



LAND  KÄRNTEN



pulswerk
Das Beratungsunternehmen des
Österreichischen Ökologie-Instituts

Bauleitplanung Zwischenlager

KKW Krško/Slowenien



Fachstellungnahme zur Strategischen Umweltprüfung
zum Raumordnungsverfahren

BAULEITPLANUNG ZWISCHENLAGER KKW KRŠKO/SLOWENIEN

Fachstellungnahme zur Strategischen Umweltprüfung
zum Raumordnungsverfahren



LAND  KÄRNTEN



pulswerk
Das Beratungsunternehmen des
Österreichischen Ökologie-Instituts

Oda Becker
Gabriele Mraz

Erstellt im Auftrag des
Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus
Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten
Geschäftszahl: BMNT-UW.1.1.2/0019-I/6/2018
sowie der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Salzburg, Steiermark und Vorarlberg

REPORT

REP-0708
Wien 2019

Projektmanagement

Franz Meister, Umweltbundesamt

AutorInnen

Oda Becker, technisch-wissenschaftliche Konsulentin (inhaltliche Projektleitung, Kapitel 3, 4)

Gabriele Mraz, pulswerk GmbH (Projektkoordination, Kapitel 1, 2)

Übersetzungen:

Patricia Lorenz

Layout

Elisabeth Riss, Umweltbundesamt

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, Abteilung I/6

Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten

sowie der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Salzburg, Steiermark und Vorarlberg

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, 2019

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-528-2

INHALT

	ZUSAMMENFASSUNG	5
	SUMMARY	9
	POVZETEK	13
1	EINLEITUNG	17
2	BEWERTUNG DES SUP-VERFAHRENS	18
2.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	18
2.2	Diskussion und Bewertung	20
2.3	Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen	21
2.3.1	Fragen	21
3	BEWERTUNG DES GEPLANTEN ZWISCHENLAGERS UND DER BEHÄLTER	22
3.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	22
3.2	Diskussion und Bewertung	31
3.3	Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen	36
3.3.1	Fragen	37
3.3.2	Empfehlungen	37
4	GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN	38
4.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	38
4.2	Diskussion und Bewertung	41
4.3	Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen	46
4.3.1	Fragen	48
4.3.2	Empfehlungen	48
5	FRAGEN UND EMPFEHLUNGEN	49
5.1	Bewertung des SUP-Verfahrens mit Fokus auf Optionen	49
5.1.1	Fragen	49
5.2	Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter	49
5.2.1	Fragen	49
5.2.2	Empfehlungen	50
5.3	Grenzüberschreitende Auswirkungen	50
5.3.1	Fragen	50
5.3.2	Empfehlungen	50
6	LITERATURVERZEICHNIS	52
7	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	55
8	ABKÜRZUNGEN	56

ZUSAMMENFASSUNG

Am Standort des Kernkraftwerks (KKW) Krško in Slowenien ist die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente geplant. Bevor das Bewilligungsverfahren zu diesem Vorhaben begonnen werden kann, muss die entsprechende Raumplanung abgeändert werden. Daher läuft derzeit ein Raumordnungsverfahren, für welches eine Strategische Umweltprüfung (SUP) nach slowenischem Recht und nach dem UNECE SUP-Protokoll zum Übereinkommen über die strategische Umweltprüfung durchzuführen ist. Slowenien hat Österreich gemäß Artikel 10 des SUP-Protokolls notifiziert. Für diese SUP wird in Österreich eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Ziel der österreichischen Verfahrensbeteiligung ist es, Empfehlungen zur Minimierung, im optimalen Falle Eliminierung, möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich zu geben.

Die SUP wird zwar für Änderung der Raumplanung durchgeführt, sie beinhaltet jedoch bereits technische Spezifikationen des geplanten Trockenlagers, die in der vorliegenden Fachstellungnahme bewertet werden.

Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter

Die abgebrannten Brennelemente aus dem Betrieb des KKW Krško werden derzeit im Becken des Brennstoffgebäudes gelagert. Laut Umweltbericht wird mit der Trockenlagerung eine technologisch sicherere Methode zur Lagerung abgebrannter Brennelemente eingeführt, die zu einer schrittweisen Reduzierung der Anzahl abgebrannter Brennelemente im Becken führt, was das Niveau der nuklearen Sicherheit wesentlich erhöht.

Laut Umweltbericht sollen die Brennelemente in vier Kampagnen aus dem Lagerbecken in das Trockenlager verlegt werden: In den Jahren 2020 und 2028 sollen jeweils 592 Brennelemente in 16 Lagerbehälter, dann im Jahr 2038 444 Brennelemente in 12 Lagerbehälter und im Jahr 2048 die übrigen Brennelemente in 18 Lagerbehälter umgeladen werden.

Die Entscheidung zur Errichtung des 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 wesentlichen Gründe hierfür sind die Nutzung passiver Sicherheitssysteme, die geringere Anfälligkeit für Störfälle mit Freisetzungen und die geringeren Freisetzungsmengen radioaktiver Stoffe im Falle eines Unfalls.

Die Umlagerung der abgebrannten Brennelemente aus dem Nasslager in ein Trockenlager reduziert die vom Standort Krško ausgehende Gefahr. Der Zeitplan für die Umladung ist allerdings nicht nachvollziehbar. So könnten nach Inbetriebnahme des Trockenlagers deutlich mehr (etwa 880 Brennelemente) als die geplanten 592 Brennelemente entladen werden.

Im mehrphasigen Entscheidungsverfahren im Rahmen der öffentlichen Auftragsvergabe wurde das HI-STORM FW MPC Storage System als Lösung zur Trockenlagerung ausgewählt. Das System HI-STORM FW MPC umfasst folgende Grundbestandteile:

- Lagerungsabschirmung HI-STORM FW (Storage Modul Flood and Wind);
- Mehrzweckbehälter MPC-37 (Multi-Purpose Canister);
- Transferabschirmung HI-TRAC.

Der Lagerbehälter HI-STORM FW MPC besteht aus einer Lagerungsabschirmung und einem eingelegten Mehrzweckbehälter. Der abgedichtete Mehrzweckbehälter (MPC) gewährleistet eine Rückhaltebarriere und die Unterkritikalität während der Dauer der Lagerung, der Umverlegung und des Transports der abgebrannten Brennelemente. Der Mehrzweckbehälter bildet zusammen mit der Transferabschirmung den Transferbehälter, mit der Lagerungsabschirmung den Lagerbehälter und mit der Transportabschirmung den Transportbehälter.

Nach dem Ende der Lagerung sollen die abgebrannten Brennelemente vom Standort Krško im Transportbehälter HI-STAR 190 abtransportiert werden.

Im Umweltbericht wird nicht erklärt, wie nach Stilllegung bzw. Abbau des zurzeit betriebenen Reaktors eine potenziell erforderliche Reparatur der Behälter erfolgen soll. Eine sogenannte „Heiße Zelle“ für derartige Reparaturen ist bisher nicht geplant. Dies sollte im Umweltbericht des noch durchzuführenden UVP-Verfahrens erörtert werden.

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. Das Gebäude hat eine Länge von ca. 69,8 m, eine Breite von 47,7 m und eine Höhe von 20,5 m. Das Trockenlagergebäude bietet Platz für 70 Behälter. Die Funktion des Trockenlagergebäudes besteht darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen und eine zusätzliche Strahlenabschirmung zu gewährleisten.

Laut Nationalem Entsorgungsprogramm der Republik Slowenien ist eine Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente für etwa 50 Jahre vorgesehen. (SNSA 2015) Es ist zu begrüßen, dass laut Umweltbericht die Komponenten des Lagerungssystems auf eine Lebensdauer von 100 Jahren auszulegen sind. Die weltweite Erfahrung zeigt, dass die anvisierten Zeitpläne für die Errichtung eines Endlagers meist nicht eingehalten werden.

Sicherheitstechnisch relevante Aspekte der Langzeitsicherheit werden im Umweltbericht jedoch nicht erwähnt. Für eine lange Zwischenlagerdauer sollte aber dargelegt werden, welche theoretischen Überlegungen für die Sicherheitsnachweise von Behältern und Gebäude über diesen Zeitraum erfolgt sind, welche technischen Maßnahmen vorgesehen sind, um die Sicherheit während der Zwischenlagerzeit zu kontrollieren und welche Überlegungen zur sicheren Handhabung der Behälter nach der langen Zwischenlagerung existieren. Des Weiteren sollten Angaben zum Alterungsmanagement für das Trockenlagergebäude und die Behälter präsentiert werden. Dies sollte im Umweltbericht des noch durchzuführenden UVP-Verfahrens erörtert werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

In Bezug auf grenzüberschreitende Auswirkungen wird im Umweltbericht nur die Auswirkung aus dem Normalbetrieb des Zwischenlagers benannt. Auswirkungen von potenziellen Stör- und Unfällen werden nicht betrachtet. Dies sollte im Umweltbericht des noch durchzuführenden UVP-Verfahrens erörtert werden.

Daher wurden die vorgelegten SUP-Dokumente bzgl. Angaben zu möglichen Stör- und Unfällen geprüft. Die wesentliche Frage ist, ob aus den SUP-Unterlagen bereits beurteilt werden kann, ob unfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Zwischenlager möglich sind, die zu erheblichen grenzüberschreitenden nachteiligen Auswirkungen auf Österreich führen könnten. Eine Betroffenheit Österreichs liegt bereits dann vor, wenn Maßnahmen laut österreichischem Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen ausgelöst werden müssen. (BMLFUW 2014)

Laut Umweltbericht 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 der Kategorie A. Genaue Angaben zu den betrachteten Unfällen sind nicht vorhanden.

Im Umweltbericht werden **externe und interne Ereignisse** sowie Ereigniskombinationen und deren Auswirkungen auf das System der Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente kurz dargestellt. Es wird allerdings im Umweltbericht nicht dargestellt, ob eine systematische Analyse aller möglicher externen und internen Ereignisse und ihrer Kombination erfolgte. Dies sollte im Umweltbericht des noch durchzuführenden UVP-Verfahrens erörtert werden.

Von besonderer potenzieller Bedeutung für den KKW Standort Krško ist die Erdbebengefährdung. Laut Umweltbericht sind das Trockenlagergebäude und das Trockenlagerungssystem HI-STORM FW für eine Bodenbeschleunigung von $PGA = 0,78 \text{ g}$ ausgelegt. Auch wenn der geforderte Auslegungswert einen Sicherheitsabstand zum für den Standort ermittelten Wert ($PGA = 0,6 \text{ g}$) hat, sollte in der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager eine Begründung für diesen Wert enthalten sein. Dieses ist von besonderer Bedeutung, da in der Nähe des KKW-Standorts Krško mehrere aktive Störungen gefunden wurden. Ein im Jahr 2017 im Auftrag des BMLFUW abgehaltener Workshop bestätigte, dass der KKW Standort Krško in einer tektonisch und seismisch aktiven Zone liegt. Eine Einschätzung der Aktivität dieser Störungen ist für eine zuverlässige Bewertung der Erdbebengefährdung von höchster Bedeutung. Dafür sind neue Untersuchungen erforderlich (DECKER 2017).

Die im Umweltbericht genannten Maßnahmen sind geeignet eine Überschwemmung der gelagerten Behälter zu verhindern. Die in der Analyse ermittelte Zeitspanne von sieben Tagen falls die Lüftungsöffnungen verschlossen werden, lässt ausreichend Zeit, um Interventionsmaßnahmen zu treffen. Allerdings wird nicht erklärt, welche Maßnahmen geplant sind.

Eine Darstellung der Analyse von möglichen extremen Wetterbedingungen wird nicht gegeben. Gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends aufgrund von Klimaänderungen bei extremen Wetterereignissen erforderlich. Dies sollte im Umweltbericht des noch durchzuführenden UVP-Verfahrens erörtert werden.

Die im Umweltbericht betrachteten auslösenden Ereignisse decken die Ereignisse ab, die potenziell zu den höchsten Freisetzungen führen können. Allerdings werden Sabotage bzw. Terroranschläge nicht erwähnt.

Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus Zwischenlagern am Standort Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten. Ob für das geplante Zwischenlager spezifische Untersuchungen zu den Auswirkungen von Terrorangriffen durchgeführt wurden oder durchgeführt werden sollen, wird im Umweltbericht nicht erwähnt. Es wird ebenfalls nicht erwähnt, welche Schutzmaßnahmen vor möglichen Terrorangriffen implementiert sind oder implementiert werden sollen. Es sollte daher im Rahmen der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager darlegt werden, inwieweit die Betreiber verpflichtet sind, diesen Fragenkomplex zu betrachten und in welcher Detailtiefe entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden bzw. werden müssen. Es sollte weiterhin erkennbar sein, inwieweit das Schutzniveau vor Terrorangriffen in die Auswahl des Zwischenlagerkonzepts eingeflossen ist.

Laut Umweltbericht ist die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Mehrzweckbehälters durch einen Flugzeugabsturz sehr gering. In der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager sollte allerdings nicht die geringe Wahrscheinlichkeit für mögliche Auswirkungen, sondern die Höhe der möglichen Freisetzungen benannt werden. Nur so kann eine mögliche Betroffenheit Österreichs bewertet werden. Anhand der vorhandenen Unterlagen ist nicht zu bewerten, welche radiologischen Auswirkungen der Absturz eines Verkehrsflugzeuges auf das geplante Zwischenlager haben könnte.

Wie bereits erwähnt, besteht die Funktion des Trockenlagergebäudes nur darin die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen. Im zurzeit geplanten Neubau eines Zwischenlagers in Deutschland sollen 1,80 Meter dicke Stahlbetonwände die Behälter schützen. Anzumerken ist, dass das gewählte HI-STORM System als Ausführung HI-STORM UMAX für eine unterirdische Lagerung der Behälter verfügbar ist. Dieses wurde nach den Anschlägen vom 11.09.2001 entwickelt, um einen besseren Schutz gegen Terrorangriffe zu gewährleisten.

Grundsätzlich können Ereignisse im Zwischenlager Auswirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors am Standort haben; ebenso kann ein Ereignis im Reaktor Auswirkungen auf das Zwischenlager haben. Derartige Wechselwirkungen sind im Umweltbericht nicht erwähnt.

SUMMARY

The construction of an interim storage for spent fuel elements is planned at the nuclear power plant (NPP) Krško in Slovenia. It is necessary to amend the relevant spatial plan before the licensing procedure for this project can start. Currently a spatial planning procedure is taking place, which requires a Strategic Environmental Assessment (SEA) according to Slovenian legislation and in line with the UNECE Protocol on Strategic Environmental Assessment. Slovenia notified Austria in line with article 10 of the SEA Protocol. Austria is conducting a public participation for this SEA. 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.

While the SEA is being conducted for an amendment in the spatial planning, it contains technical specifications of the interim storage which are assessed in this expert statement.

Assessment of the planned interim storage and the canisters

Currently the spent fuel assemblies from the operation of NPP Krško are stored in a pool which is located in the fuel building. The present Environmental Report states that by introducing dry storage a technologically safer method of storing spent fuel assemblies will be reached. This change results in the stepwise reduction of the number of spent fuel assemblies in the pool, thus significantly increasing nuclear safety.

The present Environmental Report explains that the fuel assemblies will be transferred from the storage pool into the dry storage in four campaigns: In the years 2020 and 2028 respectively 592 fuel assemblies in 16 canisters will be transferred and in 2038 444 fuel assemblies in 12 canisters will be re-located; the remaining fuel assemblies will be re-packed into 18 storage canisters in 2048.

In principle, the decision to construct a dry storage at the NPP Krško site is to be welcomed. Taking into consideration the possible impacts on Austria, the dry storage is certainly providing a higher level of nuclear safety compared to the wet storage. The most important reasons consist in the use of passive safety systems, the lower proneness for incidents with releases and the lower amount of released radioactive materials in case of an accident.

The re-location of the spent fuel from the wet storage into a dry storage reduces the risk posed by the Krško NPP site. However, the time plan for the re-location is unclear. After the launch of the dry storage, it would be possible to remove a significantly higher number of spent fuel assemblies (about 880 fuel assemblies) than the planned 592 spent fuel assemblies.

During the multi-step decision taking procedure in the framework of the public procurement, the HI-STORM FW MPC Storage System was chosen as the dry storage solution. The HI-STORM FW MPC system consists of following basic components:

- Storage Shielding HI-STORM FW (Storage Modul Flood and Wind);
- Multi-purpose canister MPC-37 (Multi-Purpose Canister);
- Transfer shielding HI-TRAC.

The storage canister HI-STORM FW MPC consists of a storage shielding and an inserted multi-purpose canister. The sealed multi-purpose canister (MPC) guarantees retention and under-criticality during storage, re-location and transport of the spent fuel assemblies. In combination with the transfer shielding the multi-purpose canister serves as the transfer canister, with the storage shielding as the storage canister and with the transport shielding as the transport canister.

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.

The present Environmental Report does not explain how potentially necessary repairs of the canisters will be undertaken once the currently operating reactor will have been shut-down or decommissioned; a so-called “hot cell” for such repairs has not been planned until now. This should be discussed in the Environmental Report for the EIA procedure which needs to be conducted.

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 building will be ca. 69.8 m long, 47.7 m wide and 20.5 m high. The dry storage building will provide space for 70 canisters. The dry storage building's function consists in protecting the storage canisters from external weather conditions and in guaranteeing additional radiation shielding.

According to Slovenia's National Disposal Program the spent fuel should be stored in the interim storage for about 50 years. (SNSA 2015) It is welcomed, that according to the present Environmental Report the components of the storage systems need to be designed for an operating time of 100 years. Worldwide experience has shown that the envisaged timetables for the construction of a repository usually have not been met.

However, the present Environmental Report does not mention safety-relevant aspects of long-term storage. For a long interim storage period explanation should be provided which theoretical considerations for the safety evidence for canisters and building for this period was taken into account, which technical measures are foreseen to monitor the safety during the interim storage period, and which options were taken into consideration for the safe canister handling after the long interim storage period. Moreover, information on the aging management for the dry storage and the canisters should be presented. The Environmental Report for the EIA procedure, which is to be conducted, should discuss that issue.

Trans-boundary impacts

The present Environmental Report only describes the trans-boundary impacts from the interim storage's normal operation. Impacts from potential incidents and accidents have not been considered. This should be taken up in the Environmental Report, which will be prepared for the still necessary EIA procedure.

Therefore, the information on possible incidents and accidents contained in the submitted SEA documents was assessed. The key question is whether or not radioactive releases stemming from interim storage accidents can result in significantly adverse impacts on Austria according to the SEA documents. Austria is considered affected when measures according to the Austrian Catalogue of Countermeasures for Radiological Emergencies are triggered. (BMLFUW 2014)

According to the present Environmental Report, the basic safety functions are ensured by the HI-STORM FW system together with the dry storage building. This includes guaranteeing under-criticality, heat removal from the canisters and retaining the radioactive materials during the operation, during a design basis accident and a category A design basis accident with extended conditions. No detailed data on the considered accidents was provided.

The present Environmental Report provides short descriptions of external and internal events and combinations of events and their impacts on the dry storage system for spent fuel. The Environmental Report however does not mention whether a systematic analysis of all possible external and internal events and a combination thereof was undertaken. This should be discussed in the Environmental Report for the EIA, which is still to be conducted.

The seismic hazard is of particularly high importance for the NPP Krško site. According to the present Environmental Report the dry storage building and the dry storage system HI-STORM FW are designed to withstand ground acceleration of $PGA = 0.78g$. The required design value has a safety margin to the value calculated for the site ($PGA = 0.6g$), the EIA, to be conducted, should include a justification for this value. This is of particular importance, because several active faults have been found nearby the NPP Krško site. In 2017 a workshop commissioned by the BMLFUW confirmed that the NPP Krško site is located on a tectonically and seismically zone. To estimate the activity of this fault is of highest importance for achieving a reliable seismic hazard assessment; this makes new investigations necessary (DECKER 2017).

The measures listed in the present Environmental Report are adequate to prevent a flooding of the stored canisters. The analysis showed that the time span of seven days – if the ventilation openings are closed – provides sufficient time to conduct intervention measures. However, the planned measures were not mentioned.

No description of the analysis of possible extreme weather condition is provided. When considering the long storage period it is necessary to take into account the development trends resulting from climate change. This should be discussed in the Environmental Report for the EIA to be conducted.

The initiating events considered in the present Environmental Report cover those events which could possibly lead to the highest releases. Sabotage and terror attacks are not mentioned.

Various terror attack scenarios could lead to massive releases from interim storages at the NPP Krško site, which could also affect Austria. The present Environmental Report does not explain whether specific analyses on the impacts of terror attacks were or will be conducted. Also no information was provided on protective measures against possible terror attacks implemented already or in future. In the framework of the EIA to be conducted for the interim storage should be explained to which extent the operator is obliged to assess this topic and to which detail the relevant investigations will be or have to be conducted. It should also become understandable which level of protection against terror attacks was applied when the interim storage concept was chosen.

According to the present Environmental Report the probability of a multi-purpose canister being damaged by an airplane crash is very low. The EIA, which has to be conducted for the interim storage, should however not provide information about the low probability of possible impacts, but the amount of possible releases. This is the only way to assess whether Austria could be affected. The submitted documents do not allow an assessment of the radiological impacts of an airplane crash on the interim storage.

As mentioned earlier, the interim storage only serves as a protection of the storage canisters against external weather conditions. The new interim storage currently in the planning stage in Germany will have 1.8 m thick reinforced concrete walls to protect the canisters. It is noteworthy that the chosen HI-STORM system is available as the HI-STORM UMAX design for an underground canister storage. This was developed after 9/11/2001 to ensure improved protection against terror attacks.

In principle, events at the interim storage can have impacts on the safety of the reactor operation on the site; an event at the reactor can also have impacts on the interim storage. Such interactions are not mentioned in the present Environmental Report.

POVZETEK

V Sloveniji je na lokaciji nuklearne elektrarne Krško (NEK) predvidena gradnja suhega skladišča za izrabljeno jedrsko gorivo. Pred začetkom postopka odobritve tega projekta je treba ustrezno spremeniti prostorski načrt. Zato trenutno poteka postopek za pripravo prostorskega načrta, za katerega je treba v skladu s slovenskim pravom in v skladu s protokolom ZN-EKE o strateški okoljski presoji (SOP) izvesti strateško presojo vplivov na okolje. Skladno z 10. členom protokola SOP je Slovenija obvestila Avstrijo. V Avstriji bodo v ta postopek SOP vključili javnost. Cilj avstrijske vključenosti v postopek so priporočila za zmanjšanje, v najboljšem primeru odpravo, možnih škodljivih učinkov na Avstrijo.

Zaradi spremembe prostorskega načrta bo SOP sicer izvedena, ampak že vsebuje tehnične specifikacije načrtovanega suhega skladišča, katere so predmet ocene tega strokovnega mnenja.

Ocena načrtovanega suhega skladišča in zabojnikov

Izrabljeno gorivo iz obratovanja NEK je trenutno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo, nameščenem v zgradbi za gorivo. V skladu z okoljskim poročilom se s suhim skladiščenjem uvaža tehnološko varnejši način shranjevanja izrabljenega goriva, ki vodi v postopno zmanjšanje števila elementov izrabljenega goriva v bazenu, kar znatno poveča raven jedrske varnosti.

V skladu z okoljskim poročilom bodo elementi izrabljenega goriva premeščeni iz bazena v suho skladišče v štirih fazah: V letih 2020 in 2028 bo s 592 elementi izrabljenega goriva zapolnjenih skupaj 16 zabojnikov, nato leta 2038 s 444 elementi izrabljenega goriva 12 zabojnikov, leta 2048 pa bo s preostalimi elementi izrabljenega goriva zapolnjenih 18 zabojnikov.

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. Glavni razlogi za to so uporaba pasivnih varnostnih sistemov, manjša dovzetnost za nesreče s sproščanjem in nižja stopnja izpustov radioaktivnih snovi v primeru nesreče.

Premestitev izrabljenega goriva iz mokrega skladišča v suho skladišče zmanjšuje tveganje, ki ga predstavlja NE Krško. Ni pa razumljiv časovni načrt premestitve. Namreč, po zagonu obratovanja suhega skladišča bi lahko premestili bistveno več (približno 880 elementov izrabljenega goriva) kot načrtovanih 592 elementov izrabljenega goriva.

V večfaznem postopku odločanja v okviru javnega naročanja je bil za skladiščenje izbran HI-STORM FW MPC sistem za suho skladiščenje. Sistem skladiščenja HI-STORM FW MPC obsega naslednje osnovne komponente:

- Skladiščni modul HI-STORM FW (skladiščni modul vremenska in protipoplavna zaščita);
- Večnamenski zabojnik MPC-37 (večnamenski zabojnik);
- Zabojnik za premeščanje HI-TRAC.

HI-STORM FW MPC zabojnik za shranjevanje je sestavljen iz zaščitnega plašča in košare. Tesno zaprt večnamenski zabojnik (MPC) zagotavlja mehansko in radiološko zaščito in podkritičnost med skladiščenjem, premestitvijo ter prevozom izrabljenega goriva. Večnamenski zabojnik tvori skupaj zaščitnimi plastmi zabojnik za premeščanje, s skladiščnim modulom zabojnik za shranjevanje in z zaščito med transportom transportni zabojnik.

Po koncu skladiščenja bodo elementi izrabljenega goriva iz lokacije Krško premeščeni v transportnem zabojniku HI-STAR 190.

V okoljskem poročilu ni razloženo, kako naj bi, po prenehanju obratovanja oz. razgradnji trenutno delujočega reaktorja, potekalo morebitno potrebno popravilo zabojnikov. Tako imenovana "vroča celica" za tovrstna popravila še ni načrtovana. To področje mora biti obravnavano v okoljskem poročilu CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče.

Zabojniki 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 betonsko-jeklena konstrukcija, prekrita s kovinskimi paneli. Predvidene zunanje mere objekta so: dolžina približno 69,8 m, širina 47,7 m in višina 20,5 m. Objekt za suho skladiščenje lahko sprejme 70 zabojnikov. Funkcija suhega skladišča je zaščititi zabojnike pred zunanjimi vremenskimi vplivi in zagotoviti dodatno zaščito pred sevanjem.

V skladu z nacionalnim programom razgradnje Republike Slovenije je začasno skladiščenje izrabljenega goriva predvideno za 50 let. (SNSA 2015) Pozdraviti je treba, ker so, v skladu z okoljskim poročilom, sestavni deli sistema za shranjevanje zasnovani za življenjsko dobo 100 let. Svetovne izkušnje kažejo, da predvideni časovni načrti za izgradnjo odlagališča običajno niso izpolnjeni.

Vendar pa v okoljskem poročilu niso omenjeni varnostno-tehnični vidiki dolgoročne varnosti. Z ozirom na tako dolgo obdobje skladiščenja bi bilo treba razjasniti merila za izvajanje varnostnih pregledov zabojnikov in objektov v tem obdobju, kakšni so tehnični ukrepi za nadzor varnosti med skladiščenjem in kako bo potekalo varno ravnanje z zabojniki po dolgem obdobju skladiščenja. Poleg tega je treba predložiti informacije o dolgoročnem nadzoru in vzdrževanju objekta za suho skladiščenje in zabojnike. To področje mora biti obravnavano v okoljskem poročilu CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče.

Čezmejni učinki

Kar zadeva čezmejne vplive pa okoljsko poročilo navaja zgolj vpliv normalnega obratovanja suhega skladišča. Učinki morebitnih motenj delovanja in nesreč niso upoštevani. To področje mora biti obravnavano v okoljskem poročilu CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče.

Vsebina predloženih dokumentov SOP je bila pregledana, ali obstajajo informacije o možnih motnjah delovanja in nesrečah. Ključno vprašanje je ali je iz dokumentov SOP možno oceniti, če obstaja verjetnost radioaktivnih izpustov iz suhega skladišča, ki bi lahko privedli do znatnih čezmejnih škodljivih učinkov na Avstrijo. Avstrija je ogrožena že, ko je treba v skladu z avstrijskim katalogom zaščitnih ukrepov ob radiološki nesreči sprožiti ukrepe v kmetijstvu. (BMLFUW 2014)

V skladu z okoljskim poročilom sistem HI-STORM FW skupaj z objektom za suho skladiščenje zagotavlja osnovne varnostne funkcije. To vključuje zagotavljanje podkritičnosti, odvajanje toplote iz zabojnikov in preprečitev širjenja radioaktivnih snovi med obratovanjem, projektnimi nesrečami in razširjenimi projektnimi nesrečami kategorije A. Podrobnosti o navedenih nesrečah niso na voljo. Zagotovljeno mora biti odvajanje zaostale toplote med normalnim obratovanjem, med pričakovanimi obratovalnimi dogodki, projektnimi nesrečami in razširjenimi projektnimi nesrečami kategorije A.

V okoljskem poročilu so na kratko opisani **zunanji in notranji vplivi** ter kombinacije vplivov in posledice za sistem za shranjevanje izrabljenega goriva. Vendar pa v okoljskem poročilu ni opisano ali je bila izvedena sistematična analiza vseh možnih zunanjih in notranjih vplivov ter njihovih kombinacij.

Za območje NEK Krško je še posebej pomembna nevarnost potresa. V skladu z okoljskim poročilom sta objekt za suho skladiščenje in sistem za suho skladiščenje HI-STORM FW zasnovana za talni pospešek $PGA = 0,78\text{ g}$. Tudi, če je zahtevana konstrukcijska vrednost na varni razdalji od vrednosti, določene za območje ($PGA = 0,6\text{ g}$), bi morala CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče, vsebovati utemeljitev te vrednosti. To je še posebej pomembno, saj je bilo v bližini lokacije NEK ugotovljeno več aktivnih motenj. Delavnica, ki je leta 2017 potekala v organizaciji Zveznega ministrstva za kmetijstvo, je potrdila, da se lokacija Krško nahaja na tektonskem in potresno aktivnem območju. Za zanesljivo oceno potresne nevarnosti je izjemnega pomena ocena aktivnosti teh motenj. Iz tega razloga so potrebne nove preiskave (DECKER 2017).

V okoljskem poročilu so opisani ustrezni ukrepi za preprečevanje poplavljenosti shranjenih zabojnikov. V analizi opredeljeno obdobje sedmih dni, če so zračniki zaprti, pušča dovolj časa za sprejemanje intervencijskih ukrepov. Vendar načrtovani ukrepi niso pojasnjeni.

Analiza možnih ekstremnih vremenskih razmer ni podana. Z ozirom na dolgoletno skladiščenje je potrebno upoštevati trende v ekstremnih vremenskih pojavih, ki so posledica podnebnih sprememb.

V okoljskem poročilu obravnavani izredni dogodki zajemajo dogodke, ki bi lahko privedli do najvišjih izpustov. Vendar niso omenjene sabotaže ali teroristični napadi. Različni teroristični scenariji bi lahko povzročili velike izpuste iz suhih skladišč na lokacijah Krško, kar bi lahko prizadelo tudi Avstrijo.

Različni teroristični scenariji bi lahko povzročili velike izpuste iz suhih skladišč na lokacijah Krško, kar bi lahko prizadelo tudi Avstrijo. V okoljskem poročilu ni omenjeno, ali so bile ali še bodo izvedene posebne študije o vplivu terorističnih napadov na načrtovano suho skladišče. Prav tako ni opisano kateri zaščitni ukrepi pred morebitnimi terorističnimi napadi se izvajajo oz. jih je treba izvesti. V okviru CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče, je treba pojasniti, v kolikšni meri so upravljavci dolžni upoštevati vsa ta vprašanja in kako podrobno so bile ali morajo biti izvedene ustrezne preiskave. Tudi mora biti pojasnjeno, v kolikšni meri je stopnja zaščite pred terorističnimi napadi vplivala na izbiro koncepta suhega skladiščenja.

Iz okoljskega poročila izhaja, da je zelo majhna verjetnost poškodbe večnamenskega zabojnika zaradi strmoglavljenja letala. V okviru CPVO, ki še mora biti izvedena za suho skladišče, ni potrebno navajanje majhne verjetnosti možnih vplivov, temveč je treba navesti ravni možnih izpustov. Šele takrat bo

možno oceniti morebitno prizadetost Avstrije. Na podlagi obstoječe dokumentacije ni možno oceniti radioloških učinkov strmoglavljenja komercialnega letala na načrtovano suho skladišče.

Kot je bilo že omenjeno, je funkcija objekta suhega skladišča le zaščita zabojnikov za shranjevanje pred zunanjimi vremenskimi vplivi. V trenutno načrtovani gradnji suhega skladišča v Nemčiji naj bi zabojnike zaščitile armiranobetonske stene debeline 1,80 metra. Treba je še opozoriti, da je izbrani sistem HI-STORM H različica sistema I-STORM UMAX, ki omogoča podzemno shranjevanje zabojnikov. Ta je bil razvit po terorističnih napadih 11.09.2001, z namenom zagotovitve boljše zaščite pred terorističnimi napadi.

Načeloma lahko dogodki v suhem skladišču vplivajo na varno delovanje reaktorja na lokaciji; podobno lahko dogodek v reaktorju vpliva na suho skladišče. Takšna interakcija ni omenjena v okoljskem poročilu.

1 EINLEITUNG

Am Standort des Kernkraftwerks (KKW) Krško in Slowenien ist die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente geplant. Bevor das Bewilligungsverfahren zu diesem Vorhaben begonnen werden kann, muss die entsprechende Raumplanung abgeändert werden. Daher läuft derzeit ein Raumordnungsverfahren, für welches eine Strategische Umweltprüfung (SUP) nach slowenischem Recht und nach dem UNECE SUP-Protokoll zum Übereinkommen über die strategische Umweltprüfung durchzuführen ist. Slowenien hat Österreich gemäß Artikel 10 des SUP-Protokolls notifiziert. Zuständige SUP-Behörde ist das slowenische Ministerium für Umwelt und Raumplanung. Das Verfahren zur Änderung des Bauleitplans obliegt der Gemeinde Krško.

Für diese SUP wird in Österreich eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. 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 Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus sowie von Burgenland, Kärnten, Salzburg, Steiermark und Vorarlberg beauftragt, die Erstellung einer Fachstellungnahme zum Vorhaben zu koordinieren.

Folgende Dokumente wurden von der slowenischen Seite zur Verfügung gestellt:

- Umweltbericht zum ergänzten Raumordnungsplan KKW Krško für das Projekt der Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente (in dieser Fachstellungnahme zitiert als UMWELTBERICHT (2019))
- Zusammenfassung des Umweltberichts zur Ergänzung des NEK-Bauleitplans für das Projekt des Trockenlagers abgebrannter Brennelemente (in dieser Fachstellungnahme zitiert als ZUSAMMENFASSUNG UMWELTBERICHT (2019))
- Dem Umweltbericht beiliegende Karten: Übersichtsplan, Widmung, tatsächliche Nutzung, Schutzgebiete, Überschwemmungsgebiete
- Verordnung über den Raumordnungsplan des Kernkraftwerks Krško – inoffizielle konsolidierte Fassung mit gekennzeichneten Änderungen. Entwurf vom Juli 2019. (in dieser Fachstellungnahme zitiert als BAULEITPLAN (2019))

In der vorliegenden Fachstellungnahme wird dargestellt, ob die Informationen in den SUP-Dokumenten eine Beurteilung möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich erlauben, dies bezieht sich vor allem auf das Erreifen von Maßnahmen entsprechend dem österreichischen Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen.

Diesbezügliche Mängel oder Defizite werden dargestellt, allfällige Unklarheiten als Fragen formuliert. Sollten die SUP-Dokumente es nur ungenügend erlauben eine potenzielle Beeinträchtigung Österreichs abschätzen zu können, so werden Empfehlungen für hierfür notwendige Informationen für das geplante zukünftige Umweltverträglichkeitsprüfungs-Verfahren (UVP) zum Zwischenlager formuliert.

2 BEWERTUNG DES SUP-VERFAHRENS

2.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

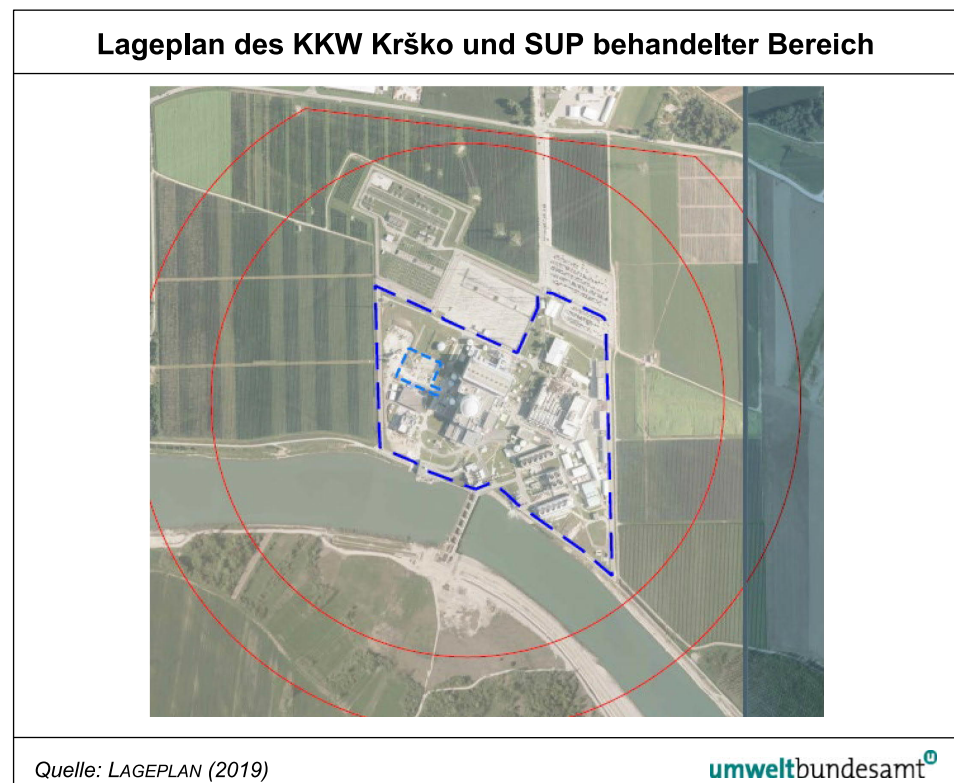
Das Vorhaben des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort des KKW Krško erfolgt im Rahmen der folgenden Programme:

1. Programm zur sicherheitstechnischen Aufrüstung des KKW, von der slowenischen Aufsichtsbehörde SNSA nach Fukushima 2011 per Bescheid an den Betreiber NEK gefordert. Ein Bericht aus 2012 („Evaluation of Spent Nuclear Fuel Storage Options“) weist die Errichtung eines trockenen Zwischenlagers als die einzig geeignete Möglichkeit aus. Diese Option wurde in den Post-Fukushima National Action Plan (2012) aufgenommen.
2. Das Trockenlager wurde ebenfalls im „Nationalen Programm für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente für den Zeitraum 2016-2015“ (in Folge Nationales Entsorgungsprogramm genannt) verankert.
3. Nationales Energieprogramm der Republik Slowenien 2010 bis 2030

Derzeit läuft ein Raumordnungsverfahren zur Änderung des Bauleitplans der Gemeinde Krško, für welches eine Strategische Umweltprüfung (SUP) nach slowenischem Recht und nach dem UNECE SUP-Protokoll zum Übereinkommen über die strategische Umweltprüfung durchzuführen ist

Auf dem Entwurf der geänderten Verordnung über den Raumordnungsplan des KKW Krško (BAULEITPLAN 2019) wird ein Gebiet ausgewiesen, auf dem das Zwischenlager errichtet werden soll. Es handelt sich dabei um eine Fläche, die am bereits bestehenden KKW-Standort verwendet werden soll.

Abbildung 1:
Lageplan des KKW
Krško und Bereich,
der in der SUP
behandelt
wird (dunkelblau
gestrichelte Umrandung
= Grenze der
Änderungen und
Ergänzungen des
Raumordnungsplans
des KKW Krško; hellblau
gestrichelter Bereich =
Bereich des Eingriffs).



Laut Bauleitplan wird die Anlage an die bestehende Infrastruktur des KKW angeschlossen. Der Bau soll auf eine Erdbeschleunigung von 0,78 g ausgelegt werden. Ein Wasserrückhaltebecken soll die Auswirkungen starker Regenfälle abfangen. Die Dichtheit vor Überschwemmungen soll durch umlaufende Stahlbetonwände sichergestellt werden, die Türen sollen durch demontierbare Hochwassersperrungen geschützt werden. Weiters wird der Bau gegen Auswirkungen starken Windes, Schneebelastung, Blitzschlag und extreme Umgebungstemperaturen ausgelegt. Kombinationen aus Auswirkungen von Erdbeben und Flut bzw. Erdbeben und Brand sollen ebenfalls berücksichtigt werden. Die Dekommissionierung des KKW wird in diesem geänderten Raumordnungsplan nicht behandelt, hierfür ist ein eigenes Raumordnungsverfahren nötig.

Optionen

Die **Null-Variante**, also der Beibehalt der Lagerung der abgebrannten Brennelemente in den Lagerbecken, wurde geprüft (UMWELTBERICHT 2019, S. 45ff.) Als Resultat wurde abgeleitet, dass die Null-Variante nicht die nach Fukushima geforderte, erhöhte Sicherheit bieten kann, sie wird daher verworfen.

Die folgenden **Optionen** wurden bereits in einem 2012 vom Betreiber des KKW Krško (NEK) vorgelegten Bericht („Spent Nuclear Fuel Storage Options“) bewertet, der Bericht wird im Umweltbericht kurz zusammengefasst (UMWELTBERICHT 2019, S. 48f.)

- Nasslager: Ein Nasslager könne nicht die gewünschte Sicherheit bieten, die Anzahl der Lagerzellen müsste begrenzt werden.
- Trockenlager: Das Trockenlager biete die Grundlage für eine eventuelle spätere Wiederaufarbeitung von Brennelementen.
- Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente: Diese Option sei nur realistisch, wenn ein zweiter Reaktor errichtet würde.
- Verkauf der abgebrannten Brennelemente: Diese Option sei organisatorisch und technisch anspruchsvoll und werde nicht durch entsprechende strategische Dokumente gestützt.

Unterschiedliche Optionen der **Behälter** für ein Trockenlager wurden in einem weiteren Bericht („Spent fuel Dry Storage System“) aus 2014 analysiert. (UMWELTBERICHT 2019, S. 50ff.) Es handelt sich dabei um Dual Purpose Casks und Mehrzweckbehälter (Multi Purpose Canister). Weiters wurden verschiedene **Konstruktionsmaterialien** für das Bauwerk selbst betrachtet: Betongebäude, Metallgebäude und Betonplattformen. Die Bewertungen erfolgten nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Als beste Lösung aus technisch-wirtschaftlicher wurden die Mehrzweckbehälter in **vertikaler Lagerung** in einem Metall-Beton-Gebäude benannt. Zur Ausschreibung zugelassen wurden jedoch auch horizontale Lagerungseinheiten.

Die endgültige Wahl der technologischen Lösung verlief in Zuge der Beurteilung der eingegangenen Angebote in der öffentlichen Ausschreibung, die 2017 von der Firma Holtec mit einem Lagersystem aus Mehrzweckbehältern in vertikaler Lagerung gewonnen wurde.

Die Festlegung des **Standortes** des Trockenlagers am bestehenden KKW-Standort wurde nicht nur aus Sicherheitsüberlegungen gewählt, sondern weil es sich ohnehin schon um ein Gebiet mit eingeschränkter Nutzung handelt. (UMWELTBERICHT 2019, S. 53)

2.2 Diskussion und Bewertung

Eine Strategische Umweltprüfung (SUP) ist ein Instrument, um – unter Beteiligung der Öffentlichkeit – die Umweltauswirkungen von Plänen und Programmen strukturiert zu prüfen.

Die vorliegende Strategische Umweltprüfung erfolgt unter dem UNECE SUP-Protokoll zum Übereinkommen über die strategische Umweltprüfung. (SUP-Protokoll 2003) In Art. 8 (1) des SUP-Protokolls wird gefordert, dass jede Vertragspartei für frühzeitige, rechtzeitige und effektive Möglichkeiten der Beteiligung der Öffentlichkeit bei einer Strategischen Umweltprüfung von Plänen und Programmen zu einem Zeitpunkt sorgt, zu dem noch alle Optionen offen sind.

Es erscheint fraglich, ob der Zeitpunkt, zu dem die vorliegende SUP durchgeführt wird, dieser Vorgabe folgt, da die folgenden relevanten Entscheidungen und Festlegungen bereits in den letzten Jahren getroffen wurden:

- Der Standort Krško wurde bereits im Juli 2015 im Rahmen der Intergovernmental Commission“ zwischen Slowenien und Kroatien fixiert. Bei diesem Treffen wurde auch die geplante Laufzeitverlängerung bis 2043 beschlossen. (REPUBLIC OF SLOVENIA 2017, S. 11)
- Die slowenische Aufsichtsbehörde SNSA informiert in ihrer Aussendung „Nuclear News“ vom Oktober 2019 (SNSA 2019), dass sie bereits 2017 die Anforderungen für das Design des Trockenlagers erlassen hat, weiters hat sie im Jänner 2019 eine positive Bewertung der Änderungen des Designs für die Baugenehmigung erteilt. Für die Standortgenehmigung ist laut SNSA die Abhaltung einer SUP notwendig – diese wird gerade durchgeführt. Die SNSA erwartet die Erteilung der Betriebsgenehmigung für 2020, danach kann der Bau beginnen. Der erste Transfer abgebrannter Brennelemente ist für 2021 vorgesehen.
- Ein Tender wurde bereits durchgeführt und 2017 von der Firma Holtec gewonnen. (HOLTEC 2017b)
- Laut Präsentation des Leiters der Abteilung Planung und Entwicklung der ARAO vom Mai 2019 (KEGEL 2019) erfolgt der Baubeginn 2019. Nachdem die SUP erst 2020 abgeschlossen werden kann (und die nachfolgende UVP erst 2020 starten kann), stellt sich die Frage, wieso im Frühjahr 2019 bereits der Baubeginn 2019 verkündet werden konnte.

Somit sind sowohl der Standort (KKW Krško), als auch die Technologie (trockenes Zwischenlager mit Mehrzweckbehältern in einem Beton-Metall-Bau) bereits festgelegt, die Firma Holtec wurde bereits mit der Errichtung betraut.

Ein Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente ist UVP-pflichtig. Dies wird sowohl in der Espoo-Konvention (ESPOO-KONVENTION 1991, Appendix I) wie auch in der UVP-Richtlinie 2014/52/EU (Anhang I, 3b (v)) festgelegt. Auch eine UVP muss zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden, zu dem noch keine finale Option genehmigt oder ausgeführt wurde, siehe Espoo-Konvention Art. 2(3).

Auch diesbezüglich erscheint es fraglich, ob der Zeitpunkt, zu dem die UVP durchgeführt werden wird, dieser Vorgabe folgt.

Optionen

Eine Alternativenprüfung mit Fokus auf Umweltauswirkungen wurde im Zuge der SUP nicht vorgenommen. Bei der Planung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente sind die wichtigsten Alternativen ein anderer Standort und eine andere Technologie. Es wurde auf frühere Untersuchungen verwiesen, die technische und wirtschaftliche Aspekte bewerteten, nicht aber Umweltauswirkungen.

Dies wäre jedoch vor allem in Bezug auf die Standortfrage für Österreich von hoher Relevanz. Österreich äußert schon länger Vorbehalte gegen den Standort Krško wegen seiner **Erdbebengefährdung** – siehe dazu Kapitel 4 dieser Fachstellungnahme.

2.3 Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen

Eine Strategische Umweltprüfung (SUP) 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 SUP durchgeführt wird, dieser Vorgabe 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 – siehe dazu Kapitel 4 dieser Fachstellungnahme.

2.3.1 Fragen

- *Wann ist der Baubeginn des Zwischenlagers?*
- *Wann soll die SUP abgeschlossen sein?*

3 BEWERTUNG DES GEPLANTEN ZWISCHENLAGERS UND DER BEHÄLTER

3.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

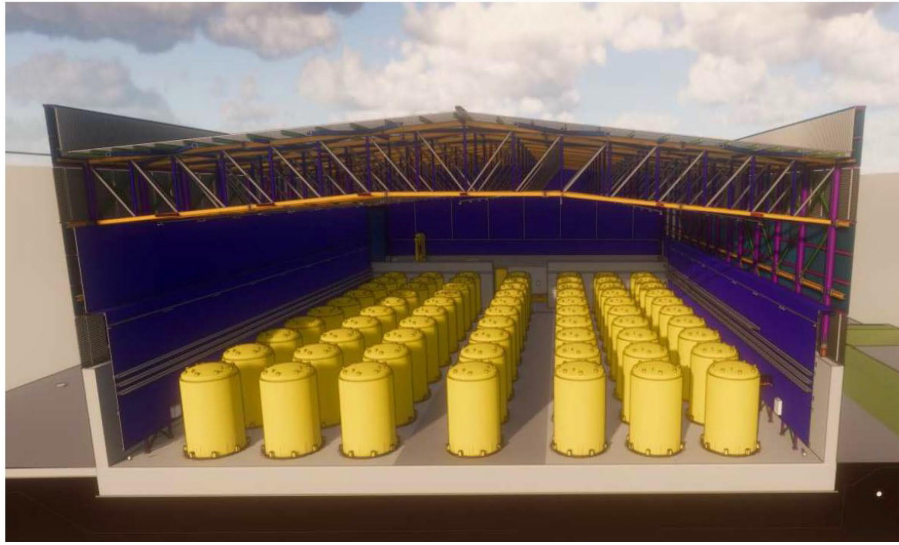
Die abgebrannten Brennelemente aus dem Betrieb des KKW Krško werden derzeit im Becken des Brennstoffgebäudes gelagert. Dazu ist eine konstante Kühlung des Wassers erforderlich. Laut Umweltbericht wird mit der Trockenlagerung eine neue, technologisch sicherere Methode zur Lagerung abgebrannter Brennelemente eingeführt, die zu einer schrittweisen Reduzierung der Anzahl abgebrannter Brennelemente im Becken führt, was das Niveau der nuklearen Sicherheit wesentlich erhöht.

Die Trockenlagerung gilt weltweit als die sicherste technologische Lösung zur Lagerung abgebrannter Brennelemente. Neben der passiven Kühlung, besserer Strahlungssicherheit und Robustheit bietet die Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente noch weitere Vorteile, insbesondere durch einen besseren Schutz vor absichtlichen und ungewollten negativen Auswirkungen bzw. Handlungen von Menschen.

Beschreibung des Trockenlagers

Die Funktion des Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente besteht darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen und eine zusätzliche Strahlenabschirmung zu gewährleisten. Das Trockenlager wird im unteren Teil bis in eine Höhe von 6 m als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt, im oberen Teil hingegen als Stahlkonstruktion, verkleidet mit Metallpaneelen. Die Grundrissmaße des Gebäudes betragen ca. 69,8 m x 47,7 m, die Stärke der Bodenplatte 1,75 m. Die Gesamthöhe des Gebäudes beträgt 20,5 m.

Direkt über der Oberkante der Beton-Umfassungswand ist entlang des gesamten Außenumfangs eine 3 m hohe Öffnung in der Stahlkonstruktion für die Luftzufuhr und Kühlung der Behälter vorgesehen. Die Öffnung wird durch Jalousien geschützt. Von der Oberseite der Öffnung führt ein Belüftungskanal die Wand hinunter und endet 1 m über dem Boden des Lagerraums. Die Entlüftung des Lagerraums erfolgt durch Auslassöffnungen im oberen Bereich der Stahlkonstruktion der Gebäudewand.

3D-Längsschnitt des Trockenlagergebäude

Quelle: LAGEPLAN (2019)

umweltbundesamt[®]

Abbildung 2:
3D-Längsschnitt des
Trockenlagergebäudes.

Niveaupunkt $\pm 0,00$ der Anlage wird sich auf 155,75 m ü. NN befinden. Die Umfassungswände und die Platte schützen das Gebäude vor Überschwemmungen bis zur Hochwasserhöhe von 157,53 m ü. M. Die Zugangstore/-türen für Fahrzeuge und Personen sind durch Montage-Spundwände vor Überschwemmungen geschützt.

Das Dach ist als symmetrisches Satteldach aus profiliertem Stahlblech mit einer Neigung von 5,39 ° bzw. 9,44 % vorgesehen. Die Dachentwässerung erfolgt über ein Entwässerungssystem aus zwei beheizten Dachkehlen entlang der längeren Gebäudefassaden. Oberhalb der Höhe von 6 m ist knapp die Hälfte der Fassadenverkleidung des Gebäudes durch Lüftungsjalousien geschützt, die bei extremen Witterungsbedingungen (starker Wind mit Regen usw.) keine vollständige Wasserdichtigkeit gewährleisten können, weshalb unterhalb der Linien der Lüftungsjalousien an der Innenseite eine Blechrinne zum Auffangen des eventuell eindringenden Wassers mit Ableitung zur Außenseite des Gebäudes vorgesehen ist. Alle Bodenflächen und die Außenränder des Trockenlagergebäudes sind so ausgelegt, dass das Gebäude horizontal und vertikal dauerhaft vor dem Eindringen von Grundwasser, Feuchtigkeit und Hochwasser geschützt ist.

Das Trockenlagergebäude wird mit einem **physischen Sicherungssystem** und Überwachungsausrüstung ausgestattet sein.

Das Trockenlagergebäude bietet **Platz für 70 Behälter**, wobei für die Lagerung der Brennelemente während der vorgesehenen Lebensdauer des Kraftwerks 62 Behälter vorgesehen sind, während 8 Behälter Ersatzlagerkapazitäten bzw. potenzielle Lagerkapazitäten für die Einlagerung hochradioaktiver Überreste aus der Stilllegung des KKW Krško darstellen.

Der Grundriss des Gebäudes ist in den Annahme- und Manipulationsbereich und den Lagerraum gegliedert, die durch eine Trennwand mit einem 8 Meter großen massiven Tor in der Mitte voneinander getrennt sind.

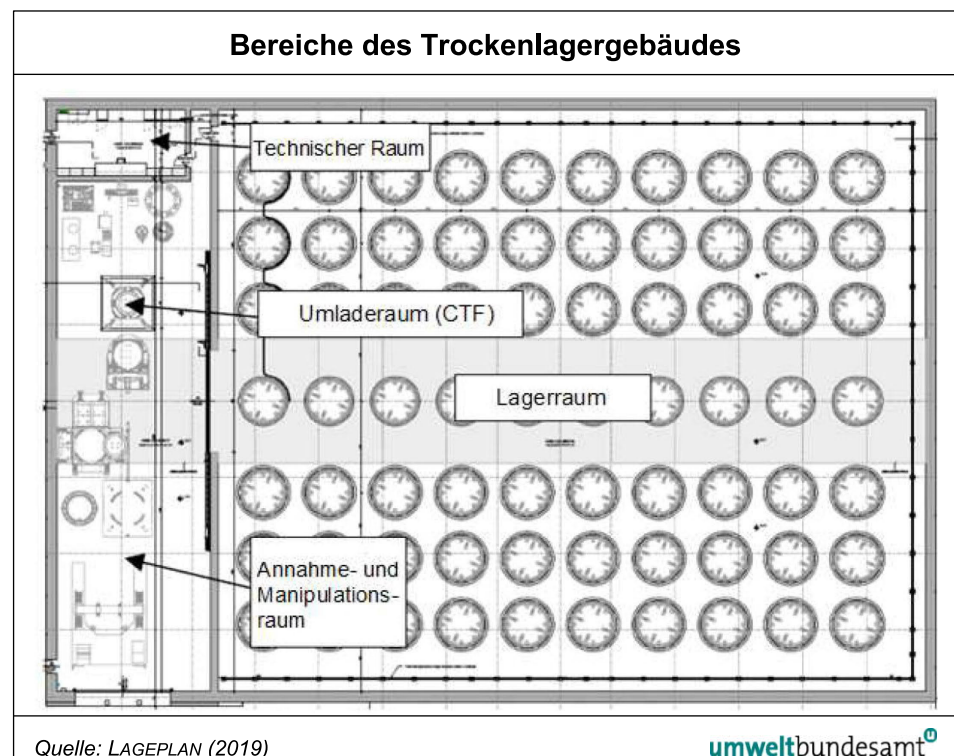
Der Zugang zum **Lagerraum** für Personen und Fahrzeuge führt durch eine 8 m breite Öffnung in der gesamten Höhe der Trennwand. Der Durchgang wird durch ein massives zweiflügeliges Schiebetor verschlossen. Ein weiterer Zugang zum Lager verläuft aus der Richtung des technischen Raums. In den ebenen Betonboden des Lagerraums werden Flansche zur Befestigung von Behältern eingebaut.

Der **Annahme- und Manipulationsraum** dient der Annahme und Vorbereitung von Mehrzweckbehältern zur Lagerung und zum künftigen Transport; er ist die Einfahrtsstelle für Fahrzeuge, in ihm befindet sich auch ein abgesenkter Umladeraum, der eine Tiefe von 4 m und die Grundrissmaße ca. 4 m x 4 m hat. Der Annahme- und Manipulationsraum wird durch Lüftungsöffnungen im metallenen Gebäudebereich natürlich belüftet. Der Zugang von der Plattform des KKW Krško verläuft durch ein ca. 7,6 m breites und 12,0 m hohes Tor.

Im **Technischen Raum** befinden sich die Ausstattungen und Anlagen zur Kontrolle und Überwachung des Lagers sowie für die Aufbewahrung der Dokumentation mit Betriebsdaten und Behälterinhalten; der Raum dient auch als Zugangspunkt für das Personal (Eingangskontrollpunkt), der mit den Anforderungen des physischen Schutzes (Zugangsbeschränkung) abgestimmt ist.

An der Südseite ist vor dem Trockenlagergebäude eine **Zugangsplattform** vorgesehen, die für den Verkehr und den Zugang zum Trockenlagergebäude bestimmt ist und als Manipulationsfläche dient. Die Zugangsplattform wird als Stahlbetonplatte der Größe ca. 13,0 m x 88,9 m ausgeführt. Auf der Zugangsplattform erfolgt die Auffüllung der Leerräume im zylindrischen stählernen Abschirmungsmantel und Deckel der Lagerungsabschirmung HI-STORM FW mit Schwerbeton. Die Plattform bietet ausreichend Platz für 8 Lagerungsabschirmungen. Die Entwässerung der Zugangsplattform wird durch entsprechende Längs- und Quergefälle ermöglicht.

Abbildung 3:
Bereiche des
Trockenlagergebäudes
(UMWELTBERICHT 2019)



Im Rahmen des Baus des Trockenlagers ist die Anbindung an die bestehenden internen **Infrastrukturanschlüsse** (Kanalisation, Stromanschluss und Zugang zur internen Straße) vorgesehen, weshalb keine Eingriffe in die bestehenden öffentlichen Infrastrukturanschlüsse vorgesehen sind.

Der **Zugang** zum Trockenlager und zur Arbeitsplattform wird mit Zufahrten von der bestehenden Straßeninfrastruktur und von befestigten Flächen im Bereich des KKW Krško ausgeführt.

Das System der **technischen Sicherung des Trockenlagergebäudes** wird in das bestehende technische Sicherungssystem integriert.

Die Komponenten des Lagerungssystems sind auf eine **Lebensdauer von 100 Jahren** auszulegen.

Im **Brennelementhandhabungsgebäude** werden die abgebrannten Brennelemente aus dem Lagerbecken in Mehrzweckbehälter eingelegt sowie die Mehrzweckbehälter auf die Umverlegung in das Gebäude zur Trockenlagerung und auf die Lagerung vorbereitet.

Die Standorte der Bauwerke und der Transportwege sind in Abbildung 4 dargestellt.

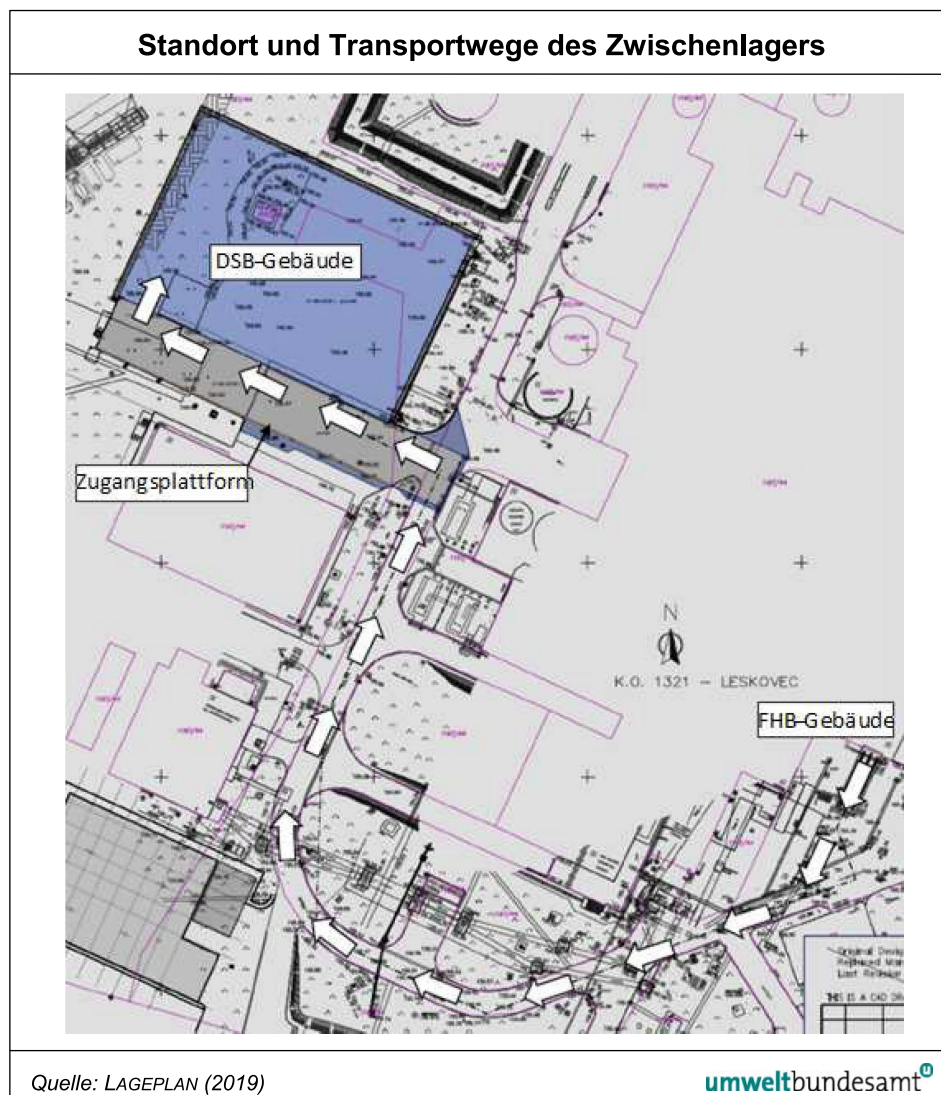


Abbildung 4:
Standort und
Transportwege des
Zwischenlagers.

Angaben zu den abgebrannten Brennelementen

Die vom KKW Krško verwendeten Brennelemente, die Gegenstand der Planung des Trockenlagers sind, sind 16x16 Westinghouse-Standardbrennelemente. Gegenstand der Lagerung sind auch 40 Brennelemente KWU 16x16 aus dem vierten Brennstoffzyklus.

Projektphasen

Laut Umweltbericht wird das Trockenlagergebäude die Lagerung von abgebrannten Brennelementen in 70 Lagerbehältern HI-STORM FW gewährleisten. Hierbei werden die Brennelemente in vier Kampagnen aus dem Brennelement-handhabungsgebäude verlegt. Daher wird das Projekt in folgende Phasen eingeteilt:

- Phase I: Bau des Trockenlagergebäudes – vorgesehener Bauabschluss im Jahr 2020 – nach dem Bau wird eine Betriebsgenehmigung für das Gebäude eingeholt;
- Phase II: Versetzung von 592 Brennelementen in 16 Lagerbehälter – vorgesehen im Jahr 2020;
- Phase III: Versetzung von 592 Brennelementen in 16 Lagerbehälter – vorgesehen im Jahr 2028;
- Phase IV: Versetzung von 444 Brennelementen in 12 Lagerbehälter – vorgesehen im Jahr 2038;
- Phase V: Versetzung der übrigen Brennelemente in 18 Lagerbehälter – vorgesehen im Jahr 2048;
- Phase VI: Umverlegung der Brennelemente in ein Endlager bzw. an den Ort der Konditionierung, Abbau des Gebäudes und der gesamten Ausstattung.

Gewähltes Trockenlagerungssystem

Im mehrphasigen Entscheidungsverfahren im Rahmen der öffentlichen Auftragsvergabe wurde das HI-STORM FW MPC Storage System als die am besten geeignete Lösung zur Trockenlagerung ausgewählt.

Das System umfasst folgende Grundbestandteile:

- Lagerungsabschirmung HI-STORM FW (Holtec International – Storage Modul Flood and Wind);
- Mehrzweckbehälter MPC (PWR Multi-Purpose Canister, MPC-37);
- Transferabschirmung HI-TRAC (Holtec International – Transfer Cask Variable Weight).

Das System HI-STORM FW MPC wurde von der Nuclear Regulatory Commission (NRC) der USA im Rahmen der allgemeinen Genehmigung für die Lagerung abgebrannter Brennelemente an Standorten bestehender Kraftwerke genehmigt.

Das Lagersystem wurde auch von der zuständigen mexikanischen Verwaltungsbehörde genehmigt, frühere Versionen des Systems wurden in Spanien, in der Ukraine und Großbritannien genehmigt und ausgeführt. Insgesamt wurden bisher über 850 Lagerbehälter des Herstellers Holtec International aufgestellt. Für die Art der Brennelemente, die den Brennelementen im KKW Krško

entspricht, hat die NRC der USA für das System HI-STORM FW MPC im November 2016 die Zustimmung zur Ergänzung des Sicherheitsberichts erteilt. Es wurde eine Sonderausgabe des Sicherheitsberichts für das Trockenlager im KKW Krško erstellt (FSAR KKW Krško).

Behälter

Der **Lagerbehälter HI-STORM FW MPC**, der aus einer Lagerungsabschirmung und einem eingelegten Mehrzweckbehälter besteht, ist in Abbildung 5 dargestellt.

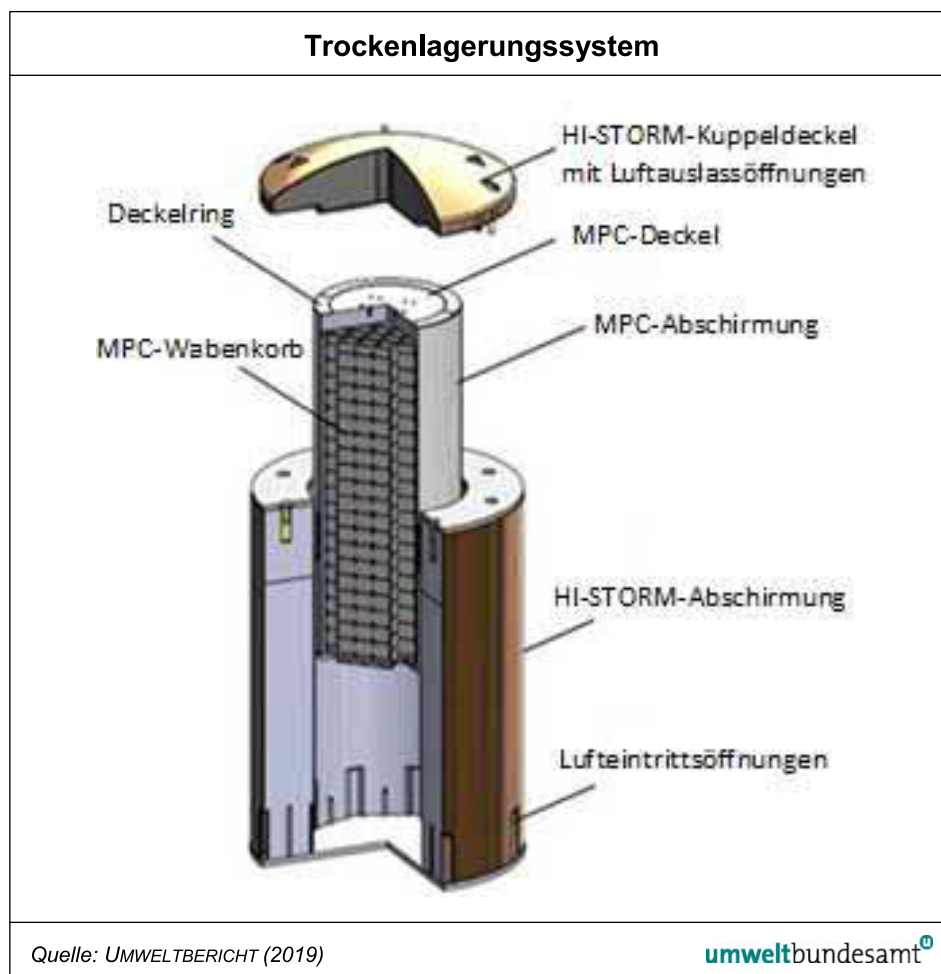


Abbildung 5:
Trockenlagerungs-
system HI-STORM FW.

Nach dem Ende der Lagerung werden die abgebrannten Brennelemente vom Standort Krško im **Transportbehälter HI-STAR 190** abtransportiert. Der Transportbehälter entspricht den Anforderungen des Transports von Mehrzweckbehältern bzw. ist komplementär zum Trockenlagerungssystem HI-STORM FW MPC.

Der abgedichtete **Mehrzweckbehälter (MPC)** gewährleistet eine Rückhaltebarriere und die Unterkritikalität während der Dauer der Lagerung, der Umverlegung und des Transports der abgebrannten Brennelemente. Ein Mehrzweckbehälter besteht aus den folgenden Bauteilen: geschweißte Zylinderkonstruktion

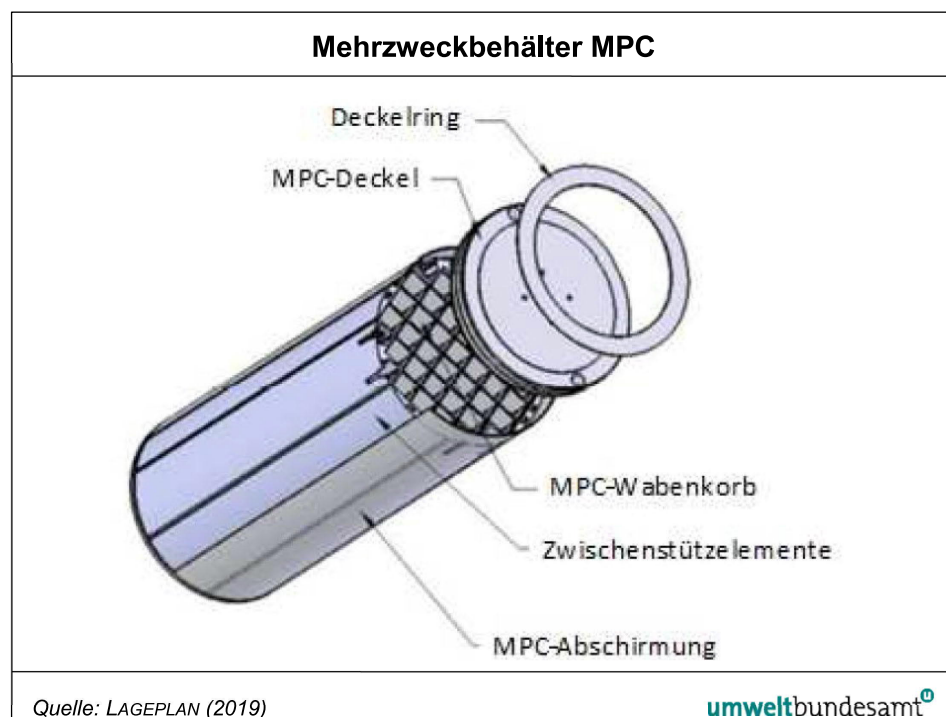
aus nichtrostendem Stahl mit zwei Deckeln, Wabenkorb aus einem Neutronenabsorber, bestehend aus einer Aluminium-Bor-Verbindung zur Einlegung von 37 Brennelementen, sowie Zwischenstützelemente aus Aluminium mit vertikalen Kühlkanälen.

Die Grunddaten des Mehrzweckbehälters sind in Tabelle 1 angegeben. Der Mehrzweckbehälter ist in Abbildung 6 dargestellt.

*Tabelle 1:
Grunddaten des
Mehrzweckbehälters
(UMWELTBERICHT 2019)*

Eigenschaft	Wert
Gesamthöhe einschließlich Deckel und Deckelring	4.610,1 mm
Außendurchmesser	1.924,05 mm
Stärke des Deckels	228,6 mm
Wandstärke	12,7 mm
Stärke des Bodens	76,2 mm
Material	nichtrostender Stahl
Masse des leeren Mehrzweckbehälters ohne Gitter	12.956 kg
Masse des vollen Mehrzweckbehälters	44.620 kg

*Abbildung 6:
Mehrzweckbehälter
MPC (UMWELTBERICHT
2019)*



Der Mehrzweckbehälter bildet zusammen mit der Transferabschirmung den Transferbehälter, mit der Lagerungsabschirmung den Lagerbehälter und mit der Transportabschirmung den Transportbehälter. Der gefüllte Mehrzweckbehälter ist stets zusammen mit der Transferabschirmung, der Lagerungsabschirmung oder der Transportabschirmung zu verwenden, welche der radiologischen Abschirmung, der Kühlung und dem Schutz des Behälters vor natürlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen dienen.

Die **Transferabschirmung (HI – TRAC)** ist zur Versetzung des Mehrzweckbehälters im Brennelementhandlungsgebäude, zur Umverlegung des Mehrzweckbehälters aus dem Gebäude für abgebrannte Brennelemente in das Trockenlagergebäude bestimmt. Die Transferabschirmung ist eine geschweißte zylindrische Stahlkonstruktion ohne Deckel und mit entfernbarem Boden. Die zylindrische Abschirmung ist in zwei konzentrische, durch eine Wand getrennte Kammern eingeteilt; in der inneren Kammer befindet sich eine Bleiverkleidung, die wesentlich zum Schutzvermögen beiträgt. Die äußere Kammer kann mit Wasser aufgefüllt werden, was eine Neutronenabschirmung gewährleistet. Die Transferabschirmung ist in Abbildung 7 dargestellt.

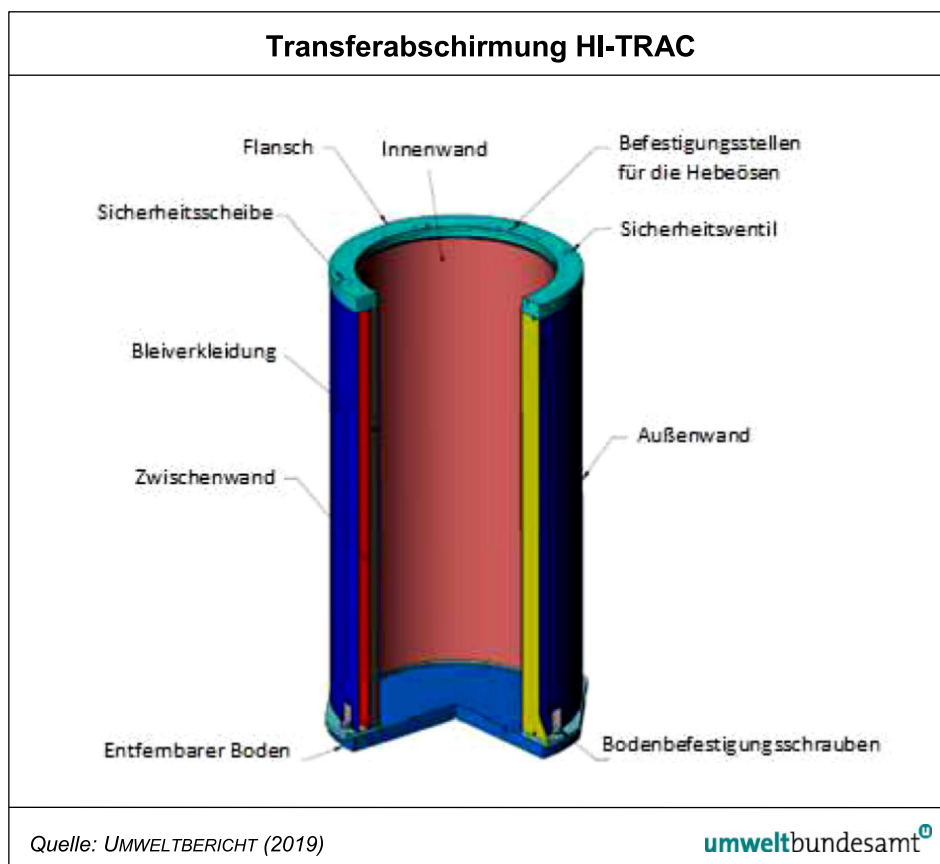


Abbildung 7:
Transferabschirmung
HI-TRAC.

Die **Lagerungsabschirmung (HI- STORM)** besteht aus dem zylindrischen Abschirmungsmantel und dem Deckel. Bei beiden handelt es sich um geschweißte Teile aus Kohlenstoffstahl, wobei die äußeren Stahlteile zugleich auch eine Schalung zum Auffüllen der Leerräume in der Stahlkonstruktion mit Beton mit höherer Dichte bilden. Neben dem Strahlenschutz gewährleistet die Lagerungsabschirmung während der Lagerung auch eine Kühlung des Mehrzweckbehälters, einen Schutz des Behälters gegen Projektile und einen Schutz gegen natürliche und außergewöhnliche Einwirkungen. Für den Zweck der natürlichen Lüftung sind im unteren Bereich des zylindrischen Abschirmungsmantels achsensymmetrisch acht Eintrittsöffnungen angeordnet. Der Luftaustritt verläuft durch den Deckel.

Vorbereitung auf die Lagerung

Das Einsetzen des (leeren) Mehrzweckbehälters in die Transferabschirmung erfolgt im Trockenlager. Nachdem der Mehrzweckbehälter im Behälterbecken mit abgebrannten Brennelementen aufgefüllt und die Vorbereitung zur Versetzung im Dekontaminierungsraum ausgeführt worden ist, wird der Mehrzweckbehälter mithilfe eines Brückenkrans auf den Niederflurwagen im Fahrzeugraum geladen. Die Versetzung des Mehrzweckbehälters aus dem Brennelementhandhabungsgebäude in das Trockenlager erfolgt aufrechtstehend mit einem speziellen Transportfahrzeug VCT (Vertical Cask Transporter). Das mit einem Dieselmotor betriebene Transportfahrzeug ist mit einer Portalhubeinrichtung ausgestattet, deren Eigenschaften gewährleisten, dass die Last vor einem Fall geschützt ist, und mit der der Mehrzweckbehälter aus der Transferabschirmung in die darunter gesetzte Lagerungsabschirmung herabgelassen werden kann. Im Sicherheitsbericht ist ein Unfall bei der Versetzung eines Transferbehälters daher als Unfall mit sehr geringer – unbedeutender Wahrscheinlichkeit eingestuft.

Die Annahme und Vorbereitung des (mit abgebrannten Brennelementen gefüllten) Mehrzweckbehälters zur Lagerung erfolgen im Annahme- bzw. Manipulationsraum im Trockenlagergebäude. Die Lagerungsabschirmung, in die der Mehrzweckbehälter eingesetzt wird, wird mithilfe eines Transportfahrzeugs von der Arbeitsplattform über den vertieften Teil des Annahmeraums in den Umladeraum versetzt und auf den Boden des Umladeraums herabgelassen.

Einlagerung der Lagerbehälter

Die Hebung des Lagerbehälters aus dem Umladeraum und der Transport des Behälters zur Lagerungsposition im Lagerraum des Trockenlagers erfolgen mit dem Transportfahrzeug. An der Lagerungsstelle wird der Behälter mit dem einbetonierten Flansch gerade positioniert und auf den Flansch mit den Aufsätzen zur Befestigung des Behälters auf der Unterlage mit acht Ankerschrauben herabgelassen. Die Befestigungsaufsätze werden in der Mitte zwischen den Lüftungseintrittsöffnungen an den stählernen Außenmantel geschweißt. Das Aufüllen der Leerräume mit Beton sowie die Lagerung der neuen leeren Lagerungsabschirmung bis zum Beginn der Benutzung erfolgt auf der Arbeitsplattform neben dem Trockenlager.

Nach der Befestigung des Behälters auf der Unterlage erfolgt auch die Verbindung der Stromleiter der Temperaturmesser vom Schaltkasten am Behältermantel zum Schaltschrank an der Wand des Trockenlagers. Jeder Lagerbehälter wird mit drei resistiven Temperatursensoren in den Entlüftungsauslasskanälen im Behälterdeckel und mit zwei Sensoren im Schaltkasten an der Außenfläche des Behälters ausgestattet.

Die Lagerbehälter werden im Lagerraum in einem Zwischenachsabstand von 5,18 m positioniert. Die Entfernung zwischen der Achse der Außenwand und der Achse der Behälter an der Wand beträgt 5,73 m.

Instandhaltung und Reparatur

Für eventuelle Instandhaltungsarbeiten steht auch der Annahme- und Manipulationsraum vor dem Lager zur Verfügung. Reparaturen eventuell beschädigter Mehrzweckbehälter werden im Brennelementhandhabungsgebäude ausgeführt, wohin diese mit dem Transportfahrzeug in der Transferabschirmung gebracht werden.

Vorbereitung auf den Transport

Die abgebrannten Brennelemente, die mindestens sieben Jahre eingelagert bleiben, können vom Standort des KKW Krško abtransportiert werden. Das Einsetzen des Mehrzweckbehälters in den Transportbehälter HI-STAR 190 für die Zwecke des Abtransports der abgebrannten Brennelemente vom Standort des KKW Krško erfolgt im Umladeraum.

Brandschutz

Im Trockenlager für abgebrannte Brennelemente werden Bauprodukte gemäß den Bauproduktvorschriften verwendet. Das Bauwerk enthält eine erforderliche feuerhemmende Tragkonstruktion sowie Außenwände und Fassadenverkleidungen der erforderlichen Klassen; hinsichtlich der Gebäudefassade sind auch die Abstände zu den Grenzen bzw. benachbarten Bauwerken berücksichtigt.

Ein Brandüberschlag vom Trockenlagergebäude auf benachbarte Bauwerke ist nicht möglich. Gleiches gilt für den Brandüberschlag von benachbarten Bauwerken auf das Trockenlagergebäude. Die Anzahl und Positionierung der Feuerlöscher entsprechen der Regelung über die Wahl und Anbringung von Feuerlöschgeräten (Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 67/05).

Für Notfalleinsätze sind die bestehenden Zugangswege zum Standort des neuen Trockenlagergebäudes geeignet. Die Zufahrt mit Feuerwehrgewagen ist von der Ost- und Südseite des Bauwerks über die bestehenden Interventionswege innerhalb des Komplexes des KKW Krško möglich. Als Arbeitsfläche für die Feuerwehr dient die Zufahrtsstraße an der Ostseite.

3.2 Diskussion und Bewertung

Die geplante Zwischenlagerung in Slowenien sieht eine Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente (BE) in einem trockenen Zwischenlager auf dem Gelände des Kernkraftwerks Krško vor. Die Zwischenlagerung von abgebrannten BE erfolgt grundsätzlich entweder in Nasslagern oder in Trockenlagern. Ein Trockenlager (insbesondere als Zwischenlagerung in Transport- und Lagerbehältern in besonders geschützten Lagergebäuden) ist unter dem Gesichtspunkt der Auswirkungen auf Österreich als die gegenüber der Nasslagerung zu bevorzugende Variante zu bezeichnen. Die wesentlichen Gründe hierfür sind:

- Nutzung passiver Sicherheitssysteme,
- geringere Anfälligkeit für Störfälle mit Freisetzungen durch Einwirkungen von innen,
- geringere Freisetzungsmengen radioaktiver Stoffe bei Einwirkungen von innen und außen.

Insofern ist die Entscheidung zur Errichtung des Trockenlagers grundsätzlich zu begrüßen. Die Umlagerung der abgebrannten BE aus dem Nasslager in ein Trockenlager reduziert die von dem KKW Standort Krško ausgehende Gefahr.

Laut Nationalem Entsorgungsprogramm ist die derzeitige Kapazität des Nasslagers sowohl aus sicherheitstechnischer als auch aus betrieblicher Sicht für die kommerzielle Nutzungsdauer der Anlage (bis 2023) nicht ausreichend. Sie ist erst recht nicht für die geplante Verlängerung der Betriebsdauer des KKW

Krško bis 2043 ausreichend. Um einen ununterbrochenen Betrieb zu gewährleisten, wurde die Errichtung eines Trockenlagers vorgeschlagen. Dieses sollte bereits 2018 in Betrieb genommen werden. (SNSA 2015)

Zeitplan der Umlagerung

Das Umladen der BE aus dem Lagerbecken des KKW soll in mehreren Schritten erfolgen. Bereits im Jahr 2020 sollen 592 BE in 16 Lagerbehälter geladen werden. Allerdings sollen dann erst im Jahr 2028 erneut 592 BE in 16 Lagerbehälter geladen werden. 2038 sollen dann 444 BE in 12 Lagerbehälter geladen und 2048 dann die übrigen BE in 18 Lagerbehälter geladen und dann eingelagert werden.

Laut SNSA (2015) werden im Jahr 2020 1321 BE im Lagerbecken lagern, davon sollen 240 eventuell noch einmal im Reaktor eingesetzt werden. Die Brennelemente müssen drei bis fünf Jahre abklingen bevor sie in Behälter umgeladen werden können. Daher werden 2020 rund 200 BE (ca. 40 pro Jahr) noch nicht lange genug abgeklungen sein, um entladen zu werden. Allerdings könnten nach Inbetriebnahme des Trockenlagers deutlich mehr als die geplanten 592 BE – etwa 880 BE – entladen werden. Insofern ist nicht verständlich, warum erst 2028 wieder 592 BE entladen werden sollen.

Gewähltes Trockenlagersystem

Die im Umweltbericht genannten Grundanforderungen an das Lagersystem sind vollständig und repräsentieren die wesentlichen sicherheitstechnisch zu gewährleistenden Schutzziele. Das entspricht dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik.

Das System umfasst folgende Grundbestandteile:

- Lagerungsabschirmung HI-STORM FW (Storage Modul Flood and Wind);
- Metallischer Mehrzweckbehälter MPC-37 (Multi-Purpose Canister);
- Transferabschirmung HI-TRAC (Transfer Cask).

Der HI-STORM FW (Akronym für Holtec International Storage Module Flood and Wind) ist ein Lagerbehälter. Er wurde 1993 konzipiert und ist ein vertikal belüftetes System. Der HI-STORM ist auf maximale Abschirmung ausgelegt. Das HI-STORM FW-System kann bis zu 37 DWR Brennelemente im MPC-37 lagern.

Bei über 60% der in Betrieb befindlichen KKW in den USA sind mehr als 1.200 Holtec-Trockenlagersysteme im Einsatz. Das HI-STORM System ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Der Mehrzweckbehälter kann statt in einer vertikal belüfteten Lagerabschirmung wie für den KKW-Standort Krško geplant auch in einem unterirdischen, vertikal belüfteten Modul aufbewahrt werden. In Abbildung 8 ist das HI-STORM UMAX dargestellt. (HOLTEC 2019a)

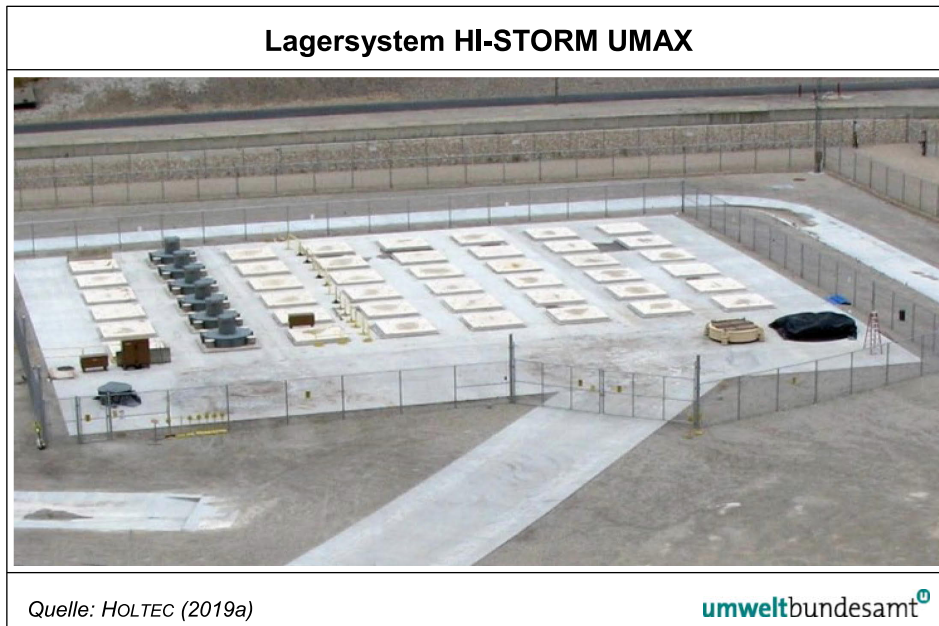


Abbildung 8:
Lagersystem HI-STORM
UMAX.

Anforderungen im Regelwerk

Laut WENRA WGWD (2014) ergreift die slowenische Behörde für nukleare Sicherheit (SNSA) als zuständige Behörde auf dem Gebiet der Lagerung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente fortlaufend alle erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung von Änderungen der Verpflichtungen in die nationalen Regulierungsanforderungen. Slowenien hat mit der Veröffentlichung von zwei neuen Verordnungen im Jahr 2009, den Vorschriften über Strahlung und nukleare Sicherheitsfaktoren (JV5) und den Vorschriften über die Betriebssicherheit von Kernanlagen (JV9), den wichtigsten Schritt zur vollständigen Übereinstimmung seines Rechtsrahmens mit den neuen internationalen Normen und Empfehlungen getan.

Laut WENRA WGWD (2014) waren 2014 mit einer Ausnahme alle Sicherheitsreferenzlevel (SRL) gemäß der „Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Level“ in das nationale Regelwerk in Slowenien übernommen worden. Auf dem 30. Treffen der WGWD in Prag berichtete Slowenien über die Umsetzung der SRLs und ihren Aktionsplan. Die Mehrheit der SRLs wurde durch die neuen Regeln JV5 und JV9 umgesetzt. Lediglich eine Abweichung der SRL wurde festgestellt, diese sollte bis Ende 2014 behoben werden. Ansonsten stimmen die slowenischen Vorschriften vollständig mit den von den WGWD SRLs vorgeschriebenen Anforderungen überein.

Anforderungen an den Behälter

Die trockene Zwischenlagerung am Standort Krško soll in einem Gebäude erfolgen. Die Funktion des Trockenlagegebäudes 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 Projektile und gegen natürliche und außergewöhnliche Einwirkungen gewährleisten.

Genauere Angaben gegen welche Ereignisse der Lagerbehälter Schutz gewährleistet, sind nicht vorhanden. Ebenfalls ist im Umweltbericht nicht nachvollziehbar angegeben, wie eine Dichtheitskontrolle des Behälters erfolgen soll.

Handhabung der Behälter

In dem gewählten Lagersystem sind im Verhältnis zur Lagerung von abgebrannten BE in Transport- und Lagerbehältern eine ganze Reihe Handhabungsschritte erforderlich. Durch diese Handhabungen wird das Störfallrisiko erhöht.

Instandhaltung und Reparatur

Für eventuelle Instandhaltungsarbeiten steht der Annahme- und Manipulationsraum vor dem Lager zur Verfügung. Reparaturen eventuell beschädigter Mehrzweckbehälter sollen laut Umweltbericht im Brennelementhandhabungsgebäude ausgeführt werden.

Laut IAEA muss für die Zwischenlagerung auch die Betriebsphase betrachtet werden, wenn andere Anlagen am Standort nicht mehr in Betrieb sind (IAEA 2012, 5.4).

Im Umweltbericht wird nicht erklärt, wie nach Stilllegung bzw. Abbau des zurzeit betriebenen Reaktors eine potenziell erforderliche Reparatur der Behälter erfolgen soll. Es existiert dann keine entsprechende Einrichtung mehr am KKW Standort Krško. Eine sogenannte „Heiße Zelle“ für derartige Reparaturen ist bisher nicht geplant. Es sollte in der noch zu erfolgenden UVP zum Zwischenlager dargestellt werden, wie und wo Reparaturen der Behälter nach der Einstellung des Betriebs der KKW Krško stattfinden werden.

In Deutschland wird beispielsweise von Experten die Nachrüstung von einer „Heiße Zelle“ in Zwischenlagern nach der Stilllegung der Reaktoren gefordert. (INTAC 2015)

Langzeitlagerung

Laut Umweltbericht sind die Komponenten des Lagerungssystems auf eine **Lebensdauer von 100 Jahren** auszulegen.

Das ist deutlich länger als nach den Zeitplänen für die Inbetriebnahme eines geologischen Tiefenlagers als Endlager erforderlich wäre. Für die langfristige Entsorgung von abgebrannten Brennelementen wurde in Slowenien eine zweigleisige Strategie gewählt. Das Referenzszenario ist die nationale geologische Tiefenlagerung, mit der Annahme, dass die Entsorgung abgebrannter Brennelemente im Jahr 2065 erfolgt. Die Möglichkeit der multinationalen Entsorgung wird aber offengehalten.

In ihrer langfristigen Strategie für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente sehen beide Strategien die vorherige Lagerung abgebrannter Brennelemente in Trockenlagern vor. Es ist geplant, bis 2035 Standorte für das geologische Endlager zu identifizieren und bis 2055 vorzuschlagen. Die Betriebsphase des Endlagers für abgebrannte Brennelemente soll laut Nationalem Entsorgungsprogramm 2070 enden, und das Endlager sollte 2075 geschlossen werden. Im Fal-

le einer Exportmöglichkeit ist die Entnahme von abgebrannten Brennelementen aus der Trockenlagerung für den Zeitraum 2066 bis 2070 geplant. (SNSA 2015) In beiden Fällen wäre ein Zwischenlagerbetrieb von 50 Jahren erforderlich.

Im Weiteren wird hier jedoch von einer Lagerzeit von 100 Jahren ausgegangen, da laut Umweltbericht die Lebensdauer der Komponenten des Lagerungssystems 100 Jahre betragen.

Für eine derart lange Lagerzeit ist ein Alterungsmanagement festzulegen. Dieses wird im Umweltbericht nicht erwähnt.

Die Langzeitsicherheit des Einschlusses der in den abgebrannten Brennelementen befindlichen radioaktiven Stoffe ist bezüglich möglicher Freisetzungen nach Störfällen für das Staatsgebiet der Republik Österreich von Bedeutung.

Laut IAEA (2012) wird eine Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente von mehr als 50 Jahren als Langzeitlagerung bezeichnet. Das geplante Zwischenlager fällt damit unter die Kategorie Langzeitlagerung.

Dieser Zwischenlagerzeitraum ist in Staaten, die eine längere Zwischenlagerung verfolgen, zwar ebenfalls vorgesehen. Dennoch kann ein derart langer Lagerzeitraum gegenwärtig nicht als Stand von Wissenschaft und Technik bezeichnet werden. In Deutschland ist beispielsweise die Zwischenlagerung von Brennelementen in metallischen Transport- und Lagerbehältern gegenwärtig nur für 40 Jahre zugelassen. In anderen Ländern muss beispielsweise die Genehmigung jeweils nach 10 (Tschechische Republik) bzw. 20 Jahren (USA) erneuert werden. Das liegt vor allem daran, dass die Erfahrung mit langen Zwischenlagerzeiten begrenzt ist. (UMWELTBUNDESAMT 2014) Es wird nicht erklärt, wie lange die Genehmigung für das geplante Lager am KKW Krško gültig sein wird.

Sicherheitstechnisch relevante Aspekte der Langzeitsicherheit werden im Umweltbericht nicht erwähnt oder diskutiert.

Sicherheitstechnisch relevante Aspekte sind unter anderem:

- Veränderungen an/in den abgebrannten Brennelementen;
- Nachlassen der Dichtungswirkung der Behälterverschlussysteme;
- Veränderungen der Komponenten zur Dichtheitsüberwachung;
- Abnahme der Beton-/Gebäudestabilität aufgrund von Belastungen durch Wärme bzw. Wärmegradienten, Gamma- und Neutronenstrahlung, Witterungs- und Schadstoffeinwirkungen.

Die angenommene Betriebszeit des Zwischenlagers ist hinsichtlich Korrosion, Kriechdehnung, Ermüdung und strahlungsinduzierten Materialänderungen wichtig. In der Auslegung sollten diese Prozesse berücksichtigt werden. Wichtig ist auch, dass gewährleistet ist, dass auch am Ende der Lagerzeit eine Handhabung der abgebrannten Brennelemente möglich ist (IAEA 2012, 6.28).

Mit längerer Lagerzeit sind für die Brennstäbe und die Brennelementstruktur folgende maßgebliche Alterungseffekte zu erwarten (SPYKMAN 2019):

- Oxidation der Hüllrohre, insbesondere an der Innenseite durch Sauerstoff aus dem Brennstoff und chemische Reaktionen mit Spaltprodukten,
- Betriebliche Wasserstoffaufnahme und daraus folgende Hydrid-Ausscheidungen im Hüllrohr und deren Orientierung,
- Veränderungen in der Kristallstruktur des Hüllrohrmaterials

- Freisetzung von gasförmigen Spaltprodukten aus dem Brennstoff inklusive weiterer Heliumproduktion durch Alpha-Zerfall während der Lagerung (Brennstoffschwellen),
- Versprödung der Strukturmaterialien durch betriebliche Oxidation und Wasserstoffaufnahme / Ausscheidungen.

Während der Langzeitlagerung sollte die Sicherheit der Behälter periodisch bewertet werden. Betrachtet werden sollten hierbei unter anderem die Struktur der Brennelemente und die metallischen Dichtungen (IAEA 2012, 6.137)

In der Schweiz wurde ein Alterungsleitfaden erstellt, der Unterstützung bei der Erstellung von Alterungsnachweisen bietet. (KOCH 2019)

3.3 Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen

Die Entscheidung zur Errichtung des Trockenlagers am KKW Standort Krško ist grundsätzlich zu begrüßen. Die Umlagerung der abgebrannten BE aus dem Nasslager in ein Trockenlager reduziert die vom Standort Krško ausgehende Gefahr. Der Zeitplan für die Umladung ist allerdings nicht nachvollziehbar. So könnten nach Inbetriebnahme des Trockenlagers deutlich mehr als die geplanten 592 BE umgeladen werden.

Angaben, gegen welche Ereignisse der Lagerbehälter Schutz gewährleisten soll, sind nicht vorhanden. Ebenfalls ist im Umweltbericht nicht nachvollziehbar angegeben, wie eine Dichtheitskontrolle der Behälter erfolgen soll.

Im Umweltbericht wird nicht erklärt, wie nach Stilllegung bzw. Abbau des zurzeit betriebenen Reaktors eine potenziell erforderliche Reparatur der Behälter erfolgen soll. Eine sogenannte „Heiße Zelle“ für derartige Reparaturen ist bisher nicht geplant. Es sollte in der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager dargestellt werden, wie und wo Reparaturen der Behälter nach der Einstellung des Betriebs der KKW Krško stattfinden werden.

Laut Nationalen Entsorgungsprogramm ist eine Zwischenlagerung der abgebrannten BE für etwa 50 Jahre vorgesehen. Es ist zu begrüßen, dass laut Umweltbericht die Komponenten des Lagerungssystems auf eine Lebensdauer von 100 Jahren auszulegen sind. Die weltweite Erfahrung zeigt, dass die anvisierten Zeitpläne für die Errichtung eines Endlagers meist nicht eingehalten werden können.

Sicherheitstechnisch relevante Aspekte der Langzeitsicherheit werden im Umweltbericht jedoch nicht erwähnt oder diskutiert.

Für eine lange Zwischenlagerdauer sollte dargelegt werden, welche

- theoretischen Überlegungen für die Sicherheitsnachweise von Behältern und Gebäude über diesen Zeitraum erfolgt sind,
- technischen Maßnahmen vorgesehen sind, um die Sicherheit während der Zwischenlagerzeit zu kontrollieren,
- Überlegungen zur sicheren Handhabung der Brennelemente nach der langen Zwischenlagerung existieren.

3.3.1 Fragen

- *Warum werden bei Inbetriebnahme des Trockenlagers zunächst nur 592 abgebrannte BE und erst 2028 weitere 592 abgebrannte BE aus dem Lagerbecken umgeladen?*
- *Gelten für das Zwischenlager die Sicherheitsanforderungen laut aktueller WENRA- und IAEA-Dokumente? Falls Abweichungen bestehen, wie werden diese gerechtfertigt?*
- *Welche Bereiche/Fragestellungen werden in den periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für das Trockenlagersystem untersucht?*
- *Wie soll eine Dichtheitskontrolle der Behälter während der Lagerzeit erfolgen?*
- *Liegen Vorschriften bezüglich eines systematischen (technischen) Alterungsmanagements vor? Welche Anforderungen umfassen diese Vorschriften?*
- *Wie wird die Sicherheit der Zwischenlager über die gesamte Lagerzeit gewährleistet? Sind technische Maßnahmen vorgesehen, um die Sicherheit (insbesondere die Dichtheit und Integrität der Brennstäbe) während der Zwischenlagerzeit zu kontrollieren?*
- *Wo sollen nach Stilllegung des KKW Krško potenzielle Reparaturen an Metallbehältern durchgeführt werden?*

3.3.2 Empfehlungen

- Um das vom KKW Standort Krško ausgehende Risiko zu mindern, sollten die abgebrannten Brennelemente zügig in das Trockenlager umgeladen werden.
- Es wird empfohlen, umfangreiche Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit während der Zwischenlagerung und für den anschließenden Transport festzulegen.
- Es wird empfohlen, im nachfolgenden UVP-Verfahren in der UVP-Dokumentation den Prüfumfang für die alle 10 Jahre durchzuführende periodische Sicherheitsüberprüfung darzustellen. Zusätzlich sollte auch das bereits ab Inbetriebnahme durchzuführende Alterungsmanagement in der UVP- Dokumentation dargestellt werden.
- In der Planung für die Zwischenlagerung (insbesondere hinsichtlich eines Reparaturkonzepts der Behälter) sollte die Betriebszeit nach Stilllegung des KKW Krško berücksichtigt werden. So sollte sichergestellt werden, dass potenziell erforderliche Reparaturen an Behältern am Standort Krško, auch nach Stilllegung des Kernkraftwerkes, durchgeführt werden können.

4 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

4.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

Kapitel 3.4 im UMWELTBERICHT (2019) behandelt **grenzüberschreitende Auswirkungen**. Einleitend wird erklärt, dass das vorgesehene Bauwerk für die Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente keine Verschmutzungsquelle darstellen wird, da keine zusätzlichen Stoffemissionen in Luft oder Wasser vorgesehen sind. Alle Berechnungen der Strahlungsniveaus zeigen, dass die Dosisleistungen und Dosen der ionisierenden Strahlung auch nach der Einrichtung des Trockenlagers innerhalb der sehr strengen Begrenzungen liegen werden. Die Jahresdosis am Zaun des KKW Krško wird nach der Einlagerung abgebrannter Brennelemente im Trockenlager den Grenzwert von 200 μSv nicht überschreiten und bei normalem Betrieb des Lagers in einer Entfernung von 500 m vom Reaktor auch unter 50 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ liegen.

Abschließend wird im Umweltbericht erklärt, da die Grenze zur Republik Kroatien mehr als 10 km vom vorgesehenen Bau entfernt ist, wird es keine grenzüberschreitenden Auswirkungen geben. Das Gleiche gelte auch für alle anderen Staaten, die an die Republik Slowenien grenzen, da sie mehr als 10 km vom KKW Krško entfernt sind.

Im Folgenden werden die Ausführungen des Umweltberichts zu Störfällen zusammengestellt.

Das System HI-STORM FW gewährleistet 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 der Kategorie A.

Für erweiterte Auslegungsunfälle der Kategorie B sind die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe und die Wärmeabfuhr gewährleistet.

Angenommene auslösende Ereignisse

Für die Zwecke der Erstellung von Sicherheitsanalysen sind gemäß Artikel 11 Absatz 2 der *Regelung über Strahlenschutz- und nukleare Sicherheitsfaktoren* (Amtsblatt der Republik Slowenien Nr. 74/16) folgende auslösenden Ereignisse erkannt worden:

- Umkippen des Behälters bei erhöhter seismischer Belastung.
- Passive Kühlung des Behälters nicht möglich.
- Absturz eines kommerziellen Flugzeugs oder Militärflugzeugs
- Einsturz des Trockenlagergebäudes
- Brand im Falle eines Flugzeugsabsturzes

Für alle erkannten auslösenden Ereignisse wurden folgende Analysen erstellt:

- Analyse des Verhaltens des HI-STORM FW im Falle von Erdbebenbelastungen, die die Planungsgrundlagen überschreiten (HI-2167350),
- Sonderausgabe des Sicherheitsberichts für das Trockenlager des KKW Krško (HI-2177798),
- Analyse des Verhaltens des Lagerbehälters HI-STORM FW mit Kuppeldeckel (HI-2177921),
- Analyse des Lagerbehälters HI-STORM im Falle eines Einsturzes des Daches des Trockenlagergebäudes - (HI-2177948) und
- Thermische Beurteilung des Lagerbehälters HI-STORM FW im Trockenlager des KKW Krško (HI-2177928).

Externe und interne Ereignisse sowie Ereigniskombinationen

Im Bericht HI-2188092 (Evaluation of combined hazards report at Krško) sind mögliche externe und interne Ereignisse für das Trockenlagerungssystem behandelt. Das Dokument behandelt folgende **externe Ereignisse** und Auswirkungen auf das System der Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente HI-STORM FW:

ERDBEBEN: Das Trockenlagergebäude und das Trockenlagerungssystem HI-STORM FW (Lagerbehälter) sind für eine Auslegungs-Bodenbeschleunigung von $PGA = 0,78 \text{ g}$ ausgelegt.

WIND: Das Trockenlagergebäude ist auf die Auswirkungen starken Winds ausgelegt. Der Lagerbehälter ist sowohl für die Auswirkungen eines Tornados als auch für eventuelle Geschosse eines Tornados ausgelegt, das Bauwerk jedoch nicht.

STARKER REGEN: Der Lagerbehälter ist im Trockenlager für abgebrannte Brennelemente untergebracht, weshalb sich starker Regen nicht auf seine Funktionen und Integrität auswirkt. Das Trockenlager ist für starke Regenfälle ausgelegt. Für diesen Zweck wurde vor der Zugangsplattform ein Wasserrückhaltebecken gebaut, welches eine Überlastung des bestehenden Kanalisationssystems verhindert. Außerdem sind Überläufe auf dem Dach vorgesehen, die bei extremen Regenfällen den Überlauf des Niederschlagswassers ermöglichen.

ÜBERSCHWEMMUNG: Das Trockenlagergebäude ist so ausgelegt, dass es Hochwasserschutz bis zur Höhe von 157,50 m ü. M. gewährleistet. Die Dichtigkeit des Gebäudes wird durch die umlaufenden Stahlbetonwände sichergestellt, das Eindringen von Wasser durch das Tor bzw. die Tür wird durch demontierbare Hochwassersperrern verhindert. Eine Analyse der Auswirkungen eines Ausfalls der passiven Kühlung wegen Verschließung der Lüftungsöffnungen ist im Bericht HI-2167928 behandelt, der nachweist, dass das Funktionieren des Systems nicht gefährdet ist, wenn innerhalb von sieben Tagen ein normaler Zustand hergestellt wird.

SCHNEE: Die tragende Konstruktion des Trockenlagergebäudes ist für eine Belastung durch Schnee ausgelegt, obwohl Schnee wegen der Wärmequellen im Trockenlager schmilzt. Schnee hat keine unmittelbaren Auswirkungen auf den Betrieb des Lagersystems.

BLITZSCHLÄGE: Das Trockenlagergebäude ist aus Stahl und Stahlbeton errichtet. Das Bauwerk und die Lagerbehälter sind geerdet. Die Erdung des Bauwerks ist auf Blitzeinschläge ausgelegt.

TEMPERATUREINFLUSS: In der Analyse der thermischen Reaktion des Lagerungssystems wie auch in der Analyse des Trockenlagergebäudes sind extreme Umgebungstemperaturen berücksichtigt.

METEORIT: Die Möglichkeit der Einwirkung eines Meteoriten auf den Betrieb des Lagerungssystems ist sehr gering und daher vernachlässigbar.

EXPLOSION: Im Trockenlagergebäude werden keine explosiven Substanzen aufbewahrt. Als mögliche Explosion führt das Dokument DCM-D1-001 ein Flugzeugunglück an. Das Trockenlagergebäude hat massive Stahlbetonwände und eine Stahlkonstruktion, was im Falle eines Einschlags eines Flugzeugs die kinetische Energie des Flugzeugs beträchtlich reduzieren würde. Außerdem schützt die große Stahl- und Betonmasse der Lagerungsabschirmung den Mehrzweckbehälter und die abgebrannten Kernbrennstoffe vor einem Einschlag und einer möglichen Explosion. Die Wahrscheinlichkeit irgendeiner Beschädigung des Mehrzweckbehälters ist sehr gering.

Kombinationen von externen und internen Einwirkungen

Im Bericht HI-2188092 (Evaluation of combined hazards report at Krško) wurden folgende Kombinationen von Einwirkungen erkannt:

- Schneefall und starker Wind,
- Erdbeben und Überschwemmung,
- Brand und Explosion,
- Brand und Erdbeben.

Als wahrscheinlichste Kombination externer Einwirkungen wurde eine Kombination aus einem Erdbeben und einer darauffolgenden Überschwemmung erkannt. Das Trockenlagerungssystem ist für hohe Erdbebenbelastungen wie auch für Überschwemmung ausgelegt.

Eine logische Kombination externer und interner Einwirkungen ist ein Erdbeben und ein darauffolgender Brand. Sowohl das Trockenlagergebäude als auch das System HI-STORM FW sind für eine Auslegungs-Bodenbeschleunigung PGA 0,78 g ausgelegt. Ein eventueller Brand nach dem Erdbeben ist wegen der Verwendung von nicht brennbaren Stoffen unwahrscheinlich.

Physischer Schutz

Das Trockenlagergebäude ist gemäß der Regelung über den physischen Schutz von kerntechnischen Anlagen, Kernmaterial und radioaktiven Stoffen sowie Transporten von Kernmaterial der I. Kategorie von Bauwerken zuzuordnen, die gelagerten abgebrannten Brennelemente sind der II. Kategorie von Kernmaterial zuzuordnen. Deshalb wird die Anlage gemäß den Anforderungen für physisch überwachte Bereiche bzw. physisch überwachte Anlagen geschützt.

Im Lager- und Annahmeraum werden Kameras bzw. andere entsprechende Vorrichtungen für die Zwecke der Kontrolle über die abgebrannten Brennelemente seitens internationaler Organisationen (Internationale Atomenergie-Organisation – IAEA) angebracht.

4.2 Diskussion und Bewertung

In Bezug auf grenzüberschreitende Auswirkungen wird im Umweltbericht nur die Auswirkung aus dem Normalbetrieb des Zwischenlagers betrachtet. Auswirkungen von potenziellen Stör- und Unfällen werden nicht betrachtet.

Daher werden in diesem Kapitel die vorgelegten SUP-Dokumente bzgl. Angaben zu möglichen Stör- und Unfällen geprüft. Die wesentliche Frage ist, ob aus den SUP-Unterlagen bereits beurteilt werden kann, ob unfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Zwischenlager möglich sind, die zu erheblichen grenzüberschreitenden nachteiligen Auswirkungen auf Österreich führen könnten.

Eine Betroffenheit Österreichs liegt bereits dann vor, wenn Maßnahmen laut österreichischem Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen ausgelöst werden müssen. (BMLFUW 2014) Der österreichische Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen benennt u. a. folgende Maßnahme: eine unverzügliche Ernte von vermarktungsfähigen Produkten. Diese Maßnahme setzt bei den folgenden erwarteten Werten ein:

- Bodenkontamination mit Cs-137: 650 Bq/m² (0,65 kBq/m²)
- Bodenkontamination mit I-131: 700 Bq/m² (0,7 kBq/m²)

Um eine mögliche Betroffenheit Österreichs bewerten zu können, ist es wichtig zu erfahren, ob eine Kontamination mit diesen Nukliden in Österreich resultieren kann, die oberhalb der Werte zum Auslösen landwirtschaftlicher Maßnahmen liegt. Bei der Angabe der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen sollte daher neben den errechneten Strahlendosen auch die Boden- und Luftkontamination und der Anteil der Leitnuklide Cs-137 und I-131 an der Gesamtkontamination explizit genannt werden.

Die kürzeste Entfernung vom geplanten Zwischenlager am KKW Standort Krško zur Grenze von Österreich beträgt rund 75 km. Insofern werden nur erhebliche Freisetzungen zu Auswirkungen auf Österreich führen.

Externe Ereignisse

Von besonderer potenzieller Bedeutung für den KKW Standort Krško ist die **Erdbebengefährdung**. Die Seismik Hazard Bewertung 1994 ermittelte einen Wert für die Bodenbeschleunigung von PGA = 0,42g. Eine Neubewertung 2004 ermittelte einen deutlich höheren Wert (PGA = 0,56g). (SNSA 2012)

Laut Umweltbericht sind das Trockenlagergebäude und das Trockenlagerungssystem HI-STORM FW (Lagerbehälter) für eine Auslegungs-Bodenbeschleunigung von PGA = 0,78 g ausgelegt. Es gibt keine Diskussion und Begründung zur Festlegung des Wertes zur maximalen Beschleunigung (PGA). Auch wenn der geforderte Auslegungswert offensichtlich einen deutlichen Sicherheitsabstand zum ermittelten PGA-Wert hat, sollte in der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager eine Begründung für diesen Wert enthalten sein.

Als Folge des Ereignisses in Fukushima wird die Bedeutung der Sicherheitsabstände derzeit international einer neuen Bewertung unterzogen. In dieser Hinsicht sollen weitere Informationen bezüglich der Sicherheitsabstände bei der seismischen Auslegung des Zwischenlagers gegeben werden.

Die Bedenken über die Erdbebengefährdung des KKW Standort Krško resultieren aus der Beurteilung des Kraftwerks durch die Stress Tests der europäischen Kernkraftwerke 2012. Aufgrund dieser Beurteilung empfahl die European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) in ihrem Bericht für Slowenien, dass „die Aufsichtsbehörde in Betracht ziehen möge, eine Aktualisierung der Auslegungsgrundlage für Erdbebenbelastungen zu fordern“. Nach den Stress Tests wurden in der Nähe des Kraftwerks mehrere aktive Störungen gefunden.

Ein im Jahr 2017 im Auftrag des BMLFUW abgehaltener Workshop von 26 ExpertInnen für Geologie und Seismologie aus sechs Ländern bestätigte, dass Krško in einer tektonisch und seismisch aktiven Zone liegt. Die ExpertInnen bestätigten außerdem die Existenz von mehreren aktiven Störungen in der Nähe des KKW's (Orlica-, Artiče- und Libna-Störung sowie eine Überschiebung unter der Artiče-Falte) als mögliche Erdbebenquellen. Eine korrekte Einschätzung der Aktivität dieser Störungen wurde für eine verlässliche Einschätzung der Erdbebengefährdung von höchster Bedeutung benannt. Dafür sind neue Untersuchungen erforderlich. (DECKER 2017)

Laut Umweltbericht ist das Trockenlagergebäude gegen die Auswirkungen von **starkem Wind** ausgelegt. Der Lagerbehälter ist sowohl für die Auswirkungen eines Tornados als auch für eventuelle Geschosse eines Tornados ausgelegt, das Bauwerk jedoch nicht. Welche Konsequenzen dieses haben kann, wird nicht erwähnt.

Im Umweltbericht werden die möglichen Auswirkungen und die getroffenen Schutzmaßnahmen gegen starken **Regen und Überschwemmung** beschrieben. Die genannten Maßnahmen sind geeignet eine Überschwemmung zu verhindern. Die in der Analyse ermittelte Zeitspanne von sieben Tagen falls es dennoch zu einem Verschließen der Lüftungsöffnungen kommen sollte, lässt ausreichend Zeit, um Maßnahmen zu treffen. Es wäre dennoch interessant zu wissen, ob davon ausgegangen wird, dass eine Überschwemmung mit Verschluss der Wärmeabfuhr nach sieben Tagen beendet ist oder ob und wenn ja, welche Maßnahmen geplant sind.

Das Lagersystem soll gegen die potenziellen Auswirkungen von **Schneelasten, Blitzschlag und extremen Umgebungstemperaturen** ausgelegt werden.

Die Möglichkeit der **Einwirkung eines Meteoriten** auf den Betrieb des Lagerungssystems wird als sehr gering und daher vernachlässigbar bewertet. Diese Sichtweise wird international als angemessen bewertet.

Als Ursache für eine **mögliche Explosion** wird ein Flugzeugunglück genannt. Laut Umweltbericht hat das Trockenlagergebäude massive Stahlbetonwände und eine Stahlkonstruktion, was im Falle eines Einschlags eines Flugzeugs die kinetische Energie des Flugzeugs beträchtlich reduzieren würde. Außerdem schützt laut Umweltbericht die große Stahl- und Betonmasse der Lagerungsabschirmung den Mehrzweckbehälter und die abgebrannten Kernbrennstoffe vor einem Einschlag und einer möglichen Explosion. Daher ist laut Umweltbericht die Wahrscheinlichkeit irgendeiner Beschädigung des Mehrzweckbehälters sehr gering. In der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager sollte allerdings nicht die geringe Wahrscheinlichkeit für mögliche Auswirkungen, sondern die Höhe der möglichen Freisetzungen benannt werden. Nur dann kann eine mögliche Betroffenheit Österreichs bewertet werden.

Als mögliche Kombinationen von externen und internen Einwirkungen werden vier Ereignisse benannt

- Schneefall und starker Wind,
- Erdbeben und Überschwemmung,
- Brand und Explosion,
- Brand und Erdbeben.

Die Kombinationen sind plausibel. Es wird allerdings im Umweltbericht nicht dargestellt, ob eine systematische Analyse aller möglicher externen Ereignisse und ihrer Kombination erfolgte.

Im Appendix I von IAEA (2012) sind zusätzlich zu den allgemeinen Sicherheitsbetrachtungen zur Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen spezielle Sicherheitsbetrachtungen für Auslegung und Betrieb von Trockenlagern aufgelistet. Diese Sicherheitsaspekte sollten in der UVP nachvollziehbar diskutiert werden. In IAEA (2012) wird betont, dass einige der Ereignisse, die bei den Zwischenlagern als Auslegungsstörfälle betrachtet werden, in einen auslegungsüberschreitenden Unfall münden. Die entsprechenden Ereignisse werden aufgelistet (IAEA 2012, 6.98). Auch wenn die Wahrscheinlichkeit für diese auslegungsüberschreitenden Unfälle sehr gering ist, sollten laut IAEA dennoch Notfallmaßnahmen erstellt werden.

Sicherheitsanalysen können einen Beitrag für eine Umweltverträglichkeitsprüfung leisten (IAEA 2009, S. 6). Außerdem haben Umweltverträglichkeitsprüfungen im Allgemeinen viele Gemeinsamkeiten mit Sicherheitsanalysen, die im Rahmen der Bewertung von Strahlenrisiken durchgeführt werden (IAEA 2009, S. 4). Vor diesem Hintergrund wäre die von der IAEA empfohlene Liste der in einer Sicherheitsanalyse zu betrachtenden Naturereignisse (siehe IAEA 2012, S. 97/98) in diesem Fall auch als relevant anzusehen.

Die in der IAEA-Empfehlung aufgelisteten Naturereignisse sind z. B. Erdbeben, Überschwemmung, Wirbelsturm, Permafrost, Erosion und Blitzschlag. Im Umweltbericht wird nicht erläutert, welche der in der IAEA-Empfehlung aufgelisteten Naturereignisse in den Sicherheitsanalysen für das Vorhaben noch relevant sein könnten. Eine Darstellung der Analyse von möglichen extremen Wetterbedingungen wird nicht gegeben. Gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends bei extremen Wetterereignissen erforderlich. Nach jetzigem Wissensstand nehmen Extremereignisse sowohl in ihrer Häufigkeit als auch in ihrer Intensität zu.

Angenommene auslösende Ereignisse

Für die Erstellung von Sicherheitsanalysen sind laut Umweltbericht folgende fünf auslösenden Ereignisse erkannt worden:

- Umkippen des Behälters bei erhöhter seismischer Belastung.
- Passive Kühlung des Behälters nicht möglich.
- Absturz eines kommerziellen Flugzeugs oder Militärflugzeugs
- Einsturz des Trockenlagergebäudes
- Brand im Falle eines Flugzeugabsturzes

Diese auslösenden Ereignisse decken Ereignisse ab, die zu den höchsten Auswirkungen führen können. Allerdings werden Sabotage bzw. Terroranschläge nicht erwähnt.

Laut Umweltbericht gewährleistet das System HI-STORM FW zusammen mit dem Trockenlagergebäude die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe während eines Auslegungsunfalls und eines erweiterten Auslegungsunfalls der Kategorie A und der Kategorie B.

Potenzielle Terroranschläge

Die Funktion des geplanten Trockenlagergebäudes für abgebrannte Brennelemente besteht laut Umweltbericht darin, die Lagerbehälter vor äußeren Witterungseinflüssen zu schützen und eine zusätzliche Strahlenabschirmung zu gewährleisten. Der Schutz des geplanten Zwischenlagers gegen einen Flugzeugabsturz sowie gegen andere schwere Einwirkungen von außen soll vor allem durch die Behälter gewährleistet werden. Die Außenwände des Zwischenlagers sind nur bis in eine Höhe von 6 Metern aus Stahlbeton gefertigt. Dadurch sind die Behälter nicht ausreichend gegen äußere Einwirkungen geschützt.

Die Lagerabschirmung des HI-STORM FW schützt laut Hersteller den gelagerten Inhalt vor natürlichen und künstlichen Projektilen einschließlich eines F-16 Flugzeugaufpralls. (HOLTEC 2019b) 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, etwa eine Boeing 747 mit einem maximalen Startgewicht von 378 t und einer Kerosinmenge von rund 200.000 l, kann erhebliche stärkere mechanische und thermische Auswirkungen auf die gelagerten Behälter haben. Anhand der vorhandenen Unterlagen ist nicht zu bewerten, welche radiologischen Auswirkungen der Absturz eines Verkehrsflugzeuges auf das geplante Zwischenlager haben könnte.

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.

Beispielsweise bezieht sich laut deutscher Genehmigungsbehörde (BfE) die Verantwortung für den Schutz von Leben und Gesundheit hinsichtlich der Sicherheit eines Zwischenlagers auch auf gezielt herbeigeführte Flugzeugabstürze. (BUNZMANN 2019) In entsprechenden Analysen sollten z. B. die folgenden Fragen untersucht werden,

- Bis zu welcher Temperatur bzw. Dauer der thermischen Belastung kann das Lagerungssystem standhalten?
- Welche Freisetzungsraten werden nach einem langen Brand in Folge eines Absturzes eines Verkehrsflugzeuges ermittelt?
- Gibt es cliff-edge-Effekte bei höherer thermischer bzw. mechanischer Belastung, so dass die Freisetzung sprunghaft ansteigen kann?

Für den beantragten Neubau eines Zwischenlagergebäudes in Deutschland werden andere Sicherheitsanforderungen als an die Lagerhalle am KKW Standort Krško gestellt: Das Entsorgungswerk für Nuklearanlagen (EWN) in Lubmin hat im Mai 2019 die atomrechtliche Genehmigung für ein neues Zwischenlager beantragt. Nach Unternehmensangaben soll die geplante Halle für abgebrannte

BE frühestens im Jahr 2025 in Betrieb genommen werden. In der Halle sollen dann 74 Transport- und Lagerbehälter mit hochradioaktivem Material untergebracht werden. Sie stehen momentan in einer Halle des Zwischenlagers Nord. Diese entspricht nach Angaben von EWN, aber nicht mehr den aktuellen Sicherheitsstandards. Die Auflagen seien 2011 verschärft worden. (EWN 2019a). Künftig sollen 1,80 Meter dicke Stahlbetonwände die Behälter schützen. (EWN 2019b)

Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus Zwischenlagern am Standorten Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten. Es sollte daher darlegt werden, inwieweit der Betreiber verpflichtet ist, diesen Fragenkomplex zu betrachten und in welcher Detailtiefe entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden bzw. werden müssen. Es sollte weiterhin erkennbar sein, inwieweit das Schutzniveau vor Terrorangriffen in die Auswahl des Zwischenlagerkonzepts eingeflossen ist.

Hierbei sind detaillierte Angaben, die Anleitungscharakter haben können, zu unterlassen.

Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen zu den bereits in einigen Ländern öffentlich diskutierten Szenarien (Absturz eines Verkehrsflugzeugs und Angriff mit einer tragbaren panzerbrechenden Waffe) könnten jedoch skizziert werden. Eine Berücksichtigung von möglichen Terrorangriffen entspricht dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik.

Ob für das geplante Zwischenlager spezifische Untersuchungen zu den Auswirkungen von Terrorangriffen durchgeführt wurden oder durchgeführt werden sollen, wird im Umweltbericht nicht erwähnt. Es wird ebenfalls nicht erwähnt, welche Schutzmaßnahmen vor möglichen Terrorangriffen implementiert sind oder implementiert werden sollen.

Beispielsweise wurden in den deutschen Zwischenlagern in den letzten Jahren Nachrüstungen zur Verbesserung des Schutzes gegen mögliche Terroranschläge durchgeführt. Der bauliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) wurde erweitert. (BMUB 2012) Die sicherungstechnische Härtung des Standortzwischenlagers Grafenrheinfeld sieht die Errichtung je einer mindestens 10,00 m hohen und 0,85 m starken Stahlbetonwand parallel zu den bestehenden Außenwänden der Lagerbereiche (längsseitig) vor. Mit der Stahlbetonwand wird ein neuer Anbau mit sogenannter Personen-Vereinzelungsanlage und Zugang erforderlich. (BfE 2018)

Die zurzeit auf dem Markt befindlichen Konzepte für Zwischenlager unterscheiden sich in ihrer Robustheit gegen externe Einwirkungen erheblich. Unterhalb der Erdoberfläche befindliche Lager bzw. gelagerte Behälter könnten einen besseren Schutz gegenüber einem gezielten (oder unfallbedingten) Flugzeugabsturz bieten als Gebäude oder Betonstrukturen mit relativ dünnwandigen Mauern. Wie in Kapitel 3.2 ausgeführt ist z.B. das gewählte HI-STORM System als Ausführung HI-STORM UMAX für eine unterirdische Lagerung verfügbar. Dieses wurde nach den Anschlägen vom 11.09.2001 entwickelt, um einen besseren Schutz gegen Terrorangriffe zu gewährleisten. (HOLTEC 2017a)

Neben einem möglichen terroristischen Flugzeugangriff 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. Dabei wird unterstellt, dass eine Gruppe

von Tätern in das Zwischenlager eindringt und mit panzerbrechenden Waffen die Behälter beschädigt. Durch einen Beschuss mit einem sogenannten Hohlladungsgeschoss kann die Wand eines Behälters durchschlagen und in seinem Inneren Brennstoff zerstäubt werden. Durch den Druckaufbau würde eine nennenswerte Menge an radioaktivem Material in die Atmosphäre freigesetzt.

Ein weiteres mögliches Terrorszenario ist die Auslösung eines schweren Unfalls durch Einsatz massiver Sprengmittel gegen die Behälter oder das Lagergebäude.

Die **Nuclear Threat Initiative** (NTI) bewertet mit dem Nuclear Security Index die Maßnahmen, die Länder ergreifen, um das Risiko von Sabotage und Terroranschläge gegen kerntechnische Anlagen zu verringern. (NTI 2017) Der NTI Index bewertet Faktoren wie Regierungspolitik und gesetzliche Anforderungen. Es werden keine direkten Beobachtungen in kerntechnischen Anlagen durchgeführt. Slowenien erhielt bei der Bewertung 83 von 100 möglichen Punkten und ist damit auf Platz 14 von 45 beteiligten Ländern. Laut NTI (2017) kann damit in Slowenien ein Terroranschlag auf eine kerntechnische Anlage nicht ausgeschlossen werden.

Defizite (=geringe Punktzahl) zeigten sich beim Schutz vor der Bedrohung durch Innentäter (67 Punkte) und Cyberkriminalität (25 Punkte). Gerade die Bedrohung durch Innentäter ist von Relevanz für das geplante Trockenlager. Es ist nicht bekannt, ob in Slowenien seit der Untersuchung 2016 Verbesserungen in den rechtlichen Anforderungen erfolgten.

Wechselwirkung mit dem Reaktor

Der Betrieb des Zwischenlagers ist nicht unabhängig von den anderen Nuklearanlagen am Standort. Grundsätzlich können Ereignisse im Zwischenlager Auswirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors am Standort haben; ebenso kann ein Ereignis im Reaktor Auswirkungen auf das Zwischenlager haben (UMWELTBUNDESAMT 2002). So könnten Zufahrtswege zum Zwischenlager durch Ereignisse im Reaktor blockiert sein. Für Notfalleinsätze sollen die bestehenden Zugangswege zum Standort des neuen Trockenlagergebäudes verwendet werden. Die Zufahrt mit Feuerwehrwagen soll von der Ost- und Südseite des Bauwerks über die bestehenden Interventionswege innerhalb des Geländes des KKW Krško erfolgen.

Konkurrierende Anforderungen der Feuerwehr im Falle eines Brandes oder konkurrierende Anforderungen des Werkschutzes bei Terrorangriffen könnten zu Engpässen führen (im Hinblick auf Personal, Ausrüstung und verfügbares Löschwasser). Darüber hinaus erschweren Unfälle mit radioaktiven Freisetzungen im Zwischenlager den Zugang zum Reaktor.

4.3 Schlussfolgerung, Fragen und Empfehlungen

In Bezug auf grenzüberschreitende Auswirkungen wird im Umweltbericht nur die Auswirkung aus dem Normalbetrieb des Zwischenlagers benannt. Auswirkungen von potenziellen Stör- und Unfällen werden nicht betrachtet.

Von besonderer potenzieller Bedeutung für den KKW Standort Krško ist die **Erdbebengefährdung**. Laut Umweltbericht sind das Trockenlagergebäude und das Trockenlagerungssystem HI-STORM FW für eine Auslegungs-Bodenbeschleunigung von $PGA = 0,78 \text{ g}$ ausgelegt. Auch wenn der geforderte Auslegungswert offensichtlich einen deutlichen Sicherheitsabstand zum für den Standort ermittelten Wert ($PGA = 0,6 \text{ g}$) hat, sollte in der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager eine Begründung für diesen Wert enthalten sein. Dieses ist von besonderer Bedeutung da in der Nähe des KKW Standorts Krško mehrere aktive Störungen gefunden worden. Für eine belastbare Einschätzung der Aktivität dieser Störungen sind neue Untersuchungen erforderlich (DECKER 2017).

Die im Umweltbericht genannten Maßnahmen sind geeignet eine Überschwemmung der gelagerten Behälter zu verhindern. Die in der Analyse ermittelte Zeitspanne von sieben Tagen, falls es dennoch zu einem Verschließen der Lüftungsöffnungen kommen sollte, lässt ausreichend Zeit, um Maßnahmen zu treffen. Allerdings wird nicht erklärt, welche Maßnahmen geplant sind.

Eine Darstellung der Analyse von möglichen extremen Wetterbedingungen wird nicht gegeben. Gerade in Hinblick auf die lange Lagerzeit ist die Berücksichtigung von Trends bei extremen Wetterereignissen erforderlich.

Die betrachteten Kombinationen von Ereignissen sind plausibel. Es wird allerdings im Umweltbericht nicht dargestellt, ob eine systematische Analyse aller möglicher externen und internen Ereignisse und ihrer Kombination erfolgte.

Die im Umweltbericht betrachteten auslösenden Ereignisse decken die Ereignisse ab, die potenziell zu den höchsten Freisetzungen führen können. Allerdings werden Sabotage bzw. Terroranschläge nicht erwähnt. Durch verschiedene Terrorszenarien könnten massive Freisetzungen aus Zwischenlagern am Standort Krško erfolgen, die auch zu einer Betroffenheit Österreichs führen könnten.

Ob für das geplante Zwischenlager spezifische Untersuchungen zu den Auswirkungen von Terrorangriffen durchgeführt wurden oder durchgeführt werden sollen, wird im Umweltbericht nicht erwähnt. Es wird ebenfalls nicht erwähnt, welche Schutzmaßnahmen vor möglichen Terrorangriffen implementiert werden sollen. Es sollte daher in der noch durchzuführenden UVP zum Zwischenlager darlegt werden, inwieweit der Betreiber verpflichtet ist, diesen Fragenkomplex zu betrachten und in welcher Detailtiefe entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden bzw. werden müssen. Es sollte weiterhin erkennbar sein, inwieweit das Schutzniveau vor Terrorangriffen in die Auswahl des Zwischenlagerkonzepts eingeflossen ist.

Laut Umweltbericht ist die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Mehrzweckbehälters durch einen Flugzeugabsturz sehr gering. In der zukünftigen UVP sollte allerdings nicht die geringe Wahrscheinlichkeit für mögliche Auswirkungen, sondern die Höhe der möglichen Freisetzungen benannt werden. Nur so kann eine mögliche Betroffenheit Österreichs bewertet werden. Anhand der vorhandenen Unterlagen ist nicht zu bewerten, welche radiologischen Auswirkungen der Absturz eines Verkehrsflugzeuges auf das geplante Zwischenlager haben könnte.

Grundsätzlich können Ereignisse im Zwischenlager Auswirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors am Standort haben; ebenso kann ein Ereignis im Reaktor Auswirkungen auf das Zwischenlager haben. Derartige Wechselwirkungen sind im Umweltbericht nicht erwähnt.

4.3.1 Fragen

- *Wurde bei der Auswahl des Lagerkonzepts der Schutz vor möglichen Terrorangriffen berücksichtigt?*
- *Auf welcher Basis wurde der geforderte Auslegungswert gegen Erdbeben festgelegt? Liegen neuere Untersuchungen zur Erdbebengefährdung durch aktive Störungen am KKW Standort Krško vor?*
- *Welche Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wärmeabfuhr innerhalb der Zeitspanne von sieben Tagen sind geplant, falls durch eine Überschwemmung die Luftzirkulation blockiert wird?*
- *Welche Freisetzungsmengen wurden im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs ermittelt?*
- *Welche Ereignisse wurden als erweiterten Auslegungsunfalls der Kategorie A und B untersucht?*

4.3.2 Empfehlungen

- Im Rahmen der Störfallanalysen sollten auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von Sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren.
- Es wird empfohlen, eine systematische Analyse aller möglichen externen und internen Ereignisse und ihrer Kombination durchzuführen.
- Es wird empfohlen sicherzustellen, dass die in Stör- und Unfallanalysen unterstellten externen Einwirkungen auf jeweils aktuellen und repräsentativen Daten beruhen.
- Es wird empfohlen, im Rahmen der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager die Auswirkungen von möglichen auslegungsüberschreitenden Unfällen unabhängig von ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren.
- Grundsätzlich können Ereignisse im Zwischenlager Auswirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors am Standort haben; ebenso kann ein Ereignis im Reaktor Auswirkungen auf das Zwischenlager haben. Es wird empfohlen derartige Wechselwirkungen zu untersuchen.

5 FRAGEN UND EMPFEHLUNGEN

Aus Sicht des österreichischen Expertinnenteams ergeben sich anhand der vorgelegten Informationen nachfolgend angeführte Fragen und Empfehlungen. Sofern die Fragen und Empfehlungen im Rahmen des SUP-Verfahrens nicht beantwortet bzw. berücksichtigt werden können, sollten diese im noch durchzuführenden grenzüberschreitenden UVP-Verfahren zur Errichtung des Trockenlagers behandelt werden:

5.1 Bewertung des SUP-Verfahrens mit Fokus auf Optionen

5.1.1 Fragen

- *Wann ist der Baubeginn des Zwischenlagers?*
- *Wann soll die SUP abgeschlossen sein?*

5.2 Bewertung des geplanten Zwischenlagers und der Behälter

5.2.1 Fragen

- *Warum werden bei Inbetriebnahme des Trockenlagers zunächst nur 592 abgebrannte BE und erst 2028 weitere 592 abgebrannte BE aus dem Lagerbecken umgeladen?*
- *Gelten für das Zwischenlager die Sicherheitsanforderungen laut aktueller WENRA- und IAEA-Dokumente? Falls Abweichungen bestehen, wie werden diese gerechtfertigt?*
- *Welche Bereiche/Fragestellungen werden in den periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für das Trockenlagersystem untersucht?*
- *Wie soll eine Dichtheitskontrolle der Behälter während der Lagerzeit erfolgen?*
- *Liegen Vorschriften bezüglich eines systematischen (technischen) Alterungsmanagements vor? Welche Anforderungen umfassen diese Vorschriften?*
- *Wie wird die Sicherheit der Zwischenlager über die gesamte Lagerzeit gewährleistet? Sind technische Maßnahmen vorgesehen, um die Sicherheit (insbesondere die Dichtheit und Integrität der Brennstäbe) während der Zwischenlagerzeit zu kontrollieren?*
- *Wo sollen nach Stilllegung des KKW Krško potenzielle Reparaturen an Metallbehältern durchgeführt werden?*

5.2.2 Empfehlungen

- Um das vom KKW Standort Krško ausgehende Risiko zu mindern, sollten die abgebrannten Brennelemente zügig in das Trockenlager umgeladen werden.
- Es wird empfohlen, umfangreiche Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit während der Zwischenlagerung und für den anschließenden Transport festzulegen.
- Es wird empfohlen, im nachfolgenden UVP-Verfahren in der UVP-Dokumentation den Prüfumfang für die alle 10 Jahre durchzuführende periodische Sicherheitsüberprüfung darzustellen. Zusätzlich sollte auch das bereits ab Inbetriebnahme durchzuführende Alterungsmanagement in der UVP-Dokumentation dargestellt werden.
- In der Planung für die Zwischenlagerung (insbesondere hinsichtlich eines Reparaturkonzepts der Behälter) sollte die Betriebszeit nach Stilllegung des KKW Krško berücksichtigt werden. So sollte sichergestellt werden, dass potenziell erforderliche Reparaturen an Behältern am Standort Krško, auch nach Stilllegung des Kernkraftwerkes, durchgeführt werden können.

5.3 Grenzüberschreitende Auswirkungen

5.3.1 Fragen

- *Wurde bei der Auswahl des Lagerkonzepts der Schutz vor möglichen Terrorangriffen berücksichtigt?*
- *Auf welcher Basis wurde der geforderte Auslegungswert gegen Erdbeben festgelegt? Liegen neuere Untersuchungen zur Erdbebengefährdung durch aktive Störungen am KKW Standort Krško vor?*
- *Welche Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wärmeabfuhr innerhalb der Zeitspanne von sieben Tagen sind geplant, falls durch eine Überschwemmung die Luftzirkulation blockiert wird?*
- *Welche Freisetzungsmengen wurden im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs ermittelt?*
- *Welche Ereignisse wurden als erweiterten Auslegungsunfalls der Kategorie A und B untersucht?*

5.3.2 Empfehlungen

- Im Rahmen der Störfallanalysen sollten auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von Sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren.
- Es wird empfohlen, eine systematische Analyse aller möglichen externen und internen Ereignisse und ihrer Kombination durchzuführen.
- Es wird empfohlen sicherzustellen, dass die in Stör- und Unfallanalysen unterstellten externen Einwirkungen auf jeweils aktuellen und repräsentativen Daten beruhen.

- Es wird empfohlen, im Rahmen der noch durchzuführenden UVP für das Zwischenlager die Auswirkungen von möglichen auslegungsüberschreitenden Unfällen unabhängig von ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren.
- Grundsätzlich können Ereignisse im Zwischenlager Auswirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors am Standort haben; ebenso kann ein Ereignis im Reaktor Auswirkungen auf das Zwischenlager haben. Es wird empfohlen derartige Wechselwirkungen zu untersuchen.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- BAULEITPLAN (2019): Verordnung über den Raumordnungsplan des Kernkraftwerks Krško – inoffizielle konsolidierte Fassung mit gekennzeichneten Änderungen. Entwurf, Juli 2019.
- BfE – BUNDESAMT FÜR KERntechnische Entsorgungssicherheit (2018): Standort-Zwischenlager in Grafenrheinfeld - Allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls zur Ermittlung und Feststellung der UVP-Pflicht, Sicherungstechnische Härtung des Lagergebäudes, Änderungsantrag vom 16.08.2010; Az.: 875406/05, 29. Januar 2018.
- 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.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2012): Sicherung der Zwischenlager und Hintergründe der erforderlichen Nachrüstung. 08.02.2012.
- BUNZMANN, CHRISTOPH (2019): Forschungsbedarf zur Sicherheit der Zwischenlagerung bis zur Endlagerung; Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit; Fachworkshop Zwischenlagerung, BGZ mbH; Berlin, 22.10.2019.
- DECKER, Kurt (2017): Fact Finding Workshop on the Active Tectonics of The Krško Region. Technical Workshop, Klagenfurt /Celovec, 07. April 2016. Erstellt im Auftrag des BMLFUW, Abt. I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. REP-0621, Wien.
- ESPOO-KONVENTION (1991): Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. United Nations.
- EWN (2019a): Entsorgungswerk für Nuklearanlagen: ESTRAL Unser Zwischenlager für Castor-Behälter; <https://www.ewn-gmbh.de/projekte/estral/>
- EWN (2019b): Entsorgungswerk für Nuklearanlagen: ESTRAL Unser Zwischenlager für Castor-Behälter; Broschüre. Stand 5/2019.
- HOLTEC (2017a): Holtec International: HI-STORM UMAX – Holtec International Storage Module Underground MAXimum Capacity, 2017.
<https://holtecinternational.com/productsandservices/wasteandfuelmanagement/dry-cask-and-storage-transport/hi-storm/hi-storm-umax/>.
- HOLTEC (2017b): Holtec Wins the Turnkey Contract for Establishing the Dry Cask Storage Facility at Krško Nuclear Power Plant in Slovenia.
<https://holtecinternational.com/2017/02/24/holtec-wins-the-turnkey-contract-for-establishing-the-dry-cask-storage-facility-at-Krsko-nuclear-power-plant-in-slovenia/>, Zugriff am 5.11.2019.
- HOLTEC (2019a): Holtec International: HI-STORM,
<https://holtecinternational.com/products-and-services/waste-and-fuel-management/dry-cask-and-storage-transport/hi-storm/>.
- HOLTEC (2019b): Holtec International: HI-STORM FW® Vertical Ventilated Storage System; Holtec Technical Bulletin HTB-007, 2/2019 Rev 13.

- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2009): Safety Assessment for Facilities and Activities - Safety Standards Series No. GSR Part 4. Vienna. 2009.
- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2012): Storage of Spent Nuclear Fuel; IAEA Safety Standards Series SSG-15. Vienna.
- INTAC (2015): Heiße Zellen für die Zwischenlagerung von Abfällen aus der Wiederaufarbeitung und bestrahlte Brennelemente, W. Neumann; Hannover Mai 2015; https://www.bundestag.de/endlager-archiv/blob/377932/4867b21957055053b566e7b4a8b7697e/drs_109-data.pdf .
- KEGEL, LEON (2019): Update to Slovenian National Strategy for RW and SF Management. Safe and Sustainable Fuel Cycle Back-End Conference, SURAO, Prague, May 14-15, 2019. <https://ssfc2019.cz/wp-content/uploads/2019/05/15-55-Update-to-Slovenian-National-Strategy-for-RW-and-SF-Prague-conference-May-2019.pdf>, Zugriff 5.11.2019.
- KOCH (2019) Frank Koch: Alterungsmanagement in der Schweiz; Fachworkshop Zwischenlagerung, BGZ, Berlin, 22./23. Oktober 2019.
- LAGEPLAN (2019): Übersichtslageplan. Beilage zum Umweltbericht. Erstellt von Aquarius, August 2019.
- NTI – NUCLEAR THREAT INITIATIVE (2017): Nuclear Security Index. <http://ntiindex.org>.
- REPUBLIC OF SLOVENIA (2017): Sixth Slovenian Report under the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. Ministry of the Environment and Spatial Planning, Slovenian Nuclear Safety Administration.
- SNSA (2012): Slovenian Post-Fukushima national action plan; Slovenian Nuclear Safety Administration; December 2012.
- SNSA (2015): The First Slovenian Report under Council Directive 2011/70/Euratom on safe management of spent fuel and radioactive waste; Slovenian Nuclear Safety Administration; July 2015.
- SPYKMAN, GEROLD (2019): Hüllrohrintegrität während der Zwischenlagerung: Ausschluss des systematischen Hüllrohrversagens über 40 Jahre und darüber hinaus; TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG, Fachworkshop Zwischenlagerung, BGZ mbH; Berlin, 22./23.10.2019.
- SUP-PROTOKOLL (2003): Protokoll über die strategische Umweltprüfung zum Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen. Endfassung 12.3.2004 der zwischen Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein abgestimmten deutsche Übersetzung.
- SUP-RICHTLINIE (2011): Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme.
- UMWELTBERICHT (2019): Umweltbericht zum ergänzten Raumordnungsplan KKW Krško für das Projekt des Trockenlagers abgebrannter Brennelemente. Erstellt von Aquarius d.o.o., IBE d.d., ZVD d.o.o., im Auftrag von IBE d.d., August 2019.

- UMWELTBUNDESAMT (2002): Baumgartner, C.; Becker, O., Frank, A.; Hirsch, H.; Neumann, W. et al.: Grenzüberschreitende UVP gemäß Art. 7 UVP-RL zum Standortzwischenlager Grafenrheinfeld. Bericht an das österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie an die Landesregierungen von Oberösterreich und Vorarlberg. Wien 2002.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Becker, O., Neumann, W., Indradiningrat, A.Y., Hirsch, H., Wallner, A. Fachstellungnahme zum UVP-Scoping-Dokument: Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente am KKW Standort Mochovce; Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Projektleitung Abteilung V/ 6 „Nuklearkoordination“ GZ BMLFUW-UW.1.1.2/0006-V/6/2013 sowie des Landes Niederösterreich; REPORT REP-0472; Wien.
- WENRA WGWD – Western European Nuclear Regulators' Association, Working Group on Waste and Decommissioning (2014): Report Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels. Report of Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD), Version 2.2., April 2014.
- ZUSAMMENFASSUNG UMWELTBERICHT (2019): Zusammenfassung des Umweltberichts zur Ergänzung des NEK-Bauleitplans für das Projekt des Trockenlagers abgebrannter Brennelemente. Erstellt von Aquarius d.o.o., ZVD d.o.o., im Auftrag von IBE d.d., Juni 2019.

7 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Lageplan des KKW Krško und Bereich, der in der SUP behandelt wird (dunkelblau gestrichelte Umrandung = Grenze der Änderungen und Ergänzungen des Raumordnungsplans des KKW Krško; hellblau gestrichelter Bereich = Bereich des Eingriffs)</i>	18
<i>Abbildung 2: 3D-Längsschnitt des Trockenlagergebäudes</i>	23
<i>Abbildung 3: Bereiche des Trockenlagergebäudes</i>	24
<i>Abbildung 4: Standort und Transportwege des Zwischenlagers</i>	25
<i>Abbildung 5: Trockenlagerungssystem HI-STORM FW</i>	27
<i>Abbildung 6: Mehrzweckbehälter MPC</i>	28
<i>Abbildung 7: Transferabschirmung HI-TRAC</i>	29
<i>Abbildung 8: Lagersystem HI-STORM UMAX</i>	33
 <i>Tabelle 1: Grunddaten des Mehrzweckbehälters</i>	 28

8 ABKÜRZUNGEN

ARAO	Agencija za Radioaktivne Odpadke, Agency for Radioactive Waste Management
BE	Brennelement
Cs-137.....	Cäsium-137
DWR.....	Druckwasserreaktor, auf Englisch: PWR
ENSREG	European Nuclear Safety Regulation Group
EWN.....	Entsorgungswerk für Nuklearanlagen
HI-STORM FW	Holtec International – Storage Modul Flood and Wind
I-131	Iod-131
IAEA	International Atomic Energy Agency, Internationale Atomenergie Organisation
KKW	Kernkraftwerk
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
SRL	Safety Reference Level
SUP.....	Strategische Umweltprüfung
UVP.....	Umweltverträglichkeitsprüfung
WENRA.....	Western European Nuclear Regulators Association
WENRA WGWD.....	WENRA Working Group on Waste and Decommissioning

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at