

NPP LOVIISA 1&2 LIFE-TIME EXTENSION ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Expert Statement

Oda Becker
Gabriele Mraz

SUMMARY

The nuclear power plant Loviisa consists of two units, Loviisa 1 and 2. The NPP is owned by Fortum Power and Heat Oy. The current operating licence issued by the Finnish government is valid until the end of 2027 and 2030, respectively.

Fortum is now evaluating the extension of the operation time of Loviisa by approximately another 20 years once the current license will have expired. Another option would be the start of decommissioning of the plant.

For the purpose of this evaluation an Environmental Impact Assessment (EIA) is being conducted in accordance with the Espoo-Convention and the EU EIA Directive.

In 2020, the EIA Scoping has been conducted. It was completed with the Ministry of Economic Affairs and Employment (MAEA) issuing its Statement on 23 Nov 2020. (MAEA 2020) The Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) commissioned the Environment Agency Austria to provide an expert statement for the scoping phase (UMWELTBUNDESAMT 2020), and again the expert statement at hand for assessing the EIA Report that has been submitted in Oct 2021.

In the expert statement for the scoping phase, requirements for the EIA Report were formulated. In the expert statement at hand, the submitted EIA Report is being assessed and checked against the requirements from the scoping phase.

Austria participates in the EIA procedure to minimise or even eliminate possible significant adverse impacts on Austria resulting from the project.

Procedure and alternatives

It is welcomed that Finland undertakes an EIA for the planned lifetime extension of Loviisa 1&2.

Two main options have been assessed – a 20-years lifetime extension followed by decommissioning (VE1) or the start of decommissioning right after the current licenses will have expired (VE0).

The provided information did not clarify when the decision for or against the life-time extension will be taken, and if 20 years will be final decision and the limit for life-time extension.

It would be welcomed if the presentations and the documentation of the international hearing which was held on 7 Oct 2021 in Finnish and Swedish language will also be made available in English.

Spent fuel and radioactive waste

The decommissioning of the NPP will generate low and intermediate level radioactive waste for which no capacities are available now. These additional capacities will have to be provided for both possible options, VE1 and VE0.

Additional spent fuel will arise from lifetime extension, the extension of the interim spent fuel storage is envisaged. However, information on timetables and alternative waste management options in case the capacities will not be available in time are lacking.

New results on copper corrosion led to criticism of the KBS-3 method which might be used in the final spent fuel repository. It should be explained how Finland will respond to the corrosion problem in connection with the KBS-3 method.

Long-term operation of the reactor type VVER 440

The reactor units at the Loviisa nuclear power plant were connected to the electrical grid in 1977 (Loviisa 1) and 1980 (Loviisa 2). The Loviisa plant reached its original design lifetime of 30 years in 2007–2010. The Finnish Government granted the new operating licences in July 2007. Thus, the currently envisaged lifetime extension would be the second lifetime extension.

Nuclear power plants undergo two types of time-dependent changes:

- Physical ageing of structures, system and components (SSCs), which results in degradation, i.e. gradual deterioration in their physical characteristics.
- Obsolescence of technologies and design, i.e. the plants becoming out of date in comparison with current knowledge, standards and technology.

To limit ageing-related failures at least to a certain degree, a comprehensive ageing management program (AMP) is necessary. The Finnish nuclear regulator STUK published in 2013 a YVL guide dedicated to ageing management. The guide has been updated since and the most recent version was published in February 2019. The implementation of the updated ageing management requirements is underway. According to STUK, the utilities have encountered some challenges in complying with the new requirements. The EIA Report does not clarify whether the current AMP for Loviisa meets the new requirements.

Finland participated in the Topical Peer Review (TPR) “Ageing Management” under the Council Directive 2009/71/EURATOM establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations, amended by Directive 2014/87/EURATOM, carried out in 2017/18. The overall conclusion was that the ageing management has been satisfactory. However, some challenges and areas for improvement were identified and Finland is establishing a national action plan to address the findings. The national action plan and its progress are not presented in the EIA Report.

One ageing management issue at the Loviisa NPP has required significant amount of work and attention from the licensee and STUK over the years. This issue is the irradiation embrittlement of Loviisa reactor pressure vessels (RPVs). However, the very important safety issue of the embrittlement of the RPVs is only presented in a general manner in the EIA Report.

At the request of the government of Finland, an IAEA Operational Safety Review Team (OSART) of international experts visited Loviisa Nuclear Power Plant in March 2018 and in February 2020. The OSART missions revealed deficits in plant maintenance and monitoring; this is relevant for lifetime extension. The findings of the OSART missions as well as the remedial plan are not presented in the EIA Report.

Fortum reported the results of several event analyses and investigations to STUK in 2019 and 2020. Most of the events revealed areas for improvement in procedures and activities. Based on the inspection, STUK urged Fortum to improve the learning from their operating experience.

The development of science and technology continuously produces new knowledge about possible failure modes, properties of materials, and verification, testing and computational methodologies. This leads to technological ageing of the existing safety concepts in nuclear power plants. At the same time, as a result of lessons learned in particular from the major accidents at Three Mile Island, Chernobyl and Fukushima Daiichi, earlier safety concepts are becoming obsolete (conceptual ageing).

The units of the Loviisa NPP are Russian designed Generation II VVER-440 type pressurized water reactors. External hazards such as earthquakes, chemical explosions or aircraft impacts were not taken into account in the original design of these plants. To overcome major shortcomings of the design, both Finnish VVER-440/V-213 reactors are equipped with Western-type containment and control systems.

The old Loviisa NPP is increasingly out of date in comparison with current knowledge, standards and technology. The VVER-440 reactors are designed as twin units, sharing many operating systems and safety systems. The sharing of safety systems increases the risk of common-cause failures affecting the safety of both reactors at the same time. The EIA report does not explain whether there are any design changes envisaged for the lifetime extension.

Western European Nuclear Regulator's Association (WENRA) has revised safety reference levels (SRLs) for existing reactors with the aim to integrate the lessons learned from the 2011 Fukushima Dai-ichi accident. A list of 342 SRLs has been published in 2014. According to the SRL F1.1, analysis of Design Extension Conditions (DEC) shall be undertaken with the purpose of further improving the safety of the nuclear power plant. The EIA Report does not include a comparison of the design and measures of the Loviisa NPP with all requirements of SRL F. The WENRA Reference level have been again updated in 2020.

The WENRA "Safety Objectives for New Power Reactors" should be used as a reference for identifying reasonably practicable safety improvements for the Loviisa NPP. The most ambitious WENRA safety objective is to reduce potential radioactive releases to the environment from accidents with core melt. Accidents with core melt which would lead to early or large releases would have to be practically eliminated. Practical elimination of an accident sequence cannot be claimed solely based on compliance with a general cut-off probabilistic value.

Even if the probability of an accident sequence is very low, any additional reasonably practicable design features, operational measures or accident management procedures to lower the risk further should be implemented.

The principle for continuous improvement is laid down in Section 7a of the Finnish Nuclear Energy Act (990/1987): *"The safety of nuclear energy use shall be maintained at as high a level as practically possible."* However, when deciding how a new or revised regulatory guide is applied for a specific operating nuclear facility, STUK can approve an exemption when it considers a safety improvement not reasonably practicable. Improvements considered not reasonably practicable at the Finnish operating NPPs include e.g. protection measures against large civil aircraft crashes.

Accident analyses

The EIA Report includes a description of a fictional severe reactor accident. The assessment is based on the assumption that a quantity of radioactive substances (100 TBq of nuclide Cs-137) corresponding to the limit value of a severe accident in accordance with section 22b of the Nuclear Energy Decree 161/1988 is released into the environment.

According to the regulation, a nuclear power plant unit shall be designed in a way that the mean value of the frequency of a Cs-137 release during an accident into the atmosphere in excess of 100 TBq is less than $5 \cdot 10^{-7}$ /year. In the latest update of the probabilistic risk assessment Level 2 for Loviisa NPP in 2018, it was estimated that the total frequency of a large release (LRF) to the environment is about $7.8 \cdot 10^{-6}$ per reactor year.

The accident analyses in the EIA Report should use a possible source term for a severe accident derived from the calculation of the current PSA 2. Even though the probability of severe accidents with a large release for existing plants is estimated to be very small, the damage caused by these accidents is very large. In this context it is important to emphasize that the calculated frequency of large releases of the Loviisa NPP is above the limits set in STUK's regulatory guide.

Maintaining containment integrity under severe accident conditions is an important issue for accident management. The Loviisa NPP severe accident management (SAM) strategy strongly relies on retaining corium inside the pressure vessel (in-vessel retention (IVR)). However, there are some safety issues that could endanger the containment integrity (containment bypass scenarios, cliff-edge effects in shutdown states) Continuous efforts have been made to reduce frequencies of bypass sequences and this work will continue in the future as well. However, until now large releases of radioactive substances are possible. The EIA Report does not explain how these safety issues of the IVR concept are solved.

The Fukushima Dai-ichi accident highlighted inter alia the importance of the Defense-in-Depth principle and the continued need to ensure that the design basis adequately addresses external hazards.

When the Loviisa NPP units were built no regulatory requirements on **seismic design** existed and earthquake loads were not considered separately in the design. According to STUK, the reassessment of the seismic hazard and seismic risk has turned out to be challenging for the Loviisa plant. Recent hazard updates for Loviisa show increased values of ground accelerations especially for long return periods. At the Loviisa NPP, the SAM systems are not designed to withstand earthquakes, therefore there is no confirmation on the sufficient operability of these systems after an earthquake. According to the EIA Report the improvement measures are still ongoing.

The Loviisa NPP is located on the coast of the Gulf of Finland, approximately 90 km east of Helsinki. In the past decades the threat posed by **flooding** has increased for many nuclear power plant sites. In consequence of the TEPCO Fukushima Dai-ichi accident, safety improvements have been implemented at the Loviisa NPP. To ensure the long-term decay heat removal in case of loss of seawater, an alternative ultimate heat sink has been implemented. The modification consists of two air-cooled cooling units per plant unit powered by an air-cooled diesel-generator. To ensure adequate design basis for the improved flood protection, Loviisa NPP contracted updating of the seawater level extreme value distribution by the Finnish Meteorological Institute. According to the new results the expected seawater levels at low frequencies of occurrence are higher than previously estimated.

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the type, frequency and intensity of **extreme weather events** are expected to change as Earth's climate changes.

In the context of accident analyses, several questions remain open, making it impossible to assess in a comprehensible way if Austria is potentially affected.

Accidents with involvement of third parties

Nuclear power plants are vulnerable to a broad spectrum of possible attacks. Terrorist attacks or acts of sabotage on Loviisa may have significant impacts. However, in the EIA program malicious acts of third parties against Loviisa NPP and their possible effects are not discussed. In comparable EIA procedures such events were addressed to some extent.

The terror threat to nuclear power plants has received considerable public attention in the last twenty years. This attention has – for obvious reasons – focused on the hazard of the deliberate crash of a large airliner.

The reactor buildings of the Loviisa NPP are not designed against an airplane crash and according to STUK, improvements are not “practically reasonable”. In connection with the lifetime extension for the Loviisa NPP a potential terrorist attack on the spent fuel pools should be evaluated in the EIA Report, but there is no information provided in the EIA Report.

Trans-boundary impacts

A severe accident with releases reaching Austrian territory can lead to significant impacts on Austria. In the EIA Report an accident was calculated with a source term of 100 TBq Cs-137, dispersion calculations were made to cover a distance of up to 1,000 km. This might underestimate impacts on Austria. Firstly, it is not proven that the occurrence of a higher source term can be excluded; and secondly, a calculation distance of 1,000 km is insufficient to assess impacts on Austria.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Kernkraftwerk Loviisa verfügt über zwei Reaktorblöcke, Loviisa 1 und 2. Das Kraftwerk steht im Eigentum des Unternehmens Fortum Power and Heat Oy. Die geltenden Betriebsgenehmigungen, die von der finnischen Regierung erteilt wurden, sind jeweils bis Ende 2027 bzw. 2030 gültig.

Fortum erwägt nun die Verlängerung der Lebensdauer des KKW Loviisa um circa weitere 20 Jahre nach Ablauf der geltenden Genehmigung. Die Alternative dazu wäre der Beginn der Dekommissionierung des Kernkraftwerks.

Dafür wird ein Umweltverträglichkeitsverfahren gemäß der Espoo-Konvention und der EU-UVP-Richtlinie durchgeführt.

Im Jahre 2020 wurde das UVP-Scoping durchgeführt. Es wurde vom finnischen Ministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten und Arbeit (MAEA) mit der Stellungnahme vom 23. November 2020 abgeschlossen (MAEA 2020). Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) beauftragte das Umweltbundesamt mit der Erstellung einer Fachstellungnahme für die Scoping-Phase (UMWELTBUNDESAMT 2020) wie auch mit der vorliegenden Fachstellungnahme zur Bewertung des UVP-Berichts, der im Oktober 2021 übermittelt worden war.

In der Fachstellungnahme für die Scoping-Phase wurden die Anforderungen an den UVP-Bericht formuliert. In der vorliegenden Fachstellungnahme wurde der UVP-Bericht bewertet und den Anforderungen aus der Scoping-Phase gegenübergestellt.

Österreich beteiligt sich an diesem UVP-Verfahren, um mögliche signifikante nachteilige Auswirkungen des Projekts auf Österreich zu minimieren oder zu beseitigen.

Verfahren und Alternativen

Es ist zu begrüßen, dass Finnland für die geplante Lebensdauererlängerung von Loviisa 1&2 eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchführt.

Es wurden zwei prinzipielle Optionen untersucht – eine Lebensdauererlängerung von 20 Jahren mit anschließender Dekommissionierung (VE1) oder ein Dekommissionierungsbeginn sofort nach Ablauf der aktuell geltenden Genehmigungen (VE0).

Die Frage, wann die endgültige Entscheidung für oder gegen die 20-jährige Laufzeitverlängerung getroffen und ob es sich dann um das Limit für die Lebensdauererlängerung handeln wird, lässt sich aus den übermittelten Dokumenten nicht ersehen.

Es wäre wünschenswert die Präsentationen und die Dokumentation der internationalen Anhörung vom 7. Oktober 2021 nicht nur auf Finnisch und Schwedisch, sondern auch auf Englisch zur Verfügung zu stellen.

Abgebrannte Brennelemente und radioaktiver Abfall

Bei der Dekommissionierung des KKW werden schwach- und mittelaktive Abfälle (LILW) anfallen, für die noch keine Lagerkapazitäten verfügbar sind. Diese zusätzlichen Kapazitäten werden für beide in Betracht kommende Optionen – VE1 und VE0 – geschaffen werden müssen.

Zusätzlicher abgebrannter Brennstoff wird durch die Lebensdauererweiterung anfallen, eine Ausweitung der Zwischenlagerung ist vorgesehen. Allerdings sind Angaben zu den Zeitplänen und alternativen Abfallentsorgungsoptionen für den Fall, dass die benötigten Lagerkapazitäten nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen sollten, nicht genannt worden.

Neue Forschungsergebnisse zur Kupferkorrosion führten dazu, dass die sogenannte KBS-3 Methode, die als Lagerungstechnologie für das Endlager für abgebrannte Brennelemente verwendet werden könnte, nun in die Kritik geraten ist. Es gilt daher zu klären, wie Finnland mit dem aufgetretenen Korrosionsproblem im Rahmen der KBS-3 Methode umgehen wird.

Langfristiger Betrieb des Reaktortyps WWER/440

Die Reaktorblöcke des KKW Loviisa wurden 1977 (Loviisa 1) und 1980 (Loviisa 2) ans Netz genommen und erreichten somit die ursprünglich für dieses Reaktordesign vorgesehene Lebensdauer von 30 Jahren im Jahre 2007 bzw. 2010. Die finnische Regierung erteilte im Juli 2007 neue Betriebsgenehmigungen. Bei den nun geplanten Verlängerungen würde es sich daher um die zweite Lebensdauererweiterung handeln.

Bei Kernkraftwerken kommt es zu zwei Arten von alterungsbedingten Veränderungen:

- Physische Alterung der Strukturen, Systeme und Komponenten (SSCs), die in eine Degradierung, d.h. schrittweise Verschlechterung ihrer physikalischen Merkmale mündet
- Obsoleszenz von Technologie und Design, wenn die Anlagen gegenüber aktuellem Wissen, aktuellen Standards und aktueller Technologie veraltet sind

Um das alterungsbedingte Versagen zumindest bis zu einem gewissen Grad zu beschränken, wird ein umfassendes Programm für das Alterungsmanagement (AMP) benötigt. Die finnische Atomaufsichtsbehörde STUK publizierte 2013 eine YVL Anleitung zum Alterungsmanagement. Diese wurde seitdem aktualisiert und in ihrer jüngsten Version im Februar 2019 veröffentlicht. Die Arbeiten zur Umsetzung der aktualisierten Anforderungen an das Alterungsmanagement laufen bereits. Laut STUK ist der Stromversorger bei der Anpassung des KKW an die neuen Anforderungen auf einige Probleme gestoßen. Der UVP-Bericht geht nicht darauf ein, ob das aktuelle Alterungsmanagement für Loviisa die neuen Anforderungen erfüllt.

Finnland beteiligte sich an der Topical Peer Review (TPR) "Ageing Management", die 2017/18 gemäß der Richtlinie 2009/71/EURATOM über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen – novelliert 2014/87/EURATOM – durchgeführt wurde. Die abschließende Bewertung bezeichnete das Alterungsmanagement als ausreichend. Dennoch wurden einige Problempunkte und Bereiche identifiziert, bei denen Verbesserungen erzielt werden könnten. Zur Umsetzung dieser Erkenntnisse hat Finnland einen nationalen Aktionsplan aufgesetzt. Dieser nationale Aktionsplan und die Fortschritte bei dessen Umsetzung werden im UVP-Bericht nicht angeführt.

Erhöhte Aufmerksamkeit und große Anstrengung vom Lizenzinhaber wie auch von STUK erforderte beim Alterungsmanagement für das KKW Loviisa die Versprödung der Reaktordruckbehälter (RDB). Obwohl es sich bei der Versprödung der Reaktordruckbehälter um eine wesentliche Sicherheitsfrage handelt, wird diese im UVP-Bericht nur allgemein beschrieben.

Auf Einladung der finnischen Regierung besuchte das IAEA Operational Safety Review Team (OSART), eine Mission internationaler ExpertInnen, das Kernkraftwerk Loviisa im März 2018 und im Februar 2020. Die OSART-Missionen deckten Defizite bei der Wartung und dem Monitoring des Kraftwerks auf, die für die Lebensdauererlängerung von Relevanz sind. Die Erkenntnisse der OSART-Missionen wie auch etwaige Verbesserungsvorschläge werden im UVP-Bericht nicht genannt.

In den Jahren 2019 und 2020 berichtete Fortum der Atomaufsichtsbehörde STUK über Analysen und Untersuchungen von Ereignissen. Die meisten der Ereignisse verwiesen darauf, dass Möglichkeiten für Verbesserungen bei den angewendeten Verfahren und Tätigkeiten bestehen. Von dieser Inspektion ausgehend forderte STUK den Betreiber Fortum auf, für eine verbesserte Lernkurve aus den Betriebserfahrungen zu sorgen.

Wissenschaft und Technik bringen laufend neues Wissen über Versagensmodi, Materialeigenschaften und Überprüfungs-, Test- und Computermethoden hervor. Dadurch tritt für die Sicherheitskonzepte der laufenden Kernkraftwerke eine technologische Alterung ein. Die Erkenntnisse aus den großen Reaktorunfällen wie Three Mile Island, Tschernobyl und Fukushima Dai-ichi führen gleichzeitig dazu, dass die früheren Sicherheitskonzepte obsolet werden (konzeptuelle Alterung).

Die Reaktoren des KKW Loviisa sind Druckwasserreaktoren der Generation II der russischen Reaktorserie WWER-440. Im ursprünglichen Design dieser Reaktoren wurden externe Gefährdungen wie Erdbeben, chemische Explosionen oder Flugzeugabstürze nicht berücksichtigt. Um die größeren Designdefizite abzufedern, sind beide finnische WWER-440/V-213 Reaktoren mit einem Containment und Steuerungssystem westlicher Provenienz ausgestattet.

Das alte Kernkraftwerk in Loviisa ist im Vergleich zum aktuellen Wissenstand sowie zu den aktuellen Standards und Technologien zunehmend veraltet. Die WWER-440 Reaktoren sind Doppelblockanlagen, die sich viele Betriebssysteme

und Sicherheitssysteme miteinander teilen. Diese gemeinsamen Systeme erhöhen das Risiko für ein Versagen aus gemeinsamer Ursache und für die gleichzeitige Sicherheitsbeeinträchtigung beider Reaktoren. Der UVP-Bericht beschreibt nicht, ob Designänderungen für die Lebensdauererlängerung geplant sind.

Die Western European Nuclear Regulator's Association (WENRA) hat die Safety Reference Level (SRL) für bestehende Reaktoren revidiert, um die Erkenntnisse und Lektionen zu integrieren, die aus dem Unfall von Fukushima Dai-ichi im Jahre 2011 gezogen wurden. Im Jahre 2014 wurde eine Liste von 342 SRLs veröffentlicht. Gemäß SRL F1.1 sollte eine Analyse der Erweiterten Auslegungsbedingungen (Design Extension Conditions, DEC) durchgeführt werden, um die Sicherheit des KKW zu erhöhen. Der UVP-Bericht enthält keinen Vergleich des Auslegungsdesigns und der Maßnahmen des KKW Loviisa mit allen Anforderungen, die sich aus den SRL F ergeben. Die WENRA Reference Level wurden 2020 noch einmal aktualisiert.

Die "Safety Objectives for New Power Reactors" der WENRA sollten als Referenz für die Identifizierung von vernünftigerweise praktikablen Sicherheitsverbesserungen für das KKW Loviisa herangezogen werden. Das ehrgeizigste Sicherheitsziel ist die Reduktion von potentiell radioaktiven Freisetzungen in die Umwelt in Folge von Kernschmelzunfällen. Kernschmelzunfälle mit früher oder hoher Freisetzung sind praktisch auszuschließen. Der Nachweis des praktischen Ausschlusses einer Unfallabfolge kann nicht auf der bloßen Einhaltung eines allgemeinen Wahrscheinlichkeitswerts basieren. Um das Risiko weiter zu reduzieren, sollte selbst bei einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Unfallabfolge jede zusätzliche vernünftigerweise praktikable Designänderung, betriebliche Maßnahme oder Vorgangsweise beim Unfallmanagement umgesetzt werden.

Das Prinzip der kontinuierlichen Erhöhung der nuklearen Sicherheit sieht Abschnitt 7a des finnischen Atomenergiegesetzes (990/1987) vor: „Die Sicherheit der Kernenergienutzung soll auf einem möglichst hohen, praktisch möglichen Niveau gehalten werden.“ Bei der Entscheidung darüber, ob eine neue oder aktualisierte Richtlinie der Aufsichtsbehörde für in Betrieb befindliche Nuklearanlagen anzuwenden ist, kann STUK allerdings eine Ausnahme genehmigen, wenn die Sicherheitserhöhung als nicht vernünftigerweise praktikabel angesehen werden kann. Unter Sicherheitserhöhungen für finnische in Betrieb befindlichen KKW, die als nicht vernünftigerweise praktikabel betrachtet werden, fallen u.a. Schutzmaßnahmen gegen Abstürze großer Verkehrsflugzeuge.

Unfallanalysen

Der UVP-Bericht enthält eine Beschreibung eines angenommenen schweren Reaktorunfalls. Die Bewertung beruht auf der Annahme einer in die Umwelt freigesetzten Menge an radioaktiven Stoffen (100 TBq Cs-137), die dem Grenzwert für einen schweren Unfall gemäß Abschnitt 22b der finnischen Kernenergieverordnung 161/1988 entspricht.

Die Regelung schreibt für die Auslegung für Kernkraftwerke vor, dass bei einem Unfall die durchschnittliche Freisetzungshäufigkeit von Cs-137 von mehr als 100

TBq in die Atmosphäre unter $5 \cdot 10^{-7}/a$ bleiben muss. Die jüngste Aktualisierung der Probabilistischen Risikobewertung Level 2 für das KKW Loviisa erfolgte im Jahre 2018 und ging von einer Gesamthäufigkeit für große Freisetzungen (LRF) in die Umwelt von $7,8 \cdot 10^{-6}$ pro Reaktorjahr aus.

Die Unfallanalyse im UVP-Bericht sollte als möglichen Quellterm für einen schweren Unfall einen Wert verwenden, der sich aus der Berechnung des aktuellen PSA Level 2 ergibt. Wenn auch die Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle mit frühen und/oder großen Freisetzungen bei bestehenden Kraftwerken als sehr gering eingeschätzt wird, so ist doch der eintretende Schaden enorm, der durch diese Unfälle verursacht werden würde. Daher ist es in diesem Zusammenhang wichtig herauszustreichen, dass die berechnete Häufigkeit für hohe Freisetzungen aus dem KKW Loviisa über den Grenzwerten der STUK-Regelung liegt.

Der Erhalt der Containment-Integrität unter den Bedingungen schwerer Unfälle ist ein wichtiges Thema für das Unfallmanagement. Das Management des KKW Loviisa für die Beherrschung schwerer Unfälle (SAM) beruht weitgehend auf dem Rückhalt des Coriums innerhalb des Reaktordruckbehälters (in-vessel retention (IVR)). Allerdings gibt es einige Sicherheitsprobleme, die die Containment-Integrität beeinträchtigen könnten (Szenarien mit Containment-Bypass, Cliff-edge Effekte im abgeschalteten Zustand). Es wird an der Reduktion der Frequenzhäufigkeit von Bypass-Sequenzen kontinuierlich gearbeitet und diese Anstrengungen werden fortgesetzt. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass die Freisetzung von großen Mengen an radioaktiven Stoffen zum gegenwärtigen Zeitpunkt möglich ist. Der UVP-Bericht erläutert nicht, wie diese Sicherheitsfragen betreffend das IVR-Konzept gelöst werden.

Der Unfall von Fukushima Dai-ichi zeigte unter anderem die Wichtigkeit des Prinzips des tiefengestaffelten Sicherheitskonzepts, aber auch die anhaltende Notwendigkeit sicherzustellen, dass die Auslegung externe Gefährdungen ausreichend berücksichtigt.

Zur Zeit der Errichtung der Reaktorblöcke des KKW Loviisa gab es keine Vorschriften der Aufsichtsbehörden für die **seismische Auslegung**, Erdbebenlasten wurden in der Auslegung nicht gesondert betrachtet. Laut STUK erwies sich die erneute Bewertung der seismischen Gefährdung und des seismischen Risikos als Herausforderung für das KKW Loviisa. Die jüngsten Gefährdungsberichte für Loviisa zeigen erhöhte Bodenbeschleunigungswerte insbesondere bei langen Eintrittsperioden. Beim KKW Loviisa wurden die SAM-Systeme nicht so ausgelegt, dass sie gegenüber Erdbeben widerstandsfähig wären und daher kann auf keine ausreichende Betriebseignung dieser Systeme nach einem Erdbeben verwiesen werden. Laut dem UVP-Bericht sind die Verbesserungsmaßnahmen noch in Arbeit.

Das KKW Loviisa liegt an der Küste des Golfs von Finnland, etwa 90 km von Helsinki entfernt. Über die letzten Jahrzehnte hat sich die Gefährdung durch **Überflutungen** für viele KKW-Standorte erhöht. In Folge des Unfalls des KKW Fukushima Dai-ichi kam es auch beim KKW Loviisa zur Umsetzung von Maßnah-

men zur Sicherheitserhöhung. Zur Absicherung der langfristigen Zerfallswärmeabfuhr bei einem Verlust des Meerwassers wurde eine alternative Wärmesenke eingerichtet. Diese Modifikation besteht aus zwei luftgekühlten Kühleinheiten pro Reaktoreinheit, die von einem luftgekühlten Dieselgenerator versorgt werden. Um eine entsprechende Auslegung für den verbesserten Schutz gegen Überflutungen sicherzustellen, beauftragte das KKW Loviisa beim Finnischen Meteorologischen Institut eine Aktualisierung der Verteilung extremer Werte des Meeresspiegels. Die neuen Ergebnisse für die erwarteten Meeresspiegelhöhen bei niedriger Eintrittshäufigkeit sind höher als ursprünglich angenommen.

Laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) werden sich die Art, die Häufigkeit und die Intensität **von extremen Wetterereignissen** in Folge des Klimawandels ändern.

Im Kontext der Unfallanalysen bleiben einige Fragen offen, die es unmöglich machen, eine umfassende Bewertung über die mögliche Gefährdung Österreichs durchzuführen.

Unfälle mit der Beteiligung Dritter

Kernkraftwerke sind gegenüber einem breiten Spektrum möglicher Angriffe verletzbar, auch auf das KKW Loviisa ausgeübte Terrorattacken oder Sabotageakte können schwerwiegende Auswirkungen haben. Dennoch befassen sich die Scoping Dokumente nicht mit böswilligen Handlungen Dritter gegen das KKW Loviisa, mögliche Auswirkungen werden nicht behandelt. Im Gegensatz zu dieser Vorgangsweise berücksichtigten vergleichbare UVP-Verfahren diese Ereignisse bis zu einem gewissen Ausmaß.

Die Terrorgefährdung von Kernkraftwerken erfuhr in den letzten zwanzig Jahren beträchtliche öffentliche Aufmerksamkeit. Diese Aufmerksamkeit konzentrierte sich aus offensichtlichen Gründen auf die Gefahren eines beabsichtigten Absturzes eines großen Verkehrsflugzeugs.

Die Reaktorgebäude des KKW Loviisa sind nicht gegen einen Flugzeugabsturz ausgelegt und STUK bezeichnete eine derartige Nachbesserung als nicht "vernünftigerweise praktikabel". Im Zusammenhang mit der Lebensdauerverlängerung des KKW Loviisa sollte ein möglicher Terrorangriff auf die Abklingbecken mit den abgebrannten Brennelementen im UVP-Bericht bewertet werden, allerdings findet sich dazu keine Information.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Ein schwerer Unfall mit großen Freisetzungsmengen kann zu signifikanten grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Österreich führen. Für den UVP-Bericht wurde ein Unfall mit einem Quellterm von 100 TBq Cs-137 berechnet, die Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten eine Entfernung von bis zu 1.000 km. Dies kann zu einer Unterschätzung der Auswirkungen auf Österreich führen. Einerseits ist nicht nachgewiesen, dass ein höherer Quellterm ausgeschlossen werden kann, und die Berechnung für die Distanz von 1.000 km ist zu gering, um Auswirkungen auf Österreich abschätzen zu können.

Imprint

Owner and Editor: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Laende 5, 1090 Vienna/Austria

© Umweltbundesamt GmbH, Vienna, 2021
All Rights reserved