

Nationales Entsorgungsprogramm

Slowakische Republik

Strategische Umweltprüfung

Fachstellungnahme



**NATIONALES
ENTSORGUNGSPROGRAMM
SLOWAKISCHE REPUBLIK
STRATEGISCHE UMWELTPRÜFUNG**

Fachstellungnahme

Oda Becker
Kurt Decker
Gabriele Mraz

REPORT
REP-0942

WIEN 2024

Projektleitung Franz Meister

Autor:innen Dipl. Phys. Oda Becker (technisch-wissenschaftliche Konsultantin)
Dr. Kurt Decker
Mag^a. Gabriele Mraz, MA (pulswerk GmbH)

Übersetzungen Mag^a. Patricia Lorenz

Layout Felix Eisenmenger

Umschlagfoto © iStockphoto.com/imagestock

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

Impressum

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

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

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2024

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-788-0

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
ZUSAMMENFASSUNG	6
SUMMARY	10
ZHRNUTIE.....	13
EINLEITUNG	16
1 ÜBERBLICK ÜBER DAS NATIONALE ENTSORGUNGSPROGRAMM UND DAS SUP-VERFAHREN.....	17
1.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten.....	17
1.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	21
1.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen.....	23
1.3.1 Fragen	24
1.3.2 Vorläufige Empfehlungen.....	25
2 ABFALLMENGEN UND KLASSIFIZIERUNG	26
2.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten.....	26
2.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	29
2.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen.....	30
2.3.1 Fragen	31
2.3.2 Vorläufige Empfehlungen.....	31
3 KONDITIONIERUNG	32
3.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten.....	32
3.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	33
3.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen.....	34
3.3.1 Fragen	34
4 ZWISCHENLAGERUNG.....	35
4.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten.....	35
4.1.1 Abgebrannte Brennelemente	35
4.1.2 Radioaktive Abfälle	36
4.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	37
4.2.1 Abgebrannte Brennelemente	37
4.2.2 Radioaktive Abfälle	41
4.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen.....	42

4.3.1	Abgebrannte Brennelemente	42
4.3.2	Radioaktive Abfälle	43
4.3.3	Fragen	43
4.3.4	Vorläufige Empfehlungen	44
5	TRANSPORTE	45
5.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	45
5.2	Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	45
5.3	Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen	47
5.3.1	Fragen	47
5.3.2	Vorläufige Empfehlungen	48
6	ENDLAGERUNG	49
6.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	49
6.1.1	Abgebrannte Brennelemente und HLW	49
6.1.2	Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW	51
6.2	Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	52
6.2.1	Abgebrannte Brennelemente und HLW	52
6.2.2	Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW	53
6.3	Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen	54
6.3.1	Abgebrannte Brennelemente und HLW	54
6.3.2	Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW	54
6.3.3	Fragen	55
6.3.4	Vorläufige Empfehlungen	56
7	GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN AUF ÖSTERREICH	57
7.1	Darstellung in den SUP-Dokumenten	57
7.2	Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008 ..	57
7.3	Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen	58
8	FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN	59
8.1	Überblick über das Nationale Entsorgungsprogramm und das SUP- Verfahren	59
8.1.1	Fragen	59
8.1.2	Vorläufige Empfehlungen	59
8.2	Abfallmengen und Klassifizierung	59
8.2.1	Fragen	59
8.2.2	Vorläufige Empfehlungen	60
8.3	Konditionierung	60
8.3.1	Fragen	60

8.4	Zwischenlagerung	60
8.4.1	Fragen	60
8.4.2	Vorläufige Empfehlungen	61
8.5	Transporte.....	62
8.5.1	Fragen	62
8.5.2	Vorläufige Empfehlungen	62
8.6	Endlagerung	62
8.6.1	Fragen	62
8.6.2	Vorläufige Empfehlungen	63
9	REFERENZEN	64
10	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	68
11	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	69

ZUSAMMENFASSUNG

Das nationale Entsorgungsprogramm der Slowakischen Republik wird zur Zeit einer Aktualisierung unterzogen. Für diese Aktualisierung wird eine Strategische Umweltprüfung (SUP) nach slowakischem Recht und im Rahmen der Espoo Konvention (SUP-Protokoll) und der EU SUP-Richtlinie 2001/42/EG durchgeführt.

Die zuständige SUP-Behörde ist das slowakische Umweltministerium (MŽP SR). Die für das nationale Entsorgungsprogramm zuständige Institution ist der Nationale Entsorgungsfonds (NJF).

Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) beauftragte das Umweltbundesamt, die Bewertung der vorgelegten SUP-Unterlagen im Rahmen der hier vorliegenden Fachstellungnahme zu koordinieren. Ziel der österreichischen Beteiligung am SUP-Verfahren ist es, mögliche erhebliche nachteilige Auswirkungen des Projekts auf Österreich zu minimieren oder zu verhindern.

Österreich beteiligte sich bereits 2008 an der SUP zur damaligen slowakischen Entsorgungsstrategie. (UMWELTBUNDESAMT 2008a, 2008b).

Überblick über das Nationale Entsorgungsprogramm und die SUP

Für die vorliegende Strategische Umweltprüfung wurden von der slowakischen Seite zwei Dokumente vorgelegt: die Neufassung des Nationalen Entsorgungsprogramms (NAPRO 2024) und der SUP-Bericht (SUP-BERICHT 2024).

Im Nationalen Entsorgungsprogramm fehlen einige Informationen, die jedoch hilfreich wären, um mögliche Auswirkungen der Entsorgung auf Österreich beurteilen zu können. Weiters fehlt eine Übersicht und Gegenüberstellung der geschätzten Kosten für alle Entsorgungsaktivitäten und deren vorgesehene Finanzierung. Somit bleibt die Frage offen, inwieweit die Finanzierung des slowakischen Entsorgungsprogramms gesichert ist, und was vorgesehen ist, wenn die Finanzierung nicht ausreicht. Ohne ausreichende Finanzierung muss mit Verzögerungen im Endlagerbau gerechnet werden, was wiederum eine Verlängerung der Zwischenlagerdauer bewirkt, mit allen damit einhergehenden Risiken.

Im Nationalen Entsorgungsprogramm wird betont, dass die gewählte Endlagerlösung von der Öffentlichkeit akzeptiert werden muss. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass die Einbindung der Öffentlichkeit frühzeitig genug starten und außerdem effektiv sein muss, sonst kann kein Vertrauen in das Verfahren und die verantwortlichen Stellen aufgebaut werden; dies hat negative Auswirkungen auf die Akzeptabilität. Auch die ARTEMIS Mission aus 2023 empfiehlt, dass die Slowakische Republik die interessierte Öffentlichkeit aktiver einbeziehen soll.

In der SUP wurden als Alternativen im Rahmen des Nationalen Entsorgungsprogramms die Option eines internationalen Endlagers erwähnt, weiters die Lang-

zeitzwischenlagerung. Auch die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente ist nicht ausgeschlossen. Umweltauswirkungen werden für keine dieser Alternativen abgeschätzt.

Abfallmengen und Klassifizierung

Mögliche erhebliche Auswirkungen auf Österreich könnten v.a. aus Unfällen mit abgebrannten Brennelementen und anderen hoch und mittel radioaktiven Abfällen entstehen. Daher ist es wichtig zu prüfen, ob die abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle sicher entsorgt werden. Dazu zählt auch, ob ausreichende Kapazitäten für die Zwischen- und Endlagerung vorhanden sind, bzw. ob es Pläne gibt, diese rechtzeitig zur Verfügung zu stellen.

Das bestehende, ausgebaute Zwischenlager in Bohunice kann nicht alle anfallenden abgebrannten Brennelemente aufnehmen. Die möglichen Ausbaustufen sollten in der SUP erläutert werden, auch vor dem Hintergrund, dass das tiefengeologische Endlager 2065 noch nicht in Betrieb sein könnte.

Konditionierung

In der Slowakei sind zwei Konditionierungsanlagen an den KKW Standorten Bohunice (TSÚ RAO) und Mochovce (FS KRAO) in Betrieb. Von diesen Anlagen ist nach heutigem Kenntnisstand auch in Unfallsituationen keine Auswirkung auf Österreich zu erwarten.

Zwischenlagerung

Die Nasslagerung der abgebrannten Brennelemente, insbesondere in einem alten Zwischenlager wie dem Zwischenlager Bohunice, das seit 1987 in Betrieb ist, ist generell nicht mehr als optimaler Stand der Technik anzusehen. Die vorgenommenen Nachrüstungen haben zwar zu einer sicherheitstechnischen Verbesserung geführt, die Auslegung entspricht jedoch nicht heutigen Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des Schutzes gegenüber externen Einwirkungen und der Verwendung von passiven Kühlsystemen. Aufgrund der Anordnung der gelagerten Brennelemente ist in dem Nasslager zudem bei schweren Unfällen eine größere Anzahl von Brennelementen betroffen als in einem Behälterlager und dadurch ist auch das Potenzial für Freisetzungen höher. Die Sicherheit der Erweiterung des Zwischenlagers für eine trockene Zwischenlagerung in Kanistern in einer Stahlkonstruktion kann anhand der Unterlagen nicht ausreichend bewertet werden, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch im Fall eines Unfalls in diesem Teil des Zwischenlagers das Staatsgebiet Österreichs durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe betroffen sein könnte.

Zur Minderung der potenziellen Auswirkungen und zur Vermeidung unnötiger Transporte von abgebrannten Brennelementen sollte die Errichtung eines weiteren Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce angestrebt werden, das die aktuellen Sicherheitsanforderungen erfüllen sollte.

Eine möglichst schnelle Inbetriebnahme eines trockenen Zwischenlagers nach aktuellen Sicherheitsanforderungen an beiden Standorten und eine Umlagerung aller Brennelemente aus dem Nasslager würde eine mögliche Betroffenheit Österreichs im Falle eines schweren Unfalls verringern.

Die Zwischenlagerung radioaktiver Stoffe erfolgt im Integralen Zwischenlager Bohunice (IS RAO). Im Rahmen des diesbezüglichen UVP-Verfahrens wurden 2011 Auswirkungen auf Österreich ausgeschlossen, da dort nur bereits konditionierte radioaktive Abfälle lagern. (WALLNER und WENISCH 2011b). Eine regelmäßige periodische Überprüfung der Sicherheit nach aktuellen Sicherheitsanforderungen sollte erfolgen.

Transporte

Im SUP-BERICHT (2024) werden wesentliche Risiken für Umwelt und Gesundheit wie die Transporte von radioaktiven Abfällen und abgebranntem Brennstoff nicht behandelt. Im jetzigen Entsorgungskonzept erfolgen regelmäßige Transporte abgebrannter Brennelemente von den Reaktoren am Standort Mochovce in das Zwischenlager Bohunice. Falls die Entsorgungsoption Wiederaufarbeitung gewählt wird, könnte Österreich direkt betroffen sein, wenn die Transporte in der unmittelbaren Nähe von österreichischem Staatsgebiet verlaufen würden.

In Deutschland findet bei den Transporten die 2018 in Kraft getretene und danach überarbeitete „Richtlinie für den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD-Beförderung)“ Anwendung. In ihr werden diverse Szenarien (inklusive zu unterstellender Angriffe) festgelegt, gegen die die Sicherung von Kernbrennstofftransporten auszulegen ist. Es ist nicht erwähnt, ob eine vergleichbare Regelung in der Slowakei Anwendung findet.

Endlagerung

Die Slowakei verfügt derzeit über kein Endlager für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente. Die Standortauswahl für ein geologisches Tiefenlager soll bis 2030 abgeschlossen sein, das Endlager um 2065 in Betrieb gehen. Dieser Zeitplan, vor allem die Festlegung eines Standortes und eines Reservestandorts bis 2030, wird aufgrund der Tatsache, dass bisher offenbar an keinem Standort geophysikalische oder invasive geologische Tiefenerkundungen (Bohrungen) vorgenommen wurden, als zu optimistisch betrachtet.

Für schwach und sehr schwach radioaktive Abfälle ist das oberflächennahe Endlager RÚ RAO in der Nähe von Mochovce in Betrieb. Das Lager weist multiple technische und geologische Barrieren auf. Nach Einschätzung von UMWELTBUNDESAMT (2008a) entspricht das Lager den Anforderungen der IAEA und dem internationalen Stand der Technik. Eine aktuellere Einschätzung ist aufgrund der wenig ausführlichen Dokumentation in den SUP-Unterlagen nicht möglich.

Die fünf möglichen Standortgebiete für geologische Tiefenlager für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente sowie das Endlager RÚ RAO bei Mochovce liegen in den hydrologischen Einzugsgebieten von Nebenflüssen der Donau, die unterhalb von Bratislava in die Donau entwässern. Das Österreich am nächsten gelegene Standortgebiet Vel'ký Tribeč ist ca. 90 – 100 km von der österreichisch-slowakischen Grenze entfernt. Eine hydrologische Verbindung zu österreichischem Staatsgebiet besteht daher für keines der (möglichen) Standortgebiete. Stör- und Unfallszenarien, die zu grenzüberschreitenden Auswirkungen führen können, beschränken sich auf Emissionen in die Atmosphäre. Die

Wahrscheinlichkeit und mögliche Auswirkungen solcher Emissionen können im Rahmen dieser Studie nicht eingeschätzt werden.

Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf Österreich

Im Rahmen der SUP sollten schwere, auslegungsüberschreitende Unfälle im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente und auf möglichen Transportrouten berechnet werden, um mögliche erhebliche nachteilige Auswirkungen auf Österreich prüfen zu können. Es wären Berechnungsergebnisse wünschenswert, die einen Vergleich sowohl mit den österreichischen Interventionsmaßnahmen als auch mit landwirtschaftlichen Schutzmaßnahmen erlauben.

SUMMARY

The National Waste Management Programme of the Slovak Republic is currently being updated for which a Strategic Environmental Assessment (SEA) is carried out in accordance with Slovak law and within the framework of the Espoo Convention (SEA Protocol) and the EU SEA Directive 2001/42/EC.

The competent SEA authority is the Slovak Ministry of the Environment (MŽP SR). The institution responsible for the National Waste Management Programme is the National Waste Management Fund (NJF).

The Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) commissioned the Environment Agency Austria to coordinate the assessment of the submitted SEA documents in the framework of this expert statement. The aim of Austria's participation in the SEA process is to minimise or prevent possible significant adverse effects of the project on Austria.

Austria already participated in the SEA for the Slovak Waste Management Strategy in 2008. (UMWELTBUNDESAMT 2008a, 2008b).

Overview of the National Waste Management Programme and the SEA

For the ongoing Strategic Environmental Assessment, two documents were submitted by the Slovak side: the revised version of the National Waste Management Programme (NAPRO 2024) and the SEA report (SUP-BERICHT 2024).

The National Waste Management Programme lacks some information that would be helpful in assessing the potential impact of the disposal on Austria. No overview and comparison of the estimated costs for all disposal activities and their planned financing was provided. This leaves open the question of the extent to which the funding of the Slovak back-end program is secured, and which steps would be taken if funding proves being insufficient. Without sufficient funding, delays in repository construction must be expected, which in turn will result in extending the interim storage period with all the associated risks.

The National Waste Management Programme emphasizes that the chosen repository solution must be accepted by the public. Experience from other countries shows that public involvement must start early and also be effective, otherwise trust in the process and the responsible authorities cannot be built; this has a negative impact on acceptability. The 2023 ARTEMIS mission also recommended that the Slovak Republic should more actively involve the public.

In the SEA, the option of an international repository and long-term interim storage were mentioned as alternatives within the framework of the National Waste Management Programme. Also not ruled out is the reprocessing of spent fuel elements. Environmental impacts are not assessed for any of these alternatives.

Waste quantities and classification

Possible significant impacts on Austria can primarily result from accidents involving spent fuel assemblies and other high- and medium-level radioactive wastes. It is therefore important to examine whether the spent fuel elements and radioactive wastes are disposed of safely. This also includes the issue of sufficient capacity for interim and final storage or the existence of plans, which ensure timely availability.

The existing, enlarged interim storage facility in Bohunice cannot accommodate all spent fuel assemblies. The possible enlargement stages should be explained in the SEA, also in view of the fact that the Deep Geological Repository may not yet be in operation in 2065.

Conditioning

In Slovakia, two conditioning facilities are in operation at the Bohunice (TSÚ RAO) and Mochovce (FS KRAO) NPP sites. According to current knowledge, even in the event of an accident these facilities would not have impacts on Austria.

Interim storage

The wet storage of spent fuel assemblies, especially in an old interim storage facility such as the Bohunice interim storage facility, which has been in operation since 1987, is generally no longer regarded as the optimum state of the art. Although the retrofits carried out have led to safety improvements, the design does not meet today's safety requirements in terms of protection against external impacts and the use of passive cooling systems. Due to the arrangement of the stored fuel assemblies, a larger number of fuel assemblies are also affected in the wet storage facility in the event of severe accidents than in a cask storage facility, thus also increasing the potential for releases. On the basis of the documents, it is not possible to sufficiently assess the safety of the enlarged dry interim storage consisting of canisters in a steel structure and thus it cannot be ruled out that Austrian territory could be affected by the release of radioactive substances in the event of an accident in this part of the interim storage.

In order to reduce the potential impact and to avoid unnecessary transport of spent fuel assemblies, the construction of another interim storage facility for spent fuel elements at the Mochovce site should be sought, which should meet the current safety requirements.

The commissioning of a dry interim storage facility as quickly as possible in accordance with current safety requirements at both sites and relocating all fuel elements from the wet storage facility would reduce the potential impacts on Austria in the event of a severe accident.

The interim storage of radioactive materials is located at the Bohunice Integral Interim Storage Facility (IS RAO). As part of the relevant EIA procedure, impacts on Austria were ruled out in 2011, as only radioactive waste that has already been conditioned is stored there. (WALLNER and WENISCH 2011b). A regular Periodic Safety Review in line with current safety requirements should be carried out.

Transportation

Significant risks to the environment and health such as the transportation of radioactive waste and spent fuel are not addressed in the SEA REPORT (2024). According to the current management concept, spent fuel is regularly transported from the reactors at the Mochovce site to the Bohunice interim storage facility. If, in future, Slovakia decides to include reprocessing in the waste disposal, Austria could be directly affected if transportation was to take place in the immediate vicinity of Austrian territory.

In Germany the “Guideline for Protection against Interference or other Impacts by Third Parties (SEWD Transportation)” which came into force in 2018 and has since been revised, applies to transport operations. It defines various scenarios (including possible attacks) against which the security of nuclear fuel transports must be designed. There is no mention of whether a comparable regulation is applied in Slovakia.

Final Repository

Currently, Slovakia does not have a repository for high-level radioactive waste and spent fuel. The site selection for a Deep Geological Repository should be completed by 2030 and the repository should be operational in 2065. This timetable, especially the selection of a site and a reserve site by 2030, is considered overoptimistic due to the fact that no deep geophysical or invasive geological exploration (drilling) has apparently been carried out at any site to date.

The RÚ RAO near-surface repository located close to Mochovce is in operation for low-level and very low-level radioactive waste. The repository has multiple technical and geological barriers. According to UMWELTBUNDESAMT (2008a), the repository meets IAEA requirements and the international state of the art. A more up-to-date assessment is not possible due to the lack of detailed documentation in the SEA documents.

The five potential siting areas for Deep Geological Repositories for high-level radioactive waste and spent fuel and the RÚ RAO repository near Mochovce are located in the hydrological catchment areas of tributaries of the Danube, which drain into the Danube below Bratislava. The closest siting area to Austria, Vel'ký Tribeč, is approx. 90 - 100 km from the Austrian-Slovak border. There is therefore no hydrological connection to Austrian territory for any of the (potential) siting areas. Incident and accident scenarios that could lead to transboundary impacts are limited to emissions into the atmosphere. The probability and possible effects of such emissions cannot be assessed within the scope of this study.

Possible transboundary impacts on Austria

As part of the SEA, severe Beyond Design Basis Accidents in the interim storage facility for spent fuel elements and along possible transport routes should be calculated to enable an examination of possible significantly negative effects on Austria. It would be desirable to have calculation results that allow a comparison with both Austrian intervention measures and agricultural protection measures.

ZHRNUTIE

Vnútroštátny program nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi v Slovenskej republike sa v súčasnosti aktualizuje, pričom sa vykonáva strategické hodnotenie vplyvov na životné prostredie (SEA) v súlade so slovenskou legislatívou a Espoo konvenciou (SEA protokol) a smernicou EÚ 2001/42/ES o SEA.

Príslušným orgánom pre SEA je Ministerstvo životného prostredia SR (MŽP SR). Inštitúciou zodpovednou za Vnútroštátny program je Národný jadrový fond (NJF).

Federálne ministerstvo pre ochranu klímy, životného prostredia, energie, mobility, inovácií a technológií (BMK) poverilo Agentúru pre životné prostredie Rakúska koordináciou posúdenia predložených dokumentov SEA v rámci tohto odborného stanoviska. Cieľom účasti Rakúska na procese SEA je minimalizovať alebo zabrániť možným významným nepriaznivým vplyvom projektu na Rakúsko.

Rakúsko sa už v roku 2008 zúčastnilo procesu SEA pre slovenskú stratégiu nakladania s odpadmi. (UMWELTBUNDESAMT 2008a, 2008b).

Prehľad Vnútroštátneho programu nakladania s odpadmi a SEA

V rámci prebiehajúceho strategického hodnotenia vplyvov na životné prostredie predložila slovenská strana dva dokumenty: revidovanú verziu Vnútroštátneho programu nakladania s odpadmi (NAPRO 2024) a správu SEA (SUP-BERICHT 2024).

Vnútroštátnemu programu nakladania s odpadmi však chýbajú niektoré informácie, ktoré by boli užitočné pri posudzovaní potenciálnych dopadov na Rakúsko. Medzi tieto informácie patrí aj prehľad nákladov a financovania, kde chýba porovnanie odhadovaných nákladov na všetky činnosti v oblasti zneškodňovania a ich plánovaného financovania. To ponecháva otvorenú otázku, do akej miery je financovanie slovenského programu zneškodňovania rádioaktívnych materiálov zabezpečené, a aké kroky by boli podniknuté v prípade nedostatočného financovania. Pri nedostatočnom financovaní treba očakávať oneskorenia vo výstavbe úložiska, čo by predĺžilo dobu dočasného skladovania so všetkými súvisiacimi rizikami.

Vnútroštátny program nakladania s odpadmi zdôrazňuje, že zvolený spôsob ukladania musí byť akceptovaný verejnosťou. Skúsenosti z iných krajín ukazujú, že zapojenie verejnosti musí byť včasné a efektívne, inak sa nedosiahne dôvera v proces a zodpovedné orgány, čo negatívne ovplyvní akceptovateľnosť. Tiež misia ARTEMIS z roku 2023 odporučila, aby Slovenská republika aktívnejšie zapájala verejnosť.

V SEA sú v rámci Vnútroštátneho programu nakladania s odpadmi uvedené ako alternatívy medzinárodné úložisko a dlhodobé dočasné skladovanie. Rovnako nie je vylúčené prepracovanie vyhorených palivových článkov. Environmentálne dopady týchto alternatív však neboli posúdené.

Množtvá odpadu a klasifikácia

Možné významné dopady na Rakúsko môžu vyplývať najmä z nehôd zahŕňajúcich vyhorené palivové články a iný vysoko a stredne rádioaktívny odpad. Preto je dôležité skúmať, či sú vyhorené palivové články a rádioaktívny odpad bezpečne zneškodnené. To zahŕňa aj otázku dostatočnej kapacity na dočasné a konečné skladovanie alebo existenciu plánov, ktoré zabezpečia ich včasnú dostupnosť.

Existujúce rozšírené dočasné úložisko v Bohuniciach nemôže prijať všetky vyhorené palivové články. Možné etapy rozširovania by mali byť vysvetlené v SEA, najmä vzhľadom na to, že Hlbinné geologické úložisko nemusí byť v prevádzke do roku 2065.

Spracovanie

Na Slovensku sú v prevádzke dve zariadenia na spracovanie a úpravu rádioaktívnych odpadov v lokalitách jadrových elektrární Bohunice (TSÚ RAO) a Mochovce (FS KRAO). Podľa súčasných znalostí by ani v prípade nehody tieto zariadenia nemali mať dopad na Rakúsko.

Dočasné skladovanie

Mokrú skladovanie vyhorených palivových článkov, najmä v starom dočasnom úložisku, akým je zariadenie v Bohuniciach, ktoré funguje od roku 1987, už nie je považované za optimálne technické riešenie. Hoci vykonané úpravy zvýšili bezpečnosť, návrh nezodpovedá dnešným požiadavkám na ochranu proti vonkajším vplyvom a použitie pasívnych chladiacich systémov. Z dôvodu usporiadania uložených palivových článkov je v mokrom sklade v prípade závažných nehôd postihnuté väčšie množstvo článkov ako v kazetovom úložisku, čo zvyšuje potenciál pre úniky. Na základe dokumentov nie je možné dostatočne posúdiť bezpečnosť rozšíreného suchého dočasného úložiska, ktoré pozostáva z kontajnerov v ocelevej konštrukcii, a preto nie je možné vylúčiť vplyv rádioaktívnych látok na rakúskom území v prípade nehody v tejto časti dočasného úložiska. Na zníženie možných dopadov a na zabránenie zbytočnej prepravy vyhorených palivových článkov by bolo vhodné postaviť ďalšie dočasné úložisko v Mochovciach, ktoré by zodpovedalo súčasným bezpečnostným požiadavkám.

Príprava suchého úložiska v súlade s aktuálnymi bezpečnostnými požiadavkami na oboch miestach a presunutie všetkých palivových článkov z mokrého úložiska by znížilo možné dopady na Rakúsko v prípade vážnej nehody.

Dočasné úložisko rádioaktívnych materiálov sa nachádza v Integrovanom dočasnom sklade Bohunice (IS RAO). V rámci príslušného procesu EIA boli vplyvy na Rakúsko vylúčené v roku 2011, keďže sa tam ukladá len rádioaktívny odpad, ktorý už bol spracovaný. (WALLNER a WENISCH 2011b). Mal by sa pravidelne vykonávať periodický bezpečnostný prehľad v súlade s aktuálnymi bezpečnostnými požiadavkami.

Preprava

Významné riziká pre životné prostredie a zdravie, ako napríklad preprava rádioaktívneho odpadu a vyhorených palivových článkov, nie sú v SEA REPORT (2024) spomenuté. Podľa aktuálneho koncepčného riešenia sa vyhorené palivové články pravidelne prepravujú z reaktorov v Mochovciach do dočasného úložiska v Bohuniciach. Ak by sa rozhodlo o zaradení prepracovania do nakladania s odpadmi, mohla by byť rakúska populácia priamo ovplyvnená, ak by sa preprava uskutočňovala v blízkosti rakúskych hraníc.

V Nemecku sa prepravy organizujú v súlade so smernicou „Smernica na ochranu proti zásahom alebo iným vplyvom tretích strán (SEWD preprava)“; táto smernica nadobudla účinnosť v roku 2018 a odvtedy bola revidovaná. Definuje rôzne scenáre (vrátane možných útokov), proti ktorým musí byť zabezpečená bezpečnosť prepravy jadrového paliva. Nie je uvedené, či sa na Slovensku uplatňuje podobné nariadenie.

Konečné úložisko

Na Slovensku v súčasnosti neexistuje úložisko pre vysoko rádioaktívny odpad a vyhorené palivové články. Výber lokality pre hlbinné geologické úložisko by mal byť ukončený do roku 2030 a úložisko by malo byť v prevádzke v roku 2065. Tento harmonogram, najmä výber lokality a rezervnej lokality do roku 2030, sa považuje za príliš optimistický, keďže na žiadnej lokalite doteraz zrejme neprebehlo žiadne hĺbkové geofyzikálne alebo invazívne geologické prieskumné vrty.

Povrchové úložisko RÚ RAO nachádzajúce sa v blízkosti Mochoviec slúži na nízko rádioaktívny a veľmi nízko rádioaktívny odpad. Úložisko má viaceré technické a geologické bariéry. Podľa UMWELTBUNDESAMT (2008a) úložisko spĺňa požiadavky MAAE a medzinárodné štandardy. Vzhľadom na nedostatok podrobných dokumentov v SEA však nie je možné poskytnúť aktuálne hodnotenie.

Päť potenciálnych oblastí pre hlbinné geologické úložiská pre vysoko rádioaktívny odpad a vyhorené palivové články a úložisko RÚ RAO pri Mochovciach sa nachádzajú v hydrologických povodiach prítokov Dunaja, ktoré sa vlievajú do Dunaja pod Bratislavou. Najbližšia oblasť k Rakúsku, Veľký Tribeč, je približne 90-100 km od rakúsko-slovenských hraníc. Pre žiadnu z potenciálnych oblastí teda neexistuje hydrologické prepojenie s územím Rakúska. Scenáre incidentov a nehôd, ktoré by mohli viesť k cezhraničným vplyvom, sú obmedzené na emisie do atmosféry. Pravdepodobnosť a možné účinky takýchto emisií však nie je možné posúdiť v rámci tejto štúdie.

Možné cezhraničné vplyvy na Rakúsko

V rámci SEA by mali byť vypočítané závažné nehody mimo projektovaného základu (BDBA) v dočasnom úložisku pre vyhorené palivové články a na možných trasách prepravy, aby bolo možné preskúmať možné významné negatívne účinky na Rakúsko. Bolo by žiaduce mať výpočty, ktoré umožnia porovnanie s rakúskymi zásahovými opatreniami a opatreniami na ochranu poľnohospodárstva.

EINLEITUNG

Das nationale Entsorgungsprogramm der Slowakischen Republik wird zur Zeit einer Aktualisierung unterzogen. Für diese Aktualisierung wird eine Strategische Umweltprüfung (SUP) nach slowakischem Recht und im Rahmen der Espoo Konvention (SUP-Protokoll) und der EU SUP-Richtlinie 2001/42/EG durchgeführt.

Die zuständige SUP-Behörde ist das slowakische Umweltministerium (MŽP SR). Die für das nationale Entsorgungsprogramm zuständige Institution ist der Nationale Entsorgungsfonds (NJF).

Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) beauftragte das Umweltbundesamt, die Bewertung der vorgelegten SUP-Unterlagen im Rahmen der hier vorliegenden Fachstellungnahme zu koordinieren. Ziel der österreichischen Beteiligung am SUP-Verfahren ist es, mögliche erhebliche nachteilige Auswirkungen des Projekts auf Österreich zu minimieren oder zu verhindern.

Österreich beteiligte sich bereits 2008 an der SUP zur damaligen slowakischen Entsorgungsstrategie, die 2015 durch das erste nationale Entsorgungsprogramm ersetzt wurde. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (heute: BMK) hatte damals das Umweltbundesamt mit einer Bewertung der damals vorgelegten SUP-Dokumente beauftragt. (UMWELTBUNDESAMT 2008a, 2008b)

1 ÜBERBLICK ÜBER DAS NATIONALE ENTSORGUNGSPROGRAMM UND DAS SUP-VERFAHREN

1.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

Übersicht über die Kernanlagen in der Slowakischen Republik

In der Slowakischen Republik sind **derzeit 3 Reaktoren in Stilllegung** (Bohunice A1, zwei Reaktoren in Bohunice V1), **3 Reaktoren in Betrieb** (zwei Reaktoren in Bohunice V2, Mochovce-3) und **einer in Bau** (Mochovce 4).

Genehmigungsinhaber für die Reaktoren Bohunice A1 und V1 liegt bei JAVYS, a.s., für die anderen Reaktoren bei SE, a.s. (NAPRO 2024, S. 26)

Für die Reaktorblöcke Bohunice V2, Mochovce 1&2 und Mochovce 3&4 wird eine Betriebsdauer von 60 Jahren in Betracht gezogen, nach dieser Zeit ist eine schrittweise Stilllegung geplant. (NAPRO 2024, S. 14)

Tabelle 1: Überblick über die Entsorgungsanlagen (NAPRO 2024, S. 27)

Kernanlage	Standort	Inbetriebnahme	Slowakische Bezeichnung
Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente	Bohunice	1987	MSVP
Konditionierungsanlagen	Bohunice	2000	TSÚ RAO
Oberflächennahes Endlager für LLW und VLLW	Mochovce	2001	RÚ RAO
Konditionierungsanlagen für flüssige radioaktive Abfälle	Mochovce	2007	FS KRAO
Integrallager = Zwischenlager für radioaktive Abfälle	Mochovce	2017	IS

Feste radioaktive Abfälle werden weiters an den KKW-Standorten, in der TSÚ RAO Konditionierungsanlage und im Integrallager gelagert.

Für die vorliegende Strategische Umweltprüfung wurden von der slowakischen Seite zwei Dokumente vorgelegt: die Neufassung des Nationalen Entsorgungsprogramms (NAPRO 2024) und der SUP-Bericht (SUP-BERICHT 2024).

Nationales Entsorgungsprogramm

Die erste Entsorgungsstrategie wurde vom Nationalen Entsorgungsfonds erarbeitet und 2008 beschlossen. Alle 5 Jahre ist laut Gesetz eine Aktualisierung erforderlich. Die erste Aktualisierung wurde 2014 genehmigt. 2015 erfolgte eine weitere Aktualisierung in Form von zwei Dokumenten, die die Vorgaben der Richtlinie 2011/70/Euratom erfüllen sollten: die Nationale Politik und das Natio-

nale Entsorgungsprogramm (NAPRO 2015). Das jetzt vorgelegte Nationale Entsorgungsprogramm besteht aus drei Teilen und beschreibt die nationale Politik, den rechtlichen, regulatorischen und organisatorischen Rahmen der Entsorgung und die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle.

Die Gesamtziele der nationalen Politik sind im NAPRO (2024) auf S. 15 definiert.

Zeitpläne für die Laufzeit der einzelnen Anlagen werden in den jeweiligen Unterkapiteln des Nationalen Entsorgungsprogramms angeführt, teilweise stehen diese noch nicht fest. Dies betrifft auch die Zeitpläne für die Zwischen- und Endlager, auch diese sind zum Teil mit einem Spielraum in den Zeitfenstern beschrieben.

Eine Bestandsaufnahme der maximal anfallenden Menge an abgebrannten Brennelementen wird unter der Annahme einer 60-jährigen Laufzeit von Bohunice V2, Mochovce 1&2 und Mochovce 3&4 vorgenommen. (NAPRO 2024, S 40f.)

Eine Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen wird nicht ausgeschlossen. (NAPRO 2024, S 42)

Der Bestand an radioaktiven Abfällen wird für die einzelnen Anlagen angeführt, und zwar mit Stichtag 31.12.2023 und eingeteilt in Abfallarten. Die Abschätzung zukünftig anfallender radioaktiver Abfälle umfasst Abfälle aus dem Betrieb der Kernkraftwerke und der Stilllegung von Kernanlagen. Allerdings sind nicht alle Kernanlagen erfasst, und es werden auch nur Abschätzungen bis 2030 oder 2033 gegeben. (NAPRO 2024, S 42ff.)

Die Produktion von RAO aus dem Betrieb und der Stilllegung von JE beinhaltet nicht die RAO aus der geplanten JZ ohne Reaktor, da deren technische Parameter und das Datum der Inbetriebnahme derzeit unbekannt sind

Konzepte bzw. Pläne und technische Lösungen für die Entsorgung werden für die Zwischenlagerung vorgestellt. Die Endlagerung der hoch radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente ist in einem zukünftigen geologischen Tiefenlager vorgesehen; viele Fragen sind noch ungelöst, darunter auch welcher Ansatz für die Einbeziehung der Öffentlichkeit gewählt werden soll (NAPRO 2024, S. 94).

Sowohl für abgebrannte Brennelemente als auch für radioaktive Abfälle wird ein internationales Tiefenendlager als eine Alternative gesehen. Bis 2030 wird weiter auf die dual track-Strategie gesetzt, das nationale Endlager voranzutreiben und zugleich ein internationales Endlager als Option offenzuhalten. (NAPRO 2024, S. 95)

Konzepte oder Pläne für den Zeitraum nach dem Verschluss des HLW-Endlagers werden im Nationalen Entsorgungsprogramm nicht erwähnt; auch im SUP-Bericht wird sehr allgemein darauf eingegangen. (SUP-BERICHT 2024, S. 144f.)

Bezüglich Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationstätigkeiten wird die Teilnahme an EURAD-1 hervorgehoben. Geologische Tiefenerkundungen in Standortregionen wurden noch nicht durchgeführt.

Hauptverantwortlich für die Entsorgung ist JAVYS. In der Regierung ist das Wirtschaftsministerium verantwortlich für die Entsorgung. Das Wirtschaftsministerium ist der 100% Aktionär von JAVYS. Für Umweltschutzfragen und Umweltverträglichkeitsprüfungen ist das Umweltministerium zuständig. Der Nationale Entsorgungsfonds NJF wurde vom Wirtschaftsministerium gegründet. Er ist ein staatlicher Fonds mit der Aufgabe, die Finanzierung der Entsorgung sicherzustellen, aber auch zuständig für Aktualisierungen und Berichte über die Umsetzung des Nationalen Entsorgungsprogramms. (NAPRO 2024, S. 21f.)

Leistungskennzahlen werden im Nationalen Entsorgungsprogramm in Form von sechs Schlüsselindikatoren angegeben. (NAPRO 2024, S. 149)

Die Kosten der Entsorgung werden grundsätzlich von den Betreibern der Kernanlagen getragen („polluter pays“). Die Kosten für die Stilllegungen der bereits abgeschalteten KKW's A1 und V1 werden von den Stromkonsument:innen getragen. Die Finanzierung wird vom NJF gesammelt, verwaltet und ausschließlich für die Entsorgung zweckgebunden bereitgestellt. Die Höhe der Zahlungen wird für jede Kernanlage extra festgelegt (siehe dazu NAPOR 2024, S. 136ff.). Die Finanzmittel des Nationalen Entsorgungsfonds werden durch finanzielle Einlagen in der Staatskasse aufgewertet. (NAPRO 2024, S. 112ff.)

- Die gesamten Stilllegungskosten für den A1 Reaktor von 1980 bis zur Entlassung aus der Kontrolle nach 2033 inkl. Lagerungs- und Umpackungskosten und Anteil an der Entwicklung des Tiefenendlagers werden auf 2,17 Mrd. Euro geschätzt. (NAPRO 2024, S. 122f.)
- Die geplanten Stilllegungskosten für die beiden Reaktoren Bohunice V1 inkl. Anteil an der Entwicklung des Tiefenendlagers werden auf 1,785 Mrd. Euro geschätzt. (NAPRO 2024, S. 124f.)
- Die Gesamtkosten für die Stilllegung der Reaktoren Bohunice V2, Mochovce 1&2 und Mochovce 3&4 werden mit jeweils 759 bis 767 Millionen Euro geschätzt. (NAPRO 2024, S. 128)
- Die Kosten der Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente aus den Reaktoren Bohunice V1 und V2, Mochovce 1&2 und Mochovce 3&4 werden wie folgt angegeben: 737 Millionen Euro (Preisniveau 2021), bzw. 1,4 Mrd. Euro Nominalpreis. (NAPRO 2024, S. 129)
- Die Kosten der Tiefenendlagerung werden mit 6,54 Mrd. Euro unter der Annahme von 60-jährigen KKW-Laufzeiten abgeschätzt (Preisniveau von 2016, angenommene Betriebsdauer des Endlagers 50 Jahre).

Die Kosten beruhen auf einer Schätzung von Experten und sind daher zukünftig Änderungen unterworfen.

Der Nationale Nuklearfonds veranlagt die eingehobenen Mittel in Form von Termineinlage in der Staatskasse. Der Wertzuwachs lag dabei zuletzt unter der Inflationsrate. (NAPRO 2024, S. 136)

Transparenz und Einbindung der Öffentlichkeit werden im NAPRO (2024, S. 103ff.) erläutert. Neben den Zielen Sicherheit, Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit der Endlagerung wird hervorgehoben, dass die gewählte Lösung für die Öffentlichkeit akzeptabel sein muss. Die Notwendigkeit wird betont, dass die Öffentlichkeit auch aktiv mitgestalten kann. Die dafür entwickelten Partizipationsstrategien und -grundsätze werden im Detail beschrieben. In der Beschreibung des Projekts zur Entwicklung des Tiefenlagers wird in der I. Phase der Standortauswahl, die von 2025 bis 2030 gehen soll, die Kommunikation mit der Öffentlichkeit in den ausgewählten fünf Standorte für ein Tiefenendlager angekündigt. (NAPRO 2024, S. 96)

Bezüglich Abkommen über die Entsorgung mit anderen Mitgliedsstaaten oder Drittstaaten findet sich im Nationalen Entsorgungsprogramm die Information, dass die Ausfuhr von den in der SR produzierten radioaktiven Abfälle derzeit nicht in Betracht gezogen wird. (NAPRO 2024, S. 14)

Im Rahmen der Vorbereitungen für die Stilllegung wurde Brennstoff aus dem JE A1 in die ehemalige UdSSR und anschließend in die Russische Föderation verbracht. (NAPRO 2024, S. 27f.)

SUP-Verfahren

Der vorgelegte SUP-Bericht bewertet die Umweltauswirkungen des Nationalen Entsorgungsprogramms. Als betroffenes Gebiet gilt grundsätzlich die gesamte Slowakische Republik und im Speziellen die Standorte der Nuklearanlagen, und weiters die fünf Standorte, die für ein Tiefenlager in Betracht kommen. (SUP-BERICHT 2024, Kap II)

Beschrieben werden der Zustand der Umwelt in der Umgebung der Kernanlagen und in den vorgeschlagenen Endlagerstandorten. Weiters werden die möglichen Umweltauswirkungen beschrieben, und Maßnahmen zu ihrer Minimierung und Überwachung. Umweltauswirkungen von Transporten werden nicht beschrieben.

Es werden keine erheblichen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen erwartet. (SUP-BERICHT 2024, S. 175)

Alternativen

Als Nullvariante wird beschrieben, dass die Aktualisierung des Nationalen Entsorgungsprogramms nicht umgesetzt würde und die Entsorgung so weiterlaufen würde wie es den bisherigen Regelungen entspricht, bzw. müsste ein neues strategisches Dokument vorgelegt werden. (SUP-BERICHT 2024, S. 160f.)

Für eine mögliche Alternative der Langzeitzwischenlagerung müssten die bestehenden Lagerstätten und Behälter nachgerüstet und erneuert werden. Als Argument dagegen wird die Belastung zukünftiger Generationen genannt. Die Endlagerung in einem Tiefenlager wird als Hauptalternative bezeichnet.

Die Errichtung des zukünftigen Endlagers wird einer UVP unterzogen werden. (SUP-BERICHT 2024, S. 170¹)

Eine weitere Option ist die Beteiligung an einem internationalen Endlager. Dafür werden keine Umweltauswirkungen abgeschätzt.

1.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

Die Richtlinie 2011/70/Euratom gibt den Rahmen für die nationalen Entsorgungsprogramme vor. Ein Entsorgungsprogramm muss die folgenden Informationen enthalten:

Richtlinie 2011/70/Euratom, Art 12: Inhalt der nationalen Programme:

- a. Gesamtziele der nationalen Politik
- b. Maßgebliche Zwischenetappen und klare Zeitpläne
- c. Bestandsaufnahme aller abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle sowie Schätzungen der künftigen Mengen, auch aus der Stilllegung; Informationen zu Standort, Menge, Klassifizierung
- d. Konzepte/Pläne und technische Lösungen für die Entsorgung
- e. Konzepte oder Pläne für den Zeitraum nach dem Verschluss der Endlager
- f. Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationstätigkeiten
- g. Zuständigkeit für die Umsetzung der nationalen Programme und die Leistungskennzahlen für die Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung
- h. Abschätzung der Kosten sowie Ausgangsbasis und Hypothesen, auf denen diese Abschätzung beruht
- i. Die geltenden Finanzierungsregelungen
- j. Eine Transparenzpolitik oder ein Transparenzverfahren gemäß Artikel 10
- k. Abkommen über die Entsorgung mit anderen Mitgliedsstaaten oder Drittstaaten

Das aktualisierte Nationale Entsorgungsprogramm geht grundsätzlich auf alle diese Punkte ein. Allerdings fehlen einige Informationen, die für eine Bewertung möglicher grenzüberschreitender Folgen hilfreich wären. Diese werden im Folgenden aufgelistet.

Die kürzlich abgehaltene ARTEMIS Mission gibt Empfehlungen bezüglich der folgenden Punkte (ARTEMIS 2023):

¹ In der deutschen Übersetzung des SUP-Berichts fälschlicherweise als S. 160 bezeichnet.

Bestandsaufnahme des Inventars: Die ARTEMIS Mission stellte fest, dass es kein umfassendes nationales Inventar für abgebrannte Brennelemente und radioaktiven Abfall gab und empfahl, dass die Regierung ein solches einrichten solle. (Empfehlung 6) Mehr dazu siehe Kapitel 2 dieser Fachstellungnahme.

Forschung: Da es kein klar definiertes Forschungsprogramm gab, empfahl die ARTEMIS Mission in Empfehlung 7, dass die Regierung ein solches Programm etablieren solle.

Zuständigkeiten: Empfehlung 4 besagt, dass die Regierung das regulatorische Zusammenspiel verschiedener Organisationen besser regeln solle.

Zu den Leistungskennzahlen wird im Missionsbericht angemerkt, dass diese zwar angeführt, aber nur teilweise erreicht wurden. Es wurden aber keine korrigierenden Maßnahmen umgesetzt.

Transparenz und Beteiligung:

Die ARTEMIS Mission stellte fest, dass Transparenz zwar als ein Schlüsselkriterium im Nationalen Entsorgungsprogramm aufgeführt war, aber dass das Review Team nur wenig Beweise gesehen für proaktives Zugehen auf interessierte Parteien, darunter auch die breite Öffentlichkeit, und dies besonders rund um die Standorte der Entsorgungsanlagen. Empfehlung 3 fokussiert daher darauf, dass die Regierung ein Programm für einen aktiven Einbezug der interessierten Öffentlichkeit etablieren solle, v.a. in der Standortsuche für das zukünftige Tiefenendlager. Es sollte jedoch nicht nur die interessierte, sondern die Öffentlichkeit generell in die Beteiligung eingebunden werden.

Am 23. Oktober 2024 wurde in Bratislava ein Hearing zur SUP des Nationalen Entsorgungsprogramms abgehalten. Bei diesem Hearing kam es zu Beschwerden von Gemeinden, die zu den Standortgebieten gehören, dass sie nicht informiert wurden, bevor sie als Standortgemeinden ausgewählt wurden². Dies deckt sich mit dem Befund der ARTEMIS Mission, dass zu wenig auf die betroffene Öffentlichkeit zugegangen wurde. Erfahrungen aus anderen Ländern und anderen Bereichen zeigen, dass die Einbindung frühzeitig genug starten und außerdem effektiv sein muss, sonst wird kein Vertrauen in das Verfahren und die verantwortlichen Stellen aufgebaut (vgl. UNECE 2015, BMKOES 2023). Im Nationalen Entsorgungsprogramm wird angemerkt, dass die gewählte Endlagerlösung von der Öffentlichkeit akzeptiert werden muss. Dafür ist jedoch eine frühzeitige und effektive Einbindung notwendig.

Im Nationalen Entsorgungsprogramm werden **Kosten** für viele Teilbereiche der Entsorgung angeführt. Allein die Gesamtkosten der Endlagerung werden mit 6,4 Mrd. Euro geschätzt (bezogen auf 2016). Der Nationale Entsorgungsfonds ist aber nicht nur für die Finanzierung der Endlagerung, sondern auch für die De-

² Mündlich Auskunft einer Teilnehmerin am Hearing.

kommissionierung von A1 und V1 und die Zwischenlagerung der daraus resultierenden radioaktiven Abfälle zuständig, weiters für die Entsorgung von radioaktiven Abfällen unbekannter Herkunft.

Ob zumindest die Gesamtkosten der Dekommissionierung von A1 und V1 und der Endlagerung finanzierbar sind, müsste mit dem Vergleich mit den bisher gesammelten Mitteln aus dem Nuklearfonds zu beantworten sein. In den SUP-Unterlagen werden dazu jedoch keine Informationen gegeben. Der letzte Bericht der Europäischen Kommission über die Implementierung der Richtlinie 2011/70/Euratom liefert eine Zahl für die Slowakei, und zwar dass 1,853 Mrd. Euro im Fonds seien (Stand 2020). (EC SWD 123 2024) Die EC bezieht sich dabei auf eine Information von der Website world-nuclear.org. Dort wird weiters berichtet, dass die Regierung den Beitrag der KKW zum Nationalen Entsorgungsfonds auf 107,9 Millionen Euro für 2023 erhöht hat. Was in den SUP-Unterlagen fehlt ist eine Übersicht und Gegenüberstellung der geschätzten Kosten für alle Entsorgungsaktivitäten und deren vorgesehene Finanzierung. Somit bleibt die Frage offen, inwieweit die Finanzierung des slowakischen Entsorgungsprogramms gesichert ist, und was vorgesehen ist, wenn die Finanzierung nicht ausreicht. Dies ist eine wichtige Frage, da ohne ausreichende Finanzierung mit Verzögerungen im Endlagerbau gerechnet werden muss, was wiederum eine Verlängerung der Zwischenlagerdauer bewirkt, mit allen damit einhergehenden Risiken (siehe dazu Kapitel 4).

Alternativen:

Es stellt sich die Frage, welche Schritte die Slowakei unternimmt, um die Option eines internationalen Endlagers voranzubringen, vor allem da die Slowakei kein Mitglied des Vereins ERDO ist. Die Entscheidung für oder gegen eine internationale Endlageroption soll 2030 fallen. Es bleibt weiters unklar, ob die Slowakei als Standort für ein internationales Endlager zur Verfügung stehen würde.

Ob die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente eine Option ist, bleibt ebenfalls unklar. Weder wird ein Zeitpunkt für eine Entscheidung angegeben, noch wer diese Entscheidung treffen kann.

Umweltauswirkungen werden für keine dieser Alternativen abgeschätzt, auch nicht für die Langzeitzwischenlagerung, die ebenfalls als Alternative genannt wurde.

1.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Im Nationalen Entsorgungsprogramm fehlen einige Informationen, die jedoch hilfreich wären, um mögliche Auswirkungen der Entsorgung auf Österreich beurteilen zu können. Dazu zählen auch Kosten und Finanzierung. Was in den SUP-Unterlagen fehlt ist eine Übersicht und Gegenüberstellung der geschätzten

Kosten für alle Entsorgungsaktivitäten und deren vorgesehene Finanzierung. Somit bleibt die Frage offen, inwieweit die Finanzierung des slowakischen Entsorgungsprogramms gesichert ist, und was vorgesehen ist, wenn die Finanzierung nicht ausreicht. Dies ist eine wichtige Frage, da ohne ausreichende Finanzierung mit Verzögerungen im Endlagerbau gerechnet werden muss, was wiederum eine Verlängerung der Zwischenlagerdauer bewirkt, mit allen damit einhergehenden Risiken.

Im Nationalen Entsorgungsprogramm wird betont, dass die gewählte Endlagerlösung von der Öffentlichkeit akzeptiert werden muss. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass die Einbindung der Öffentlichkeit frühzeitig genug starten und außerdem effektiv sein muss, sonst kann kein Vertrauen in das Verfahren und die verantwortlichen Stellen aufgebaut werden; dies hat negative Auswirkungen auf die Akzeptabilität. Auch die ARTEMIS Mission empfiehlt, dass die Slowakische Republik die interessierte Öffentlichkeit aktiv einbeziehen soll.

In der SUP wurden als Alternativen im Rahmen des Nationalen Entsorgungsprogramms die Option eines internationalen Endlagers erwähnt, weiters die Langzeitzwischenlagerung. Auch die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente ist nicht ausgeschlossen. Umweltauswirkungen werden für keine dieser Alternativen abgeschätzt.

1.3.1 Fragen

F1: Wird die Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente als eine Option betrachtet? Wenn ja, wie und wann erfolgt eine Entscheidung dafür?

F2: Wird die Slowakische Republik eine Mitgliedschaft im Verein ERDO anstreben?

F3: Ist es eine Option, in der Slowakischen Republik ein bi- oder multinationales Endlager für radioaktive Abfälle und/oder abgebrannte Brennelemente zu errichten?

F4: Was ist vorgesehen für den Fall, dass das Tiefenendlager nicht 2065 in Betrieb gehen kann?

F5: Wie hoch ist der Nationale Entsorgungsfonds derzeit dotiert?

F6: Wie hoch wird die Dotierung des Nationalen Entsorgungsfonds mit Ende der Laufzeiten aller KKW geschätzt?

F7: Was ist vorgesehen, wenn die Mittel des Nationalen Entsorgungsfonds zur Finanzierung der Entsorgung nicht ausreichen?

1.3.2 Vorläufige Empfehlungen

VE1: Es wird empfohlen, die Öffentlichkeit möglichst frühzeitig und durchgehend in die Endlagersuche einzubinden, um mögliche Lösungen sozial akzeptabler zu machen.

VE2: Die Empfehlungen der ARTEMIS Mission sollten möglichst rasch umgesetzt werden.

2 ABFALLMENGEN UND KLASSIFIZIERUNG

2.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

Klassifizierung

Radioaktive Abfälle werden je nach Aktivität in die folgenden Klassen eingeteilt, die auch die Basis für ihre Endlagerung sind:

- Radioaktive Abfälle mit sehr kurzer Halbwertszeit, deren Aktivität während der Lagerung unter den Freigabegrenzwert fällt
- Sehr schwach radioaktive Abfälle (VLLW): Abfälle, deren Aktivität geringfügig über dem Freigabegrenzwert liegt, v.a. Nuklide mit kurzer Halbwertszeit oder mit langer Halbwertszeit aber in niedriger Konzentration. Die Endlagerung erfordert einen niedrigen Grad an Isolierung von der Umwelt. Sie erfolgt im Endlager für VLLW am Standort Mochovce.
- Schwach radioaktive Abfälle (LLW): Abfälle, die weniger als 400 Bq/g Alphastrahler enthalten, aber auch Abfälle bis zu 4000 Bq/g. Diese Abfälle erzeugen keine Restwärme und können nach ihrer Konditionierung in das oberflächennahe Endlager für LLW am Standort Mochovce verbracht werden.
- Mittel radioaktive Abfälle (ILW): Abfälle mit 400 Bq/g oder mehr Alphastrahlern, die Restwärme erzeugen können, die jedoch geringer ist als bei den hoch radioaktiven Abfällen. Nach ihrer Konditionierung erfüllen sie nicht die Bedingungen für eine Endlagerung im LLW-Endlager Mochovce.
- Hoch radioaktive Abfälle (HLW): Abfälle, die die oben genannten Kriterien bzgl. Anteil an Alphastrahlern und Wärmeerzeugung übersteigen, sie dürfen nur in einem Tiefenlager endgelagert werden.

Abgebrannte Brennelemente

Der derzeitige Bestand an abgebrannten Brennelementen und die erwartete zukünftige Gesamtmenge werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Bestand an abgebrannten Brennelementen und die erwartete zukünftige Gesamtmenge (NAPRO 2024, S. 40ff.)

KKW	Bestand an abgebrannten Brennelementen zum 31.12.2023	Maximaler Bestand an abgebrannten Brennelementen
Bohunice V1	5.143	5.143
Bohunice V2	5.961	10.138
Mochovce 1&2	2.736	9.260
Mochovce 3&4	0	9.168
Insgesamt	13.840	33.709 (4.045t SM)

Für die KKW wird eine Laufzeit von 60 Jahren angenommen.

Abgebrannte Brennelemente aus geplanten SMR-Projekten sind hier nicht inkludiert.

Das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Bohunice (MSVP) ist ein Nasslager, das um ein Trockenlager ergänzt wurde. Die Kapazität beträgt 14.112 Brennelemente im Nasslager und 10.115 im Trockenlager. Etwa im Jahr 2030 muss der Füllungsgrad bewertet werden und gegebenenfalls wird dann ein weiterer Ausbau der Zwischenlagerkapazität eingeleitet werden. (NAPRO 2024, S.56f.)

Im SUP-Bericht wird festgestellt, dass nach der Ergänzung der Lagerkapazität des MSVP um ein modular konzipiertes Trockenlager ausreichende Kapazitäten für die Lagerung abgebrannter Brennelemente von allen KKW einschließlich der Reaktorblöcke JE MO34 vorhanden sein wird. (SUP-BERICHT 2024, S. 30)

Im Rahmen der Vorbereitungen für die Stilllegung wurde Brennstoff aus dem JE A1 in die ehemalige UdSSR und anschließend in die Russische Föderation verbracht. (NAPRO 2024, S. 27f.)

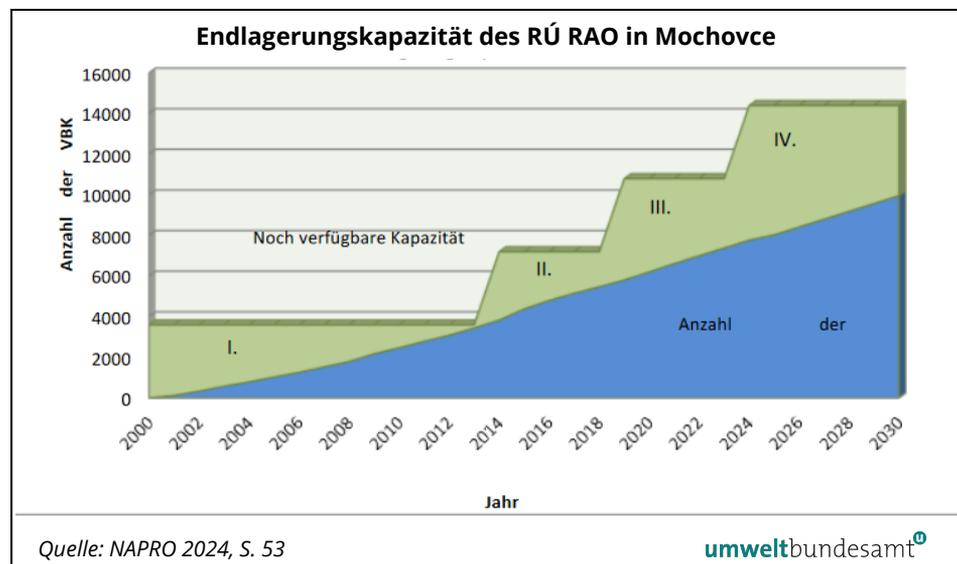
Radioaktive Abfälle

Im Nationalen Entsorgungsprogramm werden vorhandene und prognostizierte Abfallmengen für einzelne Anlagen aufgelistet. Für die KKW werden dabei Mengen und Aktivitäten für je 40 und 60 Jahre Laufzeit angegeben. (NAPRO 2024, S 43ff.).

Die derzeitige Kapazität des Endlagers für LLW beträgt 10.800 Container für ein Volumen von 33.480 m³ konditionierten Abfalls. (NAPRO 2024, S. 85)

Die folgende Abbildung zeigt die Kapazität bis 2030 anhand der Anzahl von Betoncontainern.

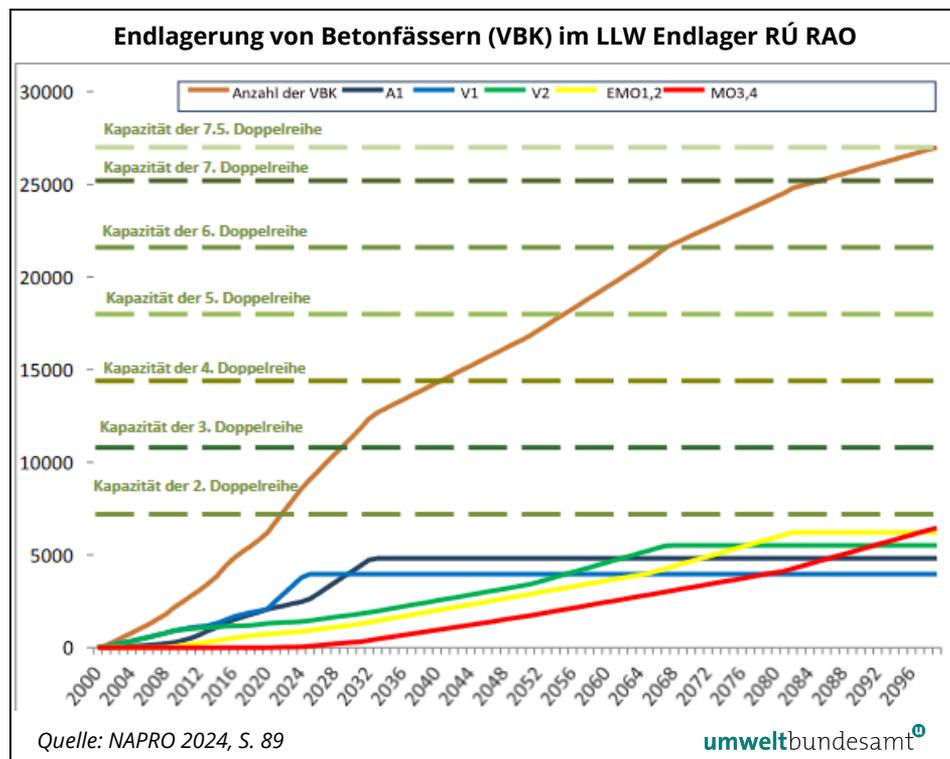
Abbildung 1: Endlagerkapazität des oberflächennahen Endlagers für LLW in Mochovce (RÚ RAO). VBK = Betoncontainer



Mit Ende 2023 sind 7.398 Fässer eingelagert. (NAPRO 2024, S. 27) 2030 werden noch 4.437 Betoncontainer im Endlager Platz finden.

Die folgende Abbildung bietet einen Ausblick bis 2096. Bis dahin sollen insgesamt etwa 27.000 Betonfässer eingelagert worden sein.

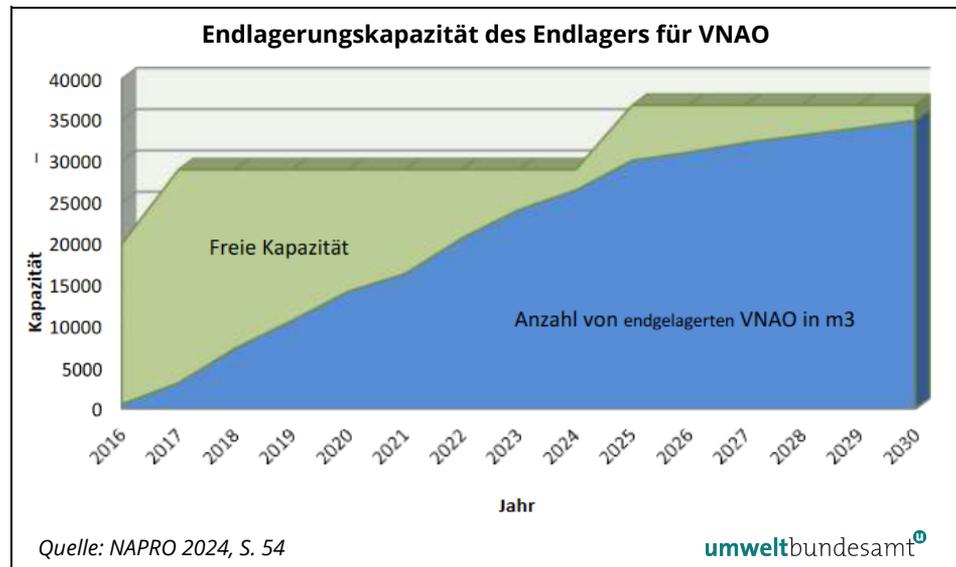
Abbildung 2: Zeitabhängige Endlagerung von Betonfässern (VBK) im oberflächennahen LLW-Endlager in Mochovce.



In dieser Abschätzung sind alle radioaktiven Abfälle aus Betrieb und Stilllegung der KKW (einschließlich Mochovce 3&4), der institutionellen Abfälle und Abfälle unbekannter Herkunft enthalten. (NAPRO 2024, S. 86)

VLLW-Kapazitäten stehen bis 2030 wie folgt zur Verfügung:

Abbildung 3: Endlagerkapazität des oberflächennahen Endlagers für VLLW in Mochovce (RÚ RAO). VNAO = VLLW



Im Jahr 2030 wird es im Endlager noch freie Kapazitäten für 1.849 m³ VLLW geben.

2.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

Mögliche erhebliche Auswirkungen auf Österreich könnten durch Unfälle mit abgebrannten Brennelementen und anderen hoch und mittel radioaktiven Abfällen entstehen. Daher ist es wichtig zu prüfen, ob die HLW und ILW sicher entsorgt werden, ob die Zwischenlager ausreichend gegen Unfälle geschützt sind (siehe dazu Kapitel 4) und ob Endlager bereitstehen, wenn die Lebensdauer der Zwischenlager zu Ende geht.

Die ARTEMIS Mission stellte 2023 fest, dass es kein umfassendes nationales Inventar für abgebrannte Brennelemente und radioaktiven Abfall gab und empfahl, dass die Regierung ein solches einrichten sollte. (ARTEMIS 2023, Empfehlung 6) Die im Nationalen Entsorgungsprogramm vorgelegten Angaben zu Mengen und Aktivitäten sind ausführlich. Nuklidlisten wurden nicht vorgelegt. Was nach wie vor nicht ausreichend angegeben wurde, sind die Abgrenzungen zwischen den Kategorien der radioaktiven Abfälle. Im Zuge der SUP 2008 wurden Nachfragen gestellt, die im Rahmen der damaligen Konsultationen wie folgt beantwortet wurden. (UMWELTBUNDESAMT 2008b)

- 2008 wurde festgehalten, dass LILW eine Restwärme von < 2kW/m³ hat. Im jetzt vorgelegten Nationalen Entsorgungsprogramm wird keine Angabe zur Stärke der Restwärme gegeben.

- 2008 wurde erklärt, dass kurzlebiger Abfall eine Aktivität an Alphastrahlern von bis zu 400 Bq/g haben dürfe, langlebiger auch darüber. Im jetzt vorgelegten Nationalen Entsorgungsprogramm bleibt die Grenzziehung zwischen LLW und ILW unklar, da in der Kategorie LLW angegeben wurde, dass Alphastrahler bis zu 4000 Bq/g in den Abfällen enthalten sein dürfen. Dies sollte geklärt werden.

Die beiden Verordnungen, auf die dazu verwiesen wurde (jetzt auf die Verordnung des ÚJD SR Nr. 30/2012 Slg., 2008 auf die Verordnung 53/2006), liegen den Autor:innen nicht vor.

Abgebrannte Brennelemente

Die vorhandenen und zukünftig anfallenden abgebrannten Brennelemente sind im Nationalen Entsorgungsprogramm angegeben. Nicht berücksichtigt sind Brennelemente aus dem geplanten Neubau von Bohunice 3 und von eventuellen SMR-Projekten.

Der Reaktor Mochovce-4 ist noch nicht in Betrieb, wurde aber bereits berücksichtigt.

Bis ein tiefengeologisches HLW-Endlager in Betrieb ist, müssen die abgebrannten Brennelemente zwischengelagert werden.

Das bestehende Zwischenlager in Bohunice hat durch den Zubau des Trockenlagers eine Kapazität von ca. 24.200 Brennelementen. Das wird eventuell nicht ausreichen, da der erwartete Gesamtanfall von abgebrannten Brennelementen ca. 33.700 beträgt, und aufgrund des sehr knappen Zeitplans bis zum Betriebsbeginn eines Tiefenendlagers muss davon ausgegangen werden, dass das Endlager nicht 2065 in Betrieb gehen könnte und das Zwischenlager länger genutzt werden muss. Dieser Frage sollte im Rahmen des bilateralen Informationsabkommens regelmäßig nachgegangen werden.

Da Brennstoff aus den stillgelegten Reaktoren in die ehemalige UdSSR und anschließend in die Russische Föderation verbracht wurde, sollte geklärt werden, ob auch eine Rücknahme vereinbart wurde.

Radioaktive Abfälle

Die Kapazitäten zur Endlagerung im oberflächennahen Endlager für LLW in Mochovce sind zumindest bis 2030 gegeben. Danach können noch weitere Doppelreihen befüllt werden. Der Zeitplan und die Vorgehensweise dafür werden nicht erläutert.

2.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Mögliche erhebliche Auswirkungen auf Österreich könnten v.a. durch Unfälle mit abgebrannten Brennelementen und anderen hoch und mittel radioaktiven

Abfällen entstehen. Daher ist es wichtig zu prüfen, ob die abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle sicher entsorgt werden. Dazu zählt auch, ob ausreichende Kapazitäten für die Zwischen- und Endlagerung vorhanden sind, bzw. ob es Pläne gibt, diese rechtzeitig zur Verfügung zu stellen.

Das bestehende, ausgebaute Zwischenlager in Bohunice kann nicht alle anfallenden abgebrannten Brennelemente aufnehmen. Die möglichen Ausbaustufen sollten in der SUP erläutert werden, auch vor dem Hintergrund, dass das tiefengeologische Endlager 2065 noch nicht in Betrieb sein könnte.

2.3.1 Fragen

F8: Abgrenzung von LLW und ILW: Wieviel Bq/g an Alphastrahlern dürfen in LLW, und wieviel in ILW enthalten sein?

F9: Wie erfolgt die Bereitstellung weiterer Doppelreihen für die Nutzung im oberflächennahen LLW-Endlager in Mochovce?

F10: Welche Ausbaustufen sind für das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Bohunice vorgesehen?

F11: Wird es zu einer Rücknahme der Brennelemente kommen, die in die damalige UdSSR bzw. Russische Föderation verbracht wurden, oder verbleiben diese in Russland?

2.3.2 Vorläufige Empfehlungen

VE3: Es wird empfohlen, dass Zwischenlagerkapazitäten für abgebrannte Brennelemente so zur Verfügung gestellt werden, dass ein möglicherweise späterer Betriebsbeginn des tiefengeologischen Endlagers keine Engpässe in den Zwischenlagerkapazitäten bewirkt.

3 KONDITIONIERUNG

3.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

In der Slowakei sind zwei Anlagen zur Konditionierung von radioaktiven Abfällen in Betrieb.

Technologieanlage zur Behandlung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen am Standort Bohunice

In der kerntechnischen Anlage zur Behandlung und Konditionierung radioaktiver Abfälle (TSÚ RAO) werden die Abfälle so konditioniert, dass sie für die Endlagerung im nationalen oberflächennahen Endlager in Mochovce geeignet sind. Die Anlage befindet sich am KKW Standort Bohunice und der Betreiber ist die Gesellschaft JAVYS, a. s. Die Inbetriebnahme erfolgte im Jahr 2000.

Zu dieser Anlage gehören u.a. das **Abfallbehandlungszentrum Bohunice (BSC)** und die **Bituminierungsanlagen**. Aufgrund der geringen Produktion von Konzentraten und Ionenaustauschharzen (Sorptionsmittel) aus dem Betrieb und der Stilllegung von KKW, die durch Verbrennung effizienter behandelt werden können, besteht kein Bedarf, die Bituminierungsanlagen langfristiger zu nutzen. Im Rahmen der Durchführung eines Investitionsprojekts wurde in einem Teil der Bituminierungsanlagen eine moderne Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle gebaut, die 2022 in Betrieb genommen wurde. Derzeit werden Schritte zur Stilllegung der Bituminierungsanlage vorbereitet.

Zur Sicherstellung der Anforderungen an die Konditionierung von radioaktiven Abfällen wurden eine neue Anlage für das Einschmelzen von metallischen radioaktiven Abfällen und eine neue Hochdruck-Pressanlage, die die derzeitige, seit 2001 betriebene VT-Pressen, ersetzen wird, in Betrieb genommen. Für die Verbrennung von radioaktiven Abfällen wurde zwischen 2017 und 2022 ein Investitionsprojekt zum Bau einer neuen Verbrennungsanlage durchgeführt, die die bestehende technologische Anlage, seit 2001 in Betrieb, ergänzen und in Zukunft ersetzen soll. Zudem wird die Erweiterung einer weiteren technologischen Linie für das VT-Pressen von festen radioaktiven Abfällen vorbereitet.

Anlage zur endgültigen Behandlung von flüssigen radioaktiven Abfällen

Die Anlage zur **endgültigen Behandlung von flüssigen radioaktiven Abfällen** (FS KRAO) befindet sich auf dem Gelände des KKW Mochovce. Sie wurde 2007 in Betrieb genommen und umfasst technologische Systeme zur:

- Konzentrierung von flüssigen radioaktiven Abfällen,
- Bituminierung von Konzentraten,
- Bituminierung von Ionenaustauschharzen,
- Konditionierung von festen und flüssigen radioaktiven Abfällen.

Die Endprodukte der Anlage sind Container aus Beton mit konditionierten radioaktiven Abfällen, welche die Grenzwerte und Bedingungen für die Lagerung,

den Transport und die Endlagerung im nationalen oberflächennahen Endlager (RÚ RAO) einhalten. In erster Linie wird die Anlage für die Behandlung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen aus dem Betrieb des KKW Mochovce genutzt. Im Rahmen der Optimierung der verfügbaren Kapazitäten der Konditionierung von radioaktiven Abfällen durch Zementierung wird diese Anlage auch für die Entsorgung von festen und verfestigten radioaktiven Abfällen aus der Stilllegung der KKW Bohunice A1 und V1 genutzt.

Derzeit wird ein neuer Anlagenteil zur Behandlung von radioaktiven Konzentraten für die aktiven Tests und die Aufnahme des Dauerbetriebs vorbereitet. Der Zweck der Anlage besteht darin, das Volumen der flüssigen radioaktiven Abfälle auf ein Niveau von etwa 8 % des ursprünglichen Volumens zu reduzieren. Die voraussichtliche Fertigstellung ist für das Jahr 2025 vorgesehen.

3.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

Laut UMWELTBUNDESAMT (2008a) entsprachen die in der Slowakischen Republik angewendeten Methoden zur Konditionierung dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik. Dennoch wurde die Konditionierungsmethode der Bituminierung zur Verfestigung flüssiger radioaktiver Abfälle als problematisch angesehen. Bituminierung ist ein komplexer Prozess, während dem die Initiierung von Bränden oder Explosionen auftreten kann. Das Produkt ist entzündbar, was das Risiko nicht nur während der Konditionierung, sondern auch für Transport und Zwischenlagerung erhöht. Das diesbezügliche Gefährdungspotenzial wird in der Konditionierungsanlage Bohunice durch die Einstellung und anschließende Einzementierung der Fässer mit den bituminierten Abfällen in Faserbetoncontainern stark reduziert. Andere Konditionierungsmethoden führen im Vergleich zur Bituminierung zu geringerem Zwischen- und Endlager-volumen. Die Tatsache, dass Konditionierungsmethoden zur Verfügung stehen, die die genannten Probleme vermeiden, legt einen Verzicht auf die Bituminierung nahe.

Laut NAPRO (2024) wird die Bituminierung am Standort Bohunice beendet. Dies ist hinsichtlich der Reduzierung des oben beschriebenen Gefährdungspotenzials als günstig zu bewerten. Die Bituminierung wird aber in der Konditionierungsanlage am Standort Mochovce weiter angewendet. Die erfolgten Modernisierungen in beiden Konditionierungsanlagen sind sicherheitstechnisch als positiv zu bewerten.

3.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Die erfolgten Modernisierungen in den beiden Konditionierungsanlagen sind sicherheitstechnisch als positiv zu bewerten. Das gilt auch für die Einstellung der Bituminierung in der Konditionierungsanlage Bohunice. Durch die beiden Konditionierungsanlagen an den Standorten Bohunice und Mochovce ist auch in Unfallsituationen keine Auswirkung auf Österreich zu erwarten.

3.3.1 Fragen

F12: Ist auch für die Konditionierungsanlage in Mochovce eine Einstellung des Bituminierungsverfahren geplant?

4 ZWISCHENLAGERUNG

4.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

4.1.1 Abgebrannte Brennelemente

Der KKW-Betreiber ist für den Umgang mit abgebrannten Brennelementen (BE) bis zu ihrer Übergabe in das Zwischenlager verantwortlich, der Staat ist über die staatliche Organisation JAVYS, a. s. für die Sicherheit der Langzeitlagerung der BE verantwortlich. Die Langzeitlagerung von abgebrannten Brennelementen (ca. 100 Jahre) erfolgt in einem separaten Lager der Gesellschaft JAVYS, a.s. am Standort Bohunice im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente.

Der **Betrieb des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente** am KKW Standort Bohunice (MSVP) begann im Jahr 1987. Es ist als Nasslager konzipiert. Die ursprüngliche Bestimmung war die Lagerung von abgebrannten Brennelementen aus den KKW am Standort Bohunice für eine Dauer von 10 Jahren bis zu ihrem Abtransport in die damalige UdSSR. Dem entsprach die ursprüngliche Lagerkapazität von 5.040 BE.

Das MSVP ist als separates Gebäude konzipiert. Das Gebäude ist in einen Behälter- und einen Lagerteil unterteilt. Der Lagerteil besteht aus vier Lagerbecken, von denen eines als Reservebecken bestimmt ist. Abgebrannte Brennelemente werden in Speichern gelagert, die sich in Becken unter Wasser befinden.

Das MSVP wurde in den Jahren 1997 – 1999 rekonstruiert, um die Lagerkapazität zu erhöhen und die Nutzungsdauer (um mindestens 50 Jahre bis 2049) zu verlängern. Die Lagerkapazität wurde auf 14.112 BE erhöht (aufgrund der Lagerung von undichten BE verringert sich die derzeitige Lagerkapazität auf 14.046 BE). Die Rekonstruktion umfasste auch ein Projekt zur Erhöhung der seismischen Widerstandsfähigkeit. Alle Sicherheitsfunktionen müssen bis zum für den Standort Bohunice festgelegten Niveau (8 MSK 64) gewährleistet werden.

Um eine ausreichende Lagerkapazität für BE aus slowakischen KKW zu gewährleisten, realisiert die Gesellschaft JAVYS, a. s. seit 2017 ein Projekt zur Erweiterung der Lagerkapazitäten am Standort Bohunice. Ziel des Projekts ist es, die Lagerkapazität für BE in zwei Etappen um mindestens 18.600 zusätzliche BE zu erweitern (in der ersten Etappe wird die Lagerkapazität um 10.115 BE und in der zweiten Etappe um mindestens 8.500 BE erweitert). Dazu wird das derzeitige Nasslager um zusätzliche Lagerräume ergänzt.

Das System der Trockenlagerung (sog. Typ „Vault“) wird als unterirdische aus Lagerboxen bestehende Stahlbetonkonstruktion gebaut. Jede Lagerbox wird mehrere Kanister für je 17 BE enthalten. Die Wärmeabfuhr wird durch die natürliche Luftströmung über die Ein- und Auslassöffnungen der Boxen und den Lüftungskamin gewährleistet.

Nach der Entnahme aus den Reaktoren werden die BE für 3–5 Jahre in Lagerbecken gekühlt, die sich an jedem Reaktorblock befinden. Nach der Phase der kurzzeitigen Lagerung werden diese BE in das Zwischenlager transportiert.

Im Zwischenlager werden diese BE zunächst in den Lagerbecken des ursprünglichen MSVP gelagert, wodurch die für den Brennstoff mit hohem Abbrand erforderliche aktive Kühlung gewährleistet wird. Nach einer ausreichenden Abkühlungszeit wird es möglich sein, ihre langfristige trockene Lagerung mithilfe eines passiven Systems der Luftkühlung effektiv zu gewährleisten. In den trockenen Teil des MSVP werden BE umgelagert werden können, die die Grenzbedingungen der für diese Art der Lagerung vorgesehenen Anforderungen erfüllen. Es werden BE mit einer mittleren Restwärmeleistung von weniger als 200 W umgelagert. Für die Auffüllung des ersten Bereichs des Trockenlagers ist geplant, die ältesten BE aus dem Nasslager umzulagern.

Die Lagerkapazität des nassen Zwischenlagers wird schrittweise freigegeben, indem die eingelagerten BE aus dem Nasslager in die Lagerboxen der trockenen Lagerung umgelagert werden. Die gesamte Handhabung und die Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Umlagerung von abgebrannten BE in die Kanister werden im Gebäude des bestehenden Nasslagers durchgeführt. Die Inbetriebnahme der neuen Lagerkapazitäten war bis spätestens Anfang 2024 vorgesehen.

Nach der Umsetzung der 1. und 2. Stufe der Fertigstellung der Lagerkapazität des Zwischenlagers wird die Slowakische Republik über ausreichende Kapazitäten verfügen, um abgebrannte Brennelemente aus allen in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken, einschließlich der Reaktorblöcke des KKW MO34 zu lagern.

4.1.2 Radioaktive Abfälle

Als Lageranlagen für **feste radioaktive Abfälle** (PRAO) werden derzeit die Lager der Konditionierungsanlage (JZ TSÚ RAO), die Lager an den KKW und das integrale Lager für radioaktive Abfälle (IS RAO) genutzt.

Integrales Lager für radioaktiver Abfälle (IS RAO)

Das IS RAO wurde Ende 2017 in Betrieb genommen. Es ist für die Lagerung von **radioaktiven Abfällen** aus der Stilllegung und dem Betrieb der KKW am Standort Bohunice bestimmt und dient der:

- a) Lagerung von radioaktiven Abfällen, die, nachdem ihre Aktivität unter das gesetzlich festgelegte Niveau gesunken ist, in die Umwelt freigegeben werden können,
- b) vorübergehenden und kurzfristigen Lagerung von radioaktiven Abfällen, die aufgrund der Kapazitätsgrenzen nicht kontinuierlich in den Konditionierungsanlagen (TSÚ RAO, FS KRAO) behandelt und konditioniert werden können.
- c) langfristigen Lagerung von radioaktiven Abfällen, die nicht den Kriterien für die Lagerung im oberflächennahen Endlager entsprechen.

Je nach den Erfordernissen der Stilllegung der KKW Bohunice A1 und V1 sowie den Anforderungen an die Entsorgung von radioaktiven Abfällen am Standort Bohunice können weitere Lagermodule fertig gestellt werden.

Derzeit enthält die endgültige Stellungnahme des **MŽP SR Nr. 2069/2012-3.4/hp**, die im Rahmen der Bewertung der Auswirkungen der vorgeschlagenen Änderung auf die Umwelt abgegeben wurde, eine Bedingung, aufgrund derer es nicht möglich ist, radioaktive Abfälle von einem anderen Standort als Bohunice im IS RAO zu lagern. Für weitere konzeptionelle Überlegungen wird es notwendig sein, auch die Möglichkeit eines einzigen integralen Lagers am Standort Bohunice in die Analysen einzubeziehen, das als zentrales Lager für radioaktive Abfälle nutzbar wäre.

Im IS RAO können radioaktive Materialien mit einer Gesamtaktivität von 10^{18} Bq gelagert werden. Das voraussichtliche Betriebsende ist im Jahr 2087.

Die konditionierten schwach radioaktiven Abfälle in Betoncontainern werden in das nationale oberflächennahe Endlager transportiert und dort endgelagert, oder, wenn diese die Grenzwerte und Bedingungen für eine sichere Endlagerung in einem oberflächennahen Endlager nicht erfüllen, langfristig im **IS RAO** gelagert, bis sie in einem geologischen Tiefenlager endgelagert werden.

Mittel radioaktive Abfälle werden derzeit im **IS RAO** gelagert, wobei davon ausgegangen wird, dass sie nach dem Bau des geologischen Tiefenlagers weiter behandelt werden.

4.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

4.2.1 Abgebrannte Brennelemente

Die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente erfolgt zurzeit in einem bereits seit 1987 in Betrieb befindlichen Nasslager am Standort Bohunice, das von 1997–1999 erweitert und nachgerüstet wurde. Eine Erweiterung von Nasslagern war in der Vergangenheit an Standorten mit WWER durchaus üblich. (IAEA 2020) Allerdings ist in Bohunice eine langfristige Zwischenlagerung ohne definierten Endzeitpunkt vorgesehen. Ereignisse oder Unfälle, deren Auftreten bei kurz- oder mittelfristiger Zwischenlagerung eine untergeordnete Rolle spielen, können bei langfristiger Lagerung wegen der höheren Wahrscheinlichkeit und auch des steigenden Aktivitätsinventars von Bedeutung sein. Dies gilt hier insbesondere, da das Zwischenlager ursprünglich nicht für lange Lagerzeiten ausgelegt war. Die vorgenommene Nachrüstung kann zwar zu Verbesserungen geführt haben, ist jedoch nicht mit einem Neubau unter Berücksichtigung heutiger Sicherheitsanforderungen zu vergleichen. Einer der kritischen Aspekte ist die Integrität der Brennstoffhüllen und die Handhabbarkeit der Brennelemente nach einigen Jahrzehnten Lagerdauer im Nasslager.

Laut SUP-BERICHT (2024) ist geplant, die hoch-abgebrannten Brennelemente zunächst im Nasslager aufzubewahren, bis sie so abgekühlt sind, dass sie in den trockenen Teil des Lagers umgelagert werden können. Ein zusätzliches Sicherheitsproblem für die kompakte Nasslagerung in Bohunice ergibt sich dadurch, dass Brennelemente mit einem gegenüber dem bisher üblichen erhöhten Abbrand gelagert werden sollen. Höherer Abbrand bedingt auch höhere Belastung und Deformation der Hüllen, was zu einer verringerten Lebensdauer führt. Diese Faktoren stellen höhere Anforderungen an die Abschirmung und Restwärmeabfuhr der Zwischenlagerung. Der höhere Abbrand bedeutet auch eine erhöhte Konzentration von Nukliden mit einer höheren Halbwertszeit und insgesamt ändert sich die Brennstoffzusammensetzung.

Zwischenlager Mochovce

In der Slowakei gab es den Plan für die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am KKW Standort Mochovce. Die Inbetriebnahme war für 2019 geplant. Laut NAPRO (2015) wurde für dieses Zwischenlager der Bau eines Trockenlagers auf der Grundlage von Transport- und Lagerbehältern geplant.

Im ersten Schritt wurden in einem UVP-Scoping-Verfahren der Untersuchungsgegenstand und die Untersuchungstiefe für das weitere UVP-Verfahren festgelegt. An diesem Verfahrensschritt hat sich die Republik Österreich gemäß Art. 7 der Richtlinie 2011/92/EU bzw. gemäß Artikel 3 des Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen (Espoo-Konvention) beteiligt. In der Fachstellungnahme zum vorgelegten UVP-Scoping-Dokument wurden Anforderungen formuliert, die an die Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) zu stellen sind. (UMWELTBUNDESAMT 2014) An den weiteren Verfahrensschritten beteiligte sich die Republik Österreich nicht.

Ergebnis des Variantenvergleichs im UVP-Scoping-Dokument war u.a., dass die trockene Zwischenlagerung gegenüber der Nullvariante (kein Zwischenlager) die bessere Option ist.

Laut NAPRO (2015) wurden Projektstudien und schließlich Machbarkeitsstudien entwickelt und alle Prozesse der Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt und mit der Veröffentlichung der abschließenden Stellungnahme des Umweltministeriums abgeschlossen. Die Geschäftsführung des Eigentümers/Betreibers von Mochovce 1&2 beschloss daraufhin, diese Investition zu verschieben und die Kapazität des Lagers in Bohunice zu nutzen. Der erste Transport von abgebrannten Brennelementen vom Standort Mochovce zum Zwischenlager Bohunice fand im April 2006 statt.

Erweiterung Zwischenlager Bohunice

Eine weitere Umweltverträglichkeitsprüfung wurde für die Erweiterung der Lagerkapazitäten des Zwischenlagers Bohunice durchgeführt. Das Vorhaben unterlag der UVP-Richtlinie der EU (RL 2011/92/EU) und der Espoo-Konvention

(ESPOO-CONVENTION 1991). Da grenzüberschreitende nachteilige Auswirkungen aus dem Vorhaben auf Österreich nicht auszuschließen waren, beteiligte sich Österreich an dem Verfahren. (UMWELTBUNDESAMT 2015a)

Am 13. August 2015 wurden in Bratislava Konsultationen zwischen der Slowakischen Republik und der Republik Österreich abgehalten. In der abschließenden Fachstellungnahme wurden Empfehlungen zur Vermeidung oder zumindest zur Minimierung allfälliger negativer Auswirkungen auf Österreich formuliert. (UMWELTBUNDESAMT 2015b)

Die Kapazitätserweiterung des Zwischenlagers beruht auf der Annahme, dass alle noch anfallenden abgebrannten Brennelemente aus den KKW an den Standorten Bohunice und Mochovce in dem Zwischenlager gelagert werden.

Für die Auswahl des Zwischenlagerkonzepts wurden Aspekte, die zur Beurteilung einer möglichen Betroffenheit Österreichs von großer Relevanz sind, nur in geringem Umfang berücksichtigt. Anhand der verwendeten Kriterien wird die Blocklagerung als optimale Variante identifiziert und für die Erweiterung der Lagerkapazitäten vorgeschlagen. Ausschlaggebend für die Auswahl der optimalen Variante waren wirtschaftliche Erwägungen. (UMWELTBUNDESAMT 2015b)

Aspekte der Langzeitlagerung

Für die Zwischenlagerung am Standort Bohunice wird ein Zeitraum von 100 Jahren genannt. Auch wenn diese langen Lagerzeiträume auch in anderen Staaten vorgesehen sind, können sie gegenwärtig nicht als Stand von Wissenschaft und Technik laut IAEA (2020) bezeichnet werden. Die Betriebszeit für das Zwischenlager Bohunice hängt von der Inbetriebnahme eines Endlagers (geplant für 2065) ab. Laut Kapitel 6 kann zurzeit die Einhaltung dieses Zeitplans nicht als sichergestellt angesehen werden.

Im Rahmen der Konsultationen wurde deutlich, dass regelmäßige Kontrollen bezüglich des Zustandes aller Komponenten des Zwischenlagers und der abgebrannten Brennelemente erfolgen. Inwiefern diese im Rahmen eines systematischen Alterungsmanagements nach Stand von Wissenschaft und Technik ausgewertet werden, wurde nicht thematisiert. Pläne für eine spätere sichere Handhabung der abgebrannten Brennelemente nach der Zwischenlagerung waren laut UMWELTBUNDESAMT (2015b) noch nicht vorhanden.

Stör- und Unfälle

Im Rahmen der Konsultation wurde erklärt, dass keine sicherheitstechnischen Gründe für eine Außerbetriebnahme des Nasslagers vor einer Entladung der abgebrannten Brennelemente zum Abtransport in das Endlager existieren. Ohne Vorlage der entsprechenden Sicherheitsanalysen kann diese Aussage jedoch nicht überprüft werden. (UMWELTBUNDESAMT 2015b)

In dem aktuellen IAEA-Dokument zur Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente werden einige Hinweise gegeben, die für die trockene Zwischenlagerung in Behältern als angemessener und zu realisierender Stand der Technik

sprechen. Die Sicherheit bei der Zwischenlagerung soll durch relativ einfache, bevorzugt inhärent sichere passive Systeme über die gesamte Lagerdauer gewährleistet werden. (IAEA 2020, 6.3) Die Abfuhr der Nachzerfallwärme sollte durch die Energieerzeugung selbst gesteuert sein (natürliche Konvektion) und für die Funktion von Sicherheitssystemen sollte ein Minimum an Überwachung nötig sein. (IAEA 2020, 6.4)

International besteht ein deutlicher Trend zur trockenen Zwischenlagerung. Auch in Ländern, in denen WWER betrieben werden (Russische Föderation, Tschechische Republik, Ukraine), setzt sich das Trockenlagerkonzept zunehmend durch.

Das Lagerkonzept ist für Österreich von Bedeutung: Bei der nassen Zwischenlagerung ist der radioaktive Quellterm im Falle von schweren Störfällen oder gezielten Einwirkungen Dritter deutlich höher als bei der trockenen Zwischenlagerung. Das Risiko großer Emissionen bei Unfällen etwa durch Beschädigung des Lagergebäudes bei Naturkatastrophen oder Abstürzen großer Flugzeuge ist für Nasslager wesentlich größer als bei trockener Lagerung. Daher sind mögliche Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet potenziell größer. Es wird daher empfohlen, den Betrieb des Nasslagers so bald wie möglich zu beenden. Daher sollte auch von einer weiteren Rekonstruktion zur Verlängerung der Lagerdauer abgesehen werden.

Für eine Bewertung der möglichen Betroffenheit Österreichs ist die Betrachtung möglicher schwerer Unfälle inklusive der maximalen Quellterme von großem Interesse. Die Störfallanalysen für die Erweiterung des Zwischenlagers wurden erst im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durchgeführt. Daher konnte in UMWELTBUNDESAMT (2015b) keine Aussage über mögliche auslegungsüberschreitende Auswirkungen und eine mögliche Betroffenheit Österreichs gemacht werden. Mögliche auslegungsüberschreitende Unfälle im Nasslagerbereich wurden im Rahmen der Kapazitätserweiterung nicht betrachtet.

Sonstige Einwirkungen Dritter

Durch verschiedene potenziell Terrorszenarien drohen massive Freisetzungen aus dem Zwischenlager am Standort Bohunice, die grenzüberschreitende Auswirkungen auf das Staatsgebiet Österreichs haben können. Es ist nicht bekannt, ob für das bestehende Zwischenlager und für die geplante Lagererweiterung spezifische Untersuchungen zu den Auswirkungen von Terrorangriffen durchgeführt wurden bzw. werden sollen. Weiterhin ist nicht bekannt, welche Anforderungen an den Schutz z.B. gegen einen terroristischen Angriff mittels eines großen Verkehrsflugzeugs gelten. Durch verschiedene Terrorszenarien sind massive Freisetzungen grundsätzlich möglich, daher sollten diese analysiert und gegebenenfalls Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

4.2.2 Radioaktive Abfälle

Die Errichtung des Integralen Zwischenlagers am Standort Bohunice wurde in der Strategischen Umweltprüfung (SUP) zur Entsorgungsstrategie (2008) bereits angekündigt: Dort wird erklärt, da neben den Betriebsabfällen künftig auch vermehrt Stilllegungsabfälle aus den Reaktoren Bohunice A1 (und V1) anfallen und ein Lager für Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie sowie zur Pufferung von Abfällen vor und nach ihrer Konditionierung erforderlich ist, soll ein integriertes Zwischenlager errichtet werden. Der am besten geeignete Standort dafür ist Bohunice, da hier die meisten radioaktiven Abfälle anfallen, und auch die zentrale Anlage zur Konditionierung fester radioaktiver Stoffe betrieben wird. (WALLNER und WENISCH 2011b)

Für die Errichtung des Zwischenlagers wurde ein UVP-Verfahren durchgeführt, an dem sich die Republik Österreich beteiligte. Im UVP-Scoping Dokument wird das Betriebsgelände von JAVYS, a.s., am Standort Bohunice als beste Standortlösung bezeichnet. (JAVYS 2011) Dieser Entscheidung kann aufgrund der Nähe zur Konditionierungsanlage und die dadurch vermiedenen Transporte zugestimmt werden.

Laut JAVYS (2011) hat das Zwischenlager die technischen und technologischen Bedingungen für die sichere langfristige Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen für 70 Jahre. Das geplante Lager ging 2017 in Betrieb und soll so lange in Betrieb bleiben, bis die konditionierten Abfälle in das Endlager transportiert werden können. Aus heutiger Sicht, ist die Betriebszeit, in Relation zur geplanten Inbetriebnahme des tiefengeologischen Endlagers, angemessen - solange dabei keine wesentliche Verzögerung auftritt.

Aufgrund der Tatsache, dass im Integrallager nur feste oder verfestigte radioaktive Abfälle gelagert werden, ist das Risiko der Einflüsse von externen oder internen Ereignissen auf die Anlage klein. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus dem Zwischenlager in die Umwelt kann nur dann erfolgen, wenn z.B. durch den Fall eines Behälters aus großer Höhe der Behälter beschädigt würde oder bei einem Wassereintritt in das Lager aus bereits korrodierten Fässern radioaktive Stoffe ausgewaschen würden. In solchen unvorhersehbaren Ereignissen wäre ein Eingriff der Belegschaft aber jederzeit möglich, solange das Lager in Betrieb ist.

Die potenziellen Auswirkungen einer starken Explosion oder eines Flugzeugabsturzes auf das Lager könnten signifikant sein. Eine signifikante grenzüberschreitende Auswirkung auf Österreich wäre aber laut WALLNER und WENISCH (2011b) auch in diesem Fall auszuschließen, da – falls radioaktiver Staub freigesetzt wird – sich dieser nur in der Umgebung des Lagers verbreitet, eine Ausbreitung bis über die österreichische Grenze ist praktisch ausgeschlossen.

In WALLNER und WENISCH (2011b) wurde abschließend festgestellt, dass von grenzüberschreitenden radioaktiven Belastungen durch Unfälle im geplanten Integralen Zwischenlager, die Österreich betreffen könnten, grundsätzlich nicht auszugehen ist.

Die aktuell vorgelegten Unterlagen enthalten keine Angaben, für welchen Zeitraum die Zwischenlagerung der Abfälle längstens vorgesehen ist und wie das Zwischenlager sicherheitstechnisch ausgelegt ist. Hierzu kann deshalb keine neue Bewertung vorgenommen werden. Bei einer längerfristigen Zwischenlagerung sollte laut IAEA eine periodische Sicherheitsüberprüfung erfolgen (IAEA 2020).

Die Lagerung der anfallenden radioaktiven Abfälle erfolgte – wie für WWER international üblich – in der jeweiligen Reaktoranlage. Laut NAPRO (2024) werden radioaktive Abfälle in den Konditionierungsanlagen gelagert, die auf die Konditionierung warten. Die Konditionierung bzw. zumindest die Überführung in einen ausbreitungsresistenteren Zustand sollte möglichst bald nach Anfall von radioaktiven Abfällen erfolgen. Die IAEA bezeichnet es als „good practice“, wenn keine unkonditionierten Abfälle gelagert werden.

4.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

4.3.1 Abgebrannte Brennelemente

Die Nasslagerung der abgebrannten Brennelemente, insbesondere in einem alten Zwischenlager wie dem Zwischenlager Bohunice, das seit 1987 in Betrieb ist, ist generell nicht mehr als optimaler Stand der Technik anzusehen. Die vorgenommenen Nachrüstungen haben zwar zu einer sicherheitstechnischen Verbesserung geführt, die Auslegung entspricht jedoch nicht heutigen Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des Schutzes gegenüber externen Einwirkungen und der Verwendung von passiven Kühlsystemen. Aufgrund der Anordnung der gelagerten Brennelemente ist in dem Nasslager zudem bei schweren Unfällen eine größere Anzahl von Brennelementen betroffen als in einem Behälterlager und dadurch ist auch das Potenzial für Freisetzungen höher. Die Sicherheit der Erweiterung des Zwischenlagers für eine trockene Zwischenlagerung in Kanistern in einer Stahlkonstruktion kann anhand der Unterlagen nicht ausreichend bewertet werden, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch im Fall eines Unfalls in diesem Teil des Zwischenlagers das Staatsgebiet Österreichs durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe betroffen sein würde.

Zur Minderung der potenziellen Auswirkungen und zur Vermeidung unnötiger Transporte von abgebrannten Brennelementen sollte die Errichtung eines weiteren Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce angestrebt werden, das die aktuellen Sicherheitsanforderungen erfüllen sollte.

Eine möglichst schnelle Inbetriebnahme eines trockenen Zwischenlagers nach aktuellen Sicherheitsanforderungen an beiden Standorten und eine Umlagerung aller Brennelemente aus dem Nasslager würde eine mögliche Betroffenheit Österreichs im Falle eines schweren Unfalls verringern.

4.3.2 Radioaktive Abfälle

Die Zwischenlagerung radioaktiver Stoffe erfolgt im Integralen Zwischenlager Bohunice (IS RAO). Im Rahmen des diesbezüglichen UVP-Verfahrens wurden 2011 Auswirkungen auf Österreich ausgeschlossen, da dort nur bereits konditionierte radioaktive Abfälle lagern. (WALLNER und WENISCH 2011b) Eine regelmäßige periodische Überprüfung der Sicherheit nach aktuellen Sicherheitsanforderungen sollte erfolgen.

4.3.3 Fragen

F13: Wie lange müssen die in das Zwischenlager Bohunice transportierten Brennelemente im Nasslagerteil abkühlen, bis diese die Anforderungen für die Annahme des trockenen Lagerteils des Zwischenlagers erfüllen?

F14: Wird in der periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSR) für das Zwischenlager Bohunice für abgebrannte Brennelemente überprüft, ob die in den Stör- und Unfallanalysen unterstellten externen Einwirkungen auf aktuellen und repräsentativen Daten beruhen und die betrachteten internen und externen Ereignisse nach den aktuellen IAEO-Anforderungen vollständig sind?

F15: Welche Gründe waren ausschlaggebend für die Verschiebung/Aufgabe des Baus des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente in Mochovce?

F16: Wurde im Rahmen der Erstellung des aktuellen Entsorgungsprogramms die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce oder eines Zwischenlagers für radioaktive Abfälle geprüft?

F17: Wurde für das integrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle eine periodische Sicherheitsüberprüfung (PSR) durchgeführt? Welche Ergebnisse hatte diese?

F18: Welche Gründe führten in der Stellungnahme MŽP SR Nr. 2069/2012-3.4/hp, zu der Bedingung, dass nur radioaktive Abfälle vom Standort Bohunice im integralen Zwischenlager gelagert werden können?

F19: Welche Schritte wurden bereits unternommen, um ein zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle am Standort Bohunice einzurichten? Weshalb wird diese Option gegenüber einem Zwischenlager für radioaktive Abfälle am Standort Mochovce bevorzugt?

F20: Entsprechen die Lager für radioaktive Abfälle an den KKW noch den aktuellen Sicherheitsanforderungen der IAEO an eine Lagerung von radioaktiven Abfällen?

F21: Wie lange lagern die betrieblichen unkonditionierten Abfälle maximal in den KKW und der Konditionierungsanlage?

4.3.4 Vorläufige Empfehlungen

VE4: Es wird empfohlen, die Verwendung modernster Lagertechnologien für die Erweiterung der Zwischenlagerkapazitäten (statt des Blocklagers) ohne Nutzung des vorhandenen Nasslagers zu erwägen.

VE5: Es wird weiterhin empfohlen, den Betrieb des Nasslagers so bald wie möglich zu beenden. Es wird eine möglichst schnelle Inbetriebnahme eines Zwischenlagers in trockener Lagerart und die Umlagerung aller Brennelemente aus dem Nasslager dorthin empfohlen.

VE6: Weiterhin wird empfohlen, ein Zwischenlager am Standort Mochovce für die Lagerung der abgebrannten Brennelemente der dortigen Kernkraftwerke zu errichten, das den aktuellen Sicherheitsanforderungen entspricht.

VE7: Es wird empfohlen, vor der nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms die Vor- und Nachteile der Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce nach sicherheitstechnischen Aspekten zu bewerten.

VE8: Es wird empfohlen, die Auswirkungen von möglichen auslegungsüberschreitenden Unfällen unabhängig von ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln. Es wird weiterhin empfohlen, auch für das betriebene Nasslager mögliche Auswirkungen schwerer Unfälle sowie Maßnahmen zu ihrer Minderung zu ermitteln.

VE9: Im Rahmen der Störfallanalysen sollten für die Zwischenlager auch auslegungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren. Ein passiver Schutz, insbesondere durch dicke Außenmauern des Gebäudes oder eine Lagerung unterhalb der Erdoberfläche, ist gegenüber anderen Maßnahmen vorzuziehen.

5 TRANSPORTE

5.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

Das Amt für Atomaufsicht der SR ist die zuständige Behörde für die Genehmigung von Transporten radioaktiver Abfälle aus Kernanlagen, Transporten abgebrannter Brennelemente und Transporten institutioneller radioaktiver Abfälle von der Behandlungsstätte zum Lager.

Nach der Entnahme aus den Reaktoren werden die Brennelemente für 3–5 Jahre in Lagerbecken gekühlt, die sich an jedem Reaktorblock befinden. Danach werden diese Brennelemente in das Zwischenlager Bohunice transportiert. Die BE werden mit der Bahn gemäß Transportbedingungen für den Transportcontainer C-30 in das Zwischenlager transportiert. Die Behälter werden in der Transportbehältern C-30 in wässriger Umgebung mit einem Stickstoffpolster befördert.

Unkonditionierte radioaktive Abfälle vom Standort Bohunice werden in die Konditionierungsanlage in Mochovce transportiert, falls diese in der Anlage in Bohunice aus Kapazitätsgründen nicht behandelt werden können.

5.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

In Bezug auf die SUP-Richtlinie ist festzustellen, dass die Darstellung möglicher Umweltauswirkungen der Entsorgung radioaktiver Abfälle im UVP-Bericht nicht vollständig ist. Wie schon in der SUP (2008) werden auch in der SUP (2024) wesentliche Risiken für Umwelt und Gesundheit wie die Transporte von radioaktiven Abfällen und abgebranntem Brennstoff nicht behandelt. Das betrifft die Anzahl der erwarteten Transporte und resultierenden Strahlenbelastungen in unfallfreien Transporten und in Transporten mit potenziellen Unfällen.

Im jetzigen Entsorgungskonzept erfolgen regelmäßige Transporte abgebrannter Brennelemente von den drei, bald vier, betriebenen Reaktoren am Standort Mochovce in das Zwischenlager Bohunice. Der im Korb gelagerte Brennstoff wird in einem Behälter in einer Wasserumgebung mit einem Stickstoffpolster (Nasstransport) oder mit Kühlgas-Stickstoff (Trockentransport) transportiert. (UJD SR 2020) Falls die Option Wiederaufarbeitung³ gewählt wird, würde diese vermutlich in der Russischen Föderation stattfinden, da nur dort Erfahrungen

³ Mit einer Wiederaufarbeitung sind insbesondere zusätzliche Risiken durch die komplizierten Technologien zur Separierung des Kernbrennstoffs, zur Verarbeitung der zurück gewonnenen Kernbrennstoffe und zum Umgang mit den entstehenden Abfällen sowie das erhöhte Proliferationsrisiko verbunden.

mit der Wiederaufarbeitung von WWER-Brennelementen existieren. Auszuschließen wäre jedoch auch eine Wiederaufarbeitung in Frankreich nicht. Für diesen Fall könnte die Bevölkerung Österreichs direkt betroffen sein, wenn die Transporte von und nach La Hague durch oder in der unmittelbaren Nähe von österreichischem Staatsgebiet verlaufen würden.

Nicht ausgeschlossen werden kann auch, dass Transporte über österreichisches Bundesgebiet geführt werden, da keine Festlegung erfolgt, dass eine Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente in westeuropäischen Wiederaufarbeitungsanlagen ausgeschlossen wird. Da die Frage nach einem europäischen Endlager noch nicht geklärt ist, kann auch in dieser Hinsicht noch nicht beurteilt werden, ob Österreich von Transportrouten betroffen sein könnte. (UMWELTBUNDESAMT 2008a)

Radioaktive Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung der KKW werden im Wesentlichen an den Standorten ihrer Entstehung konditioniert und behandelt – mit der Ausnahme, dass unkonditionierte radioaktive Abfälle vom Standort Bohunice in die Konditionierungsanlage Mochovce transportiert werden, falls sie in der Anlage in Bohunice aus Kapazitätsgründen nicht behandelt werden können. Weitere Transporte radioaktiver Stoffe sind in der derzeitigen Entsorgungsstrategie geplant, da das integrale Zwischenlager als zentrales Lager verwendet wird.

Laut ÚJD SR (2020) wurde ein Transportsystem entwickelt, das den Transport von festen und flüssigen radioaktiven Abfällen innerhalb des Betriebsgeländes von Bohunice und festen radioaktiven Abfällen zwischen den Standorten Bohunice und Mochovce gewährleisten soll. Es wird erklärt, dass der Transport von radioaktiven Abfällen in zertifizierten Transportmitteln erfolgt, die den Bedingungen des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter (ADR) oder der Verordnung über die internationale Beförderung gefährlicher Güter (RID), Gesetz Nr. 541/2004 Slg. und der Verordnung der ÚJD SR Nr. 57/2006 Slg. entsprechen. Der Transport von radioaktiven Abfällen wird vollständig von JAVYS, a. s. organisiert. Es ist anzumerken, dass das ADR – das wichtigste Regelwerk für die Beförderung gefährlicher Güter auf internationalen Transportwegen – alle zwei Jahre an die neuesten technischen und juristischen Erkenntnisse angepasst wird. Derzeit gilt ADR 2023.⁴https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbereinkommen_%C3%BCber_die_internationale_Bef%C3%B6rderung_gef%C3%A4hrlicher_G%C3%BCter_auf_der_Stra%C3%9Fe - cite_note-3

In Deutschland werden an den Schutz der Transporte von Kernbrennstoffen gegen kriminelle Handlungen oder terroristische Sabotageakte sehr hohe Anforderungen gestellt. So findet bei den Transporten die erst 2018 in Kraft getretene und danach überarbeitete „Richtlinie für den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD Beförderung)“ Anwendung. In ihr werden diverse Szenarien (inklusive zu unterstellender Angriffe)

⁴ <https://unece.org/about-adr>

festgelegt, gegen die die Sicherung von Kernbrennstofftransporten auszulegen ist.

Dezentrale Zwischenlager direkt an den Standorten der Erzeugung sind gegenüber zentralen Lagern vorzuziehen, da sie die erforderlichen Transporte und das damit verbundene Risiko minimieren. Das gilt aber nur dann, wenn die Zwischenlager ausreichend geschützt sind. Ein durch konstruktive Maßnahmen gesicherter Transport in ein besser gesichertes Lager kann insgesamt die Risiken für die Bevölkerung minimieren. In einem Abwägungsprozess sollten die Risiken von notwendigen Lagerungen und Transporten im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für die Zwischenlagerung bewertet werden.

5.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Im SUP-BERICHT (2024) werden wesentliche Risiken für Umwelt und Gesundheit wie die Transporte von radioaktiven Abfällen und abgebranntem Brennstoff nicht behandelt. Im jetzigen Entsorgungskonzept erfolgen regelmäßige Transporte abgebrannter Brennelemente von den Reaktoren am Standort Mochovce in das Zwischenlager Bohunice. Falls die Entsorgungsoption Wiederaufarbeitung gewählt wird, würde diese vermutlich in der Russischen Föderation stattfinden. Auszuschließen wäre jedoch auch eine Wiederaufarbeitung in Frankreich nicht. Für diesen Fall könnte die Bevölkerung Österreichs direkt betroffen sein, wenn die Transporte in der unmittelbaren Nähe von österreichischem Staatsgebiet verlaufen würden.

In Deutschland findet bei den Transporten die 2018 in Kraft getretene und danach überarbeitete „Richtlinie für den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD-Beförderung)“ Anwendung. In ihr werden diverse Szenarien (inklusive zu unterstellender Angriffe) festgelegt, gegen die die Sicherung von Kernbrennstofftransporten auszulegen ist. Es ist nicht erwähnt, ob eine vergleichbare Richtlinie in der Slowakei Anwendung findet.

5.3.1 Fragen

F22: Welche Sicherheitsanforderungen werden aktuell an Transporte von radioaktiven Stoffen und abgebrannten Brennelementen gestellt?

5.3.2 Vorläufige Empfehlungen

VE10: Es wird empfohlen, im Rahmen des Nationalen Entsorgungskonzepts als Zielsetzung eine Minimierung der Transporte zu setzen. Die notwendigen Transporte sollten dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Anforderungen an Sicherheit und Sicherung erfüllen.

6 ENDLAGERUNG

6.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

6.1.1 Abgebrannte Brennelemente und HLW

Die Vorgangsweise zur Suche eines geologischen Tiefenlagers für die Lagerung von abgebrannten Brennelementen und radioaktive Abfälle, die nicht im RÚ RAO⁵ endgelagert werden können, wird in NAPRO 2024 (S. 90ff) wie folgt beschrieben: Die Slowakei verfolgt derzeit einen „Doppelpfad“ (dual track) für die Suche und Errichtung eines geologischen Tiefenlagers. Neben den Aktivitäten zur Standortsuche für ein nationales Endlager für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente in der Slowakei nahm die Slowakei auch an einem europäischen Projekt zur Entwicklung einer Vision für ein regionales europäisches Endlager (Projekte SAPIER I und II) teil. Den Projekten folgte die Einrichtung der Arbeitsgruppe ERDO (European Repository Development Organisation), diese ist inzwischen in einen Verein übergegangen, mit Organisationen aus derzeit 7 Mitgliedsländern, die das Ziel hat, die Machbarkeit eines gemeinsamen Endlagers in Europa zu untersuchen. Die Slowakei ist jedoch der ERDO-Gruppe nicht beigetreten. Dennoch wird an einem „Doppelpfad“ mit den Optionen eines nationalen Endlagers oder eines regionalen europäischen Endlagers bis auf weiteres festgehalten. Über die Fortsetzung oder Beendigung des Doppelpfads soll bis 2030 entschieden werden (NAPRO 2024, S. 95).

Die Programme zur Standortsuche und Errichtung eines slowakischen Endlagers wurden 1996–2001 begonnen. Als Grundlage für die Suche nach einem geeigneten Standort dient ein Katalog von 58 Merkmalen, die als Auswahlkriterien und für die Bewertung der Eignung von Standorten herangezogen werden. Kriterien sind unter anderem Aspekte der langfristigen Entwicklung des Standortgebiets, geologische Risiken, geologische Struktur, hydrogeologische Bedingungen, geochemische Aspekte, ingenieurgeologische Merkmale, Rohstoffressourcen und gesetzlicher Schutz des Gebiets.

Auf der Grundlage vorhandener Informationen wurden zu Beginn des Auswahlverfahrens 15 Standorte in kristallinen Gesteinen und tonreichen Sedimenten berücksichtigt, die in einem vertieften Verfahren auf fünf Standorte eingengt wurden. (NATIONALER ATOMFONDS 2008)

Der laufende Prozess für die Standortsuche und Errichtung eines nationalen Tiefenlagers ist in mehrere Phasen unterteilt, die mit der Standortwahl beginnen und mit dem Verschluss des Endlagers sowie dessen anschließenden institutionellen Kontrolle enden. Die Phasen der Entwicklung des Tiefenlagers wurden in den Jahren 2017–2018 in einem spezifischen Dokument beschrieben⁶.

⁵ Endlager RÚ RAO für feste bzw. verfestigte schwach (LLW) und sehr schwach radioaktive Abfälle (VLLW) bei Mochovce; siehe Kapitel 6.1.2

⁶ B.2 Rahmenprogramm für Entwicklung und Forschung im Bereich der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen

Für die Entwicklungsphasen und Hauptmeilensteine des Projekts zur Entwicklung eines geologischen Tiefenlagers wird folgender Zeitplan angegeben:

I. Phase – Standortauswahl (2025–2030): Kommunikation mit der betroffenen Bevölkerung, geologische Untersuchungen und Auswahl eines Standortes sowie eines Ersatzstandorts 2030.

II. Phase – Charakterisierung – Standortbestätigung (2030–2038): Öffentlichkeitsarbeit, abschließende geologische Untersuchung am ausgewählten Standort (2030–2034), Umweltverträglichkeitsprüfung für den Bau und Betrieb (2034–2038), Einholung der Gebietsentscheidung (2038).

III. Phase – Öffentlichkeitsarbeit, Bau des Endlagers in tiefen geologischen Formationen (2038–2064): Ausarbeiten der Unterlagen für die Baugenehmigung und die Sicherheitsdokumentation (2038–2064), Baugenehmigung (2045), Bau eines unterirdischen Labors (2045–2047), Bau des Endlagers (2047–2065), Betriebsgenehmigung (2064).

IV. Phase – Betrieb des Endlagers in tiefen geologischen Formationen: Inbetriebnahme (2065), Bau weiterer Module, Validierung der Sicherheit (2065 – 2100).

V. Phase – Verschluss des Endlagers in tiefen geologischen Formationen: 2115.

VI. Phase – Institutionelle Kontrolle.

Demnach wird derzeit mit einem Zeithorizont von 2065 für die Inbetriebnahme eines geologischen Tiefenlagers gerechnet. (NAPRO 2024, S. 90) Für den gesamten Prozess bis zum Verschluss des Endlagers ist ein Zeitraum von 100 Jahren oder mehr vorgesehen.

Für die nächsten ca. 15–20 Jahre werden folgende Forschungs- und Entwicklungsbereiche genannt:

- Standortauswahl,
- Forschung zur Unterstützung des Nachweises der langfristigen Sicherheit,
- Betriebssicherheit,
- Forschung und Entwicklung zur Bewertung der technologischen Machbarkeit,
- Nachweisen der Sicherheit,
- Monitoring,
- Forschung und Entwicklung für die Vorbereitung der Umweltverträglichkeitsprüfung,
- sozioökonomische Forschung.

Die Auswahl möglicher Endlagerstandorte ist seit etwa 20 Jahren auf fünf relativ kleine Gebiete mit unterschiedlichen Wirtsgesteinen (granitische / kristalline Gesteine, Sedimente) eingegrenzt (ANHANG 3 2024):

1. Veľký Tribeč (Granodiorit und Tonalit; Tatrikum-Einheit)
2. Veporské vrchy (Granodiorit; Veproikum-Einheit)

3. Stolické vrchy (Granodiorit, Tonalit, Migmatit, Orthogneis; Veproikum-Einheit)
4. Cerová vrchovina (siltige Mergel, Sečen-Schlier der Lučenec-Formation, Paläogen, Egerium)
5. Rimavská kotlina (Becken von Rimavská, siltige Mergel, Sečen-Schlier der Lučenec-Formation, Paläogen, Egerium))

Die genaue Lage der Standortgebiete ist in den Abbildungen 1 bis 7 in SUP-BERICHT (2024) dargestellt. Die Auswahl der möglichen Standortgebiete erfolgte in erster Linie auf Grundlage von Archivmaterial sowie von Feldforschungen, deren Inhalt jedoch nicht spezifiziert wird (SUP-BERICHT 2024, S. 48).

Die geologische und hydrogeologische Situation der fünf Gebiete wird in SUP-BERICHT (2024) überblicksmäßig beschrieben. Die Unterlagen enthalten auch Angaben über die erwarteten hydrogeologischen Eigenschaften der Wirtsgesteine in der Zieltiefe eines Endlagers und andere standortrelevante Angaben, die sich auf den Katalog von 58 Auswahlkriterien beziehen dürften. Aus dem Sedimentbecken der Standortgebiete Cerová vrchovina und Rimavská kotlina liegt eine ca. 2.000 m tiefe Bohrung vor, die das mögliche Wirtsgestein durchörtert hat (SUP-BERICHT 2024, S. 65).

Als Standorte mit den besten geologischen Eigenschaften hat die Atom- und Stilllegungsgesellschaft JAVYS⁷ die Lokalitäten Tribeč und Rimavská kotlina vorgeschlagen. Das Programm der I. Phase des Nationalen Programms für die Jahre 2022 - 2030 umfasst für die genannten möglichen Standortgebiete „die Definition der projektierten geologischen Arbeiten und Methoden unter Angabe des Umfangs und der Methode ihrer Anwendung ... [sowie] ... die Analyse der Optionen und die Auswahl potenziell geeigneter Stellen für die Bohrarbeiten.“ (NAPRO 2024, S. 93). Folgende Programmziele werden definiert (SUP-BERICHT 2024):

- Geologische Untersuchung der Standorte Tribeč und Rimavská kotlina, einschließlich einer *Bewertung der Umweltauswirkungen der Durchführung von Tiefbohrungen* (2024–2027).
- Geologische Untersuchung der Standorte Veporské vrchy, Stolické vrchy und Cerová vrchovina, einschließlich einer *Bewertung der Umweltauswirkungen der Durchführung von Tiefbohrungen* (2026–2030)

6.1.2 Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW

Seit 2001 ist am Standort Mochovce, etwa 2 km nordwestlich des Kernkraftwerks, das Endlager RÚ RAO für feste bzw. verfestigte schwach (LLW) und sehr schwach radioaktive Abfälle (VLLW) in Betrieb. Das RÚ RAO ist ein oberflächennahes Endlager für Abfälle, die nicht für eine spätere Rückholung vorgesehen sind (NAPRO 2024, S. 85ff). Das Endlager besteht aus zwei unabhängigen Strukturen für schwach radioaktive Abfälle und einer neu errichteten für sehr

⁷ Jadrová a vyradovacia spoločnosť, a. s.

schwach radioaktive Abfälle. Die Lagerstruktur besteht aus in Doppelreihen angeordneten Lagerboxen aus Stahlbeton mit Wandstärken von 600 mm und einem Inhalt von 3,1 m³.

Während des Betriebs sind die Lagerstrukturen mit einer Stahlhalle überdacht, die den Endlagerraum vor Witterungseinflüssen schützt. Nach Betriebsende soll das Lager mit einer Endabdeckung versehen werden. Derzeit laufen die Vorbereitungen für die Überdeckung der ersten Doppelreihe (NAPRO 2024, S. 87).

Das Endlager weist multiple Barrieren auf, die eine Freisetzung von Radionukliden verhindern sollen: die Matrize, in der die Abfälle fixiert sind, die Wand der Container aus Faserbeton, die Stahlbetonstruktur des Endlagers, die Füllung des Zwischenraums der Box, die mehrschichtige Endabdeckung und das Tonbeton. Die letzte Barriere ist eine geologische Formation mit niedriger Durchlässigkeit und hoher Sorptionskapazität. Weitere Angaben über die geologischen Bedingungen werden nicht gemacht. Das Endlager verfügt außerdem über ein Drainagesystem, um Wasser, das unter extrem ungünstigen Bedingungen in die Lagerboxen eindringen könnte, aufzufangen und zu kontrollieren.

Die grundlegende Sicherheitsanforderung an das Endlager ist der Ausschluss von Freisetzungen von Radionukliden, die zu einer Strahlenexposition der Bevölkerung führen würden, die über den in den geltenden Rechtsvorschriften festgelegten Werten und internationalen Normen liegt (NAPRO 2024). Dies gilt für die Phase des Betriebs, während der institutionellen Kontrolle sowie die Zeit nach Beendigung der institutionellen Kontrolle. Angaben über die Dauer der Kontrolle werden nicht gemacht.

6.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

6.2.1 Abgebrannte Brennelemente und HLW

Die Slowakei verfügt derzeit über kein Endlager für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente. Die Vorgehensweise bei der Suche nach einem Endlager wurde in den Jahren 2017 – 2018 geregelt wobei die Auswahl nach einem bereits zuvor festgelegten Katalog von Kriterien erfolgen soll. Die Standortauswahl soll bis 2030 abgeschlossen sein, das Endlager um 2065 in Betrieb gehen. Dieser Zeitplan, vor allem die Festlegung eines Standortes und eines Reservestandorts bis 2030, wird von den Autor:innen dieses Berichts aufgrund der Tatsache, dass bisher anscheinend an keinem Standort geophysikalische oder invasive geologische Tiefenerkundungen (Tiefbohrungen) vorgenommen wurden, als zu optimistisch betrachtet. Der Vergleich mit der Prospektion eines geologischen Tiefenlagers in der Schweiz zeigt beispielsweise, dass ein aussage-

kräftiges geophysikalisches Untersuchungsprogramm mit Reflexionsseismischen Aufnahmen⁸ und Tiefbohrungen deutlich längere Zeiträume als 5 Jahre in Anspruch nimmt. Die Planung, Akquisition und Interpretation von 3D-Seismik, die danach durchgeführten Tiefbohrungen und die Auswertung der geologisch-geophysikalischen Daten dauerte in der Schweiz etwa 10 Jahre.

Die SUP-Unterlagen lassen offen, wie mit radioaktiven Abfällen verfahren werden soll, die als „mittel radioaktiv“ (ILW) klassifiziert werden⁹. NAPRO 2024 (S. 90) erwähnt, dass das geplante Endlager in tiefen geologischen Formationen für die Lagerung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen, „die nicht im RÚ RAO endgelagert werden können“, genutzt werden soll. Die Formulierung ist möglicherweise so zu verstehen, dass das geologische Tiefenlager auch für die Endlagerung mittel radioaktiver Abfälle genutzt werden soll.

Für die Auswahl möglicher Standorte und deren Untersuchung wird in den Richtlinien der IAEA (2011a) eine „stufenweise Vorgangsweise“ vorgeschlagen, in der zu Beginn mehrere Standorte auf ihre Eignung als geologische Endlager untersucht und anhand von quantitativen Eignungskriterien verglichen werden. Die Regelungen und Vorgehensweisen, die der schrittweisen dreistufigen Endlagersuche im Rahmen des „Sachplans Geologische Tiefenlager“ in Schweiz zugrunde liegen (ENSI 2015), können in diesem Zusammenhang als „Best Practice“ bezeichnet werden.

Die slowakische Vorgangsweise, Auswahlkriterien vor Beginn der Standortwahl festzulegen, und einem Stufenplan zu folgen, erscheint in diesem Zusammenhang als gute Praktik und wird von den Autor:innen begrüßt.

6.2.2 Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW

Die Slowakei betreibt das oberflächennahe Endlager für schwach (LLW) und sehr schwach radioaktive Abfälle RÚ RAO in der Nähe von Mochovce. Die Lagerung erfolgt in Lagerboxen aus Stahlbeton mit Wandstärken von 600 mm, die während des Betriebs mit einer Stahlhalle überdacht und somit vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Das Lager weist multiple technische (Lagergebäude, Betonboxen) und geologische Barrieren auf (Formation mit niedriger Durchlässigkeit und hoher Sorptionskapazität) auf. Nach Betriebsende wird das Lager mit einer Endabdeckung versehen. Die verfügbaren SUP-Unterlagen enthalten darüber hinaus keine detaillierte Beschreibung der Lagerstrukturen.

⁸ Für die Bewertung der Standorte Cerová vrchovina und Rimavská kotlina mit Wirtsgesteinen in paläogenen Sedimenten werden 3D-Seismikdaten als unbedingt erforderlich angesehen.

⁹ „Intermediate level waste (ILW)“ nach IAEA Klassifizierung (IAEA 2011b): Abfälle, die aufgrund ihres Gehalts, insbesondere langlebiger Radionuklide, ein höheres Maß an Isolierung erfordern, als sie von oberflächennahen Endlagern gewährleistet wird.. ... Abfälle dieser Klasse müssen in größeren Tiefen entsorgt werden, in der Größenordnung von mehreren zehn Metern bis einigen hundert Metern.

Im Entsorgungsprogramm von 2015 wird außerdem der Zeitraum von 300 Jahren für Kontrollen nach Verschluss als ursprünglich gesetzlich vorgesehen benannt. NAPRO (2015, S. 48) Dabei erfolgt ein Verweis auf den Atomic Act §22, dort ist jedoch keine konkrete Dauer festgelegt.

Nach Einschätzung von UMWELTBUNDESAMT (2008a) entspricht das oberflächennahe Lager Mochovce den Anforderungen der IAEA (1999) und damit dem internationalen Stand der Technik. Gleiches gilt für die Dauer des Kontrollzeitraums, der im Einklang mit den Halbwertszeiten der endgelagerten Radioisotope ist. Eine aktuellere Einschätzung ist aufgrund der wenig ausführlichen Dokumentation in den SUP-Unterlagen nicht möglich.

6.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

6.3.1 Abgebrannte Brennelemente und HLW

Die fünf möglichen Standortgebiete für geologische Tiefenlager liegen in den hydrologischen Einzugsgebieten der Flüsse Váh (Veľký Tribeč), Hron (Veporské vrchy) und Slaná (Stolické vrchy, Cerová vrchovina und Rimavská kotlina. Váh und Hron entwässern östlich von Bratislava in die Donau, die Slaná ist ein Nebenfluss der Theiss, die nördlich von Belgrad ebenfalls in die Donau mündet. Das Österreich am nächsten gelegene Standortgebiet Veľký Tribeč ist ca. 90 – 100 km von der österreichisch-slowakischen Grenze entfernt. Die Entfernung zu den anderen möglichen Standorten beträgt etwas mehr als 200 km.

Eine hydrologische Verbindung zu österreichischem Staatsgebiet besteht daher für keines der fünf möglichen Standortgebiete. Stör- und Unfallszenarien, die zu grenzüberschreitenden Auswirkungen führen können, beschränken sich auf Emissionen in die Atmosphäre. Eine detaillierte Einschätzung der Auswirkungen solcher Emissionen ist in diesem Rahmen nicht möglich.

6.3.2 Radioaktive Abfälle: LILW und VLLW

Das oberflächennahe Endlager für schwach (LLW) und sehr schwach (VLLW) radioaktive Abfälle RÚ RAO in der Nähe von Mochovce liegt im Einzugsgebiet der Flüsse Hron oder Žitava (die genaue geographische Lage ist in den SUP-Dokumenten nicht angegeben). Beide Flüsse entwässern unterhalb von Bratislava in die Donau. Die Entfernung zur österreichischen Grenze beträgt etwas mehr als 100 km.

Eine hydrologische Verbindung zu österreichischem Staatsgebiet besteht daher nicht. Stör- und Unfallszenarien, die zu grenzüberschreitenden Auswirkungen

führen können, beschränken sich auf Emissionen in die Atmosphäre. Eine detaillierte Einschätzung der Auswirkungen solcher Emissionen ist in diesem Rahmen nicht möglich.

6.3.3 Fragen

F23: Enthält der Katalog von 58 Merkmalen, die als Auswahlkriterien und für die Bewertung der Eignung von Standorten für ein geologisches Tiefenlager herangezogen werden, quantitative Anforderungen an die geologischen Eigenschaften des Wirtsgesteins wie zum Beispiel die maximal erlaubte hydraulische Durchlässigkeit und den Mindestabstand von Strukturen des Tiefenlagers von grundwasserführenden tektonischen Störungszonen?

F24: Welche geophysikalische und bohrtechnische Tiefensondierungen wurden in den fünf möglichen Standortgebieten für ein geologisches Tiefenlager bisher durchgeführt?

F25: Im Rahmen des Programms der I. Phase des Nationalen Programms für die Standortsuche eines geologischen Tiefenlagers sollen 2022 - 2030 „die Definition der projizierten geologischen Arbeiten und Methoden“ einschließlich der „Bewertung der Umweltauswirkungen der Durchführung von Tiefbohrungen“ erfolgen (NAPRO 2024, S. 96). Da die Formulierung offenlässt, ob bzw. welche geologischen Untersuchungen tatsächlich durchgeführt werden sollen, wird um Erläuterung ersucht.

F26: Welche geologischen, geophysikalischen, hydrogeologischen, tiefbohrtechnischen (etc.) Untersuchungen sind in den fünf möglichen Standortgebieten für ein geologisches Tiefenlager bis 2030 geplant und umsetzbar?

F27: Erfordert das Nationale Programm für die Standortsuche eines geologischen Tiefenlagers Planungen für die Rückholbarkeit der eingelagerten hoch radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente in einer Phase nach der Einlagerung?

F28: Was sind die grundlegenden Sicherheitsanforderung, die ein geologisches Tiefenlager nach slowakischem Recht und Regelungen erfüllen muss? Welche Anforderungen werden an den Sicherheitsnachweis des Tiefenlagers gestellt?

F29: Für welche Zeiträume sind die institutionellen Kontrollen des geologischen Tiefenlagers und des oberflächennahen LLW-Endlagers nach Betriebsende geplant?

F30: Die SUP-Unterlagen lassen offen, wie mit radioaktiven Abfällen verfahren werden soll, die als „mittel radioaktiv“ klassifiziert werden (Intermediate Level Waste, ILW, nach IAEA-Definition). Sollen Abfälle dieser Abfallklasse ebenfalls im geplanten geologischen Tiefenlager endgelagert werden?

F31: Wie ist die geologische Barriere des Endlagers RÚ RAO für schwach und sehr schwach radioaktive Abfälle beschaffen, und wie hoch ist die hydraulische Durchlässigkeit der Sedimente?

F32: Welche technischen Maßnahmen und welche Materialien sind für die Abdeckung des Endlagers RÚ RAO für schwach und sehr schwach radioaktive Abfälle vorgesehen? Welche Mächtigkeit (Dicke) ist für die Abdeckung vorgesehen?

F33: Der Prozess der Standortauswahl wurde 2023 von einer IAEA ARTEMIS Mission (ARTEMIS 2023) beurteilt. Wie werden die daraus resultierenden Empfehlungen in der weiteren Standortauswahl und den geplanten Standortuntersuchungen umgesetzt?

6.3.4 Vorläufige Empfehlungen

VE11: Es wird empfohlen, bei der Standortauswahl des geologischen Tiefenlagers für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente die Erkenntnisse aus der Endlagersuche in der Schweiz zu berücksichtigen. Im Schweizer Auswahlverfahren wurden Standorte in Kristallingesteinen frühzeitig aufgrund der hohen Prognoseunsicherheit ausgeschieden, die finale Standortsuche beschränkte sich auf Wirtsgesteine in Tonformationen.

7 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN AUF ÖSTERREICH

7.1 Darstellung in den SUP-Dokumenten

Im SUP-Bericht wird davon ausgegangen, dass keine erheblichen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen aus der Entsorgung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen zu erwarten sind. (SUP-BERICHT 2024, S. 175)

7.2 Diskussion und Bewertung unter Bezugnahme auf die SUP 2008

Um bewerten zu können, ob es zu negativen Auswirkungen des Entsorgungsprogramms auf Österreich kommen kann, bedarf es einer Berechnung von schweren, auslegungsüberschreitenden Unfällen im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente, aber auch bei möglichen Transportunfällen, wie bereits in Kapitel 4 dargelegt. Dies sollte unter der Annahme einer möglichst ungünstigen Wettersituation für österreichisches Gebiet vorgenommen werden.

Bei einem schweren Unfall kann es auch zu einer erheblichen Betroffenheit Österreichs kommen, wenn landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen laut Maßnahmenkatalog (MASSNAHMENKATALOG 2022) ergriffen werden müssen. Der Maßnahmenkatalog sieht bereits bei geringen erwarteten Kontaminationen die Einleitung landwirtschaftlicher Schutzmaßnahmen vor. Darin findet sich u. a. die Maßnahme V06 („Unverzügelte Ernte von vermarktungsfähigen Produkten, insbesondere von lagerfähigen Produkten“) mit ihr zugeordneten (Prognose-)Werten:

Tabelle 3: (Prognose-)Werte für die landwirtschaftliche Maßnahme V06 (MASSNAHMENKATALOG 2022, S. 37f.)

	Zeitintegrierte Luftkonzentration bei trockener Deposition		Bodenkontamination		Luftkonzentration bei nasser Deposition	
	Iod Bq*h/m ³	Cs Bq*h/m ³	Iod Bq/m ²	Cs Bq/m ²	Iod Bq/m ³	Cs Bq/m ³
Start von Maßnahme V06	170	360	700	650	12	7

Laut Maßnahmenkatalog können bei Überschreiten dieser (Prognose-)Werte im ungünstigsten Fall die EU-Höchstwerte für Nahrungsmittel (in diesem Fall Blattgemüse) überschritten werden.

Es wäre wünschenswert, wenn die Berechnungen eines schweren Unfalls aus dem Zwischenlager Kontaminationsergebnisse entsprechend der obigen Tabelle liefern könnten, um überprüfen zu können, ob Österreich im Falle eines schweren Unfalls landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen ergreifen müsste.

Weiters wären Ergebnisse der Unfallberechnungen zur Dosis wünschenswert, die mit den Richtwerten aus dem österreichischen Notfallplan vergleichbar sind.

Tabelle 4: Interventionsmaßnahmen in Österreich laut BMK (2024, S. 131f.)

Schutzmaßnahme	Dosis für Personen < 18 Jahre, Schwangere mSv	Dosis für Erwachsene mSv	Art der Dosis
Aufenthalt im Gebäude	1	10	Effektive Erwartungsdosis über max. 2 Tage aus externer Strahlung und Inhalation
Iodprophylaxe	10	100	Erwartete Schilddrüsendosis über max. 2 Tage aus Inhalation
Evakuierung	50	50	Vermeidbare effektive Dosis über max. 2 Tage aus externer Strahlung und Inhalation
Zeitweise Umsiedlung	30	30	Effektive Erwartungsdosis über 30 Tage aus Bodenstrahlung
Dauerhafte Umsiedlung	100	100	Effektive Erwartungsdosis über 1 Jahr aus Bodenstrahlung

7.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Im Rahmen der SUP sollten schwere, auslegungsüberschreitende Unfälle im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente und auf möglichen Transportrouten berechnet werden, um mögliche erhebliche negative Auswirkungen auf Österreich prüfen zu können. Es wären Berechnungsergebnisse wünschenswert, die einen Vergleich sowohl mit den österreichischen Interventionsmaßnahmen als auch mit landwirtschaftlichen Schutzmaßnahmen erlauben.

8 FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN

8.1 Überblick über das Nationale Entsorgungsprogramm und das SUP-Verfahren

8.1.1 Fragen

F1: Wird die Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente als eine Option betrachtet? Wenn ja, wie und wann erfolgt eine Entscheidung dafür?

F2: Wird die Slowakische Republik eine Mitgliedschaft im Verein ERDO anstreben?

F3: Ist es eine Option, in der Slowakischen Republik ein bi- oder multinationales Endlager für radioaktive Abfälle und/oder abgebrannte Brennelemente zu errichten?

F4: Was ist vorgesehen für den Fall, dass das Tiefenendlager nicht 2065 in Betrieb gehen kann?

F5: Wie hoch ist der Nationale Entsorgungsfonds derzeit dotiert?

F6: Wie hoch wird die Dotierung des Nationalen Entsorgungsfonds mit Ende der Laufzeiten aller KKW geschätzt?

F7: Was ist vorgesehen, wenn die Mittel des Nationalen Entsorgungsfonds zur Finanzierung der Entsorgung nicht ausreichen?

8.1.2 Vorläufige Empfehlungen

VE1: Es wird empfohlen, die Öffentlichkeit möglichst frühzeitig und durchgehend in die Endlagersuche einzubinden, um mögliche Lösungen sozial akzeptabler zu machen.

VE2: Die Empfehlungen der ARTEMIS Mission sollten möglichst rasch umgesetzt werden.

8.2 Abfallmengen und Klassifizierung

8.2.1 Fragen

F8: Abgrenzung von LLW und ILW: Wieviel Bq/g an Alphastrahlern dürfen in LLW, und wieviel in ILW enthalten sein?

F9: Wie erfolgt die Bereitstellung weiterer Doppelreihen für die Nutzung im oberflächennahen LLW-Endlager in Mochovce?

F10: Welche Ausbaustufen sind für das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Bohunice vorgesehen?

F11: Wird es zu einer Rücknahme der Brennelemente kommen, die in die damalige UdSSR bzw. Russische Föderation verbracht wurden, oder verbleiben diese in Russland?

8.2.2 Vorläufige Empfehlungen

VE3: Es wird empfohlen, dass Zwischenlagerkapazitäten für abgebrannte Brennelemente so zur Verfügung gestellt werden, dass ein möglicherweise späterer Betriebsbeginn des tiefengeologischen Endlagers keine Engpässe in den Zwischenlagerkapazitäten bewirkt.

8.3 Konditionierung

8.3.1 Fragen

F12: Ist auch für die Konditionierungsanlage in Mochovce eine Einstellung des Bituminierungsverfahren geplant?

8.4 Zwischenlagerung

8.4.1 Fragen

F13: Wie lange müssen die in das Zwischenlager Bohunice transportierten Brennelemente im Nasslagerteil abkühlen, bis diese die Anforderungen für die Annahme des trockenen Lagerteils des Zwischenlagers erfüllen?

F14: Wird in der periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSR) für das Zwischenlager Bohunice für abgebrannte Brennelemente überprüft, ob die in den Stör- und Unfallanalysen unterstellten externen Einwirkungen auf aktuellen und repräsentativen Daten beruhen und die betrachteten internen und externen Ereignisse nach den aktuellen IAEA-Anforderungen vollständig sind?

F15: Welche Gründe waren ausschlaggebend für die Verschiebung/Aufgabe des Baus des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente in Mochovce?

F16: Wurde im Rahmen der Erstellung des aktuellen Entsorgungsprogramms die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce oder eines Zwischenlagers für radioaktive Abfälle geprüft?

F17: Wurde für das integrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle eine periodische Sicherheitsüberprüfung (PSR) durchgeführt? Welche Ergebnisse hatte diese?

F18: Welche Gründe führten in der Stellungnahme MŽP SR Nr. 2069/2012-3.4/hp, zu der Bedingung, dass nur radioaktive Abfälle vom Standort Bohunice im integralen Zwischenlagerlager gelagert werden können?

F19: Welche Schritte wurden bereits unternommen, um ein zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle am Standort Bohunice einzurichten? Weshalb wird diese Option gegenüber einem Zwischenlager für radioaktive Abfälle am Standort Mochovce bevorzugt?

F20: Entsprechen die Lager für radioaktive Abfälle an den KKW noch den aktuellen Sicherheitsanforderungen der IAEA an eine Lagerung von radioaktiven Abfällen?

F21: Wie lange lagern die betrieblichen unkonditionierten Abfälle maximal in den KKW und der Konditionierungsanlage?

8.4.2 Vorläufige Empfehlungen

VE4: Es wird empfohlen, die Verwendung modernster Lagertechnologien für die Erweiterung der Zwischenlagerkapazitäten (statt des Blocklagers) ohne Nutzung des vorhandenen Nasslagers zu erwägen.

VE5: Es wird weiterhin empfohlen, den Betrieb des Nasslagers so bald wie möglich zu beenden. Es wird eine möglichst schnelle Inbetriebnahme eines Zwischenlagers in trockener Lagerart und die Umlagerung aller Brennelemente aus dem Nasslager dorthin empfohlen.

VE6: Weiterhin wird empfohlen, ein Zwischenlager am Standort Mochovce für die Lagerung der abgebrannten Brennelemente der dortigen Kernkraftwerke zu errichten, das den aktuellen Sicherheitsanforderungen entspricht.

VE7: Es wird empfohlen, vor der nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms die Vor- und Nachteile der Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Standort Mochovce nach sicherheitstechnischen Aspekten zu bewerten.

VE8: Es wird empfohlen, die Auswirkungen von möglichen auslegungsüberschreitenden Unfällen unabhängig von ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln. Es wird weiterhin empfohlen, auch für das betriebene Nasslager mögliche Auswirkungen schwerer Unfälle sowie Maßnahmen zu ihrer Minderung zu ermitteln.

VE9: Im Rahmen der Störfallanalysen sollten für die Zwischenlager auch ausleuchtungsüberschreitende Einwirkungen aufgrund von sonstigen Einwirkungen Dritter betrachtet werden, um mögliche weitere Schutzpotenziale zu identifizieren. Ein passiver Schutz, insbesondere durch dicke Außenmauern des Gebäudes oder eine Lagerung unterhalb der Erdoberfläche, ist gegenüber anderen Maßnahmen vorzuziehen.

8.5 Transporte

8.5.1 Fragen

F22: Welche Sicherheitsanforderungen werden aktuell an Transporte von radioaktiven Stoffen und abgebrannten Brennelementen gestellt?

8.5.2 Vorläufige Empfehlungen

VE10: Es wird empfohlen, im Rahmen des Nationalen Entsorgungskonzepts als Zielsetzung eine Minimierung der Transporte zu setzen. Die notwendigen Transporte sollten dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Anforderungen an Sicherheit und Sicherung erfüllen.

8.6 Endlagerung

8.6.1 Fragen

F23: Enthält der Katalog von 58 Merkmalen, die als Auswahlkriterien und für die Bewertung der Eignung von Standorten für ein geologisches Tiefenlager herangezogen werden, quantitative Anforderungen an die geologischen Eigenschaften des Wirtsgesteins wie zum Beispiel die maximal erlaubte hydraulische Durchlässigkeit und den Mindestabstand von Strukturen des Tiefenlagers von grundwasserführenden tektonischen Störungszonen?

F24: Welche geophysikalische und bohrtechnische Tiefensondierungen wurden in den fünf möglichen Standortgebieten für ein geologisches Tiefenlager bisher durchgeführt?

F25: Im Rahmen des Programms der I. Phase des Nationalen Programms für die Standortsuche eines geologischen Tiefenlagers sollen 2022 - 2030 „die Definition der projizierten geologischen Arbeiten und Methoden“ einschließlich der „Bewertung der Umweltauswirkungen der Durchführung von Tiefbohrungen“ erfolgen

(NAPRO 2024, S. 96). Da die Formulierung offenlässt, ob bzw. welche geologischen Untersuchungen tatsächlich durchgeführt werden sollen, wird um Erläuterung ersucht.

F26: Welche geologischen, geophysikalischen, hydrogeologischen, tiefbohrtechnischen (etc.) Untersuchungen sind in den fünf möglichen Standortgebieten für ein geologisches Tiefenlager bis 2030 geplant und umsetzbar?

F27: Erfordert das Nationale Programm für die Standortsuche eines geologischen Tiefenlagers Planungen für die Rückholbarkeit der eingelagerten hoch radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente in einer Phase nach der Einlagerung?

F28: Was sind die grundlegenden Sicherheitsanforderung, die ein geologisches Tiefenlager nach slowakischem Recht und Regelungen erfüllen muss? Welche Anforderungen werden an den Sicherheitsnachweis des Tiefenlagers gestellt?

F29: Für welche Zeiträume sind die institutionellen Kontrollen des geologischen Tiefenlagers und des oberflächennahen LLW-Endlagers nach Betriebsende geplant?

F30: Die SUP-Unterlagen lassen offen, wie mit radioaktiven Abfällen verfahren werden soll, die als „mittel radioaktiv“ klassifiziert werden (Intermediate Level Waste, ILW, nach IAEA-Definition). Sollen Abfälle dieser Abfallklasse ebenfalls im geplanten geologischen Tiefenlager endgelagert werden?

F31: Wie ist die geologische Barriere des Endlagers RÚ RAO für schwach und sehr schwach radioaktive Abfälle beschaffen, und wie hoch ist die hydraulische Durchlässigkeit der Sedimente?

F32: Welche technischen Maßnahmen und welche Materialien sind für die Abdeckung des Endlagers RÚ RAO für schwach und sehr schwach radioaktive Abfälle vorgesehen? Welche Mächtigkeit (Dicke) ist für die Abdeckung vorgesehen?

F33: Der Prozess der Standortauswahl wurde 2023 von einer IAEA ARTEMIS Mission (ARTEMIS 2023) beurteilt. Wie werden die daraus resultierenden Empfehlungen in der weiteren Standortauswahl und den geplanten Standortuntersuchungen umgesetzt?

8.6.2 Vorläufige Empfehlungen

VE11: Es wird empfohlen, bei der Standortauswahl des geologischen Tiefenlagers für hoch radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente die Erkenntnisse aus der Endlagersuche in der Schweiz zu berücksichtigen. Im Schweizer Auswahlverfahren wurden Standorte in Kristallingesteinen frühzeitig aufgrund der hohen Prognoseunsicherheit ausgeschieden, die finale Standortsuche beschränkte sich auf Wirtsgesteine in Tonformationen.

9 REFERENZEN

- ANHANG 1 (2024): Auswertung der spezifischen Anforderungen des Umfangs der Evaluation.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_entsorgung2024/uvp_natpro_sr_anhang1_2024.pdf.
- ANHANG 2 (2024): Auswertung der Stellungnahmen und Anforderungen, die zum Entwurf des Umfangs der Evaluation des strategischen Dokuments eingegangen sind.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_entsorgung2024/uvp_natpro_sr_anhang2_2024.pdf.
- ANHANG 3 (2024): Auswertung der Stellungnahmen und Anforderungen, die zur Bekanntmachung des strategischen Dokuments eingegangen sind.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_entsorgung2024/uvp_natpro_sr_anhang3_2024.pdf.
- ARTEMIS (2023): Integrated review service for radioactive waste and spent fuel management, decommissioning and remediation (ARTMEIS). Mission to Slovakia. Bratislava, 12-22 February 2023. IAEA.
- BMK (2024): Gesamtstaatlicher Notfallplan: Ereignisse in Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Anlagen. (Austrian Emergency Plan).
- BMKOES (2023): Praxisleitfaden: Partizipation im digitalen Zeitalter. Ein Leitfaden zur Gestaltung von Partizipationsprozessen entlang des politisch-administrativen Policy-Cycles. Lange, D., Straub, S., Metz, C., Montag, B., Rosenbichler, U.. Wien.
- EC REPORT (2024): REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on progress of implementation of Council Directive 2011/70/EURATOM and an inventory of radioactive waste and spent fuel present in the Community's territory and the future prospects. THIRD REPORT. COM(2024) 197 final. 23.05.2024.
- EC SWD 123 (2024): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. Progress of implementation of Council Directive 2011/70/EURATOM. Accompanying the document REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on progress of implementation of Council Directive 2011/70/EURATOM and an inventory of radioactive waste and spent fuel present in the Community's territory and the future prospects - THIRD REPORT {COM(2024) 197 final} - {SWD(2024) 127 final}. 22.05.2024.

EC SWD 127 (2024): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. Inventory of radioactive waste and spent fuel present in the Community's territory and the future prospects. Accompanying the document. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on progress of implementation of Council Directive 2011/70/EURATOM and an inventory of radioactive waste and spent fuel present in the Community's territory and the future prospects - THIRD REPORT. 22.05.2024.

ENSI (2015): Sachplan geologische Tiefenlager (SGT).

<http://www.ensi.ch/de/aufsicht/entsorgung/geologische-tiefenlager/das-sachplanverfahren/>.

ENTSORGUNGSSSTRATEGIE (2008): Entsorgungsstrategie der Kernenergienutzung (Back-End). Nationaler Atomfonds.

https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_backend/sk_backend_strategie.pdf.

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

IAEA – International Atomic Energy Agency (2011a): Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guide. IAEA Safety Standards Series SSG-14, Vienna. <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8535/Geological-Disposal-Facilities-for-Radioactive-Waste-Specific-Safety-Guide>.

IAEA – International Atomic Energy Agency (2011b): Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements SSR-5, Vienna. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1449_web.pdf

IAEA – International Atomic Energy Agency (2020): Storage of Nuclear Fuel; IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide, No. SSG-15 (Rev. 1), Wien 2020

JAVYS (2011): Integrallager für radioaktiven Abfall. Deutsche Zusammenfassung. Dokument des Vorverfahrens. 82 Seiten, Bratislava Feb. 2011 (UVP-Scoping Dokument)

MASSNAHMENKATALOG (2022): Maßnahmenkatalog für radiologische Notfälle. Gesamtstaatlicher Notfallplan. BMK. Wien.

NAPRO (2015): National Nuclear Fund for decommissioning of the nuclear installations and for handling of spent nuclear fuel and radioactive wastes. The National Programme for Handling of Spent Nuclear Fuel and Radioactive Wastes in SR. Approved by the Board of Governors of NJF, 08.26.2014 and by the Government of SR, 07.08.2015. https://www.njf.sk/wp-content/uploads/2020/05/The_National_Programme_for_handling_of_SNF_and_RAW_in_SR.pdf.

NAPRO (2024): Nationales Entsorgungsprogramm für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle in der Slowakischen Republik. Národný Jadrový Fond (Nationaler Entsorgungsfonds). Bratislava. https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_entsorgung2024/entsorgung_natpro_sr_2024_de.pdf

- NATIONALER ATOMFONDS (2008): Entsorgungsstrategie der Kernenergienutzung (Back-End).
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_backend/sk_backend_strategie.pdf&ved=2ahUKewiuKj3Uo9KJAxUW9LsIHUjHKsUQFnoECBcQAQ&usg=AOvVaw2-fV7MaaObjOR17W7IWM5i
- STANDPUNKT (2008): Standpunkt Nummer: 5131/2007-3.4/hp vom Umweltministerium der SR gemäß UVP- Gesetz Nr. 24/2006 Slg. und die Veränderung und Ergänzung einiger Gesetze. Arbeitsübersetzung Standpunkt SK Nukleare Entsorgungsstrategie (Back – end).
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_backend/standpunkt_sk_entsorgung.pdf
- STANDPUNKT (2016): Ausbau der Lagerkapazität des Zwischenlagers für abgebrannten Kernbrennstoff am Standort Jaslovské Bohunice. Abschließende Stellungnahme (1604/2016 – 3.4/hp) ausgegeben vom Umweltministerium der Slowakischen Republik laut Gesetz Nr. 24/2006 GBl. über die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt und über Änderungen und Ergänzungen einiger Gesetze im Wortlaut späterer Vorschriften. Für Österreich relevante Passagen in dt. Übersetzung.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/uvp_nasslager_ebo/standpunkt_zwilag_ebo_dt.pdf
- SUP-BERICHT (2008): Nukleare Entsorgungsstrategie (Back-End). UVP-Bericht zur nuklearen Entsorgungsstrategie. Nationaler Atomfonds.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_backend/sk_backend_uvp_strategie.pdf
- SUP-BERICHT (2024): Bericht über die Bewertung des strategischen Dokuments Nationales Entsorgungsprogramm für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle in der Slowakischen Republik. Auftraggeber: Národný Jadrový Fond (Nationaler Entsorgungsfonds). Bearbeitung: Enviconsult spol.s r.o. https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/slowakei/sk_entsorgung2024/uvp_bericht_natpro_sr_2024_de.pdf
- UJD SR (2020): National Report of the Slovak Republic, compiled in terms of the Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radwaste management; August 2020:
- UMWELTBUNDESAMT (2008a): Wenisch, A.; Neumann, W.; Mraz, G. & Becker, O.: Entsorgungsstrategie Slowakische Republik. Fachstellungnahme zur Strategischen Umweltprüfung. Im Auftrag des BMLFUW, Abt. V/6 Nuklearoordination. Rep-0130, Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0130.pdf>

- UMWELTBUNDESAMT (2008b): Wenisch, A.; Neumann, W.; Mraz, G. & Becker, O.: Entsorgungsstrategie Slowakische Republik. Bericht zur bilateralen Konsultation vom 14.5.2008 in Bratislava. Im Auftrag des BMLFUW, Abt. V/6 Nuklearkoordination. Rep-0166, Wien.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0166.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Becker, O., Neumann, W., Indradiningrat, A.Y., Hirsch, H., Wallner, A.. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente am KKW Standort Mochovce – Fachstellungnahme zum UVP-Scoping-Dokument. Im Auftrag des BMLFUW, Abt. V/6 Nuklearkoordination sowie des Landes Niederösterreich. Rep-0472, Wien.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0472.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2015a): Becker, O., Indradiningrat, A.Y. & Mraz, G.: Ausbau der Lagerkapazität für abgebrannte Brennelemente am Standort Jaslovské Bohunice. Fachstellungnahme zum Bewertungsbericht. Im Auftrag des BMLFUW, Abt. I/6 Nuklearkoordination. Rep-0528, Wien.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0528.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2015b): Becker, O. & Mraz, G.: Ausbau der Lagerkapazität für abgebrannte Brennelemente am Standort Jaslovské Bohunice. Konsultationsbericht und abschließende Fachstellungnahme. Im Auftrag des BMLFUW, Abt. I/6 Nuklearkoordination. Wien.
- UNECE (2015): Maastricht Recommendations on Promoting Effective Public Participation in Decision-making in Environmental Matters prepared under the Aarhus Convention.
- WALLNER und WENISCH (2011a): Erweiterung der Endlagerstätte für schwach und mittel radioaktive Abfälle in Mochovce und Errichtung einer Lagerstätte für sehr schwach radioaktive Abfälle (UVP Vorverfahren). Fachstellungnahme zum Entwurf einer Umweltverträglichkeitserklärung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Scoping Dokument). Erstellt im Auftrag der NÖ Landesregierung. Wien.
- WALLNER und WENISCH (2011b): Errichtung eines Integrallagers für radioaktive Abfälle in der Slowakischen Republik (UVP Vorverfahren). Fachstellungnahme zum Entwurf einer Umweltverträglichkeitserklärung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Scoping Dokument).). Erstellt im Auftrag der NÖ Landesregierung. Wien.

10 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Endlagerkapazität des oberflächennahen Endlagers für LLW in Mochovce (RÚ RAO). VBK = Betoncontainer	27
Abbildung 2:	Zeitabhängige Endlagerung von Betonfässern (VBK) im oberflächennahen LLW-Endlager in Mochovce.....	28
Abbildung 3:	Endlagerkapazität des oberflächennahen Endlagers für VLLW in Mochovce (RÚ RAO). VNAO = VLLW.....	29
Tabelle 1:	Überblick über die Entsorgungsanlagen (NAPRO 2024, S. 27)....	17
Tabelle 2:	Bestand an abgebrannten Brennelementen und die erwartete zukünftige Gesamtmenge (NAPRO 2024, S. 40ff.).....	26
Tabelle 3:	(Prognose-)Werte für die landwirtschaftliche Maßnahme V06 (MASSNAHMENKATALOG 2022, S. 37f.)	57
Tabelle 4:	Interventionsmaßnahmen in Österreich laut BMK (2024, S. 131f.).....	58

11 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADR.....	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter
BE	Brennelement
BMK.....	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Österreich
BMLFUW	Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (heute: BMK)
Bq	Becquerel
BSC	Abfallbehandlungszentrum Bohunice, Teil von TSÚ RAO
Cs-137	Cäsium-137
EBO.....	KKW Bohunice
EMO.....	KKW Mochovce
ERDO.....	European Repository Development Organization
FS KRAO	Konditionierungsanlage für flüssige radioaktive Abfälle in Mochovce
HLW.....	Hoch radioaktive Abfälle, high level waste
I-131	Iod-131
IAEO.....	Internationale Atomenergieorganisation
ILW.....	Mittel radioactive Abfälle, intermediate level waste
IS RAO	Integrallager, Zwischenlager für radioaktive Abfälle
JAVYS, a.s.	Nuclear and decommissioning company in SR
JE.....	KKW
JZ.....	Kernanlage ohne Reaktor
KKW.....	Kernkraftwerk
LILW.....	Schwach und mittel radioaktive Abfälle, low and intermediate level waste
LLW.....	Schwach radioaktive Abfälle, low level waste
MSK	Medwedew-Sponheuer-Karnik-Skala
mSv.....	MilliSievert, ein Tausendstel Sievert

MSVP	Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Bohunice
MWe	MegaWatt elektrisch
MWth	MegaWatt thermisch
MŽP	Umweltministerium der Slowakischen Republik
NJF	Nationaler Entsorgungsfonds, Národná Jadrový Fond
PRAO	Feste radioaktive Abfälle
PSÜ, PSR	Periodische Sicherheitsüberprüfung, Periodic Safety Review
RAO	Slowakische Bezeichnung für radioaktive Abfälle
RID	Verordnung über die internationale Beförderung gefährlicher Güter
RÚ RAO	Oberflächennahes Endlager für LLW und VLLW
SE	Slovenske Elektrarne
SM	Schwermetall
SR	Slowakische Republik
SUP	Strategische Umweltprüfung
TSÚ RAO	Konditionierungsanlage in Bohunice
ÚJD	Atomaufsichtsbehörde der Slowakischen Republik
UVE	Umweltverträglichkeitserklärung, heute: UVP-Bericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBK	Faserbetoncontainer
VLLW	Sehr schwach radioaktive Abfälle, very low level waste
VNAO	Slowakische Bezeichnung für VLLW
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at