

## Umweltverträglichkeitsprüfung

## Zwischenlager Krško

 **Bundesministerium**  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

LAND  KÄRNTEN



 Das Land  
Steiermark

**pulswerk**  
Das Beratungsunternehmen des  
Österreichischen Ökologie-Instituts


Konsultationsbericht und abschließende Fachstellungnahme





# UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG ZWISCHENLAGER FÜR ABGEBRANNT BRENNELEMENTE KKW KRŠKO/SLOWENIEN

## Abschließende Fachstellungnahme und Konsultationsbericht

 **Bundesministerium**  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Oda Becker  
Kurt Decker  
Gabriele Mraz

LAND  KÄRNTEN



Erstellt im Auftrag des  
Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie  
Abteilung VI/9 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten  
Geschäftszahl: BMNT-UW.1.1.2/0019-1/6/2018  
sowie den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich und Steiermark

 **Das Land**  
Steiermark

**pulswerk**  
Das Beratungsunternehmen des  
Österreichischen Ökologie-Instituts

REPORT

REP-0748  
Wien 2020

**Projektmanagement**

Franz Meister, Umweltbundesamt

**AutorInnen – BIEGE Nuklearexpertise**

Oda Becker, technisch-wissenschaftliche Konsulentin

Kurt Decker

Gabriele Mraz, pulswerk GmbH

**Übersetzungen:**

Patricia Lorenz

**Layout**

Elisabeth Riss, Umweltbundesamt

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Abteilung VI/9 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten sowie den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich und Steiermark

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Austria

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <http://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2020

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-570-1

# INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	5
<b>SUMMARY</b> .....	10
<b>POVZETEK</b> .....	15
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	19
<b>2 BEWERTUNG DES UVP-VERFAHRENS UND ENTSORGUNGSNACHWEISES</b> .....	20
2.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme .....	20
2.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten.....	20
2.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu .....	23
2.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen .	24
<b>3 BEWERTUNG DES GEPLANTEN ZWISCHENLAGERS UND DER BEHÄLTER INKL. LANGZEITASPEKTE DES BETRIEBS</b> .....	25
3.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme .....	25
3.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten.....	26
3.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu .....	27
3.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen .	29
<b>4 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE OHNE EINWIRKUNGEN DRITTER</b> .....	30
4.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme .....	30
4.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten.....	30
4.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu .....	31
4.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen .	33
<b>5 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE DURCH EXTERNE EINWIRKUNGEN</b> .....	35
5.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme .....	35
5.2 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu .....	35
5.3 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen .	36
<b>6 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE MIT EINWIRKUNGEN DRITTER</b> .....	38
6.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme .....	38
6.2 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu .....	39
6.3 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen .	40

<b>7</b>	<b>GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN</b> .....	42
<b>7.1</b>	<b>Zusammenfassung der Fachstellungnahme</b> .....	42
<b>7.2</b>	<b>Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten</b> .....	42
<b>7.3</b>	<b>Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen</b> .	44
<b>8</b>	<b>ABSCHLIEßENDE EMPFEHLUNGEN</b> .....	45
<b>8.1</b>	<b>Bewertung des UVP-Verfahrens und Entsorgungsnachweis</b> .....	45
8.1.1	Abschließende Empfehlung .....	45
<b>8.2</b>	<b>Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter inkl. Langzeitaspekte des Betriebs</b> .....	45
8.2.1	Abschließende Empfehlungen .....	45
<b>8.3</b>	<b>Störfälle und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter</b> .....	46
8.3.1	Abschließende Empfehlungen .....	46
<b>8.4</b>	<b>Störfälle und Unfälle durch externe Einwirkungen</b> .....	46
8.4.1	Abschließende Empfehlungen .....	46
<b>8.5</b>	<b>Störfälle und Unfälle mit Einwirkungen Dritter</b> .....	46
8.5.1	Abschließende Empfehlungen .....	46
<b>8.6</b>	<b>Grenzüberschreitende Auswirkungen</b> .....	46
8.6.1	Abschließende Empfehlungen .....	46
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	47
<b>10</b>	<b>ABKÜRZUNGEN</b> .....	49

## ZUSAMMENFASSUNG

Am Standort des Kernkraftwerks (KKW) Krško in Slowenien ist die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente geplant. Für dieses Projekt wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß Espoo-Konvention und UVP-Richtlinie durchgeführt, an der sich Österreich beteiligt.

Ziel der österreichischen Beteiligung am UVP-Verfahren ist es, Empfehlungen zur Minimierung, im optimalen Falle Eliminierung, möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich zu geben. Die hier vorliegende abschließende Fachstellungnahme beinhaltet die Bewertung der Antworten der slowenischen Seite auf die Fragen aus der Fachstellungnahme der österreichischen Seite (UMWELTBUNDESAMT 2020b).

### Entsorgungsnachweis

Der Entsorgungsnachweis des Trockenlagers umfasst sowohl den Abtransport der darin gelagerten Mehrzweckbehälter mit den abgebrannten Brennelementen als auch die Entsorgung schwach- und mittelaktiv kontaminierter Behälter und Bauteile.

Die gelagerten abgebrannten Brennelemente sollen bei Ende der Betriebsdauer des Trockenlagers in ein zukünftiges Endlager für abgebrannte Brennelemente transportiert werden, möglicherweise werden sie dazu vorher umgepackt. Ein solches Endlager für abgebrannte Brennelemente ist zwar vorgesehen, aber die Planung ist noch im Anfangsstadium. Daher ist die Frage berechtigt, was mit den abgebrannten Brennelementen nach Ablauf der Betriebsdauer des Trockenlagers passieren soll, falls kein entsprechendes Endlager zur Verfügung steht. Als Option wurde der Betrieb des Trockenlagers über den vorgesehenen Zeitrahmen hinaus genannt. Es ist jedoch fraglich, ob die Integrität der Behälter so lange gewährleistet ist.

Die Betriebsdauer des Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LILW) in Vrbinja könnte für die Endlagerung des LILW aus der Stilllegung des Trockenlagers nicht ausreichend sein. In diesem Fall würde der LILW aus der Stilllegung im zukünftigen Endlager für abgebrannte Brennelemente gelagert werden. Daher könnten sich auch hier Engpässe ergeben. Diese sollen durch eine Verlängerung der Betriebsdauer des bestehenden LILW-Endlagers in Vrbinja gelöst werden.

Die Umweltfolgen einer Betriebsdauerverlängerung sowohl für das Endlager Vrbinja als auch für die Langzeit-Zwischenlagerung im Trockenlager Krško wurden im Rahmen der UVP nicht abgeschätzt und bewertet. Falls absehbar ist, dass eine oder beide dieser Betriebsdauerverlängerungen vorgenommen werden müssen, sollte eine neuerliche UVP durchgeführt werden.

### Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter inkl. Langzeitaspekte des Betriebs

Die abgebrannten Brennelemente aus dem Betrieb des KKW Krško werden derzeit im Becken des Brennstoffgebäudes gelagert. Die Entscheidung zur Errichtung eines Trockenlagers am KKW Standort Krško ist grundsätzlich zu begrüßen.

Ein Trockenlager ist unter dem Gesichtspunkt von potenziellen Auswirkungen auf Österreich gegenüber der Nasslagerung sicherheitstechnisch zu bevorzugen.

Die Umladung der abgebrannten Brennelemente (ABE) aus dem Nasslager in ein Trockenlager reduziert die vom Standort Krško ausgehende Gefahr erheblich. Der Zeitplan für die Umladung ist allerdings nicht ausreichend sicherheitsorientiert. Laut UMWELTBERICHT (2020) sollen die Brennelemente in vier Kampagnen aus dem Lagerbecken in das Trockenlager verlegt werden. Bereits in UMWELTBUNDESAMT (2020a, b) wurde betont, dass Sicherheitsaspekte Vorrang gegenüber Aspekten der Wirtschaftlichkeit haben sollten. Insofern sollten möglichst alle ABE (ca. 1.000 ABE), die ausreichend (mindestens fünf Jahre) abgeklingen sind, nach Inbetriebnahme des Zwischenlagers zügig umgeladen werden. Laut ANTWORTEN (2020) wird jedoch angestrebt, so schnell wie möglich mit der Umladung zu beginnen. Zudem soll der zeitliche Ablauf der Überführung laufend überprüft werden, um die mit der Lagerung der Brennelemente verbundenen Risiken möglichst gering zu halten.

Zur Lagerung wurde das Lagersystem HI-STORM FW ausgewählt. Der Lagerbehälter besteht aus einer Lagerungsabschirmung (HI-STORM FW) und einem eingelegten Mehrzweckbehälter (MPC-37). Für Transporte auf dem Gelände wird die Transferabschirmung HI-TRAC verwendet. Nach dem Ende der Lagerung sollen die abgebrannten Brennelemente vom Standort Krško im Transportbehälter HI-STAR 190 abtransportiert werden.

Laut UMWELTBERICHT (2020) ergibt sich die Gewährleistung der Sicherheit auch aus der Erfüllung der internationalen Standards und Richtlinien der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA).

Für den Fall einer notwendigen Reparatur der Behälter nach Stilllegung des KKW Krško ist vorgesehen, die Behälter zu einem externen Dienstleister z. B. in die Schweiz zu transportieren. In der nächsten Überarbeitung des Stilllegungsplans des KKW Krško soll als zweite Option betrachtet werden, dass das Brennelementhandhabungsgebäude (FHB) auch nach der Stilllegung des KKW Krško für eine mögliche Reparatur von Behältern weiterhin zur Verfügung steht. Dies wird unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten begrüßt, da Transporte von abgebrannten Brennelementen immer mit zusätzlichen Risiken verbunden sind. Laut ANTWORTEN (2020) würde der Transport aber in keinem Fall über Österreich erfolgen.

Auf Basis der Planung für die Endlagerung wäre ein Zwischenlagerbetrieb von 50 Jahren erforderlich. Die Betriebsdauer des Trockenlagers für abgebrannte Brennelemente im KKW Krško soll 60 Jahre betragen, mit der Möglichkeit der Verlängerung des Betriebs. Die Komponenten des Lagerungssystems sollen auf eine Lebensdauer von 100 Jahren ausgelegt werden.

Es ist zu begrüßen, dass die Komponenten des Lagerungssystems auf eine Lebensdauer von 100 Jahren auszulegen sind. Denn international zeichnet sich klar ab, dass in den meisten Ländern der Zeitbedarf zur Planung, Genehmigung und Errichtung eines Endlagers viel höher sein wird als ursprünglich vorgesehen. Allerdings wurde das Lagersystem HI-STORM FW von der US-amerikanischen Genehmigungsbehörde NRC nur für einen Zeitraum von 40 Jahren genehmigt. Insofern ist es nicht ohne weitere Erklärung nachvollziehbar, wie die Auslegung für eine Lagerung von 100 Jahren realisiert wird.



In ANTWORTEN (2020) wird erläutert, welche Modifizierungen für das Zwischenlager und die Lagerbehälter für eine Zwischenlagerung von 100 Jahren für die am Standort vorhandenen Bedingungen geplant sind. Zudem sollen alle 10 Jahre periodische Sicherheitsüberprüfungen stattfinden, die eine Voraussetzung für einen Weiterbetrieb von jeweils 10 Jahren sind. Ob die Materialien des Behälters und insbesondere die Dichtungen für einen Zeitraum von 100 Jahren die Integrität des Behälters ausreichend gewährleisten, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht sicher prognostizieren. Es fehlen ausreichende internationale Erfahrungen, um belastbare Prognosen aufstellen zu können. Daher ist eine Reparaturmöglichkeit am Standort wichtig.

### **Störfälle und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter**

Die Behälter sollen in einem Trockenlagergebäude aufbewahrt werden. Dieses wird im unteren Teil bis in eine Höhe von 6 m als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt, im oberen Teil hingegen als Stahlkonstruktion, verkleidet mit Metallpaneelen. Die Funktion des Trockenlagergebäudes besteht darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen und eine zusätzliche Strahlenabschirmung zu gewährleisten.

Laut UMWELTBERICHT (2020) gewährleistet das System HI-STORM FW zusammen mit dem Trockenlagergebäude die grundlegenden Sicherheitsfunktionen. Dies umfasst die Gewährleistung der Unterkritikalität, die Wärmeabfuhr aus dem Behälter und die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe während des Betriebs, eines Auslegungsunfalls und eines erweiterten Auslegungsunfalls.

Die getroffenen Schutzmaßnahmen gegen Überschwemmung werden beschrieben. Die Höhe des Schutzes ist aus heutiger Sicht ausreichend. Eine Analyse von möglichen Extremwetterereignissen ist erfolgt. Gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends bei Extremwetterereignissen erforderlich. Nach jetzigem Wissensstand nehmen aufgrund der Klimaänderungen Extremereignisse sowohl in ihrer Häufigkeit als auch in ihrer Intensität zu. Es wird nicht erwähnt, dass Trends der Klimaänderungen weiter ermittelt und beobachtet werden. Dieses ist aufgrund der dynamischen und nichtlinearen Effekte durch die Klimaänderungen anzuraten.

Für die Sicherheitsanalysen wurden fünf auslösende Ereignisse verwendet (Umkippen des Behälters bei erhöhter seismischer Belastung, passive Kühlung des Behälters unmöglich, Absturz eines Verkehrsflugzeugs oder eines Militärflugzeugs, Einsturz des Trockenlagergebäudes und Brand im Falle eines Flugzeugsabsturzes). Diese auslösenden Ereignisse decken Ereignisse ab, die zu den höchsten Auswirkungen führen können.

Im Rahmen der Sicherheitsanalysen sind Untersuchungen zu Cliff-Edge Effekten erfolgt. Dies ist grundsätzlich zu begrüßen. Jedoch wird nicht erklärt, für welche Ereignisse Cliff-Edge Effekte untersucht und welche Reserven dann jeweils ermittelt wurden.

Obwohl die Sicherheitsanalysen für keinen der analysierten Unfälle einen Dichtungsverlust des Behälters ermittelten, wurde eine Analyse der radiologischen Folgen einer Leckage des Behälters im Falle eines hypothetischen Versagens der Dichtung durchgeführt. Diese Analyse ermittelt für den hypothetischen Fall einer Leckage des Behälters MPC 37 eine 30-Tage-Dosis in einer Entfernung von 80 km vom KKW Krško von weniger als 0,2 mSv. Grundsätzlich ist zu begrüßen, dass

eine derartige Untersuchung im Rahmen des UVP-Verfahrens erfolgt ist. Allerdings ist die Temperatur im Behälter, die für die Analyse angenommen wurde, relativ gering. Eine potenzielle Freisetzung ist stark temperaturabhängig. Insofern sind in Folge eines Flugzeugabsturzes höhere Strahlenbelastungen nicht vollständig ausgeschlossen.

### **Stör- und Unfälle durch externe Einwirkungen**

Der Sicherheitsnachweis wird unter anderem für Flugzeugabsturz in Kombination mit Kerosinbrand und Einsturz der Lagerhalle geführt. Auch wenn das analysierte Szenario nicht konservativ bezüglich der mechanischen und thermischen Lasten ist, deckt der Sicherheitsnachweis Einwirkungen durch Erdbeben ab.

Es erscheint nicht notwendig und zielführend, die Analysen und Ergebnisse für das geplante Trockenlager bezüglich Erdbeben in weiteren Details zu diskutieren. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die Erdbebengefahr am Standort hinsichtlich des Reaktors kontinuierlich bewertet werden sollte.

### **Störfälle und Unfälle mit Einwirkungen Dritter**

Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus Zwischenlagern am Standorten Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten. Eine Berücksichtigung von möglichen Terrorangriffen entspricht dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik. Details des Schutzes vor Terrorangriffen können aus Geheimhaltungsgründen im UVP-Verfahren nicht diskutiert werden. Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen zu den bereits in einigen Ländern öffentlich diskutierten Szenarien könnten jedoch skizziert werden.

Neben einem möglichen terroristischen Angriff durch Flugzeugabsturz auf das Zwischenlager ist auch der Einsatz von **panzerbrechenden Waffen** gegen die Behälter ein Szenario, welches beispielsweise in Deutschland im Rahmen der Genehmigung eines Zwischenlagers betrachtet wird.

Hinzuweisen ist weiterhin auf die Gefahr von sogenannten Innentätern. Die **Nuclear Threat Initiative** (NTI) bewertet mit dem Nuclear Security Index die Maßnahmen, die Länder ergreifen, um das Risiko von Sabotagen und Terroranschlägen gegen kerntechnische Anlagen zu verringern. Laut NTI (2020) zeigen sich in Slowenien Defizite beim Schutz vor der Bedrohung durch Innentäter.

In ANTWORTEN (2020) wird erklärt, dass sich das KKW Krško mit den möglichen Auswirkungen absichtlicher Einwirkungen Dritter im Falle von Terrorismus befasst. Es werden mögliche Folgen sowie Schutz- und Schadensbegrenzungsmaßnahmen analysiert. Diese Analysen werden regelmäßig aktualisiert. Es wird betont, dass diese Analysen vertraulich sind. Damit wird einem Teil der Empfehlung aus UMWELTBUNDESAMT (2020b) gefolgt.

Die Funktion des geplanten Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente besteht laut UMWELTBERICHT (2020) darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen. Der Schutz des geplanten Zwischenlagers gegen einen Flugzeugabsturz sowie gegen andere schwere Einwirkungen von außen soll vor allem durch die Behälter gewährleistet werden.

Die Lagerabschirmung des HI-STORM FW schützt laut Hersteller den gelagerten Inhalt vor natürlichen und künstlichen Projektilen einschließlich eines F-16 Flugzeugaufpralls. (HOLTEC 2019b) Die F-16 ist ein US-amerikanisches Kampfflugzeug mit einem maximalen Startgewicht von rund 20 t und einer Kerosinmenge von weniger als 10.000 l. Ein Verkehrsflugzeug kann erhebliche stärkere mechanische und thermische Auswirkungen auf die gelagerten Behälter haben.

Im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs (Boeing 747-400ER) auf das geplante Zwischenlager am Standort Krško werden laut UMWELTBERICHT (2020) keine radioaktiven Substanzen in die Umgebung freigesetzt. In dem betrachteten Szenario beträgt die Geschwindigkeit des Flugzeugs jedoch nur 100 m/s (360 km/h) und ist damit verhältnismäßig gering. Die dadurch verursachten Einwirkungen unterschätzen die möglichen mechanischen Belastungen erheblich. Beispielsweise wurde in Deutschland bei entsprechenden Untersuchungen eine deutlich höhere Geschwindigkeit von 175 m/s (630 km/h) unterstellt. In Zusammenhang mit einem Flugzeugabsturz ist aber zu begrüßen, dass der Behälterdeckel des Lagersystems modifiziert wurde. Durch die Wölbung werden mechanische Lasten eines Flugzeugabsturzes besser abgetragen.

Laut UMWELTBERICHT (2020) wurde angenommen, dass sich die gesamte Kerosinmenge (245.000 Liter) im Lagergebäude verteilt und dort verbrennt. Die Branddauer würde dann 26 Minuten betragen, als Brandtemperatur wurden 800°C unterstellt. Im Rahmen des UVP-Verfahrens wurden Sensitivitätsanalysen zu den Auswirkungen bei einer Brandtemperatur von 1.000°C erstellt. Es wurde auch für diesen Fall keine Freisetzung aus dem Behälter ermittelt. Untersuchungen bezüglich eines möglichen Cliff-Edge Effekts bei einem längeren Brand sind nicht erfolgt.

### **Grenzüberschreitende Auswirkungen**

Um eine mögliche Betroffenheit Österreichs abklären zu können, wäre die Berechnung von Dosis und Kontaminationswerten für den schwersten möglichen Unfall vorzunehmen. Dies könnte auch ein Unfall mit Dichtungsversagen von mehreren Behältern in einem langandauernden Brand sein.

Wünschenswert wäre die Durchführung einer Ausbreitungsrechnung mit für Österreich ungünstigen Wetterdaten und die Angabe von maximalen Kontaminationswerten für österreichisches Gebiet, ebenso wie von Maximaldosiswerten speziell für vulnerable Gruppen wie Kinder.

## SUMMARY

The construction of an interim storage for spent nuclear fuel assemblies is planned at the NPP Krško site in Slovenia. This project is subject to an Environmental Impact Assessment according to the Espoo-Convention and the EIA directive; Austria is participating.

The Austrian participation in the procedure serves the goal of providing recommendations for the minimization and – in best case – elimination of significantly adverse impacts on Austria. This Final Expert Statement contains an assessment of the answers provided by the Slovenian side to the Austrian side's questions in its Expert Statement (UMWELTBUNDESAMT 2020b).

### **Proof of disposal**

The proof of disposal for the dry storage includes the removal of the stored multi-purpose containers containing the spent fuel assemblies and the disposal of low and intermediate level contaminated containers and components.

At the end of operational lifetime the stored spent fuel elements are to be transported into the future final repository for spent fuel assemblies, possibly after re-packaging. Such a final repository is planned, however, the planning is still in the beginning. How the spent fuel elements will be handled after the end of the dry storage's operational time and no adequate repository available yet is therefore a legitimate question. An option mentioned was the extension of the operational time of the dry storage beyond the envisaged period of time. It remains questionable whether container integrity can be guaranteed for such a long time.

The Vrbina low and intermediate level waste repository's operational time might prove insufficient for the LILW generated during the dry storage decommissioning. In this case the LILW from decommissioning would be stored in the future final repository for spent fuel element. This could lead to bottlenecks also here. The planned solution consists in the extension of the operational period of the existing LILW repository in Vrbina.

The environmental impacts of an extended operational time of both the final repository Vrbina and the long-term interim storage in the dry storage Krško has not been assessed in the framework of the EIA. Once the necessity to extend one or both of those operational periods will come closer, a new EIA should be conducted.

### **Assessment of the planned interim storage and the canisters incl. aspects of long-term operation**

Currently the spent fuel assemblies generated during the NPP Krško operation are stored in the pool of the fuel building. The decision to construct a dry storage at the NPP Krško site is welcomed. Under the aspect of nuclear safety the dry storage's potential impacts on Austria are less severe compared to the wet storage's.

The re-location of the spent fuel assemblies from the wet storage into a dry storage significantly reduces the risk posed by the Krško NPP site. However, the time plan for the re-location is not sufficiently oriented toward the nuclear safety aspects. According to the Environmental Report the fuel assemblies will be transferred from the storage pool into the dry storage in four campaigns. Already UMWELTBUNDESAMT (2020a, b) highlighted that the safety aspect should be prioritized above economic aspects. For this reason all spent fuel assemblies (around 1000) should be re-located swiftly after a sufficient level of decay (at least five years) has been reached once the interim storage started operating. According to ANTWORTEN (2020), however, the re-location should start as soon as possible. Moreover, the timing of the transport needs to be checked continuously to keep the risk connected to storing the fuel elements as low as possible.

The storage system HI-STORM FW was selected for the storage purpose. The storage canister consists of a storage shielding (HI-STORM FW) and an inserted multipurpose canister (MPC.37). For on-site transports the transfer shielding HI-TRAC will be used. After the storage period will have ended, the spent fuel assemblies should be removed from the Krško site using the transport canisters HI-STAR 190.

According to UMWELTBERICHT (2020), the safety guarantee results from the fulfilling of the international standards and guidelines of the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the Western European Nuclear Regulators Association (WENRA).

If the case would occur, that canisters are in need of repair in the period after the NPP Krško's definite shut down, the canisters will be transported to an external service provider e.g. to Switzerland. The next review of the NPP Krško decommissioning plan should look into the second option, when the fuel handling building will be also available after the NPP's shutdown for possible canister repairs. Under safety aspects this is certainly the preferable solution, because transports of spent fuel assemblies always bear additional risks. According to ANTWORTEN (2020), however, the transport will not take place via Austrian territory under any circumstances.

Taking into account the planning of the final repository, the interim storage operation would be necessary for 50 years. The operation of the dry storage for spent fuel assemblies in the NPP Krško is assumed to last for 60 years, with the option to prolong its operation. The storage system components should be designed for a 100-years lifetime.

The decision to design the storage system components for a lifetime of 100-years is welcome. Internationally it is becoming clear that most countries will need significantly more time for the planning, licensing and the construction of a final repository than originally foreseen. The storage system HI-STORM FW, however, was licensed by the US nuclear regulator NRC for a period of 40 year only. Without any further explanation it is therefore not possible to understand how the design for a 100-year storage period will be realized.

Which modifications are planned for both the interim storage and the canisters for the purpose of an interim storage of 100 years under the on-site conditions, was explained in ANTWORTEN (2020). In addition each 10 years a Periodic Safety Review needs to be conducted, which is a precondition for the continued operation of another 10 years. At this point it is impossible to predict whether the can-

ister materials and in particular the seals sufficiently guarantee the canister's integrity for 100 years. International experience as a basis to make sound predictions is lacking. Therefore, it is important to make repair works on site possible.

### **Incidents and accidents without third party involvement**

The canisters will be stored in a dry storage building. The first 6 m of the building will consist of a reinforced concrete structure and the higher part of a steel construction covered with metal paneling. The dry storage building's function consists in protecting the storage canisters from external weather conditions and guaranteeing additional radiation shielding.

According to UMWELTBERICHT (2020), the HI-STORM FW system together with the dry storage building guarantees the basic safety functions. This encompasses guaranteeing sub-criticality, heat removal from the canisters and retention of radioactive materials during operation, during a Design Basis Accident and during Design Extension Conditions.

Protection measures against flooding were explained and the height of the protection seems sufficient from today's perspective. An analysis of possible extreme weather events has been undertaken. In particular when taking into account the long storage time, it is necessary to include trends for extreme weather events. According to current level of knowledge extreme events will increase in frequency and intensity due to climate change. No mention that investigating and monitoring of climate change trends will be continued. This would be useful on account of the dynamic and non-linear effects caused by climate changes.

Five initiating events were used for the safety analyses (canisters toppling due to increased seismic load, passive canister cooling impossible, crash of a commercial or military plane, collapse of dry storage building and fire in case of a plane crash). Those initiating events cover events, which could lead to the most severe impacts.

In the framework of safety analyses also cliff-edge effects were examined, which is welcomed. However, the documents lack information on the events for which cliff-edge effects were assessed and the respective reserves which were found.

Although the safety analyses did not identify loss of tightness for a cask for any of the analysed accidents, an analysis of the radiological consequences of a canister leakage in case of a hypothetical loss of the seal was conducted. For the hypothetical case of a leaking MPC 37 canister this analysis found a 30-day dose at 80 km distance from NPP Krško below 0.2 mSv. In principle, it is welcome that this investigation was undertaken in the framework of an EIA procedure. However, the temperature in the canister, which was assumed for the analysis, was relatively low. The potential release is strongly temperature dependent. In this respect higher radiation exposures as a consequence of an airplane crash are not fully excluded.

### **Incidents and accidents due to external impacts**

The safety case was made among others also for a plane crash in combination with kerosene fire and collapse of the storage hall. This safety case covers the earthquake impacts, even though the analysed scenario is not conservative regarding the mechanical and thermal loads.

It does not seem necessary and purposeful to discuss the analyses and results for the planned dry storage regarding earthquake in further details. However, this does not mean that for the reactor the earthquake hazard on site should not be continuously assessed.

### Incidents and accidents with third party impacts

Several terror scenarios can lead to massive releases from interim storages at the Krško site, which could also affect Austria. Taking into account potential terror attacks is in line with current state-of-the-art of science and technology. Details about the protection against terror attacks cannot be discussed during the EIA procedure due to reasons of classification. The envisaged protective measures in response to some countries' publicly discusses scenarios however can be outlined.

In addition to a possible terrorist attack with a plane crash on the interim storage, also the use of **anti-tank weapons** against the canisters is a scenario which e.g. in Germany has to be taken into account in the framework of an interim storage licensing.

Also the danger of so-called insiders needs to be pointed out. With its Nuclear Security Index the **Nuclear Threat Initiative** (NTI) assesses the measures taken by individual countries to reduce the risk of sabotage and terrorist attacks against nuclear facilities. According to NTI (2020), Slovenia has deficits when it comes to the protection against insider threats.

The answers in ANTWORTEN (2020) mentioned that NPP Krško is looking into the possible consequences of intended impacts from third parties in case of terrorism. Possible consequences as well as protective and damage-limiting measures were analysed. Those analyses are updated regularly and explicitly referred to as confidential. In this respect a part of the recommendations listed in UMWELT-BUNDESAMT (2020b) are followed up.

According to the Environmental Report the function of the planned dry storage building for spent nuclear fuel assemblies consists in protecting the canisters against external weather impacts. The protection of the planned interim storage against plane crashes and other severe external impacts should mainly be guaranteed by the canisters.

According to the manufacturer, the HI-STORM FW storage shielding protects the stored content from natural and artificial projectiles, including a F-16 plane crash. (HOLTEC 2019b) The F-16 is a U.S. fighter jet with a maximum 20 t take-off weight and kerosene amount under 10 000 l. A commercial airplane can have significantly larger mechanical and thermal impacts on the stored canisters.

According to UMWELTBERICHT (2020), the crash of a commercial airplane (Boeing 747-400ER) on the planned interim storage on the Krško site would not lead to releases of radioactive substances in the surroundings. However, the analysed scenario only assumes 100 m/s (360 km/h) speed for the airplane, which is relatively low. The impacts caused this way substantially underestimate the possible mechanical loads. For example in Germany for those investigations a substantially higher speed of 175 m/s (630 km/h) was assumed. Regarding a plane crash the modification of the storage system's canister lids is welcomed. The curvature has the effect that mechanical load of an airplane crash is carried better.

UMWELTBERICHT (2020) described the assumptions as including that the entire kerosene amount (245,000 litres) would be distributed in the storage building and burn there. The fire would last 26 minutes, assuming a fire temperature of 800°C. In the framework of the EIA procedures sensitivity analyses were conducted on the impacts of fire temperatures of 1,000°C. Also in this case no releases from the canister were assessed. Cliff-edge effects in consequence of a longer lasting fire have not been assessed.

### **Cross-border impacts**

To clarify whether Austria is possibly affected it would be necessary to calculate the dose and contamination values for the most severe possible accident. This could also be an accident with several canisters' seals failing due to a long-lasting fire.

It would be welcome if a dispersion calculation for Austria would be conducted, based on unfavourable weather data and providing maximum contamination data for the Austrian territory and maximum dose values for vulnerable groups such as children.



## POVZETEK

V Sloveniji je na lokaciji nuklearne elektrarne Krško (NEK) predvidena gradnja suhega skladišča za izrabljeno jedrsko gorivo. V skladu s konvencijo Espoo in direktivo o PVO bo za ta projekt izvedena celovita presoja vplivov na okolje, pri kateri bo sodelovala tudi Avstrija.

Cilj sodelovanja Avstrije v postopku CPVO so priporočila za zmanjšanje, v najboljšem primeru odpravo, možnih škodljivih učinkov na Avstrijo. V predloženem končnem strokovnem mnenju je zapisana analiza podanih odgovorov slovenske strani na vprašanja iz strokovnega mnenja avstrijske strani (UMWELTBUNDESAMT 2020b).

### Dokazilo o razgradnji

Dokazilo o razgradnji suhega skladišča zajema tako odvoz večnamenskih zabojnikov z izrabljenim gorivom iz suhega skladišča kakor tudi razgradnjo nizko- in srednjeradioaktivnokontaminiranih zabojnikov ter sestavnih delov.

Skladiščeno izrabljeno gorivo bo po končanem obratovanju suhega skladišča prepeljeno v načrtovano odlagališče za izrabljeno gorivo in pred prevozom ga bo mogoče treba tudi prepakirati. Takšno odlagališče je sicer načrtovano, a načrtovanje je šele v začetnih fazah. Zato je utemeljeno vprašanje kaj se bo zgodilo z izrabljenim gorivom po prenehanju obratovanja suhega skladišča, če ustrezno odlagališče še ne bo na razpolago. Navedena je bila možnost podaljšanja obratovanja suhega skladišča. Vendar je vprašljivo ali je lahko tako dolgo zagotovljeno tudi ustrezno stanje zabojnikov.

Trajanje obratovanja odlagališča NSRAO Vrbina morda ne bo zadostovalo za odlaganje nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) iz suhega skladišča, ko bo le-to prenehalo obratovati. V tem primeru bodo NSRAO iz suhega skladišča shranjeni v načrtovanem odlagališču za izrabljeno gorivo, kar pa lahko tudi tukaj povzroči ozka grla, ki naj bi jih rešili s podaljšanje obratovanja obstoječega odlagališča NSRAO v Vrbini.

Kako bipodaljšanje obratovanja tako za odlagališče Vrbina kot tudi za dolgoročno vmesno skladiščenje v suhem skladišču Krško vplivalo na okolje pa v okviru PVO ni bilo ocenjeno. V kolikor je predvideno podaljšanje obratovanja enega ali obeh bi bilo potrebno izvesti novo PVO.

### Ocena načrtovanega suhega skladišča in zabojnikov vključno z dolgoročnimi vidiki obratovanja

Izrabljeno gorivo iz obratovanja NEK je trenutno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo, nameščenem v zgradbi za gorivo. Odločitev za gradnjo suhega skladišča v NEK je načeloma treba pozdraviti. Z vidika možnih učinkov na Avstrijo je suho skladiščenje v primerjavi z mokrim skladiščenjem bolj varno.

Premeščanje izrabljenega goriva (IG) iz mokrega skladišča v suho skladišče znatno zmanjša tveganje, ki ga predstavlja NE Krško. Vendar pa je v časovnem načrtu premeščanja premalo upoštevana varnost. V skladu z UMWELTBERICHT (2020) bo izrabljeno gorivo premeščeno iz bazena v suho skladišče v štirih fazah: že UMWELTBUNDESAMT (2020a. b) je opozoril, da morajo imeti varnostni vidiki

prednost pred gospodarskimi vidiki. Zato bi, po možnosti vso IG (približno 1.000 gorivnih elementov) katerega stopnja sevanja se je dovolj zmanjšala (najmanj pet let), premestili v suho skladišče nemudoma po začetku obratovanja. V skladu z ANTWORTEN (2020) je cilj, da bi z izvajanjem premeščanja pričeli čim prej. Poleg tega bo potekalo redno preverjanje časovnega načrta premeščanja, da bi tako čimbolj zmanjšali tveganja, ki so povezana s skladiščenjem goriva.

Za skladiščenje je bil izbran HI-STORM FW sistem za suho skladiščenje. Zabojujnik za shranjevanje je sestavljen iz zaščitnega plašča (HI-STORM FW) in košare (MPC-37). Za prevoze na lokaciji se bo uporabljal zabojujnik za premeščanje HI-TRAC. Po koncu skladiščenja bodo elementi izrabljenega goriva iz lokacije Krško premeščeni v transportnem zabojujniku HI-STAR 190.

Jamstvo za varnost, v skladu z UMWELTBERICHT (2020) ustreza tudi mednarodnim standardom in smernicam Mednarodne agencije za jedrsko energijo (IAEA) in Združenja zahodnoevropskih jedrskih upravnih organov (WENRA).

V primeru potrebnega popravila zabojujnikov po razgradnji NEK, je predviden prevoz zabojujnikov k zunanjemu ponudniku storitev, npr. v Švico. V naslednji reviziji načrta razgradnje NEK je treba razmisliti tudi o možnosti, da ostane objekt za ravnanje z izrabljenim gorivom (FHB) še naprej na voljo za morebitno popravilo zabojujnikov tudi po razgradnji NEK. To bi bilo iz varnostnega vidika dobrodošlo, saj je prevoz izrabljenega goriva vedno povezan z dodatnimi tveganji. V skladu z ANTWORTEN (2020) pa prevoz v nobenem primeru ne bo potekal preko Avstrije.

Na podlagi načrtovanja odlagališča bi bilo suho skladiščenje potrebno za obdobje 50 let. Obratovalna doba suhega skladišča za izrabljeno gorivo v NEK je predvidoma 60 let, z možnostjo podaljšanja obratovanja. Komponente sistema za skladiščenje bi morale biti zasnovane za življenjsko dobo 100 let.

Dobrodošlo je, da so komponente sistema za skladiščenje zasnovane za življenjsko dobo 100 let. Saj je v svetovnem merilu postalo jasno, da bo večina držav potrebovala za načrtovanje, odobritev in postavitve odlagališča, precej več časa kot prvotno načrtovano. Vendar pa je bil HI-STORM FW sistem za skladiščenje, s strani ameriškega homologacijskega organa NRC, odobren samo za obdobje 40 let. Zato brez nadaljnje obrazložitve nirazumljivo, kako bo izvedeno načrtovano skladiščenje za 100 let.

V ANTWORTEN (2020) je pojasnjeno kakšne so, v skladu z obstoječimi pogoji na lokaciji, predvidene modifikacije za suho skladišče in za zabojujnike za shranjevanje za čas skladiščenja 100 let. Poleg tega se bodo na vsakih 10 let izvajali periodični varnostni pregledi, ki bodo pogoj za podaljšanje obratovanja za naslednjih 10 let. Trenutno pa ni mogoče natančno napovedati ali je možno 100 let zagotavljati ustrezno stanje materialov zabojujnikov, predvsem pa njihovih tesnil. Premalo je mednarodnih izkušenj, da bi lahko ocenili možnosti. Zato je pomembno, da obstaja možnost izvajanja popravil na sami lokaciji.

### **Okvare in nesreče brez vpliva tretjih oseb**

Zabojujniki bodo shranjeni v objektu za suho skladiščenje. Ta bo v spodnjem delu zasnovan do višine 6 m kot betonsko-jeklena konstrukcija, v zgornjem pa kot jeklena konstrukcija prekrita s kovinskimi paneli. Funkcija suhega skladišča je zaščititi zabojujnike pred zunanjimi vremenskimi vplivi in zagotoviti dodatno zaščito pred sevanjem.

V skladu z UMWELTBERICHT (2020) HI-STORM FW sistem skupaj z objektom za suho skladiščenje zagotavlja osnovne varnostne funkcije. To obsega zagotavljanje podkritičnosti, odvajanje toplote iz zabojsnikov in preprečitev širjenja radioaktivnih snovi med obratovanjem, projektnimi dogodki in razširjenimi projektnimi dogodki.

Opisani so zaščitni ukrepi pred poplavami. Raven zaščite je iz današnjega vidika zadostna. Analiza možnih ekstremnih vremenskih dogodkov je bila izvedena. Ravno zaradi dolgoletnega skladiščenja je upoštevanje trendov v ekstremnih vremenskih pojavih pomembno. Po trenutnih dognanjih se zaradi podnebnih sprememb povečuje intenzivnost in pogostost ekstremnih dogodkov. Ni navedeno, da se bodo še naprej spremljali in ocenjevali trendi podnebnih sprememb, kar pa je priporočljivo zaradi dinamičnih in nelinearnih vplivov podnebnih sprememb.

V varnostnih analizah je bilo upoštevanih pet sprožilnih dogodkov (prevrnitev zabojsnika zaradi povečane potresne obremenitve, pasivno hlajenje zabojsnika nemogoče, strmoglavljenje potniškega letala ali vojaškega letala, zrušitev suhega skladišča in požar v primeru letalske nesreče). Ti sprožilni dogodki zajemajo dogodke, ki imajo največji vpliv.

V sklopu varnostnih analiz so bile izvedene tudi preiskave za primere učinka Cliff-Edge. To je na splošno dobrodošlo. Vendar pa ni pojasnjeno kateri dogodki z učinkom Cliff-Edge so bili preučeni in katere rezerve so bile nato določne.

Čeprav varnostne analize pri nobeni analizirani nesreči niso odkrile prepustnosti zabojsnika, je bila izvedena analiza radioloških posledic puščanja zabojsnika v primeru hipotetične okvare tesnjenja. V hipotetičnem primeru puščanja zabojsnika MPC 37 ta analiza ugotavlja, da je 30-dnevni odmerek na razdalji 80 km od NEK manj kot 0,2 mSv. Načeloma je treba pozdraviti, da je bila taka preiskava izvedena v okviru postopka CPVO. Vendar pa je temperatura v zabojsniku, ki je bila upoštevana za analizo, relativno nizka. Potencialno sproščanje je močno odvisno od temperature. Zato v primeru strmoglavljenja letala ni popolnoma izključena možnost povečane izpostavljenosti sevanju.

### **Okvare in nesreče, ki jih povzročijo zunanji vplivi**

Varnostna analiza je bila med drugim izvedena za letalsko nesrečo v kombinaciji s požarom kerozina in zrušenjem skladišča. Tudi če analizirani scenarij ni konservativen glede mehanskih in toplotnih obremenitev, zajema varnostna analiza učinke potresa.

Podrobnejša razprava o analizah in rezultatih načrtovanega suhega skladišča v povezavi s potresi ni potrebna in smiselna. Vendar to ne izključuje stalnega ocenjevanja nevarnost potresa na lokaciji glede na reaktor.

### **Okvare in nesreče zaradi vpliva tretjih oseb**

Različni teroristični scenariji bi lahko povzročili velike izpuste iz suhih skladišč na lokacijah Krško, kar bi lahko prizadelo tudi Avstrijo. Upoštevanje možnih terorističnih napadov ustreza trenutnemu stanju znanosti in tehnologije. Podrobnosti zaščite pred terorističnimi napadi zaradi zaupnosti ni mogoče obravnavati v postopku CPVO. Možno pa je opisati predvidene zaščitne ukrepe za scenarije, o katerih so v nekaterih državah že javno razpravljali.

Poleg možnega terorističnega napada s strmoglavljenjem letala na suho skladišče je možen tudi scenarij uporabe **protioklepnega orožja** na zabojnikih. V Nemčiji ta scenarij obravnavajo v okviru odobritve suhega skladišča.

Opozoriti je treba tudi na nevarnost tako imenovanih internih storilcev. **Nuclear Threat Initiative (NTI) (Pobuda za jedrsko grožnjo)** uporablja indeks jedrske varnosti za oceno ukrepov, ki jih države sprejmejo za zmanjšanje tveganja sabotaž in terorističnih napadov na jedrske objekte. V skladu s NTI (2020) je v Sloveniji zaščita pred grožnjo internih storilcev pomanjkljiva.

V ANTWORTEN (2020) je pojasnjeno, da se NE Krško ukvarja z možnimi posledicami načrtnega vpliva tretjih oseb v primeru terorističnega napada. Analizirajo se možne posledice ter ukrepi za zaščito in zmanjšanje škode. Te analize redno posodablajo. Poudarjeno je, da so te analize zaupne, kar pomeni da je bil upoštevan del priporočila UMWELTBUNDESAMT (2020b)

V skladu z UMWELTBERICHT (2020) je funkcija načrtovane zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva zaščita zabojnikih za skladiščenje pred zunanjimi vremenskimi vplivi. Zaščito načrtovanega suhega skladišča pred letalsko nesrečo in pred drugimi hudimi zunanjimi vplivi naj bi zagotavljali predvsem zabojniki.

Po navedbah proizvajalca skladiščni modul HI-STORM FW ščiti skladiščeno vsebino pred naravnimi in umetnimi projektili, vključno strmoglavljenjem letala F-16. (HOLTEC 2019b) F-16 je ameriško bojno letalo z največjo vzletno maso približno 20 t in količino kerozina manj kot 10.000 l. Potniško letalo ima lahko bistveno močnejše mehanske in toplotne učinke na skladiščene zabojniki.

V skladu z UMWELTBERICHT (2020) v primeru strmoglavljenja potniškega letala (Boeing 747-400ER) na načrtovano suho skladišče na lokaciji Krško ne bo prišlo do sproščanja radioaktivnih snovi v okolje. V obravnavanem scenariju pa je hitrost letala zgolj 100 m/s (360 km/h) in je tako razmeroma nizka. Zato povzročeni učinki znatno podcenjujejo možne mehanske obremenitve. V Nemčiji na primer je bila v ustreznih raziskavah predvidena bistveno višja hitrost 175 m/s (630 km/h). V zvezi s strmoglavljenjem letala pa je dobrodošlo to, da so bili pokrovi zabojnikih sistema skladiščenja modificirani, saj izboklina bolje prenese mehanično obremenitev strmoglavljenja letala.

V skladu z UMWELTBERICHT (2020) je predvideno, da se celotna količina kerozina (245.000 litrov) razporedi po skladišču in tam gori. Trajanje požara bi tako znašalo 26 minut in predvidena temperatura bi bila 800 ° C. V sklopu okoljskega poročila CPVO so bile izvedene analize občutljivosti na učinke pri požarni temperaturi 1.000 ° C. Tudi za ta primer niso bili analizirani izpusti iz zabojnikih. Analize možnega učinka Cliff-Edge v primeru dolgo trajajočega požara niso bile izvedene.

### Čezmejni učinki

Da bi ocenili možnost vpliva na Avstrijo, bi morali oceniti količino in stopnjo kontaminacije v primeru najhujše možne nesreče. Takšna nesreča je lahko tudi prenehanje tesnjenja več zabojnikih v primeru dolgo trajajočega požara.

Zaželen je izračun širjenja v Avstrijo v primeru neugodnih vremenskih razmer in navedba najvišje stopnje sevanja za ozemlje Avstrije ter najvišje vrednosti, predvsem za ranljive skupine kot so otroci.

# 1 EINLEITUNG

Am Standort des Kernkraftwerks (KKW) Krško in Slowenien ist die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente geplant. Für dieses Projekt wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) gemäß ESPOO-Konvention und UVP-Richtlinie durchgeführt, an der sich Österreich beteiligt.

Bevor das Bewilligungsverfahren zu diesem Vorhaben begonnen werden konnte, musste ein **Raumordnungsverfahren** durchgeführt werden. An der dafür nötigen Strategischen Umweltprüfung (SUP) hatte sich Österreich bereits beteiligt. Eine Fachstellungnahme und ein Konsultationsbericht wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK, vormals BMNT) und der Bundesländer Kärnten, Niederösterreich, Salzburg, Steiermark und Vorarlberg erstellt. (UMWELTBUNDESAMT 2019, 2020a)

Österreich beteiligt sich auch in der nach der SUP durchgeführten **Umweltverträglichkeitsprüfung** (UVP). Ziel der österreichischen Verfahrensbeteiligung ist es, Empfehlungen zur Minimierung, im optimalen Falle Eliminierung, möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich zu geben. Das Umweltbundesamt wurde vom BMK beauftragt, die Erstellung einer Fachstellungnahme zum Vorhaben zu koordinieren. (UMWELTBUNDESAMT 2020b). In dieser Fachstellungnahme wurde dargestellt, ob die Informationen in den UVP-Dokumenten eine Beurteilung möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich erlaubten, dies bezog sich vor allem auf das Ergreifen von Maßnahmen entsprechend dem österreichischen Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen. In Kapitel 8 wurden Fragen und vorläufige Empfehlungen aufgelistet.

Von der slowenischen Seite wurde nun ein Antwortschreiben übermittelt (ANTWORTEN 2020), in dem auf diese Fragen und vorläufigen Empfehlungen geantwortet wurde. Dies entspricht einer schriftlichen **Konsultation**.

Ziel der hier vorliegenden abschließenden Fachstellungnahme inklusive Konsultationsberichts ist es, die Antworten der slowenischen Seite zu bewerten und abschließende Empfehlungen zu geben.

Jedes Kapitel umfasst zunächst eine kurze Zusammenfassung des entsprechenden Kapitels der Fachstellungnahme (UMWELTBUNDESAMT 2020b), danach die detaillierte Bewertung der Antworten sowie Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen.

## 2 BEWERTUNG DES UVP-VERFAHRENS UND ENTSORGUNGSNACHWEISES

### 2.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) soll zu einem Zeitpunkt erfolgen, zu dem alle Optionen offen sind. Sowohl der Standort als auch die Technologie wurden bereits in den letzten Jahren festgelegt, im Jahr 2017 wurde zudem der Auftrag an die Firma Holtec erteilt. Es erscheint daher fraglich, ob der Zeitpunkt, zu dem die vorliegende UVP durchgeführt wird, dieser Vorgabe der Espoo-Konvention und der UVP-Richtlinie folgt.

Für Österreich ist vor allem von Interesse, ob durch die Wahl von Standort und Technologie signifikante grenzüberschreitende Auswirkungen entstehen können. Im Speziellen gilt es die Erdbebengefährdung des Standorts an neue wissenschaftliche Erkenntnisse anzupassen und die Auslegung des Zwischenlagers darauf abzustimmen.

Die Betriebsdauer des KKW Krsko ist bis 2023 genehmigt. Eine Laufzeitverlängerung ist derzeit in Vorbereitung, sie soll 20 Jahre umfassen. Aus den UVP-Unterlagen war nicht klar ersichtlich, ob im Falle der Laufzeitverlängerung das Trockenlager auch diese zusätzlich anfallenden abgebrannten Brennelemente aufnehmen kann.

Im Rahmen der UVP wurden verschiedene Varianten der Stilllegung des Trockenlagers vorgelegt (Basisszenario und Alternativszenario RS1). Beim Basisszenario werden die eingelagerten Mehrzweckbehälter, in die die abgebrannten Brennelemente verpackt wurden, abtransportiert (in ein zukünftiges Endlager). Beim Alternativszenario RS1 werden die abgebrannten Brennstäbe vor Ort neu verpackt, die Mehrzweckbehälter werden zu radioaktivem Abfall. In beiden Fällen wird davon ausgegangen, dass die Transportbehälter nicht als Abfall eingestuft werden müssen.

Um einen Entsorgungsnachweis für das Trockenlager vorzulegen, müsste jedoch auch erläutert werden, ob die nötigen Endlagerkapazitäten zum benötigten Zeitpunkt bereitstehen werden. Dies ist derzeit weder für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers noch für die eingelagerten abgebrannten Brennelemente absehbar. Ein Alternativplan, was im Falle, dass kein Endlager zur Verfügung steht, geschehen soll, wurde nicht vorgelegt,

### 2.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten

#### **Frage 1**

- *Sind bei der Abschätzung der Kapazität für das Trockenlager die geplante Laufzeitverlängerung des KKW Krško und ein möglicher Neubau eines weiteren KKW-Blocks mitgeplant?*

### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Bei der Planung der Kapazität des Trockenlagers wurden die bereits bestehenden abgebrannten Brennelemente sowie die abgebrannten Brennelemente aus der geplanten Verlängerung der Lebensdauer des Kernkraftwerks Krško einbezogen.

Die abgebrannten Brennelemente, die im Falle eines etwaigen Baus eines zusätzlichen KKW-Blocks entstehen würden, sind nicht in die Kapazität des Trockenlagers des Kernkraftwerks Krško einbezogen.

### **Bewertung der Antwort**

Die Frage ist beantwortet.

### **Frage 2**

- *Ist die Kapazität des Endlagers Vrbina auf die Aufnahme der LILW aus der Stilllegung sowohl nach dem Basisszenario als auch nach dem Alternativszenario RS1 ausgelegt?*

### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Das Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Vrbina ist für die Endlagerung der Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus dem Kernkraftwerk Krško sowie für alle slowenischen institutionellen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle, d. h. Abfälle aus der Medizin, Forschung und Industrie geplant. Diese Abfälle passen in 853 Lagerbehälter, die Kapazität des Endlagers beträgt 990 Behälter.

Im Falle der Umsetzung des Basisszenarios der Stilllegung des Trockenlagers für abgebrannte Brennelemente würden 31 Endlagerbehälter anfallen, im Falle der Umsetzung des Alternativszenarios RS1 (Umpacken der abgebrannten Brennelemente aus den Mehrzweckbehältern in spezielle Endlagerbehälter) würden 89 Endlagerbehälter anfallen. Diese könnten zwar im Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Vrbina entsorgt werden, nach der derzeit geltenden Projektion wird das Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Vrbina jedoch bis 2059 in Betrieb bleiben – es wird also noch vor dem geplanten Termin für das durchzuführende Umpacken der abgebrannten Brennelemente bei Ablauf der Lagerdauer bereits geschlossen sein. Das Programm der Endlagerung von radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen (Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, Version 1.3, September 2019, ARAO - Agency for Radwaste Management, Ljubljana, Fund for financing the decommissioning of the Krško NPP, Zagreb) sieht vor, dass die im Rahmen des Betriebs und der Stilllegung des Trockenlagers angefallenen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle im künftigen Endlager für abgebrannte Brennelemente (in speziellen unterirdischen Endlagerräumen) endgelagert werden.

### **Bewertung der Antwort**

Falls der LILW aus der Stilllegung nicht im Endlager Vrbinja eingelagert werden kann, soll er im zukünftigen Endlager für abgebrannte Brennelemente eingelagert werden. Die Frage ist somit beantwortet.

### **Frage 3**

- *Was ist für den Fall geplant, dass zum Zeitpunkt der Stilllegung des Trockenlagers kein Endlager für abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle zur Verfügung steht?*

### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Die Entschließung zum Nationalen Programm für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente für den Zeitraum 2016–2025 (ReN-PRRO16-25; Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 31/16) sieht den Bau und die Inbetriebnahme des Endlagers für abgebrannte Brennelemente in zeitlicher Abstimmung mit der Ausführung des Trockenlagers vor.

Berücksichtigt ist das Referenzszenario für ein eigenes Endlager in geeigneten festen Gesteinen, offen bleibt aber auch die Möglichkeit einer Absprache über ein europäisches regionales Endlager. Slowenien ist Mitglied der Arbeitsgruppe European Repository Development Organisation, die eine Gruppe von EU-Staaten zum Zwecke der Untersuchung eines Modells zur Entwicklung gemeinsamer Lösungen der Mitgliedsstaaten verbindet. Das Programm der Endlagerung von radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen (Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, Version 1.3, September 2019, ARAO – Agency for Radwaste Management, Ljubljana, Fund for financing the decommissioning of the Krško NPP, Zagreb) sieht die Inbetriebnahme des gebauten Endlagers für abgebrannte Brennelemente im Jahr 2065 (sensitivity case) bzw. 2093 (base case) vor.

Somit ist die Situation, dass zum Zeitpunkt der Stilllegung des Trockenlagers kein Endlager für abgebrannte Brennelemente verfügbar ist, aufgrund des obigen Sachverhalts derzeit nicht vorgesehen. Im Falle, dass am Ende der Betriebsdauer des Trockenlagers trotz allem kein Endlager für abgebrannte Brennelemente bzw. keine Abgabe der Brennelemente zur Verwertung sichergestellt ist, kann die Trockenlagerung im neuen Trockenlager fortgesetzt werden.

### **Bewertung der Antwort**

Die Frage ist beantwortet.

Die Langzeit-Zwischenlagerung als Ersatz-Option der Entsorgung für den Fall, dass ein entsprechendes Endlager für abgebrannte Brennelemente nicht zum gewünschten Zeitpunkt verfügbar ist, wirft sicherheitsrelevante Bedenken auf. Wie auch in Kapitel 3 dieser abschließenden Fachstellungnahme erläutert wird, ist keineswegs gesichert, dass die Materialien des Behälters und insbesondere die Dichtungen für einen Zeitraum von 100 Jahre die Integrität des Behälters gewährleisten, geschweige denn über noch längere Zeiträume.



Offen ist auch, wie die Entsorgung der kroatischen Hälfte der abgebrannten Brennelemente erfolgen wird, falls Kroatien seinen Anteil nicht übernehmen könnte.

## 2.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu

### Vorläufige Empfehlung 1

- Ein Alternativplan sollte vorgelegt werden, falls die radioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers nicht in ein Endlager verbracht werden können, weil keine geeigneten Endlagerkapazitäten zur Verfügung stehen.



### Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite

Gemäß der dritten Überarbeitung des Programms zur Stilllegung des KKW Krško (3<sup>rd</sup> Revision of the NPP Krško Decommissioning, No. 4520/CA/F0106405/01, Überarbeitung 01 vom 5.6.2019) ist vorgesehen und sichergestellt, dass im Endlager für abgebrannte Brennelemente ausreichend Platz und gewährleistete Kapazitäten für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers für abgebrannte Brennelemente vorhanden sind.

Derzeit ist vorgesehen, dass das Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LILW) Vrbina, in dem die Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus dem KKW Krško endgelagert werden soll, bis zum Jahr 2059 in Betrieb bleibt und dass das kroatische LILW-Endlager, in dem die andere Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle endgelagert werden soll, bis 2061 in Betrieb bleibt (Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program).

Aus technischer Sicht kann der Betrieb beider Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle verlängert werden, die Endlagerkapazitäten reichen für die Endlagerung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers für abgebrannte Brennelemente aus. Falls in der Zeit vor der Stilllegung des Trockenlagers festgestellt werden sollte, dass im Endlager für abgebrannte Brennelemente keine ausreichenden Endlagerungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, könnte alternativ der Betrieb des slowenischen und/oder kroatischen Endlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle verlängert werden.

### Bewertung des Kommentars

Das zukünftige Endlager für abgebrannte Brennelemente soll ausreichend Kapazität haben, um die schwach- und mittelaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers aufnehmen zu können. Falls es nicht rechtzeitig fertiggestellt wird, bzw. falls doch keine entsprechenden Kapazitäten darin zur Verfügung stehen, können die bestehenden LILW-Endlager in Vrbina und in Kroatien länger als vorgesehen betrieben werden.

## 2.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen

Die Kapazität des Trockenlagers ist auch auf eine mögliche Laufzeitverlängerung des KKW Krško ausgelegt, nicht jedoch auf einen eventuellen zweiten KKW-Block.

Der Entsorgungsnachweis des Trockenlagers umfasst sowohl den Abtransport der darin gelagerten Mehrzweckbehälter mit den abgebrannten Brennelementen als auch die Entsorgung schwach- und mittelaktiv kontaminierter Behälter und Bauteile.

Die gelagerten abgebrannten Brennelemente sollen bei Ende der Betriebsdauer des Trockenlagers in ein zukünftiges Endlager für abgebrannte Brennelemente transportiert werden, möglicherweise werden sie dazu vorher umgepackt. Ein solches Endlager für abgebrannte Brennelemente ist zwar vorgesehen, aber die Planung ist noch im Anfangsstadium – es ist derzeit noch nicht einmal entschieden, ob ein nationales oder regionales Endlager gesucht wird. Daher ist die Frage berechtigt, was mit den abgebrannten Brennelementen nach Ablauf der Betriebsdauer des Trockenlagers passieren soll, falls kein entsprechendes Endlager zur Verfügung steht. Als Option wurde von der slowenischen Seite die Langzeit-Zwischenlagerung genannt, also der Betrieb des Trockenlagers über den vorgesehenen Zeitrahmen hinaus. Diese Option ist jedoch sicherheitstechnisch bedenklich, wie in Kapitel 3 dieser abschließenden Fachstellungnahme erläutert wird.

Da die Entsorgung des LILW aus der Stilllegung auch an die rechtzeitige Fertigstellung des Endlagers für abgebrannte Brennelemente geknüpft ist, könnten sich auch hier Engpässe ergeben. Diese sollen durch eine Verlängerung der Betriebsdauer des bestehenden LILW-Endlagers in Vrbinja gelöst werden.

### Abschließende Empfehlung

- Falls die radioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers nicht in ein Endlager verbracht werden können, wurden zwei Alternativen genannt: die Betriebsdauerverlängerung des LILW-Endlagers Vrbinja und die Verlängerung der Betriebsdauer des Trockenlagers. Die Umweltfolgen einer Betriebsdauerverlängerung sowohl für das Endlager Vrbinja als auch für die Langzeit-Zwischenlagerung im Trockenlager wurden im Rahmen der UVP nicht abgeschätzt und bewertet. Falls absehbar ist, dass eine oder beide dieser Betriebsdauerverlängerungen vorgenommen werden müssen, sollte eine neuerliche UVP abgehalten werden.

### **3 BEWERTUNG DES GEPLANTEN ZWISCHENLAGERS UND DER BEHÄLTER INKL. LANGZEITASPEKTE DES BETRIEBS**

#### **3.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme**

Die Entscheidung zur Errichtung eines Trockenlagers am KKW Standort Krško ist grundsätzlich zu begrüßen. Die Umladung der abgebrannten Brennelemente (ABE) aus dem Nasslager in ein Trockenlager reduziert die vom Standort Krško ausgehende Gefahr erheblich. Der Zeitplan für die Umladung ist allerdings nicht ausreichend sicherheitsorientiert. Bereits im UMWELTBUNDESAMT (2020a) wurde betont, dass Sicherheitsaspekte Vorrang gegenüber Aspekten der Wirtschaftlichkeit haben sollten. Insofern sollten möglichst alle ABE (ca. 1.000 ABE), die ausreichend (mindestens fünf Jahre) abgeklungen sind, nach Inbetriebnahme des Zwischenlagers zügig umgeladen werden.

Laut UMWELTBERICHT (2020) ergibt sich die Gewährleistung der Sicherheit des Zwischenlagers auch aus den internationalen Standards und Richtlinien der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA).

Es ist vorgesehen für den Fall einer notwendigen Reparatur der Behälter nach Stilllegung des KKW Krško die Behälter zu einem externen Dienstleister z. B. in die Schweiz zu transportieren. In der nächsten Überarbeitung des Stilllegungsplan des KKW Krško soll als zweite Option betrachtet werden, dass das Brennelementhandhabungsgebäude (FHB) auch nach der Stilllegung des KKW Krško für eine mögliche Reparatur von Behältern zur Verfügung steht. Die Betrachtung der zweiten Option wird unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten begrüßt, da Transporte von hoch-radioaktiven Stoffen immer mit zusätzlichen Risiken verbunden sind. Dies ist für Österreich relevant, da Transporte potenziell beschädigter Behälter von Slowenien in die Schweiz über Österreich erfolgen könnten.

Es ist zu begrüßen, dass laut UMWELTBERICHT (2020) die Komponenten des Lagerungssystems auf eine Lebensdauer von 100 Jahren auszulegen sind. Denn international zeichnet sich klar ab, dass in den meisten Ländern der Zeitbedarf zur Planung, Genehmigung und Errichtung eines Endlagers viel höher sein wird als ursprünglich vorgesehen. Allerdings wurde das Lagersystem HI-STORM FW von der US-amerikanischen Genehmigungsbehörde NRC nur für einen Zeitraum von 40 Jahren genehmigt. Insofern ist nicht ohne weitere Erklärung nachvollziehbar, wie die Auslegung für eine Lagerung von 100 Jahren für das geplante Zwischenlager am Standort Krško realisiert wird. Sicherheitstechnisch relevante Aspekte der Langzeitsicherheit werden im UMWELTBERICHT (2020) nicht erwähnt oder diskutiert.

Laut ANTWORTEN (2019) zielt das Konzept der Lagerung darauf ab, dass die Behälter für den gesamten Lagerzeitraum dicht bleiben; die Integrität der Brennstäbe ist von nachrangigem Interesse und liegt nach Beendigung der Zwischenlagerzeit in der Verantwortung desjenigen, der für die Endlagerung oder die Wiederaufarbeitung zuständig ist. Eine Kontrolle der Dichtheit der Brennstäbe in den Behältern ist nicht beabsichtigt. Im UMWELTBUNDESAMT (2020a) wurde angeregt

im Rahmen des UVP-Verfahrens zu überprüfen, ob diese Vorgehensweise angemessen ist. Aber auch weiterhin ist keine stichprobenartige Überprüfung der Brennstäbe geplant.

### 3.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten

#### Frage 1

- *Mit welchen Änderungen wird die Auslegung des Lagersystem HI-STORM FW, das von der US-amerikanischen Genehmigungsbehörde NRC nur für einen Zeitraum von 40 Jahren genehmigt wurde, für eine Lagerung von 100 Jahren für das geplante Zwischenlager am Standort Krško realisiert?*

#### Schriftliche Antwort der slowenischen Seite

Der Genehmigungsprozess für Lagerungssysteme bei der Regulierungsbehörde NRC (Nuclear Regulatory Commission) in den Vereinigten Staaten von Amerika sieht zunächst eine Genehmigung für 40 Jahre vor. Sofern die Bedingungen der NRC erfüllt sind, wird die Genehmigung anschließend jeweils um 20 Jahre verlängert (bis insgesamt 100 Jahre). Nach der Stilllegung des KKW Krško erhält das Trockenlager für abgebrannte Brennelemente den Status einer neuen kerntechnischen Anlage und eine auf 10 Jahre begrenzte Betriebsgenehmigung. Die Verlängerung der bestehenden Betriebsgenehmigung um weitere 10 Betriebsjahre ist von der periodischen Sicherheitsüberprüfung abhängig.

Das Lagerungssystem HI-STORM FW, das für die Lagerung abgebrannter Brennelemente aus dem KKW Krško vorgesehen ist, ist für einen Zeitraum von 100 Jahren ausgelegt, was bedeutet, dass die im System eingebauten Materialien allen für den Standort Krško vorgesehenen Auslegungsbelastungen standhalten (hohe Temperaturen, starke Erdbeben, Überschwemmungen, Flugzeugabstürze usw.). Beim Lagerungssystem HI-STORM FW, das für die Lagerung abgebrannter Brennelemente aus dem KKW Krško vorgesehen und in den Vereinigten Staaten von Amerika genehmigt ist, waren keine Änderungen erforderlich, um die Voraussetzungen für eine Lebensdauer von 100 Jahren zu erfüllen. Die Überwachung des Zustands der Anlage und die Sicherstellung der Einhaltung der Planungsdocumentation bzw. der Anforderungen bezüglich der Genehmigung werden durch das Alterungsmanagementprogramm und zehnjährliche periodische Sicherheitsüberprüfungen (Periodic Safety Reviews) sichergestellt.

Es bestehen einige Unterschiede zwischen dem in Krško verwendeten System HI-STORM FW XL und einem ähnlichen System, das in anderen Kernkraftwerken in den Vereinigten Staaten von Amerika verwendet wird. Diese Unterschiede und die Gründe für die Einführung abweichender Lösungen sind nachstehend angeführt:

1. Der Deckel des Systems HI-STORM FW wurde in einen kuppelförmigen Deckel geändert. Die Änderung der Deckelform erfolgte wegen Berücksichtigung eines Flugzeugabsturzes. Durch diese Änderung wird die mechanische Widerstandsfähigkeit im Falle eines Flugzeugaufpralls wesentlich erhöht. Bei einem Flugzeugaufprall bleibt der kuppelförmige Deckel am HI-STORM-Körper befestigt.

2. Der HI-STORM ist mit einem Verankerungssystem am Boden des Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente befestigt, wodurch sichergestellt wird, dass der Lagerbehälter HI-STORM während eines schweren Auslegungserdbebens nicht verrutscht oder umkippt.
3. Es sind zwei Temperaturüberwachungssysteme eingebaut, die eine strengere Überwachung des Zustands des Lagerungssystems gewährleisten:
  - a. Das erste System misst die Ein- und Ausgangstemperatur des Luftdurchflusses durch die Lüftungsöffnungen des HI-STORM und dient der Überwachung der Kühlung des Lagerungssystems.
  - b. Das zweite System misst die Temperatur des Mehrzweckbehälters und ermöglicht die indirekte Erkennung einer etwaigen Leckage des Mehrzweckbehälters mit abgebrannten Brennelementen.
4. Die Bodenplatte des Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente weist eine erhöhte Dicke auf. Dadurch werden eine größere Festigkeit und Zuverlässigkeit des Gebäudes im Falle des Eintritts eines angenommenen starken Erdbebens gewährleistet.
5. Die HI-STORM-Lagerbehälter sollen in Krško in einem Gebäude gelagert werden, was den Anforderungen des KKW Krško bezüglich des Schutzes vor Überschwemmungen und atmosphärischen Einflüssen und zur Erreichung sehr niedriger Strahlenbelastungen am Zaun des KKW Krško entspricht. In den Vereinigten Staaten von Amerika gibt es kein Lager, in dem HI-STORM-Systeme in einem Gebäude aufgestellt sind. Der Stahlaufbau des Gebäudes wird mit einer Neutronenabschirmung ausgestattet, die zusätzlich zur Reduzierung der Strahlenbelastung der Umwelt beiträgt.

### **Bewertung der Antwort**

Die Frage ist umfassend beantwortet. Es wird begrüßt, dass die geplanten Modifizierungen für das Zwischenlager und die Lagerbehälter für eine Zwischenlagerung von 100 Jahren für die am Standort vorhandenen Bedingungen erläutert werden. Zudem sollen alle 10 Jahre periodische Sicherheitsüberprüfungen stattfinden, die eine Voraussetzung für einen Weiterbetrieb von jeweils 10 Jahren sind. Ob die Materialien des Behälters und insbesondere die Dichtungen für einen Zeitraum von 100 Jahren die Integrität des Behälters ausreichend gewährleisten, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht sicher prognostizieren. Es fehlen ausreichend internationale Erfahrungen, um belastbare Prognosen aufstellen zu können. Daher ist eine Reparaturmöglichkeit am Standort wichtig. (siehe Empfehlungen 3.4)

## **3.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu**

### **Vorläufige Empfehlung 1**

Um das vom KKW Standort Krško ausgehende Risiko zu mindern, sollten die abgebrannten Brennelemente, die ausreichend abgeklungen sind, zügig in das Trockenlager umgeladen werden.



### **Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite**

**Das KKW Krško plant die Verlagerung der abgebrannten Brennelemente aus dem Nass- in das Trockenlager als Risikominderungsmaßnahme, weshalb es sich bei der Planung der Verlagerungstermine auf seine eigenen Erfahrungen und die zeitliche Abfolge bei ähnlichen Lagern sowie vor allem auf die Sicherheit der Ausführung der Aktionen und auf hochtechnologisch qualifizierte Fachkräfte stützte, so dass das Tempo der Überführung abgebrannter Brennelemente in das Trockenlager wichtig ist, jedoch nicht Vorrang vor anderen Kriterien hat. Das KKW Krško hat das Tempo so angepasst, dass dieses optimal ist.**

Bei der Terminplanung der vorgesehenen Kampagnen zur Überführung der Brennelemente in das Trockenlager wurden die Faktoren der technischen Durchführbarkeit, des Strahlenschutzes und der nuklearen Sicherheit sowie der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Die gewählten Termine der Kampagnen und die Anzahl der überführten Brennelemente wurden als optimal erkannt.

Sehr wichtig ist die Vorbereitungsphase, die verkürzt werden kann, weshalb sich das KKW Krško bemüht, die Baugenehmigung für den Bau des Trockenlagers so schnell wie möglich zu erhalten und baldmöglichst mit der Ausführung der Aktivitäten zur Umladung der abgebrannten Brennelemente aus dem Nasslager in das Trockenlager zu beginnen.

Das KKW Krško wird den zeitlichen Ablauf der Überführung der abgebrannten Brennelemente aus dem Becken für abgebrannte Brennelemente in das Trockenlager auch künftig laufend überprüfen und so anpassen, dass die mit den Brennelementen verbundenen Risiken möglichst gering sein werden.

### **Bewertung des Kommentars**

Es wird in ANTWORTEN (2020) nochmals erklärt, dass die Festlegung des Zeitplans für die Überführung der Brennelemente in das Trockenlager neben den Faktoren der technischen Durchführbarkeit, des Strahlenschutzes und der nuklearen Sicherheit auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigen wird. Es wird weiterhin betont, dass angestrebt wird, so schnell wie möglich mit der Umladung zu beginnen. Zudem soll der zeitliche Ablauf der Überführung laufend überprüft werden, um die mit der Lagerung der Brennelemente verbundenen Risiken möglichst gering zu halten. Insgesamt wird die Empfehlung etwas modifiziert aufrecht erhalten.

### **Vorläufige Empfehlung 2**

Es wird empfohlen, dass das für eventuell erforderliche Reparaturen von Mehrzweckbehältern benötigte Brennelementhandhabungsgebäude (FHB) auch nach der Stilllegung der übrigen Objekte des KKW Krško erhalten bleibt.

### **Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite**

Wir bedanken uns für die Empfehlung, die wir geprüft haben. Unseres Erachtens ist dies aus fachlicher Sicht empfehlenswert und sinnvoll. Wir werden die Möglichkeit, dass das Brennelementhandhabungsgebäude (FHB) nach der Stilllegung der übrigen Objekte des KKW Krško erhalten bleibt, in die nächste Überarbeitung des Stilllegungsprogramms (4rd Revision of the NPP Krško Decommissioning) aufnehmen.

### **Bewertung des Kommentars**

Die vorläufige Empfehlung wird berücksichtigt, weil sie aus fachlicher Sicht als empfehlenswert und sinnvoll erachtet wird. Diese Antwort wird sehr begrüßt. Da aber erst im Rahmen der nächsten Revision des Stilllegungsprogramms darüber entschieden wird, bleibt die Empfehlung aufrecht.

Laut ANTWORTEN (2020) ist selbst im Falle eines Transports von Containern zur Inspektion und Reparatur ins Ausland nicht vorgesehen, den Transport durch österreichisches Gebiet zu führen.

### **3.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen**

Die Erläuterung zu den erforderlichen Modifizierungen für das Zwischenlager und die Lagerbehälter für eine Zwischenlagerung von 100 Jahren für die am Standort vorhandenen Bedingungen wird begrüßt. Zudem sollen alle 10 Jahre periodische Sicherheitsüberprüfungen stattfinden, die eine Voraussetzung für einen Weiterbetrieb von jeweils 10 Jahren sind. Ob jedoch die Materialien des Behälters und insbesondere die Dichtungen für einen Zeitraum von 100 Jahre die Integrität des Behälters gewährleisten, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichend sicher prognostizieren. Es fehlen ausreichende internationale Erfahrungen, um belastbare Prognosen aufstellen zu können.

Es wird in ANTWORTEN (2020) nochmals erklärt, dass die Festlegung des Zeitplans für die Überführung der Brennelemente in das Trockenlager neben den Faktoren der technischen Durchführbarkeit, des Strahlenschutzes und der nuklearen Sicherheit auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigen wird. Es wird weiterhin betont, dass angestrebt wird, so schnell wie möglich mit der Umladung zu beginnen. Zudem soll der zeitliche Ablauf der Überführung laufend überprüft werden, um die mit der Lagerung der Brennelemente verbundenen Risiken möglichst gering zu halten. Letztere Bestrebungen werden begrüßt.

Die Empfehlung aus UMWELTBUNDESAMT (2020b) zur Beibehaltung einer Reparaturmöglichkeit nach Beendigung des Reaktorbetriebs wird berücksichtigt, weil sie aus fachlicher Sicht als sinnvoll erachtet wird. Dieser Kommentar wird sehr begrüßt.

#### **Abschließende Empfehlungen**

Um das vom KKW Standort Krško ausgehende Risiko zu mindern, sollten die abgebrannten Brennelemente, die ausreichend abgeklungen sind, zügig in das Trockenlager umgeladen werden. Diesem Ziel sollte bei einer weiteren Überprüfung des Zeitplans eine hohe Priorität zugeschrieben werden.

Es wird empfohlen, dass das für eventuell erforderliche Reparaturen von Mehrzweckbehältern benötigte Brennelementehandhabungsgebäude (FHB) auch nach der Stilllegung der übrigen Objekte des KKW Krško erhalten bleibt.

## 4 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE OHNE EINWIRKUNGEN DRITTER

### 4.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme

Die trockene Zwischenlagerung am Standort Krško soll in einem Gebäude erfolgen. Die Funktion des Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente besteht darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen und eine zusätzliche Strahlenabschirmung zu gewährleisten.

Die Lagerungsabschirmung soll neben Strahlenschutz auch die Kühlung des Mehrzweckbehälters während der Lagerung, einen Schutz des Behälters gegen tornado-bedingte Projektile und gegen natürliche und außergewöhnliche Einwirkungen gewährleisten. Quantitative Angaben gegen welche Ereignisse die Lagerabschirmung Schutz gewährleistet, sind jedoch nicht vorhanden.

Die möglichen Auswirkungen und die getroffenen Schutzmaßnahmen gegen Überschwemmung werden beschrieben, ob die Höhe des Schutzes ausreichend ist, kann anhand der vorliegenden Unterlagen nicht abschließend bewertet werden.

Die potenziellen Auswirkungen der Klimaänderungen werden zum Teil berücksichtigt. Eine Darstellung der Analyse von möglichen Extremwetterereignissen wird nicht gegeben. Gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends bei Extremwetterereignissen erforderlich. Nach jetzigem Wissensstand nehmen aufgrund der Klimaänderungen Extremereignisse sowohl in ihrer Häufigkeit als auch in ihrer Intensität zu.

Grundsätzlich ist zu begrüßen, dass im Rahmen der Sicherheitsanalysen Untersuchungen zu Cliff-Edge Effekten erfolgten. Soweit dies anhand der vorgelegten Dokumente bewertet werden kann, werden bei den Untersuchungen zwar kleine Änderungen der Parameter unterstellt, die vorhandenen Reserven werden aber nicht ermittelt.

Obwohl die Analysen keinen Dichtungsverlust feststellten, wurde eine Analyse der radiologischen Folgen einer Leckage des Behälters im Falle eines hypothetischen Versagens der Dichtung des MPC durchgeführt. Die radiologische Analyse ermittelt für den hypothetischen Fall einer Leckage des Behälters MPC 37 eine 30-Tage-Dosis in einer Entfernung von 80 km vom KKW Krško von weniger als 0,2 mSv. Grundsätzlich ist zu begrüßen, dass eine derartige Untersuchung im Rahmen des UVP-Verfahrens erfolgt ist. Allerdings wird nicht angegeben, welche Temperatur im Behälter für die Analyse angenommen wurde. Eine potenzielle Freisetzung ist stark temperaturabhängig. (UMWELTBUNDESAMT 2020b)

### 4.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten

#### *Frage 1*

- *Welche Temperatur ist für die Freisetzung aus dem Behälter im Falle eines hypothetischen Versagens der Dichtung angenommen worden?*



### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Die angenommene Temperatur für die Freisetzung aus dem Behälter im Falle eines hypothetischen Versagens der Dichtung beträgt 515,15 K.

### **Bewertung der Antwort**

Die Frage ist beantwortet. Die angegebene Temperatur von 242 °C (=515,15 K) ist jedoch gering, angesichts der Tatsache, dass der Behälter nach einem Brand in Folge eines Flugzeugabsturzes in einem mehr als 1.000 °C heißen Feuer stehen könnte. Die möglichen Freisetzungen aus dem Behälter sind stark temperaturabhängig.

### **Frage 2**

- *Welche Reserven wurden bei den durchgeführten Untersuchungen zu Cliff-Edge Effekten ermittelt?*

### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Bei den durchgeführten Untersuchungen zu Cliff-Edge-Effekten wurden große Reserven festgestellt, wie dies im Falle eines seismischen Ereignisses ersichtlich ist, bei dem sich der Behälter nicht verschiebt oder umkippt. Der Auslegungswert für die maximale Oberflächenbeschleunigung beträgt 0,78 g, jedoch würden die Behälter selbst bei einem Erdbeben mit einer maximalen Oberflächenbeschleunigung von 1,2 g nicht umkippen.

### **Bewertung der Antwort**

Die Frage ist nicht beantwortet. Es wurde nicht benannt, für welche Ereignisse Cliff-Edge Effekte untersucht und welche Reserven dann jeweils ermittelt wurden. Es wird nur auf die Analyse zum Umfallen eines Behälters bei einem extremen Erdbeben verwiesen, die bereits im UVP-Bericht beschrieben wurde.

## **4.3 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu**

### **Vorläufige Empfehlung 1**

Eine Analyse von durch Klimaänderung bedingten Extremwetterereignissen wird empfohlen, gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends bei Extremwetterereignissen erforderlich.

- 

### **Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite**

Die Trends extremer Wetterereignisse aufgrund des Klimawandels wurden berücksichtigt. Wir haben die Vulnerabilität Sloweniens im Gebiet von Krško und dabei auch alle Studien und Analysen der Beurteilung der Klimaänderungen in

Slowenien bis zum 21. Jahrhundert berücksichtigt: [https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21\\_Porocilo.pdf](https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf)

Wir haben alle Wetterereignisse untersucht, die aufgrund des Klimawandels auftreten könnten. Extremwetterereignisse wurden behandelt und analysiert.

In Bezug auf den Einfluss des Klimawandels (Vulnerabilität) ist das behandelte Vorhaben resistent gegen Klimavariablen wie: Zunahme der Niederschlagsmengen (folglich Hochwassergefährdung), Erhöhung der Lufttemperatur und höhere Windgeschwindigkeiten, Tornados, Auswirkungen von Eisregen.

Aufgrund der Beurteilung wurden folgende Maßnahmen zur Milderung der Auswirkungen der Klimaänderungen ergriffen:

Das gesamte Gebiet des KKW Krško ist durch Hochwasserdämme gegen Hochwasser geschützt, die ausgeführten Hochwasserschutzmaßnahmen schützen das KKW Krško bis zu zehntausendjährigen Durchflüssen (Q10000) der Save. Aus der Karte der Hochwassergefahrenklassen ist ersichtlich, dass sich das Objekt in einem Gebiet befindet, in dem kein Hochwasserrisiko besteht. Daher gibt es keine Auswirkungen auf das bestehende Hochwasserrisiko gemäß der Regelung über die Methodik zur Ermittlung der durch Hochwasser und die damit verbundene Erosion von Binnengewässern und des Meeres gefährdeten Gebiete sowie über die Art und Weise der Zuordnung von Grundstücken in Gefährdungsklassen (Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 60/07). Ungeachtet der vorstehend erwähnten Tatsache gilt sowohl für das geplante Gebäude als auch für das gesamte KKW Krško, dass die Hochwassersicherheit selbst beim höchsten wahrscheinlichen Durchfluss (PMF - Probable Maximum Flood), der 7081 m<sup>3</sup>/s beträgt und einen Pegel von 156,41 m ü. M. verursacht, gewährleistet ist. Der Hochwasserschutz beginnt stromaufwärts des KKW Krško bei einem Durchfluss von 11.130 m<sup>3</sup>/s, was 156,64 m ü. M. entspricht, überzulaufen. Die Plattform des KKW Krško liegt auf einer Höhe von 157,10 m ü. M. mit Aufschüttungen in der Umgebung des KKW Krško auf einer Höhe von 157,18 m ü. M. Die PMF stellt die größte Wassermenge dar, die sich im Flussbett der Save bei extrem ungünstigen gleichzeitigen extrem starken Regenfällen im gesamten Einzugsgebiet der Save ansammeln würde, bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Schneeschmelze und lokalen Winden in die ungünstigste Richtung. Unter PMF wird bei kerntechnischen Anlagen die maximale Wassermenge verstanden, die in einem Fluss auftreten kann. Wegen Berücksichtigung von Unsicherheiten und Sicherheitsreserven geht die Bauhöhe der Aufschüttungen über die Höhe der PMF hinaus. Um noch eine zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten, werden die Objekte im Rahmen des Programms zur sicherheitstechnischen Aufrüstung bis zu einer Höhe von 157,53 m ü. M. geschützt.

Als extreme Umgebungstemperatur wurde in den thermischen Analysen aufgrund der Ergebnisse der Studie „Verarbeitung meteorologischer Messungen für den NEK-Sicherheitsbericht (USAR)“, MEIS d.o.o., und der Dateneinführung durch das Dokument „NEK Safety Upgrade Project Design Inputs and Interfaces“ der Wert der 10.000-jährigen maximalen 12-Stunden-Durchschnittstemperatur von 41 °C zugrunde gelegt. Das Trockenlagergebäude für abgebrannte Brennelemente ist auf extreme Umgebungstemperaturen ausgelegt und widerstandsfähig gegen einen Temperaturanstieg.

Die 10.000-jährigen Rückkehrperioden der maximalen Durchschnittstemperatur sind aus den maximalen Extremtemperaturen der einzelnen Jahre errechnet, die von Messstationen der Umweltagentur der Republik Slowenien an folgenden Orten gewonnen wurden: Bizeljsko, Novo mesto und Turm des KKW Krško.

Laut Daten der Umweltagentur der Republik Slowenien (ARSO) betrug die maximale 12-Stunden-Durchschnittstemperatur der Luft in der Umgebung des KKW Krško in den letzten 30 Jahren bis 28 °C. Wie aus den Daten der Umweltagentur der Republik Slowenien hervorgeht, ist die Wahrscheinlichkeit, einen 12-Stunden-Durchschnitt von 41 °C zu erreichen, sehr gering.

Die Klimaerwärmung führt wegen des erhöhten Feuchtigkeitsgehalts der Atmosphäre zu intensiveren Niederschlagsereignissen und auch stärkeren Winden. Das Trockenlager und die Lagerbehälter sind auf Auswirkungen starken Winds ausgelegt und geerdet, so dass keine Möglichkeit mechanischer Beschädigungen durch Wind oder Blitzschlag besteht.

Das KKW Krško gewinnt die Daten über den Wasserstand der Save bei eventuellen Überschwemmungen, über die Wahrscheinlichkeit erhöhter Niederschläge und über die Wahrscheinlichkeit stärkerer Winde aus dem Netzwerk von Messstationen der Umweltagentur der Republik Slowenien sowie eigenen Messungen (Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung, Niederschläge, Durchfluss und Temperatur des Flusses Save).

Das Trockenlagergebäude für abgebrannte Brennelemente und die Lagerbehälter sind auf eine gleichzeitige Kombination von Naturkatastrophen bzw. Ereignissen ausgelegt, bei denen Erdbeben, Hochwasser, Auftreffen eines tornadobedingten Projektils, extreme Temperaturen, Schnee und starker Wind berücksichtigt sind. Berücksichtigt sind somit extreme Hitzewellen, Schnee und Überschwemmungen in allen Fällen von zunehmenden Spitzenwerten bei Ereignissen, die zwar selten auftreten werden, aber größere Schwankungen aufweisen werden.

Ein Brand im Außenbereich, der in einem extrem trockenen Sommer mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen auftreten würde, wird aufgrund der Lage des Trockenlagers innerhalb des Zauns des KKW Krško und der Entfernung des KKW Krško von den umliegenden Waldflächen nicht als relevantes Auslegungsergebnis identifiziert.

### **Bewertung des Kommentars**

Der erste Teil der Empfehlung ist vollumfänglich erfüllt. Die Extremwetterereignisse wurden unter Betrachtung der Klimaänderungen (hinsichtlich Hochwassers und hoher Temperaturen) für die Auslegung des Lagers ausreichend ermittelt und berücksichtigt. Es wird allerdings nicht erwähnt, inwieweit die Trends der Klimaänderungen weiter ermittelt und beobachtet werden. Dieses ist aufgrund der dynamischen und nichtlinearen Effekte durch die Klimaänderungen anzuraten. Welche Auswirkungen lange Hitze- oder Kälteperioden oder häufige starke Temperaturschwankungen auf die Alterung des Materials der Behälterkomponenten haben, lässt sich zurzeit noch nicht sicher prognostizieren. Insofern bleibt der zweite Teil der Empfehlung aufrecht.

## **4.4 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen**

Im Rahmen des UVP-Verfahrens wurde eine Analyse der radiologischen Folgen einer Leckage des Behälters im Falle eines hypothetischen Versagens der Behälterdichtung durchgeführt. Es wurde dabei in einer Entfernung von 80 km vom

KKW Krško eine 30-Tage-Dosis von weniger als 0,2 mSv ermittelt. Grundsätzlich ist zu begrüßen, dass eine derartige Analyse erfolgt ist. Allerdings ist die Temperatur von 242 °C (=515,15 K) im Behälter gering, angesichts der Tatsache, dass der Behälter nach einem Brand in Folge eines Flugzeugabsturzes in einem mehr als 1000 °C heißen Feuer stehen könnte. Die möglichen Freisetzungen aus dem Behälter sind stark temperaturabhängig.

Grundsätzlich ist zu begrüßen, dass im Rahmen der Sicherheitsanalysen Untersuchungen zu Cliff-Edge Effekten erfolgten. Jedoch wird nicht erklärt, für welche Ereignisse Cliff-Edge Effekte untersucht und welche Reserven dann jeweils ermittelt wurden. Es wird nur auf die Analyse zum Umfallen eines Behälters bei einem extremen Erdbeben verwiesen.

Die Extremwetterereignisse (hinsichtlich Hochwassers und hoher Temperaturen) wurden unter Betrachtung der Klimaänderungen ausreichend ermittelt und berücksichtigt. Es wird allerdings nicht erwähnt, inwieweit die Trends der Klimaänderungen weiter ermittelt und beobachtet werden. Dieses ist aufgrund der dynamischen und nichtlinearen Effekte durch die Klimaänderungen anzuraten. Lange Hitze- oder Kälteperioden oder häufige starke Temperaturschwankungen könnten zudem die Alterung des Materials der Behälterkomponenten beschleunigen.

### **Abschließende Empfehlung**

Da gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit die Berücksichtigung von Trends bei Extremwetterereignissen erforderlich ist, wird empfohlen, mögliche Extremwetterereignisse durch Klimaänderung in regelmäßigen Abständen (zum Beispiel im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung) zu überprüfen.

## 5 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE DURCH EXTERNE EINWIRKUNGEN

### 5.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme

Die UVP Dokumente enthalten Darstellungen des Sicherheitsnachweises für das geplante Trockenlager in Bezug auf externe Gefahren.

Der Sicherheitsnachweis wird unter anderem für Flugzeugabsturz in Kombination mit Kerosinbrand und Einsturz der Lagerhalle geführt. Auch wenn das analysierte Szenario nicht konservativ bezüglich der mechanischen und thermischen Lasten ist, deckt der Sicherheitsnachweis Einwirkungen durch Erdbeben ab.

### 5.2 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu

#### Vorläufige Empfehlung 1

Es wird weiterhin empfohlen sicherzustellen, dass die in Stör- und Unfallanalysen unterstellten externen Einwirkungen auf jeweils aktuellen und repräsentativen Daten beruhen (insbesondere zur Erdbebengefahr) und diese während der Betriebszeit des Lagers regelmäßig dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden.



#### Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite

Experten aller Gebiete, insbesondere Fachleute des KKW Krško, verfolgen regelmäßig die aktuellen Ereignisse, insbesondere Störfälle, sowie die neuesten Erkenntnisse. Die aktuellen Daten beziehen wir aus amtlichen Quellen (Umweltagentur der Republik Slowenien). Das KKW Krško verfügt über ein interdisziplinäres professionelles Team, das sicherstellt, dass aktuelle und repräsentative Daten berücksichtigt werden. Extremereignisse analysieren wir unter dem Gesichtspunkt möglicher Auswirkungen auf die Systeme und die Sicherheit des KKW Krško. Zum Beispiel wurden nach dem Erdbeben, das sich unlängst im Jahr 2020 in Zagreb ereignete, die gemessenen Erdbebenbeschleunigungen analysiert und mit den Sicherheitskriterien für die Anlagen des KKW Krško verglichen. Es wurde festgestellt, dass die vom Erdbeben erzeugten Beschleunigungen im Vergleich zu denen, die in den Auslegungsgrundlagen des KKW Krško auftreten, vernachlässigbar gering waren.

Bezüglich der Erdbebengefahr und anderer äußerer Auswirkungen wurden bei der Planung und bei der Analyse von Störfällen und Unfällen aktuelle und repräsentative, für die Zwecke der sicherheitstechnischen Aufrüstung des KKW Krško definierte Daten berücksichtigt. Zugleich ist das KKW Krško zur Durchführung 10-jährlicher periodischer Sicherheitsüberprüfungen verpflichtet (gemäß Artikel 112 des Gesetzes über den Schutz vor ionisierender Strahlung und nukleare Sicherheit; Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 76/17 und 26/19; engl. Periodic Safety Review), die eine regelmäßige, umfassende und systematische Bewertung und Überprüfung des Strahlenschutzes oder der nuklearen Sicherheit der Anlage sicherstellen und auch eine Überprüfung der standortbezogenen Daten

umfassen (Artikel 44 der Regelung zur Gewährleistung der Sicherheit nach der Inbetriebnahme von Strahlungseinrichtungen oder kerntechnischen Anlagen; Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 81/16 und 76/17 – ZVISJV-1). Bestandteil der 10-jährlichen Sicherheitsüberprüfungen des KKW Krško ist auch die Sicherheitsüberprüfung des Trockenlagers. Die Verpflichtung zur Durchführung von 10-jährlichen Sicherheitsüberprüfungen gilt auch für den Fall, dass das Trockenlager zu einer eigenständigen kerntechnischen Anlage wird.

Eine zusätzliche Sicherheit bei Störfällen und Unfällen aufgrund äußerer Einflüsse wird im KKW Krško von Berufsfeuerwehreinheiten unter Leitung des Leiters der diensthabenden Wachschicht der Feuerwehreinheit gewährleistet, die so organisiert sind, dass pro Wachschicht mindestens 3 Feuerwehrleute anwesend sind. Der Vertrag zwischen dem Kernkraftwerk Krško und der Berufsfeuerwehreinheit Krško stellt sicher, dass bei der Berufsfeuerwehr Krško jederzeit drei Berufsfeuerwehrleute für den Zweck eines Einsatzes im KKW Krško im Dienst sind.

### **Bewertung des Kommentars**

Aus der Antwort der slowenischen Seite erschließt sich, dass die Anforderungen der 10-jährigen periodischen Sicherheitsüberprüfung (Periodic Safety Review) auch für das geplante Trockenlager gelten, und dass in diesem Rahmen auch die standortbezogenen Daten geprüft werden sollen. Dies entspricht den Sicherheitsrichtlinien der WENRA (2014; Safety Reference Levels Issue P, Periodic Safety Reviews), die solche periodischen Überprüfungen für bestehende KKW erfordern. Die erweiterte Anwendung dieser Bestimmung auf das geplante Trockenlager ist eine gute Praxis.

Als ein Beispiel für die Beobachtung von sicherheitsrelevanten Ereignissen außerhalb des 10-Jahres-Rhythmus der periodischen Sicherheitsüberprüfung nennt die slowenische Seite die Analyse des Erdbebens von Zagreb 2020 ( $M_L=5.4$ ) und den Vergleich der Auswirkungen dieses Ereignisses in Form der Bodenbeschleunigung am Standort Krško mit den Sicherheitskriterien des KKW.

## **5.3 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen**

Die Anwendung der Regelungen für periodische Sicherheitsüberprüfungen auf das geplante Trockenlager ist eine geeignete Maßnahme, um sicherzustellen, dass die Auslegung des Lagers gegen externe Einwirkungen auf aktuellen Daten beruht.

In Bezug auf Erdbebengefahren sollten sich die Analysen jedoch nicht auf den einfachen Vergleich von der am Standort gemessenen Bodenbeschleunigung mit der Auslegungsgrundlage beschränken. Daten wie die vom Erdbeben von Zagreb (2020) sollten vielmehr zu einer generellen Überprüfung der Annahmen der Gefährdungsanalyse (PSHA) verwendet werden, etwa zur Validierung oder Verbesserung der darin angenommenen Erdbebenhäufigkeiten und der Abminderungsfunktionen für Bodenbeschleunigungen (Ground Motion Prediction Equations).

Eine ähnliche Vorgangsweise sollte grundsätzlich auch für die Bewertung anderer äußerer Einwirkungen erwogen werden, etwa für meteorologische Gefahren, die durch längere und exaktere Messreihen genauer eingeschätzt werden können.

### **Abschließende Empfehlung**

Für die Einwirkungen von Naturgefahren sollten sich die Analysen aktueller Ereignisse nicht auf den einfachen Vergleich von den am Standort gemessenen Auswirkungen einer Gefahr mit der Auslegungsgrundlage beschränken. Die aus laufenden Beobachtungen generierten neuen und zusätzlichen Daten sollten vielmehr zu einer periodischen Neuberechnung der Gefährdung und der Auslegungsgrundlage verwendet werden.

## 6 STÖRFÄLLE UND UNFÄLLE MIT EINWIRKUNGEN DRITTER

### 6.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme

Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus dem geplanten Zwischenlager am Standort Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten. Es sollte daher in den UVP-Dokumenten dargelegt werden, inwieweit der Betreiber verpflichtet ist, diesen Fragenkomplex zu betrachten und in welcher Detailtiefe entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden bzw. werden müssen.

Ob für das geplante Zwischenlager spezifische Untersuchungen zu den Auswirkungen von Terrorangriffen (zusätzlich zum gezielten Absturz eines Flugzeugs) durchgeführt wurden oder durchgeführt werden sollen, wird im Umweltbericht nicht erwähnt. Neben einem möglichen terroristischen Angriff durch einen Flugzeugabsturz auf das Zwischenlager ist auch der Einsatz von panzerbrechenden Waffen gegen die Behälter ein Szenario, welches beispielsweise in Deutschland im Rahmen der Genehmigung eines Zwischenlagers betrachtet wird. Ein derartiges Szenario wird in den UVP-Dokumenten nicht erwähnt.

Soweit anhand der vorgelegten Unterlagen erkennbar, soll der Schutz vor Terrorangriffen vom Boden vor allem durch die Lage im überwachten Bereich des KKW Standort Krško gewährleistet werden. Für die Zwischenlager in Deutschland wurde dies als nicht ausreichend bewertet und in den letzten Jahren Nachrüstungen zur Verbesserung des Schutzes gegen mögliche Terroranschläge durchgeführt.

Hinzuweisen ist weiterhin auf die Gefahr von sogenannten Innentätern. Die Nuclear Threat Initiative (NTI) bewertet mit dem Nuclear Security Index die Maßnahmen, die Länder ergreifen, um das Risiko von Sabotage und Terroranschlägen gegen kerntechnische Anlagen zu verringern. Laut NTI (2020) zeigen sich in Slowenien Defizite beim Schutz vor der Bedrohung durch Innentäter.

Die Außenwände des Zwischenlagers sind bis in eine Höhe von 6 Metern aus Stahlbeton gefertigt und haben eine Stärke von 0,8 Meter. Der Schutz des geplanten Zwischenlagers gegen einen Flugzeugabsturz soll vor allem durch die Behälter gewährleistet werden. Für den beantragten Neubau eines Zwischenlagergebäudes in Deutschland werden andere Sicherheitsanforderungen gestellt. Im Neubau des Zwischenlagers Nord sollen 1,80 Meter dicke Stahlbetonwände die Behälter schützen.

Die Lagerabschirmung des HI-STORM FW schützt laut Hersteller den gelagerten Inhalt vor natürlichen und künstlichen Projektilen einschließlich eines F-16 Flugzeugaufpralls. (HOLTEC 2019b) Ein Verkehrsflugzeug kann erhebliche stärkere mechanische und thermische Auswirkungen auf die gelagerten Behälter haben. Der Absturz eines Verkehrsflugzeuges und daraus möglicherweise resultierende Brände mit Temperaturen von über 1.000 °C können bei fehlender Auslegung zu einem Integritätsverlust der Behälter und zu massiven radioaktiven Freisetzungen führen.

Im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeuges (Boeing 747-400ER) auf das geplante Zwischenlager am Standort Krško werden laut UMWELTBERICHT (2020) keine radioaktiven Substanzen in die Umgebung freigesetzt. In dem betrachteten



Szenario beträgt die Geschwindigkeit des Flugzeugs jedoch nur 100 m/s (360 km/h) und ist damit verhältnismäßig gering. Die mechanischen Einwirkungen unterschätzen die möglichen Belastungen erheblich. In Deutschland wurden bei entsprechenden Untersuchungen eine deutlich höhere Geschwindigkeit von 175 m/s (630 km/h) unterstellt. (UMWELTBUNDESAMT 2020b)

## 6.2 Vorläufige Empfehlungen und Kommentare dazu

### Vorläufige Empfehlung 1

- Im Rahmen der Störfallanalysen sollten auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren. Die vorhandene Analyse zum gezielten Flugzeugabsturz sollte durch die Betrachtung von Cliff-Edge Effekten auch hinsichtlich der mechanischen Einwirkung (Flugzeuggeschwindigkeit) ergänzt werden. Zudem sollten Analysen zu weiteren möglichen Terroranschlägen erfolgen. Diese Analysen sollten während der Betriebszeit des Lagers regelmäßig dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden.

### Schriftlicher Kommentar der slowenischen Seite

Das KKW Krško befasst sich mit den Auswirkungen unbeabsichtigter und absichtlicher Einwirkungen Dritter im Falle von Terrorismus. Hierbei handelt es sich um Sicherheitsanalysen, die vertraulicher Natur sind und in die nur autorisierte Personen des Amtes der Republik Slowenien für nukleare Sicherheit (SNSA) Einsicht nehmen können. Behandelt sind mögliche Folgen sowie Schutz- und Schadensbegrenzungsmaßnahmen. Diese Analysen wie auch alle anderen Sicherheits- und sonstigen relevanten Analysen werden regelmäßig mit neuen Kenntnissen und Erkenntnissen aktualisiert.

Cliff-Edge-Effekte werden in denjenigen Fällen behandelt, in denen die beobachtete Größe (Pegel, Durchfluss, Druck usw.) unbegrenzt ansteigen kann – bis hin zu den hypothetischen, durch Naturgesetze bestimmten Höchstwerten. Bei gewissen Ereignissen steigen diese Werte so stark an, dass Maßnahmen zur Verhinderung von Folgen und zum Schutz der Anlage nicht mehr wirksam wären und ab dem betreffenden Wert nur noch eine Verschlechterung der Situation zu erwarten ist. Bei Flugzeugen ist es nicht sinnvoll, die Geschwindigkeit über alle Grenzen hinaus zu erhöhen, da ein Flugzeug keine wesentlich höheren Geschwindigkeiten als die Auslegungsgeschwindigkeit verträgt, weil das Flugzeug bei Überschreitung dieser Geschwindigkeiten aufgrund von Vibrationen zerfallen würde. Daher ist in solchen Fällen die Anwendung der Leitlinien der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der US-amerikanischen Regulierungsbehörde (NRC) sinnvoll, die vom KKW Krško berücksichtigt wurden („Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities“, DOE Standard DOE-STD-3014-2006, May 2006; „External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants“, IAEA Safety Guide NS-G-1.5, 2003; „Structures, Systems, and Components Evaluation Technical Support Document for DOE Standard, Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities“, UCRL-ID-123577, September 4, 1996; „Safety Aspects of Nuclear Power Plants in Human Induced External Events: Assessment of Structures“, Safety Reports Series No. 87, IAEA, 2018).

Für das System der Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente, einschließlich des Trockenlagergebäudes, wurden zahlreiche Analysen erstellt, die unter anderem den Absturz von Militär- und Verkehrsflugzeugen einschließen. Es wurde eine Analyse bezüglich der mechanischen Auswirkungen gemäß den in den obigen Referenzen angegebenen Richtlinien bei einer Absturzgeschwindigkeit eines Mehrzweckjagdflugzeugs (McDonnell Douglas F4) von 774 km/h und eines großen Passagierflugzeugs (Boeing 747-400) von 360 km/h durchgeführt. Alle erwähnten Analysen berücksichtigen auch die neuesten Erkenntnisse von Wissenschaft und Technik in diesen Bereichen.

### **Bewertung des Kommentars**

Aus dem Kommentar zur Empfehlung ist zu entnehmen, dass einem Teil der Empfehlung offenbar gefolgt wird. Das KKW Krško befasst sich mit den möglichen Auswirkungen absichtlicher Einwirkungen Dritter im Falle von Terrorismus. Behandelt werden mögliche Folgen sowie Schutz- und Schadensbegrenzungsmaßnahmen. Diese Analysen werden regelmäßig aktualisiert. Es wird betont, dass die Sicherheitsanalysen vertraulich sind.

Einem wesentlichen Teil der Empfehlung wird jedoch nicht gefolgt, denn Analysen mit höherer Absturzgeschwindigkeit für ein Verkehrsflugzeug wurden nicht durchgeführt. Es wird den Ausführungen zugestimmt, dass es keinen Sinn macht, eine Geschwindigkeit für die Analysen zu wählen, die physikalisch für ein Flugzeug nicht möglich ist. Allerdings sind Geschwindigkeiten deutlich oberhalb von 360 km/h möglich. Die Referenzen, auf die im Kommentar verwiesen wurde, legen keine Geschwindigkeit für die Analysen zum Absturz eines Verkehrsflugzeugs fest.

## **6.3 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen**

Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus dem geplanten Zwischenlager am Standort Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten. In ANTWORTEN (2020) wird erklärt, dass sich das KKW Krško mit den möglichen Auswirkungen absichtlicher Einwirkungen Dritter im Falle von Terrorismus befasst. Es werden mögliche Folgen sowie Schutz- und Schadensbegrenzungsmaßnahmen analysiert. Diese Analysen werden regelmäßig aktualisiert. Es wird betont, dass diese Analysen vertraulich sind. Damit wird einem Teil der Empfehlung aus UMWELTBUNDESAMT (2020b) gefolgt.

Einem wesentlichen Teil der Empfehlung wird jedoch nicht gefolgt, denn Analysen mit höheren Absturzgeschwindigkeit für ein Verkehrsflugzeug wurden nicht durchgeführt. Flugzeuggeschwindigkeiten deutlich oberhalb der verwendeten Geschwindigkeit (360 km/h) sind möglich und sollten in Sicherheitsanalysen verwendet werden. Es ist in diesem Zusammenhang zu begrüßen, dass der Behälterdeckel des Lagersystems modifiziert wurde. Durch die Wölbung werden mechanische Lasten eines Flugzeugabsturzes besser abgetragen.

### **Abschließende Empfehlung**

- Im Rahmen der Störfallanalysen sollten auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren. Die vorhandene Analyse zum gezielten Flugzeugabsturz sollte durch die Betrachtung von mechanischen Einwirkungen durch höhere Geschwindigkeiten beim Absturz eines Flugzeuges ergänzt werden. Die Analysen zu möglichen Terroranschlägen sollten während der Betriebszeit des Lagers regelmäßig dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden.

## 7 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

### 7.1 Zusammenfassung der Fachstellungnahme

Die österreichische Staatsgrenze befindet sich in 75 km Entfernung zum Standort Krško.

Es wurde ein Unfallszenarium mit einer Leckage eines MPC-37-Behälters berechnet. Ergebnis der Dosisberechnung in 80 km Entfernung ist eine 30-Tages-Dosis von weniger als 0,2 mSv.

Aufgrund der vorgelegten Dosisangaben kann eine mögliche Betroffenheit Österreichs durch einen schweren Unfall im Trockenlager nicht beurteilt werden. Dazu ist die Angabe von maximalen Dosiswerten für Kinder und Erwachsene erforderlich, die mit den Richtwerten der österreichischen Interventionsverordnung vergleichbar sind. Weiters wäre es wünschenswert zu zeigen, ob Kontaminationswerte in österreichischem Staatsgebiet auftreten können, die über den Richtwerten des Maßnahmenkatalogs (BMLFUW 2014) liegen.

### 7.2 Fragen, Antworten und Bewertung der Antworten

#### **Frage 1**

- *Welche maximalen 2-Tages-Dosiswerte ergeben die Berechnungen für einen schweren Unfall ab 75 km Entfernung, sowohl für Kinder als auch für Erwachsene?*

#### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Die durchgeführte radiologische Analyse ähnelt dem üblichen Verfahren zur Abschätzung der potenziellen Ausbreitung radioaktiver Substanzen bei einem Auslegungsunfall im Kernkraftwerk und zur Vorhersage der Dosen an den Grenzen der Sperrzone (Exclusion Area) und des weiteren Bereichs mit kontrollierter Flächennutzung (Low Population Zone). Die Annahme der radioaktiven Quelle ist konservativ, der Dauer des Übergangs in die Umwelt beträgt 30 Tage. Die kumulativen Dosen werden unter Verwendung der Faktoren der Dispersion in der Atmosphäre berechnet, die nicht um mehr als 5 % der Zeit der Mittelungsperioden von 0 bis 2 Stunden, 2 bis 8 Stunden, 8 bis 24 Stunden, 24 bis 96 Stunden und 96 bis 720 Stunden überschritten werden. Die Dispersionsfaktoren basieren auf meteorologischen Daten, die vom KKW Krško über einen statistisch signifikanten Zeitraum gesammelt wurden. Die jeweiligen Dispersionsfaktoren sind für jeden Standort, an dem die Dosis zu bestimmen ist, definiert. In vorliegendem Fall ist am besten die für einen Ort in einer Entfernung von 80 km definierte Dosis zu verwenden. Die Isotopenfreisetzungsraten werden mit diesen Faktoren und anschließend mit den Umrechnungsfaktoren multipliziert, um die Dosis durch Inhalation, Einnahme und Sedimentation oder die gesamte effektive Dosis zu ermitteln. Die Methodik berücksichtigt nicht die Dauer der Ausbreitung radioaktiver Stoffe und die Verringerung der Radioaktivität einer Wolke durch Sedimentation

während der Wolkenausbreitung; dies erhöht konservativ die Menge an radioaktivem Material in der Wolke, die sich an einen entfernten Ort ausbreitet. Zugleich ermöglicht die Methodik nicht die Bestimmung der Oberflächenkontamination an den Orten der Dosisbestimmung. Die konservativ berechnete effektive Dosis in einer Entfernung von 80 km und bei einer Expositionszeit von 30 Tagen bei einem hypothetischen Unfall beträgt 0,145 mSv. Der Wert der in einer unabhängigen Prüfung der Grundberechnung definierten Dosis beträgt 0,088 mSv (unter Berücksichtigung der maximalen Aktivität im einzelnen Lagerbehälter in der 1. Kampagne). Der Grenzwert der effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt 1 mSv pro Jahr.

Zu den gestellten Fragen: Die kumulative 30-Tage-Dosis ist höher als die Dosis in jedem Zweitageszeitraum. Die Dosis ist für eine durchschnittliche Person berechnet; Einfluss auf die Dosis schätzung kann einzig die Atemfrequenz (3,47E-04 m<sup>3</sup>/s) haben, die bei Erwachsenen höher als bei Kindern ist.

### **Bewertung der Antwort**

In Österreich werden Interventionsmaßnahmen für Kinder bereits bei niedrigeren Dosen als für Erwachsene gestartet. Daher haben wir um Übermittlung von Dosiswerten für Kinder ersucht, um abklären zu können, ob der Wert von 1 mSv innerhalb von zwei Tagen (effektive Erwartungsdosis ohne Ingestion) erreicht werden könnte. Dieser Wert ist das Kriterium für die Schutzmaßnahme „Aufenthalt im Innenraum“. Es wurde nicht erläutert, ob der Wert von 0,145 mSv ein Durchschnittswert oder der Maximalwert für die Dosis für Erwachsene ist. Der entsprechende Maximalwert für die kindliche Dosis könnte diese Unklarheiten ausräumen.

Es kann somit noch nicht ausgeschlossen werden, dass durch einen schweren Unfall im Trockenlager Dosiswerte speziell für Kinder erreicht werden könnten, die in Grenznähe zur Auslösung von Interventionsmaßnahmen führen könnten.

### **Frage 2**

- *Welche Kontaminationswerte sind bei einem schweren Unfall auf österreichischem Staatsgebiet möglich? (ersucht wird um Angabe von Cs-137 in Bq/m<sup>2</sup> und Bq/m<sup>3</sup>)*

### **Schriftliche Antwort der slowenischen Seite**

Zu der Frage bezüglich möglicher Strahlungsauswirkungen bei Unfällen gilt, wie bereits dargelegt, dass die verwendete Methodik eine Bestimmung der Oberflächenkontamination nicht ermöglicht. Es kann jedoch angegeben werden, dass die Gesamtaktivität des in 30 Tagen freigesetzten Cäsiums 4,7E10 Bq für Cs-134 und 7,6E11 Bq für Cs-137 beträgt (diese Daten stammen aus einer unabhängigen Berechnung der Freisetzung und basieren auf dem maximalen realen Wert der Radioaktivität im Lagerbehälter). Jegliche räumliche Konzentration/Aktivität kann nur auf der freigesetzten Aktivität, multipliziert mit dem Dispersionsfaktor, basieren.

Die von Ihnen angeforderten Werte sind eher für eine andere Art der Berechnung radiologischer Freisetzungen typisch (beispielsweise für die Zwecke der Planung von Maßnahmen bei Störfällen), nicht aber für die Berechnung der mit der Standortbestimmung verbundenen Dosen. Auch bei diesen Berechnungen wäre die gleiche Freisetzung zu berücksichtigen, allerdings müsste man zugleich auch die tatsächliche Meteorologie sowie die Prozesse der Übertragung und Ablagerung aus der Wolke bestimmen, wobei diese Berechnungen dann nur für diese konkreten Bedingungen gelten würden. Angesichts der sehr niedrigen geschätzten Werte der 30-Tage-Dosen und Werte der insgesamt freigesetzten Aktivität ist eine solche Analyse unseres Erachtens nicht erforderlich.

### **Bewertung der Antwort**

Eine Freisetzung von  $7,6E11$  Bq Cs-137 entspricht etwa 50 % der Freisetzung, die für das geplante KKW Dukovany II/CZ für die Berechnung eines Auslegungstörfalls herangezogen wurde ( $1,5$  TBq Cs-137 =  $1,5E12$  Bq; UMWELTBUNDESAMT 2018). Für die Deposition mit Cs-137 wurden in 75 km Entfernung vom Reaktor Dukovany maximal  $210$  Bq/m<sup>2</sup> berechnet. Landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen starten in Österreich ab  $650$  Bq Cs-137/m<sup>2</sup> (BMLFUW 2014).

Da auch Unfälle mit größerer Freisetzung im Trockenlager nicht ausgeschlossen werden können, könnte bereits ab einer Freisetzung der in etwa sechs- bis siebenfachen Aktivitätsmenge österreichisches Gebiet so kontaminiert werden, dass landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden müssten. Dies wäre bei einem Dichtungsversagen von mehreren Behältern in einem langandauernden Brand mit Austritt des Inventars denkbar.

Wünschenswert wäre weiters die Durchführung einer Ausbreitungsrechnung mit für Österreich ungünstigen Wetterdaten. Es besteht nach Ansicht der ExpertInnen kein Grund, warum eine solche nur für Reaktorunfälle durchgeführt werden sollte.

## **7.3 Schlussfolgerungen und abschließende Empfehlungen**

Um eine mögliche Betroffenheit Österreichs abklären zu können, wäre die Berechnung von Dosis und Kontaminationswerten für den schwersten möglichen Unfall vorzunehmen. Dies könnte auch ein Unfall mit Dichtungsversagen von mehreren Behältern in einem langandauernden Brand sein.

### **Abschließende Empfehlungen**

- Wünschenswert wären die Durchführung einer Ausbreitungsrechnung mit für Österreich ungünstigen Wetterdaten und die Angabe von maximalen Kontaminationswerten für österreichisches Gebiet, ebenso wie von Maximaldosiswerten speziell für vulnerable Gruppen wie Kinder.

## **8 ABSCHLIEßENDE EMPFEHLUNGEN**

Aus Sicht des österreichischen ExpertInnenteams ergeben sich anhand der vorgelegten Informationen nachfolgend angeführte abschließende Empfehlungen. Diese sollten im bilateralen Rahmen, wie dem „Bilateralen Nuklearinformationsabkommen“, zwischen der slowenischen und der österreichischen Seite behandelt werden.

### **8.1 Bewertung des UVP-Verfahrens und Entsorgungsnachweis**

#### **8.1.1 Abschließende Empfehlung**

- Falls die radioaktiven Abfälle aus der Stilllegung des Trockenlagers nicht in ein Endlager verbracht werden können, wurden zwei Alternativen genannt: die Betriebsdauerverlängerung des LILW-Endlagers Vrbinja und die Verlängerung der Betriebsdauer des Trockenlagers. Die Umweltfolgen einer Betriebsdauerverlängerung sowohl für das Endlager Vrbinja als auch für die Langzeit-Zwischenlagerung im Trockenlager wurden im Rahmen der UVP nicht abgeschätzt und bewertet. Falls absehbar ist, dass eine oder beide dieser Betriebsdauerverlängerungen vorgenommen werden müssen, sollte eine neuerliche UVP abgehalten werden.

### **8.2 Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter inkl. Langzeitaspekte des Betriebs**

#### **8.2.1 Abschließende Empfehlungen**

- Um das vom KKW Standort Krško ausgehende Risiko zu mindern, sollten die abgebrannten Brennelemente, die ausreichend abgeklungen sind, zügig in das Trockenlager umgeladen werden. Diesem Ziel sollte bei einer weiteren Überprüfung des Zeitplans eine hohe Priorität zugeschrieben werden.
- Es wird empfohlen, dass das für eventuell erforderliche Reparaturen von Mehrzweckbehältern benötigte Brennelementhandhabungsgebäude (FHB) auch nach der Stilllegung der übrigen Objekte des KKW Krško erhalten bleibt.

## **8.3 Störfälle und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter**

### **8.3.1 Abschließende Empfehlungen**

- Da gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit die Berücksichtigung von Trends bei Extremwetterereignissen erforderlich ist, wird empfohlen, mögliche Extremwetterereignisse durch Klimaänderung in regelmäßigen Abständen (zum Beispiel im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung) zu überprüfen.

## **8.4 Störfälle und Unfälle durch externe Einwirkungen**

### **8.4.1 Abschließende Empfehlungen**

- Für die Einwirkungen von Naturgefahren sollten sich die Analysen aktueller Ereignisse nicht auf den einfachen Vergleich von den am Standort gemessenen Auswirkungen einer Gefahr mit der Auslegungsgrundlage beschränken. Die aus laufenden Beobachtungen generierten neuen und zusätzlichen Daten sollten vielmehr zu einer periodischen Neuberechnung der Gefährdung und der Auslegungsgrundlage verwendet werden.

## **8.5 Störfälle und Unfälle mit Einwirkungen Dritter**

### **8.5.1 Abschließende Empfehlungen**

- Im Rahmen der Störfallanalysen sollten auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren. Die vorhandene Analyse zum gezielten Flugzeugabsturz sollte durch die Betrachtung von mechanischen Einwirkungen durch höhere Geschwindigkeiten beim Absturz eines Flugzeuges ergänzt werden. Die Analysen zu möglichen Terroranschlägen sollten während der Betriebszeit des Lagers regelmäßig dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden.

## **8.6 Grenzüberschreitende Auswirkungen**

### **8.6.1 Abschließende Empfehlungen**

- Wünschenswert wären die Durchführung einer Ausbreitungsrechnung mit für Österreich ungünstigen Wetterdaten und die Angabe von maximalen Kontaminationswerten für österreichisches Gebiet, ebenso wie von Maximaldosiswerten speziell für vulnerable Gruppen wie Kinder.



## 9 LITERATURVERZEICHNIS

ANTWORTEN (2019): Antworten zu den Fragen und Empfehlungen aus dem Kapitel 5 der Fachstellungnahme zur Strategischen Umweltprüfung zum Raumordnungsverfahren (Trockenlager für abgebrannte Brennelemente in Krško). Übermittelt an das BMK, vormals BMNT, im Januar 2019.

ANTWORTEN (2020): Antworten auf die Fragen aus Umweltbundesamt (2020b), pdf, 16 Seiten, auf Deutsch, übermittelt durch das Umweltbundesamt.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen. Arbeitsunterlage für das behördliche Notfallmanagement auf Bundesebene gemäß Interventionsverordnung, Wien, Juli 2014.

ESPOO-KONVENTION (1991): Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. United Nations.

HOLTEC (2019b): Holtec International: HI-STORM FW® Vertical Ventilated Storage System; Holtec Technical Bulletin HTB-007, 2/2019 Rev 13.

NTI – NUCLEAR THREAT INITIATIVE (2020): Nuclear Security Index. <http://ntiindex.org>

UMWELTBERICHT (2020): Umweltverträglichkeitsbericht zur Modernisierung der Technologie der Lagerung abgebrannter Brennelemente (ABE) durch Einführung der Trockenlagerung – Nuklearna elektrarna Krško d.o.o. (Kernkraftwerk Krško GmbH). Erstellt von E-NET OKOLJE d.o.o.. Zeichen: 101118-dn. Ljubljana, März. <https://www.umweltbundesamt.at/uvp-trockenlager-krsko>.

UMWELTBUNDESAMT (2018): Becker, O.; Brettner, M.; Decker, K.; Indradiningrat, A.Y.; Mraz, G.: Neues Kernkraftwerk am Standort Dukovany. Fachstellungnahme zur Umweltverträglichkeitsprüfung. Erstellt im Auftrag des BMNT Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. Umweltbundesamt. Reports, Bd. REP-0639, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0639.pdf>.

UMWELTBUNDESAMT (2019): Becker, O.; Mraz, G: Bauleitplanung Zwischenlager KKW Krško/Slowenien. Fachstellungnahme zur Strategischen Umweltprüfung zum Raumordnungsverfahren. Erstellt im Auftrag des BMNT Abt. I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten sowie der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Salzburg, Steiermark und Vorarlberg. Umweltbundesamt. Reports, Bd. REP-0708, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/sup-rp-krsko>.

UMWELTBUNDESAMT (2020a): Becker, O.; Mraz, G: Abschließende Fachstellungnahme und Konsultationsbericht zur Strategischen Umweltprüfung zum Raumordnungsverfahren. Erstellt im Auftrag des BMK, Abt. VII/10 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. Umweltbundesamt, Reports, Bd. REP-0720, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/sup-rp-krsko>.

UMWELTBUNDESAMT (2020b): Becker, O.; Decker, K.; Mraz, G:

Umweltverträglichkeitsprüfung Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente KKW Krško/Slowenien. Fachstellungnahme. Erstellt im Auftrag des BMK, Abt. VII/10 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten und der Bundesländer Kärnten, Niederösterreich und Steiermark. Umweltbundesamt, Reports, Bd. REP-0742, Wien.

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0742.pdf>.

WENRA (2014): Report WENRA Reference Levels for Existing Reactors.

<http://www.wenra.org/publications/>

## 10 ABKÜRZUNGEN

ABE .....	Abgebrannte Brennelemente
ARAO .....	Agency for Radioactive Waste Management, ..... Agencija za Radioaktivne Odpadke
BE.....	Brennelement
Cs-137.....	Cäsium-137
DB .....	Dekontaminationsgebäude
DEC.....	Design Extension Conditions
DSB .....	Dry Storage Building, Trockenlagergebäude
DWR.....	Druckwasserreaktor, auf Englisch: PWR
ENSREG .....	European Nuclear Safety Regulation Group
EWN .....	Entsorgungswerk für Nuklearanlagen
FHB .....	Brennelementhandhabungsgebäude
GBq .....	GigaBecquerel
HI-STORM FW .....	Holtec International – Storage Modul Flood and Wind
I-131 .....	Iod-131
IAEA .....	International Atomic Energy Agency, ..... Internationale Atomenergie Organisation
KKW .....	Kernkraftwerk
LILW .....	Schwach- und mittelradioaktive Abfälle, ..... low and intermediate level waste
MPC .....	Multi Purpose Canister, Mehrzweckbehälter
NEK .....	Nuklearna Elektrarna Krško, Betreiber des KKW
NGO .....	Nichtregierungsorganisation
NRC.....	Nuclear Regulatory Commission
NTI.....	Nuclear Threat Initiative
PGA.....	Peak Ground Acceleration (Maximale (horizontale) Bodenbeschleunigung)
SEWD.....	Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter
SNSA.....	Slovenian Nuclear Safety Administration
SNSA.....	Slovenian Nuclear Safety Administration
SRL .....	Safety Reference Level
SUP .....	Strategische Umweltprüfung
TBq.....	TeraBecquerel
UVP .....	Umweltverträglichkeitsprüfung
WENRA WGWD .....	WENRA Working Group on Waste and Decommissioning
WENRA .....	Western European Nuclear Regulators Association



**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)