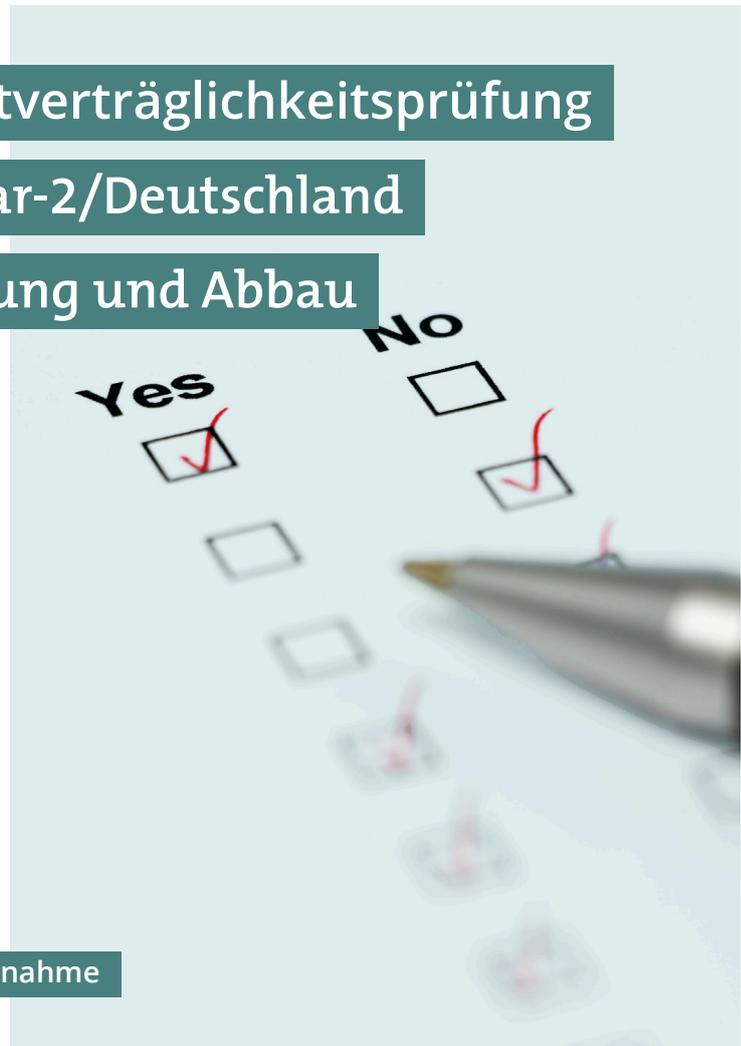


Umweltverträglichkeitsprüfung

KKW Isar-2/Deutschland

Stilllegung und Abbau



# UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG KKW ISAR-2/DEUTSCHLAND STILLEGUNG & ABBAU

*Fachstellungnahme*

Oda Becker  
Gabriele Mraz

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

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

REPORT  
REP-0789

WIEN 2021

**Projektleitung** Franz Meister (Umweltbundesamt)

**AutorInnen** *BIEGE Nuklearexpertise*

Oda Becker, technisch-wissenschaftliche Konsultantin (Kap. 3, 4, 5, 7)

Gabriele Mraz, pulswerk GmbH (Kap. Einleitung, 1, 2, 7, Projektmanagement)

**Satz/Layout** Doris Weismayr (Umweltbundesamt)

**Übersetzung** Patricia Lorenz

**Umschlagfoto** © iStockphoto.com/imagestock

**Auftraggeber** Diese Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Sektion VI – Klima- und Energie, Abteilung VI/8 – Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten erstellt.

**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, 2021

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-613-5

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>9</b>
<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>1 VERFAHREN UND ALTERNATIVEN</b> .....	<b>14</b>
1.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten .....	14
1.2 Diskussion und Bewertung .....	16
1.3 Schlussfolgerungen .....	17
1.3.1 Fragen .....	17
<b>2 ENTSORGUNGSNACHWEIS</b> .....	<b>18</b>
2.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten .....	18
2.2 Diskussion und Bewertung .....	20
2.3 Schlussfolgerungen und Fragen .....	22
2.3.1 Fragen .....	22
<b>3 STILLEGUNG UND ABBAU: UMWELTAUSWIRKUNGEN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten .....	23
3.2 Diskussion und Bewertung .....	27
3.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen .....	31
3.3.1 Fragen .....	32
3.3.2 Vorläufige Empfehlungen .....	32
<b>4 UNFÄLLE</b> .....	<b>33</b>
4.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten .....	33
4.2 Diskussion und Bewertung .....	41
4.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen .....	47
4.3.1 Fragen .....	48
4.3.2 Vorläufige Empfehlungen .....	48
<b>5 UNFÄLLE DURCH BETEILIGUNG DRITTER</b> .....	<b>49</b>
5.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten .....	49
5.2 Diskussion und Bewertung .....	49
5.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen .....	53
5.3.1 Fragen .....	53

5.3.2	Vorläufige Empfehlungen.....	53
<b>6</b>	<b>GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN .....</b>	<b>54</b>
<b>6.1</b>	<b>Darstellung in den UVP-Dokumenten .....</b>	<b>54</b>
<b>6.2</b>	<b>Diskussion und Bewertung .....</b>	<b>54</b>
<b>6.3</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>56</b>
<b>7.1</b>	<b>Verfahren und Alternativen .....</b>	<b>56</b>
7.1.1	Fragen .....	56
<b>7.2</b>	<b>Entsorgungsnachweis .....</b>	<b>56</b>
7.2.1	Fragen .....	56
<b>7.3</b>	<b>Stilllegung und Abbau: Umweltauswirkungen .....</b>	<b>56</b>
7.3.1	Fragen .....	56
7.3.2	Vorläufige Empfehlungen.....	57
<b>7.4</b>	<b>Unfälle.....</b>	<b>57</b>
7.4.1	Fragen .....	57
7.4.2	Vorläufige Empfehlungen.....	57
<b>7.5</b>	<b>Unfälle durch Beteiligung Dritter.....</b>	<b>58</b>
7.5.1	Fragen .....	58
7.5.2	Vorläufige Empfehlungen.....	58
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>59</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>63</b>
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>64</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Kernkraftwerk Isar (KKI) besteht aus zwei Blöcken, Isar 1 und Isar 2. Es liegt am linken Flussufer der Isar westlich von Niederaichbach im Landkreis Landshut in Bayern. KKI 2 ist seit 1988 in Betrieb, Eigentümerinnen sind zu 75 % die PreussenElektra GmbH und zu 25 % die Stadtwerke München GmbH.

Die Betriebsbewilligung gemäß deutschem Atomgesetz endet spätestens am 31.12.2022. Die PreussenElektra GmbH hat am 01.07.2019 einen Antrag auf Erteilung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für KKI 2 gestellt. Das Genehmigungsverfahren für die Stilllegung und den Abbau beinhaltet auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung.

Deutschland hat im September 2021 Österreich über die geplante Stilllegung und den Abbau von KKI 2 als vorgeschlagene Aktivität im Rahmen der Espoo Konvention und der UVP-Richtlinie der EU notifiziert und Österreich beteiligt sich an der grenzüberschreitenden UVP.

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

### Verfahren und Alternativen

Im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltprüfung wurden Informationen zu allen Themenbereichen vorgelegt, die in einer UVP behandelt werden müssen. Eine mögliche nachteilige Betroffenheit Österreichs könnte durch radioaktive Ableitungen, Stör- und Unfälle und radioaktive Abfälle im Zuge des Vorhabens erfolgen, dies wird in der Fachstellungnahme bewertet.

Für KKI 2 wird der direkte Abbau durchgeführt werden, die Alternative des sicheren Einschusses über einen längeren Zeitraum vor Beginn des Abbaus ist nicht länger im deutschen Atomgesetz vorgesehen.

### Entsorgungsnachweis

Im Zuge der Stilllegung und des Abbaus von KKI 2 fallen abgebrannte Brennelemente, aktivierte Anlagenteile und weitere Arten von radioaktiven Abfällen an. Ein Entsorgungsnachweis wird in den UVP-Dokumenten nur teilweise vorgelegt.

Die abgebrannten Brennelemente werden im Brennelemente-Zwischenlager BZI am Standort zwischengelagert, dessen Genehmigung 2047 auslaufen wird. Zu diesem Zeitpunkt wird noch kein Endlager für abgebrannte Brennelemente verfügbar sein, es fehlt die Information, was in der Übergangszeit vorgesehen ist.

Bezüglich der aktivierten Anlagenteile werden zwar Angaben zu den erwarteten Inventaren gemacht, aber nicht, wo diese zwischen- und endgelagert werden sollen.

Dies gilt auch für die radioaktiven Abfälle, auch hier sollte nachgewiesen werden, dass ausreichend Kapazitäten für Zwischen- und Endlagerung zur Verfügung stehen.

Weiters werden große Mengen Abfälle aus der atomrechtlichen Überwachung freigegeben, dies phasenweise in sehr großem Umfang, da mehrere deutsche KKW parallel stillgelegt und abgebaut werden.

### **Stilllegung und Abbau: Umweltauswirkungen**

Im Sicherheitsbericht wird das beantragte Vorhaben ausführlich, allerdings an vielen Stellen nur sehr allgemein, beschrieben. Weder der UVP-Bericht noch der Sicherheitsbericht enthalten ausreichende Angaben, wie die Minimierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Abbau- und Zerlegemethoden und die Minimierung des Störfallrisikos berücksichtigt werden soll.

Zum Detaillierungsgrad der hier vorgelegten Unterlagen ist festzuhalten, dass bestimmte Informationen, beispielsweise zum genaueren Ablauf des Abbaus und der Außerbetriebnahme von Systemen, nicht vorhanden sind. Insbesondere fehlen Informationen aus denen hervorgeht, dass der Abbau rückwirkungsfrei auf die sichere Lagerung der Brennelemente erfolgt, da der Abbau beginnen soll, wenn sich noch eine erhebliche Menge an Kernbrennstoff im Lagerbecken befindet.

Es sollte sichergestellt werden, dass mit dem Abbau im Kontrollbereich und an Systemen, die direkt oder indirekt mit dem Kühlkreislauf sowie anderen für die Brennelementlagerung benötigten Systemen verknüpft sind, erst nach vollständiger Entfernung der Brennelemente aus der Anlage begonnen wird.

Die im Rahmen des Verfahrens vorgelegten Unterlagen enthalten keine Angaben zur Menge der in den Lagerbecken aufbewahrten Brennelemente und Sonderbrennstäbe. Im Sicherheitsbericht wird auch nicht angegeben, bis wann Brennstofffreiheit hergestellt werden soll bzw. kann. Diese Angaben sind aber erforderlich, um das Gefahrenpotenzial einschätzen zu können.

### **Unfälle**

Die endgültige Abschaltung des Reaktors KKI 2 führt zu einer deutlichen Reduzierung des Gefahrenpotenzials für Österreich. Aber aufgrund des immer noch hohen radioaktiven Inventars nach Beendigung des Leistungsbetriebs von KKI 2 und den dadurch möglichen Freisetzungen sind zur Identifizierung des Risikopotenzials und von geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung von Freisetzung oder zur Minderung ihrer Folgen umfassende Störfallanalysen erforderlich.

Betrachtungen aus Betriebszeiten können nicht immer herangezogen werden, da sich beim Abbau die Randbedingungen verändern und es sich zudem um eine neue Genehmigung handelt, die den aktuellen Stand von Wissenschaft und

Technik zu berücksichtigen hat. Dies ist auch deshalb wichtig, da die letzte periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) im Jahr 2009 stattfand. (BMU 2019)

Insgesamt sollten im Sicherheitsbericht die Störfälle mit den noch in der Anlage befindlichen Kernbrennstoffen sowie die getroffenen Annahmen, insbesondere Lastannahmen, nachvollziehbar dargestellt werden. Dies ist jedoch nicht der Fall. Auf Basis der vorgelegten Unterlagen ist daher eine vollständige Bewertung einer möglichen Betroffenheit nicht möglich.

Im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens sind Analysen zu auslegungsüberschreitenden Unfällen, insbesondere in Zusammenhang mit der Lagerung und Handhabung der Brennelemente, aber auch im Zusammenhang mit der Pufferlagerung erforderlich.

Eine Betroffenheit Österreichs wäre bei radioaktiven Freisetzungen möglich, die durch auslegungsüberschreitende Ereignisse hervorgerufen werden. Es kommen insbesondere solche Ereignisse in Betracht, bei denen bestrahlte Brennelemente durch unzureichende Kühlung in ihrer Integrität stark geschädigt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass Analysen für Druckwasserreaktoren (in den USA) für auslegungsüberschreitende Unfälle eine Freisetzung von 75 % (10–90 %) des Cäsium-Inventars des in den Lagerbecken gelagerten Brennstoff ermittelten. (HIPPEL UND SCHÖPPNER 2016)

Zur Risikominimierung Österreichs ist daher eine möglichst zügige Umladung der Kernbrennstoffe in das Standort-Zwischenlager erforderlich. Bei einer Lagerung im Standort-Zwischenlager wären nachteilige Auswirkungen auch von schweren auslegungsüberschreitenden Ereignissen auf Österreich auf dem Luftweg erheblich reduziert und auf dem Wasserweg ausgeschlossen.

### **Unfälle durch Beteiligung Dritter**

Schwere Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotagehandlungen) können Auswirkungen auf Kernanlagen und somit auch auf das KKI 2 haben. Auch wenn diese Ereignisse aus berechtigten Gründen der Geheimhaltung nicht detailliert dargestellt werden können, sollten entsprechende Untersuchungen geführt und das Ergebnis präsentiert werden.

Da die Anlage KKI 2 gegen den unfallbedingten Absturz eines Militärflugzeugs vom Typ Phantom ausgelegt ist, hat sie auslegungsbedingt einen gewissen Schutz vor möglichen Terrorangriffen. Die Reaktor-Sicherheitskommission RSK hat ein hohes Schutzniveau der Anlage KKI 2 gegenüber einem Flugzeugabsturz bestätigt. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht ohne weitere Betrachtungen auf eine Situation während des Abbaus übertragbar. Geringere Stabilität und fehlende Systeme könnten für die gelagerten Brennelemente im Lagerbecken eine Gefahr durch einen Flugzeugabsturz darstellen. Insofern sollte im Rahmen des UVP-Verfahrens Analysen zum Absturz eines Verkehrsflugzeugs durchgeführt werden.

Aber auch terroristische Anschläge auf radioaktive Abfälle, die in den Pufferlagerflächen aufbewahrt werden, könnten erhebliche Freisetzungen verursachen.

Laut Sicherheitsbericht ergeben sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ auf die Pufferlagerflächen Dosiswerte deutlich unterhalb des radiologischen Bewertungsmaßstabs von 100 mSv. Aber es werden weder die Lastannahmen noch die ermittelten Werte benannt. Diese Informationen sollten im Rahmen des UVP-Verfahrens übermittelt werden.

**Fazit: Grenzüberschreitende Auswirkungen**

Bevor die hier angeführten Punkte nicht durch weitere Informationen im Zuge des UVP-Verfahrens geklärt werden können, kann nicht davon ausgegangen werden, dass keine nachteiligen grenzüberschreitenden Folgen aus dem Vorhaben der Stilllegung und des Abbaus von KKI 2 für Österreich entstehen können.

## SUMMARY

The nuclear power plant Isar (KKI) contains two reactor units, Isar 1 and Isar 2. It is situated on the left bank of the River Isar west of Niederaichbach in the Landshut county in Bavaria. The NPP Isar 2 started operation in 1988, 75% ownership lies with PreussenElektra GmbH and 25% with the Munich city utility GmbH.

The operational permit according to the German Atomic Energy Act will expire on December 31, 2022 latest. On July 1, 2019 PreussenElektra GmbH submitted a request for a decommissioning and dismantling permit for Isar 2. The permitting procedure for decommissioning and dismantling entails an environmental impact assessment.

In September 2021, Germany notified Austria about the planned decommissioning and dismantling of NPP Isar 2 as a proposed activity in the framework of the Espoo Convention and the EU EIA Directive; Austria takes part in the trans-boundary environmental impact assessment.

The Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology commissioned the Environment Agency Austria to coordinate the assessment of the submitted EIA documents in the framework of this expert statement. Austria's participation in the EIA procedure intends to minimize or prevent significant adverse impacts of the project on Austria.

### **Procedure and alternatives**

In the framework of the trans-boundary EIA, information on all the topics was presented which need to be discussed during an EIA. This expert assessment examined whether Austria can be adversely affected by radioactive discharges, incidents and accidents and radioactive waste during the implementation of the project.

Direct dismantling will be realized for unit Isar 2, the alternative – secure enclosure for a longer period of time before dismantling starts – is no longer envisaged in the German Atomic Energy Act.

### **Proof of safe disposal of waste**

During decommissioning and dismantling of Isar 2 spent fuel elements, activated components and other types of radioactive wastes will be generated. The EIA documents only contained parts of the needed proof of safe waste disposal.

The spent fuel elements will be stored in the BZI interim storage for spent fuel on site; its license will expire in 2047. At this point in time the final repository for spent fuel will not be available. No information was provided on the solution planned for the transitional period.

Regarding the activated components the documents contained information on the expected inventory, however information on the interim storage and final disposal solution for these wastes is lacking.

This also applies for radioactive wastes and therefore it is necessary to prove that the sufficient interim storage and final disposal capacities are available.

Additionally, large amounts of wastes will be released from supervision according to nuclear law. In several phases large volumes will be released, because several German nuclear power plants will be decommissioned and dismantled in parallel.

### **Environmental impacts of decommissioning and dismantling**

The Safety Report provided an extensive description of the requested project, however, some parts are kept on a very general level. Sufficiently detailed information on the dismantling and disassembling methods used to minimize the release of radioactive materials and the risk of incidents is neither contained in the EIA Report nor in the Safety Report.

The level of detail in the submitted documents concerning certain information such as the precise sequence of the dismantling and decommissioning of systems is insufficient. More specifically missing is information to show that the dismantling will take place without causing feedback effects on the safe storage of the spent fuel assemblies, because the dismantling is supposed to start at a time when substantial amounts of fuel will still be present in the fuel pond.

It should be ensured that the dismantling in the control area and in systems directly or indirectly connected to the cooling circuit and other systems needed for the fuel storage, will take place only after complete removal of the spent fuel assemblies from the facility.

The documents which were presented in the framework of the EIA procedure did not contain data on the amount of fuel assemblies and non-standard or damaged fuel rods stored in the fuel pond. When the facility will be or can be fuel-free was not mentioned in the Safety Report. This information is necessary to assess the hazard potential.

### **Accidents**

The definite shut-down of the reactor Isar 2 will lead to a significant hazard potential reduction for Austria. The highly radioactive inventory requires comprehensive incident analyses for the identification of the remaining risk potential and of adequate measures to prevent releases or mitigate their impacts after the end of the power operation of Isar 2.

Observations made during the operational time cannot always be used, because during decommissioning the marginal conditions have changed; on top this is a new permit and needs to take into account the current state of science and technology. This is of particular importance because the most recent Periodic Safety Review (PSR) has taken place in 2009. (BMU 2019)

In total the Safety Report should describe the incidents with the fuel still present in the facility as well as the with the assumptions made, in particular the loads assumed in a comprehensible and transparent manner. However, this was not the case. Based on the submitted documents it is not possible to conduct a complete assessment to understand how Austria may be possibly affected.

In the framework of this EIA procedure, it is necessary to present analyses of Beyond Design Basis Accidents, in particular in connection with the storage and manipulation of the fuel assemblies, but also with the buffer storage.

Austria could be affected by radioactive releases which could be caused by Beyond Design Basis Events. This concerns in particular events when insufficient cooling leads to severe damage of integrity of irradiated fuel assemblies. It should be noted that analyses for Pressurized Water Reactors (conducted in the U.S.) for Beyond Design Basis Accidents showed a release of 75% (10-90%) of the cesium inventory of the fuel stored in the fuel ponds. (HIPPEL UND SCHÖPPNER 2016)

Risk minimization for Austria is therefore achieved by re-loading the nuclear fuel to the site's interim storage as quickly as possible. Storing the fuel on the site's interim storage would reduce adverse impacts on Austria from Beyond Design Basis Accidents by air pathways and exclude them via water paths.

### **Accidents with third parties' involvement**

Severe impacts caused by third parties (acts of terrorism or sabotage) can damage nuclear facilities, also NPP Isar 2. While for justified reasons of classification those events cannot be described in detail, the relevant assessment should be conducted and the result presented.

Because NPP Isar 2 is designed to cope with an accidental crash of a military aircraft of the Phantom type, a certain level of protection against terror attacks is included in the design. The RSK Reactor Safety Commission confirmed the Isar 2 unit's high protection level against airplane crashes. However, those results cannot be applied to a situation during the decommissioning without further considerations. A lower stability and the lack of some systems could present danger for the stored fuel assemblies in the fuel pond in case of a plane crash. Therefore, analyses on the crash of a commercial airliner should be conducted in the framework of the EIA procedure.

However, also terrorist attacks on the radioactive waste stored in the buffer storages could lead to significant releases. According to the Safety Report, the scenario "Crash of a commercial airplane with a subsequent fire" would cause dose values safely below the radiological benchmark of 100 mSv. Information which should be made available during an EIA procedure are the assumed loads and the resulting values; however, they were not provided.

**Conclusion: Trans-boundary impacts**

Adverse trans-boundary impacts on Austria arising from the project of decommissioning and dismantling of the NPP Isar 2 cannot be excluded until the issues listed will be clarified by providing additional information during the ongoing EIA procedure.

## **EINLEITUNG**

Das Kernkraftwerk Isar (KKI) besteht aus zwei Blöcken, Isar 1 und Isar 2. Es liegt am linken Flussufer der Isar westlich von Niederaichbach im Landkreis Landshut in Bayern.

KKI 1 wurde bereits 2011 außer Betrieb genommen, der derzeitige Status der Stilllegung ist „kernbrennstofffrei“<sup>1</sup>.

KKI 2 ist seit 1988 in Betrieb, Eigentümerinnen sind zu 75 % die PreussenElektra GmbH und zu 25 % die Stadtwerke München GmbH.

Die Betriebsbewilligung gemäß deutschem Atomgesetz endet spätestens am 31.12.2022. Die PreussenElektra GmbH hat am 01.07.2019 einen Antrag auf Erteilung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für KKI 2 gestellt. Im Genehmigungsverfahren ist auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung beinhaltet.

Deutschland hat im September 2021 Österreich über die geplante Stilllegung und den Abbau von KKI 2 als vorgeschlagene Aktivität im Rahmen der Espoo Konvention und der UVP-Richtlinie der EU notifiziert und Österreich beteiligt sich an der grenzüberschreitenden UVP.

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

---

<sup>1</sup> [https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung\\_abbau/in\\_stilllegung\\_abbau.htm](https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung_abbau/in_stilllegung_abbau.htm)

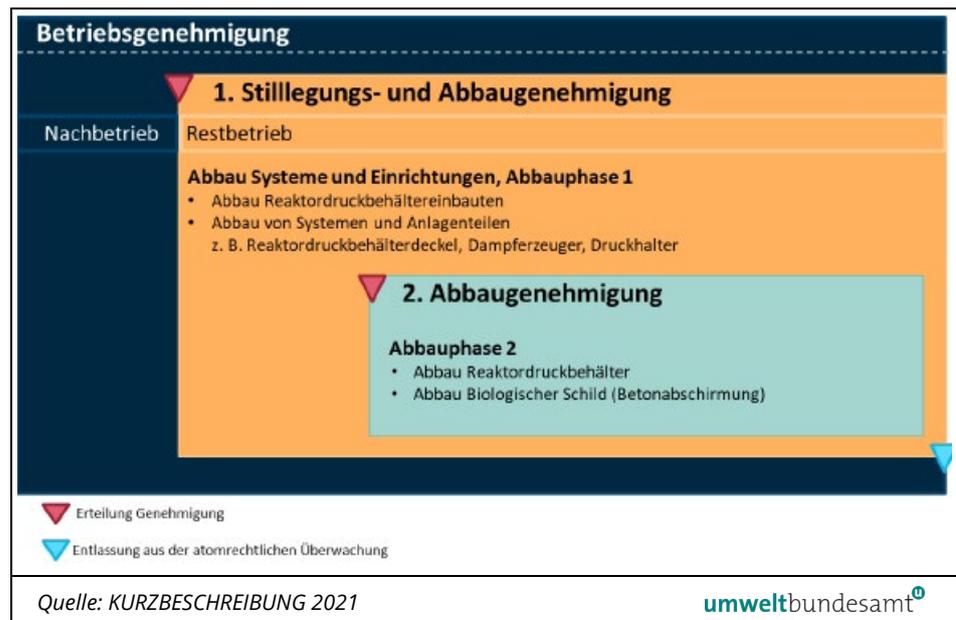
# 1 VERFAHREN UND ALTERNATIVEN

## 1.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

Das Kernkraftwerk Isar 2 (KKI 2) ist seit 1988 in Betrieb. Laut Atomgesetz (AtG 2021) §7 Abs 1a Nr. 6 endet die Betriebsberechtigung spätestens am 31.12.2022. Am 01.07.2019 hat die PreussenElektra die Genehmigung für Stilllegung und den Abbau von KKI 2 beim zuständigen Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (BStMUV) beantragt. Diesem Antrag sind die Stadtwerke München beigetreten. (KURZBESCHREIBUNG 2021)

Der Abbau soll in zwei Phasen erfolgen, für die jeweils eine atomrechtliche Genehmigung eingeholt werden muss. Die erste dieser beiden Genehmigungen ist die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (1. SAG), die zweite die Abbaugenehmigung Phase 2. Aus der nachstehenden Abbildung ist ersichtlich, dass sich die beiden Genehmigungen teilweise zeitlich überschneiden.

Abbildung 1:  
Vorgesehener genehmigungstechnischer Ablauf der Stilllegung von KKI 2



Erst nach Erteilung der ersten Stilllegungsgenehmigung geht die Anlage von der Nachbetriebsphase, in der noch die Betriebsgenehmigung gilt, in die Stilllegungsphase über<sup>2</sup>.

Die zweite Abbauphase beginnt erst dann, wenn alle Brennelemente und Sonderbrennelemente aus der Anlage entfernt sind. (UVP-BERICHT 2021, S. 22)

<sup>2</sup> [https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung\\_abbau/index.htm](https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung_abbau/index.htm)

Der gesamte Abbau (Phase 1 und 2) bis zur Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung wird ca. 14 Jahre dauern, er wird voraussichtlich 2037 abgeschlossen sein. (UVP-BERICHT 2021, S. 37)

Die gegenständliche UVP umfasst beide Abbauphasen. (UVP-BERICHT 2021, S. 22)

Die UVP ist gemäß AtG §2a ein unselbstständiger Teil des Verfahrens, ihre Durchführung ist in der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) geregelt, die sich wiederum auf das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) bezieht. (UVP-BERICHT 2021, S. 12)

Im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung wurden die folgenden Unterlagen von der deutschen Seite zur Verfügung gestellt<sup>3</sup>, die hier mit ihrer in dieser Fachstellungnahme verwendeten Zitationsweise angeführt werden:

- KURZBESCHREIBUNG (2021): PreussenElektra: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau. Kurzbeschreibung. August 2021.
- SICHERHEITSBERICHT (2021): PreussenElektra: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau. Sicherheitsbericht. August 2021.
- UVP-BERICHT (2021): PreussenElektra, ERM: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau der Anlage KKI 2. Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht). Endfassung. 2. August 2021.
- UVP-BERICHT ANHÄNGE 1-6, ANHANG B Natura 2000, ANHANG C ARTENSCHUTZ (2021)
- PREUSSEN ELEKTRA (2019): Kernkraftwerk Isar 2 (KKI-2): Antrag nach §7 (3) AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage (Erste Abbauphase, 1. SAG) (KKI-2-GEN\_2019-01), gerichtet an das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 1. Juli 2019.
- STADTWERKE MÜNCHEN (2019): Kernkraftwerk Isar 2 (KKI-2): Antrag nach §7 (3) AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage (Erste Abbauphase, 1. SAG) (KKI-2-GEN\_2019-01), gerichtet an das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 17. Juli 2019.

Weiters wurde im Rahmen der Kundmachung ein öffentlicher Erörterungstermin angekündigt. (ÖFFENTLICHE BEKANNTMACHUNG 2021)

Im UVP-BERICHT (2021) werden die folgenden Themen behandelt:

- Beschreibung des Vorhabens
- Alternativen
- Der aktuelle Zustand der Umwelt

---

<sup>3</sup> Die Unterlagen sind hier verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.at/uvp-kkw-isar2-abbau>, [https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung\\_abbau/in\\_stilllegung\\_abbau.htm](https://www.stmuv.bayern.de/themen/reaktorsicherheit/stilllegung_abbau/in_stilllegung_abbau.htm)

- Prognose und Beurteilung der Umweltauswirkungen
- Beschreibung des Zusammenwirkens mit den Auswirkungen anderer Vorhaben und Tätigkeiten
- Grenzüberschreitende Auswirkungen
- Merkmale, mit denen das Auftreten nachteiliger Umweltauswirkungen ausgeschlossen oder vermindert werden soll
- Ersatz und Überwachungsmaßnahmen
- Vorsorge- und Notfallmaßnahmen
- Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete und besonders geschützte Arten
- Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen

### **Alternativen**

Die Nichtdurchführung des Vorhabens wird als keine Möglichkeit bezeichnet, da der Leistungsbetrieb spätestens nach 31.12.2022 nicht fortgesetzt werden darf und das Atomgesetz im Anschluss an das Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb die Stilllegung und den unverzüglichen Abbau der Anlage fordert.

Technische Alternativen bei Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren werden ebenfalls als nicht erforderlich beschrieben, da industrieprobe Verfahren angewandt würden und grundsätzlich kein relevanter Unterschied bzgl. Umweltauswirkungen bestünde. Die Auswirkungen auf die Schutzgüter würden auf Basis der beantragten Ableitungswerte bewertet, und die Einhaltung der Schutzziele würde auch bei Einsatz verschiedener technischer Verfahren nicht in Frage gestellt. (UVP-Bericht 2021, S. 39)

## **1.2 Diskussion und Bewertung**

Das Verfahren ist ausreichend erklärt.

Der UVP-Bericht behandelt alle vorgeschriebenen Bereiche. Wenn jedoch der Umfang zum Beispiel mit denen für Stilllegung und Abbau des KKW Brunsbüttel verglichen werden, zeigt sich, dass für Brunsbüttel zusätzlich 18 Fachberichte veröffentlicht wurden, die ergänzende Informationen zum Sicherheitsbericht liefern.<sup>4</sup>

Für Österreich relevante grenzüberschreitende Auswirkungen könnten durch radioaktive Ableitungen (über Luft und Wasserweg), Stör- und Unfälle und radioaktive Abfälle entstehen. Die Bewertung dazu erfolgt in den folgenden Kapiteln dieser Fachstellungnahme.

---

<sup>4</sup> <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/R/reaktorsicherheit/kkbFachberichte.html>

## **Alternativen**

Alternativen zur unverzüglichen Stilllegung und Abbau im Anschluss an die Beendigung des Leistungsbetriebs wurden nicht bewertet, da dies laut AtG so vorgesehen ist.

Bis zur Änderung des AtG im Jahr 2017 war als Alternative der sogenannte „sichere Einschluss“ für die Dauer von rund 30 Jahren mit anschließendem Abbau möglich. Man hoffte, mit dem Abklingen der Radioaktivität weniger radioaktive Abfälle zu erhalten.

Inwieweit technische Alternativen ggf. beim Abbau einzelner Komponenten zur Anwendung gebracht werden könnten, wird nicht diskutiert.

## **1.3 Schlussfolgerungen**

Im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltprüfung wurden Informationen zu allen Themenbereichen vorgelegt, die in einer UVP behandelt werden müssen. Eine mögliche nachteilige Betroffenheit Österreichs könnte durch radioaktive Ableitungen, Stör- und Unfälle und radioaktive Abfälle im Zuge des Vorhabens erfolgen, dies wird im Detail in den nachfolgenden Kapiteln diskutiert.

Für KKI 2 wird der direkte Abbau durchgeführt werden, die Alternative des sicheren Einschlusses über einen längeren Zeitraum vor Beginn des Abbaus ist nicht länger im deutschen Atomgesetz vorgesehen.

### **1.3.1 Fragen**

- **F1:** *Liegen für KKI2 ergänzende Informationen zum Sicherheitsbericht vor, z. B. als Fachberichte? Wenn ja, wird um Übermittlung ersucht.*

## 2 ENTSORGUNGSNACHWEIS

### 2.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

#### Abgebrannte Brennelemente

Nach der Beendigung des Leistungsbetriebs werden die abgebrannten Brennelemente aus dem Reaktor in das Brennelement-Lagerbecken gebracht. Die im Lagerbecken lagernden Brennelemente und Sonderbrennstäbe<sup>5</sup> werden so früh wie möglich in Transport- und Lagerbehältern in das Brennelement-Zwischenlager BZI verbracht, das sich am Standort befindet. (SICHERHEITSBERICHT 2021, S. 639)

Das Aktivitätsinventar der Brennelemente und Sonderbrennstäbe wird zum Zeitpunkt des Abschaltens auf ca.  $1\text{E}+19$  Bq geschätzt. (SICHERHEITSBERICHT 2021, S. 63)

#### Aktivierete Anlagenteile

Der Reaktordruckbehälter (RDB), die RDB-Einbauten und der Biologische Schild werden im Leistungsbetrieb durch Neutronenstrahlung aktiviert. Ihr Aktivitätsinventar wird zum Zeitpunkt des Abschaltens auf ca.  $7,6\text{E}+16$  Bq geschätzt. (SICHERHEITSBERICHT 2021, S. 64)

#### Radioaktive Abfälle

Nach Ende des Leistungsbetriebs zum Zeitpunkt der Inanspruchnahme der 1. SAG können sich noch radioaktive Abfälle aus dem Leistungs- und Nachbetrieb von KKI 2 am Standort befinden, z. B. im Fasslager oder in der Transportbereitstellungshalle TBH. Ihr Aktivitätsinventar wird mit  $2,3\text{E}+13\text{Bq}$  (mit Referenzzeitpunkt 31.12.2019) angegeben. (SICHERHEITSBERICHT 2021, S. 65)

Zusätzlich entstehen radioaktive Abfälle durch den Restbetrieb.

Die radioaktiven Abfälle werden konditioniert und gemäß §5 der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) an eine Anlage des Bundes übergeben. Bis dahin werden sie in der Bereitstellungshalle für radioaktive Abfälle und Reststoffe am Standort (KKI-BeHa) oder in einem externen Zwischenlager aufbewahrt. (UVP-BERICHT 2021, S. 37)

Zur Minimierung der radioaktiven Abfälle werden diese entsprechend sortiert und behandelt, wobei die Art und Menge entstehender Sekundärabfälle berücksichtigt wird. Durch angemessene Dekontamination (z. B. von kontaminierten Anlagenteilen) wird der Anteil der freigegebenen Reststoffe erhöht.

---

<sup>5</sup> Sonderbrennstab = Brennstab, der aufgrund einer Befundlage, z. B. eines festgestellten Defekts, aus einem Brennelement entnommen wurde

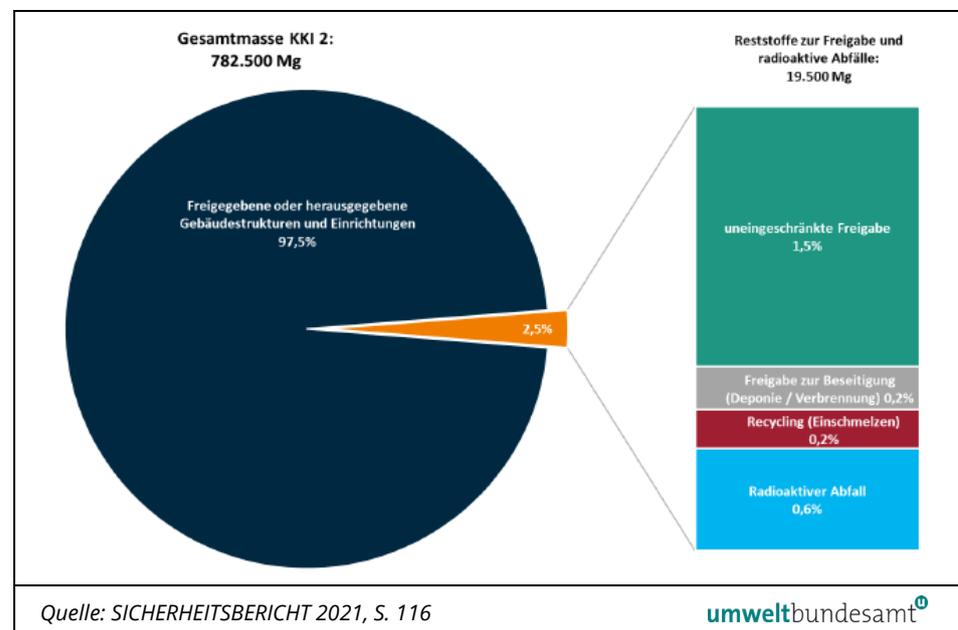
Als Prioritätenfolge wird definiert:

1. Wiederverwendung und kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich
2. Freigabe nach §§ 31ff. StrISchV
3. Entsorgung als radioaktiver Abfall

(UVP-BERICHT 2021, S. 118)

Die Gesamtmasse des KKI 2 wird mit 782.500 Mg angegeben. Der Großteil davon sind Gebäude und nicht-nukleare Systeme. Die folgende Abbildung zeigt die prognostizierten Massenanteile. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

Abbildung 2:  
Prognostizierte Prozentanteile an den Massen des KKI 2 nach Entsorgungsziel



Zur Begriffsklärung: *Herausgegeben* werden Stoffe und Gebäudeteile, die weder aus dem Kontrollbereich stammen noch aktiviert oder kontaminiert sind und daher nicht in den Regelungsbereich StrISchV § 31ff. fallen. *Freigegeben* werden Stoffe und Gebäudeteile, die den Regelungen des StrISchV § 31ff unterliegen, aber unter den Freigabewerten sind.

Nachdem Gebäude freigegeben wurden, können sie nach geltendem Baurecht abgerissen werden, freigegebene Flächen können einer neuen Nutzung zugeführt werden.

Die radioaktiven Reststoffe (ca. 19.500 Mg) können wie folgt zugeteilt werden:

- 11.400 Mg können uneingeschränkt freigegeben werden gemäß StrISchV § 35

- 1.900 Mg können gemäß StrlSchv § 36 zur Beseitigung auf einer Deponie oder zur Verbrennung in einer Verbrennungsanlage freigegeben werden
- 1.700 Mg können gemäß StrlSchv § 36 zum Recycling freigegeben werden (für diesen Metallschrott ist das Einschmelzen in einem konventionellen metallverarbeitenden Betrieb vorgeschrieben)
- 4.500 Mg werden als radioaktiver Abfall verpackt zur Zwischen- und Endlagerung an den Bund übergeben

Eine aus der Freigabe resultierende Effektivdosis für eine Einzelperson der Bevölkerung darf 10  $\mu$ Sv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

## 2.2 Diskussion und Bewertung

Aus der Stilllegung und dem Abbau von KKI 2 fallen sowohl abgebrannte Brennelemente als auch radioaktive Abfälle verschiedener Art an, die sicher entsorgt werden müssen.

Inwieweit nachteilige grenzüberschreitende Wirkungen auf Österreich durch den Umgang mit abgebrannten Brennelementen im Zuge der Stilllegungs- und Abbauphasen entstehen, wird in den nachfolgenden Kapiteln bewertet.

In diesem Kapitel wird bewertet, ob ein Entsorgungsnachweis für die abgebrannten Brennelemente, aktivierten Anlagenteile und radioaktiven Abfälle vorgelegt wird, also, vereinfacht formuliert, ob ausreichend geeignete Kapazitäten für ihre Zwischen- und Endlagerung vorhanden sind.

### Abgebrannte Brennelemente

Das Brennelemente-Zwischenlager BZI am Standort Isar wurde 2007 in Betrieb genommen. Im BZI ist die Aufbewahrung befristet auf 40 Jahre nach erster Einlagerung (diese war am 12. März 2007). Für das Zwischenlager wurden 152 Behälterstellplätze zur Aufbewahrung von hochradioaktiven Abfällen beantragt und genehmigt. Infolge des Atomausstiegs werden voraussichtlich nur 124 Behälterplätze benötigt<sup>6</sup>.

Die Abgabe von abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren an Wiederaufarbeitungsanlagen ist in Deutschland seit dem 1. Juli 2005 nicht mehr zulässig. (BMU 2021a) Geplant ist die Entsorgung in einem nationalen geologischen Tiefenendlager.

Die Festlegung des zukünftigen Endlagerstandorts für hochradioaktive Abfälle erfolgt durch ein nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG) festgelegtes Auswahlverfahren und wurde 2017 offiziell gestartet. Ziel ist, den Endlagerstandort

---

<sup>6</sup> <https://www.base.bund.de/DE/themen/ne/zwischenlager/standorte/kki.html>, Zugriff am 09.10.2021

bis 2031 festzulegen. (BMU 2021a) Das Endlager sollte ursprünglich ca. 2050 in Betrieb gehen. Ob dieser Termin eingehalten werden kann, ist jedoch fraglich.

Durch die Beschränkung der Genehmigung des BZI bis 2047 wird jedenfalls eine Übergangslösung notwendig werden. (KOMMISSION LAGERUNG HOCH RADIO-AKTIVER ABFALLSTOFFE 2016) Wie eine solche aussehen kann, wird in den UVP-Unterlagen nicht erwähnt.

### **Radioaktive Abfälle**

Die radioaktiven Abfälle sollen laut UVP-Bericht in der Bereitstellungshalle für radioaktive Abfälle und Reststoffe am Standort (KKI-BeHa) oder in einem externen Zwischenlager aufbewahrt werden. Die KKI-BeHa ist derzeit noch in Bau, die Fertigstellung ist 2022 geplant. Welches andere externe Zwischenlager freie Kapazitäten für den radioaktiven Abfall aus KKI 2 hat, wird nicht näher benannt. Es wird auch nicht darüber informiert, wie lange die Zwischenlagerung erfolgen wird.

Auch zur Anlage des Bundes, an die die radioaktiven Abfälle nach der Zwischenlagerung übergeben werden sollen, erfolgen in den UVP-Dokumenten keine näheren Angaben.

### **Freigegebenes Material**

Aus der Prioritätenfolge ist ersichtlich, dass – abgesehen von der Wiederverwendung im kerntechnischen Bereich – möglichst viel Material freigegeben werden soll.

In der österreichischen Strahlenschutzverordnung (StrSchVO 2020) wird in § 79 die Freigabe so geregelt, dass für Einzelpersonen eine Effektivdosis von 10 µSv pro Kalenderjahr auftreten kann; dies entspricht auch der in Deutschland zugelassenen Dosis.

Gemeinsam mit KKI 2 werden aber auch weitere KKW in Deutschland stillgelegt und abgebaut. Eine Studie (INTAC 2013a) kommt zu dem Ergebnis, dass insgesamt zumindest für einen Zeitraum von einigen Jahren Freigabemassen von möglicherweise um die 100.000 Mg pro Jahr zu erwarten sind. Der Höhepunkt der jährlich anfallenden Freigabemassen wird zum Ende der 2020er Jahre erwartet (> 100.000 Mg). Der Autor führt weiters aus, dass Massen in diesem Umfang durch die Modellierungen zur Ableitung der Freigabewerte in der deutschen Strahlenschutzverordnung nicht abgedeckt sind. Die Einhaltung des 10-µSv-Konzepts sei deshalb fraglich.

## 2.3 Schlussfolgerungen und Fragen

Im Zuge der Stilllegung und des Abbaus von KKI 2 fallen abgebrannte Brennelemente, aktivierte Anlagenteile und weitere Arten von radioaktiven Abfällen an. Ein Entsorgungsnachweis wird in den UVP-Dokumenten nur teilweise vorgelegt.

Die abgebrannten Brennelemente werden im Brennelemente-Zwischenlager BZI zwischengelagert, dessen Genehmigung 2047 auslaufen wird. Zu diesem Zeitpunkt wird noch kein Endlager für abgebrannte Brennelemente verfügbar sein, es fehlt die Information, was in der Übergangszeit vorgesehen ist.

Bezüglich der aktivierten Anlagenteile werden zwar Angaben zu den erwarteten Inventaren gemacht, aber nicht, wo diese zwischen- und endgelagert werden sollen.

Dies gilt auch für die radioaktiven Abfälle, auch hier sollte nachgewiesen werden, dass ausreichend Kapazitäten für Zwischen- und Endlagerung zur Verfügung stehen.

Weiters werden große Mengen Abfälle aus der atomrechtlichen Überwachung freigegeben, dies phasenweise in sehr großem Umfang, da mehrere deutsche KKW parallel stillgelegt und abgebaut werden.

### 2.3.1 Fragen

- **F2:** *Welche Übergangslösungen sind vorgesehen, wenn zum Ablauf der Genehmigung des Brennelemente-Zwischenlagers BZI noch kein Endlager zur Verfügung stehen wird?*
- **F3:** *Wo werden die aktivierten Anlagenteile zwischen- und endgelagert?*
- **F4:** *Welche Volumina an radioaktiven Abfällen fallen durch die Stilllegung und den Abbau an? Wo werden diese radioaktiven Abfälle zwischengelagert, sind dafür ausreichend Kapazitäten vorhanden? An welche Anlage des Bundes sollen sie danach übergeben werden?*
- **F5:** *Wurde die Ableitung der Freigabewerte vor dem Hintergrund der parallelen Stilllegung- und Abbauprozesse überprüft, bei denen phasenweise sehr viel freigegebenes Material zeitgleich anfällt?*

## 3 STILLEGUNG UND ABBAU: UMWELTAUSWIRKUNGEN

### 3.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

Das Kernkraftwerk Isar 2 (KKI 2) ist ein Druckwasserreaktor des Herstellers KWU der Bauart Konvoi und ging 1988 in den kommerziellen Leistungsbetrieb.

Kapitel 2 des UVP-Berichts beschreibt das gegenständliche Vorhaben. Einleitend wird festgestellt, dass entsprechend der 13. Novelle des Atomgesetzes die Berechtigung zum Leistungsbetrieb zur kommerziellen Stromerzeugung für das KKI 2 mit Ablauf des 31.12.2022 erlischt. Danach soll KKI 2 unverzüglich abgebaut werden. Der Abbau der Anlage beziehungsweise von Anlagenteilen soll in zwei Phasen erfolgen, deren atomrechtliche Genehmigungen jeweils gesondert nach § 7 Abs. 3 AtG beantragt werden und die sich zeitlich überlappen. (UVP-BERICHT 2021)

Die **Phase 1** beginnt mit der Inanspruchnahme der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (1. SAG) etwa ein Jahr nach Abschaltung der Anlage. In dieser Phase wird der Abtransport der Brennelemente (BE) und Sonderbrennstäbe (SBS) in das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente am Standort Isar fortgesetzt, so dass danach das Aktivitätsinventar der Anlage um mehr als 99 % reduziert sein wird.

Die Abbauphase 1 wird in drei Zeitabschnitte unterteilt

- Abschnitt 1A: Im BE-Lagerbecken befinden sich sowohl bestrahlte BE als auch SBS
- Abschnitt 1B: Es sind nur noch SBS im BE-Lagerbecken vorhanden
- Abschnitt 1C: Die Anlage ist frei von BE und SBS

Im Sicherheitsbericht sind die wesentlichen Arbeiten der Abbauphase 1 aufgelistet. Der Abbauumfang in Abbauphase 1 umfasst im Wesentlichen die Reaktordruckbehältereinbauten, den Reaktordruckbehälterdeckel, die Dampferzeuger, die Druckhalter, die Hauptkühlmittelleitung, die Hauptkühlmittelpumpen sowie den Rekuperativ-Wärmetauscher sowie Rohrleitungen und Komponenten wie zum Beispiel Speisewasserleitungen, Frischdampfleitungen, Kühlwasserleitungen und Druckspeicher. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

Wenn ein Gebäude oder Gebäudebereiche abgebaut werden, werden Systeme, Einrichtungen und Anlagenteile mit den zugehörigen Versorgungseinrichtungen abgebaut, die nicht mehr für den Restbetrieb benötigt werden. Dies erfolgt unter Maßgabe der Rückführungsfreiheit auf die noch im Lagerbecken lagernden BE oder SBS hinsichtlich der einzelnen Schutzziele.

Für die Demontage der Dampferzeuger werden zwei unterschiedliche Varianten beschrieben. Es wird erklärt, dass die endgültige Auswahl der Abbauvariante für die Dampferzeuger nach entsprechenden Studien und den zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Randbedingungen erfolgt. Die auf dieser Grundlage getroffene

Entscheidung wird im Rahmen des aufsichtlichen Verfahrens der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde vorgelegt.

Es wird erklärt, dass für den **Abbau** von Anlagenteilen derzeit eine Vielzahl von Verfahren und Geräten für Ausbau, Demontage, Zerlegung und Konditionierung zur Verfügung steht. Als Auswahlkriterien von Abbauverfahren werden insbesondere berücksichtigt:

- Zu erwartende Strahlenexposition des Personals,
- potenzielle Freisetzung von Aktivität in die Umwelt,
- Produktion von Sekundärabfall,
- Zeitbedarf,
- Effizienz.

Mit Inanspruchnahme der 1. SAG befinden sich im BE-Lagerbecken sowohl bestrahlte BE als auch SBS. Daher können die Abbautätigkeiten nur soweit erfolgen, wie die Rückwirkungsfreiheit auf die sichere Lagerung, Handhabung und Kühlung der BE und SBS sichergestellt ist. Beim Abbau von Anlagenteilen wird die Rückwirkungsfreiheit auf die für die Lagerung und Handhabung der BE entscheidenden Schutzziele „Unterkritikalität“ und „Abfuhr der Nachzerfallswärme“ sichergestellt. (UVP-BERICHT 2021)

Die Rückwirkungsfreiheit wird durch die getroffenen Absicherungsmaßnahmen sichergestellt. Derartige Maßnahmen sind zum Beispiel die Auslegung des Krans, der BE-Lademaschine und der Lastaufnahmemittel gemäß dem technischen Regelwerk, die geeignete Auslegung neu eingesetzter Gerätetechnik, und regelmäßig durchgeführte Wiederkehrende Prüfungen an diesen Einrichtungen.

In Abschnitt 1B befinden sich nur noch SBS in der Anlage. Die im BE-Lagerbecken verbleibenden SBS erfordern auch nach Abtransport der BE noch eine angemessene Wasserüberdeckung zur Abschirmung der Strahlung, der Betrieb vom Kühlsystem ist hingegen nicht mehr erforderlich. Vor dem Verpacken in Transport- und Lagerbehälter werden die SBS in Köchern getrocknet und gasdicht gekapselt. Anschließend werden diese Köcher analog zu den BE und mit den gleichen Einrichtungen in Transport- und Lagerbehälter verpackt und in das Brennelemente-Zwischenlager BZI transportiert und dort zwischengelagert.

Die zweite Abbauphase beginnt erst, wenn alle BE und SBS aus der Anlage entfernt sind. In der **Phase 2** erfolgt der Abbau des Reaktordruckbehälters und des biologischen Schilds. Die beiden geplanten Abbauphasen werden sich überlappen. Die gegenständliche UVP behandelt die zur Prüfung der Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlichen Angaben über die zu erwartenden Umweltauswirkungen des Vorhabens und deckt beide Abbauphasen ab.

Nach Abtransport der BE und SBS sind dann noch im KKI 2 vorhanden:

- Radioaktive Stoffe in Bauteilen und Komponenten, die durch Aktivierung entstanden sind,
- radioaktive Stoffe, die in die Systeme und Baustrukturen eingetragen wurden und sich als Kontamination an Oberflächen abgelagert haben,

- radioaktive Stoffe wie kontaminierte Flüssigkeit und kontaminierte Betriebsstoffe und radioaktive Abfälle,
- radioaktive Quellen für Prüfzwecke.

### **Aufbau Reaktorgebäude**

Ein prinzipieller Aufbau des Reaktorgebäudes mit wesentlichen Systemen ist in der Abbildung 3-4 des Sicherheitsberichts dargestellt. Das Reaktorkühlsystem und das BE-Lagerbecken sind im kugelförmigen Sicherheitsbehälter aus Stahl angeordnet, der von der Stahlbetonhülle umgeben ist. Das Reaktorgebäude wird durch einen Zylinder mit aufgesetzter Halbkugel gebildet. Die Außenstrukturen bestehen aus 1,80 m dickem Stahlbeton. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

### **Zeitlicher Ablauf**

Der gesamte Abbau des KKI 2 (Phase 1 und 2) bis zur Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung wird nach derzeitigen Planungsstand zirka 14 Jahre in Anspruch nehmen. Der Abschluss ist voraussichtlich im Jahr 2037. (UVP-BERICHT 2021)

Laut Sicherheitsbericht werden die im BE-Lagerbecken lagernden BE und SBS so früh wie möglich aus dem Reaktorgebäude herausgebracht. Sie werden in Transport- und Lagerbehältern in das vorhandene Brennelement-Zwischenlager BZI verbracht. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

### **Standort**

Kapitel 2.2 des UVP-Berichts beschreibt den Standort. Am Standort befindet sich neben dem KKI 2 auch noch die Anlage KKI 1, die bereits nach dem Fukushima Unfall endgültig abgeschaltet wurde, sowie ein Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente, eine Transportbereitstellungshalle und die Bereitstellungshalle für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Stoffe. (UVP-BERICHT 2021)

### **Merkmale des Vorhabens/Umweltwirkungen**

Kapitel 2.4 des UVP-Berichts behandelt die allgemeinen Merkmale des Vorhabens. Aus dem Vorhaben Stilllegung und Abbau des KKI 2 können sich Umweltwirkungen ergeben durch:

- den Restbetrieb,
- die Stilllegungs- und Abbaumaßnahmen,
- die Errichtung und Bereitstellung von vorübergehend zu nutzenden Flächen, zum Beispiel zur Lagerung radioaktiver Stoffe oder
- aus gegebenenfalls auftretenden Störfällen. (UVP-BERICHT 2021)

Die Merkmale des Vorhabens werden explizit den betroffenen Schutzgütern nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeit (UVPG) gegenübergestellt und in einer Relevanzmatrix dargestellt. Neben den direkten Auswirkungen auf ein Schutzgut werden auch Wechselwirkung zwischen den Schutzgütern berücksichtigt. Aus den Merkmalen des Vorhabens und den dadurch hervorgerufenen

Auswirkungen auf die Schutzgüter bestimmen sich Größe und Abgrenzung des jeweils schutzgutspezifisch zu untersuchenden Raums.

Für das Schutzgut Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit, wird als Untersuchungsraum ein Radius von 10 Kilometer um das KKI 2 gewählt. Innerhalb dieses Bereichs liegt auch der ungünstige Punkt für die Emissionen radioaktiver Stoffe. (UVP-BERICHT 2021)

Die folgenden Merkmale des Vorhabens betreffen das Schutzgut Menschen insbesondere menschliche Gesundheit:

- Direktstrahlung,
- Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft,
- Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser,
- Emissionen von Luftschadstoffen,
- Emissionen von Schall,
- Emissionen von Erschütterungen,
- Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen,
- Anfall radioaktiver Reststoffe oder Abfälle,
- Anfall konventioneller Abfälle,
- Strahlenexposition durch Störfälle.

Kapitel 1.4.5 des UVP-Berichts behandelt die Beurteilung der Umweltauswirkungen. Es wird erklärt, dass die Beurteilung auf Grundlage von fachgesetzlichen Vorgaben, Vorschriften und Regelungen, dem Stand der Technik, allgemein anerkannten Regeln der Technik und gutachterlicher Erfahrung erfolgt. Für Sachverhalte, die nicht in Fachgesetzen verbindlich geregelt sind, werden fachliche Maßstäbe angewandt, die sich am Stand der Technik orientieren. (UVP-BERICHT 2021)

Berechnete **Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft**: Zu Beginn des Restbetriebs werden noch BE in der Anlage sein und gehandhabt werden, so dass die Abläufe vergleichbar mit denen während einer Revision im Leistungsbetrieb sind. Daher wurden für die Stilllegung und den Abbau vergleichbare Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft beantragt, wie sie mit der Betriebsgenehmigung genehmigt wurden. Die Ausschöpfung der beantragten Werte für KKI 1 und KKI 2 ergibt eine effektive Dosis von 0,14 mSv im Kalenderjahr für die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe. (UVP-BERICHT 2021)

Während Stilllegung und Abbau werden durch Arbeitsabläufe im Kontrollbereich Abwässer anfallen. Im Fernbereich ergibt sich unter Einbeziehung der Vorbelastung der Isar eine effektive Dosis von 0,13 mSv im Kalenderjahr für die am höchsten belastete Altersgruppe der Säuglinge. Insgesamt wurde für die Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser nachgewiesen, dass im Rahmen von Stilllegung und Abbau des KKI 2 der Grenzwert für die effektive Dosis von 0,3 mSv im Kalenderjahr für alle Altersgruppen deutlich unterschritten wird.

### **Pufferlagerung**

Für Stilllegung und Abbau werden Pufferlagerflächen innerhalb und außerhalb des Kontrollbereichs eingerichtet. Diese Pufferlagerflächen werden unter anderem zur temporären Unterbringung genutzt, zum Abstellen von Material, das nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert wird oder zur Bildung von Chargen zur Vorbereitung des Transports zur externen Behandlung beziehungsweise Konditionierung und zur Transportbereitstellung.

Zur Pufferlagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen ist die Einrichtung von Lagerflächen auf bereits überwiegend versiegelten Flächen vorgesehen. Diese Flächen werden zum Teil im Rahmen des Nachbetriebs errichtet, wenn der Planungsstand dies zulässt.

Im Rahmen von Stilllegung und Abbau des KKI 2 wird die durch die Pufferlagerung von radioaktiven Stoffen ausgehende Direktstrahlung so begrenzt, dass an der Grenze des Betriebsgeländes eine effektive Dosis unterhalb des festgelegten Grenzwertes von 1 mSv/a bei einer Aufenthaltszeit von 8760 h/a eingehalten wird. Die maximal effektive Dosis durch Direktstrahlung für eine Person der Bevölkerung am Ort des jeweils ungünstigsten Aufpunkts wurde mit 0,50 mSv berechnet.

Die Pufferlagerung außerhalb des Kontrollbereichs erfolgt in geeigneten Verpackungen, die den für das jeweilige Material notwendigen Schutz gewährleisten. Die Pufferlagerflächen außerhalb des Kontrollbereichs von KKI 2 werden von KKI 2 und KKI 1 genutzt. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

## **3.2 Diskussion und Bewertung**

Bei der Bewertung der vorgelegten Unterlagen wird geprüft, ob diese ausreichend für die Abschätzungen von nachteiligen Auswirkungen auf Österreich sind.

Im Sicherheitsbericht werden die beantragten sowie die insgesamt geplanten Maßnahmen nur sehr allgemein beschrieben. Es wird nur allgemein erklärt, welche Komponenten abgebaut und welche Methoden angewendet werden.

Die Festlegung von Systemen, Komponenten oder Anlagenteilen, die im Rahmen der Genehmigung abgebaut werden sollen und die Festlegung der Abbaureihenfolge sollten nicht in das Aufsichtsverfahren verschoben werden. Durch die Verschiebung in das anschließende Aufsichtsverfahren wird die Prüfung einer möglichen Betroffenheit praktisch unmöglich gemacht.

Im Sicherheitsbericht sollte der möglicherweise parallele Verlauf der Beladung von Transport- und Lagerbehältern mit BE und SBS sowie die Hantierung der Behälter und ihre Entfernung aus dem Reaktorgebäude einerseits und stattfin-

dende Abbauarbeiten andererseits beschrieben werden. Der allgemeine Hinweis auf die Rückwirkungsfreiheit auf die gelagerten BE ist für eine Bewertung einer möglichen Betroffenheit nicht ausreichend.

Dem Sicherheitsbericht sind ebenfalls keine Angaben zu entnehmen, wie der Strahlenschutz, die Minimierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Abbau- und Zerlegungsmethoden und die Minimierung des Störfallrisikos bei bestimmten Abbaumaßnahmen konkret berücksichtigt werden soll. Es handelt sich um elementare Angaben, die zur Prüfung einer potenziellen Betroffenheit durch Stilllegung und Abbau erforderlich sind.

Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren sind Abbau und Zerlegung für die jeweilige Komponente bzw. das jeweilige Anlagenteil konkret zu prüfen und in der Genehmigung festzulegen, da sonst die geforderte Bestimmtheit von Antrag und Genehmigung nicht gegeben ist. Außerdem hat dies auch sicherheitstechnische Bedeutung, da die einzelnen Abbaumaßnahmen im Rahmen einer Gesamtplanung festgelegt werden müssen. Nur dann kann eine Minimierung von Strahlenbelastungen für Personal und Bevölkerung sowie eine möglichst geringe Störfallwahrscheinlichkeit in Bezug auf das Gesamtprojekt Stilllegung und Abbau gewährleistet werden. (INTAC 2013b)

Die zeitliche Abfolge des Abbaus von Systemen, Komponenten sowie Anlagenteilen ist zu beantragen, im Sicherheitsbericht zu beschreiben und in der Genehmigung entsprechend festzulegen. Die Genehmigungsbehörde muss vor Erteilung der Genehmigung prüfen, welche Abbaureihenfolge unter Strahlenschutz- und Störfallvermeidungsaspekten die optimale ist. Bei der Festlegung der Abbaureihenfolge größerer Komponenten und Anlagenteile handelt es sich um eine originär genehmigungsrechtlich relevante Aufgabe. Dadurch werden Strahlenschutz und Störfallanalyse maßgeblich beeinflusst.

### **Umweltauswirkungen**

Durch die Emissionen von Luftschadstoffen, Schall und Erschütterungen sind aufgrund der großen Entfernung nachteilige Auswirkungen auf Österreich auszuschließen. Auch die ausgehende Direktstrahlung kann aufgrund der Entfernung keine nachteilige Auswirkung haben.

Für die Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser wurde nachgewiesen, dass im Rahmen von Stilllegung und Abbau des KKI 2 der Grenzwert für die effektive Dosis von 0,3 mSv im Kalenderjahr deutlich unterschritten wird.

Bis zur deutsch-österreichischen Grenze erfolgt eine zusätzliche Vermischung nach der Mündung in die Donau und den Zufluss des Inns in die Donau. In Anbetracht dieser Vermischung und der konservativen Berechnung der Dosis für die ungünstigste Einwirkungsstelle ist von keinen relevanten nachteiligen Auswirkungen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in Österreich auszugehen. Das gleiche gilt für die Ableitung der radioaktiven Stoffe mit der Luft.

Anzumerken ist, dass ein Umgang mit radioaktiven Stoffen auch bei Einhaltung der Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung mit Risiken verbunden ist,

da eine Wirkungsschwelle der ionisierenden Strahlung nicht bekannt ist. Daher sollte die Ableitung radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb, wie von der Strahlenschutzverordnung gefordert, auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie technisch möglich gehalten werden. Insofern sollten nach Einstellung des Leistungsbetriebs deutlich geringere Werte für die zulässigen Ableitungen genehmigt werden.

In der vorliegenden Fachstellungnahme werden Auswirkungen betrachtet, die eine mögliche Betroffenheit Österreichs verursachen können. Insofern ist der Inhalt der UVP insbesondere hinsichtlich möglicher Störfälle relevant. Dies wird in Kapitel 4 dieser Stellungnahme betrachtet.

### **Brennstofffreiheit**

In Deutschland war es bis vor etwa 10 Jahren Ziel, in den Kernkraftwerken vor Beginn der Stilllegung bzw. Abbaumaßnahmen Kernbrennstofffreiheit herzustellen. Dies war auch im untergesetzlichen Regelwerk direkt oder indirekt festgelegt. Im Leitfaden zur Stilllegung des BMU und in den Leitlinien der Entsorgungskommission (ESK) ist diese Zielsetzung nicht mehr enthalten. Der Bund – Länder – Fachausschuss Recht hat im September 2012 festgestellt, dass die Kernbrennstofffreiheit keine Voraussetzung für eine Stilllegungsgenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG ist (SCHEIB 2013). Diese rechtliche Feststellung muss allerdings in der konkreten Praxis unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Belange umgesetzt werden.

Laut Sicherheitsbericht soll mit dem Abbau begonnen werden, bevor alle Brennelemente (BE) und Sonderbrennstäbe (SBS) entfernt sind. Durch die Brennelemente im Lagerbecken ist das Risikopotenzial für Störfälle und ihre Auswirkungen gegenüber einer kernbrennstofffreien Anlage erhöht. Ein Beginn von Abbaumaßnahmen, bevor alle Brennelemente aus der Anlage entfernt sind, ist sicherheitstechnisch negativ zu bewerten (INTAC 2013b):

- Die Abbaumaßnahmen werden durchgeführt, obwohl das Gefahrenpotenzial der Anlage in Bezug auf Radioaktivitätsinventar und Kritikalität nicht und in Bezug auf Temperatur nur teilweise reduziert wurde.
- Die Gefahr der Auslösung von Störfällen und die Beeinflussung von Störfallabläufen sind durch den komplexeren Anlagenbetrieb größer.
- Der Abbau während der Brennelementlagerung könnte zu eingeschränkter Bewegungsfähigkeit und höheren Strahlenbelastungen des Personals führen. Beides erhöht die Störfallgefahr aufgrund von Fehlhandlungen.
- Die am höchsten radioaktiv belasteten Systeme können nicht dekontaminiert werden. Das hat eine weiterhin relativ hohe Ortsdosisleistung in größeren Teilen der Anlage und damit eine höhere Strahlenbelastung des Personals bei Stilllegungs- und Abbauarbeiten zur Folge.
- Ohne die Dekontaminationsmaßnahmen kann keine für die Planung von Stilllegung und Abbau erforderliche vollständige radiologische Charakterisierung (Kontaminations- und Aktivierungsatlas) der Anlage erfolgen.
- Abbau- bzw. Zerlegearbeiten könnten nicht optimal geplant und durchgeführt sowie dabei anfallende Reststoffe nicht optimiert gelagert werden.

- Stilllegungs- und Abbaumaßnahmen könnten behindert werden, da die Anlage wegen des noch vorhandenen Kernbrennstoffs unter erhöhter Sicherungsüberwachung in Bezug auf Proliferation steht.

### **Menge der gelagerten Kernbrennstoffe und Dauer der Lagerung**

Die im Rahmen des Verfahrens vorgelegten Unterlagen enthalten keine Angaben zur Menge der in den Lagerbecken aufbewahrten Brennelemente und Sonderbrennstäbe. Außerdem wird weder der Beginn noch das Ende ihrer Auslagerung benannt. Diese Angaben sind aber erforderlich, um das Gefahrenpotenzial einschätzen zu können.

Die für das BE-Lagerbecken genehmigte Kapazität beträgt 792 BE. Das ist etwa die vierfache Menge an BE, wie sich im Reaktorkern (193 BE) befindet. Es wird im Sicherheitsbericht nicht angegeben, wie viele BE nach der endgültigen Abschaltung und Entladung aus dem Reaktorkern im BE-Lagerbecken gelagert werden.

Im Sicherheitsbericht wird auch nicht angegeben, bis wann Brennstofffreiheit hergestellt werden soll bzw. kann.

Aus heutiger Sicht kann nicht als sichergestellt angesehen werden, dass eine zügige Entladung der Brennelemente aus dem BE-Lagerbecken gewährleistet werden kann. Der Zeitraum, in dem die Kernbrennstofffreiheit herbeigeführt werden kann, hängt auch von der Verfügbarkeit der für die trockene Zwischenlagerung notwendigen Transport- und Lagerbehälter ab.

2011 hat es nach der unerwarteten endgültigen Abschaltung von acht Reaktoren in Deutschland Engpässe bei der Fertigung der benötigten Behälter gegeben. Auch die Beladung der Behälter erfordert einen gewissen zeitlichen Bedarf.

Es sollte erklärt werden, wie eine rasche Brennstofffreiheit erreicht werden kann.

### **Pufferlagerung**

Die bei der Stilllegung anfallenden radioaktiven Rohabfälle werden zunächst nach Arten getrennt gesammelt und gelagert („Pufferlagerung“). Für die Pufferlagerung der radioaktiven Abfälle (bzw. zunächst radioaktiven Reststoffe) werden in der Anlage und auf dem Anlagengelände neue Flächen ausgewiesen und nutzbar gemacht. Eine solche „Pufferlagerung“ sollte jedoch auf einen möglichst kurzen Zeitraum begrenzt sein. Die betrieblichen Abläufe sollten so organisiert sein, dass, sobald eine bestimmte Menge einer Abfallart angesammelt ist, die sinnvoll eine Konditionierung oder einen Abtransport erlaubt, dies auch durchgeführt wird. Ist dies nicht der Fall, muss die Lagerung als Zwischenlagerung erfolgen. Hierfür sind andere und zum Teil höhere Sicherheitsanforderungen als für die Pufferlagerung zu erfüllen. Eine länger andauernde Pufferlagerung kann vor allem auftreten, wenn die Konditionierung extern erfolgt und/oder am Stilllegungsstandort kein Zwischenlager zur Verfügung steht. (INTAC 2013b)

Bei Stilllegung und Abbau anfallende radioaktive Rohabfälle, durch Behandlung entstehende Zwischenprodukte und konditionierte Abfälle sollten sich nur so lange in der Pufferlagerung befinden, wie dies für einen sicherheitstechnisch optimierten betrieblichen Ablauf erforderlich ist. Durch eine geeignete Konditionierung nach einer möglichst kurzen Pufferlagerung erfolgt eine Verringerung des Störfallpotenzials und der potenziellen Freisetzungsmenge durch Rohabfälle.

In Deutschland werden bisher an vielen Standorten radioaktive Stoffe für lange Zeiträume in Pufferlagerung in Pufferlagern oder auf Pufferlagerflächen aufbewahrt. Es wird aus dem Sicherheitsbericht nicht deutlich, wie dieses Vorgehen für das Vorhaben Stilllegung und Abbau von KKI 2 verhindert werden soll.

### **3.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen**

Im Sicherheitsbericht wird das beantragte Vorhaben ausführlich, allerdings an vielen Stellen nur sehr allgemein, beschrieben.

Weder der UVP-Bericht noch der Sicherheitsbericht enthalten ausreichende Angaben, wie die Minimierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe durch Abbau- und Zerlegemethoden und die Minimierung des Störfallrisikos berücksichtigt werden soll. Diese Angaben sollten zur Prüfung potenzieller Betroffenheit durch das Vorhaben im Rahmen des UVP-Verfahrens vorhanden sein.

Zum Detaillierungsgrad der hier vorgelegten Unterlagen ist festzuhalten, dass bestimmte Informationen, beispielsweise zum genaueren Ablauf des Abbaus und der Außerbetriebnahme von Systemen, nicht vorhanden sind. Insbesondere fehlen Informationen aus denen hervorgeht, dass der Abbau rückwirkungsfrei auf die sichere Lagerung der Brennelemente erfolgt, da der Abbau beginnen soll, wenn sich noch eine erhebliche Menge an Kernbrennstoff im Lagerbecken befindet.

Es sollte sichergestellt werden, dass mit dem Abbau im Kontrollbereich und an Systemen, die direkt oder indirekt mit dem Kühlkreislauf sowie anderen für die Brennelementlagerung benötigten Systemen verknüpft sind, erst nach vollständiger Entfernung der Brennelemente aus der Anlage begonnen wird.

Die im Rahmen des Verfahrens vorgelegten Unterlagen enthalten keine Angaben zur Menge der in den Lagerbecken aufbewahrten Brennelemente und Sonderbrennstäbe. Laut DBT (2018) lagerten zum 31.01.2018 insgesamt 55 Sonderbrennstäbe im dortigen Lagerbecken. Im Sicherheitsbericht wird auch nicht angegeben, bis wann Brennstofffreiheit hergestellt werden soll bzw. kann. Diese Angaben sind aber erforderlich, um das Gefahrenpotenzial einschätzen zu können.

### 3.3.1 Fragen

- **F6:** *Wie viele Brennelemente (mit welchem Abbrand und mit welcher Lagerzeit) und wie viele Sonderbrennstäbe befinden sich zurzeit im Brennelementlagerbecken? Wie viele Brennelemente werden sich voraussichtlich bei Beginn des Abbaus im Lagerbecken befinden?*
- **F7:** *Wann wird mit einer vollständigen Entladung des Lagerbeckens gerechnet?*
- **F8:** *Wie wird eine zügige Entladung der Brennelemente sichergestellt?*

### 3.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE1:** Es wird empfohlen, in einer Ergänzung die Maßnahmen für eine zügige Entladung der gelagerten Brennelemente und eine darauf basierende realistische Schätzung des dafür erforderlichen Zeitbedarfs darzulegen. Darüber hinaus sollten alle möglichen Maßnahmen getroffen werden, die eine rasche Verbringung aller bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäbe in das Standort-Zwischenlager ermöglichen.
- **VE2:** Es wird empfohlen, Informationen, beispielsweise zum genaueren Ablauf des Abbaus und der Außerbetriebnahme von Systemen, die zur Beurteilung der Betroffenheit erforderlich sind, zu veröffentlichen. Aus diesen Informationen sollte insbesondere hervorgehen, dass der Abbau rückwirkungsfrei auf die sichere Lagerung der Brennelemente erfolgt.
- **VE3:** Es sollte sichergestellt werden, dass mit dem Abbau im Kontrollbereich und an Systemen, die direkt oder indirekt mit dem Kühlkreislauf sowie anderen für die Brennelementlagerung benötigten Sicherheits-, Hilfs- oder Lüftungssystemen verknüpft sind, erst nach vollständiger Entfernung der Brennelemente aus der Anlage begonnen wird.
- **VE4:** Es wird empfohlen, die Pufferlagerung zeitlich zu begrenzen.

## 4 UNFÄLLE

### 4.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

Kapitel 2.3.20 des UVP-Berichts behandelt Strahlenexpositionen durch Störfälle. Es wird erklärt, dass bei der Planung des Vorhabens Schutzmaßnahmen zu treffen sind, so dass im Falle eines möglichen Störfalls eine festgelegte Störfallexposition nicht überschritten wird. Der Wert für die Strahlenexposition ist in § 104 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV 2021) in Verbindung mit § 149 StrlSchV auf eine effektive Dosis von 50 Millisievert (mSv) in der Umgebung durch Freisetzung radioaktiver Stoffe begrenzt. (UVP-BERICHT 2021)

In Kapitel 5.2.2 des UVP-Berichts werden die Ergebnisse der betrachteten Störfallereignisse dargestellt. Die relevanten Ereignisabläufe sind in der Ereignisanalyse des Sicherheitsberichts ermittelt und bewertet worden. (UVP-BERICHT 2021)

Es wird im UVP-Bericht erklärt, dass bei keinem der für die Stilllegung und den Abbau des KKI 2 betrachteten möglichen Ereignisabläufe Strahlenexpositionen in der Umgebung zu erwarten sind, die den festgelegten Grenzwert von 50 mSv auch nur annähernd erreichen. Das bezüglich radiologischer Auswirkungen abdeckende Ereignis ist der Absturz eines mit radioaktiven Stoffen gefüllten 20´-Containers auf einer Pufferlagerfläche im Überwachungsbereich. Unter konservativen Annahmen ergibt sich eine maximale potentielle effektive Dosis von 3,4 mSv für die am höchsten belastete Altersgruppe der Säuglinge unter einem Jahr. Dies entspricht einer Ausschöpfung von 6,8 % des Störfallplanungswertes von 50 mSv. (UVP-BERICHT 2021)

Kapitel 9 des Sicherheitsberichts enthält eine Ereignisanalyse. In der Ereignisanalyse für die Stilllegung und den Abbau des KKI 2 werden die möglichen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisabläufe während Stilllegung und Abbau analysiert. Ziel der Ereignisanalyse ist es dazulegen, dass der festgelegte maximale Wert für die Störfälle für alle zu betrachtenden sicherheitstechnisch bedeutenden Ereignisabläufe sicher eingehalten wird und somit keine unzulässigen Auswirkungen auf die Umwelt resultieren. Damit wird außerdem gezeigt, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Stilllegung sowie den Abbau des KKI 2 getroffen ist. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

Es wird einleitend erklärt, dass nach Abtransport der Brennelemente (BE) und Sonderbrennstäbe (SBS) aus dem KKI 2 mehr als 99 % des bei der endgültigen Abschaltung vorhandenen Aktivitätsinventars aus der Anlage entfernt ist.

Laut Sicherheitsbericht leiten sich die zu betrachteten Ereignisse aus dem Stilllegungsleitfaden, den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen und den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ab.

Die folgenden Ereignisse werden behandelt:

### Einwirkung von innen

- Ereignisse bei Lagerung und Handhabung von bestrahlten Brennelementen,
- anlageninterne Leckagen und Überflutungen,
- Ausfälle und Störungen von Hilfs- und Versorgungseinrichtungen,
- anlageninterne Brände und Explosionen,
- mechanische Einwirkungen (Ereignisse bei Handhabungs- und Transportvorgängen)
- chemische Einwirkungen,
- Ereignisse bei der Handhabung radioaktiver Stoffe.

Es wird erklärt, dass **Ereignisse bei der Lagerung und Handhabung von bestrahlten Brennelementen** nur so lange zu betrachten sind wie noch bestrahlte Brennelemente oder SBS im Lagerbecken gelagert werden. Die Ereignisbeherrschung entspricht dem genehmigten Stand der Anlage und wird auch nach Inanspruchnahme der beantragten Still- und Abbaugenehmigung beibehalten. Dadurch ist jederzeit gewährleistet, dass die Systeme und Einrichtungen zur Lagerung und Kühlung der bestrahlten BE in ihrer Funktion nicht durch den Abbau von Anlagenteilen beeinträchtigt werden. Ein relevanter Wasserverlust aus dem Lagerbecken ist ausgeschlossen, da durch konstruktive und Überwachungsmaßnahmen nur ein sehr begrenzter Füllstandsabfall möglich ist und die Systeme und Einrichtungen zur Ergänzung des Beckenwassers durch den Abbau von Anlagen nicht beeinträchtigt werden.

Wie im bisherigen Betrieb kann es zu einem Ausfall der Lagerkühlung kommen, diese wird durch die Zuschaltung der in Bereitschaft stehenden redundanten Beckenkühlstränge kompensiert. Diese können zusätzlich durch eine unabhängige Notstromversorgung versorgt werden, wenn die Stromversorgung ausgefallen ist. Die Unterkritikalität im Brennelementlagerbecken wird durch die vorgegebenen Mindestabstände der Brennelemente voneinander in den Lagerstellen sowie durch die Absorberschächte um die Brennelemente gewährleistet. Darüber hinaus wird die Unterkritikalität noch durch das im Lagerbecken gelöste Bor sichergestellt.

Es wird angenommen, dass bei der Handhabung der bestrahlten Brennelemente ein Brennelement beschädigt werden kann, sodass Hüllrohre der Brennstäbe undicht werden können. Eine Berechnung der radiologischen Auswirkungen ohne Berücksichtigung eines Lüftungsabschlusses führt zu einer maximalen effektiven Dosis für die potenziell am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge von  $1,3E-5$  mSv. Dieses Szenario ist abdeckend für das Szenario Beschädigung eines SBS bei der Handhabung, weil bei der Betrachtung der Beschädigung eines BE von 18 beschädigten Brennstäben ausgegangen wird.

**Anlageninterne Überflutung und Leckagen:** Eine anlageninterne Flutung führt aufgrund der Auslegung der Gebäude und Systeme nicht zu einem vollständigen Ausfall der Systeme und Einrichtungen, die zur Kühlung der bestrahlten Brennelemente im Lagerbecken vorhanden sind.

Während des Restbetriebs kann es zu Leckagen an Behältern und Rohrleitungen kommen, die mit Flüssigkeiten beaufschlagt sind, welche radioaktive Stoffe enthalten. Abdeckend in radiologischer Hinsicht für diese Ereignisgruppe ist das Versagen des Abwasserverdampfers im Reaktorhilfsanlagegebäude, wodurch radioaktive Stoffe in die umgebende Raumluft freigesetzt werden. Die ermittelte maximale effektive Dosis für die am höchsten belastete Altersgruppe beträgt 0,02 mSv.

**Ausfall und Störungen von Hilfs- und Versorgungseinrichtung:** Solange noch bestrahlte Brennelemente im Lagerbecken vorhanden sind, werden die vorhandenen Kühlsysteme und die entsprechenden Einrichtungen zur Energieversorgung im jeweils erforderlichen Umfang weiterbetrieben. Mit diesen Einrichtungen ist eine Kühlung der bestrahlten BE gewährleistet. Selbst bei einem unterstellten langen Ausfall sämtlicher Kühlsysteme stehen aufgrund der geringen Nachzerfallswärme lange Karenzzeiten (mehrere Stunden bis Tage) zur Verfügung, um die Kühlung wiederherzustellen.

**Interner Brand mit Auswirkungen auf die für die BE-Lagerbecken benötigten Systeme:** Dieses Ereignis entspricht hinsichtlich Ereignisablauf und Systemumfang zur Ereignisbeherrschung dem bisher genehmigten Stand für den Leistungsbetrieb.

Filterbrände werden aufgrund von Vorsorgemaßnahmen hinreichend unwahrscheinlich oder in Dauer und Ausbreitung begrenzt. Es wurde dennoch untersucht, wie hoch bei Ausfall aller aktiven und passiven Brandschutzeinrichtungen und -maßnahmen die radiologischen Auswirkungen von Filterbränden mobiler Filteranlagen wären. In diesem Fall ergibt sich eine maximale potenzielle effektive Dosis von 0,27 mSv für die Bevölkerungsgruppe der Säuglinge.

Das Entstehen von Kabelbränden durch Kurzschlüsse infolge defekter Isolierung oder anderer Einflüsse kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Durch die in der Anlage vorhandenen Brandmeldeeinrichtungen werden diese Kabelbrände jedoch frühzeitig erkannt. Insgesamt werden radiologische Auswirkungen für dieses Ereignis ausgeschlossen. Das gilt auch für Brände im Bereich der Reststoff- und Abfallbehandlung auf dem Kraftwerksgelände und auf einer Pufferlagerfläche.

**Anlageninterne Explosion:** Wasserstoff aus der Radiolyse fällt im Restbetrieb nicht mehr an. Weiterhin wurden die Wasserstoffvorräte auf der Anlage, die während des Leistungsbetriebs unter anderem zur Generatorkühlung notwendig waren, entfernt. Eine Explosion mit radiologisch relevanten Freisetzungen ist daher ausgeschlossen.

**Mechanische Einwirkungen:** Die durchzuführenden Abbaumaßnahmen sind mit einer Vielzahl von Transport- und Hebevorgängen verbunden. Dabei kön-

nen Kollisionen oder Lastabstürze auftreten, in deren Folge es zu Beschädigungen von Anlagenteilen und/oder zur Freisetzung radioaktiver Stoffe kommen könnte. Solange sich BE oder/und SBS im Brennelementlagerbecken befinden, gelten für die Krananlagen im Bereich des Brennelementlagerbeckens und für den Halbportalkran die erhöhten Anforderungen der KTA 3902 und KTA 3905 fort (KTA = Kerntechnischer Ausschuss). Für den Halbportalkran bleiben die erhöhten Anforderungen bestehen, solange Gebinde mit einem Aktivitätsinventar größer als  $3E+11$  Bq gehandhabt werden.

Absturz schwerer Lasten auf BE/SBS im Lagerbecken oder der Absturz eines BE-Transport- und Lagerbehälters wird wegen der KTA-gerechten Auslegung und der Wiederkehrenden Prüfungen (WKP) der Hebezeuge ausgeschlossen.

Eine Berechnung der radiologischen Auswirkungen des Ereignisses „Absturz von Behältern mit freisetzbarem radioaktivem Inventar innerhalb von Gebäuden“ führt zu einer maximalen effektiven Dosis für die potenziell am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge von 0,06 mSv. Dieses Ereignis deckt auch das Herabstürzen von Lasten auf Behälter mit freisetzbarem radioaktivem Inventar innerhalb von Gebäuden ab.

Bei nicht ganz ausschließbaren Transportunfällen kann es zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe auf dem Kraftwerksgelände kommen. Die radiologischen Folgen sind durch das Ereignis „Absturz eines 20'-Containers auf einer Pufferlagerfläche im Überwachungsbereich“ abgedeckt.

Während der Stilllegung und des Abbaus werden große Komponenten demonstert. Als das abdeckende Ereignis wird der Absturz eines Dampferzeugers unterstellt. Eine Berechnung der radiologischen Auswirkungen für den Fall, dass es zum Absturz eines Dampferzeugers außerhalb des Reaktors nach erfolgreicher FSD<sup>7</sup> mit einem Dekontaminationsfaktor von 10 kommt, führt zu einer maximalen effektiven Dosis für die potenziell am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge von 2,5 mSv.

**Absturz eines 20'-Containers auf einer Pufferlagerfläche im Überwachungsbereich.** Dieses Ereignis führt zu einer maximalen effektiven Dosis für die potenziell am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge von 3,4 mSv. Diese Betrachtung deckt auch den Absturz des Hallenportalkrans sowie den Absturz anderer Gebinde aus der maximalen in Frage kommenden Höhe in ungünstiger Aufprallposition und außerhalb von Gebäuden ab. Als Fallhöhe wird eine Höhe 25 Meter und als Aktivitätsinventar eine sehr hohe Aktivitätsbelastung des 20'-Containers von  $3E+11$  Bq angenommen.

**Chemische Einwirkungen** können bei Leckagen zu Dekontaminationsvorgängen führen. Derartige Ereignisse sind in radiologischer Hinsicht abgedeckt durch das Ereignis „Leckage eines Behälters oder einer Rohrleitung mit radioaktiver Flüssigkeit.“

---

<sup>7</sup> FSD=Full System Decontamination (Primärkreisdekontamination)

**Ereignisse bei der Handhabung radioaktiver Stoffe:** Der Umgang mit flüssigen radioaktiven Abfällen erfolgt entsprechend der betriebsbewährten Verfahrensweisen und entspricht dem genehmigten Stand der Anlage. Gebinde mit festen radioaktiven Abfällen werden in der Anlage während des Restbetriebs bei zahlreichen Prozessen hergestellt. Bei den Ereignissen während der Erzeugung von Abfallgebinden für feste radioaktive Abfälle wird davon ausgegangen, dass die zu erzeugenden Gebinde zum Zeitpunkt des Ereignisses noch nicht verschlossen sind. Entsprechend werden Freisetzungen aus Oberflächenkontaminationen von unverpackten oder nur leicht verpackten Materialien unterstellt. Radiologische Auswirkungen aus derartigen Ereignissen führen konservativ ohne Gebäuderückhaltung und ohne Rückhaltung durch Filter zu einer maximalen effektiven Dosis für die potenziell am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge von 0,42 mSv.

### Einwirkungen von außen

Bei den externen Einwirkungen werden naturbedingte Einwirkungen und zivilisatorische Einwirkungen unterschieden.

*Naturbedingte Einwirkungen:*

- Extreme meteorologische Bedingungen (Sturm, Starkregen, Schneefall, Schneelasten, Frost und außergewöhnliche Hitzeperioden),
- Blitzschlag,
- Hochwasser,
- Erdbeben,
- biologische Einwirkungen,
- Wald- und Feldbrände,
- Erdbeben.

Hinsichtlich extremer meteorologischer Einwirkungen, Blitzschlag und Hochwasser wird erklärt, dass diese durch die Gegebenheiten des Standorts und die Gebäudeauslegung beherrscht werden und daher nicht betrachtet werden. Es werden allerdings derartige Einwirkungen auf die gelagerten Abfälle auf den Pufferlagerflächen betrachtet.

Weiterhin wird festgestellt:

- Ein Erdbeben wird für den Standort ausgeschlossen.
- Relevante biologische Einwirkungen werden aufgrund von Vorsorgemaßnahmen vermieden.
- Wald- und Feldbrände haben aufgrund der räumlichen Entfernung keine Auswirkungen auf die Anlage.

Hinsichtlich **Erdbeben** inklusive postulierter Folgeschäden wird erklärt, dass das Bemessungserdbeben am Standort bereits im Genehmigungsverfahren festgelegt und bestätigt worden ist. Bei einem Erdbeben mit postulierten Folgeschäden sind die Aktivitätsfreisetzungen durch den Verlust der Integrität von Systeme-

men und Bauwerken, die für Erdbeben nicht ausgelegt wurden, nicht auszuschließen. Der Ereignisverlauf sowie die potenziellen Ereignisfolgen hängen wesentlich von dem Zeitpunkt während Stilllegung und Abbau ab, an dem dieses Ereignis eintritt.

Abdeckend ist laut Sicherheitsbericht ein Erdbeben mit Brennelementen im Brennelementlagerbecken, da in diesem Zeitraum im Vergleich zu den übrigen Abbauphasen zusätzlich die Kühlung der Brennelemente abzusichern ist. Eine Freisetzung von Aktivitäten aus dem BE im Lagerbecken als Folge eines Erdbebens ist nicht zu befürchten, da die zu deren Kühlung bzw. zur Abfuhr der im Lagerbecken anfallende Nachzerfallswärme notwendigen technischen und baulichen Einrichtungen gegen ein Bemessungserdbeben ausgelegt sind und weiter funktionsfähig bleiben.

Das Reaktorhilfsanlagengebäude und die darin enthaltenen Systeme sind nicht vollständig gegen ein Bemessungserdbeben ausgelegt. Daher können Undichtigkeiten in Rohrleitungen als Erdbebenfolgen nicht ausgeschlossen werden. Dort befinden sich wesentliche Aktivitätsinventare wie beispielsweise Verdampferkonzentrat im Abwasserverdampfer. Die Berechnung der radiologischen Auswirkungen des Ereignisses Erdbeben führt zu einer maximalen effektiven Dosis von 0,03 mSv für die am höchsten belastete Altersgruppe der Säuglinge unter einem Jahr.

Die Abgabe radioaktiver Stoffe über den Abwasserpfad kann aufgrund baulicher Gegebenheiten ausgeschlossen werden. Die Räume sind mit Bodenwanen ausgestattet, sodass aus Behältern möglicherweise austretende radiologische Flüssigkeiten dort gesammelt und kontrolliert abgeleitet werden.

Das Ereignis „interne Überflutung“ muss in der geänderten Anlage sorgfältig analysiert werden, statt dieses auszuschließen.

#### *Naturbedingte Einwirkung auf die Pufferlager*

Ein Bemessungserdbeben hat laut Sicherheitsbericht auf dreilagig aufgestapelte, gefüllte 20´-Container aufgrund der vorgesehenen technischen Mittel keine Auswirkungen. Aufgrund der Stapelhilfen zur Arretierung bleiben die Containerstapel stehen und ein Herabfallen von Containern aus der oberen oder mittleren Lage ist nicht zu befürchten.

Ein Bemessungswasserstand für KKI 2 von 374,93 Meter über Normal Null (NN) bei dem zehntausendjährigen Hochwasser liegt unterhalb des Kraftwerkswerksgeländes (375,40 über Meter über NN). Damit kann das Ereignis „Hochwasser auf Pufferlagerfläche“ von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden, da sich alle Pufferlagerflächen auf dem erhöhten Kraftwerksgelände befinden.

Die auf den Pufferlagerflächen gelagerten radioaktiven Stoffe sind gegen Blitzschlag hinreichend geschützt. Somit gibt es keine Notwendigkeit einer weiteren Analyse der Ereignisse auf die gelagerten radioaktiven Stoffe auf den Pufferlagerflächen.

Sonstige extreme meteorologische Einwirkungen (Sturm, Regen, Schneefall, Schneelasten, Frost außergewöhnliche Hitzeperioden) auf die Pufferlagerflächen sind durch die Betrachtung der Einwirkung von Hochwasser und Absturz eines 20´-Containers auf einer Pufferlagerfläche im Kontrollbereich abgedeckt.

*Zivilisatorische Einwirkungen:*

- Flugzeugabsturz,
- Druckwelle aus chemischer Explosion,
- Einwirkungen gefährlicher Stoffe,
- Anlagenexterner Brand,
- Beeinflussung benachbarter Anlagen am Standort,
- Elektromagnetische Einwirkungen,
- Zivilisatorische Einwirkungen auf die Pufferflächen.

Bezüglich eines **Flugzeugabsturzes** wird erklärt, dass die Gebäude, in denen sich die für die Einhaltung der Schutzziele erforderlichen Systeme und Einrichtungen befinden, durch bauliche Maßnahmen gegen einen Flugzeugabsturz bzw. gegen die Folgen eines Flugzeugabsturzes ausgelegt sind. Es wird auch erklärt, dass der Flugzeugabsturz als sehr seltenes Ereignis eingestuft wird und zudem hinsichtlich Ereignisablauf und erforderlichen Systemumfangs zur Ereignisfolgenminimierung durch die Betrachtung im Rahmen der Betriebsgenehmigung abgedeckt ist.

Hinsichtlich der Auswirkungen von **Druckwellen aus chemischen Explosionen** wird erklärt, dass die sicherheitsrelevanten Gebäude gegen Einwirkung einer Druckwelle ausgelegt sind. Die Gebäudeöffnungen sind so ausgelegt, dass sie ein Eindringen der Druckwelle verhindern.

Die **Einwirkung gefährlicher Stoffe** (wie explosionsfähiger oder giftiger Gase) wird über die Zuluftanlage durch entsprechende Detektions- und Schaltmaßnahmen verhindert. Im KKI 2 ist ein Gaswarnsystem installiert. Durch dieses System werden explosive Gase auf dem Kraftwerksgelände erkannt. Bei Gaswarnung werden die Lüftungsöffnung zum Kontrollbereich sowie zum Notspeise- und Schaltanlagegebäude entweder automatisch oder manuell geschlossen und damit der weitere Zufluss explosiver Gasgemische verhindert.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass Druckwellen aus chemischen Explosionen und die Einwirkung giftiger oder explosionsgefährlicher Stoffe als sehr seltenes Ereignis angesehen werden und durch die Genehmigungsverfahren für Errichtung und Betrieb der Anlage abgedeckt sind. Es wird erklärt, dass dieses auch für Ereignisse gilt, die von der neu zu errichtenden Gasleitung ausgehen können.

**Anlagenexterner Brand:** Es ist durch einen ausreichenden Abstand zur Doppelzaunanlage sichergestellt, dass keine direkte Brandeinwirkung aus Bränden in der Umgebung auf schutzzielrelevante Anlagenteile möglich ist.

**Beeinflussung benachbarter Anlagen am Standort:** Am Standort befindet sich auch das stillgelegte KKI 1, das sich im Abbau befindet. Das bedeutet, dass

bestimmte Ereignisse nicht mehr auftreten können. Am Standort befinden sich weitere kerntechnische Anlagen: eine Transportbereitstellungshalle und ein Zwischenlager. Außerdem ist eine Bereitstellungshalle für radioaktive Abfälle und Reststoffe in Errichtung. Eine gegenseitige Beeinflussung dieser Anlagen mit der im Restbetrieb befindlichen Anlage KKI 2 hinsichtlich möglicher Einwirkung auf die eingeschlossenen radioaktiven Stoffe ist durch die vorhandenen baulichen Umschließungen ausgeschlossen. Eine Beeinflussung der geplanten Pufferlagerflächen für KKI 2 auf dem Kraftwerksgelände durch die anderen Anlagen ist ebenfalls ausgeschlossen, da entsprechende Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

Hinsichtlich **elektromagnetischer Einwirkungen** wird gesagt, dass diese keine Auswirkungen auf die Sicherheit haben, da sensible und leittechnische Komponenten nach KTA-Regeln ausgelegt sind.

Der **Flugzeugabsturz** ist laut Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ein auslegungüberschreitendes Ereignis. Das Schadensereignis Flugzeugabsturz wurde für die Pufferlagerflächen im Überwachungsbereich untersucht. Basis der Analysen waren die Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren. Das ist der Absturz einer Militärmaschine. Neben den mechanischen Einwirkungen wurden auch die thermischen Einwirkungen aufgrund des Treibstoffbrandes untersucht. Das maßgebliche radiologische Kriterium der Notfall-Dosis-Werteverordnung wird beim Flugzeugabsturz mit nachfolgendem Brand unterschritten. Schutzmaßnahmen sind demnach nicht erforderlich. Die sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ ergebenden Dosiswerte unterschreiten das hierfür vorgesehene radiologische Kriterium, den Orientierungswert von 100 mSv (analog Ziffer 3 der SEWD-Berechnungsgrundlage). Es sind keine weiteren Maßnahmen zu ergreifen.

Mögliche Auswertungen der Einwirkung einer **Druckwelle aus chemischen Explosionen** auf die Pufferlagerfläche für radiologische Reststoffe und Abfälle auf dem Kraftwerksgelände des KKI 2 werden betrachtet. Derartige Ereignisse sind für die Pufferlagerflächen auf dem Kraftwerksgelände sehr unwahrscheinlich. Aufgrund der Entfernung zu gegebenenfalls in Frage kommenden Quellen sind die radiologischen Folgen durch die Ereignisfolgen eines Flugzeugabsturzes abgedeckt. Dies deckt auch Ereignisse ab, die von der neu zu errichtenden Erdgasleitung ausgehen können.

Auswirkungen durch **gefährliche Stoffe** auf eine Pufferlagerfläche für radioaktive Stoffe in geeigneter Verpackung auf dem Kraftwerksgelände des KKI 2 sind aufgrund der Art der Einwirkung nicht (toxische oder explosive Stoffe) oder erst sehr langfristig (korrosive Stoffe) zu befürchten. Dadurch besteht die Möglichkeit gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen durchzuführen.

Ein Bemessungswasserstand für KKI 2 von 374,93 Meter über NN bei dem zehntausendjährigen Hochwasser liegt unterhalb des Kraftwerkswerksgeländes (375,40 über Meter über NN). Damit kann das Ereignis „Hochwasser auf Pufferlagerfläche“ von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden, da sich alle Pufferlagerflächen auf dem erhöhten Kraftwerksgelände befinden.

Zur Vorgehensweise bezüglich Strahlenexposition von Störfällen nennt der UVP-Bericht, die Übernahme der Ergebnisse aus dem Sicherheitsbericht.

## 4.2 Diskussion und Bewertung

Die endgültige Abschaltung des Reaktors Isar 2 führt zu einer deutlichen Reduzierung des Gefahrenpotenzials für Österreich.

Aber aufgrund des immer noch hohen radioaktiven Inventars nach Beendigung des Leistungsbetriebs von KKI 2 und den dadurch möglichen Freisetzungen sind zur Identifizierung des Risikopotenzials und von geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung von Freisetzung oder zur Minderung ihrer Folgen umfassende Störfallanalysen erforderlich.

Laut Sicherheitsbericht wurde in der Ereignisanalyse gezeigt, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist (§ 7 Abs. 3 Satz 2 AtG in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG). Die Forderungen des § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV seien erfüllt, da die Strahlenexposition als Folge von Störfällen aufgrund einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung für den Abbau des KKI 2 begrenzt ist.

Im UVP-Bericht werden keine eigenen Untersuchungen zu möglichen Störfällen präsentiert. Auch erfolgt im UVP-Bericht keine Bewertung der im Sicherheitsbericht dargestellten Ereignisanalyse. Der Gutachter der Genehmigungsbehörde zur Umweltverträglichkeitsprüfung sollte eigene Untersuchungen zur Freisetzung bei Störfällen und ihren Auswirkungen durchführen, statt lediglich die Angaben aus dem Sicherheitsbericht zu übernehmen. Es sollte sich um eine eigenständige gutachterliche Tätigkeit handeln. Bezüglich der Bewertung der Antragsunterlagen wird nur so das unter Sicherheitsaspekten wichtige Vieraugenprinzip eingehalten. (INTAC 2013b).

### Informationen zum Abbau

Auch wenn die Informationen im Sicherheitsbericht relativ ausführlich sind, enthält dieser keine konkreten Angaben zum Abbau. Daher können Dritte nicht prüfen, ob die Störfallauswahl tatsächlich abdeckend ist. Nur bei Angabe von relevanten Parametern und Annahmen der im Sicherheitsbericht betrachteten Störfälle wäre nachvollziehbar, ob bei der Störfallanalyse konservativ vorgegangen wurde.

Für die Abbauarbeiten werden im Sicherheitsbericht weder der vorgesehene betriebliche Zeitpunkt bzw. deren Reihenfolge noch die jeweils eingesetzten Methoden genannt. Die entsprechenden Festlegungen sollen erst im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren erfolgen. Eine solche Vorgehensweise ist schon grundsätzlich abzulehnen, sollte aber auf keinen Fall für Zeiträume zugelassen werden, in denen noch Brennelemente im Lagerbecken sind. Die Festlegungshoheit

der Behörde ist im aufsichtlichen Verfahren in der Regel geringer als im Genehmigungsverfahren.

### **Auslegungsstörfälle**

Hinsichtlich der im Sicherheitsbericht betrachteten Auslegungsstörfälle ist festzustellen, dass das betrachtete Spektrum den Anforderungen der ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen (ESK 2020) sowie dem Leitfaden zur Stilllegung (BMUB 2016a) entspricht.

Bezüglich der Auswirkungen von **Auslegungsstörfällen** wird ausgeführt, dass die Störfallplanungswerte der Strahlenschutzverordnung unterschritten werden. Allerdings kann aus den vorgelegten Unterlagen nicht entnommen werden, dass die Ereignisse abdeckend betrachtet und die Auswirkungen konservativ ermittelt worden sind.

Für viele der zu betrachtenden Ereignisse wird im Sicherheitsbericht erklärt, dass durch die für den Leistungsbetrieb getroffenen Maßnahmen die Anlage KKI 2 auch während des Abbaus ausreichend geschützt ist.

Diese Annahme ist so nicht zwangsläufig gerechtfertigt. Solange sich die Brennelemente in der Anlage befinden, können sie auch von Störfällen betroffen sein. Dementsprechend ist dagegen Vorsorge zu treffen. Betrachtungen aus Betriebszeiten können hier nicht herangezogen werden, da sich beim Abbau die Randbedingungen verändern und es sich um eine neue Genehmigung handelt, die den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen hat.

Interne Brände wurden aufgrund der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen fast vollständig ausgeschlossen. Aber die Situation in der Anlage verändert sich durch den Abbau. Daher sollten die möglichen Ereignisse neu analysiert werden.

Abdeckendes Ereignis ist der Absturz eines 20´-Containers auf einer Pufferlagerfläche im Überwachungsbereich. Laut Sicherheitsbericht wird für den Container ein hohes Aktivitätsinventar unterstellt. Es wird aber nicht belegt, dass das angenommene Inventar tatsächlich abdeckend ist. Ansonsten wären deutlich höhere Freisetzungen möglich.

Auch für andere Annahmen wird nicht die Grundlage genannt, auf der sie getroffen werden. So wird zum Beispiel für den Absturz eines Dampferzeugers unterstellt, dass vorher durch FSD ein Dekontaminationsfaktor von 10 erreicht wird, ohne dass erklärt wird, auf welcher Basis diese Annahme getroffen wurde.

Es werden zudem nicht alle Annahmen belegt, mit denen Ereignisse ausgeschlossen werden. So wird eine Kollision von Fahrzeugen auf dem Anlagegelände mit anderen Fahrzeugen oder mit Anlagenteilen bei Transportvorgängen mit anschließendem Brand nicht betrachtet, da ein Fahrzeugbrand ausreichend schnell gelöscht würde.

### **Fehlende Kernbrennstofffreiheit**

Während des Abbaus befindet sich Kernbrennstoff im Brennelementlagerbecken. Im Leitfaden zur Stilllegung wird erklärt: Befinden sich während des Stilllegungsverfahrens noch Brennelemente in der Anlage, so sind zusätzlich noch folgende Ereigniskategorien relevant:

- Verringerte Wärmeabfuhr aus dem Brennelementlagerbecken,
- Kühlmittelverlust aus dem Brennelementlagerbecken,
- Reaktivitätsänderungen im Brennelementlagerbecken und Kritikalitätsstörfall,
- Ereignisse bei Handhabung und Lagerung von Brennelementen.

Zwar werden alle im o. g. Leitfaden geforderten speziellen Untersuchungen zu BE explizit im Sicherheitsbericht aufgeführt. Jedoch fehlt im Sicherheitsbericht die Darstellung, durch welche konstruktiven und Überwachungsmaßnahmen ein relevanter Wasserverlust aus dem Lagerbecken ausgeschlossen werden kann. Es sollte abdeckend ein auslegungsüberschreitendes Ereignis mit Wasserverlust im Lagerbecken im Rahmen des UVP-Verfahrens betrachtet werden.

Laut Sicherheitsbericht wird als radiologisch abdeckendes Ereignis bei Brennelement-Handhabung und Lagerung die Beschädigung eines BE identifiziert. Es wird angenommen, dass bei der Handhabung ein Brennelement beschädigt werden kann, sodass Hüllrohre der Brennstäbe undicht werden können. Angesichts der möglichen Freisetzungen bei einem auslegungsüberschreitenden Ereignis kann dieses Ereignis nicht als abdeckend angesehen werden.

Es wird auch nicht erläutert, wieso dieses Szenario abdeckend für mögliche Ereignisse mit Sonderbrennstäben (SBS) ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Abbauphase 1, Abschnitt 1B die aktiven Systeme zur Kühlung des Lagerbeckens nicht mehr in Betrieb sind.

Der Absturz schwerer Lasten in das Brennelementbecken sowie der Absturz eines Behälters wird nicht betrachtet, da diese wegen des Betriebes der Transport- und Hebevorrichtungen nach kerntechnischen Regeln ausgeschlossen werden. In der jüngeren Vergangenheit hat es in deutschen Anlagen jedoch entsprechende Abstürze gegeben. (UMWELTBUNDESAMT 2017) Insofern ist diese Vorgehensweise nicht gerechtfertigt.

Anzumerken ist, dass die Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbau des KKI 1 (STMUV 2017) insgesamt 34 konkrete Ereignisse benennt, die – solange sich Brennelemente in der Anlage befinden – hinsichtlich ihrer Auswirkungen nicht vernachlässigbar oder nicht hinreichend unwahrscheinlich sind.

Auch wenn für die neuere Anlage KKI 2 ein deutlich besserer Schutz des BE-Lagerbeckens vorhanden ist als für die ältere Anlage KKI 1, sollten die Ereignisanalysen alle möglichen Szenarien betrachten werden, insbesondere auch auslegungsüberschreitende Unfälle.

Insgesamt sollten im Sicherheitsbericht die Störfälle mit den noch in der Anlage befindlichen Kernbrennstoffen sowie die getroffenen Annahmen, insbesondere Lastannahmen, nachvollziehbar dargestellt werden. Dies ist jedoch nicht der

Fall. Auf Basis der vorgelegten Unterlagen ist eine Bewertung einer möglichen Betroffenheit nicht möglich.

### **Externe Ereignisse**

Eine hohe sicherheitstechnische Relevanz hinsichtlich möglicher Unfälle könnte eine nicht nach Stand von Wissenschaft und Technik durchgeführte Bewertung des externen Ereignisses „Erdbeben“ haben.

Abdeckend ist laut Sicherheitsbericht ein Erdbeben mit Brennelementen im Lagerbecken. Eine radioaktive Freisetzung wird für diesen Fall nicht erwartet. Für die Betrachtung wurde davon ausgegangen, dass alle im Erdbebenfall sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerke und die zur Beherrschung von möglichen erdbebeninduzierten Störfällen notwendigen Systeme gegen das Bemessungserdbeben ausgelegt sind. Dadurch sei laut Sicherheitsbericht sichergestellt, dass alle Einrichtungen ihre sicherheitstechnische Funktion auch bei einem Bemessungserdbeben erfüllen.

Nur für die nicht gegen das Bemessungserdbeben ausgelegten Systeme im Reaktorhilfsanlagegebäude können laut Sicherheitsbericht Undichtigkeiten in Rohrleitungen als Erdbebenfolgen nicht ausgeschlossen werden. Die Berechnung der radiologischen Auswirkungen führt zu einer maximalen effektiven Dosis von 0,03 mSv.

Die früheren Annahmen zur Auslegung hinsichtlich Erdbeben können hierfür nicht mehr herangezogen werden. Die Anlage wird durch den Abbau verändert, dass betrifft auch die Standfestigkeit allgemein und die Standfestigkeit bzw. Aufhängung der für die Kühlung erforderlichen Komponenten und Systeme. Zudem entsprechen die für die Auslegung der Anlage im Rahmen der Errichtungsgenehmigung unterstellten Belastungsannahmen für Erdbeben heute nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik. Es wird im gegenständlichen Verfahren eine neue Genehmigung mit teilweise völlig neuen Tätigkeiten und Einrichtungen beantragt, deshalb ist eine aktuelle Betrachtung des Störfalls Erdbeben mit den heute geltenden Anforderungen für Lastannahmen erforderlich.

Zu bedenken ist auch, dass der tatsächliche Zustand der Anlage Mängel aufweisen kann. Im Dezember 2016 wurden zufällig „Fehlerhafte Verbindungsbolzen an Halterungen von Lüftungskanälen“ in Philippsburg 2 (Meldepflichtige Ereignisse 16/063) gefunden. In der Ursachenüberprüfung des als INES 1 klassifizierten Ereignisses wurde festgestellt, dass die für die Auslegung gegen Erdbeben und Flugzeugabsturz vorgesehene bautechnische Entkopplung zwischen der Raumdecke und den Wänden im Notspeisegebäude nicht an jeder Stelle eingehalten wird, so dass die Funktion der Wärmeabfuhr von den Komponenten im Notspeisegebäude (elektrotechnische Anlagen, Notspeise-Notstromdiesel, Elektronikschränke) im Störfall und bei Notstandsfällen (Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle) und somit die Funktion der Komponenten nicht gewährleistet ist.

Im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens sind Untersuchungen zu **auslegungsüberschreitenden** Erdbeben, insbesondere in Zusammenhang mit

der Lagerung und Handhabung der Brennelemente, aber auch im Zusammenhang mit der Pufferlagerung erforderlich.

Das ist insbesondere erforderlich, da für das Bemessungserdbeben nur eine maximale horizontale Bodenbeschleunigung von  $0,75 \text{ m/s}^2$  unterstellt wurde. Seit vielen Jahren ist international eine minimale Bodenbeschleunigung von  $0,1 \text{ g}$  entsprechend  $1 \text{ m/s}^2$  anzunehmen. (siehe z. B. WENRA 2014)

Die Anlage ist gegen Hochwasser insbesondere durch die Erhöhung des Anlagengeländes gegenüber der Umgebung geschützt. Laut RSK (2011) wird sich KKI 2 beim Bemessungswasserstand in einer Insellage befinden. Auch wenn das Gelände und die Anlage ausreichend geschützt gegen Hochwasser erscheinen, ist angesichts der diesjährigen extremen Hochwasserereignisse eine sorgfältige Ereignisanalyse nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlich.

Für die meisten externen Ereignisse wird im Sicherheitsbericht erklärt, dass radiologische Auswirkungen auf die Umgebung durch diese Ereignisse nicht zu befürchten sind. Teilweise sind die Störfälle überhaupt nicht beschrieben. Zu bedenken ist auch, dass die letzte umfassende periodische Sicherheitsüberprüfung 2009 stattfand. (BMU 2019) Das heißt die Bewertung externen Ereignisse im Rahmen einer Sicherheitsüberprüfung erfolgte vor dem Unfall im KKW Fukushima-Daiichi und den daraus resultierenden deutlich erhöhten Anforderungen an die Bewertung von Naturereignissen zum Beispiel laut WENRA Referenzlevel. (WENRA 2014)

Der Sicherheitsbericht enthält insgesamt nur eine sehr kurze Abhandlung zu externen Ereignissen, einige Ereignisse werden kategorisch ausgeschlossen. Schon angesichts der deutlichen Klimaveränderungen ist diese kurze Behandlung sicherheitstechnisch nicht nachzuvollziehen.

Auch die naturbedingten Einwirkungen auf die radioaktiven Abfälle auf den Pufferlagerflächen sind nicht abdeckend untersucht worden.

### **Auslegungsüberschreitende Ereignisse**

Eine Betroffenheit Österreichs wäre bei Freisetzungen möglich, die durch auslegungsüberschreitende Ereignisse hervorgerufen werden. Es kommen solche Ereignisse in Betracht, bei denen bestrahlte Brennelemente durch unzureichende Kühlung in ihrer Integrität stark geschädigt werden. Prinzipiell wären solche Ereignisse möglich, solange nicht alle bestrahlten Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern in das Standort-Zwischenlager umgelagert sind, sondern sich noch Brennelemente im BE-Lagerbecken befinden.

Da die Kühlung der Brennelemente auf das Vorhandensein des Beckenwassers sowie langfristig auf die aktive Wärmeabfuhr durch die Beckenwasserkühlung angewiesen ist, kann eine große Leckage prinzipiell zu einem nicht mehr überspeisbaren Beckenwasserverlust führen. Nach einem vollständigen oder teilweisen Trockenfallen der Brennelemente heizen sich diese auf und es kann zu Frei-

setzungen bis hin zu einer praktisch vollständigen Freisetzung des Cäsium-Inventars kommen (NUREG 2001), wie auch beim Unfall in Fukushima bei den Brennelementen im BE-Lagerbecken des Blocks 4 befürchtet worden war.

Auslegungsüberschreitende Unfälle mit derartigen Unfallszenarien können z. B. durch ein sehr starkes Erdbeben oder einen Terroranschlag ausgelöst werden.

Im Fall eines Integritätsverlustes des Brennelement-Lagerbeckens durch einen gezielten terroristischen Angriff oder ein Erdbeben sind schwere Schäden möglich, die ein Ausfließen des Kühlmittels (Wasser) zur Folge haben können. Dadurch kommt es – aufgrund der Nachzerfallswärme – zu einem Aufheizen der darin gelagerten Brennelemente. Sind die Brennelemente noch nicht lange aus dem Reaktor entladen, weisen sie noch eine relativ hohe Wärmeleistung auf und können sich innerhalb weniger Stunden auf eine Temperatur von 900° C aufheizen. Ab dieser Temperatur können die Brennelement-Hüllrohre, die aus Zirkaloy bestehen, in Reaktion mit Luft zu brennen anfangen. Die Temperaturen des entstehenden Brands sind sehr heiß. Der Brand kann mit Wasser nicht gelöscht werden. Der Brand kann im Becken auf ältere Brennelemente übergreifen, die sich nicht so rasch selbst aufheizen würden. Somit kann das gesamte Inventar des Lagerbeckens schmelzen. Analysen ermittelten für Druckwasserreaktoren (in den USA) eine Freisetzung von 75 % (10-90 %) des Cäsium-Inventars. (HIPPEL UND SCHÖPPNER 2016)

In einer Stellungnahme der deutschen Reaktorsicherheitskommission (RSK) zu den Anforderungen an die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken im Restbetrieb ist auch ein Kapitel zum auslegungsüberschreitenden Bereich enthalten. Darin wird erklärt, dass für die sehr seltenen zivilisatorischen Einwirkungen von außen (insbesondere Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle) Schäden in der Nebenkühlwasserversorgung nicht ausgeschlossen werden können. Ferner ist für Robustheitsbetrachtungen evtl. auch der Ausfall der Wärmesenke zu betrachten. Es wird erklärt, dass für diese Fälle als Ersatzmaßnahme die Einrichtungen für eine verkürzte Nachkühlkette mit diversitärer Wärmesenke kreditiert werden können. Dies setzt jedoch voraus, dass diese Einrichtungen entsprechend räumlich getrennt von den Einrichtungen der Kühlketten und geschützt gelagert werden. (RSK 2020) Es wird aus dem Sicherheitsbericht nicht deutlich, dass derartige Robustheitsbetrachtungen erfolgt sind.

Als einziges auslegungsüberschreitenden Ereignis wird ein **Flugzeugabsturz** auf die Pufferlagerflächen im Überwachungsbereich untersucht. Es wird der Absturz einer Militärmaschine betrachtet, die Ergebnisse werden nicht genannt. Es wird nur mitgeteilt, dass das maßgebliche radiologische Kriterium der Notfall-Dosis-Werteverordnung unterschritten wird.

Es wird weiterhin mitgeteilt, dass die sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ ergebenden Dosiswerte das hierfür radiologische Kriterium unterschreiten, den Orientierungswert von 100 mSv. Auch hierfür werden die ermittelten Werte nicht aufgeführt.

Aus den vorgelegten Unterlagen ist es daher nicht möglich, das Risiko von auslegungsüberschreitenden Unfällen und somit eine Betroffenheit Österreichs abzuschätzen.

Der Unfall in Fukushima-Daiichi hat gezeigt, dass nach einem Kernschmelzen auch eine massive Freisetzung von radioaktiven Stoffen mit Wasser möglich ist. Falls eine Notwendigkeit der Zufuhr großer Wassermengen von außen zur Kühlung der verbliebenen Brennelemente erforderlich würde, durch Schäden an den Brennelementen eine starke Kontamination des Kühlwassers erfolgt und dieses Wasser auf Wegsamkeiten in die Isar gelangt, ist auch auf diesem Weg eine Betroffenheit Österreichs über die Kontamination des Wassers der Donau nicht auszuschließen. (UMWELTBUNDESAMT 2014)

### **4.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen**

Die endgültige Abschaltung des Reaktors KKI 2 führt zu einer deutlichen Reduzierung des Gefahrenpotenzials für Österreich. Aber aufgrund des immer noch hohen radioaktiven Inventars nach Beendigung des Leistungsbetriebs von KKI 2 und den dadurch möglichen Freisetzungen sind zur Identifizierung des Risikopotenzials und von geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung von Freisetzung oder zur Minderung ihrer Folgen umfassende Störfallanalysen erforderlich.

Betrachtungen aus Betriebszeiten können nicht immer herangezogen werden, da sich beim Abbau die Randbedingungen verändern und es sich zudem um eine neue Genehmigung handelt, die den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen hat. Insbesondere da die letzte umfassende (periodische) Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) im Jahr 2009 stattfand. (BMU 2019)

Insgesamt sollten im Sicherheitsbericht die Störfälle mit den noch in der Anlage befindlichen Kernbrennstoffen sowie die getroffenen Annahmen, insbesondere Lastannahmen, nachvollziehbar dargestellt werden. Dies ist jedoch nicht der Fall. Auf Basis der vorgelegten Unterlagen ist daher eine vollständige Bewertung einer möglichen Betroffenheit nicht möglich.

Im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens sind Analysen zu auslegungsüberschreitenden Unfällen, insbesondere in Zusammenhang mit der Lagerung und Handhabung der Brennelemente, aber auch im Zusammenhang mit der Pufferlagerung erforderlich.

Eine Betroffenheit Österreichs wäre bei radioaktiven Freisetzungen möglich, die durch auslegungsüberschreitende Ereignisse hervorgerufen werden. Es kommen insbesondere solche Ereignisse in Betracht, bei denen bestrahlte Brennelemente durch unzureichende Kühlung in ihrer Integrität stark geschädigt werden.

Zur Risikominimierung Österreichs ist daher eine möglichst zügige Umladung der Kernbrennstoffe in das Standort-Zwischenlager erforderlich. Bei einer Lagerung im Standort-Zwischenlager wären nachteilige Auswirkungen auch von schweren auslegungsüberschreitenden Ereignissen auf Österreich auf dem Luftweg erheblich reduziert und auf dem Wasserweg ausgeschlossen.

#### 4.3.1 Fragen

- **F9:** *Welche Dosiswerte werden für das Ereignis „Absturz einer Militärmaschine“ auf die Pufferlagerflächen ermittelt?*

#### 4.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE5:** Es wird empfohlen eine umfassende Ereignisanalyse durchzuführen. Es sollten alle möglichen Ereignisse nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik analysiert werden.
- **VE6:** Zur Risikominderung für Österreich wird die Sicherstellung einer möglichst raschen Entladung aller Kernbrennstoffe aus dem BE-Lagerbecken empfohlen.

## 5 UNFÄLLE DURCH BETEILIGUNG DRITTER

### 5.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

Zum Thema Anlagensicherungseinrichtungen wird im Sicherheitsbericht erklärt, dass der Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD), wie zum Beispiel terroristisch motivierte Taten, in dem erforderlichen Umfang erhalten bleibt und zudem dem jeweiligen Anlagenzustand unter Beachtung der hierfür bestehenden Regelungen angepasst wird. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

Im UVP-Bericht werden terroristische Angriffe oder Sabotage nicht erwähnt. Im Zusammenhang mit konventionellen Störfällen wird als eine der wesentlichen Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen die Begrenzung der Einwirkungen Dritter durch die Anwendung einer Wach- und Zugangsordnung genannt. (UVP-BERICHT 2021)

Auch im Antrag zu Stilllegung und zum Abbau von KKI 2 wird nur erklärt: Der nach § 7 (2) Nr. 5 AtG erforderliche Schutz gegen SEWD wird dem jeweiligen Anlagenzustand unter Beachtung der hierfür bestehenden Regelungen angepasst. (PREUSSEN ELEKTRA 2019)

Im Sicherheitsbericht wird weiterhin in Zusammenhang mit zivilisatorischen Einwirkungen auf die Pufferlagerflächen dargestellt: Die sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ ergebenden Dosiswerte unterschreiten das hierfür bestehende radiologische Kriterium, den Orientierungswert von 100 mSv (analog Ziffer 3 der SEWD-Berechnungsgrundlage). Es sind keine weiteren Maßnahmen zu ergreifen. (SICHERHEITSBERICHT 2021)

### 5.2 Diskussion und Bewertung

Schwere Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotagehandlungen) können Auswirkungen auf Kernanlagen und somit auch auf das KKI 2 haben. Auch wenn aus berechtigten Gründen der Geheimhaltung schwere Einwirkungen Dritter nicht im Detail öffentlich im UVP-Verfahren diskutiert werden können, sollten derartige Szenarien behandelt und das Ergebnis präsentiert werden.

Im UVP-Bericht werden Störmaßnahmen und Sonstige Einwirkungen Dritter in Bezug auf Unfälle mit radioaktiven Freisetzungen nicht genannt. Im Sicherheitsbericht wird erklärt, dass der Schutz gegen SEWD in dem erforderlichen Umfang erhalten bleibt und dem jeweiligen Anlagenzustand angepasst wird.

### **Gezielter Absturz mit einem Verkehrsflugzeug**

Über das im Sicherheitsbericht betrachtete Störfallspektrum hinaus sollten weitere Ereignisse untersucht werden, insbesondere der gezielte Absturz eines großen Verkehrsflugzeugs und sonstige terroristische Angriffe, die zu großen Freisetzungen radioaktiver Stoffe führen könnten. Auch wenn diese nicht detailliert dargestellt werden können, sollte die Untersuchung geführt und das Ergebnis präsentiert werden.

Die Anlage KKI 2 ist gegen den unfallbedingten Absturz eines Militärflugzeugs vom Typ Phantom ausgelegt. Die Anlage KKI 2 hat damit auslegungsbedingt einen gewissen Schutz vor möglichen Terrorangriffen, z. B. durch verhältnismäßig dicke Außenwände sowie durch diversitäre und redundante Sicherheitssysteme.

Die deutschen Kernkraftwerke sind gegen den Absturz eines Verkehrsflugzeugs weder ausgelegt noch ausreichend geschützt. Dies sind die Ergebnisse der Studie der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) zu den Auswirkungen terroristischer Flugzeugangriffe auf Kernkraftwerke, die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erstellt wurde. Von dieser vertraulichen Studie ist bisher nur eine Zusammenfassung öffentlich bekannt (BMU 2002).

In der GRS-Studie werden exemplarisch fünf Referenzanlagen behandelt, die die in Deutschland im Jahr 2001 betriebenen Typen der KKW repräsentierten. Bei den Lastfällen wurde zwischen zwei Aufprallgeschwindigkeiten (175 m/s und 100 m/s) sowie zwischen drei Flugzeugtypen (groß – z. B. Boeing 747; mittel – z. B. A 300; klein – z. B. A 320) unterschieden.

Laut der GRS-Studie kann selbst ein großer Verkehrsflugzeug (Boeing 747 oder Airbus 340), welches mit einer Geschwindigkeit von 630 km/h auf das Reaktorgebäude von KKI 2 prallt, dieses nicht durchdringen.<sup>8</sup>

Die deutsche Reaktorsicherheitskommission (RSK) hat die Ergebnisse der GRS Studie beraten. Bisher sind nur die Beratungsergebnisse für die Konvoi-Anlagen abgeschlossen. Zu diesen gehört KKI 2. Die RSK stellt bezüglich der Annahmen der GRS-Studie abschließend fest: „Die Gesamtheit der verwendeten Randbedingungen stellt eine Festlegung dar, die eine daraus resultierende Belastung im oberen Bereich der Belastungen aus den möglichen Kombinationen von Parameterwerten definiert, aber nicht jedem Parameter den jeweils ungünstigsten möglichen Einzelwert zuweist.“

Es wurden bei allen betrachteten Einwirkungen keine Hinweise auf cliff-edge-Effekte gefunden. Die vitalen Funktionen zur Beherrschung der Ereignisse bleiben im erforderlichen Umfang erhalten. Damit ist gezeigt, dass selbst bei einem gezielten Absturz eines großen Verkehrsflugzeugs auf eine der noch in Betrieb befindlichen Konvoi-Anlagen die Kühlung der Brennelemente im Reaktor und BE-

---

<sup>8</sup> Die GRS-Studie stellt auch fest, dass ein derartiger Absturz jedoch zu einem Kernschmelzunfall durch Leckagen, Zerstörung der Warte und Brand führen kann.

Lagerbecken erhalten bleibt, so dass Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus BE-Schäden nicht zu erwarten sind. (RSK 2017)

Die RSK hat das hohe Schutzniveau der Anlage KKI 2 gegenüber Flugzeugabsturz betätigt. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht ohne weitere Betrachtungen auf eine Situation während des Abbaus übertragbar. Geringere Stabilität und fehlende Systeme könnten für die gelagerten Brennelemente im Lagerbecken eine Gefahr durch einen Flugzeugabsturz darstellen.

Inzwischen ist auch ein gezielter Absturz mit einem größeren Verkehrsflugzeug als in der o. g. GRS-Studie unterstellt wurde, einem A380, möglich. Der A380 besitzt ein deutlich höheres Gewicht und eine größere Menge an Treibstoff, weshalb stärkere Auswirkungen zu erwarten sind.

Der Länderausschuss für Atomkernenergie – Hauptausschuss – stellte 2016 fest: Da im Hinblick auf das Szenario ‚Terroristischer Flugzeugabsturz‘ im SEWD-Regelwerk keine spezifischen Festlegungen hinsichtlich des zu unterstellenden Flugzeugtyps getroffen wurden, obliegt es [...] den jeweils zuständigen Behörden, für Untersuchungen zur Identifizierung von Maßnahmen, die unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit die Strahlenexposition im Ereignisfall minimieren bzw. begrenzen, den Untersuchungsrahmen festzulegen. In die Betrachtung einzubeziehen sind dabei zwar grundsätzlich alle regelmäßig für den Passagierverkehr eingesetzten Flugzeugtypen. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand geht der Ausschuss allerdings davon aus, dass in Anlehnung an die Vorgehensweise der RSK der Airbus A340-600 in der Regel als exemplarischer Flugzeugtyp angesehen werden kann. (BMUB 2016b)

Sicherheitstechnisch ist dieses Vorgehen nicht gerechtfertigt. Auch laut aktueller Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts und des OVG Schleswig ist ein Schutz in Bezug auf den Absturz eines Flugzeugs vom Typ Airbus A380 zu gewährleisten.

Laut Sicherheitsbericht ergeben sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ auf die Pufferlagerflächen Dosiswerte deutlich unterhalb des radiologischen Bewertungsmaßstabs von 100 mSv. Aber es werden im Sicherheitsbericht weder die Lastannahmen noch die ermittelten Werte benannt.

### **Bedrohung durch Angriffe aus der Luft**

Für einen Terrorangriff aus der Luft sind außer einem Angriff mit einem Verkehrsflugzeug eine Reihe weiterer Angriffsszenarien denkbar. Szenarien für Terrorangriffe aus der Luft können z. B. der Absturz eines mit Sprengstoff beladenen Helikopters oder der Abwurf einer Bombe aus dem Helikopter sein. Die Drohnenüberflüge in Frankreich im Herbst 2014 verdeutlichten Schwachstellen

in der Luftüberwachung der französischen Kernkraftwerke. Im Herbst 2014 wurden insgesamt 31 Drohnenüberflüge über 19 französischen Atomanlagen registriert.<sup>9</sup>

### **Bedrohung durch Innentäter**

Die Durchführung oder Unterstützung eines Terroranschlags durch Innentäter stellen für KKW eine große Bedrohung dar. Diesem Problem wird in der internationalen Fachdiskussion große Beachtung geschenkt. Zuverlässigkeitsprüfungen regeln die Überprüfung von Personen, die in kerntechnischen Anlagen tätig sind. Diese erschweren das Einschleusen von Innentätern in Kernkraftwerke, sie verhindern es aber nicht vollständig.

Zu bedenken ist, dass während der Abbau- und Stilllegungsarbeiten eine Vielzahl von Personen von den verschiedensten Firmen in der Anlage tätig ist. Eine der wichtigsten Schutzmaßnahmen gegen Eingriffe von Innentätern ist das Vier-Augen-Prinzip. Dieses ist aber immer dann wirkungslos, wenn mehrere aktive Innentäter handeln. Es kann zudem durch Unachtsamkeit, Schlamperei oder allgemein durch eine mangelhafte Sicherheitskultur unterwandert werden. Die Sicherheitskultur im Bereich Sicherung von kerntechnischen Anlagen weist laut Nuclear Security Index Mängel auf.

### **Nuclear Threat Initiative (NTI)**

Die US-amerikanische Nuclear Threat Initiative (NTI) bewertete im sogenannten Nuclear Security Index 2020 die Maßnahmen, die unterschiedliche Länder zum Schutz vor Terrorangriffen und Sabotage in ihren kerntechnischen Anlagen ergriffen haben. Dabei werden nicht die konkreten Maßnahmen der einzelnen Anlagen bewertet, sondern die Maßnahmen der Regierung und die gesetzlichen Anforderungen. Im NTI Index entspricht 100 der höchsten möglichen Punktzahl und damit der Erfüllung der aktuellen Sicherheitsanforderungen.

Im Nuklearen Sicherheitsindex 2020 liegt Deutschland mit einer Gesamtpunktzahl von 84 Punkten auf Platz 5 von 47 Ländern. Es zeigen sich jedoch niedrige Punktzahlen für die „Sicherheitskultur“ (50), „Cybersicherheit“ (63) und „Schutz vor Insider-Bedrohungen“ (73). (NTI 2021) Diese niedrigen Punktzahlen deuten auf Schwächen beim Schutz hin.

### **International Physical Protection Advisory Service (IPPAS)**

Die IAEO spielt eine Schlüsselrolle bei der Unterstützung von Staaten beim Schutz ihrer zivilen Nuklearmaterialien und -anlagen. Sie unterstützt die Staaten durch die Durchführung und Organisation von beratenden Sicherheitsbeurteilungen und Peer-Review-Missionen durch ihren International Physical Protection Advisory Service (IPPAS). Eine IPPAS-Mission ist eine Bewertung der bestehenden Praktiken in einem Staat im Lichte der einschlägigen internationalen

---

<sup>9</sup> Es ist immer noch unklar, wer die Drohnen gesteuert hat.

Anweisungen und IAEO-Publikationen zur nuklearen Sicherung sowie ein Austausch von Erfahrungen und anerkannten internationalen Praktiken mit dem Ziel, Organisation, Verfahren und Praktiken der nuklearen Sicherung eines Staates zu stärken. (IAEA 2021a) Vom 25.09. – 06.10.2017 hat eine IPPAS-Mission in Deutschland stattgefunden. (IAEA 2021b) Die Ergebnisse sind nicht bekannt.

### 5.3 Schlussfolgerungen, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Schwere Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotagehandlungen) können Auswirkungen auf Kernanlagen und somit auch auf das KKI 2 haben. Auch wenn diese Ereignisse aus berechtigten Gründen der Geheimhaltung nicht detailliert dargestellt werden können, sollten entsprechende Untersuchungen geführt und das Ergebnis präsentiert werden.

Da die Anlage KKI 2 gegen den unfallbedingten Absturz eines Militärflugzeugs vom Typ Phantom ausgelegt ist, hat sie auslegungsbedingt einen gewissen Schutz vor möglichen Terrorangriffen. Die RSK hat ein hohes Schutzniveau der Anlage KKI 2 gegenüber einem Flugzeugabsturz bestätigt. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht ohne weitere Betrachtungen auf eine Situation während des Abbaus übertragbar. Geringere Stabilität und fehlende Systeme könnten für die gelagerten Brennelemente im Lagerbecken eine Gefahr durch einen Flugzeugabsturz darstellen. Insofern sollte im Rahmen des UVP-Verfahrens Analysen zum Absturz eines Verkehrsflugzeugs durchgeführt werden.

Aber auch terroristische Anschläge auf radioaktive Abfälle, die in den Pufferlagerflächen aufbewahrt werden, könnten erhebliche Freisetzungen verursachen. Laut Sicherheitsbericht ergeben sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges mit nachfolgendem Brand“ auf die Pufferlagerflächen Dosiswerte deutlich unterhalb des radiologischen Bewertungsmaßstabs von 100 mSv. Aber es werden weder die Lastannahmen noch die ermittelten Werte benannt. Diese Informationen sollten im Rahmen des UVP-Verfahrens übermittelt werden.

#### 5.3.1 Fragen

- **F10:** *Welche Dosiswerte wurden für den Absturz eines Verkehrsflugzeugs mit anschließendem Brand auf die Pufferlagerflächen ermittelt? Welche Lastannahmen wurden getroffen?*

#### 5.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE7:** Es wird empfohlen mögliche Terroranschläge auf die aufbewahrten Kernbrennstoffe und radioaktiven Abfälle zu untersuchen, um gegebenenfalls weitere Schutzmaßnahmen zu identifizieren und ergreifen zu können.

## 6 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

### 6.1 Darstellung in den UVP-Dokumenten

Im UVP-Bericht wird festgestellt, dass aufgrund der Merkmale des Vorhabens, der daraus resultierenden Auswirkungen und ihrer räumlichen Reichweite keine mit dem Vorhaben verbundenen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen zu erwarten sind. (UVP-BERICHT 2021, S. 116)

### 6.2 Diskussion und Bewertung

Die österreichische Landesgrenze ist ca. 79 km vom Standort Isar entfernt.

Es ist aus den UVP-Unterlagen nicht ableitbar, dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Österreich aus dem Vorhaben der Stilllegung und des Abbaus von KKI 2 zu erwarten sind.

In den vorigen Kapiteln sind Betrachtungen zu möglichen nachteiligen grenzüberschreitenden Auswirkungen im Detail dargelegt, hier werden sie nochmals zusammengefasst. Entsprechende Fragen und vorläufige Empfehlungen sind in den jeweiligen vorigen Kapiteln formuliert.

Die endgültige Abschaltung des Reaktors KKI 2 führt zwar zu einer deutlichen Reduzierung des Gefahrenpotenzials für Österreich. Aber aufgrund des immer noch hohen radioaktiven Inventars nach Beendigung des Leistungsbetriebs sind weiterhin hohe Freisetzungen möglich. Wie in Kapitel 4 und 5 dargestellt, sind die Analysen zu auslegungsüberschreitenden Unfällen, insbesondere in Zusammenhang mit der Lagerung und Handhabung der Brennelemente, aber auch im Zusammenhang mit der Pufferlagerung nicht oder nicht in ausreichendem Maß erfolgt. Auf Basis der vorgelegten Unterlagen ist daher eine vollständige Bewertung einer möglichen Betroffenheit nicht möglich.

Für grenzüberschreitende Auswirkungen auf Österreich kommen insbesondere solche Ereignisse in Betracht, bei denen bestrahlte Brennelemente durch unzureichende Kühlung in ihrer Integrität stark geschädigt werden. Auslösendes Ereignis kann ein starkes Erdbeben oder ein Terroranschlag sein. Eine nachteilige Auswirkung auf Österreich auf dem Luftweg sowie auf dem Wasserweg sind nicht vollständig ausgeschlossen.

Es werden die Auswirkungen durch einen Absturz eines Verkehrsflugzeugs nur hinsichtlich der radioaktiven Abfälle auf den Pufferlagerflächen untersucht. Die Höhe der möglichen Auswirkungen wird jedoch nicht genannt.

Anzumerken, ist das der „radiologische Bewertungsmaßstab“ 100 mSv grundsätzlich viel zu hoch ist. In der BSS-Richtlinie 2013/59/Euratom wird ein jährlicher Grenzwert der Effektivdosis von 1 mSv/Jahr für Mitglieder der Bevölkerung

vorgeschrieben, für Notfallsituationen wird ein Richtwert von 20-100 mSv (akut oder per Jahr) angegeben. 100 mSv wären somit an der oberen statt an der unteren Grenze dieses Richtwertintervalls. Als Bewertungsmaßstab für eine Unfallsituation sollte jedoch grundsätzlich ein so niedrig wie möglicher Dosiswert herangezogen werden, vorzugsweise der Grenzwert von 1 mSv/Jahr. Dieser Wert wird z. B. auch von Belgien für mögliche grenzüberschreitender Unfälle der Reaktoren Doel 1&2 als Anhaltspunkt für die Dosis der Bevölkerung der Nachbarstaaten angewendet. (UMWELTBUNDESAMT 2021, S. 84)

Daher kann selbst bei Unterschreiten des Wertes von 100 mSv nicht zwangsläufig eine Betroffenheit Österreichs ausgeschlossen werden.

Aufgrund unvollständiger Informationen kann noch nicht von einer sicheren Entsorgung der durch das Vorhaben anfallenden verschiedenen Arten von radioaktiven Abfälle ausgegangen werden.

### **6.3 Schlussfolgerungen**

Bevor die hier angeführten Punkte nicht durch weitere Informationen im Zuge des UVP-Verfahrens geklärt werden können, kann nicht davon ausgegangen werden, dass keine signifikanten nachteiligen grenzüberschreitenden Folgen aus dem Vorhaben der Stilllegung und des Abbaus von KKI 2 für Österreich entstehen können.

## 7 FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN

Aus Sicht des Expert\_innenteams ergeben sich anhand der vorgelegten Informationen nachfolgend angeführte Fragen und vorläufige Empfehlungen.

### 7.1 Verfahren und Alternativen

#### 7.1.1 Fragen

- **F1:** *Liegen für KKI 2 ergänzende Informationen zum Sicherheitsbericht vor, z. B. als Fachberichte? Wenn ja, wird um Übermittlung ersucht.*

### 7.2 Entsorgungsnachweis

#### 7.2.1 Fragen

- **F2:** *Welche Übergangslösungen sind vorgesehen, wenn zum Ablauf der Genehmigung des Brennelemente-Zwischenlagers BZI noch kein Endlager zur Verfügung stehen wird?*
- **F3:** *Wo werden die aktivierten Anlagenteile zwischen- und endgelagert?*
- **F4:** *Welche Volumina an radioaktiven Abfällen fallen durch die Stilllegung und den Abbau an? Wo werden diese radioaktiven Abfälle zwischengelagert, sind dafür ausreichend Kapazitäten vorhanden? An welche Anlage des Bundes sollen sie danach übergeben werden?*
- **F5:** *Wurde die Ableitung der Freigabewerte vor dem Hintergrund der parallelen Stilllegung- und Abbauprozesse überprüft, bei denen phasenweise sehr viel freigegebenes Material zeitgleich anfällt?*

### 7.3 Stilllegung und Abbau: Umweltauswirkungen

#### 7.3.1 Fragen

- **F6:** *Wie viele Brennelemente (mit welchem Abbrand und mit welcher Lagerzeit) und wie viele Sonderbrennstäbe befinden sich zurzeit im Brennelementlagerbecken? Wie viele Brennelemente werden sich voraussichtlich bei Beginn des Abbaus im Lagerbecken befinden?*
- **F7:** *Wann wird mit einer vollständigen Entladung des Lagerbeckens gerechnet?*
- **F8:** *Wie wird eine zügige Entladung der Brennelemente sichergestellt?*

### 7.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE1:** Es wird empfohlen, in einer Ergänzung zum Sicherheitsbericht die Maßnahmen für eine zügige Entladung der gelagerten Brennelemente und eine darauf basierende realistische Schätzung des dafür erforderlichen Zeitbedarfs darzulegen. Darüber hinaus sollten alle möglichen Maßnahmen getroffen werden, die eine rasche Verbringung aller bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäbe in das Standort-Zwischenlager ermöglichen.
- **VE2:** Es wird empfohlen, Informationen, beispielsweise zum genaueren Ablauf des Abbaus und der Außerbetriebnahme von Systemen, die zur Beurteilung der Betroffenheit erforderlich sind, zu veröffentlichen. Aus diesen Informationen sollte insbesondere hervorgehen, dass der Abbau rückwirkungsfrei auf die sichere Lagerung der Brennelemente erfolgt.
- **VE3:** Es sollte sichergestellt werden, dass mit dem Abbau im Kontrollbereich und an Systemen, die direkt oder indirekt mit dem Kühlkreislauf sowie anderen für die Brennelementlagerung benötigten Sicherheits-, Hilfs- oder Lüftungssystemen verknüpft sind, erst nach vollständiger Entfernung der Brennelemente aus der Anlage begonnen wird.
- **VE4:** Es wird empfohlen, die Pufferlagerung zeitlich zu begrenzen.

## 7.4 Unfälle

### 7.4.1 Fragen

- **F9:** *Welche Dosiswerte werden für das Ereignis „Absturz einer Militärmaschine“ auf die Pufferlagerflächen ermittelt?*

### 7.4.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE5:** Es wird empfohlen eine umfassende Ereignisanalyse durchzuführen. Es sollten alle möglichen Ereignisse nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik analysiert werden.
- **VE6:** Zur Risikominderung für Österreich wird die Sicherstellung einer möglichst raschen Entladung aller Kernbrennstoffe aus dem BE-Lagerbecken empfohlen.

## 7.5 Unfälle durch Beteiligung Dritter

### 7.5.1 Fragen

- **F10:** *Welche Dosiswerte wurden für den Absturz eines Verkehrsflugzeugs mit anschließendem Brand auf die Pufferlagerflächen ermittelt? Welche Lastannahmen wurden getroffen?*

### 7.5.2 Vorläufige Empfehlungen

- **VE7:** Es wird empfohlen mögliche Terroranschläge auf die aufbewahrten Kernbrennstoffe und radioaktiven Abfälle zu untersuchen, um gegebenenfalls weitere Schutzmaßnahmen zu identifizieren und ergreifen zu können.

## LITERATURVERZEICHNIS

- AtG (2021): Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz). Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/atg/AtG.pdf>
- AtEV (2018): Atomrechtliche Entsorgungsverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172).
- AtVfV (2020): Atomrechtliche Verfahrensverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S.180), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428) geändert worden ist.
- BMK – FEDERAL MINISTRY FOR CLIMATE ACTION (2020): Gesamtstaatlicher Notfallplan: Ereignisse in Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Anlagen. (Austrian Emergency Plan). [https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:9b5c25e2-7e90-44b0-9edd-aaf9153eaf25/notfallplan\\_KKW.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:9b5c25e2-7e90-44b0-9edd-aaf9153eaf25/notfallplan_KKW.pdf).
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2014): Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen. Arbeitsunterlage für das behördliche Notfallmanagement auf Bundesebene gemäß Interventionsverordnung, Wien, Juli 2014.
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (2019): Bericht der Bundesregierung für die Achte Überprüfungstagung zum Übereinkommen über nukleare Sicherheit im März/April 2020; 12. Juni 2019
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (2021a): Dritter Bericht zur Durchführung der Richtlinie 2011/70/Euratom (Bericht nach Artikel 14 (1) der Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle) August 2021. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Nukleare\\_Sicherheit/20210805\\_durchfuehrungsbericht\\_21\\_de.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/20210805_durchfuehrungsbericht_21_de.pdf).
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2002): Schutz der deutschen Kernkraftwerke vor dem Hintergrund der terroristischen Anschläge in den USA vom 11. September 2001 – Ergebnisse der GRS-Untersuchungen aus dem Vorhaben „Gutachterliche Untersuchungen zu terroristischen Flugzeugabstürzen auf deutsche Kernkraftwerke.“

- BMUB – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2016a): Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes vom 23. Juni 2016.
- BMUB – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2016b): Bekanntmachung der Beschlüsse des Länderausschusses für Atomenergie -Hauptausschuss - zum Thema „Rechtlicher Rahmen der Beurteilung des Szenarios, Terroristischer Flugzeugabsturz‘ durch die Exekutive“; 31.08.2016.
- DBT – DEUTSCHER BUNDESTAG (2018): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hubertus Zdebel, Dr. Gesine Löttsch, Doris Achelwilm, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE; Frische und verunreinigte Brennelemente aus Atomkraftwerken; Drucksache 19/612; 02.02.2018.
- ESK – ENTSORGUNGSKOMMISSION (2020): Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen. 05.11.2020
- ESPOO-KONVENTION (1991): Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. United Nations.
- HIPPEL UND SCHÖPPNER (2016): Reducing the Danger from Fires in Spent Fuel Pools; SCIENCE & GLOBAL SECURITY 2016, Vol 24, No.3, 141-173.
- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2021a): International Physical Protection Advisory Service (IPPAS); <http://www-ns.iaea.org/security/ippas.asp>.
- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2021b): Peer Review and Advisory Services Calendar; <https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar>.
- INTAC (2013a): Stellungnahme zu Defiziten der Regelung von Freigaben radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Auftraggeber: BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. , intac Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann, Hannover. [https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/atomkraft/atomkraft\\_freimessung\\_studie.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/atomkraft/atomkraft_freimessung_studie.pdf).
- INTAC (2013b): Stellungnahme zu ausgewählten Anforderungen bei Stilllegung und Abbau von Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland, Auftraggeber: Bundesfraktion Bündnis 90 / Die Grünen, intac, Ing. grad. Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann; Hannover, Oktober 2012, aktualisierte Fassung August 2013.
- KOMMISSION LAGERUNG HOCH RADIOAKTIVER ABFALLSTOFFE (2016): Abschlussbericht. Verantwortung für die Zukunft. Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes. [https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/35fc29d72bc9a98ee71162337b94c909/drs\\_268-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/434430/35fc29d72bc9a98ee71162337b94c909/drs_268-data.pdf).

- KURZBESCHREIBUNG (2021): Preussen Elektra: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau. Kurzbeschreibung. August 2021.
- NTI – NUCLEAR THREAT INITIATIVE (2021): Nuclear Security Index.  
<http://ntiindex.org>.
- NUREG – U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (2001): Technical Study of Spent Fuel Pool Accident Risk at Decommissioning Nuclear Power Plants. NUREG-1738, Washington DC, February 2001.
- ÖFFENTLICHE BEKANNTMACHUNG (2021): Öffentliche Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) zum Antrag nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) zur Stilllegung und zum Abbau des Kernkraftwerks Isar 2 (KKI 2) vom 29. Juli 2021, Az. 87a-8811.12-2019/105-6. [https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/deutschland/uvpkkwisar2/kki2\\_bekanntmachung-zur-unterlagenauslegung.pdf](https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/kernenergie/verfahren/deutschland/uvpkkwisar2/kki2_bekanntmachung-zur-unterlagenauslegung.pdf).
- ÖKO-INSTITUT (2021): Rückbau und Stilllegung von Atomkraftwerken.  
<https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/nukleare-anlagen-und-risikotechnologien/rueckbau-und-stilllegung-von-atomkraftwerken>.
- PREUSSEN ELEKTRA (2019): Kernkraftwerk Isar 2 (KKI-2): Antrag nach §7 (3) AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage (Erste Abbauphase, 1. SAG) (KKI-2-GEN\_2019-01), gerichtet an das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 1. Juli 2019.
- RSK – REAKTOR-SICHERHEITSKOMMISSION (2011): Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan) RSK-Stellungnahme 11. – 14.05.2011
- RSK – REAKTOR-SICHERHEITSKOMMISSION (2017): Zusammenfassende Stellungnahme der RSK zu zivilisatorisch bedingten Einwirkungen, Flugzeugabsturz; Teilbericht: Festlegung der Lastannahmen und Bewertung der Konvoi-Anlagen, RSK-Stellungnahme, 06.12.2017.
- RSK – REAKTOR-SICHERHEITSKOMMISSION (2020): Anforderungen an die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken im Restbetrieb; RSK-Stellungnahme 21.10.2020
- SCHEIB (2013): Entwicklungen in der Stilllegung seit dem Abschalten von 8 Kernkraftwerken in 2011 und aktueller Stand; H. Scheib (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), KONTEC'13, Dresden, 13. – 15. März 2013.
- SICHERHEITSBERICHT (2021): Preussen Elektra: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau. Sicherheitsbericht. August 2021.

- STADTWERKE MÜNCHEN (2019): Kernkraftwerk Isar 2 (KKI-2): Antrag nach §7 (3) AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage (Erste Abbauphase, 1. SAG) (KKI-2-GEN\_2019-01), gerichtet an das Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 17. Juli 2019.
- STMUV – BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017): Erste Genehmigung nach § 7 Absatz 3 des Atomgesetzes zur Stilllegung und zum Abbau des Kernkraftwerks Isar 1; 17.01.2017.
- StrlSchV (2021): Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 83 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.
- StrSchVO (2020): Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, des Bundesministers für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz und der Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über allgemeine Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung (Allgemeine Strahlenschutzverordnung 2020 – AllgStrSchV 2020).
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Küppers, C.; Spieth-Achtnich, A.: UVP-Verfahren Stilllegung und Abbau des KKW ISAR 1 (KK1). Fachstellungnahme. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. REP 0487, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017): Becker, O.: UVP-Verfahren: Abbau des Kernkraftwerks Gundremmingen B (KRB II Block B). Fachstellungnahme. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. REP 0603, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021): Becker, O., Decker, K., Mraz, G.: Umweltverträglichkeitsprüfung KKW Doel 1&2/Belgien Laufzeitverlängerung Fachstellungnahme. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. REP-0768, Wien.
- UVP-BERICHT (2021): PreussenElektra, ERM: Kernkraftwerk Isar 2. Stilllegung und Abbau der Anlage KKI 2. Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht). Endfassung, 2. August 2021.
- UVPG (2021): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), das durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
- WENRA – WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS' ASSOCIATION (2014): WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors, Update in relation to lessons learned from TEPCO Fukushima Dai-ichi Accident; 24<sup>th</sup> September 2014.

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Vorgesehener genehmigungstechnischer Ablauf der Stilllegung von KKI 2 .....	14
Abbildung 2: Prognostizierte Prozentanteile an den Massen des KKI 2 nach Entsorgungsziel .....	19

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AtEV.....	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG.....	Atomgesetz
AtVfV.....	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
BE .....	Brennelement
BMK.....	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Österreich
BMU .....	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUB.....	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit
Bq .....	Becquerel
BStMUV.....	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, manchmal auch nur als StMUV bezeichnet
BZI .....	Brennelemente-Zwischenlager Isar, am Standort, früher auch als BELLA bezeichnet
DBT.....	Deutscher Bundestag
ESK.....	Entsorgungskommission
FSD .....	Full System Decontamination (Primärkreisdekontamination)
GRS.....	Gesellschaft für Reaktorsicherheit
IAEO.....	Internationale Atomenergieorganisation
IPPAS.....	International Physical Protection Advisory Service
KKI .....	Kernkraftwerk Isar
KTA .....	Kerntechnischer Ausschuss
KKI-BeHa.....	Bereitstellungshalle für radioaktive Abfälle und Reststoffe, am Standort des KKI, in Bau
Mg.....	MegaGramm, eine Million Gramm, entspricht einer Tonne
mSv.....	MilliSievert, ein Tausendstel Sievert
NN .....	Normal Null
NTI.....	Nuclear Threat Initiative
OVG .....	Oberverwaltungsgericht

PSÜ .....	Periodische Sicherheitsüberprüfung
RDB .....	Reaktordruckbehälter
RL.....	Reference Level
RSK .....	Reaktor-Sicherheitskommission
SAG.....	Stilllegung und Abbau
SBS .....	Sonderbrennstab = Brennstab, der aufgrund einer Befundlage, z. B. eines festgestellten Defekts, aus einem Brennelement entnommen wurde.
SEWD.....	Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter
StrlSchG .....	Strahlenschutzgesetz, Deutschland
StrlSchV.....	Strahlenschutzverordnung, Deutschland
StrSchG .....	Strahlenschutzgesetz, Österreich
StrSchVO.....	Strahlenschutzverordnung, Österreich
TBH.....	Transportbereitstellungshalle, am Standort
UVP.....	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG .....	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, Deutschland
WENRA.....	Western European Nuclear Regulators Association
WKP .....	Wiederkehrende Prüfung

**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

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

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

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

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