar war.

### Lesson Learned 18

#### **Unzureichende Auslegung gegen externe Ereignisse**

Der Betreiber ist für die Sicherheit seiner Anlage verantwortlich. Seine Annahmen zur Stärke des grössten anzunehmenden Erdbebens sowie für die Häufigkeit und Höhe von Tsunamis waren unzureichend. Die darauf basierende Auslegung der Anlagen war demzufolge unzureichend. Es ist unklar, inwieweit der Nachweis einer angemessenen Tsunamiauslegung von der Aufsichtsbehörde geprüft wurde.

Infolge der unzureichenden Auslegung kam es zur Überflutung der Notstromdiesel, der Nebenkühlwasserversorgung und der Nachwärmeabfuhrsysteme. Die Überflutung führte zum vollständigen und lang anhaltenden Ausfall der installierten Strom- und Kühlwasserversorgung sowie zum Ausfall der Wärmeabfuhr.

Lediglich der einzige vorhandene luftgekühlte Dieselgenerator in Block 6 von Fukushima-Dai-ichi war weiterhin betriebsbereit und konnte später zur Unfallbeherrschung in den Blöcken 5 und 6 benutzt werden.

### Lesson Learned 19

#### **Mängel in der Baukonstruktion**

Durch die Anordnung der Brennelementbecken im oberen Teil der Reaktorgebäude wurde die Einleitung der erforderlichen Notfallmassnahmen erschwert. Zusätzlich haben die nicht dicht verschlossenen Gebäudeverbindungen (z.B. Kabel- und Rohrkanäle) den Austritt von kontaminiertem Wasser oder Venting-Gasen aus dem Reaktorgebäude ermöglicht.

### Lesson Learned 20

#### **Fehlende Verbindlichkeit der Sicherheitsreviews**

Schwachstellen im Sicherheitsbereich wurden trotz internationaler Reviews (im Rahmen von WANO- und OSART-Missionen) und trotz der periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durch japanische Stellen nicht behoben. Das liegt nicht zuletzt daran, dass es sich bei den Verbesserungsmaßnahmen der WANO (World Association of Nuclear Operators) um Eigenverpflichtungen der Betreiber handelt, über die zudem keine Transparenz nach aussen herrscht. Die OSART-Experten (Operational Safety Review Team) erarbeiten ihre Empfehlungen zwar im Auftrag der IAEA, doch besteht für die Bewilligungsinhaber keine direkte Verpflichtung, die Prüfpunkte auch umzusetzen. Bei der PSÜ werden die international geltenden Vorgaben unterschiedlich umgesetzt.

### Lesson Learned 21

#### **Ungünstige und fehlerhafte Operatorhandlung**

Aufgrund einer technischen Vorschrift zur Einhaltung eines maximalen Abfahrkühlgradienten erfolgte die manuelle Abschaltung (vermutlich eines Stranges) des Notkondensators von Block 1 zehn Minuten nach Eintritt des Erdbebens. Die Armaturen des Notkondensators wurden später vor Ort, ohne Kenntnis des Schichtchefs, geschlossen. Als Folge stand der Notkondensator für die spätere Unfallbeherrschung nicht mehr zur Verfügung.

### Lesson Learned 22

#### **Behinderung der Wiederherstellung von Versorgungseinrichtungen**

Die Umsetzung von Notfallmassnahmen (SAMG) wurden durch die erschwerte Zugänglichkeit infolge Beschädigungen (Trümmer) von Anlagenteilen und -räumen sowie Stromausfällen nach dem Tsunami erschwert. Anschlüsse für die mobilen Stromversorgungseinrichtungen mussten erst eingerichtet werden, was nicht sofort funktionierte. Die Bereitstellung der Meerwassereinspeisung bereitete evtl. technische Probleme.

### Lesson Learned 23

#### **Ausfall von elektrischen Einrichtungen**

Als Folgen des vollständigen Ausfalles der Notstromversorgung kam es in den Blöcken 1, 2 und 4 zu Ausfällen der Beleuchtung und der Anlageninstrumentierung. Diese Anlagen mussten unter schwierigsten Bedingungen betrieben werden. Beispielsweise kam es zu Ausfällen der Füllstandsanzeige des Reaktordruckbehälters.

### Lesson Learned 24

#### **Örtliche Umgebungsbedingungen behinderten die Notfallmassnahmen**

Die Ortsdosisleistung in den Kontrollräumen stieg stark an (temporär sogar sehr stark), so dass die Anzahl der Operateure reduziert und zeitweise alle Operateure evakuiert werden mussten. Vergleichbares gilt für den Notfallraum (Arbeitsstelle des Notfallstabes vor Ort). Auch hier schränkten die radiologischen Bedingungen, verschlechterte Kommunikationsbedingungen und der Ausfall der Beleuchtung die Anordnung und Durchführung von Notfallmassnahmen ein.

### Lesson Learned 25

#### **Fehlende Einsatzbereitschaft von Kommunikationseinrichtungen**

Die Kommunikationsmittel für den Notfallstab und zur Übermittlung von Weisungen waren anfangs teilweise nicht einsatzbereit. Betroffen waren neben dem externen Telefon und Mobilfunknetz auch betriebsinterne Kommunikationseinrichtungen des KKW in Fukushima Dai-ichi.

### Lesson Learned 26

#### **Probleme beim Venting**

Es gab beim Venting des Containments Schwierigkeiten bei der Durchführung. Die elektrischen Antriebe der Armaturen standen infolge des Stromausfalls nicht mehr zur Verfügung. Damit war eine Bedienung vom Kontrollraum aus nicht mehr möglich. Die Handbedienung der Armaturen vor Ort wurde durch erschwerten Zugang zu den Komponenten behindert. Weiter musste aufgrund zu hoher Ortsdosisleistungen das Öffnen der Armaturen mehrmals unterbrochen werden.

### Lesson Learned 27

#### **Wartungsmängel**

Inoffizielle Quellen enthalten Hinweise, wonach sicherheitstechnisch wichtige Ausrüstungen nicht ausreichend gewartet wurden. Inwieweit diese Hinweise zutreffen, kann nicht abschliessend geklärt werden.

### Lesson Learned 28

#### **Technisch bedingte Verzögerungen**

Möglicherweise kam es zu Verzögerungen bei der Einspeisung von Meerwasser, da kein Druckabbau des Reaktordruckbehälters möglich war. Überdies war der eingespeiste Volumenstrom von Kühlwasser bei der noch vorhandenen Nachzerfallsleistung nicht ausreichend.

### Lesson Learned 29

#### **Unzureichende Vorkehrungen gegen Wasserstoffexplosionen**

Es wurde nicht vorausgesehen, dass im Reaktorgebäude Explosionen aufgrund von Wasserstoffleckagen aus dem Containment auftreten können. Dementsprechend waren keine Massnahmen zur Verhinderung von Wasserstoffexplosionen im Reaktorgebäude ausserhalb des Containments vorgesehen.

### Lesson Learned 30

#### **Engpässe bei Ausrüstung und Personal für die Notfallmassnahmen**

Die Durchführung der Notfallmassnahmen wurde erschwert, da die Blöcke bei Ausrüstung und Systemen nicht voneinander unabhängig waren. Hierzu gehörten gemeinsam genutzte Rohrleitungs- und Kabelschächte, Druckluftversorgung, Notstromdiesel und gemeinsame Abluftkamine. Zusätzlich gab es im personellen Bereich Überschneidungen zwischen den Blöcken. Dies könnte zu personellen Engpässen bei der Unfallbewältigung geführt haben.

### Lesson Learned 31

#### **Mangelhafte Stromversorgung**

Die Stromversorgung war unzureichend gegen externe Ereignisse ausgelegt und zu wenig diversifiziert.

### Lesson Learned 32

#### **Unzureichender Schutz von Sicherheitsausrüstungen**

Der Tsunami beeinträchtigte viele zur Störfallbeherrschung erforderliche Sicherheitsausrüstungen. Möglicherweise verstopften Sedimente die Kühlwassereinläufe, und die Luftansaugungen an den Gebäuden könnten zu Wassereinbrüchen geführt haben.

### Lesson Learned 33

#### **Mangelhafte Kühlung der Brennelementbecken**

Ein Ausfall der Kühlung der Brennelementbecken wurde bislang als kleines Risiko angesehen, da abgebrannte Brennelemente vergleichsweise wenig Wärme entwickeln und der Zeitraum und die technischen Möglichkeiten für die Wiederherstellung der Kühlung als unkritisch angesehen wurden. In Fukushima wurde die Wiederinbetriebnahme der Kühlung jedoch durch starke Gebäudeschäden und die Häufung der Unfälle in mehreren Anlagen stark verzögert und technisch behindert.

### Lesson Learned 34

#### **Zu wenige Wasservorräte**

Es waren möglicherweise keine grösseren internen Wasservorräte zur Bespeisung der Reaktordruckbehälter vorhanden, da bereits am 12.03.2011 mit der Einspeisung von Meerwasser begonnen wurde.

### Lesson Learned 35

#### **Zu wenige Borvorräte**

Es waren möglicherweise keine grösseren Borvorräte vorhanden, da gemäss Pressemeldungen bereits einige Tage nach Ereigniseintritt Borlieferungen aus den USA erfolgten.

### Lesson Learned 36

#### **Verfügbarkeit Passiver Systeme unter Unfallbedingungen**

TEPCO und NISA zogen beim Block 2 den Schluss, dass das Reactor Core Isolation Cooling System vermutlich auch nach der Erschöpfung der Batteriekapazität weiter in Betrieb blieb (ca. 30 Stunden lang). D.h. dass ein Betrieb ohne die eigentlich erforderlichen Einrichtungen der Leittechnik unter den Bedingungen eines extremen Unfalles noch möglich und zweckmässig war.

### Lesson Learned 37

#### **Umweltüberwachung beeinträchtigt**

Eine angemessene radiologische Umweltüberwachung war direkt nach dem Unfall nicht möglich, da Erdbeben und Tsunami die entsprechenden Einrichtungen und Anlagen beschädigt bzw. zerstört hatten.

### Lesson Learned 38

#### **Ungenügende Wasserentsorgung**

Beim Unfall fielen grosse Mengen von radioaktiv belastetem Wasser an. Die Verantwortlichen hatten und haben grosse Schwierigkeiten, dieses Wasser zwischenzulagern, zu reinigen, zu entsorgen und dabei eine Freisetzung ins Meer bzw. in den Boden zu verhindern.

### Lesson Learned 39

#### **Gefährliche Stoffe**

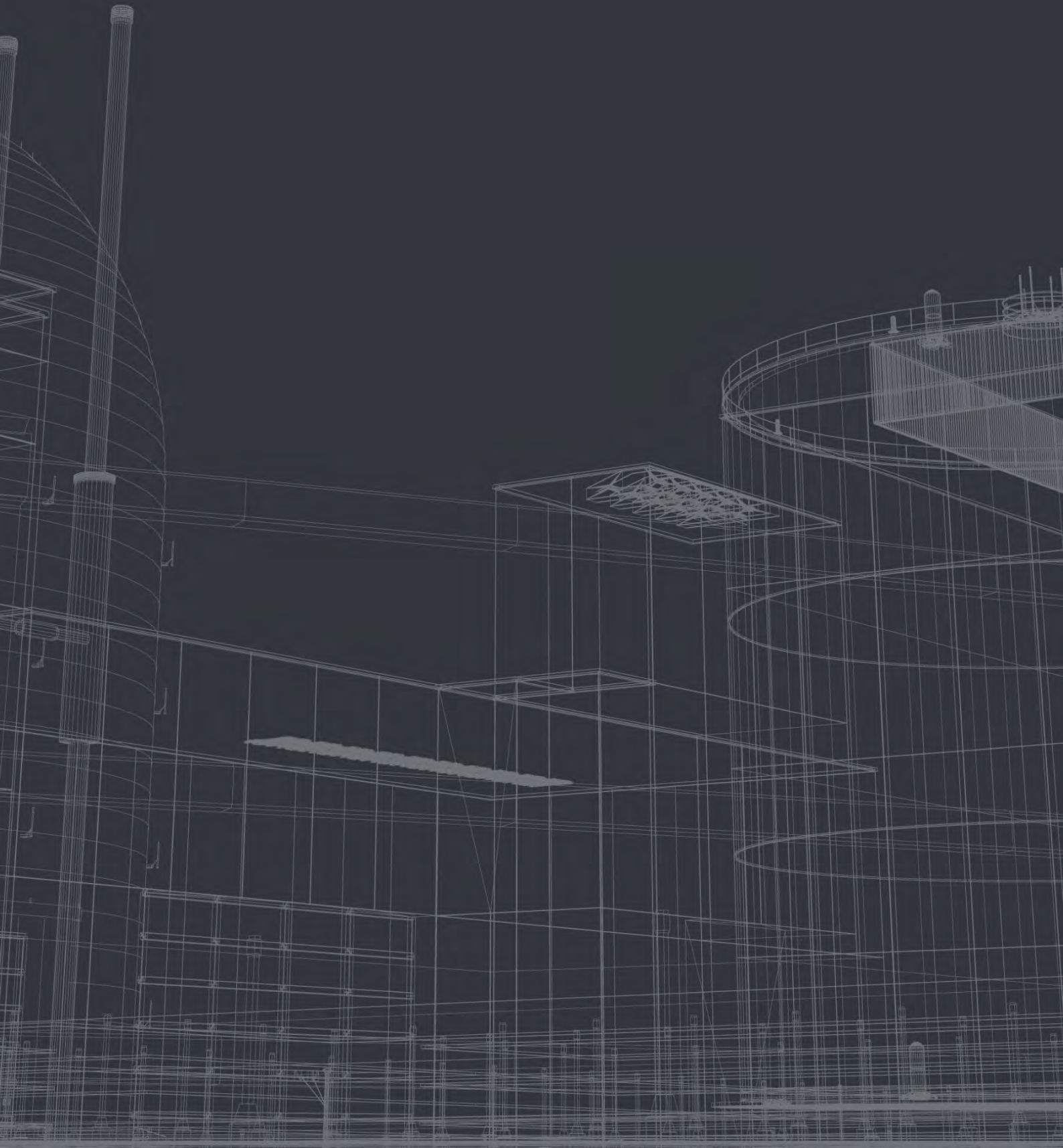
Neben der Freisetzung von radioaktiven Stoffen erfolgte eine Freisetzung von Stoffen, die die Gesundheit der Bevölkerung und des Ökosystems gefährdeten (z.B. Öle, Schmiermittel, Korrosionsschutzmittel).

## 6 Abkürzungsverzeichnis

BEB	Brennelementbecken
BK	Bundeskanzlei
EDI	Eidgenössisches Departement des Innern
EJPD	Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartment
GENORA	Geschützter Notfallraum
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
IAEA	International Atomic Energy Agency
IDA NOMEX	Interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz
IRRS	Integrated Regulatory Review Service
KKW	Kernkraftwerk
MADUK	Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke
METEOSCHWEIZ	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (Japan)
MSU	Massnahmenkatalog gegen schwere Unfälle
NFO	Notfallorganisation
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency (Japan)
OSART	Operational Safety Review Team
PEGASOS	Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz
PRP - PEGASOS	Refinement Project
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung
RDB	Reaktordruckbehälter
SAMG	Severe Accident Management Guidance
SBO	Station Blackout
SED	Schweizerischer Erdbebendienst
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
U.S. NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
VBS	Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association

# Fukushima

37° 25' 26.57" N, 141° 1' 56.87" E  
11.03.2011







Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI**

**Herausgeber**

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Informationsdienst  
CH-5200 Brugg  
Telefon 0041 (0)56 460 84 00  
Telefax 0041 (0)56 460 84 99  
info@ensi.ch  
www.ensi.ch

ENSI-AN-7746  
Herausgegeben am 29.10.2011

