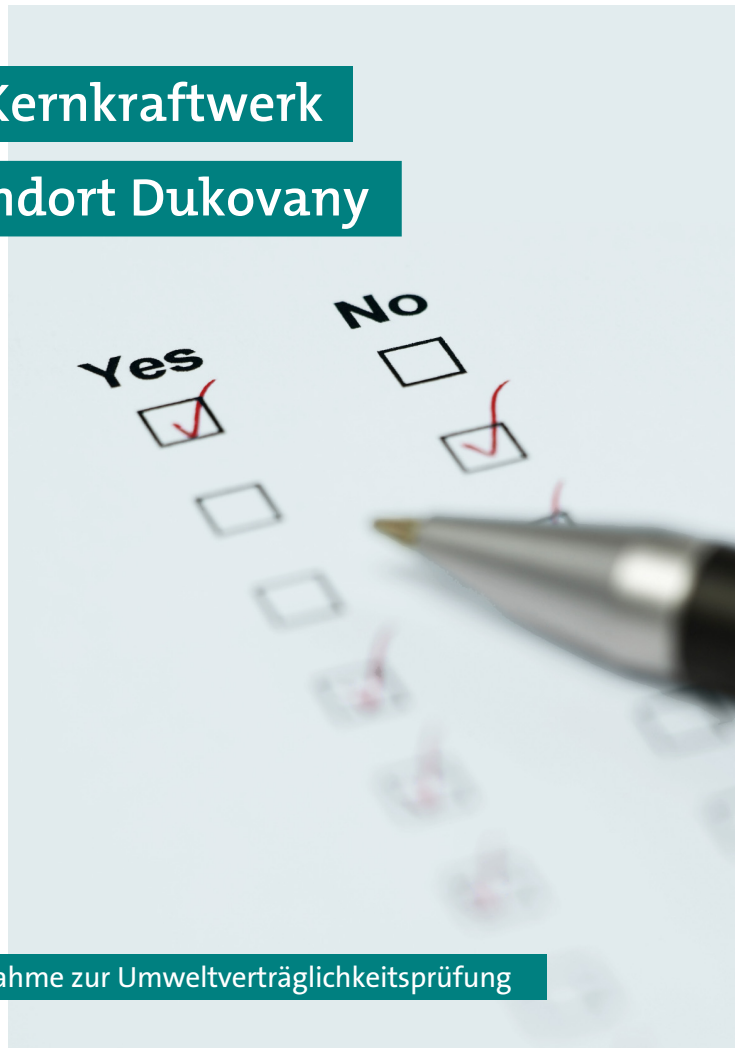


Neues Kernkraftwerk am Standort Dukovany

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

pulswerk

Fachstellungnahme zur Umweltverträglichkeitsprüfung



NEUES KERNKRAFTWERK AM STANDORT DUKOVANY

Fachstellungnahme zur Umweltverträglichkeitsprüfung

Oda Becker
Mathias Brettner
Kurt Decker
Adhipati Yudhistira Indradiningrat
Gabriele Mraz

Erstellt im Auftrag des
Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus
Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten
BMLFUW.1.1.2/0010-I/6/2015

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

REPORT

REP-0639
Wien 2018

Projektmanagement

Franz Meister, Umweltbundesamt

AutorInnen

Oda Becker, technisch-wissenschaftliche Konsulentin (inhaltliche Projektleitung, Kapitel 4, 5, 6)

Mathias Brettner, Physikerbüro Bremen (Kapitel 3)

Kurt Decker, Konsulent für Geologie und nukleare Sicherheit (Kapitel 4)

Adhipati Yudhistira Indradiningrat, cervus nuclear consulting (Kapitel 3)

Gabriele Mraz, pulswerk GmbH (Projektkoordination, Kapitel 1, 2, 6)

Übersetzungen:

Patricia Lorenz

Satz/Layout

Elisabeth Riss, Umweltbundesamt

Umschlagfoto

© iStockphoto.com/imagestock

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus,
Abteilung I/6 Allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten

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

Impressum

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

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

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2018

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-457-5

INHALT

	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	5
	ZUSAMMENFASSUNG	7
	SUMMARY	13
	SHRNUTÍ	18
1	EINLEITUNG	23
2	ALTERNATIVEN UND ENTSORGUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE	25
2.1	Darstellung im UVP-Bericht	25
2.2	Diskussion und Bewertung	28
2.3	Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen	31
2.3.1	Fragen	31
2.3.2	Vorläufige Empfehlungen	32
3	DISKUSSION DER VORGESCHLAGENEN REAKTORTYPEN INKLUSIVE LANGZEITASPEKTE DES BETRIEBS	33
3.1	Darstellung im UVP-Bericht	33
3.2	Diskussion und Bewertung	43
3.3	Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen	51
4	STÖR- UND UNFÄLLE OHNE EINWIRKUNGEN DRITTER	55
4.1	Darstellung im UVP-Bericht	55
4.2	Diskussion und Bewertung	62
4.3	Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen	73
4.3.1	Fragen	75
4.3.2	Vorläufige Empfehlungen	76
5	STÖR- UND UNFÄLLE DURCH EINWIRKUNGEN DRITTER	78
5.1	Darstellung im UVP-Bericht	78
5.2	Diskussion und Bewertung	81
5.3	Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen	85
5.3.1	Fragen	86
5.3.2	Vorläufige Empfehlungen	86

6	GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN	87
6.1	Darstellung im UVP-Bericht	87
6.2	Diskussion und Bewertung	94
6.3	Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen	105
6.3.1	Fragen	106
6.3.2	Vorläufige Empfehlungen	106
7	FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN	108
7.1	Alternativen und Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle	108
7.1.1	Fragen	108
7.1.2	Vorläufige Empfehlungen	108
7.2	Diskussion der vorgeschlagenen Reaktortypen inklusive Langzeitaspekte des Betriebs	109
7.2.1	Fragen	109
7.2.2	Vorläufige Empfehlungen	110
7.3	Stör- und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter	111
7.3.1	Fragen	111
7.3.2	Vorläufige Empfehlungen	112
7.4	Stör- und Unfälle durch Einwirkungen Dritter	113
7.4.1	Fragen	113
7.4.2	Vorläufige Empfehlungen	114
7.5	Grenzüberschreitende Auswirkungen	114
7.5.1	Fragen	114
7.5.2	Vorläufige Empfehlungen	114
8	LITERATURVERZEICHNIS	116
9	ABKÜRZUNGEN	120

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Bezirkskarte von Österreich und ihre Entfernung zum Standort Dukovany</i>	98
<i>Abbildung 2: Mögliche Cs-137 Depositionen nach schwerem Unfall im KKW Dukovany (Beispiel 1)</i>	102
<i>Abbildung 3: Mögliche Cs-137 Depositionen nach schwerem Unfall im KKW Dukovany (Beispiel 2)</i>	102
<i>Abbildung 4: Wetterbedingte Wahrscheinlichkeit für eine Schilddrüsendosis < 10 mSv</i>	103
<i>Tabelle 1: Jahresverbrauch an bestimmten Lebensmittelgruppen aus lokaler Produktion</i>	88
<i>Tabelle 2: Anbaufläche für landwirtschaftliche Produkte auf Basis von Satellitenbeobachtungen</i>	89
<i>Tabelle 3: Dosis in Österreich aus Auslegungsstörfall 1</i>	90
<i>Tabelle 4: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 1</i>	91
<i>Tabelle 5: Dosis in Österreich aus Auslegungsstörfall DBA 2</i>	92
<i>Tabelle 6: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 2</i>	93
<i>Tabelle 7: Dosis in Österreich aus dem schweren Unfall</i>	93
<i>Tabelle 8: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall</i>	93
<i>Tabelle 9: Interventionsmaßnahmen in Österreich</i>	95
<i>Tabelle 10: (Prognose-)Werte für die landwirtschaftliche Maßnahme A07</i>	96
<i>Tabelle 11: Aktivitätskonzentration und Deposition, jeweils 95%-Quantil, in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 1</i>	96
<i>Tabelle 12: Aktivitätskonzentration und Deposition, jeweils 95%-Quantil, in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 2</i>	97
<i>Tabelle 13: Aktivitätskonzentration und Deposition, 95%-Quantile in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall</i>	97
<i>Tabelle 14: Aktivitätskonzentration und Deposition, Durchschnittswerte in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall</i>	97

ZUSAMMENFASSUNG

Am Standort Dukovany in der Tschechischen Republik wird von der Elektrárna Dukovany II, a.s., ein neues Kernkraftwerk geplant. Geplant sind ein oder zwei Reaktoren mit einer elektrischen Gesamtleistung von bis zu 2.400 MWe. Sie sollen ab 2035 in Betrieb gehen und eine Laufzeit von 60 Jahren haben. Am bestehenden KKW-Standort Dukovany befinden sich bereits vier Reaktoren vom Typ VVER-440/213.

Für dieses Vorhaben wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach tschechischem UVP-Recht durchgeführt (Gesetz Nr.100/2001 GBl. i.d.g.F.). Die verfahrensführende Behörde ist das Umweltministerium der Tschechischen Republik. Das Vorhaben unterliegt der UVP-Richtlinie der EU (RL 2014/52/EU) und der Espoo-Konvention (ESPOO-KONVENTION 1991). Da grenzüberschreitende nachteilige Auswirkungen aus dem Vorhaben auf Österreich nicht auszuschließen sind, beteiligt sich Österreich an dem Verfahren.

Alternativen und Entsorgungsnachweis

Laut Richtlinie 2014/52/EU ist in einer UVP eine Beschreibung der untersuchten vernünftigen Alternativen unter Angabe der wesentlichen Auswahlgründe für die ausgewählte Variante einschließlich eines Vergleichs der Umweltauswirkungen vorzulegen. Auch die IAEA empfiehlt dies für den typischen Inhalt einer UVP für ein KKW. Der Vergleich mit anderen Varianten der Energieerzeugung wurde jedoch nicht in diesem Sinne durchgeführt. Es wurden zwar fünf Szenarien zur Energieerzeugung vorgestellt und auch bewertet, jedoch wurde mehrmals deutlich gemacht, dass die Festlegung auf den Neubau des KKW in Dukovany nicht aufgrund dieser Bewertung erfolgte. Diese Entscheidung erfolgte schon weit früher, nämlich im Staatlichen Energiekonzept und dem Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie, beide aus 2015. In der Strategischen Umweltprüfung zum Staatlichen Energiekonzept, an der sich auch Österreich beteiligte, erfolgte jedoch ebenfalls keine Alternativenprüfung.

Die Angaben zur Entsorgung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen im UVP-Bericht sind sehr vage. Zwischen- und Endlagererweiterung bzw. Neuerrichtungen werden zwar als zukünftig notwendig beschrieben, es fehlen aber Angaben zur Kapazität, zur Technologie, zu den Standorten, aber auch konkrete Zeitpläne. Für die Errichtung eines geologischen Tiefenlagers für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle wird zwar ein Zeitplan genannt, seine Einhaltung ist jedoch nicht sicher, da sich die derzeitigen sieben Standortkandidaten gegen die Einrichtung eines solchen geologischen Tiefenlagers in ihrer Kommune aussprechen.

Diskussion der vorgeschlagenen Reaktortypen, Langzeitaspekte des Betriebs

Im UVP-BERICHT (2017) werden insgesamt sieben verschiedene Designs von Druckwasserreaktoren (DWR) als Referenzprojekte für das neue KKW am Standort Dukovany in Betracht gezogen. Vier Reaktordesigns, die im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) noch als mögliche Optionen für das Vorhaben genannt wurden, werden im UVP-Bericht nicht mehr behandelt.

Der UVP-Bericht enthält eine insgesamt zwar knappe aber vollständige Beschreibung der wesentlichen technologischen Merkmale von DWR Anlagen der Generation III+. Erkennbar ist, dass einschlägige Einrichtungen zur Mitigation von Kernschmelzunfällen vorgesehen werden, wie H₂-Rekombinatoren und Einrichtungen zur Rückhaltung von Brennstoffschmelze.

Ein Vergleich der Angaben im UVP-Bericht mit jenen im Scoping-Dokument zeigt verschiedene Abweichungen, zum Teil ist die Darstellung im Scoping-Dokument detaillierter und spezifischer als im UVP-Bericht. Nachvollziehbare Gründe für diese gegenüber dem Scoping-Dokument festgestellten Abweichungen des UVP-Berichts konnten nicht entnommen werden.

Die Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51ff.) enthält eine Auflistung von Informationen, die im Rahmen des UVP-Berichts zu jedem Referenzprojekt vorgelegt werden sollten. Die Auswertung des UVP-Berichts zeigt, dass die dargebotenen Informationen im Hinblick auf folgende Aspekte insgesamt unzureichend sind:

- Aussagekräftige technische Beschreibung der gesamten Anlage, da über eine allgemeine Beschreibung hinausgehend keine detaillierteren Angaben zur technischen Ausführung (wie z. B. Kapazitäten einzelner Systeme, Redundanzgrad [mit Ausnahme Notkühlsystem und Notstromdieselgeneratoren]) erfolgen
- Erreichter Entwicklungsstand, da hierzu im UVP-Bericht nur sehr knappe Angaben enthalten sind. Auf Erfahrungen aus bisherigen Genehmigungs- und Errichtungsverfahren wird nicht eingegangen, wiewohl diese Hinweise auf konzeptionelle Schwächen einzelner Referenzlösungen oder relevante technische Aspekte (z. B. hinsichtlich der Auslegung der Sicherheitsleittechnik) liefern können.
- Beschreibungen der Sicherheitssysteme, da keine durchgängigen Angaben zum Redundanzgrad und zur räumlichen Trennung der einzelnen Einrichtungen sowie zu Anforderungen an die wichtigen sicherheitsrelevanten Systeme und Komponenten vorliegen
- Angaben zur Verwendung diversitärer Einrichtungen inklusive Darstellung der Ansätze zur Vermeidung bzw. Beherrschung von CCF (Common Cause Failure, Versagen aus gemeinsamer Ursache) insbesondere im Bereich der rechnerbasierten Sicherheitsleittechnik; diese Darstellung ist sogar weniger spezifisch als im Scoping-Dokument.
- Angaben zu Reserven der einzelnen Designs im Hinblick auf natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen über das Niveau der Auslegung hinaus
- Darstellung der Auslegungsstörfälle
- Darstellung der betrachteten auslegungsüberschreitenden Ereignisse (DEC: design extension conditions)
- Darstellung der projektspezifischen Methoden für den Nachweis des praktischen Ausschlusses früher oder großer Freisetzungen
- Erfüllung einschlägiger europäischer und internationaler Standards, insbesondere Anforderungen der WENRA und der IAEA
- Diskussion der Unterschiede länderspezifischer regulatorischer Anforderungen im Hinblick auf die Auslegung von Strukturen, Systemen und Komponenten

Stör- und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter

Die Entfernung des geplanten KKW am Standort Dukovany zur Staatsgrenze von Österreich beträgt nur 31 km. Im Fall eines schweren Unfalls im geplanten KKW mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen kann das Staatsgebiet Österreichs erheblich betroffen sein. Eine detaillierte Berücksichtigung möglicher Unfälle mit erheblicher Freisetzung im Rahmen des grenzüberschreitenden UVP-Verfahrens ist deshalb besonders wichtig. Dies gilt insbesondere für schwere Unfälle mit frühen oder großen Freisetzungen, sofern diese nicht (praktisch) ausgeschlossen werden können.

Laut UVP-Bericht müssen schwere Unfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, praktisch ausgeschlossen werden¹. Anhand der Darstellung im UVP-Bericht ist nicht nachvollziehbar, welches probabilistische Sicherheitsziel und welches Quantil anzuwenden ist, um die Forderung zu erfüllen, dass ein Unfallhergang mit „hohem Grad an Vertrauen“ als extrem unwahrscheinlich anzusehen ist. Darüber hinaus fehlen Belege, dass Unfälle mit frühen oder großen Freisetzungen tatsächlich praktisch ausgeschlossen werden können. Entsprechende Nachweise müssten durch eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (Extended PSA) erbracht werden. Die Beschreibung der Sicherheitsziele und deren Sicherstellung werden auch in den Absätzen 14–17 des Scopingspruchs des Umweltministeriums der Tschechischen Republik gefordert. (SCOPINGSPRUCH 2016)

Für eine Bewertung der möglichen Auswirkungen auf Österreich ist es nicht ausreichend, dass die Festlegung der Sicherheitsziele und der Nachweis, dass und wie diese erreicht werden sollen, im atomrechtlichen Verfahren (ohne österreichische Beteiligung) erfolgen.

Die Auslegungsgrundlagen der Anlage in Bezug auf die Lasten von externen Ereignissen (Naturgefahren, externe anthropogene Gefahren und Kombinationen von Gefahren) werden weitgehend in Übereinstimmung mit den Richtlinien der WENRA und IAEA bestimmt. Dabei werden Ereignisse berücksichtigt, die mit Häufigkeiten von weniger als 10^{-4} pro Jahr auftreten. Gefahrenquellen und -typen wurden systematisch identifiziert und bewertet. Für seismische Einwirkungen werden für die zugrunde liegende horizontale Bodenbeschleunigung zwei Werte, $PGA = 0,1 \text{ g}$ und $PGA = 0,25 \text{ g}$, genannt. Aus den vorliegenden Unterlagen ist jedoch nicht klar ersichtlich, welche konkreten Anforderungen sich für die seismische Widerstandsfähigkeit aller sicherheitsrelevanten Systeme, Strukturen und Komponenten aus dem Wert $PGA = 0,25 \text{ g}$ ergeben.

Offen bleiben die Bewertung von einigen Phänomenen extremer Witterung (Schneesturm, Vereisung, Hagelschlag), biologische Gefahren und der Nachweis, dass alle für den Standort in Betracht kommenden Kombinationen von gleichzeitigen Gefahrenereignissen berücksichtigt wurden. Mögliche Wechselwirkungen der am Standort geplanten und bestehenden Reaktoren werden ebenfalls nicht ausreichend behandelt.

Für die Erreichung des Sicherheitsziels für neuer Kernkraftwerke, wonach Unfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, praktisch ausgeschlossen werden müssen, ist es notwendig, auch Gefahrenereignisse mit Eintrittshäufig-

¹ Praktisch ausgeschlossen sind Unfallhergänge, die physikalisch unmöglich oder mit hohem Grad an Vertrauen extrem unwahrscheinlich sind. (WENRA 2013)

keiten $<<10^{-4}$ zu berücksichtigen, deren Einwirkungen über die Auslegungsgrundlage hinausgehen. Ein ausreichender Nachweis, dass die Sicherheitsziele auch für solche Ereignisse gewährleistet sind, wird in den vorliegenden Unterlagen jedoch nicht geführt. Für die Einhaltung der Sicherheitsziele wäre eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (Extended PSA) zu fordern, deren Umfang alle relevanten internen und externen Ereignisse und möglichen Unfallursachen berücksichtigt.

Bei der Ermittlung der möglichen Auswirkungen des geplanten KKW werden Ausbreitungsrechnungen mit laut UVP-Bericht für alle Reaktortypen abdeckenden Quelltermen durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist gemäß IAEA (2014) grundsätzlich möglich.

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 520) geht aus dem Vergleich des abdeckenden Quellterms für einen schweren Unfall mit den spezifischen Quelltermen aus den zugänglichen Sicherheitsberichten der Referenzblöcke hervor, dass der verwendete Quellterm über eine ausreichende Reserve im Vergleich zu den Angaben der Lieferanten verfügt.

Es wird jedoch weder erwähnt, für welche der betrachteten Reaktortypen Sicherheitsberichte vorliegen noch welche Unfallabläufe mit möglicherweise deutlich höheren Quelltermen aus den Sicherheitsberichten im UVP-Bericht nicht betrachtet wurden. Diese Informationen sollten noch im Rahmen des UVP-Verfahrens übermittelt werden. Laut UVP-Richtlinie 2014/52/EU, Artikel 7 Abs.1 lit. a muss eine Beschreibung des Projekts zusammen mit allen verfügbaren Angaben über dessen mögliche grenzüberschreitenden Auswirkungen übermittelt werden.

Von besonderem Interesse sind mögliche Unfallabläufe mit hohen Freisetzung. Auch wenn die errechnete Eintrittshäufigkeit für einen Unfall mit großen radioaktiven Freisetzungen sehr klein ist, sollten die entsprechenden Quellterme für schwere Unfälle in einem grenzüberschreitenden UVP-Verfahren berücksichtigt werden.

Da bei der Bestimmung der Konsequenzen für einen schweren Unfall im UVP-Bericht die Erhaltung der Integrität des Containments als die grundlegende Planungscharakteristik der Reaktoren der Generation III+ angenommen wurde, wird ein verhältnismäßig geringer Quellterm als abdeckender Quellterm für einen schweren Unfall (Cs-137: 30 TBq) unterstellt. Da die Auslegung sowie das Sicherheitsniveau der in Betracht gezogenen Reaktorooptionen im UVP-Bericht nicht ausreichend beschrieben werden, ist diese Annahme zurzeit nicht ausreichend belegt.

Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass in anderen UVP-Verfahren und Unfallanalysen, die eine Reaktorooption (AES-2006) betreffen, die auch für das KKW Dukovany II betrachtet wird, erhebliche höhere Quellterme verwendet werden. Im Rahmen des UVP-Verfahrens zum finnischen KKW Hanhikivi-1 wird ein dreimal höherer Cs-137-Quellterm (100 TBq) als abdeckender Quellterm verwendet. (UMWELTBUNDESAMT 2014c) Für das geplante KKW Ninh Thuan 1 wurden die radiologischen Folgen eines schweren Unfalls auf Basis der technischen Daten des VVER-1200 (AES-2006) berechnet. Der für diesen Reaktor ermittelte Quellterm beträgt für Cs-137 etwa 330 TBq und für I-131 etwa 1.700 TBq. (INST 2015)

Die im UVP-Bericht übermittelten Informationen sind insgesamt nicht ausreichend, um die möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Österreich zu bewerten.

Stör- und Unfälle mit Einwirkungen Dritter

Schwere Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotagehandlungen) können erhebliche Auswirkungen auf Kernanlagen und somit auch auf das geplante Kernkraftwerk am Standort Dukovany haben und so einen schweren Unfall auslösen. Auch wenn aus berechtigten Gründen der Geheimhaltung Vorkehrungen gegen mögliche Terrorangriffe und Sabotagehandlungen nicht im Detail öffentlich im UVP-Verfahren diskutiert werden können, hätten in den UVP-Dokumenten zumindest die Anforderungen an den Terrorschutz an einigen Stellen im etwas größerem Umfang dargelegt werden können. So wurde zwar z. B. erklärt, dass das neue KKW gegen den Absturz eines Verkehrsflugzeugs ausgelegt sein muss, aber nicht die entsprechende Flugzeugklasse genannt. Dabei ist zu bedenken, dass durch einen wirkungsvollen baulichen Schutz, der in der Regel auch öffentlich genannt werden kann, ein höheres Schutzniveau erreicht werden kann als durch eine Geheimhaltung der technischen, administrativen und personellen Schutzmaßnahmen.

Im Zusammenhang mit der Errichtung des neuen KKW muss auch ein potentieller Terrorangriff auf das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente betrachtet werden. Bei der Auswahl des Lieferanten für das neue Kernkraftwerk und das Zwischenlager sollte das unterschiedliche Schutzniveau vor möglichen Terrorangriffen berücksichtigt werden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen auf Österreich

Die Berechnungen der Auswirkungen zweier Auslegungsstörfälle und eines schweren Unfalls im UVP-Bericht ergaben, dass große Teile von Niederösterreich betroffen sein können. Bis zu einer Entfernung von 50 km kann die jährliche Effektivdosis über 1 mSv betragen. Um genaue Aussagen zum Grad der Betroffenheit treffen zu können, fehlen noch Angaben zu den Maximaldosen und zur Dosis für Säuglinge, Kinder und Schwangere. Die jährliche Effektivdosis sollte außerdem nicht anhand eines tschechischen sondern anhand eines österreichischen Lebensmittelkorbes errechnet werden, der die lokalen Ernährungsgewohnheiten im Weinviertel und auch den Konsum von Lebensmitteln wie Wildfleisch, Pilze und Beeren berücksichtigt, die bei einer Kontamination stark belastet sein können.

In allen drei Unfallszenarien kommt es zu massiven Überschreitungen der (Prognose-)Werte für den Start der landwirtschaftlichen Schutzmaßnahme der unverzüglichen Ernte. Ob diese Maßnahme im Krisenfall überhaupt rechtzeitig durchgeführt werden könnte, ist aufgrund der geringen Entfernung von Dukovany zu den landwirtschaftlichen Gebieten des Weinviertels fraglich. Es steht auch zu befürchten, dass im Falle einer Kontamination ein Imageschaden für die österreichische Landwirtschaft entsteht. Da der Teil von Niederösterreich, der im 100 km-Radius liegt, stark landwirtschaftlich geprägt ist, können die Auswirkungen sowohl eines Auslegungsstörfalls als auch eines schweren Unfalls somit erheblich sein.

Auch muss die Begrenzung der berechneten Auswirkungen auf einen 100 km-Radius in Frage gestellt werden, da einige Kontaminationsdaten darauf schließen lassen, dass auch über 100 km-Werte erreicht werden können, die den Start landwirtschaftlicher Schutzmaßnahmen in Österreich zur Folge haben müssen.

Da bisher nicht belegt wurde, dass der für die im UVP-Bericht vorgelegten drei Berechnungen verwendete abdeckende Quellterm tatsächlich für die betrachteten Reaktoroptionen abdeckend ist, kann ein über den berechneten Unfall hinausgehender schwerer Unfall erheblich größere radiologische Wirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zeigen. Insbesondere zeigt die Ermittlung der radiologischen Auswirkungen in einer anderen Studie zu einem möglichen schweren Unfall in einer der betrachteten Reaktoroptionen größere, erhebliche Auswirkungen als im UVP-Bericht ermittelt wurden. Insgesamt können derartige Unfälle mit entsprechenden erheblichen Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zum jetzigen Zeitpunkt nicht praktisch ausgeschlossen werden.

SUMMARY

Elektrárna Dukovany II, a.s. is planning the construction of a new nuclear power plant on the NPP Dukovany site in the Czech Republic. One or two reactors are planned with a total power output of up to 2,400 MWe. They are scheduled for operation in 2035 and have a life-time of 60 years. The existing NPP Dukovany site is already host to four VVER-440/213 type reactors.

This project is subject to an Environmental Impact Assessment according to Czech EIA law (law No. 100/2001 Coll. in the current version). The Czech Ministry of the Environment is the authority responsible for the EIA process. The project is subject to the EU EIA Directive (2014/52/EU) and the Espoo Convention (ESPOO-KONVENTION 1991). Austria is taking part in this process because trans-boundary negative impacts on Austria cannot be excluded.

Alternatives and management of spent fuel and radioactive waste

The Directive 2014/52/EU requires an EIA to include a description of the reasonable alternatives studied by the developer, indicating the main reasons for selecting the chosen option, including a comparison of the environmental effects. The IAEA also recommends this as the typical EIA content for a NPP. However, the comparison with other energy generation options has not been conducted in this sense. While five energy generation scenarios were presented and assessed, it was made clear several times, that the decision for the construction of a new NPP in Dukovany was not based on this assessment. This decision has been taken much earlier—in the State Energy Concept and the National Action Plan for the Development of Nuclear Energy, both from 2015. But in the Strategic Environmental Impact Assessment conducted for the State Energy Concept—Austria has participated—no alternatives were assessed either.

The data the EIA report provided on the spent fuel and radioactive waste management remain very vague. The enlargement of interim storages and final repositories or new-built is described as necessary in future, but data are lacking on the capacity, technology, sites or concrete timetables. A timetable for the construction of a Deep Geological Repository for spent fuel and radioactive waste is mentioned, but it cannot be guaranteed that it will be kept since the currently nominated seven candidate site are raising their voices against the construction of such a Deep Geological Repository in their municipalities.

Discussion of reactor types under consideration, long-term aspects of operation

The EIA Report (2017) takes into consideration a total of seven different Pressurized Water Reactor (PWR) models as reference projects for the new NPP at the Dukovany site. The EIA report does not contain four reactor designs which the scoping document (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) has mentioned as a possible option.

The EIA report contains a short but complete description of the essential technological characteristics of generation III+ PWR. It shows that relevant mechanisms for core melt accident mitigation such as hydrogen re-combinators and facilities for molten fuel retention are prepared.

Compared to the data of the scoping document, the EIA report contains several deviations; partly the description in the scoping document is more detailed and more specific than in the EIA report. No sound reasons could be found for the deviations in the EIA report compared to the scoping document.

The expert statement on the scoping document (UMWELTBUNDESAMT 2016a, p. 51ff.) contains a list of information, which should be provided on each reference project in the framework of the EIA report. The analysis of the EIA report showed that overall the information provided is insufficient in regard to the following aspects:

- Substantial technical description of the entire facility, because no detailed data on the technical design (e.g. individual system's capacities, degree of redundancy [with the exception of the emergency cooling system and the emergency diesel generators] are provided beyond the general description
- Achieved level of development, because the EIA report provides only very limited data on this topic. Experiences made in the previous licensing and construction processes weren't discussed, though they could point to concept weaknesses of the individual reference projects or relevant technical aspects (e.g. regarding the Instrumentation and Control design).
- Description of safety systems, because lacking are comprehensive data on the degree of redundancy and spatial separation of individual facilities and the requirements for important safety relevant systems and components
- Data on the use of diverse facilities including the description of approaches to avoid or control CCF (Common Cause Failure), in particular in the field of computer-based Instrumentation and Control technology; this description is even less specific than in the scoping document
- Data on the individual designs' reserves in regard to natural and to man-made external impacts beyond the design basis level
- Description of design basis accidents
- Description of beyond design basis events (DEC: design extension conditions) taken into consideration
- Description of methods specific for each project to prove the practical elimination of early or large releases
- Fulfilling relevant European and international standards, in particular the WENRA and IAEA requirements
- Discussion of differences between country-specific requirements regarding the structure, system and component designs

Incidents and accidents without third party involvement

The planned NPP at the Dukovany site is located only 31 km from the Austrian state border. In case of a severe accident in the planned NPP with the release of radioactive material, the state territory of Austria could be significantly affected. A detailed description of possible accidents with significant releases is therefore of utmost importance in the framework of a trans-boundary EIA process. This applies in particular for severe accidents with early or large releases unless they can be (practically) excluded.

According to the EIA report severe accidents leading to early and large releases have to be practically eliminated². The description in the EIA report doesn't clarify which probabilistic safety goal and which quantile needs to be applied to fulfill the requirement that an accident sequence can be rated as highly unlikely with a "high degree of confidence". Moreover, evidence is lacking to show that accidents with early and large releases actually can be practically excluded. Adequate evidence should be provided by conducting a comprehensive probabilistic safety analysis (Extended PSA). Also sections 14-17 of the Czech Environmental Ministry's scoping decision demanded the description and the guarantee of safety targets. (SCOPINGSRUCH 2016)

For conducting an assessment of possible impacts on Austria it is not sufficient that the safety goals and the evidence that and how they will be met will be determined in the process according to nuclear law (without Austrian participation).

The facility design basis regarding the load of external events (natural hazards, external man-made hazards and combination of hazards) are largely being defined in line with the WENRA and IAEA guidelines. Events are taken into consideration, which occur with a frequency below 10^{-4} per year. Sources and types of hazards were systematically identified and assessed. Two values for the horizontal ground acceleration – PGA= 0.1 g and PGA = 0.25 g – are mentioned as the basis for determining the seismic impacts. However, the presented documents don't explain clearly which concrete requirements for seismic robustness of safety-relevant systems, structures and components result from the value PGA = 0.25 g.

It remains unclear whether the assessment of several extreme weather phenomena (snow storm, icing, hail), biological hazards and the evidence that all combinations of simultaneous hazardous events possible at this site have been taken into consideration. Possible interactions of planned or existing reactors on site have not been sufficiently discussed either.

To achieve the safety goal of new nuclear power plants consisting in the requirement that accidents leading to early or large releases have to be practically eliminated, it is necessary to also consider hazard events with frequencies below $<<10^{-4}$ if their impacts go beyond the design basis. However, the presented documents do not include evidence that the safety goals are ensured also for those events. For ensuring compliance with the safety goals, a comprehensive Probabilistic Safety Analysis (Extended PSA) would be required, its contents taking into consideration all relevant internal and external events and possible accident causes.

According to the EIA report, dispersion calculations were conducted for all reactor types with covering source terms to determine the possible impacts of the planned NPP. This approach is possible in principle according to IAEA (2014).

According to the EIA report (2017, p. 520) comparing the severe accidents covering source term with the accessible safety reports' specific source terms for the reference units showed that the used source term has sufficient reserves in comparison to the supplier's data.

² Practically eliminated are accident sequences if they physically impossible to occur or if they can be considered with a high degree of confidence to be extremely unlikely to arise. (WENRA 2013)

However, it remains unclear for which of the analyzed reactor types safety reports are available or which accident sequences with possible significantly larger source terms from the safety reports have not been considered in the EIA report. This information should be provided in the framework of the EIA process. According to the EU Directive 2014/52/EU art. 7 para 1 (a), the project description has to be conveyed together with all available data about its possible trans-boundary impacts.

Possible accident sequences with large releases are of particular interest. The relevant source terms for severe accident should be taken into account in a trans-boundary EIA process, even if the calculated frequency of occurrence for accidents with large radioactive releases is very low.

When determining the severe accident consequences, the EIA report assumed that the containment integrity is a basic design characteristic of Generation III+ reactors, thus a relatively low source term is postulated as the covering source term for a severe accident (Cs-137: 30 TBq). However, because the EIA report does not sufficiently describe the design and the safety level of the reactors under consideration, there is no sufficient evidence for this assumption at this point.

This is of particular importance when looking at other EIA processes and accident analyses which included a reactor option (AES-2006) which is also under consideration for NPP Dukovany II and used significantly higher source terms. The EIA process for the NPP Hanhikivi-1 used a three times higher Cs-137 source term (100 TBq) as the covering source term (UMWELTBUNDESAMT 2014c). For the planned NPP Ninh Thuan 1 the radiation consequences were calculated for a severe accident using the technical data of the VVER-1200 (AES-2006). The source term determined for this reactor is for Cs-137 around 330 TBq and for I-131 around 1,700 TBq. (INST 2015)

Overall, the information provided in the EIA report is not sufficient to assess the possible trans-boundary consequences for Austria.

Incidents and accidents with third party involvement

Severe third parties actions (terrorist attacks and acts of sabotage) can have significant impacts on nuclear facilities, also on the planned nuclear power plant at the Dukovany site, and cause a severe accident. Even though justified classification reasons prevent measures against possible terrorist attacks and acts of sabotage from being publicly discussed in detail in the course of the EIA procedure, the EIA documents could have provided more information concerning at least some of terror protection requirements. Information was provided for example that the new NPP design will have to withstand a commercial airplane crash, but without mentioning the relevant airplane category. One has to keep in mind, that efficient structural protection which in general can also be mentioned publicly can achieve a higher protection level than the classification of the technical, administrative and personnel protection measures.

The construction of a new NPP cannot be discussed without also taking into consideration a potential terrorist attack on the interim storage for spent fuel. The selection of the suppliers for the new NPP and the interim storage should take into account the different levels of protection against potential terrorist attacks.

Trans-boundary effects on Austria

The calculation of the impacts of two design basis accidents and one severe accident in the EIA report showed that large parts of Lower Austria could be affected. The annual effective dose can be above 1 mSv up to a distance of 50 km. Not enough data was provided on the maximum doses and the dose for infants, children and pregnant women to make precise statements on the degree to which they are affected. Moreover the annual effective dose should not be calculated using a Czech food basket, but an Austrian one to mirror local food consumption in the Weinviertel and the consumption of local foods such as game, mushrooms and berries, which could be heavily affected by a contamination.

All three accident scenarios result in massively exceeding the (forecast) values for starting the agricultural protective measure of immediate harvesting. It is questionable whether this measure can be realized in time in case of an emergency because the Weinviertel's agricultural regions are in close proximity to Dukovany. There is also the risk that the Austrian agriculture might suffer an image loss in case of a contamination. Because the part of Lower Austria which is located inside the 100 km radius is strongly characterized by agriculture, the impacts of a design basis accident and a severe accident could be significant.

Also limiting the calculated impacts to a 100 km radius has to be questioned, because several contamination data indicate that also beyond 100 km values could be reached which trigger the start of agricultural protection measure in Austria.

Until now no evidence was presented to show that the covering source term used for the three calculations in the EIA report actually covers the reactor options under consideration, therefore a severe accident beyond the calculated accident can result in larger radiation effects on the Austrian state territory. In particular the determination of the radiation impacts conducted in another study on a possible severe accident occurring at one of the reactor options under consideration showed that larger significant impacts can occur than stated by the EIA report. Overall such accidents with corresponding significant impacts on Austrian state territory cannot be practically eliminated at this point.

SHRNUTÍ

V lokalitě Dukovany v České republice plánuje Elektrárna Dukovany II, a.s. výstavbu nové jaderné elektrárny. Jedná se o jeden nebo dva reaktory s elektrickým výkonem do max. 2.400 MW. Mají být v provozu od roku 2035 se životností 60 let. V lokalitě JE Dukovany jsou již v provozu 4 reaktory typu VVER-440/213.

V současnosti je tento záměr předmětem posuzování vlivu na životní prostředí (EIA) podle české legislativy (zákon č. 100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Proces provádí Ministerstvo životního prostředí České Republiky. Záměr spadá pod směrnici EIA 2011/92/EU a Espoo konvenci (ESPOO konvence 1991). Rakousko se zúčastňuje tohoto procesu EIA z toho důvodu, že nelze vyloučit přeshraniční negativní vlivy záměru na Rakousko.

Alternativy a nakládání s vyhořelým jaderným palivem a radioaktivními odpady

Podle směrnice EIA 2014/52/EU je nutné předložit v rámci procesu EIA také hodnocení racionálních variant a popis zásadních důvodů, jež vedly k rozhodnutí pro vybranou variantu včetně jejich porovnání s ohledem na vlivy na životní prostředí. Totéž doporučuje i MAAE jako typický obsah EIA pro JE.

Porovnání s jinými varianty výroby energie však v tomto smyslu nebylo provedeno. Je zde sice uvedeno a vyhodnoceno pět energetických scénářů, rozhodnutí o nových jaderných blocích v Dukovanech však bylo několikrát uvedeno, že rozhodnutí bylo učiněno jinde. A to jednak ve Státní energetické koncepci a v Národním akčním plánu pro jadernou energetiku, (oba materiály jsou z roku 2015), ale i během Strategického hodnocení vlivů na životní prostředí k SEK, jehož se zúčastnilo také Rakousko. V ani jednom materiálu však nebyly vyhodnoceny různé varianty.,

Údaje o likvidaci vyhořelých palivových článků a radioaktivních odpadů v dokumentaci EIA jsou velice vágní. Uvádí se zde sice nutnost rozšíření stávajících meziskladů a úložišť resp. stavba nových skladovacích objektů, chybějí však údaje o jejich kapacitě, technologiích, lokalitách a dále údaje o konkrétních harmonogramech. Pro výstavbu hlubinného geologického úložiště sice harmonogram uveden je, jeho splnění je však diskutabilní, protože sedm současných kandidátských lokalit se vyslovilo proti výstavbě hlubinného úložiště v své obci.

Diskuse navržených typů reaktorů, aspekty dlouhodobého provozu

V dokumentaci EIA (2017) se celkem uvažuje o sedmi různých typech tlakovodních reaktorů (referenční projekty) pro NJZ v lokalitě Dukovany. Čtyři typy reaktorů, jež byly původně zmíněny v oznámení (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) jako možné opce pro záměr, v dokumentaci EIA již obsaženy nejsou. Dokumentace EIA obsahuje sice stručný, ale úplný popis zásadních technologických charakteristik tlakovodních reaktorů generace III+. Podle údajů v dokumentaci se předpokládá, že součástí reaktorů budou příslušná zařízení k mitigaci nehod s tavením paliva, jako jsou rekombinátory vodíku a zařízení k zadržení taveniny.

Z porovnání údajů v EIA dokumentaci s údaji v oznámení vyplývají různé odlišnosti. Popisy v oznámení jsou detailnější a specifičtější než v dokumentaci EIA. Důvody těchto odchylek mezi oznámením a dokumentací EIA nejsou jasné.

Expertní stanovisko k oznámení (UMWELTBUNDESAMT 2016a, str. 51ff.) obsahuje seznam informací, jež by dokumentace EIA měla obsahovat pro každý referenční projekt. Vyhodnocení dokumentace EIA ukázalo, že uvedené informace jsou celkově nedostačující, a to z hlediska následujících aspektů:

- Jasný technický popis celého zařízení, chybí detailní údaje ohledně technického provedení (např. kapacity jednotlivých systémů, úroveň redundance [s výjimkou nouzového chladicího systému a nouzových dieselových generátorů])
- Dosažený vývojový stav, dokumentace EIA k tomu uvádí jen velice stručné údaje. Nevěnuje pozornost zkušenostem z dosavadních licenčních a stavebních řízení, přestože by mohly ukázat na koncepční slabiny jednotlivých referenčních řešení nebo relevantní technické údaje (např. ohledně projektování systému kontroly a řízení - SKŘ)
- Popis bezpečnostních systémů, chybí údaje ohledně úrovně redundance a prostorové separace jednotlivých zařízení, jakož i požadavky na nejdůležitější bezpečnostní systémy a komponenty.
- Angaben zur Verwendung diversitärer Einrichtungen inklusive Darstellung Chybí údaje o používání diverzních zařízení, včetně popisu přístupů k zabránění či k ovládnutí CCF (Common Cause Failure, porucha se společnou příčinou), obzvláště v oblasti počítačové bezpečnosti řídicí techniky; tento popis je ještě méně specifický, než v oznámení.
- Údaje k rezervám jednotlivých designů ve vztahu k přírodním a civilizačním nadprojektovým externím vlivům.
- Popis projektových havárií
- Popis vyhodnocených nadprojektových událostí (DEC: design extension conditions)
- Popis metod specifických pro projekt k prokázání praktického vyloučení časných nebo velkých úniků radioaktivních látek do okolí.
- Dodržení relevantních evropských a mezinárodních standardů, zejména požadavků WENRA a MAAE
- Diskuse k rozdílům u požadavků jaderné regulace v jednotlivých zemích vzhledem k projektování struktur, systémů a komponent

Nehody a havárie bez působení třetí strany

Plánovaná elektrárna v lokalitě Dukovany se nachází pouhých 31 km od státní hranice s Rakouskem. V případě těžké havárie s únikem radioaktivních látek v této plánované jaderné elektrárně by Rakousko mohlo být vážně zasaženo. Podrobné zohlednění možných havárií je proto v rámci přeshraničního procesu EIA velice důležité. To platí obzvláště pro nehody s časnými nebo velkými úniky, pokud není možné je (prakticky) vyloučit.

Podle dokumentace EIA je nutné prakticky vyloučit těžké havárie, které by vedly k časným nebo velkým únikům radioaktivních látek do okolí³. Z dokumentace není patrné, který pravděpodobnostní bezpečnostní cíl a který kvantil se uplatňuje ke stanovení toho, zda určitý vývoj bylo možné vyhodnotit jako velice nepravděpodobný „s vysokou mírou důvěry“. Dále chybí důkazy o tom, že lze nehody, které by mohly vést k časným nebo velkým únikům skutečně prakticky vyloučit. Odpovídající důkazy by bylo nutné doložit souhrnnou pravděpodobnostní bezpečnostní analýzou (Extended PSA). Popis bezpečnostních cílů a jejich zajištění jsou také požadavkem v odstavci 14-17 v závěru zjišťovacího řízení Ministerstva životního prostředí České republiky. (SCOPINGSPRUCH 2016)

Pro hodnocení možných vlivů na Rakousko není dostačující bezpečnostních cílů s tím, že důkaz jejich dosažení bude prokázán až v následném řízení dle atomového zákona (a to již bez rakouské účasti).

Projektové zásady zařízení s ohledem na zátěže způsobené externími událostmi (přírodní hazardy, externí nebezpečí vyvolané člověkem a kombinace hazardů) jsou definovány z velké části v souladu se směrnicemi WENRA a MAAE. Přitom jsou zohledněny události s výskytem pravděpodobnosti menší než 10^{-4} ročně. Zdroje a druhy hazardů byly identifikovány a vyhodnoceny systematicky. Pro seismické vlivy byly uvedeny dvě hodnoty pro horizontální zrychlení podloží, PGA = 0,1 g a PGA = 0,25 g. Z předložených materiálů však nelze jasně zjistit, jaké nároky vyplývají pro seismickou odolnost všech bezpečnostních systémů, struktur a komponent pro hodnoty PGA = 0,25 g.

Otevřenou otázkou zůstává, zda byly zohledněny také některé jevy extrémního počasí (sněhová bouře, námraza, krupobití), biologický hazard. Nebylo také dostatečně vyhodnoceno vzájemné možné působení stávajících jaderných zařízení v této lokalitě a plánovaných nových jaderných zařízení. K dosažení bezpečnostních cílů pro nové jaderné elektrárny, požadující praktické vyloučení nehod s časnými nebo velkými úniky radioaktivních látek do okolí, je nutné zohlednit také hazardové události s frekvencí $\ll 10^{-4}$ a jejich nadprojektové vlivy.

Dostačující prokázání toho, že splnění bezpečnostních cílů je zaručeno i pro tyto události však v dokumentaci EIA chybí. K prokázání splnění bezpečnostních cílů je nutné požadovat obsáhlou pravděpodobnostní bezpečnostní analýzu (Extended PSA), jejíž obsah zohledňuje všechna relevantní interní a externí události a možné příčiny nehody.

Pro zjištění potenciálních vlivů plánované jaderné elektrárny byly výpočty šíření radiace v dokumentaci EIA provedeny se zdrojovými členy pro všechny typy reaktorů. Tento postup je podle IAEA (2014) v zásadě možný. Podle dokumentace EIA (2017, str. 520) ukázalo srovnání pokrývajícího zdrojového členu pro těžkou havárii a specifických zdrojových členů z dostupných bezpečnostních zpráv referenčních reaktorů, že použitý zdrojový člen disponuje dostatečnou rezervou v porovnání s údaji dodavatelů.

³ Prakticky vyloučené jsou takové průběhy nehod, jejichž výskyt je prokazatelně fyzikálně nemožný nebo jejichž vznik je s vysokým stupněm věrohodnosti extrémně nepravděpodobný. (WENRA 2013)

Podle směrnici 2014/52/EU, čl. 7 odst.1a, je zapotřebí uvést popis projektů spolu se všemi údaji o možných přeshraničních vlivech, které jsou k dispozici. V dokumentaci chybí údaje o tom, pro které typy reaktorů jsou k dispozici bezpečnostní zprávy a jaké scénáře nehod s možnými vyššími zdrojovými členy byly hodnoceny. (tady nevím, zda jsem větu správně pochopila). Tyto informace by měly být sděleny ještě v rámci procesu EIA.

Zvláště důležité jsou možné průběhy nehod s vysokými úniky do okolí. Přestože vypočtená frekvence výskytu nehody s velkými radioaktivními úniky je velice nízká, měly by relevantní zdrojové členy pro těžké havárie v přeshraničním procesu EIA být zohledněny.

Při určení následků těžké nehody se v dokumentaci EIA předpokládá, že bude zachována integrita kontejnmentu (základní plánovací charakteristika reaktorů generace III+). Proto se pro těžkou havárii uvažuje s relativně malým zdrojovým členem jako pokrývacímu zdrojovému členu pro těžkou nehodu (Cs-137: 30 TBq). Splnění tohoto předpokladu však v dokumentaci není spolehlivě prokázáno protože v dokumentaci EIA není dostatečně popsán konkrétní typ reaktoru ani bezpečnostní úroveň uvažovaných reaktorů. Platí to především z toho důvodu, že u jiných procesů EIA a bezpečnostních rozborů týkající se reaktorové opce (AES-2006), o které se uvažuje také u JE Dukovany II, byly použity značně vyšší zdrojové členy. V rámci procesu EIA pro finskou JE Hanhikivi-1 byl například uveden třikrát vyšší Cs-137 zdrojový člen (100 TBq) jako pokrývací zdrojový člen. (UMWELTBUNDESAMT 2014c) Pro plánovanou JE Ninh Thuan 1 byly vypočteny radiační následky těžké nehody na bázi technických údajů VVER-1200 (AES-2006). Pro tento reaktor určený zdrojový člen je u Cs-137 kolem 330 TBq a pro I-131 kolem 1.700 TBq. (INST 2015)

V dokumentaci EIA poskytnuté informace celkově nejsou dostačující k posouzení možných přeshraničních vlivů na Rakousko.

Nehody a havárie s působením třetí strany

Působení třetí strany (teroristické útoky a sabotáž) mohou vést k závažným následkům na jaderných zařízeních, tedy i na planované jaderné elektrárně v lokalitě Dukovany. I když z oprávněných důvodů utajení nelze v dokumentaci EIA podrobně popisovat opatření proti možným teroristickým útokům a sabotáži, bylo by třeba v některých pasážích dokumentace popsat detailněji alespoň požadavky na ochranu proti možnému teroristickému útoku.

V dokumentaci je například uvedeno, že nová jaderná elektrárna musí vykazovat odolnost proti pádu komerčního letadla, informace o tom, o jakou kategorii letadla se jedná, zde však chybí. Je zapotřebí zdůraznit, že účinná stavební ochrana, tedy informace, které není třeba veřejně tajit, umožní dosáhnout vyšší ochranné úrovně, než utajování technických, administrativních a personálních ochranných opatření.

V souvislosti s výstavbou nové JE je také nutné zohlednit potencionální teroristický útok na mezisklad vyhořelého paliva. Při výběru dodavatele pro novou JE a pro mezisklad by měly být zohledněny různé ochranné úrovně vůči možným teroristickým útokům.

Přeshraniční vlivy na Rakousko

Výpočty vlivů dvou projektových nehod a jedné těžké havárie v dokumentaci EIA ukázaly, že by takovými nehodami mohly být zasaženy velké části Dolního Rakouska. Roční efektivní dávky nad 1 mSv by mohly zasáhnout území až do vzdálenosti 50 km.

K určení míry zasažení území chybí také údaje o maximálních dávkách, dávkách pro kojence, děti a těhotné ženy. Roční efektivní dávky by neměly být vypočteny podle českého, nýbrž rakouského spotřebního koše, který zohlední lokální stravovací zvyklosti v oblasti Weinviertelu, kde se konzumují potraviny jako maso lovné zvěře, houby a bobuloviny, což jsou potraviny, jež by mohly být silně zasažené v případě radioaktivní kontaminace.

Ve všech třech uvedených scénářích dochází k masivnímu překročení (očekávaných) hodnot platných pro zahájení ochranného opatření pro zemědělství, což je okamžitá sklizeň. Lze pochybovat o tom, zda by takováto opatření v případě havárie bylo vůbec možné realizovat včas, vzhledem k blízkosti JE Dukovany od zemědělských oblastí Weinviertelu. Případná kontaminace by také vedla k poškození dobrého jména rakouských zemědělských produktů. Pro část Dolního Rakouska, která se nachází v okruhu 100km od JE Dukovany a je silně zaměřená na zemědělství, by negativní vlivy jak projektové nehody tak těžké havárie mohly být značné.

Pochybnost lze také vyslovit ohledně omezení vypočtených vlivů na okruh 100 km. Některé údaje o kontaminaci připouští možnost, že by i mimo okruh 100km mohly být dosaženy hodnoty, jež by si vyžádaly zavádění ochranných opatření v zemědělství v Rakousku.

V dokumentaci EIA nebylo jasně doloženo, že zdrojový člen, který byl použitý pro výpočty, je pro uvažované typy reaktorů pokrývající a zda by těžká havárie překračující vypočtenou nehodu nemohla ve svém důsledku mít mnohem větší radiační vlivy na rakouské státní území, než dokumentace předpokládá. Z jiných studií, které hodnotily vlivy těžkých havárií u jedné z uvažovaných opcí vyplývají – ve srovnání s údaji uvedenými v této dokumentaci EIA – daleko větší a rozsáhlejší možné dopady. V současné době tedy nelze vyloučit výskyt takové havárie se odpovídajícími značnými vlivy na rakouské státní území.

1 EINLEITUNG

Am Standort Dukovany in der Tschechischen Republik wird von der Elektrárna Dukovany II, a.s., ein neues Kernkraftwerk geplant. Geplant sind ein oder zwei Reaktoren mit einer elektrischen Gesamtleistung von bis zu 2.400 MWe. Sie sollen ab 2035 in Betrieb gehen und eine Laufzeit von 60 Jahren haben.

Am bestehenden KKW-Standort Dukovany befinden sich bereits vier Reaktoren vom Typ VVER-440/213 sowie zwei Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente und ein Endlager für mittel- und schwach radioaktive Abfälle. Zudem befinden sich in der Nähe das Umspannwerk Slavětice und das Wasserwerks Dalešice-Mohelno, aus dem der Kühlwasserbedarf gedeckt wird. Ein weiteres Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente könnte ebenfalls am Standort errichtet werden.

Für dieses Vorhaben wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach tschechischem UVP-Recht durchgeführt (Gesetz Nr.100/2001 GBl. i.d.g.F.). Die verfahrensführende Behörde ist das Umweltministerium der Tschechischen Republik. Das Vorhaben unterliegt der UVP-Richtlinie der EU (RL 2014/52/EU) und der Espoo-Konvention (ESPOO-KONVENTION 1991). Da grenzüberschreitende nachteilige Auswirkungen aus dem Vorhaben auf Österreich nicht auszuschließen sind, beteiligt sich Österreich an dem Verfahren.

Der erste Schritt dieses UVP-Verfahrens war das Scoping-Verfahren, in dem der Untersuchungsgegenstand und die Untersuchungstiefe für das weitere UVP-Verfahren festgelegt wurden. Das Umweltbundesamt wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) beauftragt, die Erstellung einer Fachstellungnahme zur damals vorgelegten Vorhabensbeschreibung zu koordinieren, in der Anforderungen an die im nächsten Verfahrensschritt vorzulegende Umweltverträglichkeitserklärung (UVE bzw. UVP-Bericht) zusammengestellt wurden. Diese Fachstellungnahme wurde von der pulswerk GmbH, Dipl. Phys. Oda Becker und Mathias Brettner (Physikerbüro Bremen) erstellt. (UMWELTBUNDESAMT 2016a) Die entsprechenden Unterlagen und auch der Scopingspruch (SCOPINGSPRUCH 2016) sind hier zu finden:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/espooverfahren/espoocz/uvp_kkw_dukovany/.

Im nächsten Schritt des grenzüberschreitenden UVP-Verfahrens wurde der Bericht über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht) vorgelegt. Dieser umfasst ein Hauptdokument und 45 Beilagen. Alle Dokumente sind auf der oben erwähnten Website des Umweltbundesamtes abrufbar.

Zur Bewertung des vorgelegten UVP-Berichts wurde vom Umweltbundesamt im Auftrag des BMLFUW, nunmehr Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), die hier vorgelegte Fachstellungnahme beauftragt, die unter der inhaltlichen Leitung von Dipl. Phys. Oda Becker und der pulswerk GmbH (Projektkoordination) in Zusammenarbeit mit Dr. Kurt Decker, Adhipati Y. Indradingrat (cervus nuclear consulting) und Mathias Brettner (Physikerbüro Bremen) erstellt wurde.

Ziel der Fachstellungnahme ist es, den UVP-Bericht dahingehend zu bewerten, welche grenzüberschreitenden nachteiligen Auswirkungen aus dem Vorhaben auf Österreich erwartet werden könnten, mit dem Ziel, Empfehlungen zur Mini-

mierung, im optimalen Fall Eliminierung möglicher erheblich nachteiliger Auswirkungen auf Österreich zu erarbeiten. Überprüft wurde auch, ob die Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation (UMWELTBUNDESAMT 2016a) aufgenommen wurden, ebenso wie die für Österreich relevanten Anforderungen aus dem Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik (SCOPINGSPRUCH 2016).

Schlussfolgerungen, Fragen an die tschechische Seite und vorläufige Empfehlungen, die im Zuge von Konsultationen zu klären sein werden, werden jeweils am Ende eines Kapitels aufgelistet sowie in einem abschließenden Kapitel strukturiert zusammengefasst.

2 ALTERNATIVEN UND ENTSORGUNG ABGEBRANTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE

2.1 Darstellung im UVP-Bericht

Alternativen

Im UVP-Dokument werden in Kapitel B.1.5 in Betracht gezogene Varianten vorgestellt. Generell wurden die folgenden Varianten in Betracht gezogen:

- **Standortvarianten in der Tschechischen Republik:** Die zwei derzeitigen Standorte von KKW in der Tschechischen Republik, Dukovany und Temelín, verfügen einerseits bereits über die notwendige Infrastruktur, andererseits werden die Standorte durch die Raumentwicklungspolitik, den Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie und das Staatliche Energiekonzept festgelegt, alle drei in der Fassung von 2015. Laut Nationalem Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie sollen in Abstimmung mit dem Staatlichen Energiekonzept sowohl am Standort Temelín als auch in Dukovany neue KKW errichtet werden, wofür parallel Genehmigungen eingeholt werden sollen, um das Risiko, dass neue KKWs rechtzeitig in Betrieb gehen sollen, zu minimieren.
- Für den Standort Dukovany wird der kontinuierliche Betrieb der KKW und Erhalt der Humanressourcen bis zum Jahr 2037 als zentral gesehen – zu diesem Zeitpunkt sollte dort spätestens das neue KKW in Betrieb gehen, was mit der geplanten Inbetriebnahme 2035 erfüllt wäre.
- **Platzierung am Standort Dukovany:** Die Fläche am Standort, auf der das neue KKW errichtet werden soll, wurde aus drei Vorschlägen ausgewählt. Gewählt wurde die nordwestliche Fläche aufgrund einer multikriteriellen Bewertung, wobei das Hauptaugenmerk auf geologische und hydrogeologische Faktoren gelegt wurde, aber auch auf einen optimalen Anschluss an die bestehenden Gebäude und Infrastruktur.
- **Kapazitätsvarianten:** Die gewählte Nettoleistung von bis zu 2.400 MWe hängt von der Leistung der in Frage kommenden Reaktortypen ab, weiters von Standortgegebenheiten. Sie soll im Einklang mit dem Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie und dem Staatlichen Energiekonzept stehen.
- **Wahl der Reaktortypen:** Der Reaktor wird der Generation III+ angehören und vom Typ PWR sein, da diese Reaktoren weltweit am meisten und in der Tschechischen Republik ausschließlich verwendet werden. Sie haben zahlreiche Sicherheitsvorkehrungen und in der Tschechischen Republik existiert bereits durch 150 Reaktorbetriebsjahre eine entsprechend langfristige Betriebserfahrung.
- **Andere Arten der Stromerzeugung und Stromeinsparung:** Da im Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie und im Staatlichen Energiekonzept die Nutzung der Kernenergie festgelegt wurde, ist die Diskussion von Alternativen der Stromerzeugung bzw. -einsparung in diesem Projekt nicht relevant.

Die folgenden fünf Szenarien wurden multikriteriell bewertet (UVP-BERICHT 2017, Kap B.I.5.2.5, S. 87ff.), wobei in allen Szenarien die Fortsetzung der Braunkohleförderung am Steinbruch Bilina vorausgesetzt wird:

- Referenzszenario: Laufzeitverlängerung von EDU 1-4 bis 2035 bzw. 2037, Betrieb von ETE 1&2, Errichtung von drei neuen Blöcken mit einer Leistung von je ca. 1.750 MWe an den Standorten Temelín und Dukovany (in Betrieb ab 2035, 2037 und 2042)
- Ersatz-Szenario: Ersatz von EDU 1-4 nach Laufzeitverlängerung bis 2035 bzw. 2037 durch ein neues KKW mit ca. 1.750 MWe
- Kohleszenario: Braunkohleförderung wird verlängert, Laufzeitverlängerung von EDU 1-4 bis 2035 bzw. 2037, kein neues KKW wird errichtet
- Grünes Szenario: keine Laufzeitverlängerung von EDU 1-4 (Abschaltung zwischen 2025 und 2027), kein neues KKW, höheres Maß an Energieeinsparungen, höhere Nutzung von Wind- und Solarenergie; weiters Annahme eines niedrigeren Endenergieverbrauchs als in den anderen Szenarien
- Atomszenario: Laufzeitverlängerung von EDU 1-4 bis 2035 bzw. 2037, Neubau von zwei Blöcken zu je ca. 1.750 MWe und zwei weiteren Blöcken mit je ca. 1.200 MWe in Temelín und Dukovany (in Betrieb ab 2035, 2037, 2042 und 2044)

Es wird darauf hingewiesen, dass das Ziel der Bewertung dieser Szenarios nicht die Wahl des endgültigen Szenarios war, sondern ein Vergleich der Szenarien, um einen Zusammenhang mit dem gesamten Energiekonzept herzustellen (UVP-BERICHT 2017, S. 87) Im Anschluss an die Ergebnisse des Vergleichs wird weiters darauf hingewiesen, dass sich aufgrund der Bewertung der Szenarien nach den einzelnen Kriterien weder das beste noch das ungünstigste Szenario eindeutig festmachen ließe. (UVP-BERICHT 2017, S. 91)

- **Infrastrukturvarianten:** Am bestehenden Standort ist die entsprechende Infrastruktur vorhanden, dadurch wird auch die Art der Anbindung des Projekts an die nötige Infrastruktur vorherbestimmt.
- **Nullvariante:** Die Nullvariante ist die Nicht-Errichtung des neuen KKW's am Standort Dukovany. Diese Variante hätte einerseits die Nichtnutzung des Potenzials des Standorts und andererseits die Errichtung an einem anderen Standort zur Folge. Die Nullvariante wird als Referenzvariante für die Beschreibung der Umweltfolgen herangezogen.

Laut UVP-Bericht steht das Projekt im Einklang mit relevanten Strategien auf EU-Ebene und auch mit dem Klimaabkommen von Paris, u. a. mit den Verpflichtungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Es wird betont, dass, wenn die Tschechische Republik das Ziel und die Pflicht hat, ihre Energiewirtschaft CO₂-arm zu gestalten, dies nur durch die Nutzung der Kernenergie erfolgen kann. (UVP-BERICHT 2017, S. 80) Verwiesen wird dabei auf das Hinweisende Nuklearprogramm 2016, in dem steht, dass die Kernenergie einen geringen CO₂-Anteil aufweise und somit ein wichtiger Bestandteil der Energieträgermischung sei. (UVP-BERICHT 2017, S. 79) Zitiert werden weiters Zahlen der World Nuclear Organisation (WNA), die für die Kernenergie Emissionswerte der Treibhausgase im Bereich von 2 bis 130 t_{CO₂e}/GWh angibt, wobei der durchschnittliche Wert 29 t CO₂-Äquivalente (tCO₂e)/GWh beträgt; Studien nach

2000 geben 1,8 bis 48 t CO₂e/GWh an. Für neue KKW's wird erwartet, dass die Emissionswerte diesem niedrigeren Bereich entsprechen werden. (UVP-BERICHT 2017, S. 390)

Entsorgungsnachweis

Für ein neues KKW mit bis zu 2.500 MWe werden über eine Betriebsdauer von 60 Jahren 2.748 t Schwermetall (**abgebrannte Brennelemente**) erwartet. (UVP-BERICHT 2017, S. 173) Die bevorzugte Variante der Entsorgung ist die Langzeit-Zwischenlagerung, gefolgt von der nationalen geologischen Tiefenlagerung. Die Zeithorizonte werden wie folgt angegeben: bis 2020 Auswahl von mindestens zwei Standorten für das geologische Tiefenlager, Baubeginn bis 2050, Inbetriebnahme bis 2065. (UVP-BERICHT 2017, S. 172f.) Die Möglichkeit der Wiederaufarbeitung wird nicht grundsätzlich ausgeschlossen, ebenso die Möglichkeit der Transmutation und Partitionierung, wenngleich bei diesen Maßnahmen ebenfalls radioaktive Abfälle anfallen würden, die in einem geologischen Tiefenlager entsorgt werden müssten. Auch die Errichtung eines regionalen oder internationalen gemeinsamen Tiefenlagers wird nicht ausgeschlossen, wenngleich dies gegenwärtig nicht als reale Lösung erscheint.

Derzeit besteht noch keine Zwischenlagerkapazität für die abgebrannten Brennelemente des neuen KKW's. Daher wird ein neues Zwischenlager an einem noch nicht festgelegten Standort errichtet werden. (UVP-BERICHT 2017, S. 170f.) Für dieses Lager wird eine UVP durchgeführt werden, daher ist es nicht Bestandteil des derzeit laufenden UVP-Prozesses. Der Bedarf für das neue Zwischenlager entsteht frühestens nach zehn Betriebsjahren.

Die Gesamtproduktion an abgebrannten Brennelementen beträgt unter der Annahme der Errichtung von drei neuen Reaktoren laut Nationalem Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie und angenommenen Laufzeitverlängerungen sowohl von EDU 1-4 als auch ETE 1&2 auf 60 Jahre (Laufzeitende ab 2045) 9.933 t SM. (UVP-BERICHT 2017, S. 173)

Radioaktive Abfälle werden für die beiden neuen Blöcke mit je 1.200 MWe bis zu 120m³ pro Jahr erwartet. Ein Block mit einer Leistung von 1.750 MWe würde 87,5m³ pro Jahr verursachen. (UVP-BERICHT 2017, S. 217f.)

Ihre Lagerung soll in Oberflächenlagern erfolgen. Derzeit sind drei Endlager in Betrieb, ein viertes (Hostim) ist bereits geschlossen. Die freie Kapazität in den drei Endlagern Dukovany, Bratrstvi und Richard betrug zum Jahresende 2015 47.409 m³, wobei diese größtenteils im Endlager Dukovany besteht. (UVP-BERICHT 2017, S. 174)

Unter der Annahme des Baus dreier neuer Reaktoren, der Laufzeitverlängerung aller bestehenden Reaktoren auf 60 Jahre, der Dekommissionierung aller Reaktoren und der institutionellen Abfälle ergibt sich ein Gesamtvolumen an 52.150 m³ schwach und mittel radioaktiven Abfalls, das in Oberflächenlagern zu lagern sein wird. (UVP-BERICHT 2017, S. 175f.) Das bedeutet, dass die Kapazität des Endlagers Dukovany nicht ausreichen wird. Die Endlagerkapazität wird erweitert werden müssen, dies ist für ca. 2050 vorgesehen. Dies könnte in drei Varianten geschehen: Erweiterung des bestehenden Endlagers Dukovany, Errichtung eines neuen Lagers an einem neuen Standort, Lagerung der schwach und mittel radioaktiven Abfälle im geologischen Tiefenlager.

Sowohl für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente als auch radioaktiver Abfälle wird im UVP-Bericht (2017, Kap. B.I.6.3.4) an vielen Stellen auf das staatliche Konzept für die Entsorgung von radioaktivem Abfall und abgebrannten Brennelementen in der Tschechischen Republik aus 2002, das sich während der Erstellung des UVP-Berichts gerade in einer Aktualisierung inklusive eines SUP-Prozesses befand. Im UVP-Bericht wird daher auf das Konzept aus 2002 Bezug genommen, aber auch auf den Entwurf des aktualisierten Konzepts verwiesen.

Die Kosten für die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle tragen die Abfallverursacher, die Finanzierung erfolgt über das sogenannte Nuklearkonto, auf das die Abfallverursacher festgelegte Zahlungen zu leisten haben. Die Verantwortung für die Endlager liegt bei der SÚRAO, einer dem Staat untergeordnete Organisation, gegründet vom Ministerium für Industrie und Handel. Für Genehmigungen ist die SÚJB zuständig. (UVP-BERICHT 2017, S. 171)

2.2 Diskussion und Bewertung

Alle Angaben, die in einem UVP-Bericht vorgelegt werden müssen, sind in RL 2014/52/EU im Anhang IV zu finden. Es wurden zu allen dort geforderten Punkten Informationen vorgelegt. Ob diese ausreichend sind um mögliche grenzüberschreitende Folgen für Österreich bewerten zu können, wird in verschiedenen Kapiteln dieser Fachstellungnahme diskutiert.

Alternativen

Laut UVP-Richtlinie der EU ist vom Projektträger eine Beschreibung der untersuchten vernünftigen Alternativen vorzulegen, z. B. in Bezug auf Projektdesign, Technologie, Standort, Größe und Umfang, die für das vorgeschlagene Projekt und seine spezifischen Merkmale relevant sind. Es muss auch angegeben werden, was die wesentlichen Auswahlgründe im Hinblick auf die ausgewählte Variante einschließlich eines Vergleichs der Umweltauswirkungen sind. (RL 2014/52/EU, Annex IV) Ebenso ist in der Espoo-Konvention gegebenenfalls eine Beschreibung vertretbarer Alternativen (z. B. örtlich oder technologisch) und der Nullvariante vorgesehen. (ESPOO-KONVENTION 1991, Anhang II)

Auch die IAEA empfiehlt für den typischen Inhalt einer UVP für ein KKW, dass alternative Optionen berücksichtigt werden sollen, mit denen die Ziele des Projekts ebenfalls erreicht werden können, ebenso wie die Nullvariante. Zusätzlich empfiehlt die IAEA, alternative Umsetzungsmöglichkeiten wie etwa andere Standorte, eine andere Leistung der Anlage, andere Kühlungsoptionen oder Reaktortechnologien vorzulegen. (IAEA 2014, S. 18)

Es wurden zwar fünf Szenarien zur alternativen Energieerzeugung vorgestellt und mit sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien bewertet, die Ergebnisse wurden auch vergleichend diskutiert, **jedoch wurde mehrmals deutlich gemacht, dass die Festlegung auf den Neubau des KKW in Dukovany nicht aufgrund dieser Bewertung erfolgte.** Diese Festlegung erfolgte schon weit früher, nämlich in politisch-strategischen Dokumenten der Tschechischen Republik, vorrangig dem Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie und dem Staatlichen Energiekonzept, beide aus 2015.

Das tschechische Energiekonzept gibt einen Ausblick bis zum Jahr 2040. Es wurde 2015 beschlossen, nachdem es ab 2014 einer SUP unterzogen wurde, an der sich auch Österreich beteiligt hat. Im Auftrag des BMLFUW wurde eine Fachstellungnahme erstellt. (UMWELTBUNDESAMT 2014a) Darin wird kritisiert, dass im Rahmen des SUP-Verfahrens keine Alternativenprüfung erfolgt ist. (UMWELTBUNDESAMT 2014a, S 5.)

Im Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie wird der Bau von einem neuen Reaktor in Dukovany empfohlen, dies mit der Option, bei Bedarf gleich zwei Reaktoren zu errichten. (MIT & MF 2015, S. 6) Der Nationale Aktionsplan wurde keiner Strategischen Umweltprüfung unterzogen.

Die Entscheidung für das Projekt baut nicht auf einer Prüfung und vergleichenden Bewertung von Alternativen aus Umweltsicht auf. Dies damit zu begründen, dass die Entscheidung für das Projekt bereits im Rahmen der Staatlichen Energiestrategie gefallen sei, ist nur bedingt nachvollziehbar, denn auch dort wurden im Zuge des SUP-Verfahrens keine geprüften Alternativen vorgelegt.

Außerdem enthält keine der fünf Szenarios die Option, dass die bestehenden Reaktoren EDU 1-4 auch nach 2035 bzw. 2037 noch in Betrieb sein könnten. Dies wird auch in der Stellungnahme der SÚRAO zum UVP-Bericht miteinbezogen, hier wird von einer Laufzeit von 60 Jahren ausgegangen (STELLUNGNAHME SÚRAO 2017, S. 2), also bis 2045 bzw. 2047. Eine unbefristete Laufzeitverlängerung wurde inzwischen für alle vier Reaktoren beschlossen⁴. Auch im Nationalen Aktionsplan wird erwähnt, dass die Laufzeitverlängerungen von EDU 1-4 bis 2045/2047 reichen könnten (MIT & MF 2015, S. 101f.) **Szenarien, die die Laufzeitverlängerung der bestehenden Reaktoren in Dukovany auf 60 Jahre berücksichtigen, wurden nicht berechnet.**

Die Behauptung aus dem UVP-Scoping-Dokument, dass KKW praktisch CO₂-frei seien (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016, S. 14), wurde im Rahmen des UVP-Berichts dahingehend abgeändert, **dass Kernenergie CO₂-arm sei.** Dafür wurden Zahlen der World Nuclear Organisation vorgelegt, bei denen jedoch nicht ersichtlich ist, welche Teile des Lebenszyklus der Kernenergie dabei miteinberechnet wurden (Uranabbau unter Berücksichtigung des Erzgehalts bis hin zur Endlagerung?). Falls das Argument des geringen CO₂-Ausstoßes für die Entscheidung über die Auswahl des Projekts bedeutend war, wäre dies noch genauer zu belegen.

⁴ <https://derstandard.at/2000070706287/Tschechien-hat-Laufzeit-fuer-AKW-Dukovany-verlaengert>, Zugriff 20.12.2017

Zur Frage der Varianten bei den Reaktortypen siehe Kapitel 3 dieser Fachstellungnahme, die Frage der Standorte wird in Kapitel 4 näher beleuchtet.

Entsorgungsnachweis

Laut UVP-Richtlinie 2014/52/EU Anhang IV ist die Beschreibung der möglichen erheblichen Auswirkungen des Projekts auf die Umwelt im UVP-Bericht vorzulegen, u. a. müssen die Beseitigung und Verwertung von Abfällen beschrieben werden.

Der UVP-Bericht benennt die zu entsorgenden Mengen an abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen unter der Annahme eines maximalen Ausbauszenarios sowohl bzgl. Laufzeitverlängerungen als auch Neubaus. Die konkreten Angaben, wo und wie diese Zwischen- und Endlagerung stattfinden wird, fehlen jedoch, es wird lediglich festgehalten, dass weitere Zwischen- und Endlagerkapazitäten benötigt werden. Für die fehlende Endlagerkapazität für schwach und mittel radioaktive Abfälle wird eine Erweiterung der Lagerkapazität für ungefähr 2050 angekündigt. Der Bedarf nach einem neuen Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente wird erst etwa in 2045 erwartet, also zehn Jahre nach Betriebsbeginn.

Bei der Errichtung des geologischen Tiefenlagers für die abgebrannten Brennelemente und hoch radioaktiven Abfälle wird zwar ein Zeitplan angegeben (Betriebsbeginn 2065), ob dieser Zeitplan eingehalten werden kann ist jedoch fraglich. Derzeit gibt es laut Nationalem Entsorgungsprogramm (NATIONALES PROGRAMM 2014, S. 35) sieben Standortkandidaten, von denen jedoch derzeit keiner ein Endlager auf seinem Gebiet beherbergen möchte (UMWELTBUNDESAMT 2017a, S. 116). Daher sind bereits zwei weitere Standorte in Vorbereitung, nämlich EDU-West und ETE-Süd. Die für die geologischen Tiefenuntersuchungen benötigten Bewilligungen sind Ende 2016 ausgelaufen und konnten von der SÚRAO bislang nicht erneuert werden. (UMWELTBUNDESAMT 2017a, S. 38)

Abgleich mit den Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation

In der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation wurden die folgenden Anforderungen bezüglich Alternativen an den UVP-Bericht gestellt (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 24f.):

- Die Alternativen sollten im Sinne der EU UVP-Richtlinie ausgearbeitet werden. Alternativen zur Energieerzeugung wurden zwar im UVP-Bericht dargestellt, aber die Entscheidung für die gewählte Alternative erfolgte nicht anhand eines Vergleichs der Umweltauswirkungen wie dies laut EU UVP-Richtlinie vorgesehen ist.
- Zum Vergleich der Auswirkungen der Reaktoroptionen siehe Kapitel 3.
- Die behauptete CO₂-Freiheit der Kernenergie sollte belegt werden. Im UVP-Bericht wurde die Terminologie auf CO₂-arm abgeändert, ohne jedoch Belege für den gesamten Lebenszyklus vorzulegen.
- Bezüglich der Anlagen zur Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sollten die Art der Anlagen, die Kapazitäten und die Zeiträume der gesicherten Entsorgung vorgelegt werden. Diese Angaben sind noch zu vage um die Entsorgung als langfristig gesichert ansehen zu können.

- Ob eine Wiederaufarbeitung und/oder ein Export von abgebrannten Brennelementen als Entsorgungsoption erwogen werden, wurde im UVP-Bericht nicht dargelegt. Aus dem tschechischen Nationalen Entsorgungsprogramm ergibt sich jedoch, dass diese Optionen derzeit nicht angestrebt werden, wenngleich sie auch noch nicht vollständig verworfen wurden. Die Entscheidung für eine Entsorgungsoption wurde im Rahmen der SUP zur Entsorgungsstrategie diskutiert.

2.3 Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Laut UVP-Richtlinie der EU 2014/52/EU ist eine Beschreibung der untersuchten vernünftigen Alternativen unter Angabe der wesentlichen Auswahlgründe im Hinblick auf die ausgewählte Variante einschließlich eines Vergleichs der Umweltauswirkungen vorzulegen. Auch die IAEA empfiehlt für den typischen Inhalt einer UVP für ein KKW, dass alternative Optionen berücksichtigt werden sollen, mit denen die Ziele des Projekts ebenfalls erreicht werden können, ebenso wie die Nullvariante. Dies wurde in der UVP Dukovany nicht erfüllt, da Alternativen nur anhand von Kriterien vergleichend beschrieben wurden, dieser Vergleich wurde jedoch nicht zur begründeten Auswahl einer Variante herangezogen. Auch der Verweis auf die Staatliche Energiestrategie und den Nationalen Aktionsplan für die Entwicklung der Kernenergie, beide wurden 2015 beschlossen, sind nicht ausreichend, um dieses Defizit abzudecken, denn auch dort wurde keine Alternativenprüfung im Sinne einer UVP bzw. SUP vorgelegt.

Die Angaben zur Entsorgung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen im UVP-Bericht sind sehr vage. Zwischen- und Endlagererweiterung bzw. Neuerrichtungen werden zwar als zukünftig notwendig beschrieben, es fehlen aber Angaben zur Kapazität, zur Technologie, zu den Standorten, aber auch konkrete Zeitpläne. Für die Errichtung eines geologischen Tiefenlagers für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle wird zwar ein Zeitplan genannt, seine Einhaltung ist jedoch nicht sicher, da sich die derzeitigen sieben Standortkandidaten gegen die Einrichtung eines solchen geologischen Tiefenlagers in ihrer Kommune aussprechen.

2.3.1 Fragen

- *Wie kann belegt werden, dass das geplante KKW Dukovany im Vergleich mit anderen Varianten der Energieerzeugung die Variante mit den geringsten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt darstellt?*
- *Was waren die wesentlichen Auswahlgründe für das Projekt im Sinne der UVP-Richtlinie 2014/52/EU?*
- *Welche Änderungen ergeben sich in der multikriteriellen Bewertung der fünf Szenarien für die Energieerzeugung, wenn die Laufzeitverlängerungen von EDU 1-4 bis 2045 bzw. 2047 angenommen werden?*
- *Wie kann die Lagerung bzw. Entsorgung der abgebrannten Brennelemente sichergestellt werden, wenn die anvisierten Neubauten von Zwischen- und Endlager nicht zeitgerecht fertiggestellt werden?*

- *Wie kann die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sichergestellt werden, wenn die anvisierte Erweiterung des bestehenden Endlagers für schwach und mittel radioaktive Abfälle nicht zeitgerecht fertiggestellt wird?*

2.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- Die Entscheidung für das Projekt muss laut UVP-Richtlinie der EU auf einer vergleichenden Bewertung verschiedener Alternativen zur Erreichung der Ziele des Projekts aus Umweltsicht aufbauen. Eine solche Bewertung sollte im Zuge der UVP durchgeführt werden und die Entscheidung für das Projekt muss darauf aufbauend begründet werden, vor allem vor dem Hintergrund, dass der Alternativenvergleich im Zuge der Strategischen Umweltprüfung zum Staatlichen Energiekonzept nicht ausreichend erfolgt ist.
- Um einen Entsorgungsnachweis vorzulegen, sollten detailliertere Angaben zu Neubau und Erweiterung von Zwischen- und Endlagern vorgelegt werden, ebenso wie Alternativen, falls diese Lager nicht zeitgerecht fertiggestellt werden.

3 DISKUSSION DER VORGESCHLAGENEN REAKTORTYPEN INKLUSIVE LANGZEITASPEKTE DES BETRIEBS

3.1 Darstellung im UVP-Bericht

Im UVP-Bericht werden im Abschnitt B.I.6.2.1.3 zunächst fünf Entwicklungsgenerationen für Kernreaktoren beschrieben, wobei am Standort ein Projekt der Generation III+ realisiert werden soll. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 98ff.) verfügen Anlagen der Generation III+ zum gegenwärtigen Zeitpunkt über die beste Technologie im Bereich Kernkraftwerke. Unter anderem fließen die Schlussfolgerungen aus den Kernschmelzunfällen im Kernkraftwerk Fukushima mit in die Projekte ein (in der EU über die Ergebnisse der Stresstests und die Empfehlungen von WENRA). Genannt werden eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen (z. B. Erdbeben, Überschwemmungen etc.), eine höhere Autonomie, eine höhere Redundanz und Diversität der Sicherheitssysteme zur Beherrschung von Auslegungstörfällen, von Ereignissen mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen und von Unfällen sowie die Einsatzmöglichkeit von mobilen Mitteln zur Erfüllung der Sicherheitsfunktionen. Wesentliche Merkmale von Druckwasserreaktoren der Generation III+ im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit und Sicherheit werden in Abschnitt B.I.6.2.1.4 des UVP-Berichts aufgelistet.

In Abschnitt B.I.6.2.2 erfolgt eine Beschreibung der gesetzlichen Anforderungen an Kernkraftwerke, in Abschnitt B.I.6.2.2.1 werden allgemeine Anforderungen beschrieben. Die legislative Grundvorschrift, die Bedingungen zur Nutzung von Kernenergie regelt, ist das Gesetz Nr. 263/2016 GBl. Atomgesetz. Im UVP-BERICHT (2017, S. 99ff.) werden die gesetzlichen Grundsätze zur friedlichen Nutzung von Kernenergie und ionisierender Strahlung in der Tschechischen Republik zusammengefasst.

Anforderungen an die nukleare Sicherheit sind in Abschnitt B.I.6.2.2.2 aufgeführt. Hierbei werden die verschiedenen Schritte des Genehmigungsverfahrens dargestellt. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 101) wird vom ausgewählten Lieferanten das entsprechende Standardprojekt geliefert, sodass im Projekt nur noch Anpassungen sowie Änderungen bei strengeren Anforderungen erfolgen, die von Gesetzes wegen verlangt werden bzw. auch Anpassungen und Änderungen, welche zur Integration des Projekts am Standort Dukovany unabdingbar sind. Als Bestandteil zum Projekt der neuen Kernkraftanlage werde eine Lizenzbasis erstellt, in der alle verwendeten Vorschriften und Normen, einschließlich deren Anwendungsbereiche, definiert sind. Die Normen und Vorschriften, die innerhalb der Ebenen I und II der nachfolgend aufgeführten Vorschriftenhierarchie definiert sind, seien für das komplette Projekt verbindlich. Der restliche Teil der Normen und Vorschriften sei zur Planung der ausgewählten Systeme, Objekte und Komponenten entsprechend der Lizenzbasis erforderlich.

Als Pflichtenforderungen bezüglich der Erhöhung der Sicherheit sollen Schlussfolgerungen aus den Ereignissen im KKW Fukushima mit in das Projekt der neuen Kernkraftanlage einfließen. Diese seien zum gegenwärtigen Zeitpunkt in den Sicherheitsstandards von WENRA und IAEA implementiert, in der EU ergeben sich diese auch aus den Ergebnissen der Stresstests.

Im Weiteren wird die Hierarchie der heranzuziehenden Vorschriften und Normen dargestellt.

Die hierarchisch erste Ebene bilden die sich aus der tschechischen Gesetzgebung (besonders aus dem Atomgesetz), Verordnungen (besonders aus Verordnungen der Staatsbehörde für die Atomsicherheit) und aus Regierungsverordnungen ergebenden Anforderungen, die sich auf Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Nutzung der Kernenergie beziehen. In die erste Ebene gehören auch die Anforderungen der Richtlinien der Europäischen Union, die mit der Nutzung der Kernenergie zusammenhängen, und die in die Rechtsvorschriften der Tschechischen Republik transponiert werden.

Die zweite Ebene umfasst allgemein anerkannte internationale Dokumente, in denen grundlegende Anforderungen an die Sicherheit von Atomanlagen definiert sind. Angeführt werden im UVP-Bericht die folgenden Dokumente der IAEA: Fundamental Safety Principles (SF-1), General Safety Requirements und Specific Safety Requirements.

Die hierarchisch dritte Ebene umfasst die Anforderungen an die Sicherheit, die im Herkunftsland des Projektes gültig sind. Diese Anforderungen sind auch für das Projekt der neuen Kernkraftanlage verbindlich, sofern sie im Einklang mit den Dokumenten der höheren Ebenen stehen. Sie werden in den Qualitätsanforderungen an die Kernanlage implementiert, die von der SÚJB genehmigt wurden oder die dann zum Bestandteil der Lizenzbasis für das Projekt der neuen Kernkraftanlage gehören. In diese Ebene gehören auch die Sicherheitsanweisungen der SÚJB, die Empfehlungen von WENRA (WENRA Guidance Documents) sowie die Empfehlungen der IAEA aus den Safety Standards und Safety Guides. Diese enthalten detailliertere Empfehlungen zur Auslegung von Systemen und Komponenten von Kernkraftwerken.

Die vierte Ebene besteht aus nationalen Normen und Normen, die im Lizenzprozess im Ursprungsland verwendet werden, sowie die international anerkannten Standards und Normen für den nuklearen Bereich (zum Beispiel ISO, EN, IEC, IEEE).

Hierzu wird ergänzend ausgeführt, dass im Rahmen der Projekte, der Anlagelieferungen sowie der Errichtung des Kraftwerks je nach Entscheidung des Lieferanten jedes überprüfte sowie international anerkannte technische Normen- und Standardsystem verwendet werden kann. Voraussetzungen sind, dass es nicht im Widerspruch zur bestehenden tschechischen Gesetzgebung steht, es konsistent sein muss sowie vom Lieferanten im Vorfeld klar zu definieren sowie vom Auftraggeber und von der SÚJB zu genehmigen ist. Wo dies möglich und zweckmäßig ist, sollen bevorzugt tschechische und europäische Normen verwendet werden.

Die fünfte Ebene ergibt sich aus gültigen Industrienormen, insbesondere den in Europa harmonisierten Normen (die sogenannten Euronormen).

Die Anforderungen, welche sich aus den relevanten Vorschriften ergeben, müssen sich nicht nur auf die aktuell gültigen Vorschriften zum Zeitpunkt der Vorbereitung, Projektarbeit und Errichtung des Kernkraftwerks beziehen, sondern auch eventuell neue Anforderungen an die Kernsicherheit, den Strahlenschutz, die Sicherung der Kernanlage und des Kernmaterials sowie an die Bewältigung von außergewöhnlichen Strahlenvorfällen in jeder Lebenszyklusphase der Kernanlage berücksichtigen sowie implementieren.

In Abschnitt B.I.6.2.2.3 des UVP-Berichts werden Anforderungen an den Strahlenschutz dargestellt. Hierbei wird festgestellt, dass die Strahlenexposition von Personal und Bevölkerung auf einem minimal vernünftigerweise erreichbaren Niveau gehalten werden sollen. Für die neue Kernkraftanlage wird die Erfüllung von drei generellen Akzeptanzkriterien bezüglich des Strahlenschutzes gefordert, die von der SÚJB und von WENRA definiert und für die neue Kernkraftanlage spezifiziert wurden.

Gemäß dem Kriterium K3 sind für die festgelegten Unfälle der neuen Kernkraftanlage mit dem Schmelzen der aktiven Zone des Kernreaktors bzw. mit schwerer Beschädigung des bestrahlten Kernbrennstoffs in den Lagerbecken solche Projektmaßnahmen zu treffen, dass in der unmittelbaren Umgebung der neuen Kernkraftanlage keine Evakuierung der Bewohner notwendig würde und keine langfristigen Beschränkungen im Lebensmittelverbrauch eingeführt werden müssten. Kernschmelzunfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen könnten, müssen praktisch ausgeschlossen werden.

Der Abschnitt B.I.6.3 des UVP-Berichts enthält spezifische Angaben zum Vorhaben. Hierbei werden folgende Grunddaten des Projekts genannt:

- Kraftwerksblöcke mit Reaktor vom Typ DWR, Generation III+,
- elektrische Nettoleistung bis 2.400 MWe (bis zu zwei Blöcke, davon jeder mit einer elektrischen Nettoleistung bis 1.200 MWe bzw. ein Block mit einer elektrischen Nettoleistung bis 1.750 MWe),
- Lebensdauer von mindestens 60 Jahren,
- Einklang mit der festgelegten Vorschriften- und Normenhierarchie, die die gesetzlichen Vorschriften der Tschechischen Republik sowie auch die internationalen Sicherheitsanforderungen umfasst und an die Standortbedingungen angepasst wird.

Im Abschnitt B.I.6.3.1.2 werden Prinzipien zur sicheren Nutzung der Kernenergie angegeben. Der Abschnitt B.I.6.3.1.2.2 enthält eine Erläuterung des Prinzips der gestaffelten Sicherheitsebenen. Sie folgt dem Ansatz der WENRA (2013) mit insgesamt fünf Sicherheitsebenen. Anschließend werden die drei wesentlichen physischen Barrieren zur Radioaktivitätsrückhaltung dargestellt.

Der Abschnitt B.I.6.3.1.2.4 enthält Angaben zur Sicherheitsklassifizierung der Strukturen, Systeme und Komponenten (SSK) der geplanten Anlage. Im UVP-BERICHT (2017, S. 112) wird hierzu ausgeführt, dass die SSKs, die wichtig sind, um die Anlagensicherheit zu gewährleisten, im Einklang mit den Anforderungen des Atomgesetzes und den daran anknüpfenden Rechtsvorschriften entsprechend ihrer Bedeutung zur Erfüllung der Sicherheitsfunktionen systematisch in Sicherheitsklassen einzustufen seien. Die Klassifizierung erfolge über eine deterministische Vorgehensweise, die bei Bedarf mit Wahrscheinlichkeitsmethoden ergänzt werden könne. Im Rahmen der Klassifizierung sei eine gestaffelte Vorgehensweise in der Form anzuwenden, dass in Klasse 1 die Anlagen enthalten sind, bei denen die Anforderungen an die Zuverlässigkeit, Qualifikation, Gewährleistung der Qualität, einschließlich der damit zusammenhängenden Dokumentation, am höchsten sind. Für jede Kategorie seien die spezifischen Anforderungen in Bezug auf folgende Punkte festzulegen:

- Normen und Standards, die bei der Projekterstellung, der Produktion und der Errichtung verwendet werden,
- Qualifikation bezüglich der Störfallbedingungen,

- seismische Klassifizierung,
- Gewährleistung der Qualität,
- Betriebskontrollen und periodische Tests,
- sonstige spezifische Standpunkte, z. B. Zuverlässigkeit.

In Abschnitt B.I.6.3.1.3 werden Aspekte der Sicherheitsbewertung über die Lebensdauer der neuen Anlagen behandelt. Eingegangen wird auf den Sicherheitsbericht für die Anlage und periodische Sicherheitsüberprüfungen.

In Abschnitt B.I.6.3.1.8 des UVP-Berichts werden die Referenzprojekte vorgestellt. Genannt werden:

- Projekt AP1000, elektrische Leistung ca. 1.200 MWe, Westinghouse Electric Company LLC (USA)
- Projekt APR1000, elektrische Leistung ca. 1.000 MWe, Korea Hydro & Nuclear Power (Südkorea)
- Projekt ATMEA1, elektrische Leistung ca. 1.200 MWe, AREVA NP/Mitsubishi Heavy Industries (Frankreich/Japan)
- Projekt EPR, elektrische Leistung ca. 1.750 MWe, AREVA NP (Frankreich)
- Projekt EU-APR, elektrische Leistung ca. 1.455 MWe, Korea Hydro & Nuclear Power (Südkorea)
- Projekt HPR1000, elektrische Leistung ca. 1.160 MWe, China General Nuclear Power Corporation (China)
- Projekt VVER-1200E⁵, elektrische Leistung ca. 1.198 MWe, Rosatom (Russland)

Hierzu wird angemerkt, dass es sich bei der Auswahl der Lieferanten für das neue Kernkraftwerk um einen anderen Hersteller als die im UVP-Bericht genannten Hersteller handeln kann, von dessen Projekt die zur Umweltverträglichkeitsprüfung verwendeten Hüllenparameter eingehalten werden.

Anschließend erfolgt eine Beschreibung der einzelnen Referenzprojekte. Zu Beginn der Beschreibung des jeweiligen Reaktordesigns wird die Leistung der einzelnen Anlagen genannt und der aktuelle Stand bezüglich laufender Projekte und bestehende Lizenzen weltweit kurz erläutert. Wesentliche Komponenten des Primärkreislaufs werden erwähnt. Die vorhandenen Hauptsicherheitssysteme des jeweiligen Reaktordesigns werden aufgelistet. Dann wird kurz dargestellt, wie die Wärmeabfuhr bei Störfällen sowohl ohne als auch mit Kühlmittelverlust gewährleistet wird, gefolgt durch eine kurze Erläuterung über die für den Fall eines Unfalls vorhandenen Sicherheitsvorrichtungen.

Der UVP-Bericht enthält für jedes Referenzprojekt eine Schnittzeichnung durch den Kraftwerksblock mit Bezeichnung wesentlicher Bauwerke und Komponenten. Wesentliche Bauwerke, wie z. B. die Reaktorgebäude, Hilfsanlagegebäude, Notstromdieselgebäude, Maschinenhalle etc., werden aufgezählt und in

⁵ Das Reaktordesign VVER-1200E ist eine der zwei Varianten von VVER-1200; der anderen Variante wird die Bezeichnung VVER-1200M gegeben. Die beiden Varianten unterscheiden sich in der Struktur und dem Aufbau der Sicherheitssysteme. Das Reaktordesign VVER-1200M wird für das KKW Nowoworonesch II im Russland und für das KKW Rooppur in Bangladesch implementiert. Das Reaktordesign VVER-1200E wird u. a. für das KKW Hanhikivi-1 in Finnland und für das KKW Paks II in Ungarn implementiert. (SVETLOV 2017)

knapper Form beschrieben. Bei der Beschreibung der Reaktorgebäude wird auf die Struktur des Containments und die zu dessen Aufrechterhaltung bei einem Unfall vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen eingegangen. Für alle Referenzprojekte wird festgestellt, dass das Containment gegen einen Flugzeugabsturz ausgelegt ist.

In Abschnitt B.I.6.3.2 des UVP-Berichts wird die technologische Lösung erörtert. Die Darstellung gliedert sich in die Unterabschnitte

B.I.6.3.2.1 Primärteil

B.I.6.3.2.2 Sekundärteil

B.I.6.3.2.3 Äußere Kühlkreisläufe

B.I.6.3.2.4 Äußere Hilfssysteme für den Kraftwerksbetrieb

B.I.6.3.2.5 Elektrische Systeme

B.I.6.3.2.6 Steuerungs- und Kontrollsysteme

B.I.6.3.2.7 Steuerungs- und Bedienarbeitsplätze

B.I.6.3.2.8 Brandschutzsysteme

Die Darstellung enthält im Wesentlichen eine Beschreibung der DWR Standardtechnologie. Soweit darüber hinausgehend im UVP-BERICHT (2017) spezifische technische Aspekte genannt werden, wird auf diese nachfolgend explizit eingegangen.

Im UVP-Bericht werden in Abschnitt B.I.6.3.2.1 Primärteil zunächst der Aufbau des Reaktorkerns und wesentliche Bestandteile des DWR Primärsystems (Reaktorkühlsystem) erläutert: Reaktordruckbehälter (RDB) mit RDB-Einbauten, Dampferzeuger, Hauptkühlmittelpumpe sowie das Volumenausgleichs- und Druckhaltesystem.

Festgestellt wird, dass die Verwendung von Brennstoff vom Typ MOX standardmäßig nicht in Betracht gezogen werde, das Projekt dessen Verwendung jedoch ermöglichen werde. Im Zusammenhang mit der Beschreibung der Brennelemente (BE) wird erwähnt, dass das BE-Skelett ein Instrumentierungsrohr enthält, das zum Einschieben einer Messlanze mit Neutronendetektoren bestimmt ist, die Anlage somit offenbar mit einer Kerninneninstrumentierung ausgestattet werden soll.

Anschließend werden Aufgaben und Aufbau der folgenden Sicherheitssysteme kurz beschrieben:

- Reaktorschnellabschaltsystem
- Notkühlsystem
- Nachwärmeabfuhrsystem
- Primärseitige Systeme zur Druckbegrenzung und Druckentlastung
- Systeme zur Wärmeabfuhr aus dem Containment und zum Druckabbau im Containment
- Gebäudeabschluss(-System)
- System zur Wasserstoff-Verbrennung im Containment

- Systeme zur Rückhaltung der Kernschmelze innerhalb oder außerhalb des RDB
- Sekundärkreisabschluss(-System)
- Sekundärseitige Systeme zur Druckbegrenzung und Druckentlastung
- Notspeisesystem für die Dampferzeuger
- Brennelementlagerbeckenkühl-/reinigungssystem
- Nukleares Zwischenkühlsystem
- Nukleares Nebenkühlwassersystem
- Lüftungssysteme
- Kaltwassersystem

Einleitend wird im UVP-BERICHT (2017) im Hinblick auf die Darstellung der Sicherheitssysteme ausgeführt, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt sowohl Projekte mit aktiven Sicherheitssystemen (bei denen die Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und dem Containment über erzwungene Zirkulation – mittels Pumpen – erfolgt) als auch Projekte mit passiven Sicherheitssystemen (Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und dem Containment erfolgt über natürliche Zirkulation) zur Verfügung stünden. Bei einigen Projekten werde eine Kombination beider Methoden verwendet. Die Beschreibungen heben auf den Entwurf der üblichen Projektlösung ab und seien nicht als erschöpfend zu verstehen.

Im Hinblick auf die Klassierung und Qualifizierung von Sicherheitssystemen wird im UVP-BERICHT (2017) festgestellt, dass die Gewährleistung der Qualität aller Sicherheitssysteme während der Produktion und der entsprechenden Wartung während des Betriebs durch deren Einstufung in die Kategorie der sog. „ausgewählten Anlagen“ im Einklang mit der Verordnung Nr. 358/2016 GBl. der SÚJB erfolge. Ihre Widerstandsfähigkeit unter Störfallbedingungen werde durch das Umweltqualifikationssystem überprüft. Sie halten äußeren Einflüssen stand, und ihre Funktionsfähigkeit werde im Einklang mit den entsprechenden Vorschriften regelmäßig getestet.

Im Hinblick auf das Notkühlsystem wird im UVP-BERICHT (2017, S. 153) ausgeführt, dass das System bei einem aktiven Design üblicherweise aus Hochdruckpumpen, Druckspeichern und Niederdruckpumpen bestehe, während es bei einem passiven Design aus Kühlmittel-Hochdrucktanks sowie aus den Druckspeichern und einem Kühlmittel-Großtank mit Borsäurelösung aufgebaut sei.

Betreffend die Wärmeabfuhr aus dem Containment und den Druckabbau im Containment wird im UVP-BERICHT (2017, S. 153ff.) dargestellt, dass die Gewährleistung dieser Funktion über aktive und passive Systeme erfolgen könne. Bei Aktivsystemen werde üblicherweise ein Spraysystem verwendet, mit dem die Druckreduzierung und Wärmeableitung über das Sprühen des Innenbereichs (der Atmosphäre) des Containments mit Wasser gewährleistet werde. Bei passiven Systemen erfolge die Wärmeableitung üblicherweise durch Kühlung der Atmosphäre im Containment mit Wärmeübergang über die Wand der Schutzhülle bzw. über Wärmetauscher zwischen dem Containment und dem Umfeld. Zur Druckreduzierung und Wärmeableitung aus dem Containment bestehe bei einigen Projekten die Reservemöglichkeit, das gesteuerte Filterabluftsystem zu verwenden.

Im Hinblick auf die Vermeidung von Wasserstoffdeflagrationen oder -detonationen wird im UVP-BERICHT (2017, S. 154) festgestellt, dass dies mittels passiver autokatalytischer Rekombinatoren oder Wasserstoffverbrennungsanlagen, die sich im Containment befinden, gewährleistet werden solle. Deren Kapazität sei zur Wasserstoffreduzierung unter allen Störfallbedingungen⁶ ausreichend.

Zur Rückhaltung einer etwaigen Kernschmelze soll gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 154) je ein System zum Auffangen der Brennstoffschmelze innerhalb bzw. außerhalb des Reaktordruckbehälters (RDB) installiert werden. Im Rahmen der Auffangstrategie der Schmelze im RDB werde der Reaktorschacht mit Wasser geflutet. Beim Auffangen der Schmelze in der Auffangvorrichtung für die Schmelze unter dem RDB werde die Schmelze nach anfänglichem Schmelzfluss mit Wasser geflutet. Durch den Kontakt der Schmelze mit Wasser erfolge die Wärmeableitung durch Verdampfung in der Atmosphäre des Containments. Des Weiteren erfolge auch die Kühlung der Auffangvorrichtung für die Schmelze.

Hinsichtlich des Brennelementlagerbeckenkühlsystems wird festgestellt, dass bei einem Design mit aktivem System als aktive Komponenten im Wesentlichen Niederdruckpumpen und Wärmetauscher Verwendung finden. Die Nachwärme wird über das Zwischenkühl- und nukleare Nebenkühlwassersystem abgeführt. Bei passivem Design soll die Wärmeabfuhr bei Ausfall der betrieblichen Kühlung über Verdampfungskühlung und Nachspeisen des Wassers über Gravitation aus einem Großtank (der sich z. B. in der Schutzhülle befindet) erfolgen.

Zusätzlich zu den Sicherheitssystemen werden in Abschnitt B.I.6.3.2.1 die Reaktorhilfsanlagen beschrieben, namentlich die Borsäure- und Deionateinspeisung, die Chemikalieneinspeisung, die Kühlmittelreinigung, die Kühlmittelentgasung, die Kühlmittellagerung und Kühlmittelaufbereitung, und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle.

In Abschnitt B.I.6.3.2.2 werden wesentliche Bestandteile des Sekundärsystems beschrieben: die Turbine samt Schnellschluss- und Regelventilen, der Kondensator und der Generator. Weiterhin wird auf das Frischdampfsystem, das Speisewassersystem und sekundärseitige Hilfssysteme eingegangen. Hinsichtlich der Speisewasserversorgung wird im UVP-BERICHT (2017, S. 156) dargestellt, dass zusätzlich zum Hauptspeisewassersystem ein An- und Abfahrssystem installiert werden soll, das eine schonendere Bespeisung der Dampferzeuger bei Betriebstransienten ermöglicht als dies in der Regel der Fall mit Sicherheitssystemen ist. Als Pumpenantriebe sollen Elektromotoren oder alternativ Turbospeisepumpen, bei denen der Antrieb über kleinere Turbinen erfolgt, herangezogen werden.

In den Abschnitten B.I.6.3.2.3 und B.I.6.3.2.4 des UVP-Berichts werden die äußeren Kühlkreisläufe wie das Hauptkühlwassersystem und Kraftwerkshilfsanlagen behandelt.

⁶ Im UVP-Bericht wird an dieser Stelle der Begriff „Havariebedingungen“ benutzt. Diese stellen geringere Anforderungen an Systeme zur Wasserstoffrekombination als „schwere Havariebedingungen“ (= Unfälle). Hierzu ist in Abschnitt 3.3.1 eine Nachfrage formuliert.

Der Abschnitt B.I.6.3.2.5 des UVP-Berichts enthält eine Darstellung der unterschiedlichen elektrischen Systeme. Hierbei wird auf das gestaffelte System zur Stromversorgung eingegangen, das gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 159ff.) wie folgt aufgebaut werden soll:

1. Eigenbedarfsversorgung
 - Oberirdische 400 kV-Leitung vom Umspannwerk Slavětice
 - Generator via Eigenverbrauchstransformatoren
2. Reservestromversorgung für den Eigenbedarf
 - doppelte unterirdische Leitung (Kabelleitung) aus dem 110-kV-Netz aus dem Umspannwerk Slavětice, dessen Stromversorgung über die Transformatoren 400/110 kV erfolgt und das in das Übertragungssystem integriert ist
3. Notstromerzeugungssystem
 - üblicherweise Notstromdieselgeneratoren (NSDG)
 - unterbrechungslose Stromversorgung über Batterien
4. Alternative Notstromversorgung für Station Blackout
 - üblicherweise räumlich von den NSDGs gemäß 3. getrennte Dieselgeneratoren in abweichender Konstruktion, um die Wahrscheinlichkeit für ein Versagen infolge einer gemeinsamen Ursache zu reduzieren. Im Bereitschaftsmodus komplett vom elektrischen System der neuen Kernkraftanlage sowie vom Außennetz getrennt.
 - üblicherweise Batterien mit autonomer Betriebsdauer und zusammenhängende elektrische Anlagen.

Im UVP-Bericht wird darauf hingewiesen, dass die Aufzählung der verschiedenen gestaffelten Ebenen der Stromversorgung nur exemplarisch ist, da manche Kernkraftwerksprojekte über ausgewählte Sicherheitssysteme verfügen, die als passive Sicherheitssysteme geplant wurden. Diese Systeme benötigen für ihre Aktivierung bzw. zur Überwachung deren Funktion nur eine begrenzte Menge an elektrischem Strom, weshalb in solchen Fällen ggf. einige der oben genannten Stromversorgungsquellen nicht installiert werden müssten.

In Abschnitt B.I.6.3.2.6 wird auf die Leittechnik der geplanten Kraftwerksanlage eingegangen. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 160ff.) soll die Kraftwerksleittechnik über einen hohen Automatisierungsgrad verfügen. Die Systeme sollen sowohl rechnerbasiert als auch auf dazu diversitärer Technologie aufgebaut werden. Es werde moderne, aber bewährte Technologie eingesetzt. Damit die Anforderungen der gestaffelten Sicherheitsebenen erfüllt werden können, soll die Leittechnik über Teilsysteme, zwischen denen ein gewisser Unabhängigkeitsgrad zu gewährleisten ist, aufgebaut werden. Zur Gewährleistung der erforderlichen Zuverlässigkeit der Leittechnik sollen Diversität sowie räumliche und elektrische Trennung Anwendung finden. Das Reaktorschutzsystem soll so von der betrieblichen Leittechnik getrennt werden, dass die Fähigkeit des Schutzsystems, die geforderten Sicherheitsfunktionen durchzuführen, nicht beeinflusst wird. Die Ausführung der rechnerbasierten Leittechnik erfolge im Einklang mit dem Gesamtprogramm zur Gewährleistung der Rechnersicherheit (kybernetische Sicherheit).

Der Abschnitt B.I.6.3.2.7 enthält eine Darstellung der Steuerungs- und Bedienarbeitsplätze. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 161) soll die Blockwarte dem Personal unter den Bedingungen des Normalbetriebs, des anormalen Betriebs

sowie bei Störfällen ausreichende Möglichkeiten zur Steuerung der Anlage bieten. Ein sicherer Zutritt zur Warte sowie der Aufenthalt der Mitarbeiter sollen in allen Projektmodi der Kernkraftanlage (der neuen Kernkraftanlage sowie auch aller anderen Kernanlagen am Standort) möglich sein, einschließlich schwerer Havariebedingungen in einer Kernanlage am Standort.

Für den Fall eines Verlusts der Blockwarte, z. B. infolge eines Brands, wird das Kraftwerk mit einer Notwarte ausgestattet. Diese wird physisch, funktionell sowie elektrisch ausreichend getrennt von der Blockwarte ausgeführt.

Für die Unterstützung der Operatoren wird für schwere Unfälle ein technisches Unterstützungszentrum realisiert. Dieses Zentrum wird mit Mitteln für die Kommunikation mit der Block- und Notwarte und mit weiteren Arbeitsplätzen, für die Verfolgung der Grundparameter des Blocks und für die Verfolgung des Stands der Erfüllung der Sicherheitsfunktionen ausgerüstet. Weiterhin soll die neue Kernkraftanlage mit einem Havarie- und Steuerungszentrum ausgestattet sein, dessen Aufgabe die Steuerung und Koordinierung der Tätigkeit unter Havariebedingungen ist. Das Havarie- und Steuerungszentrum soll mit einem Informationssystem ausgestattet werden, das alle wichtigen Informationen über den Zustand der neuen Kernkraftanlage und über weitere wichtige Parameter zur effektiven Steuerung und Koordinierung der Tätigkeiten bei der Entstehung der Havariebedingungen zur Verfügung stellt.

In Abschnitt B.I.6.3.2.8 des UVP-Berichts werden Aspekte des Brandschutzes der geplanten Anlage dargestellt. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S. 161ff.) sollen die redundanten Anlagen der einzelnen Sicherheitssysteme und zusammenhängenden Abschnitte der elektrischen Stromversorgung über Konstruktionen mit definierter Brandbeständigkeit so getrennt werden, dass die Erfüllung der Sicherheitsfunktionen der einzelnen Systeme bei und nach einem Brand gewahrt ist. Weiter wird ausgeführt, dass im Projektentwurf für die neue Kernkraftanlage davon ausgegangen werde, dass ein Brand alle Anlagen außer Betrieb setzen könne, die sich in dem Brandabschnitt befinden, in dem der Brand entstanden ist. Aus diesem Grund ist die Brandbeständigkeit für jeden Brandabschnitt in der Form zu planen, dass sich der Brand – entweder überhaupt nicht bzw. über den festgelegten Mindestzeitraum – in weitere Brandabschnitte ausbreiten kann. Zum baulichen Brandschutz wird im UVP-Bericht u. a. ausgeführt, dass sich in einem Brandabschnitt nicht mehr als eine Sicherheitssystemdivision befinden darf. Weiterhin sollen die elektrischen Stromversorgungssysteme über separate Brandabschnitte voneinander getrennt und Maßnahmen ergriffen werden, mittels derer verhindert werden soll, dass sich die einzelnen Stromversorgungssysteme in einem Brandabschnitt begegnen bzw. kreuzen.

Hinsichtlich der aktiven Brandschutzeinrichtungen wird u. a. festgestellt, dass alle Räume, in denen sich Maschinen mit Ölfüllung, einschließlich Transformatoren, befinden, mit fest installierten Feuerlöschanlagen mit automatischer Anregung ausgestattet werden sollen. Die Löschwasserversorgung soll auch bei einem kompletten Stromausfall gewährleistet und der Löschwasservorrat muss für langfristige Löschvorgänge ausgelegt sein.

Der Abschnitt B.I.6.3.3 des UVP-Berichts enthält eine Darstellung zu den einzelnen Bauwerken der Neuanlage, eingegangen wird auf den nuklearen Bereich, den konventionellen Bereich und sonstige bauliche Anlagen. Gemäß UVP-BERICHT (2017, S.163ff.) werden der Auslegung der baulichen Anlagen ständige Einwirkungen, veränderliche Einwirkungen und außergewöhnliche

Einwirkungen zu Grunde gelegt. Als Einwirkungen von außen werden extremer Schnee, Wind und Temperatur, seismische Belastungen, Flugzeugabstürze, Belastung durch Fluggegenstände und extremer Regen genannt. Als Einwirkungen von Innen werden aufgeführt Feuer, der Austritt von Gasen, Dampf und Wasser, Belastungen infolge einer rotierenden Störung, das Herunterfallen von übertragenen Lasten, interne Überflutungen, Explosionen.

Die sicherheitsrelevanten Gebäude sollen durch eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen Einwirkungen von innen und außen sowie durch räumliche Trennung der einzelnen Bauwerke geschützt werden. Typischerweise handelt es sich gemäß UVP-Bericht dabei um folgende Bauwerke:

- das Reaktorgebäude,
- das Brennstoffgebäude (bei den Projekten, bei denen (abgebrannte) Brennelemente außerhalb des Reaktorgebäudes gelagert werden),
- der Abluftkamin,

sowie die Gebäude, die folgende Einrichtungen beherbergen:

- nukleare Hilfsanlagen,
- Sicherheitssysteme,
- Notstromversorgung,
- Nebenkühlwasserversorgung,
- Abfallaufbereitung.

Der nukleare Bereich umfasst jene Bauwerke, die die Einrichtungen enthalten, die den Betrieb und die Sicherheit des nuklearen Teiles des Kraftwerkes unmittelbar betreffen, d. h. die Einrichtungen des Primärkreislaufs, die Sicherheits- und Hilfssysteme und die Einrichtungen der Brennelementlagerung. Sie wird gegen seismische Einwirkungen des Niveaus SL-2 ausgelegt.

Im Hinblick auf das Reaktorgebäude wird im UVP-Bericht ausgeführt, dass dieses aus der hermetischen Innenschutzhülle (dem Primärcontainment) und aus der äußeren Schutzhülle (dem Sekundärcontainment) besteht.

Die hermetische Innenhülle soll als Spannbetonkonstruktion mit innerer Stahlauskleidung oder als Stahlkonstruktion ausgeführt werden. Bei der Außenschutzhülle handelt es sich standardmäßig um eine zylinderförmige Stahlbetonkonstruktion, deren primäre Funktion darin besteht, einen erhöhten Schutz für die hermetische Innenhülle vor äußeren Einflüssen zu gewährleisten (vor allem vor Flugzeugabstürzen). Die hermetische Innenhülle werde so konzipiert, dass die erforderliche Dichtigkeit (maximale zulässige Undichtigkeit von 0,5 % des Containmentvolumens bei vollem Druck in 24 Stunden) erfüllt wird und sie dem Druck sowie auch den Temperaturen standhält, welche unter Störfallbedingungen, einschließlich schwerer Störfälle, auftreten.

Zu den Notstromdieselgebäuden wird ausgeführt, dass diese sich üblicherweise auf entgegengesetzten Blockseiten befinden, um die räumliche Trennung zu gewährleisten.

Der konventionelle Bereich wird im Wesentlichen durch das Maschinenhaus mit dem Turbosatz und Generator gebildet. Hierzu wird u. a. festgestellt, dass die Ausrichtung des Turbogenerators derart erfolgt, dass sich die potenziellen Trümmerstücke aus einem Turbinenversagen (Fluggegenstände) im höchstmöglichen Maß außerhalb der sicherheitstechnisch wichtigen Anlagen und Konstruktionen befinden.

Informationen bezüglich der Langzeitaspekte des Betriebs werden im UVP-Bericht allgemein gehalten. Es wird im UVP-BERICHT (2017, S. 44) erklärt, dass das Alterungsmanagement kein Gegenstand der UVP ist und das Alterungsmanagement in den nächsten Phasen der Projektvorbereitung berücksichtigt wird. Laut UVP-BERICHT (2017, S. 44) werden alle Lieferanten verpflichtet sein, im Einklang mit einschlägigen gesetzlichen Anforderungen und Normen, nachzuweisen, wie die Anforderung der Mindestbetriebsdauer von 60 Jahren in ihrem Reaktordesign erfüllt werden. Laut UVP-BERICHT (2017, S.114) ist die Überprüfung des Alterungsprozesses von Systemen, Strukturen und Komponenten ein Teil der periodischen Sicherheitsüberprüfung. Im UVP-BERICHT (2017, S. 44) wird erklärt, dass der Inhalt der periodischen Sicherheitsüberprüfung u. a. auch die Bewertung des erreichten Zustands der Anlage in Bezug auf die Kernsicherheit der Kernkraftanlage und ihr Vergleich mit den gegenwärtigen (in der Zeit der Durchführung der Bewertung gültigen) Anforderungen an die nukleare Sicherheit und mit der besten internationalen Praxis ist.

Im Abschnitt B.1.6.3.1.5 des UVP-Berichts wird das Lebenszyklus- und Alterungsmanagement in allgemeiner Form dargestellt. Es wird erläutert, dass, um eine Lebensdauer von 60 Jahren zu ermöglichen, in dem vorliegenden Projekt alle relevanten Einflussfaktoren auf den Alterungsprozess (z. B. Korrosion, Erosion, Materialermüdung infolge mechanischer, Strahlen- und Wärmebelastung) für alle Betriebszustände sowie die Umgebungsbedingungen, einschließlich Prüfungen, Wartung und Revisionsstillstand, berücksichtigt werden. Laut UVP-BERICHT (2017, S. 115) liegt der Fokus des Lebenszyklus- und des Alterungsmanagements auf den Einrichtungen, die für die Sicherheit wichtig sind, sowie auf den nicht austauschbaren Komponenten bzw. auf Komponenten mit einer langen Lebensdauer. Für die Komponenten, bei denen von einem Austausch aufgrund von Alterung ausgegangen wird, sind entsprechende Austauschpläne zu erstellen.

3.2 Diskussion und Bewertung

Im UVP-BERICHT (2017) werden insgesamt sieben verschiedene Designs von Druckwasserreaktoren (DWR) als Referenzprojekte für das neue KKW am Standort Dukovany in Betracht gezogen. Vier Reaktordesigns, die im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) noch als mögliche Optionen für das Vorhaben genannt wurden, werden im UVP-Bericht nicht mehr behandelt. Hierbei wird genauso wie im Scoping-Dokument erklärt, dass der Lieferant des Kraftwerkes in den nächsten Etappen der Projektvorbereitung ausgewählt werden wird und die Wahl des Lieferanten kein Gegenstand der Umweltverträglichkeitsprüfung ist. Weiters wird festgestellt, dass alle Reaktordesigns identischen umwelttechnischen sowie sicherheitstechnischen Anforderungen genügen müssen und die für die Beurteilung der Einflüsse verwendeten Parameter konservativ die Parameter aller infrage kommenden Reaktordesigns decken.

Darstellung des technologischen Standes

Einleitend ist festzustellen, dass die Darstellung im UVP-Bericht (2017) in weiten Teilen umfangreicher ist als im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016). Der UVP-Bericht enthält eine insgesamt zwar knappe aber vollständige Beschreibung der wesentlichen technologischen Merkmale von DWR Anlagen der Generation III+. Erkennbar ist, dass einschlägige Einrichtungen zur Mitigation von Kernschmelzunfällen vorgesehen werden, wie H₂-Rekombinatoren und Einrichtungen zur Schmelzerückhaltung. Im UVP-BERICHT (2017, S. 154) wird angeführt, dass zur Rückhaltung der Schmelze in der druckführenden Umschließung eine RDB Außenkühlung vorgesehen werden kann. Nach dem gegenwärtigen technologischen Stand werden Maßnahmen zur RDB Außenkühlung bei Anlagen mit vergleichsweise geringer Leistungsdichte realisiert. Im UVP-Bericht ist nicht dargestellt, dass diese Maßnahme auch bei den dargestellten Referenzprojekten zum Erfolg führt.

Abweichungen im Vergleich zum Scoping-Dokument

Ein Vergleich der Angaben im UVP-Bericht mit jenen im Scoping-Dokument zeigt verschiedene Abweichungen, z. T. ist die Darstellung im Scoping Dokument detaillierter und spezifischer als im UVP-Bericht:

- Im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) ist dargestellt, dass für die neue Anlage eine Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenszuständen kleiner als 10⁻⁵/Jahr gefordert wird. Gleichzeitig werde praktisch ausgeschlossen, dass Brennstoffschadenszustände zu großen und/oder frühen Freisetzung aus dem Containment und dem Gebäude für die Brennstoff-Lagerung führen könnten (wenn das Becken für die Lagerung des ausgebrannten Kernbrennstoffs kein Bestandteil des Containments ist), wobei die Frequenz eines solchen Ereignisses in jedem Falle sicher kleiner als 10⁻⁶/Jahr wäre. Demgegenüber werden im UVP-BERICHT (2017) keine probabilistischen Orientierungswerte genannt.
- Die Darstellungen zur Leittechnik sind im Scoping-Dokument z. T. spezifischer als im UVP-Bericht. So wird in AMEC FOSTER WHEELER et al. (2016) ausgeführt, dass das Reaktorschutzsystem mit hoher Funktionszuverlässigkeit, Redundanz und Unabhängigkeit der einzelnen Kanäle so ausgeführt werden, dass kein Einzelfehler den Verlust der Schutzfunktion des Systems verursacht. Für die Beschränkung des Einflusses eines Versagens aus gemeinsamer Ursache (common cause failure – CCF) soll sowohl funktionale Diversität als auch Diversität auf der Geräteebene verwendet werden. Vergleichbare Aussagen fehlen im UVP-Bericht.
- Im Scoping-Dokument wird ausgeführt, dass die Ausrüstung der Notwarte die Gewährleistung grundlegender Sicherheitsfunktionen zur Abschaltung und Nachwärmeabfuhr ermöglicht, im UVP-Bericht sind zur Funktionalität der Notwarte keine Angaben enthalten.
- Während im Scoping-Dokument für das Vorhaben eine installierte elektrische Leistung von bis zu 3.500 MW_e angegeben wurde, wird im UVP-Bericht eine kleinere installierte elektrische Leistung von bis zu 2.400 MW_e genannt.
- Im UVP-Bericht werden sieben Reaktordesigns als Referenzprojekte genannt, während im Scoping-Dokument elf Reaktordesigns als Referenzprojekte aufgelistet wurden.

- Die Anforderungen aus dem Scoping-Dokument, wonach das bestehende Projekt im Herkunftsland, in einem EU-Land oder in einem anderen Land mit hoch entwickelter Kernenergietechnik lizenziert (USA, Russland, Kanada, Japan, Südkorea, China u. ä.), und mindestens im Stadium der fortgeschrittenen Bauphase in einem anderen Standort sein muss, sind im UVP-Bericht ohne Angabe einer Begründung entfallen. Aus den Darstellungen in Abschnitt B.1.6.3.1.8.1. „Übersicht über Referenzprojekte“ wird ersichtlich, dass diese im Scoping-Dokument genannten Anforderungen nicht von allen vorgeschlagenen Referenzprojekten erfüllt werden.
- Eine durchschnittliche Verfügbarkeit des Kraftwerksblocks größer als 90 % wird im UVP-Bericht nicht mehr explizit gefordert.

Nachvollziehbare Gründe für diese gegenüber dem Scoping-Dokument festgestellten Abweichungen des UVP-Berichts konnten dem UVP-BERICHT (2017) nicht entnommen werden.

Probabilistische Orientierungswerte und praktischer Ausschluss

In diesem Zusammenhang ist insbesondere nicht nachvollziehbar, warum für das Vorhaben im UVP-Bericht keine probabilistischen Orientierungswerte für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenzuständen und das Auftreten großer Freisetzungen oder früher Freisetzungen angegeben werden.

Derartige Orientierungswerte sind auch relevant im Zusammenhang mit dem im UVP-Bericht behaupteten praktischen Ausschluss großer Freisetzungen oder früher Freisetzungen. Dieser kann gemäß WENRA (2013) dadurch gezeigt werden, dass Freisetzungsszenarien entweder physikalisch unmöglich oder mit hoher Aussagesicherheit extrem unwahrscheinlich sind („extremely unlikely with a high degree of confidence“). Da nicht zu erwarten ist, dass für eine Reaktoranlage der Generation III+ der praktische Ausschluss ohne Inanspruchnahme des zweiten Kriteriums gezeigt werden kann, sind hierfür zwingend probabilistische Zielvorgaben erforderlich.

Weiterhin fehlt im UVP-Bericht eine Darstellung, mit welchen Elementen der praktische Ausschluss großer Freisetzungen oder früher Freisetzungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Anlagendesign erreicht werden soll. Es ist nicht angegeben, welche Unfallszenarien a priori vermieden werden müssen, da sie zu Konsequenzen führen, die auch von den anlagenabhängig vorgesehenen Mitigationsmaßnahmen nicht mehr beherrscht werden können. Für den praktischen Ausschluss sind insbesondere Ereignisabläufe mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen relevant. Eine besondere Bedeutung kommt hier der Vermeidung von Versagen aus gemeinsamer Ursache (Common Cause Failure – CCF) zu. Durch den Einsatz rechnerbasierter Technik ergeben sich neue Potenziale für CCF-Ereignisse in der Sicherheitsleittechnik. Wie oben bereits dargestellt, ist der Informationsgehalt im UVP-Bericht hier geringer und unspezifischer als im Scoping-Dokument.

Regelwerksgrundlagen

Ein wesentlicher Aspekt im Hinblick auf die sicherheitstechnische Auslegung und den sicheren Betrieb eines Kernkraftwerks sind einerseits die regelwerkseitigen Anforderungen zur Auslegung und zum Betrieb der Anlage sowie ande-

rerseits Merkmale des konkreten Designs. Die regulatorischen Anforderungen an das Projekt und die diesbezügliche Hierarchie der heranzuziehenden Vorschriften und Normen werden im UVP-Bericht dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass die einschlägigen Anforderungen der IAEA herangezogen werden. Dies gewährleistet eine Gleichwertigkeit der Designs auf der Ebene grundlegender Auslegungsprinzipien.

Gegenüber der Darstellung im Scoping Verfahren werden die Anforderungen der WENRA nun nicht mehr der zweiten Ebene zugeordnet, sondern der dritten. Eine Begründung für die niedrige Einstufung wird im UVP-Bericht nicht gegeben. Anhand der Darstellung der einzelnen Referenzprojekte ist nicht erkennbar, inwieweit diese die Anforderungen der WENRA erfüllen.

Unterhalb der übergeordneten Anforderungen der beiden oberen regulatorischen Ebenen können sich deutliche Unterschiede im Hinblick auf Auslegungsanforderungen dadurch ergeben, dass in der hierarchisch dritten Ebene die (ggf. detaillierteren) Anforderungen an die Sicherheit, die im Herkunftsland des Referenzprojektes gültig sind, herangezogen werden sollen. Weiterhin ist die Beschreibung der vierten regulatorischen Ebene weitgehend unbestimmt, klare Angaben, welche international einschlägigen Normen hier herangezogen werden sollen, fehlen. Auf der dritten und vierten Ebene ist eine Gleichwertigkeit der einzelnen Anforderungen nicht zwangsläufig gegeben, z. B. in dem Falle, dass für die Auslegung bestimmter Systeme, Strukturen und Komponenten in einzelnen Ländern unterschiedlich detaillierte Vorgaben bestehen. Für eine Diskussion und Bewertung der Einflüsse auf das konkrete Design, die sich durch Unterschiede in den sicherheitstechnischen Anforderungen der dritten und vierten Ebene ergeben, wäre ein Vergleich dieser Anforderungen erforderlich. Dieser liegt nicht vor. Somit ist eine Diskussion diesbezüglich bestehender Unterschiede auf Basis der Angaben im UVP-Bericht nicht möglich.

Zu beachten ist hierbei auch, dass die regulatorischen Vorgaben zur konkreten Ausführung sicherheitsrelevanter Systeme selbst zwischen EU-Ländern unterschiedlich sind, so dass sich hier relevante Unterschiede in der Auslegung ergeben können. Ein Beispiel hierfür ist die Ausführung der sicherheitsrelevanten Leittechnik.

Die regulatorische Festlegung der naturbedingten und zivilisatorischen Einwirkungen von außen gewährleistet eine Gleichwertigkeit der Designs im Hinblick auf die Grundausslegung der Anlagen. Allerdings werden die entsprechenden Festlegungen (z. B. in Form eines Bodenantwortspektrums für die seismischen Einwirkungen SL-1 und SL-2) nicht angegeben. Inwieweit über die Auslegungsanforderungen hinaus Reserven bestehen (z. B. durch Unterschiede bei der räumlichen Trennung sicherheitsrelevanter Einrichtungen oder beim Schutzgrad von Gebäuden), kann nur anhand des konkreten Designs der Anlagen beurteilt werden. Hierzu liegen im UVP-Bericht keine ausreichenden Angaben vor. Somit ist eine Diskussion der diesbezüglichen Ausführungen bei den einzelnen Referenzprojekten und des damit verbundenen Sicherheitsniveaus im DEC-Bereich sowie ggf. bestehender sicherheitsrelevanter Unterschiede zwischen den Projekten auf Basis der Angaben im UVP-Bericht nicht möglich.

Ebenso lassen sich Unterschiede im deterministischen Sicherheitskonzept der einzelnen Anlagen und der Ausführung der Leittechnik unter Nutzung rechnerbasierter Technik nur auf Basis einer detaillierteren Diskussion der verschiedenen Ausführungen feststellen. Dies würde einen systematischen Vergleich der

einzelnen Designs anhand eines einheitlichen Kriterienkatalogs erfordern, der im UVP-Bericht genauso wie schon im Scoping-Dokument nicht enthalten ist. Somit ist eine Diskussion der diesbezüglichen Ausführungen und des damit verbundenen Sicherheitsniveaus bei den einzelnen Referenzprojekten sowie ggf. bestehender sicherheitsrelevanter Unterschiede zwischen den Projekten auf Basis der Angaben im UVP-Bericht nicht möglich.

Darstellung der Erfahrungen aus bestehenden Projekten bzw. Genehmigungsverfahren sowie bestehender Zertifizierungen

Bei der Beschreibung der einzelnen Reaktordesigns im UVP-Bericht finden weltweit laufende Projekte sowie laufende Genehmigungsverfahren bzw. Zertifizierungen Erwähnung. Allerdings wird nicht umfassend dargestellt, wie der aktuelle Stand der erwähnten Projekte ist und welche Probleme bei den Projekten bisher aufgetreten sind.

Beispielweise wird bei der Darstellung des Referenzprojekts AP1000 erklärt, dass der Generic Design Assessment (GDA)-Prozess in Großbritannien im Jahr 2017 abgeschlossen ist. Es wird jedoch nicht erwähnt, dass der GDA-Prozess Ende 2011 mit 51 offenen Fragen unterbrochen wurde und erst Mitte 2014 wieder fortgesetzt wurde. (ONR 2017)

Auf die aufgetretenen, teilweise erheblichen Verzögerungen bei den erwähnten laufenden Projekten wird im UVP-Bericht nicht eingegangen. Die Fertigstellung des ersten AP1000 am Standort Sanmen in China hat sich um ca. drei Jahre verzögert. (NEI 2016) Die Fertigstellung eines EPR für den Block 3 am Standort Olkiluoto in Finnland ist mehreren Verzögerungen ausgesetzt, sodass die geplante Inbetriebnahme sich bisher bereits um mehr als neun Jahre verzögert hat. (NEI 2017)

Es erfolgt keine Diskussion über die aufgetretenen Probleme bei den genannten laufenden Projekten in Hinsicht auf die sicherheitsrelevanten Aspekte bzw. darauf, in welchem Umfang derartige Probleme bei der Auswahl des Reaktordesigns für das neue Kernkraftwerk am Standort Dukovany berücksichtigt werden.

Abgleich mit den Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation und dem Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik

In der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51) wurde als Anforderung an die Inhalte der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE, UVP-Bericht) u. a. festgelegt, dass die Grundzüge der Auslegung sowie das Sicherheitsniveau der vorgeschlagenen Designs, die den Referenzprojekten zu Grunde liegen, systematisch und ausführlicher beschrieben werden sollten, damit ein genaueres Bild der einzelnen Alternativen entsteht. Die Beschreibung der einzelnen Reaktordesigns im UVP-Bericht ist im Vergleich zum Scoping-Dokument umfangreicher, bleibt allerdings weiterhin auf einem relativ allgemeinen Niveau. Beispielsweise werden im UVP-Bericht die Hauptsicherheitsysteme des Reaktors aufgelistet und es werden die Funktionsweise der Wärmeabfuhr bei einem Störfall mit und ohne Kühlmittelverlust sowie die Sicherheitsmaßnahmen bzw. -vorrichtungen für den Fall eines Unfalls erläutert, aber bei einigen Systemen fehlt eine Darstellung über deren sicher-

heitsrelevante Merkmale. Beispielweise wird zu allen Reaktordesigns erwähnt, dass sie über eine Wasserstoffverbrennungsanlage bzw. Wasserstoffrekombinatoren im Containment verfügen, aber es erfolgt keine weitere Beschreibung. Bei der Beschreibung des Reaktordesigns AP1000 wird nicht auf den Redundanzgrad des passiven Systems zur Druckentlastung und Wärmeabfuhr aus dem Containment eingegangen.

Bei der Beschreibung des Reaktorgebäudes wird auch erläutert, gegen welche Einwirkungen von außen das Containment ausgelegt ist. Aber die hierbei erwähnten Einwirkungen von außen unterscheiden sich je nach Reaktordesign. Beispielweise findet Erdbeben nur bei den Referenzprojekten ATMEA1, EPR, HPR-1000 und VVER-1200E explizit Erwähnung. Überschwemmung wird nur bei HPR-1000 explizit erwähnt. Bei AP1000, HPR-1000 und VVER-1200E wird ein durch einen Flugzeugabsturz verursachten Brand nicht explizit erwähnt.

D. h. es ist zu erkennen, dass die Darstellung diesbezüglich uneinheitlich ist.

Angaben bezüglich der Sicherheitsleittechnik gibt es in der Beschreibung der einzelnen Reaktordesigns im UVP-Bericht nicht.

Wie oben bereits festgestellt, lässt die Darstellung nicht erkennen, ob die verschiedenen Designs im Hinblick auf die deterministische Auslegung als gleichwertig anzusehen sind. So weist der EPR z. T. räumlich getrennte Gebäude für die Unterbringung der Sicherheitseinrichtungen auf, andere Designs besitzen nur ein Gebäude. Weiterhin sind Referenzprojekte mit drei oder vier Notstromdieselegeneratoren vorgesehen. Eine Diskussion derartiger Fragestellungen, also der Gleichwertigkeit von z. B.

- Designs mit Schwerpunkt auf passiven oder aktiven Sicherheitseinrichtungen,
- Designs mit unterschiedlicher Realisierung räumlicher Trennung,
- Designs mit unterschiedlichem Redundanzgrad von Sicherheitseinrichtungen

hätte übergeordnet im Abschnitt B.I.6.3.2. „Technologische Lösung“ des UVP-Berichts erfolgen können. Sie erfolgt aber nicht. Insbesondere fehlt eine Diskussion, ob die sich aus den im UVP-BERICHT (2017) aufgeführten oberen drei Regelwerkshierarchien ergebenden Mindestanforderungen an die Sicherheitssysteme von allen Referenzprojekten erfüllt werden.

In der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51) wurde im Hinblick auf die UVE weiterhin gefordert, dass genauere Angaben zur Auslegung gegen natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen und zu den Anforderungen in der UVE enthalten sein sollten. Bei der Beschreibung des Reaktorgebäudes der einzelnen Reaktordesigns im UVP-Bericht wird erwähnt, gegen welche Einwirkungen von außen das Containment ausgelegt ist, aber die Beschreibung der einzelnen Reaktordesigns enthält keine Angaben zu Reserven der einzelnen Designs im Hinblick auf natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen über das Niveau der Auslegung hinaus.

In der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51) wurde gefordert, dass Informationen bezüglich laufender Projekte der angeführten Reaktortypen als internationale Referenzen möglichst umfassend und aktuell sein sollten, damit eine realistische Darstellung ermöglicht werden kann, und dass auf die aufgetretenen Probleme bei den Projekten in umfassender Form hingewiesen werden sollte. Bei der Beschreibung der einzelnen Reaktordesigns im UVP-Bericht finden weltweit laufende

Projekte sowie laufende Genehmigungsverfahren bzw. Zertifizierungen Erwähnung. Allerdings wird nicht umfassend dargestellt, wie der aktuelle Stand der erwähnten Projekte ist und welche Probleme bei den Projekten bisher aufgetreten sind. Wie in der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument bereits erörtert, zeigen Erfahrungen mit Designbewertungen und Lizenzierungsverfahren in verschiedenen Ländern, dass hierbei z. T. gravierende Probleme auftreten können, die dann erhebliche Projektverzögerungen und Planungsänderungen verursachen können (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 49).

Im Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik (SCOPINGSPRUCH 2016) werden eine Reihe von Aspekten, die in der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51) genannt sind, aufgegriffen. Die im UVP-BERICHT (2017) aufgeführten Informationen sind aus unserer Sicht nicht geeignet, alle Forderungen aus dem Scopingspruch zu erfüllen. Ein Abgleich der Anforderungen im Scopingspruch mit den im UVP-Bericht enthaltenen Informationen ergibt folgende wesentliche Defizite:

- Nachweis des aktuellen Stands bei der Errichtung und dem Betrieb von Referenzprojekten für KKW weltweit; weltweit laufende Projekte sowie laufende Genehmigungsverfahren bzw. Zertifizierungen von den Referenzprojekten finden zwar Erwähnung, aber es wird nicht umfassend dargestellt, wie der aktuelle Stand der erwähnten Projekte ist und welche Probleme bei den Projekten bisher aufgetreten sind.
- Definition und Beschreibung der technischen und umweltrechtlichen gesetzlichen Anforderungen, die für das neue KKW gelten; anhand der Darstellung der einzelnen Referenzprojekte ist nicht erkennbar, inwieweit diese die Anforderungen der WENRA erfüllen. Eine Diskussion der Unterschiede in den sicherheitstechnischen Anforderungen der dritten und vierten Regelwerksebene und deren Rückwirkungen auf das konkrete Reaktordesign ist nicht möglich, da die Anforderungen weder im Detail genannt noch unterschiedliche Anforderungen verschiedener Regelwerke miteinander verglichen werden.
- Konkrete technische und technologische Beschreibungen aller Referenztypen von Reaktoren, die für das neue KKW in Betracht kommen, Prinzip für die Auswahl des konkreten Reaktors, Prinzipien und Konzepte für die Sicherheitssysteme des neuen KKW unter Anführung der grundlegenden Prinzipien der sicherheitsrelevanten Systeme; eine systematische Darstellung der einzelnen Designs anhand eines einheitlichen Kriterienkatalogs liegt nicht vor. Somit ist eine vergleichende Diskussion des deterministischen Sicherheitsniveaus der einzelnen Referenzprojekte sowie diesbezüglich bestehender sicherheitsrelevanter Unterschiede zwischen den Projekten nicht möglich. Angaben zu den sicherheitstechnischen Kriterien für die Auswahl des konkreten Reaktors liegen nicht vor. Die Darstellungen zur Sicherheits-Leittechnik sind im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER ET AL. 2016) z. T. spezifischer als im UVP-Bericht.
- Information zur Lebensdauer, zur Lebenszyklussteuerung und zum Alterungsmanagement; Es wird erklärt, dass das Alterungsmanagement kein Gegenstand der UVP ist und dass das Alterungsmanagement in den nächsten Phasen der Projektvorbereitung berücksichtigt wird. Hierbei wird jedoch nicht weiter ausgeführt, in welcher Phase der Projektvorbereitungen das Alte-

rungsmanagement Berücksichtigung findet bzw. in welcher Projektphase Grundzüge für ein Lebenszyklus- und Alterungsmanagement implementiert werden sollen. Auf den Fokus des Lebenszyklus- und Alterungsmanagements wird hingewiesen und die Grundzüge des Lebenszyklus- und Alterungsmanagements werden allgemein dargestellt, aber die Grundzüge der entsprechenden Programme werden nicht weiter erläutert.

Information über die Sicherstellung der Unfallbereitschaft (Notfallsteuerungszentrum, Technisches Hilfszentrum und Schutzräume);

die diesbezüglichen Angaben im UVP-BERICHT (2017) sind nicht detaillierter als im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER ET AL. 2016), im Gegenteil, im UVP-Bericht sind zur Funktionalität der Notwarte keine Angaben enthalten.

- Beschreibung des Schutzes für des Containments (Schutzhülle) und für weitere sicherheitsrelevante bauliche Objekte gegen externe Einwirkungen wie etwa Erdbeben, extreme meteorologische Bedingungen (einschließlich deren Kombination), Brand, Absturz eines großen Verkehrsflugzeugs, zum Schutz der Dichtheitsfunktion der Schutzhülle;

Angaben zu den im Rahmen des Standard-Designs der einzelnen Referenzprojekte zu Grunde gelegten Lastannahmen bezüglich externer Einwirkungen (z. B. Last-Zeit-Diagramm für Flugzeugabsturz, Annahmen zu Brandorten und -dauer, Bodenantwortspektren für Erdbeben) und zu ggf. darüber hinausgehenden Anforderungen für das Neubauprojekt seitens des Betreibers oder der Aufsichtsbehörde liegen nicht vor.

- Beschreibung der wichtigsten Schutzfunktionen gegen Common Cause Störfälle;

Die Angaben zur Verwendung diversitärer Einrichtungen inklusive Darstellung der Ansätze zur Vermeidung bzw. Beherrschung von CCF insbesondere im Bereich der rechnerbasierten Sicherheitsleittechnik sind unzureichend und insgesamt weniger spezifisch als im Scoping-Dokument.

Langzeitaspekte des Betriebs

In Bezug auf Langzeitaspekte des Betriebes wird im UVP-Bericht erklärt, dass das Alterungsmanagement kein Gegenstand der UVP ist und dass das Alterungsmanagement in den nächsten Phasen der Projektvorbereitung berücksichtigt wird. Hierbei wird jedoch nicht weiter ausgeführt, in welcher Phase der Projektvorbereitungen das Alterungsmanagement Berücksichtigung findet bzw. in welcher Projektphase Grundzüge für ein Lebenszyklus- und Alterungsmanagement implementiert werden sollen. Dieser Punkt ist eine der Anforderungen in der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 55).

In der österreichischen Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument wird ebenfalls gefordert, dass die Grundzüge der entsprechenden Programme erläutert werden sollten, und dass diese auch Maßnahmen zur Verhinderung von sicherheitstechnisch bedeutenden Vorkommnissen, die bei den Schweißnahtkontrollen in den bestehenden Reaktorblöcken am Standort Dukovany auftraten, beinhalten sollen. Im UVP-Bericht wird auf den Fokus des Lebenszyklus- und Alterungsmanagements hingewiesen und die Grundzüge des Lebenszyklus- und Alterungsmanagements werden allgemein dargestellt. Allerdings werden die Grundzüge der entsprechenden Programme nicht weiter erläutert.

Laut UVP-Bericht werden alle Lieferanten verpflichtet sein, im Einklang mit einschlägigen gesetzlichen Anforderungen und Normen, nachzuweisen, wie die Anforderung der Mindestbetriebsdauer von 60 Jahren in ihrem Reaktordesign erfüllt werden. Es wird allerdings nicht weiter dargestellt, in welcher Form Aspekte des Alterungsmanagements bei der Entscheidung für die Wahl des Lieferanten bzw. der Technologie berücksichtigt werden sollten.

Im UVP-Bericht wird nicht klar dargestellt, wie sichergestellt wird, dass die Sicherheitsnachweise und die Anforderungen und Spezifikationen im Bereich Alterungsmanagement kontinuierlich dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen.

3.3 Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Im UVP-BERICHT (2017) werden insgesamt sieben verschiedene Designs von Druckwasserreaktoren (DWR) als Referenzprojekte für das neue KKW am Standort Dukovany in Betracht gezogen. Vier Reaktordesigns, die im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) noch als mögliche Optionen für das Vorhaben genannt wurden, werden im UVP-Bericht nicht mehr behandelt.

Der UVP-BERICHT (2017) enthält eine insgesamt zwar knappe aber vollständige Beschreibung der wesentlichen technologischen Merkmale von DWR Anlagen der Generation III+. Erkennbar ist, dass einschlägige Einrichtungen zur Mitigation von Kernschmelzunfällen vorgesehen werden, wie H₂-Rekombinatoren und Einrichtungen zur Rückhaltung von Brennstoffschmelze.

Ein Vergleich der Angaben im UVP-Bericht mit jenen im Scoping-Dokument zeigt verschiedene Abweichungen, z. T. ist die Darstellung im Scoping Dokument detaillierter und spezifischer als im UVP-Bericht. Nachvollziehbare Gründe für diese gegenüber dem Scoping-Dokument festgestellten Abweichungen des UVP-Berichts konnten (UVP-BERICHT 2017) nicht entnommen werden.

Die Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a, S. 51ff.) enthält eine Auflistung von Informationen, die im Rahmen der UVE zu jedem Referenzprojekt vorgelegt werden soll. Die Auswertung des UVP-Berichts zeigt, dass die dargebotenen Informationen im Hinblick auf folgende Aspekte insgesamt unzureichend sind:

- Aussagekräftige technische Beschreibung der gesamten Anlage, da über eine allgemeine Beschreibung hinausgehend keine detaillierteren Angaben zur technischen Ausführung (wie z. B. Kapazitäten einzelner Systeme, Redundanzgrad [mit Ausnahme Notkühlsystem und Notstromdieselgeneratoren]) erfolgen
- Erreichter Entwicklungsstand, da hierzu im UVP-Bericht nur sehr knappe Angaben enthalten sind. Auf Erfahrungen aus bisherigen Genehmigungs- und Errichtungsverfahren wird nicht eingegangen, wiewohl diese Hinweise auf konzeptionelle Schwächen einzelner Referenzlösungen oder relevante technische Aspekte (z. B. hinsichtlich der Auslegung der Sicherheitsleittechnik) liefern können.

- Beschreibungen der Sicherheitssysteme, da keine durchgängigen Angaben zum Redundanzgrad und zur räumlichen Trennung der einzelnen Einrichtungen sowie zu Anforderungen an die wichtigen sicherheitsrelevanten Systeme und Komponenten vorliegen
- Angaben zur Verwendung diversitärer Einrichtungen inklusive Darstellung der Ansätze zur Vermeidung bzw. Beherrschung von CCF insbesondere im Bereich der rechnerbasierten Sicherheitsleittechnik; diese Darstellung ist sogar weniger spezifisch als im Scoping-Dokument.
- Angaben zu Reserven der einzelnen Designs im Hinblick auf natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen über das Niveau der Auslegung hinaus, da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen
- Darstellung der Auslegungsstörfälle, da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen
- Darstellung der betrachteten auslegungsüberschreitenden Ereignisse (DEC: design extension conditions), da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen
- Darstellung der projektspezifischen Methoden für den Nachweis des praktischen Ausschlusses früher oder großer Freisetzungen, da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen
- Erfüllung einschlägiger europäischer und internationaler Standards, insbesondere Anforderungen der WENRA und der IAEA, da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen
- Diskussion der Unterschiede länderspezifischer regulatorischer Anforderungen im Hinblick auf die Auslegung von Strukturen, Systemen und Komponenten, da hierzu im UVP-Bericht keine aussagekräftigen Aussagen erfolgen

3.3.1 Fragen

- *Aus welchem Grund wird im UVP-Bericht (2017) eine kleinere installierte elektrische Leistung als im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) angegeben?*
- *Aus welchem Grund sind die Anforderungen aus dem Scoping-Dokument, wonach das bestehende Projekt im Herkunftsland, in einem EU-Land oder in einem anderen Land mit der hoch entwickelten Kernenergietechnik lizenziert (USA, Russland, Kanada, Japan, Südkorea, China u. ä.), und mindestens im Stadium der fortgeschrittenen Bauphase in einem anderen Standort sein muss, im UVP-Bericht entfallen? (Erkennbar ist, dass diese Anforderungen von einem Teil der im UVP-Bericht genannten Referenzprojekte nicht erfüllt werden)*
- *In welchem Umfang werden die Erfahrungen aus den im UVP-Bericht erwähnten, weltweit laufenden Projekten bzw. laufenden Genehmigungsverfahren bei der Auswahl des Reaktordesigns für das neue Kernkraftwerk am Standort Dukovany berücksichtigt?*
- *Nach welchem Maßstab werden die Auswirkungen konzeptioneller Unterschiede der Referenzprojekte (Schwerpunkt auf passiven oder aktiven Sicherheitseinrichtungen, unterschiedliche Redundanzgrade, unterschiedliches Maß an räumlicher Trennung) auf das durch die deterministische Auslegung gewährleistete Sicherheitsniveau bewertet?*

- *Werden die angegebenen Referenzprojekte im Hinblick auf das durch die deterministische Auslegung gewährleistete Sicherheitsniveau als gleichwertig angesehen? Wenn ja, aus welchen Gründen?*
- *Wieso werden im UVP-Bericht (2017) im Gegensatz zum Scoping-Dokument keine probabilistischen Werte für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenzuständen genannt?*
- *Welche probabilistischen Sicherheitsziele für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenzuständen sollen dem Projekt zu Grunde gelegt werden?*
- *Ist für die einzelnen Referenzprojekte eine Prüfung durchgeführt worden, welche international gültigen bzw. angewandten Regelwerksanforderungen (IAEA, WENRA, ASME, IEC, ...) von den einzelnen Projekten erfüllt werden? Wenn ja, mit welchem Ergebnis?*
- *Werden von den einzelnen Referenzprojekten insbesondere die Anforderungen aus WENRA (2013, 2014) erfüllt?*
- *Inwieweit werden die über das Niveau der Auslegung hinausgehenden Reserven der einzelnen Designs im Hinblick auf natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen bei der Auswahl des Reaktordesigns für das neue Kernkraftwerk am Standort Dukovany berücksichtigt?*
- *Gemäß UVP-Bericht wird auch eine RDB Außenkühlung zur Schmelzerückhaltung in Erwägung gezogen. Für welche Referenzlösungen ist dies vorgesehen? Liegen Untersuchungen zur Wirksamkeit dieser Maßnahme bei den vorgesehenen Leistungsdichten vor?*
- *Soll das System zum Abbau der Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter für alle Ereignisabläufe mit Brennstoffschadenzuständen inklusive Kernschmelzunfälle wirksam sein, derart, dass eine Beschädigung des Sicherheitsbehälters infolge von H₂-Deflagrationen oder -Detonationen sicher vermieden wird?*
- *In welcher Phase der Projektvorbereitungen findet das Alterungsmanagement Berücksichtigung bzw. in welcher Projektphase sollen Grundzüge für ein Lebenszyklus- und Alterungsmanagement implementiert werden?*
- *In welcher Form werden Aspekte des Alterungsmanagements bei der Entscheidung für die Wahl des Lieferanten bzw. der Technologie berücksichtigt?*
- *Wie wird es sichergestellt, dass die Sicherheitsnachweise und die Anforderungen und Spezifikationen im Bereich Alterungsmanagement kontinuierlich dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen?*

3.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- Es wird empfohlen, probabilistische Sicherheitsziele für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenzuständen festzulegen.
- Es wird empfohlen, für Einwirkungen, für die eine Ermittlung der Eintrittshäufigkeit nicht sinnvoll möglich ist (z. B. gezielter Flugzeugabsturz), deterministische Analysen auf Basis abdeckender Gefährdungs- und Lastannahmen durchzuführen.
- Es wird empfohlen, Erfahrungen aus bisherigen Genehmigungs- und Errichtungsverfahren vorgeschlagener Referenzlösungen zu berücksichtigen, insofern diese Hinweise auf konzeptionelle Schwächen einzelner Referenzlösungen

gen oder auf relevante technische Aspekte (z. B. hinsichtlich der Auslegung der Sicherheitsleittechnik) liefern.

- Es wird empfohlen, die projektspezifischen Methoden für den Nachweis des praktischen Ausschlusses früher Freisetzungen oder großer Freisetzungen im Einzelnen darzustellen.
- Es wird empfohlen, die projektspezifischen Methoden für den Nachweis einer Vermeidung von Mehrfachausfällen von Sicherheitseinrichtungen im Einzelnen darzustellen. Dies gilt insbesondere auf die Vorkehrungen zur Vermeidung bzw. Beherrschung eines CCF der rechnerbasierten Sicherheitsleittechnik.
- Es wird empfohlen, die Grundzüge des Lebenszyklus- u. Alterungsmanagements sowie die Grundzüge der diesbezüglich entsprechenden Programme darzustellen.
- Es wird empfohlen, eine nachvollziehbare Darstellung zu geben, wie sichergestellt wird, dass die Sicherheitsnachweise und die Anforderungen und Spezifikationen im Bereich Alterungsmanagement kontinuierlich dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik angepasst werden.
- Wünschenswert wäre, wenn ein Katalog von Regelwerken und Normen, denen das Projekt mindestens genügen muss, vorgelegt würde. Diese sollten Anforderungen an die Auslegung von Bauwerken, Systemen und Komponenten ebenso enthalten wie Anforderungen an elektrische Anlagen und die Sicherheitsleittechnik.

4 STÖR- UND UNFÄLLE OHNE EINWIRKUNGEN DRITTER

4.1 Darstellung im UVP-Bericht

Kapitel D.II.1 beschreibt die Strahlenrisiken für die Gesundheit der Öffentlichkeit (UVP-BERICHT, S. 499ff.). Einleitend wird nochmal erklärt, dass die für die Realisierung des Projekts vorgesehenen Reaktoren der III+ Generation, verbesserte Sicherheitsmerkmale gegenüber den Reaktoren vorheriger Generationen aufweisen. Dabei wird sich auf die Beschreibung der technischen Lösung in Kapitel B.I.6 des UVP-Berichts berufen.

Charakteristik der außerordentlichen Ereignisse

In Abschnitt D.II.1.4 wird die Charakteristik außerordentlicher Ereignisse erläutert. Die Akzeptanz der Folgen von außerordentlichen Ereignissen im Kernkraftwerk wird in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit ausgewertet, mit welcher das außerordentliche Ereignisse entstehen kann, wobei die Grenzwerte oder die Werte für die Folgen der außerordentlichen Ereignisse, welche durch nationale legislative Vorschriften und durch internationale Anforderungen festgelegt sind, nicht überschritten werden dürfen. (UVP-BERICHT 2017, S. 501)

Außerordentliche Zustände des neuen Kernkraftwerks werden folgendermaßen eingeteilt:

- Anormaler Betrieb.
- Bedingungen während eines Unfalls:
 - a. Auslegungsstörfälle (DBA⁷)
 - b. erweiterte Projektbedingungen (DEC⁸):
 - mehrfache Störung in erweiterten Projektbedingungen,
 - schwere Unfälle in erweiterten Projektbedingungen.
- Praktisch ausgeschlossene Bedingungen.

Auslegungsstörfälle (DBA) sind Störungen und Versagen, deren Entstehung nicht praktisch ausgeschlossen werden kann. Sicherheitssysteme müssen in der Lage sein mit ausreichender Zuverlässigkeit die Beschränkung der Folgen der Auslegungsstörfälle für die Umgebung zu gewährleisten.

Zu den „**erweiterten Projektbedingungen**“ (DEC) gehören jene Unfälle bzw. Pannen, die über die Auslegungsstörfälle (DBA) hinausgehen und die auf mehrfache Störungen oder Einwirkungen zurückzuführen sind und die eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit haben. Dabei werden die erweiterten Projektbedingungen (DEC) wie folgt aufgeteilt (UVP-BERICHT 2017, S.502):

- mehrfache Störungen, bei denen es nicht zu einem Brennstoffschmelzen im Kern oder zu einer Störung des bestrahlten Kernbrennstoffs im Lagerbecken kommt,
- schwere Unfälle, bei denen es zu einem Brennstoffschmelzen im Kern kommt.

⁷ DBA: Design Basis Accident im UVP-Bericht auch als „Grundlegende Projektunfälle“ bezeichnet.

⁸ DEC: Design Extension Condition

Zu den **praktisch ausgeschlossenen Bedingungen** gehören jene Bedingungen, deren Vorkommen physikalisch nachweislich unmöglich ist oder deren Entstehung mit einer hohen Stufe der Glaubwürdigkeit extrem unwahrscheinlich ist. Es handelt sich um Szenarien, die durch einen Riss des Reaktordruckbehälters, durch einen sehr großen Reaktivitätseintrag und einen schweren Unfall mit früher oder großer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung entstehen. Es wird gefordert, dass technische und organisatorische Vorkehrungen für die Vorbeugung der Entstehung solcher Szenarien getroffen werden und dass die Wahrscheinlichkeit jener Szenarien, die zu einer großen oder frühen Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung des KKW führen, extrem niedrig gehalten wird (normalerweise wird die Grenze $<1E-7/\text{Jahr}$ angewendet). (UVP-BERICHT 2017, S. 503)

In Kapitel D.II.1.5. werden die Kriterien der Akzeptanz der außerordentlichen Ereignisse genannt. (UVP-BERICHT 2017, S. 507)

- **Kriterium K2** legt fest, dass Unfälle *ohne Kernschmelze* oder Beschädigung des bestrahlten Kernbrennstoffs in den Lagerbecken nicht zu Freisetzungen führen dürfen, die die Schutzmaßnahmen Aufenthalt im Gebäude, Iodprophylaxe oder Evakuierung der Bevölkerung erfordern.
- **Kriterium K3:** Für festgelegte Unfälle mit dem Schmelzen des Kerns oder Beschädigung des bestrahlten Kernbrennstoffs im Lagerbecken sind solche Projektmaßnahmen zu treffen, dass in der unmittelbaren Umgebung des neuen Kernkraftwerks keine Evakuierung der BewohnerInnen notwendig wäre und keine langfristigen Beschränkungen im Lebensmittelverbrauch eingeführt werden müssen. Unfälle mit dem Schmelzen des Brennstoffs im Reaktorkern, welche zu frühen oder zu großen Freisetzungen führen könnten, müssen praktisch ausgeschlossen werden.

Für Auslegungsstörfälle und für erweiterte Projektbedingungen, bei denen es zu keiner schweren Beschädigung der Brennelemente kommt, gilt das Kriterium K2.

Für schwere Unfälle, die mit dem Schmelzen des Kerns zusammenhängen, wird das Kriterium K3 angewandt, d. h. die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Sicherheitsbehälters, welche eine notwendige Bedingung für den praktischen Ausschluss von großen oder frühen Freisetzungen der Radionuklide aus dem Sicherheitsbehälter ist.

Laut UVP-Bericht entsprechen die Kriterien K2 und K3 der SÚJB sachlich den Empfehlungen der WENRA bezüglich der Folgen von Unfällen ohne Brennstoffschmelzen (Kriterium K2) sowie für Unfälle mit dem Brennstoffschmelzen (Kriterium K3). (UVP-BERICHT 2017, S. 507)

Auslösende Ereignisse

Zu einem außerordentlichen Ereignis in dem KKW (Störung, Unfall, Pannen, usw.) kann es infolge eines Versagens von einer oder mehrerer Komponenten infolge interner oder externer Ursachen kommen. Beispielhaft wird eine Reihe von internen und externen Ursachen für außerordentliche Ereignisse aufgezählt. Es wird erklärt, dass im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Kernkraftwerks alle Typen von möglichen außerordentlichen Ereignissen bewertet werden müssen. Es muss entweder die praktische Unmöglichkeit ihrer Entstehung oder die Akzeptanz ihrer Folgen nachgewiesen werden. Für extrem

unwahrscheinliche Ereignisse ist ihre Bewertung und Klassifizierung auf Wahrscheinlichkeitsgrundlage zulässig. (UVP-BERICHT 2017, S. 503)

In Abschnitt D.II.1.4.2. werden die Gruppen der auslösenden Ereignisse benannt. Es wird erklärt, die auslösenden Ereignisse werden nach Anhang der SÚJB-Verordnung Nr. 329/2017, Sicherheitsanleitung SÚJB JB-1.7, den Empfehlungen der WENRA und der IAEA in Gruppen eingeteilt.

Weiters wird erklärt, dass im Anhang Nr. 2 zur Sicherheitsanleitung SÚJB JB-1.7 eine ausführliche Liste aller typischen auslösenden Ereignisse für die Druckwasserreaktoren aufgeführt ist. Diese Liste berücksichtigt auch die Forderungen aller ähnlichen Listen, die in den Dokumenten WENRA (2013, 2014) und IAEA (2009) aufgeführt sind und hat Empfehlungscharakter. Je nach konkretem Reaktortyp, welcher für das neue Kernkraftwerk ausgewählt wird, kann die Liste der Ereignisse für das neue Kernkraftwerk im Genehmigungsprozess gemäß dem Atomgesetz erweitert oder nach Begründung anderweitig abgeändert werden. (UVP-BERICHT 2017, S. 503)

Gefährdungsanalysen und Schutzmaßnahmen gegen externe Einwirkungen

Im UVP-BERICHT (2017, S.115ff.) werden in Abschnitt B.I.6.3.1.6. die Eignung des Standorts zur Errichtung des neuen Kernkraftwerks folgendermaßen dargestellt:

- **Seismische Beständigkeit:** Den tschechischen gesetzlichen Bestimmungen entsprechend wird von einer „*postulierten horizontalen Spitzenbeschleunigung des Untergrunds für die Baukonstruktion, welche dieses System, die Konstruktion bzw. die Komponente trägt, mit einem Mindestwert von $PGA^9 = 0,1 \text{ g}$ ausgegangen*“. Von allen Lieferanten wird darüber hinaus gefordert, dass sie „*die generelle seismische Beständigkeit ihrer Projekte auf einer Stufe angeben [müssen], welche einem Wert von PGA mindestens $0,25$ entspricht*“.

Die durch PSHA¹⁰ ermittelte seismische Gefährdung des Standortes wird mit $0,047 \text{ g}$ angegeben. (UVP-BERICHT 2017, S. 362) Der Wert der seismischen Gefährdung des Standorts EDU ist sowohl für die bestehenden Blöcke EDU 1-4, als auch für das neue Kernkraftwerk gültig. (UVP-BERICHT 2017, S. 54) Die Bewertung der Diendorf-Boskovice Störung als seismische Quelle wird im UVP-BERICHT (2017, S. 363f.) kurz beschrieben. Es wird auf die weitere Untersuchung verwiesen, „*die in der Gegenwart erfolgt und deren Ergebnisse bei der Aktualisierung der Berechnung der seismischen Bedrohung der ... berücksichtigt werden, die in der Etappe des Antrags auf die Genehmigung zur Anbringung der neuen Kernkraftanlage vorgenommen wird.*“ (UVP-BERICHT 2017, S. 363).

- **Fault Capability:** Die Existenz von aktiven Störungen mit Oberflächenversatz (Fault Capability) am Standort wird aufgrund von geologischen Untersuchungen ausgeschlossen. (UVP-BERICHT 2017, S. 363)

⁹ PGA: Maximale (horizontale) Bodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration).

¹⁰ PSHA: Probabilistische seismische Gefährdungsanalyse (Probabilistic Seismic Hazard Assessment)

- **Extreme klimatische Einflüsse und Hochwasser:** Die Bewertungen umfassen extreme Wettereinflüsse (maximale und minimale Temperaturen, Windgeschwindigkeit, Sturzregen, Belastung durch die Schneedecke, Blitze, Tornados, Dürre, Glatteis, Hagel, sowie Kombinationen aus extremen meteorologischen Bedingungen). Für die Gefährdungen werden in Übereinstimmung mit IAEA (2011) die „extremen Lasten“ festgelegt, die einer Eintrittshäufigkeit von 10^{-4} pro Jahr entsprechen. Für meteorologische Gefahren werden die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt. Die Werte sind im UVP-BERICHT (2017, S.116ff.) aufgelistet. Für die Auslegung aller Strukturen, Systeme, und Komponenten werden ausreichende Reserven über die „extreme Last“ hinaus gefordert. Die Größen dieser Sicherheitsreserven werden nicht angegeben.
- **Überschwemmungen** durch Hochwässer der lokalen Flüsse werden aufgrund der Höhenlage des Standorts ausgeschlossen.
- **Biologische Gefährdungen** werden im UVP-BERICHT (2017, S. 119) nur qualitativ dargestellt.
- **Geologische Gefährdungen** (instabile Böschungen, Lösungserscheinungen, Vulkanismus und Bodenverflüssigung) werden aufgrund der Lage des Standorts ausgeschlossen (UVP-BERICHT 2017, S.363).
- Durch die **menschliche Tätigkeit hervorgerufene Strahlenrisiken** werden in Abschnitt D.II.1.10 behandelt. (UVP-BERICHT 2017, S. 544ff.) Die voraussichtliche Risikobeurteilung in Folge der menschlichen Tätigkeit steht im Einklang mit den Forderungen und Verfahren der Verordnung SÚJB Nr. 378/2016 GBl. und Sicherheitsanleitung SÚJB Nr. BN-JB-1.7, den Empfehlungen des WENRA (2013) und den Vorschriften der IAEA, insbesondere IAEA (2002a, 2002b, 2003). Für die Gefährdungsanalyse werden externe und interne stationäre Quellen für mögliche Störereignisse sowie externe und interne mobile Quellen (Eisenbahn und Straßenverkehr, Pipelines, Werksverkehr auf dem Kraftwerksgelände) analysiert. Die Untersuchungen umfassen die Möglichkeit von Brand, Explosionen (Druckwelle) und die Freisetzung verschiedener Chemikalien (Verunreinigung durch schädliche Flüssigkeiten, toxische Stoffe, brennbare und explosive Gaswolken) sowie eines außerordentlichen Strahlenereignisses aus anderen Kerneinrichtungen. Bei der Risikobeurteilung wurden einzelne Risikoquellen deterministisch beurteilt und in Fällen, in denen die Wirkungen auf das geplante KKW nicht geringfügig sind, Wahrscheinlichkeitsbeurteilungen durchgeführt. Risikoquellen, für die die Häufigkeit einer Auswirkung auf die Anlage kleiner als 10^{-7} /Jahr ist, werden als geringfügig betrachtet.
- **Flugzeugabsturz:** Die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Flugzeugabsturzes wird mit $2 \cdot 10^{-7}$ bis $7 \cdot 10^{-7}$ pro Jahr angegeben. Nach IAEA NS-G-3.1 ist das Ereignis nur zu vernachlässigen, wenn die Wahrscheinlichkeit kleiner als 10^{-7} /Jahr ist. Insofern muss die Belastung durch einen zufälligen Flugzeugabsturz in dem Projekt des neuen Kernkraftwerks als Design-Event betrachtet werden. (UVP-BERICHT 2017, S.545) Die Belastung durch den Absturz eines Verkehrsflugzeugs wird in der Auslegung der Anlage vorgesehen. (UVP-BERICHT 2017, S.541f.)
- **Strahlenereignisse:** Die Projektlösung des neuen Kernkraftwerks muss den Schutz vor den Folgen eines außerordentlichen Strahlenereignisses auf irgendwelche sonstigen Kerneinrichtungen, die sich am Standort befinden, gewährleisten. (UVP-BERICHT 2017, S.547)

Wechselwirkung der Reaktoren am Standort

Laut UVP-BERICHT (2017, S.48f.) besteht die Möglichkeit der gleichzeitigen Entstehung von Störfall-Bedingungen an mehreren Kernkraftanlagen am Standort realistisch nur im Falle eines extremen externen Ereignisses. Unter Berücksichtigung der günstigen Charakteristiken des Standortes könne die gleichzeitige Entstehung von Störfällen aus gemeinsamen externen Einwirkungen praktisch für ausgeschlossen gehalten werden.

Die Grundanforderung aus Sicht der Beschränkung der möglichen gegenseitigen Beeinflussung der neuen Kernkraftanlage und EDU 1-4 besteht darin, dass auch bei einem schweren Unfall in einem der Reaktoren am Standort die normale Außerbetriebnahme, Kühlung und Nachwärmeabführung bei den anderen Reaktoren sichergestellt werden. Die wichtigsten Maßnahmen dafür sind die technologische Unabhängigkeit, die Trennung der Sicherheitssysteme, hohe Beständigkeit und ausreichende Reserven gegen extreme externe Ereignisse und die Autarkie jedes Blocks, alle Zustände einschließlich der schweren Unfälle zu bewältigen.

Die Sicherheitsmaßnahmen für Technik und Personal sind für jeden Block des neuen Kernkraftwerks autark. (UVP-BERICHT 2017, S. 544)

Quellterme allgemein

Abschnitt D.II.1.6. beschreibt qualitativ die Festlegung der Quellterme für die Bewertung der radiologischen Folgen von Stör- und Unfällen. (UVP-BERICHT 2017, S. 508ff.) Einleitend wird erklärt, dass der Nachweis der Annehmbarkeit der Folgen eines außerordentlichen Ereignisses gemäß dem Atomgesetz im Genehmigungsverfahren für das ausgewählte Projekt des neuen Kernkraftwerks erfolgt.

Im UVP-Bericht werden die Auswirkung auf die Umgebung und die BewohnerInnen für die folgenden repräsentativen und abdeckenden Fälle bewertet:

- Zwei Auslegungsstörfälle
- Einen schweren Unfall (=Unfall mit Kernschmelze).

Es wird erklärt, dass die Annahmen zum Quellterm (Größe, Zusammensetzung und Zeitverlauf der Freisetzung der radioaktiven Stoffe in die Umgebung) sowie weitere Annahmen für die Ermittlungen der radiologischen Auswirkungen (z. B. meteorologische Bedingungen) konservativ sind.

Weiterhin wird erneut betont, dass für alle Unfälle einschließlich eines schweren Unfalls die Erhaltung der Integrität des Sicherheitsbehälters als grundlegende Projektcharakteristik der Reaktoren der Generation III+ vorausgesetzt wird. (UVP-BERICHT 2017, S. 508f.)

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 509) sind die Quellterme so festgelegt, dass die radiologischen Folgen mit ausreichender Reserve schwerwiegender sind als die Sicherheitsanalysen, die für jeden der Reaktor ermittelt werden.

In Abhängigkeit der chemischen und physischen Formen einzelner Radionuklide und ihrer radiologischen bzw. gesundheitlichen Folgen können die Nuklide in Gruppen eingeteilt werden. Die Gruppen können jeweils mit einem Referenznuklid beschrieben werden. Zum Zweck der Festlegung des Quellterms werden die Referenznuklide um weitere bedeutsame Nuklide ihrer Gruppe ergänzt. Eine Gesamtübersicht aller betrachteten Radionuklide und ihrer Aktivitäten, die

aufgrund der veröffentlichten Angaben für die Referenzreaktoren festgelegt wurden, ist in Tabelle D.75 dargestellt. (UVP-BERICHT 2017, S. 511)

Abschnitt D.II.1.6.2.2.6. thematisiert den Einfluss von MOX-Brennstoff auf den Quellterm von außerordentlichen Ereignissen. Bisher wird vom zukünftigen Betreiber für das neue Kernkraftwerk die Nutzung der MOX-Brennelemente nicht vorausgesetzt, allerdings auch nicht vollständig ausgeschlossen. Unter Verweis auf Ergebnisse bestimmter Experimente wird erklärt, dass der Anteil freigesetzter Spaltprodukte aus dem Uranbrennstoff und aus dem MOX-Brennstoff mit den Bedingungen des schweren Unfalls vergleichbar ist. (UVP-BERICHT 2017, S. 513f.)

Das neue Kernkraftwerk wird mit Systemen ausgestattet sein, die einen schweren Brennstoffschaden und somit auch die Freisetzungen der Spaltprodukte aus dem geschmolzenen Brennstoff verzögern. Eine Verzögerung des Beginns der Freisetzung führt aufgrund des Zerfalls der kurzlebigen Radionuklide zu einer gewissen Reduzierung des Quellterms. Diese Zeitverzögerung wird nicht betrachtet, so dass der verwendete Quellterm die kurzlebigen Radioisotope teilweise überschätzt. (UVP-BERICHT 2017, S. 511)

Für die konservativen Berechnungen der radiologischen Folgen werden in den Analysen der außerordentlichen Strahlungsereignisse **bodennahe** Freisetzungen vorausgesetzt.

Klassifizierung der untersuchten außerordentlichen Ereignisse

Die außerordentlichen Ereignisse, die im UVP-Bericht bewertet werden, würden laut der internationalen INES-Skala folgendermaßen klassifiziert werden (UVP-BERICHT 2017, S. 505):

- die Auslegungsstörfälle: INES Stufe 3-4,
- der schwere Unfall: INES 4-5.

Quellterme für Auslegungsstörfälle

Als repräsentative Auslegungsstörfälle wurden zwei Unfallszenarien betrachtet. Es wird für je einen Störfall innerhalb und außerhalb des Kühlsystems des Reaktors ein abdeckender Quellterm festgelegt.

Der Auslegungsstörfall innerhalb des Kühlsystems ist ein Unfall mit Störung der Integrität des Primärkreislaufes (sog. LOCA-Störfall) im Sicherheitsbehälter mit Kühlmittelaustritt des Primärkreislaufes und teilweiser Beeinträchtigung der Brennstoffabdeckung. Als Hauptquelle für die Festlegung des Quellterms werden die Sicherheitsforderungen der EUR rev. D (2014) benutzt. Aus der Analyse der EUR kann abgeleitet werden, dass die Forderung auf die Beschränkung der ökonomischen Folgen im Falle von Auslegungsstörfällen strenger ist als die Forderung auf die Beschränkung der effektiven Dosis. Im Falle der bodennahen Freisetzung wird gefordert, dass die Freisetzung in die Umwelt für I-131 10 TBq und für Cs-137 1,5 TBq nicht überschreiten darf. (UVP-BERICHT 2017, S. 515)

Für die Freisetzung durch die Undichtigkeit des Sicherheitsbehälters wird eine maximale zulässige Leckagerate nach EUR von 0,5 % des Volumens des Sicherheitsbehälters bei vollem Druck in 24 Stunden vorausgesetzt. Die etwaige Zeitdauer von zwei Stunden zur Berechnung von radiologischen Folgen ist hier-

für eine ausreichende konservative Voraussetzung. Der resultierende Quellterm zur Beurteilung der Strahlungsfolgen des Auslegungsstörfalls im Kühlsystem des Reaktors ist in Tabelle D.77 aufgeführt. (UVP-BERICHT 2017, S. 516)

Als zweiter Auslegungsstörfall wird die Bewertung eines Absturzes eines Brennelements in das Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente ausgewählt. Im Einklang mit der zugänglichen Sicherheitsdokumentation wird konservativ vorausgesetzt, dass es beim Unfall zu einer Störung aller Brennstäbe eines Brennelements kommt. Da die Handhabung mit Kernbrennstoff, also auch ein Absturz eines Brennelements, in einer gewissen Tiefe unter dem Wasser erfolgt, wird das Zurückhalten praktischer sämtlicher Aerosole sichergestellt, sodass über den Wasserspiegel im Lagerbecken nur die Edelgase und gasförmige Isotope des Iods gelangen. Es wird von einer Freisetzung der radioaktiven Stoffe über die Lüftungssysteme, die Filter sowie über den Lüftungskamin in die Umwelt ausgegangen. Der Quellterm für I-131 beträgt 1 TBq.

Schwerer Unfall

Bei Bestimmung des abdeckenden Quellterms für schwere Unfälle dient als Grundlage der Grenzwert für die Freisetzung von Cs-137 in die Umgebung von 30 TBq gemäß den Sicherheitsforderungen EUR rev. D (2014). Dieser maximal zulässige Wert soll die Beschränkung der ökonomischen Folgen eines schweren Unfalls gewährleisten. Das Radionuklid Cs-137 wurde aufgrund seiner dominanten Bedeutung für die langfristige Kontamination der Umgebung wie auch seiner Auswirkungen auf die Gesundheit ausgewählt. (UVP-BERICHT 2017, S. 518)

Im Falle schwerer Unfälle wird von einer Kernschmelze ausgegangen. Die aus dem Kernbrennstoff freigesetzten Radionuklide gelangen in den Sicherheitsbehälter und anschließend durch die Mikro-Undichtheit des Sicherheitsbehälters in die Umgebung.

Die Festlegung des Quellterms für schwere Unfälle erfolgt unter der Voraussetzung, dass die Integrität des Sicherheitsbehälters erhalten bleibt. Im Einklang mit der Empfehlung der WENRA müssen schwere Unfälle, die zu einer frühen oder großen Freisetzung führen könnten, praktisch ausgeschlossen sein.

Für die Festlegung des Quellterms wird für den schweren Unfall wie folgt vorgefahren: Unter Berücksichtigung der Spaltprodukte im Reaktorkern aus der zugänglichen Sicherheitsdokumentation für die Referenzblöcke der neuen Kernkraftwerke ist für Cs-137 und jedes weitere Radionuklid die Gesamtaktivität festgelegt, die gemäß dem Dokument US NRC NUREG-1465 (Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants, 1996) in den Sicherheitsbehälter freigesetzt wird. (UVP-BERICHT 2017, S. 519)

Außerdem wird vorausgesetzt, dass in die Umgebung des neuen Kernkraftwerks gemäß EUR maximal ein Quellterm von 30 TBq Cs-137 freigesetzt wird. Im Quellterm wurden zu den Referenznucliden weitere Nuclide ergänzt, die in dieselbe Gruppe gehören, entsprechend dem Verhältnis dieser Radionuklide gegenüber dem Referenznuclid im Reaktorkern. Weitere Nuclide in Form von Aerosolen werden dann proportional zu diesem Wert freigesetzt.

Durch den Vergleich mit den detaillierten Berechnungen des Unfallverlaufes für konkrete Projekte wurde bestätigt, dass diese Voraussetzung mit entsprechender Genauigkeit erfüllt ist. Das beschriebene Verfahren wurde für jeden der betrachteten Reaktoren durchgeführt, für die die erforderlichen Unterlagen zur Verfügung standen.

Für Edelgase und gasförmige Iodformen wurde die freigesetzte Aktivität auf 0,5 % der Volumenaktivität des Sicherheitsbehälters pro Tag berechnet. Die insgesamt freigesetzte Aktivität für den gesamten Zeitraum der Freisetzung wurde konservativ als das Siebenfache jener Aktivität festgelegt, die im Laufe des ersten Tages freigesetzt wurde. Für die Dosisberechnung wird angenommen, dass die Freisetzung in einem Zeitintervall von 0 bis 72 Stunden nach Unfallentstehung erfolgt.

Abschließend wird erklärt, dass aus dem Vergleich des Referenzquellterms für das neue Kernkraftwerk, welcher im UVP-Bericht verwendet wurde, mit den spezifischen Quelltermen, die in den zugänglichen Sicherheitsberichten der Referenzblöcke aufgeführt sind, hervorgeht, dass der Quellterm für das neue Kernkraftwerk über eine ausreichende Reserve im Vergleich zu den Angaben der Lieferanten verfügt. (UVP-BERICHT 2017, S. 520)

4.2 Diskussion und Bewertung

Die Entfernung des geplanten KKW am Standort Dukovany zur Staatsgrenze von Österreich beträgt nur 31 km. Im Falle eines schweren Unfalls mit großen Freisetzungen in die Atmosphäre kann das Staatsgebiet Österreichs betroffen sein. Eine detaillierte Berücksichtigung möglicher Unfälle mit erheblichen Freisetzungen ist im Rahmen des grenzüberschreitenden UVP-Verfahrens deshalb besonders wichtig. Dies gilt insbesondere für schwere Unfälle mit frühen oder großen Freisetzungen, sofern diese nicht (praktisch) ausgeschlossen werden können.

Dies ist insbesondere deshalb notwendig, da Abschätzungen anhand von vorliegenden Studien zeigen, dass infolge einer extrem seltenen aber möglichen Freisetzung aus dem geplanten KKW Dukovany unter bestimmten realen meteorologischen Bedingungen fast das komplette Staatsgebiet Österreichs kontaminiert würde. (siehe Kapitel 6)

Sicherheitsanforderungen und Projektziele

Die Anforderungen der europäischen Energieversorger (EUR = European Utility Requirements) werden im UVP- Dokument als Referenz für technische Anforderungen und die Quellterme für das geplante KKW benannt. Zudem wird auf die Dokumente der WENRA und der IAEA hingewiesen. Es wird aber an einigen Stellen nicht deutlich, inwieweit die internationalen Dokumente (IAEA, EUR, WENRA) für das Projekt in verbindlicher Form berücksichtigt werden sollen.

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 507) entsprechen die Kriterien K2 und K3 der SÚJB sachlich den Empfehlungen der WENRA bezüglich der Folgen von Unfällen ohne Brennstoffschmelzen (Kriterium K2) sowie von Unfällen mit Brennstoffschmelzen (Kriterium K3). Ob mit „sachlich entsprechen“ eine vollständige

Übereinstimmung der Kriterien der SUJB mit den WENRA Safety Objective gemeint ist, kann nicht nachvollzogen werden.

Die Dokumente der IAEA und WENRA stellen grundsätzlich nur Empfehlungen dar, und auch bei den EUR handelt es sich nicht um behördliche Standards.

Nachweis für „praktisch ausgeschlossen“ und probabilistisches Sicherheitsziel

Das im UVP-Bericht genannte Sicherheitsziel für das geplante neue KKW, wonach Unfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, praktisch ausgeschlossen werden müssen, stimmen mit WENRA (2013) und IAEA (2012) überein. „Praktisch ausgeschlossen“ ist ein Unfall, wenn (1) der dazu führende Unfallablauf physikalisch unmöglich ist, oder wenn (2) der Unfallhergang mit hohem Grad an Vertrauen als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann.¹¹

In dem UVP-Bericht wird erklärt, dass der praktische Ausschluss normalerweise für Unfälle mit einer Eintrittshäufigkeit $<10^{-7}/a$ gilt. Es wird aber nicht erwähnt, ob dieser Wert auch für das geplante neue KKW am Standort Dukovany verwendet werden soll. Anhand der Darstellung im UVP-BERICHT (2017) ist nicht nachvollziehbar, welches probabilistische Sicherheitsziel anzuwenden ist, um die Forderung zu erfüllen, dass ein Unfallhergang mit „hohem Grad an Vertrauen“ als extrem unwahrscheinlich anzusehen ist.

Der Begriff „extrem unwahrscheinlich“ wird weder von der IAEA noch von der WENRA genauer definiert, noch gibt es zurzeit eine international allgemein akzeptierte zahlenmäßige Festlegung. Das Gleiche gilt für die Bedeutung der Phrase „mit hohem Grad an Vertrauen“. Ob zum Beispiel das 95%- oder das 99%-Quantil dem geforderten „hohen Grad an Vertrauen“ entspricht, ist international nicht festgelegt.

Für die Häufigkeiten von Kernschäden und großen Freisetzungen (CDF und LRF) werden oft Werte angegeben, die den Median der errechneten Wahrscheinlichkeitsverteilung darstellen. Die „tatsächliche“ Häufigkeit ist also mit 50 % Wahrscheinlichkeit tiefer oder höher als dieser Wert, der Wert entspricht also keineswegs einem hohen Grad von Vertrauen. In den UVP-Dokumenten sollte angegeben werden, welche Anforderungen diesbezüglich in der Tschechischen Republik bestehen.

Es ist nicht ersichtlich, wie die Einhaltung des probabilistischen Zielwerts nachgewiesen werden soll. Der Nachweis des Erreichens der probabilistischen Zielwerte der Sicherheitsvorgaben kann nur durch eine Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) erfolgen, die alle möglichen Unfallursachen berücksichtigt („Extended PSA“; LÖFFLER et al. 2017).

Im UVP-BERICHT (2017, S. 500) wird lediglich darauf verwiesen, dass diese Bewertung im Rahmen der atomrechtlichen Genehmigung der Anlage erfolgen soll. Für eine Bewertung der möglichen Auswirkungen auf Österreich ist es

¹¹ *“Accident sequences with a large or early release can be considered to have been practically eliminated (1) if it is physically impossible for the accident sequence to occur or (2) if the accident sequence can be considered with a high degree of confidence to be extremely unlikely to arise.”*
(WENRA 2013).

nicht ausreichend, dass die Festlegung der Sicherheitsziele und der Nachweis, dass und wie diese erreicht werden sollen, im atomrechtlichen Verfahren (ohne österreichische Beteiligung) erfolgt.

Auch wenn zum Zeitpunkt der Erstellung des UVP-Berichts noch nicht alle Details der Auslegung bekannt sind und somit auch nicht vorgelegt werden können, könnten zu bestimmten Fragen klarere Vorgaben/Angaben gemacht werden, u. a.:

- probabilistische Sicherheitsziele
- Methodik zum Nachweis des praktischen Ausschlusses von schweren Unfällen mit frühen und großen Freisetzungen
- Regelwerksbasis des Projekts
- Maßnahmen zur Vermeidung von CCF (insbesondere im Bereich rechnerbasierter Leittechnik)
- Lastannahme für den gezielten Flugzeugabsturz (z. B. Flugzeugtyp)
- seismische Lastannahmen und geforderte Sicherheitsmargen

Auslösende Ereignisse von Stör- und Unfällen

Im UVP-Bericht werden eine Reihe von auslösenden internen und externen Ereignissen von Stör- und Unfällen genannt, die im Rahmen des Genehmigungsverfahrens untersucht werden sollen. Es wird erklärt, dass in Anhang Nr. 2 zur Sicherheitsanleitung SÚJB JB-1.7 eine detaillierte Auflistung sämtlicher auslösender Ereignisse aufgeführt wird. Darin seien auch die Forderungen aus ähnlichen Listen der WENRA und IAEA berücksichtigt. Einschränkend wird jedoch gesagt, dass diese Auflistung der auslösenden Ereignisse einen empfehlenden Charakter hat: Nach der Auswahl des konkreten Reaktortyps kann die für das neue KKW verwendete Ereignisliste erweitert oder nach Begründung anders abgeändert werden. Auf welcher Grundlage die Änderung der Liste erfolgt wird nicht erwähnt.

Gefährdungsanalyse und Schutzmaßnahmen gegen externe Einwirkungen

Unfälle können durch externe Ereignisse (Naturereignisse, z. B. Erdbeben oder menschliche Tätigkeiten außerhalb des Reaktors) ausgelöst werden. Die Standortauswahl, die Identifizierung aller externen Gefahren, die den Standort betreffen können, die Bewertung dieser Gefahren und der Schutz vor deren Einwirkungen sind für die Sicherheit von großer Bedeutung.

Für neue Reaktoren fordert WENRA (2013) alle sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten so auszulegen, dass sie den Einwirkungen externer Ereignisse widerstehen, und dass externe Ereignisse, die in der Auslegung (Design Basis) berücksichtigt werden, nicht zu Unfällen mit Kernschmelze führen sollen (Safety Objective O2 und Defence in Depth Level 3). Die Auslegungsgrundlage berücksichtigt üblicherweise Ereignisse, die mit einer Häufigkeit von 10^{-4} pro Jahr auftreten (WENRA 2014).

Darüber hinaus sollen für neue Reaktoren Unfälle mit Kernschmelze, die zu frühen oder großen radioaktiven Freisetzungen (early or large releases) führen, praktisch ausgeschlossen werden (“... should be practically eliminated”; Safety Objective O3 und Defence in Depth Level 4). Es müssen daher auch seltene und schwere Gefahrenereignisse, die über die Auslegungsgrundlage (Design Basis) hinausgehen, in der Sicherheitsanalyse berücksichtigt werden.

Die Sicherheitsanalyse muss daher auch Ereignisse berücksichtigen, die mit Häufigkeiten von weniger als 10^{-4} pro Jahr auftreten.

Die im UVP-BERICHT (2017) dargestellten Gefährdungsanalysen werden wie folgt bewertet:

Seismische Gefährdungen: Die Bestimmung der standortspezifischen Erdbebengefährdung in einer PSHA¹² ergibt maximale Bodenbeschleunigung von $PGA^{13} = 0,047$ g. (UVP-BERICHT 2017, S. 362) Die methodischen Grundlagen der Bewertung der seismischen Gefährdung des Standortes sind im UVP-BERICHT (2017) nur sehr kurz dargestellt. Aus der Darstellung ist zu schließen, dass für die Berechnung drei seismotektonische Modelle berücksichtigt wurden, wobei ein Modell die Diendorf-Boskovice Störung als seismische Quelle berücksichtigt. Die Störung, die nur etwa 15 km östlich des Kernkraftwerks Dukovany verläuft, ist in der europäischen SHARE Datenbank gelistet. Die PSHA ist noch nicht abgeschlossen. Eine weiterführende Beurteilung der PSHA und der Ergebnisse der Gefährdungsanalyse ist aufgrund der vorliegenden Unterlagen nicht möglich.

Ungeachtet der scheinbar sehr geringen Erdbebengefährdung wird der Wert von $PGA = 0,1$ g für die horizontale Bodenbeschleunigung als Auslegungsgrundlage (Design Basis) vorgeschrieben.

Von allen Lieferanten wird darüber hinaus gefordert, dass sie „die generelle seismische Beständigkeit ihrer Projekte auf einer Stufe angeben [müssen], welche einem Wert von PGA mindestens 0,25 entspricht“. (UVP-BERICHT 2017, S. 115)

Die zitierte Formulierung ist nicht völlig klar. Aus der Angabe kann möglicherweise geschlossen werden, dass für die seismische Sicherheit der Anlage eine signifikante Sicherheitsreserve eingeplant wird. Dies würde WENRA (2013) entsprechen, wonach für neue Kernkraftwerke Unfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, praktisch ausgeschlossen werden müssen. Dafür müssen Einwirkungen von außen berücksichtigt werden, die über die Auslegungsgrundlage hinausgehen. „Praktisch ausgeschlossen“ ist ein Unfall, wenn (1) die dazu führende Abfolge von Zwischenfällen physikalisch unmöglich ist, oder wenn (2) der Unfallhergang mit großer Sicherheit als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann. Da für ein Erdbeben der Ausschluss nach (1) unmöglich ist, ist eine Sicherheitsreserve einzuplanen, die sicherstellt, dass auch extrem seltene Erdbeben (Häufigkeit $\ll 10^{-4}$ pro Jahr) nicht zu frühen oder großen Freisetzungen führen.

Sollte die Übersetzung im UVP-BERICHT (2017, S. 115) – „die generelle seismische Beständigkeit ihrer Projekte auf einer Stufe angeben [müssen], welche einem Wert von PGA mindestens 0,25 entspricht“ – so zu verstehen sein, dass für alle sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten eine seismische Widerstandsfähigkeit von 0,25 g gefordert wird, wäre diese Festsetzung einer signifikanten Sicherheitsreserve zu begrüßen.

¹² PSHA: Probabilistische seismische Gefährdungsanalyse (Probabilistic Seismic Hazard Assessment)

¹³ PGA: Maximale (horizontale) Bodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration).

Es wäre jedoch zu prüfen, für welche Strukturen, Systeme und Komponenten die seismische Beständigkeit von 0,25 g vorgeschrieben wird, und, nach Abschluss der PSHA, welche Eintrittshäufigkeit ein seismisches Ereignis mit $PGA = 0,25\text{ g}$ hat. Zudem sollte noch geklärt werden, welche Sicherheitsmarge für die Auslegung gegen Erdbeben generell gefordert wird.

Extreme klimatische Einflüsse und Hochwasser: Für extreme Witterungseinflüsse werden „extreme Lasten“ festgelegt, die einer Eintrittshäufigkeit von 10^{-4} pro Jahr entsprechen, wobei die voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden. Für die Auslegung aller Strukturen, Systeme und Komponenten werden ausreichende Reserven über die „extreme Last“ hinaus gefordert.

Eine Bewertung der Gefahren durch extreme Witterung ist im Rahmen dieser Stellungnahme nicht möglich. Offen bleiben die Fragen nach der Einschätzung der Gefahren durch Vereisung (z. B. durch gefrierender Regen), Hagelschlag und Schneesturm.

Biologische Gefahren werden im UVP-BERICHT (2017, S. 119) nur unzureichend dargestellt. Nach den Erfahrungen der Auswirkungen von windverfrachtetem Laub und Müll auf die Kühltürme des bestehenden Kernkraftwerks in Dukovany (Wintersturm Kyril, 2004; NITOI et al. 2016) sind Maßnahmen zum Schutz vor den Auswirkungen solcher Ereignisse zu fordern.

Anthropogene Gefahren: Die Auswahl von standortrelevanten, durch menschliche Tätigkeit hervorgerufenen externen und internen Gefahren erscheint sehr vollständig. Es wird begrüßt, dass die Herangehensweise die derzeit erst in Diskussion befindliche Neufassung der WENRA-Richtlinien für externe anthropogene Gefahren („Issue TU“) vorweg nimmt.

Kühlwasser (Rohwasserquelle): Die Verfügbarkeit von Kühlwasser aus dem Fluss Jihlava und/oder aus anderen Quellen bei extremen Auswirkungen von außen (Verstopfung der Zuleitung, extrem tiefe Temperaturen, Dürre etc.) wird nicht diskutiert. Maßnahmen zur Sicherung der ausreichenden Wasserversorgung für die Kühlung aller am Standort befindlichen Kraftwerksblöcke (i.e., der bestehenden und der geplanten Einheiten), Schutzmaßnahmen gegen das Ausfallen der Rohwasserquelle und mögliche Ersatzquellen werden nicht genannt.

Gefahrenkombinationen: WENRA (2014) fordert eine vollständige Analyse von Kombinationen von externer Gefahren. Dabei sind sowohl ursächlich zusammenhängende Ereignisse als auch zufällig gleichzeitig auftretende gefährliche Ereignisse zu berücksichtigen. Solche Kombinationen werden im UVP-BERICHT (2017) nicht systematisch dargestellt und bewertet.

Wechselwirkungen mit den kerntechnischen Anlagen am Standort

Der UVP-BERICHT (2017) enthält keine ausreichende Bewertung möglicher Wechselwirkungen der am Standort geplanten und vorhandenen Reaktoren. Es wird nur erklärt, dass unter Berücksichtigung der günstigen Charakteristiken des Standortes das gleichzeitige Entstehen von Störfall-Bedingungen an mehreren Blöcken infolge einer gemeinsamen Ursache aus externen Gründen praktisch für ausgeschlossen gehalten werde. Zudem seien negative Wechselwirkungen aufgrund der technologischen Unabhängigkeit, der Trennung der Sicherheitssysteme, der hohen Beständigkeit und ausreichenden Reserven gegen extreme externe Ereignisse und der Autarkie der Sicherheitsmaßnahmen des Personals nicht möglich.

Umfassende Standortanalyse

Laut IAEA (2014) ist eine umfassende Standortanalyse Voraussetzung für das Ausschreibungsverfahren zum geplanten Kernkraftwerk, da die möglichen externen Einwirkungen, die Auslegung des Kernkraftwerks und so auch die erforderlichen Kosten beeinflussen: *“Before preparing a bid invitation specification, the owner should have selected a qualified site for the plant, and the EIA report should also be finished or in a very advanced stage. This ensures that a major part of the site data, including the wide range of detailed studies required to identify the sensitive environmental issues needed for bid preparation, is available. Site conditions have a great influence on the layout, design, construction and costs of the nuclear power plant.”*

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 51) ist die ausführliche Analyse des Standortes nicht Gegenstand der Beurteilung der UVP-Dokumentation. Die ausführliche Bewertung der externen Ereignisse (einschließlich ihrer eventuellen Kombinationen) wird in weiteren Etappen der Genehmigungsprozesse im Einklang mit dem Atomgesetz durchgeführt. Aber auch wenn die detaillierten Sicherheitsanalysen bzgl. externer Gefahren am Standort erst im Genehmigungsprozess durchgeführt werden (können), könnten und sollten die ersten drei der vier in WENRA (2013) beschriebenen Schritte (Identifizierung, Screening und Bestimmung der Parameter der externen Gefahren) bereits im Rahmen des UVP-Verfahrens erfolgen und die Ergebnisse nachvollziehbar im UVP-Bericht dargestellt werden.

Ein Vergleich der im UVP-BERICHT (2017) behandelten externen Gefahren mit WENRA (2015) und den Ergebnissen der europäischen Studie ASAMPSEA_E (DECKER & BRINKMAN 2017) zeigt, dass Gefahrenquellen und -typen systematisch identifiziert und bewertet wurden. Offen bleiben die Bewertung von einigen Phänomenen extremer Witterung (biologische Gefahren, Schneesturm, Vereisung, Hagelschlag) und der Nachweis, dass alle für den Standort in Betracht kommenden Kombinationen von gleichzeitigen Gefahrenereignissen berücksichtigt wurden.

Im UVP-Bericht sollten nicht nur die auslösenden externen Ereignisse ausführlich behandelt werden, sondern zudem aufgeführt werden, welche Anforderungen für das geplante KKW aufgrund der Standortbedingungen erfüllt sein müssen. Letzteres ist nicht an allen Stellen nachvollziehbar erläutert.

Eine umfassende Standortanalyse trägt dazu bei, das Risiko des Eintretens eines schweren Unfalls mit erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt zu vermindern. Bei der Bewertung der externen Gefahren in der UVP sollten die jeweils aktuellen IAEA-Dokumente Verwendung finden. Jedoch wird im UVP-Bericht das wichtige IAEA Dokument „Site Evaluation for Nuclear Installations“ in der veralteten Version aus 2003 statt in der überarbeiteten Version aus 2016 genannt (IAEA 2016).

Vorgehensweise zur Ermittlung der Strahlenfolgen allgemein

Die Bewertung der Strahlenfolgen von möglichen Stör- und Unfällen des neuen Kernkraftwerks am Standort Dukovany, einschließlich der Bewertung der grenzüberschreitenden Auswirkungen, wurde im UVP-Bericht für zwei Auslegungstörfälle und einen schweren Unfall durchgeführt.

Bei der Ermittlung der möglichen Auswirkungen des geplanten KKW werden Ausbreitungsrechnungen mit laut UVP-Bericht für alle Reaktortypen abdeckenden Quelltermen durchgeführt. In IAEA (2014), dem Dokument zur Durchführung von UVP-Verfahren, wird erklärt: *“To address the specific issue of uncertainty in the final design of the plant technology, including that the vendor may not be identified at the time of the EIA report preparation, the plant parameter envelope (PPE) concept was developed. The PPE addresses all technologies under consideration and attributes a value for each technology for the aspects identified to lead to a potential environmental impact. The PPE includes the important physical and chemical parameters that may affect the environment (e.g. water requirements, land use and emissions) for the considered plants, and identifies the parameters with the highest impact value or range of values for each parameter. These ‘bounding parameters’ which are included in the PPE are then used for environmental analysis in the EIA process.”*

An der beschriebenen Vorgehensweise orientiert sich der UVP-Bericht für das geplante Kernkraftwerk am Standort Dukovany.

Nur für den Fall, dass sich bei der endgültigen Festlegung der Auslegung der Reaktoren zeigt, dass die Daten abdeckend sind, ist laut IAEA (2014) kein erneutes UVP-Verfahren erforderlich: *“When the final design is known, a comparison is made between the actual value for each aspect and the bounding value initially identified. If the ranges of actual values for the parameter are lower than, or equal to, values on which the environmental analysis is based, then further environmental assessment is not required.”*

Es wird erklärt, dass der Einsatz von **MOX-Brennelementen** im Reaktor nicht angenommen wird, da für die zu erwartenden Auswirkungen kein Unterschied zu erwarten sei. Diese Schlussfolgerung kann anhand der Berechnung zu radiologischen Folgen von Unfallszenarien in Deutschland nicht nachvollzogen werden.

Abdeckende Quellterme

Die im UVP-Bericht verwendeten Quellterme, d. h. die Menge der während eines Störfalls oder Unfalls freigesetzten Radionuklide, basieren nicht auf Sicherheitsanalysen der in Betracht gezogenen Reaktortypen, sondern auf den Annahmen, dass diese Reaktortypen die EUR-Sicherheitsanforderung erfüllen.

Laut UVP-Bericht ist für die Analyse der repräsentativen außerordentlichen Ereignisse der Quellterm so festgelegt, dass die damit ermittelten radiologischen Auswirkungen mit ausreichender Reserve höher sind als diejenigen, die in späteren Sicherheitsanalysen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für den ausgewählten Reaktortyp ermittelt werden. Diese Aussage ist nicht belegt. Sie kann auch zurzeit noch nicht getroffen werden, weil noch nicht für alle der betrachteten Reaktortypen die Lizenzierungsverfahren abgeschlossen sind.

Es wird erklärt, dass aus dem Vergleich des Referenzquellterms für das neue Kernkraftwerk mit den spezifischen Quelltermen, die in den zugänglichen Sicherheitsberichten der Referenzblöcke aufgeführt sind, hervorgeht, dass der verwendete Quellterm über eine ausreichende Reserve im Vergleich zu den Angaben der Lieferanten verfügt. (UVP-BERICHT 2017, S. 520)

Es wird jedoch nicht erwähnt, für welche der betrachteten Reaktortypen Sicherheitsberichte vorliegen. Bedeutender ist aber noch, dass nicht erklärt wird, welche Unfallabläufe mit möglicherweise deutlich höheren Quelltermen aus den Sicherheitsberichten im UVP-Bericht nicht betrachtet wurden. Diese Informationen sollten noch im Rahmen des UVP-Verfahrens übermittelt werden. Laut UVP-Richtlinie 2014/52/EU, Artikel 7 Abs.1 lit. a muss eine Beschreibung des Projekts zusammen mit allen verfügbaren Angaben über dessen möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen übermittelt werden.

Im UVP-Bericht sind sieben mögliche Lieferanten bzw. Reaktortypen für das geplante KKW angeführt. Die unterschiedlichen technischen Lösungen der Reaktortypen haben einen wesentlichen Einfluss auf das Risiko von Unfällen mit Freisetzung radioaktiver Stoffe und dadurch auch auf das Risiko grenzüberschreitender Auswirkungen. Zu einigen der derzeit am Markt verfügbaren möglichen Reaktoren der Generation III+ liegen bereits umfangreiche Dokumentationen bzw. Bewertungen von Aufsichtsbehörden vor. Weil diese Informationen erhältlich sind, sollte eine Beschreibung und Bewertung der Reaktortypen im UVP-Bericht erfolgen. Von besonderem Interesse sind mögliche Unfallabläufe mit hohen Freisetzungen.

Für Behörden in Ländern, die von den Auswirkungen eines schweren Unfalls in einem Kernkraftwerk betroffen sein könnten, besteht die Notwendigkeit auf die potenziellen Folgen eines derartigen Unfalls vorbereitet zu sein.

Im UVP-Bericht fehlen Angaben über Ergebnisse probabilistischer Analysen (PSA) für die möglichen Reaktorooptionen, d. h. Angaben zu Häufigkeiten für Kernschadensfälle (CDF) und großen Freisetzungen (LRF). Eine mögliche Freisetzung aus dem Brennelement-Lagerbecken, die zur Häufigkeit eines schweren Unfalls beitragen kann, wird im UVP-Bericht ebenfalls nicht diskutiert. Bei aktuelleren Analysen wie z. B. zum UK-EPR werden mögliche Unfälle aus dem Brennelement-Lagerbecken, auch wegen der Erfahrungen des Fukushima-Unfalls, inkludiert.

Die Untersuchung der Unfallfolgen aufgrund der Ergebnisse für hohe Freisetzungen ist aus Sicht der ExpertInnen wesentlich für die Beurteilung einer potentiellen Betroffenheit Österreichs. Basis dafür können und sollten die vorläufigen PSA-Ergebnisse aus anderen Genehmigungsverfahren der betrachteten Reaktorooptionen sein. Auch wenn die Eintrittshäufigkeit für einen Unfall mit großen radioaktiven Emissionen laut Berechnungen in den probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) sehr klein erscheint, sollten die entsprechenden Quellterme für schwere Unfälle berücksichtigt werden, da die Resultate der PSA mit vielen Unsicherheiten behaftet sind. Es sei denn, dass der praktische Ausschluss eines Ereignisses nachvollziehbar demonstriert wird und das Ereignis nicht nur wegen eines probabilistischen Cut-off Werts als praktisch ausgeschlossen erklärt werden kann.

Ergebnisse probabilistischer Analysen (PSA) sollten grundsätzlich nur ergänzend zu deterministischen Überlegungen als Kriterien für ausreichende Sicherheit herangezogen werden. Denn lediglich Unsicherheiten bei den Eingangsparametern, die durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfasst werden, lassen sich quantifizieren. Unsicherheiten, die durch Unvollständigkeit der Daten entstehen, entziehen sich jeglicher Quantifizierung. (IAEA 2010)

Schwer zu erfassen ist in probabilistischen Sicherheitsanalysen auch komplexes menschliches Fehlverhalten, dessen Wahrscheinlichkeit von der Sicherheitskultur einer Anlage bestimmt wird. Sowohl für den Unfall in Tschernobyl (1986) als auch für den Unfall in Fukushima (2011) waren Mängel in der Sicherheitskultur ursächlich. Die Einbeziehung von Terrorangriffen oder Sabotagehandlungen in probabilistische Sicherheitsanalysen ist bisher kaum möglich.

Grundsätzlich sollten daher im UVP-Bericht mögliche auslegungsüberschreitende Unfälle unabhängig von ihrer Eintrittshäufigkeit dargestellt werden.

Quellterm für schweren Unfall

Als abdeckender Quellterm für einen schweren Unfall wurde im UVP-BERICHT (2017) eine **Cs-137 Freisetzung von 30 TBq gewählt**, welche sich aus der Begrenzung der ökonomischen Auswirkungen eines schweren Unfalls nach EUR ergibt.

Da bei der Bestimmung der Konsequenzen für einen schweren Unfall im UVP-Bericht die Erhaltung der Integrität des Containments als die grundlegende Planungscharakteristik der Reaktoren der Generation III+ angenommen wurde, wird dieser verhältnismäßig geringe Quellterm für einen schweren Unfall unterstellt.

Die Erhaltung der Integrität des Containments wird laut UVP-Bericht als die grundlegende Planungscharakteristik der Reaktoren der Generation III+ für schwere Unfälle angenommen. Diese Annahme beruht jedoch nicht auf einem hundertprozentigen Ausschluss des Versagens des Containments, sondern auf Wahrscheinlichkeitsberechnungen. Zur Einschätzung der bestehenden Risiken sollten im UVP-Bericht die entsprechenden Szenarien inklusive der bestehenden Unsicherheit genannt werden.

Es wird im UVP-BERICHT (2017, S. 49) erklärt, dass für das neue Kernkraftwerk, aufgrund der Einhaltung der strengen Anforderungen, die durch die nationale Gesetzgebung der Tschechischen Republik und durch Empfehlungen von WENRA und IAEA festgelegt sind, praktisch ausgeschlossen wird, dass in diesem Kernkraftwerk ein Unfall entstehen kann, welcher mit einer höheren Stufe als INES 5 eingestuft wird. Dabei beruft man sich auf die Beschreibung der technischen Lösung in Kapitel B.I.6 des UVP-Berichts.

Bereits im Kapitel **Reaktortypen** der vorliegenden Fachstellungnahme wurde darauf hingewiesen, dass die Auslegung sowie das Sicherheitsniveau der in Betracht gezogenen Reaktoroptionen im UVP-Bericht nicht systematisch beschrieben werden. Daher ist es zurzeit nicht möglich, die möglichen Umweltauswirkungen des Projektes durch potentielle Unfälle zu bewerten. Gleichzeitig wird deutlich, dass gerade die extrem seltenen aber möglichen schweren Unfälle, von denen die größten Auswirkungen auf Österreich zu erwarten sind, im UVP-Bericht nicht betrachtet werden.

Quellterme für schwere Unfälle in anderen UVP-Verfahren oder Studien

In UVP-Verfahren für Neubauten von Kernkraftwerken in anderen EU-Staaten wurden in den letzten Jahren sehr unterschiedliche Quellterme verwendet. So wurde z. B. im UVP-Verfahren zum geplanten KKW am Standort Kozloduy (Bulgarien) ebenfalls ein Quellterm für Cs-137 von 30 TBq verwendet. Demge-

genüber wurde im Rahmen des UVP-Verfahrens zum finnischen KKW Hanhikivi-1 ein mehr als dreimal höherer Cs-137-Quellterm (100 TBq) als abdeckender Quellterm zur Ermittlung der radiologischen Folgen eines Reaktors der Generation III+ (AES 2006) verwendet. Im letztgenannten UVP-Verfahren wurden zusätzlich die potenziellen grenzüberschreitenden Auswirkungen eines INES 7 Unfalls nach einer Freisetzung von 500 TBq Cs-137 ermittelt. (UMWELTBUNDESAMT 2014c)

Exemplarisch werden hier die Ergebnisse von der Analyse eines schweren Unfalls in einem der betrachteten Reaktortypen erläutert: In einer kürzlich erschienenen wissenschaftlichen Veröffentlichung wurden die möglichen radiologischen Folgen eines schweren Unfalls im geplanten KKW Ninh Thuan 1 dargestellt. (INST 2015) Es ist geplant in Vietnam in der Provinz Ninh Thuan zwei Reaktoren des Typs VVER-1200 (AES-2006) zu errichten.

Die Bewertung des Unfalls wurde mit dem Programm RASCAL4.3 durchgeführt, das von der US-amerikanischen Aufsichtsbehörde (NRC) eingesetzt wird. Als Eingabedaten wurden technische Daten des VVER-1200 verwendet. Als Ergebnisse wurden der Quellterm sowie die Werte für die maximalen effektiven Dosen in der Region um das KKW ermittelt.

Für den Unfall wurden zwei Ereignisse unterstellt: Station Blackout und Kühlmittelverlust (LOCA). Letzterer wird durch einen Bruch im Reaktorkühlsystem ausgelöst. Dadurch fällt der Reaktorkern schnell trocken. Es dauert insgesamt sechs Stunden bis die Reaktorkühlung wieder hergestellt wird. In dieser Zeit heizt sich der Brennstoff stark auf, es kommt zu einer Kernschmelze und zu einem Durchschmelzen des Reaktordruckbehälters. Eine große Menge an radioaktiven Stoffen gelangt so in den Sicherheitsbehälter. Es wird angenommen, dass die Integrität des Sicherheitsbehälters in den ersten beiden Stunden intakt bleibt und dann aufgrund des starken Anstiegs von Temperatur und Druck versagt. Dadurch werden radioaktive Stoffe in die Umwelt freigesetzt.

In dem beschriebenen Szenario werden bis zu 60 Radionuklide freigesetzt. Für die Ermittlung der radiologischen Folgen wurden aber nur die Radionuklide verwendet, die nach den Unfällen in Tschernobyl und Fukushima gemessen wurden. Für Cs-137 beträgt der Quellterm etwa 330 TBq und für I-131 etwa 1.700 TBq. Der Unfall wird als INES 7 Unfall bewertet.

Basierend auf dem freigesetzten Quellterm wurden die maximalen Werte der effektiven Dosis bis in eine Entfernung von 40 km berechnet: Die Gebiete bis in eine Entfernung von 20 km, in denen die effektive Dosis größer als 5 mSv ist, beträgt 44,4 km² bzw. 103 km² mit Niederschlag. Bis in 40 km sind die Dosen (ohne Niederschlag) noch hoch, etwa dreimal höher als der Grenzwert für die Jahresdosis von 1 mSv für die Bevölkerung.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass die Berechnungen die erforderlichen Daten für das UVP-Verfahren liefern und die Aufsichtsbehörde bei der Bewertung des Sicherheitsberichts unterstützen sollen. Zudem muss der Notfallschutzplan (inklusive der Evakuierung der Bevölkerung) entsprechend vorbereitet werden.

Abgleich mit den Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation und dem Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik

Im Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik (SCOPINGSPRUCH 2016) wird im Absatz „Nukleare Sicherheit, physischer Schutz Unfallbereitschaft und Monitoring“ gefordert, folgende Punkte aufzunehmen, die für die für potenziell erhebliche Betroffenheit Österreichs wesentlich sind:

- **14.** Beschreibung der wesentlichen Sicherheitsziele des neuen KKW und die Art deren Sicherstellung [etc.]
Im UVP-BERICHT (2017) werden die Sicherheitsziele nur qualitativ dargestellt. Sie entsprechen den Richtlinien der WENRA (2013), wonach frühe und große Freisetzungen praktisch auszuschließen sind¹⁴. Probabilistische Sicherheitsziele für den Ausschluss aufgrund sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit werden nicht definiert.
- **17.** „Bei einem postulierten Unfall mit Kernschmelze oder einer Beschädigung des bestrahlten Brennstoffs in den Lagerbecken müssen bereits solche Maßnahmen im Projekt beschlossen werden, dass in der unmittelbaren Umgebung keine Evakuierung der Bewohner nötig wird, und keine langfristigen Einschränkungen beim Lebensmittelverzehr eingeführt werden müssen.“ Ein entsprechender Nachweis fehlt im UVP-BERICHT (2017) und müsste durch eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (Extended PSA) nachgewiesen werden.
- **23.** „Beschreibung des Schutzes für das Containments (Schutzhülle) und für weitere sicherheitsrelevante bauliche Objekte gegen externe Einwirkungen wie etwa Erdbeben, extreme meteorologische Bedingungen [etc.] zum Schutz der Dichtheitsfunktion der Schutzhülle.“
Der UVP-Bericht enthält nur Angaben zur Gefährdungsanalyse, eine detaillierte Beschreibung der Schutzmaßnahmen fehlt.
- **54.** „Anführung der Anforderungen des Vorhabens an die Wasserentnahme (auch für den Parallelbetrieb des neuen KKW mit dem bestehenden KKW). Bewertung der Sicherstellung der Versorgung des neuen KKW mit Wasser etc.“
Die Verfügbarkeit von Kühlwasser aus dem Fluss Jihlava und/oder aus anderen Quellen bei extremen Auswirkungen von außen (Verstopfung der Zuleitung, extrem tiefe Temperaturen, Dürre etc.) wird im UVP-BERICHT (2017) nicht diskutiert. Maßnahmen zur Sicherung der ausreichenden Wasserversorgung für die Kühlung aller am Standort befindlicher Kraftwerksblöcke (i.e., der bestehenden und der geplanten Einheiten), Schutzmaßnahmen gegen das Ausfallen der Rohwasserquelle und mögliche Ersatzquellen werden nicht genannt.
- **59.** „Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und ingenieur-geologischen und seismologischen Verhältnisse am Standort, einschließlich des durchgeführten Monitorings zur Seismizität des Gebiets.“

¹⁴ “Accident sequences with a large or early release can be considered to have been practically eliminated (1) if it is physically impossible for the accident sequence to occur or (2) if the accident sequence can be considered with a high degree of confidence to be extremely unlikely to arise.” (WENRA 2013).

- **60.** „Prüfung der Eignung des Standorts für das Siting eines neuen KKW unter dem Aspekt der seismischen Verhältnisse, und das unter Berücksichtigung des Bruchzone Diendorf-Boskovice.“
Die Ergebnisse des Sitings unter Berücksichtigung der Diendorf-Boskovice Störung werden im UVP-BERICHT (2017) kurz dargestellt, Details über die seismische Bewertung der Störung fehlen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Bewertungen nicht abgeschlossen sind. (UVP-BERICHT 2017, S. 364.)

4.3 Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Die Entfernung des geplanten KKW am Standort Dukovany zur Staatgrenze von Österreich beträgt nur 31 km. Im Fall eines schweren Unfalls im geplanten KKW mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen kann das Staatsgebiet Österreichs erheblich betroffen sein. Eine detaillierte Berücksichtigung möglicher Unfälle mit erheblicher Freisetzung ist im Rahmen des grenzüberschreitenden UVP-Verfahrens für Österreich essentiell. Dies gilt insbesondere für schwere Unfälle mit frühen oder großen Freisetzungen, sofern diese nicht (praktisch) ausgeschlossen werden können.

Sicherheitsanforderungen und -ziele

Es wird nicht deutlich, inwieweit die internationalen Dokumente (IAEA, EUR, WENRA) für das Projekt (zum Beispiel zu auslösenden Ereignissen) in verbindlicher Form berücksichtigt werden sollen. Zudem kann nicht vollständig nachvollzogen werden, ob die Kriterien K2 und K3 der SÚJB vollständig den Empfehlungen der WENRA (2013) bezüglich der Folgen von Unfällen ohne sowie mit Brennstoffschmelzen entsprechen.

Laut UVP-Bericht müssen Unfälle, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, praktisch ausgeschlossen werden. Anhand der Darstellung im UVP-BERICHT (2017) ist nicht nachvollziehbar, welches probabilistische Sicherheitsziel und welches Quantil anzuwenden ist, um die Forderung zu erfüllen, dass ein Unfallhergang mit „hohem Grad an Vertrauen“ als extrem unwahrscheinlich anzusehen ist.

Für eine Bewertung der möglichen Auswirkungen auf Österreich ist es nicht ausreichend, dass die Festlegung der Sicherheitsziele und der Nachweis, dass und wie diese erreicht werden sollen, im atomrechtlichen Verfahren (ohne österreichische Beteiligung) erfolgen. Auch wenn zum Zeitpunkt der Erstellung des UVP-Berichts noch nicht alle Details der Auslegung bekannt sind und somit auch nicht vorgelegt werden können, könnten zu wichtigen Punkten klarere Vorgaben/Angaben gemacht werden.

Gefährdungsanalysen und Schutzmaßnahmen gegen äußere Einwirkungen

Unfälle können durch externe Ereignisse (Naturereignisse, z. B. Erdbeben oder menschliche Tätigkeiten außerhalb des Reaktors) ausgelöst werden, daher ist eine umfassende Standortanalyse und eine entsprechende Auslegung der An-

lage sehr wichtig. Für die Auslegung der geplanten Anlage gegen seismische Einwirkungen werden für die horizontale Bodenbeschleunigung zwei Werte, $PGA = 0,1 \text{ g}$ und $PGA = 0,25$, genannt. Aus dem UVP-BERICHT (2017) ist jedoch nicht klar ersichtlich, welche konkreten Anforderungen sich für die seismische Widerstandsfähigkeit aller sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten aus dem Wert $PGA = 0,25 \text{ g}$ ergeben. Sollte dieser Wert der geplanten Sicherheitsreserve der Anlage entsprechen, wäre dieser Umstand zu begrüßen. Es ist zu klären, welche Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Bodenbeschleunigung entspricht.

Ein Vergleich der im UVP-BERICHT (2017) behandelten äußeren Gefahren mit WENRA (2015) und den Ergebnissen der europäischen Studie ASAMPSA_E (DECKER & BRINKMAN 2017) zeigt, dass Gefahrenquellen und -typen systematisch identifiziert und bewertet wurden. Offen bleiben die Bewertung von einigen Phänomenen extremer Witterung (biologische Gefahren, Schneesturm, Vereisung, Hagelschlag) und der Nachweis, dass alle für den Standort in Betracht kommenden Kombinationen von gleichzeitigen Gefahrenereignissen berücksichtigt wurden. Auch mögliche Wechselwirkungen der am Standort geplanten und vorhandenen Reaktoren werden im UVP-BERICHT (2017) nicht ausreichend behandelt.

Abdeckende Quellterme zur Berechnung der radiologischen Auswirkungen

Bei der Ermittlung der möglichen Auswirkungen des geplanten KKW werden Ausbreitungsrechnungen mit laut UVP-Bericht für alle Reaktortypen abdeckenden Quelltermen durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist gemäß IAEA (2014) grundsätzlich möglich.

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 520) geht aus dem Vergleich des abdeckenden Quellterms für einen schweren Unfall mit den spezifischen Quelltermen aus den zugänglichen Sicherheitsberichten der Referenzblöcke hervor, dass der verwendete Quellterm über eine ausreichende Reserve im Vergleich zu den Angaben der Lieferanten verfügt.

Es wird jedoch weder erwähnt, für welche der betrachteten Reaktortypen Sicherheitsberichte vorliegen noch welche Unfallabläufe aus den Sicherheitsberichten mit möglicherweise deutlich höheren Quelltermen im UVP-Bericht nicht betrachtet wurden. Diese Informationen sollten noch im Rahmen des UVP-Verfahrens übermittelt werden. Laut UVP-Richtlinie 2014/52/EU, Artikel 7 Abs.1 lit. a muss eine Beschreibung des Projekts zusammen mit allen verfügbaren Angaben über dessen mögliche grenzüberschreitenden Auswirkungen übermittelt werden. Von besonderem Interesse sind mögliche Unfallabläufe mit hohen Freisetzungen.

Auch wenn die Eintrittshäufigkeit für einen Unfall mit großen radioaktiven Freisetzungen sehr klein ist, sollten die entsprechenden Quellterme für schwere Unfälle in einem grenzüberschreitenden UVP-Verfahren berücksichtigt werden.

Da bei der Bestimmung der Konsequenzen für einen schweren Unfall im UVP-Bericht die Erhaltung der Integrität des Containments als die grundlegende Planungscharakteristik der Reaktoren der Generation III+ angenommen wurde, wird ein verhältnismäßig geringer Quellterm als abdeckender Quellterm für einen schweren Unfall (Cs-137: 30 TBq) unterstellt.

Bereits im Kapitel Reaktortypen der vorliegenden Fachstellungnahme wurde darauf hingewiesen, dass die Auslegung sowie das Sicherheitsniveau der in Betracht gezogenen Reaktorooptionen im UVP-Bericht nicht systematisch beschrieben werden. Daher ist diese Annahme zurzeit nicht ausreichend belegt, dies insbesondere, da in anderen UVP-Verfahren oder Unfallanalysen die zum Beispiel eine der Reaktorooptionen (AES-2006) betreffen wie für das KKW Dukovany II betrachtet wird, erhebliche höhere Quellterme verwendet werden. Im Rahmen des UVP-Verfahrens zum finnischen KKW Hanhikivi-1 wird ein dreimal höherer Cs-137-Quellterm (100 TBq) als abdeckender Quellterm verwendet. (UMWELTBUNDESAMT 2014c) Für das geplante KKW Ninh Thuan 1 wurden die radiologischen Folgen eines schweren Unfalls auf Basis der technischen Daten des VVER-1200 (AES-2006) berechnet. Der für diesen Reaktor ermittelte Quellterm beträgt für Cs-137 etwa 330 TBq und für I-131 etwa 1.700 TBq. (INST 2015)

Die im UVP-Bericht übermittelten Informationen sind insgesamt nicht ausreichend, um die möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf Österreich zu bewerten.

4.3.1 Fragen

- *Laut UVP-Bericht kann nach der Auswahl des konkreten Reaktortyps die für das neue KKW verwendete Ereignisliste für interne und externe Ereignisse erweitert oder verändert werden. Auf welcher Grundlage wird die Ereignisliste geändert?*
- *Entsprechen die Sicherheitskriterien K2 und K3 vollständig den WENRA „Safety Objectives“ O2 und O3 in WENRA (2013)?*
- *Müssen die „Safety Objectives“ aus WENRA (2013) laut Regelwerk der Tschechischen Republik vollständig erfüllt werden? Ist dieses bereits für alle betrachteten Reaktorooptionen gezeigt? Welcher probabilistische Zielwert und welches Quantil werden in der Tschechischen Republik für den Nachweis des praktischen Ausschlusses laut Regelwerksanforderung verwendet?*
- *Wird für die seismische Gefährdung der Wert von 0,1 g für die maximale horizontale Bodenbeschleunigung als Auslegungsgrundlage (Design Base) vorgeschrieben, oder der Wert von 0,25 g? Wann und auf welcher Bewertungsgrundlage wird die PGA für die Auslegung und die zusätzliche Sicherheitsmarge festgelegt?*
- *Wenn die seismische Auslegungsgrundlage mit 0,1 g festgelegt wird: welche Sicherheitsanforderungen ergeben sich aus der Forderung, „die seismische Beständigkeit der Projekte auf einer Stufe anzugeben, die einem Wert von mindestens 0,25 g entspricht“ (UVP-BERICHT 2017, S. 115)?*
- *Werden Belastungen durch gefrierende Niederschläge für Gebäude, elektrische Leitungen, Rohrleitungen etc. sowie durch den Einschlag von Hagelkörnern in der Auslegungsgrundlage berücksichtigt?*
- *Welche Spezifikationen werden für die Auslegung der Anlage gegen einen unfallbedingten Flugzeugabsturz berücksichtigt (Flugzeugtyp)?*
- *Wie wird die Verfügbarkeit von Kühlwasser aus dem Fluss Jihlava und/oder anderen Quellen bei extremen Einwirkungen von außen (Verstopfung der Zuleitung, extrem tiefen Temperaturen, Dürre etc.) in einem Ausmaß sichergestellt, das für die Kühlung aller am Standort befindlicher Kraftwerksblöcke ausreicht?*

- Für welche der betrachteten Reaktorooptionen lagen Sicherheitsdokumentationen vor?
- Welche Angaben zu Quelltermen und Unfallszenarien für Auslegungsstörfälle, schwere Unfälle (laut DEC) und auslegungsüberschreitende Unfälle der betrachteten Reaktortypen standen für die Erstellung des UVP-Berichts zur Verfügung?
- Mit welcher errechneten Wahrscheinlichkeit kann es bei schweren Unfällen zu einem Versagen des Containments kommen und welche quantitative Unsicherheit besteht dabei? Welche Quellterme sind für diesen Fall möglich? (Angaben bitte für alle betrachteten Reaktorooptionen sofern sie vorliegen)

4.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- Es wird empfohlen, ein probabilistisches Sicherheitsziel für den Nachweis des praktischen Ausschlusses festzulegen. Dieses muss der Anforderung der WENRA entsprechen, wonach nachgewiesen werden muss, dass Ereignisabläufe, die nicht physikalisch ausgeschlossen werden können und die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, mit „hohem Grad an Vertrauen“ extrem unwahrscheinlich sind. Für das probabilistische Sicherheitsziel ist der zugeordnete Vertrauensgrad anzugeben.
- Es wird empfohlen, die Einhaltung der probabilistischen Sicherheitsziele durch eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (Extended PSA) nachzuweisen, deren Umfang alle relevanten internen und externen Ereignisse berücksichtigt.
- Die Bewertungen von Gefahrenkombinationen sind nicht vollständig dargestellt. Es wird empfohlen, mögliche Kombinationen von gefährlichen Ereignissen systematisch zu bewerten und in der Auslegung zu berücksichtigen. Mögliche ursächliche und zufällige Gefahrenkombinationen sind in DECKER & BRINKMAN (2017) systematisch dargestellt. NITOI ET AL. (2016) enthält eine Liste von Gefahrenkombinationen, die europäische Kernkraftwerke tatsächlich betroffen haben.
- Es wird empfohlen, die Verlässlichkeit der Ergebnisse der PSHA für die seismische Gefährdung durch Sensitivitätsanalysen zu untersuchen.
- Es wird empfohlen, in der PSHA für die seismische Gefährdung mehrere seismotektonische Modelle (nicht-segmentierte Störung, segmentierte Störung) für die Diendorf-Boskovice Störung zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, Modelle für eine Segmentierung der Diendorf-Boskovice Störung kritisch zu prüfen. Modelle von segmentierten Störungen müssen geologisch gut begründet sein. (WENRA 2016, S. 10)
- Es wird empfohlen, die möglichen Auswirkungen von Schneestürmen auf die Verschmutzung von Umspannwerken, Blockierung von Lüftungsanlagen sowie ihre abrasive Wirkung zu berücksichtigen. Die Angabe *„Im Netz des tschechischen hydrometeorologischen Instituts ČHMÚ wurde diese Erscheinung auf dem Gebiet der Tschechischen Republik nicht beobachtet, da sie in unseren Breitengraden fast nicht vorkommt und bezüglich des Zwecks dieser Dokumentation nicht von Bedeutung ist.“* (UVP-BERICHT 2017, S. 118) ist nicht nachvollziehbar. Starke Schneestürme wurden in Böhmen etwa 1995, 2005 und 2015 registriert.

- Aufgrund der Erfahrungen der Auswirkungen von windverfrachtetem Laub und Müll auf die Kühltürme des bestehenden Kernkraftwerks in Dukovany (Wintersturm Kyril, 2004; ΝΙΤΟΙ et al. 2016) wird empfohlen, diese Gefährdung systematisch zu analysieren und Schutzmaßnahmen zur Sicherung der Kühlfunktion zu planen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Einwirkungen alle Kühltürme (auch die der bestehenden Anlage) gleichzeitig betreffen können.
- Es wird empfohlen, mögliche Wechselwirkungen bei Unfällen in den am Standort geplanten und bestehenden Reaktoren systematisch zu analysieren und auszuschließen, dass solche möglichen Wechselwirkungen die Unfallfolgen verstärken.
- Für Einwirkungen, für die eine Ermittlung der Eintrittshäufigkeit nicht sinnvoll möglich ist (z. B. gezielter Flugzeugabsturz), sollten deterministische Analysen auf Basis nachvollziehbar begründeter Gefährdungs- und Lastannahmen erfolgen.
- Es wird empfohlen, die grenzüberschreitenden Auswirkungen eines schweren Unfalls aufgrund technischer Daten (mit Versagen des Containments) analog INST (2015) zu ermitteln.

5 STÖR- UND UNFÄLLE DURCH EINWIRKUNGEN DRITTER

5.1 Darstellung im UVP-Bericht

Abschnitt D.II.1.8. behandelt das Risiko eines Terrorangriffs. Einleitend wird erklärt, dass die Anforderungen für die Sicherung von Kerneinrichtungen und Kernmaterial im Gesetz Nr. 263/2016 Slg, Atomgesetz und dessen Durchführungsverordnung Nr. 361/2016 GBl. festgelegt sind. (UVP-BERICHT, S. 541f.)

Weiters wird erklärt, dass der Primärschutz gegen ein absichtliches Angreifen in der Verantwortung des Staates liegt, der dazu eine Reihe von Mitteln zu Verfügung hat (Nachrichtendienste, Armee, Polizei, Überwachung von Terroraktivitäten, Luftraumschutz, Präventionsvorkehrungen in den Bedingungen des Luftverkehrs, usw.). Die Durchsetzung dieser Mittel mittels Verteidigungs- und Innenministerium sowie der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde (SÚJB) der Tschechischen Republik bedeutet, dass das Risiko eines Terrorangriffs auf eine Kerneinrichtung mit großer Wahrscheinlichkeit eliminiert und minimiert wird.

Zudem wird auf die Mitteilung des Innenministeriums der Tschechischen Republik Az. MV-28234/OBP-2017 vom 02.03.2017 hingewiesen, welche dem UVP-Bericht beigelegt ist. (UVP-BERICHT 2017, Anhang 6.3) Danach ist es aus verständlichen Gründen nicht möglich, geheim gehaltene Informationen und konkrete operative Verfahren einzelner Sicherheitsorgane im Detail zu erläutern. Die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen können allgemein in drei Gruppen unterteilt werden:

- Nachrichten- und Informationssicherung,
- Sicherheitsmaßnahmen im Luftverkehr,
- Schutz des Luftraums.

Bezüglich des Schutzes des Luftraums wird erklärt, dass die Einrichtung von (verbotenen) Luftsperrgebieten zum Ziel hat, die Möglichkeit des Angriffs auf Nuklearanlagen aus der Luft zu minimieren, und dass im Falle des Einflugs in diese Räume die Flugabwehr festgelegte spezifische Verfahren und Vorgehensweisen zur Eliminierung der eventuellen Bedrohung hat.

Im UVP-BERICHT (2017, Anhang 6.3) wird weiters erklärt, dass seit dem 11. September 2001 die Sicherheitskräfte der Tschechischen Republik der Festlegung von Maßnahmen zur Eliminierung möglicher terroristischer Bedrohungen für Industriebetriebe, einschließlich der Nuklearanlagen, große Aufmerksamkeit geschenkt haben. Das gilt auch für Maßnahmen gegen einen möglichen Anschlag mittels eines zivilen Verkehrsflugzeugs.

Infolge der terroristischen Anschläge in Europa 2015 wurde die Anzahl der Polizisten (in einer Größenordnung von zehnfach) seit Anfang 2016 erhöht. Diese überwachen die KKW Dukovany und Temelín im 24/7 Regime rund um die Uhr. Es handelt sich um Dutzende von Polizisten.

Ungeachtet der Tatsache, dass in der Tschechischen Republik die erste Terrorwarnstufe gilt, weist die Überwachung der Sicherheitssituation durch das Innenministerium und durch die Nachrichtendienste darauf hin, dass sich die Tschechische Republik bisher nicht unter der direkten Bedrohung durch Gruppen des internationalen Terrorismus befindet. (UVP-BERICHT 2017, Anhang 6.3)

Der Betreiber ist für den inneren Schutz des neuen KKW mittels einer Projektlösung und Organisation des Sicherungssystems verantwortlich. Im Rahmen der Vorbereitung des neuen KKW werden ausreichende innere Sicherheitsvorkehrungen zur Sicherung des Schutzes des neuen KKW vor Terrorangriffen ergriffen. Diese Sicherheitsvorkehrungen werden vornehmlich aus Folgendem bestehen (UVP-BERICHT 2017, S. 541):

- Anbindung an die vom Staat gesicherte Nachrichten- und Informationssicherung,
- integriertes technisches System des physischen Schutzes,
- kontrollierter Zutritt in einzelne Bereiche des neuen Kernkraftwerks,
- Sicherung des physischen Sicherheitsdienstes durch Sicherheitsmitarbeiter und Sicherung des Eingriffes von Kräften der Polizei der Tschechischen Republik,
- Verhinderung von Cyber-Angriffen,
- technische Lösung des neuen Kernkraftwerks, projiziert auf erhöhten Widerstand für den Fall eines Terrorangriffes und Sabotageaktionen,
- Sicherheitsvorkehrungen im Luftverkehr und Schutz des Luftraumes.

Bei der Sicherung der Kernanlage und des Kernmaterials handelt es sich um einen Komplex mit den technischen, organisatorischen und verwaltungstechnischen Mitteln und Maßnahmen. Der generelle Sicherungszweck besteht in Folgendem (UVP-BERICHT 2017, S. 106):

- den Zutritt/die Einfahrt nur den Personen und Fahrzeugen zu ermöglichen, welche die an sie gestellten Anforderungen (Unbescholtenheit, psychologisches Profil, Sicherungseignung) erfüllen und welchen eine Genehmigung für den Zutritt/die Einfahrt in die jeweilige Zone erteilt wurde,
- zu gewährleisten, dass die befugten Personen, welche die jeweilige Zone betreten, diesen Zutritt nicht zu unbefugten Tätigkeitszwecken missbrauchen und
- durch die Kombination des elektrischen Sicherungssystems und der mechanischen Verhinderungsmittel das rechtzeitige Erkennen der Störer und die Verzögerung ihres Vorrückens und so dem Eingreifkommando zu ermöglichen, dass die Störer noch vor der Aufnahme der nicht autorisierten Tätigkeit gestoppt werden.

Laut UVP-BERICHT (2017, S. 105) können keine konkreten Maßnahmen zur Sicherung der Kernanlage und des Kernmaterials, welche für die neue Kernkraftanlage relevant sind, aufgeführt werden, sondern nur die Spezifikation der allgemeinen Anforderungen, welche sich aus den Rechtsvorschriften der Tschechischen Republik sowie aus den Empfehlungen von WENRA und IAEA ergeben.

Auf die Bedrohung durch den beabsichtigten Absturz eines großen Verkehrsflugzeuges wird im UVP-Bericht besonders eingegangen. Es wird erklärt, dass neue Kernkraftwerke hinsichtlich des Widerstandes gegenüber einem absichtlichen Absturz eines Verkehrsflugzeuges den Empfehlungen der WENRA aus 2013 entsprechen. Demnach führt ein Flugzeugabsturz nicht zu einer ernsten Beschädigung des Brennstoffes im Kern oder Lagerbecken und die Strahlungsfolgen bleiben im Rahmen des Kriteriums O2 WENRA (keine oder nur beschränkte radiologische Auswirkungen außerhalb des Kernkraftgeländes).

In der Analyse der Wirkung eines Flugzeugaufpralls werden folgende Effekte betrachtet: direkte und sekundäre Auswirkungen eines Flugzeugaufpralls, Auswirkungen durch Erschütterungen und Auswirkungen von einem Brand und/oder Explosion des Flugtreibstoffes. Gebäude oder zuständige Gebäudeteile, welche den Kernbrennstoff enthalten oder grundlegende Sicherheitsfunktionen erfüllen, werden so entworfen, dass ein Eindringen des Flugzeugtreibstoffes in diese Gebäude verhindert wird.

Es wird weiterhin im UVP-BERICHT (2017, S. 542) erklärt: Sämtliche Lieferanten der Referenztechnologien für die neuen Kernkraftwerke haben in technischen Informationen die Beständigkeit ihrer Kraftwerksblöcke gegen einen Flugzeugabsturz, und zwar einschließlich **eines großen Verkehrsflugzeuges**, bestätigt. Vom Lieferanten der neuen Kernkraftwerke wird gefordert, dass er eine **realistische Beurteilung** von etwaigen Absturzfolgen eines großen Verkehrsflugzeuges und den Nachweis der Erfüllung der zuständigen Empfehlung von WENRA durchführt.

Detaillierte Analysen der Folgen von Objektstörfällen am neuen Kernkraftwerk beim Aufprall eines Flugzeuges und sonstiger externer Ereignisse, die durch eine menschliche Tätigkeit hervorgerufen wurden, können für die Vorbereitung einer Sabotage oder eines Terrorangriffs potentiell missbraucht werden. Aus diesem Grund werden Widerstandsnachweise sowie deren Voraussetzungen und Ergebnisse im Sinne des Gesetzes Nr. 412/2005 GBl. als geheim gehaltene Informationen klassifiziert. (UVP-BERICHT 2017, S. 542)

Weiters wird erklärt, dass das Gefährdungsrisiko des neuen Kernkraftwerks durch einen Terrorangriff in den folgenden Phasen der Vorbereitung und Realisierung des Projektes durch Standardmittel und -methoden der Sicherung der Kernanlagen beurteilt und eliminiert wird, welche in der bisherigen Praxis im Einklang mit aktuellen Anforderungen der internationalen und nationalen legislativen Vorschriften angewendet werden. (UVP-BERICHT 2017, S. 542)

In Kapitel D.II.1.9. werden Risiken beschrieben, die mit dem Transport von radioaktiven Stoffen zusammenhängen. Die Sicherheitsanforderungen für den Transport (Kernmaterial und radioaktive Abfälle) sind im Gesetz Nr. 263/2016 GBl., Atomgesetz und im Gesetz Nr. 111/1994 GBl. (Straßenverkehr) und der Regierungsanordnung Nr. 1/2000 GBl. (Eisenbahnverkehrsordnung) geregelt. In Anknüpfung an die angeführten Vorschriften wurden weitere Durchführungsrechtsvorschriften erlassen, die sich auf den Transport von radioaktiven Stoffen beziehen.

Mögliche Risiken betreffen den Transport des abgebrannten Kernbrennstoffs aus dem neuen KKW in das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente und den Transport aus dem Zwischenlager zum Ort für die endgültige Lagerung (bzw. zum Ort für die Aufbereitung). Es werden die Prinzipien genannt, die für das Risikomanagement des Transports in den vorhandenen Rechtsvorschriften verankert sind (Genehmigung durch die Aufsichtsbehörde, Durchführung im Einklang mit nationalen und internationalen Rechtsvorschriften; genehmigte Transport- und Lagerbehälter). Im UVP-BERICHT (2017, S. 53) wird erklärt, dass bei jedem Transport von radioaktiven Stoffen entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, damit eventuelle Strahlenfolgen auf ein Maß reduziert werden, sodass es zu keiner Bedrohung der Gesundheit der BewohnerInnen kommen kann.

5.2 Diskussion und Bewertung

Seit den Terrorattacken des 11. Septembers 2001 befassen sich die Regierungen, auch in der Tschechischen Republik, intensiv mit dem Schutz der Infrastruktur. Bei Planung und Bau neuer Kernkraftwerke ist ein entsprechender Schutz vorzusehen. Durch eine Kombination von verschiedenen Maßnahmen kann versucht werden, einen gewissen Schutz gegen terroristische Angriffe und Sabotage zu gewährleisten.

Im UVP-Bericht wird erklärt, dass der Primärschutz gegen ein absichtliches (terroristisches) Angreifen des neuen KKW in der **Verantwortung des Staates** liegt. Auch wenn die Bewertung der staatlichen Maßnahmen zum Schutz vor möglichen Terroranschlägen nicht Gegenstand dieser Fachstellungnahme ist, ist bezüglich der erwähnten militärischen Präventionsmaßnahmen bis hin zur physischen Flugunterbrechung anzumerken, dass in Deutschland ein Abschuss eines entführten Flugzeugs, das als Waffe gegen Kernkraftwerke eingesetzt werden soll, laut Urteil des Obersten Gerichtshofs mit dem Grundgesetz unvereinbar ist. (ATW 2006)

In der Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument wurde gefordert, dass in den UVP-Dokumenten insbesondere detaillierte Angaben bzgl. der Anforderungen an die Auslegung gegen den **gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeuges** inkludiert sein sollen. Laut UVP-Bericht bestätigen die Lieferanten der betrachteten Reaktoren die Widerstandsfähigkeit gegen den Absturz eines Verkehrsflugzeuges, jedoch muss die von den Lieferanten deklarierte Widerstandsfähigkeit noch in Sicherheitsanalysen während des Genehmigungsprozesses nachgewiesen werden. Es liegen bereits Untersuchungen von anderen Genehmigungsbehörden vor, diese könnten im Rahmen des UVP-Berichts verwendet werden. Dabei zeigte z. B. die Bewertung der finnischen Aufsichtsbehörde, dass durch die vom Hersteller beabsichtigte Auslegung eines Reaktors der Generation III+ (AES-2006) gegen den gezielten Flugzeugabsturz der entsprechende Schutz nicht ausreichend gewährleistet ist. (UMWELTBUNDESAMT 2014b)

Im UVP-Bericht wird nicht erklärt, gegen welchen Typ von Verkehrsflugzeug das neue KKW ausgelegt sein muss. In einer Präsentation von Atomstroyexport auf einem IAEA Technical Meeting wurde z. B. angegeben, dass einer der betrachteten Reaktortypen, der AES-2006, nur gegen den Absturz eines Flugzeuges mit einem Gewicht bis 5,7 Tonnen ausgelegt ist (ASE 2015).

Auch wenn aus Gründen der Geheimhaltung Vorkehrungen gegen schwere Einwirkungen Dritter nicht im Detail öffentlich im UVP-Verfahren diskutiert werden können, sollten im UVP-Bericht die Anforderungen bezüglich des Schutzes gegen ein Verkehrsflugzeug dargelegt werden. Zu bedenken ist zudem, dass durch einen wirkungsvollen baulichen Schutz, der in der Regel auch öffentlich dargestellt werden kann, ein höheres Schutzniveau erreicht werden kann als durch eine Geheimhaltung der technischen, administrativen und personellen Schutzmaßnahmen.

So könnte durchaus angegeben werden, gegen welchen Typ von Verkehrsflugzeug das neue KKW geschützt sein muss. In Deutschland z. B. wird angegeben, gegen welchen Flugzeugtyp Analysen zum Schutz der Kernkraftwerke gegen einen terroristischen Flugzeugabsturz durchgeführt werden. Als schwerste Verkehrsmaschine wird exemplarisch ein Airbus A340-600 (vergleichbar hin-

sichtlich der Lasten der Einwirkungen auf Gebäude mit einer Boeing 747) unterstellt. (BMUB 2016)

Im UVP-Bericht wird zudem erklärt, dass die Lieferanten eine realistische Beurteilung von etwaigen Absturzfolgen eines großen Verkehrsflugzeuges durchführen müssen. Eine realistische Bewertung lässt deutlich mehr Ermessensspielraum als eine konservative Nachweisführung und führt in der Regel zum Abbau von Sicherheitsreserven.

Bereits aus den Angaben des Scoping-Dokuments wurde deutlich, dass sich Anforderungen des neuen Kernkraftwerks an den **physischen Schutz** stark an bisherigen Anforderungen orientieren. Eine Verbesserung des bisherigen Systems des physischen Schutzes wäre jedoch aus zwei Gründen erforderlich: Zum einen müssen im europäischen Raum gezielte Terrorangriffe auch auf kerntechnische Anlagen für möglich gehalten werden. Zu bedenken ist zum anderen in diesem Zusammenhang, dass mit Drohnen, die im militärischen Kontext zur Aufklärung, d. h. zum Ausspionieren eines geplanten Angriffsziels, verwendet werden, Mittel zur Informationsbeschaffung der vorhandenen organisatorischen, technischen und personellen Schutzmaßnahmen des physischen Schutzes existieren. Mit der Bewachung der KKW durch die Polizei hat die Tschechische Republik auf diese Bedrohungssituation reagiert.

Zurzeit und zukünftig sind aber auch weitere Angriffsszenarien denkbar. Insbesondere weisen Fachleute auf die Gefahr von **Cyber-Angriffen** hin. Laut UVP-Bericht ist ein Schutz vor möglichen Cyber-Angriffen im neuen KKW gewährleistet. Die **Nuclear Threat Initiative** (NTI) bewertete die Maßnahmen, die unterschiedliche Länder zum Schutz vor Terrorangriffen und Sabotage in ihren kerntechnischen Anlagen treffen. Dabei werden nicht die konkreten Maßnahmen bei einzelnen Anlagen bewertet, sondern die Aktivitäten der Regierung und die gesetzlichen Anforderungen. Laut NTI (2017) ist die erreichte Punktzahl hinsichtlich eines Schutzes vor Cyber-Angriffen in der Tschechischen Republik im Jahr 2016 niedrig, es wurden nur 25 von 100 möglichen Punkten erreicht. Dies Ergebnis kann auf einen unzureichenden Schutz vor Cyber-Angriffen hinweisen.

Die IAEA hat den **“International Physical Protection Advisory Service”** (IPPAS) eingerichtet, um Länder bei der Verbesserung ihres Schutzes vor Sabotage und Terrorangriffen zu unterstützen. (IAEA 2017) Eine derartige Mission wurde bisher in der Tschechischen Republik nicht durchgeführt.

Laut UVP-Bericht zum geplanten KKW Bohunice in der Slowakei kann als abdeckender Terroranschlag, d. h. ein Terroranschlag mit den heftigsten Auswirkungen gegen das geplante KKW, ein absichtlicher Absturz eines großen Passagier- oder Militärflugzeugs betrachtet werden. Im UVP-Bericht zum geplanten KKW am Standort Dukovany wird hingegen nicht genannt, welches Szenario als abdeckender Terrorangriff betrachtet wird.

Die US-amerikanische Aufsichtsbehörde (NRC) wie auch die Genehmigungsbehörden anderer Länder verwenden den so genannte **Design Basis Threat** (DBT) in ihren Vorschriften bezüglich der Sicherung der Kerneinrichtungen. Auch in der Tschechischen Republik wird das Konzept des DBT verwendet. DBTs beschreiben einen bestimmten Satz an Angriffsmerkmalen, die im Sicherheitskonzept der kerntechnischen Anlagen betrachtet werden müssen. Die genauen Angaben sind geheimhaltungswürdig, aber allgemeine Annahmen können bekannt gegeben werden. Zum Beispiel wird die allgemeine Charakteristik des

Design Basis Threat (DBT) für die US-amerikanischen kerntechnischen Anlagen angegeben. Der DBT ist nicht die „worst-case“ Bedrohung, sondern definiert ein abdeckendes Angriffsszenario gegen welchen der Betreiber einer kerntechnischen Einrichtung für Schutz sorgen muss. Für den Schutz gegen darüber hinausgehende Angriffsszenarien sind der Staat bzw. die entsprechenden staatlichen Behörden zuständig. (NAS 2016) In der UVP-Dokumentation könnte die allgemeine Charakteristik der DBT in der Tschechischen Republik genannt werden.

Die Identifikation von terroristischen Bedrohungen für kerntechnische Anlagen ist ein wichtiger Teil der Planung der Sicherungsmaßnahmen (NAS 2016). Experten sehen die Notwendigkeit die Bedrohung durch Terrorangriffe systematischer zu untersuchen und schlagen **probabilistische Risikoanalysen** (PRA) bzw. probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA) vor. Es können zum Beispiel Ereignisbäume verwendet werden, um mögliche Angriffsszenarien systematisch zu untersuchen. Aus der PSA für Terrorangriffe können ähnlich wie aus der PSA für technische Fragen nützliche Hinweise abgeleitet werden. Der aktuelle Entwicklungsstand der Risikoanalysen für Terrorangriffe ist vergleichbar mit dem Entwicklungsstand von probabilistischen Sicherheitsanalysen zu technischen Fragen Anfang der 1970er Jahre. Seitdem sind diese erheblich verbessert worden. Eine entsprechende Weiterentwicklung ist aus Sicht der Experten auch für die PSA bezüglich potenzieller Terroranschläge möglich.

Die Experten erklären zusammenfassend in NAS (2016): Auch wenn die Bewertung nicht vollständig ist, und an manchen Stellen von der subjektiven Einschätzung von Experten abhängt und große Unsicherheiten aufweist, kann das Verständnis des Risikos von Terrorangriffen auf kerntechnische Einrichtungen durch eine Risikobewertung verbessert werden.

Bezüglich der von Experten empfohlenen probabilistischen Analysen könnte im UVP-Bericht allgemein erwähnt werden, ob in der Tschechischen Republik solche Überlegungen bestehen oder bereits Eingang in das Regelwerk gefunden haben.

Durch **mögliche Terrorangriffe auf die anderen kerntechnischen Anlagen** am Standort Dukovany besteht eine indirekte Bedrohung für das geplante neue Kernkraftwerk. Freisetzungen in einer Anlage können zu einer Beeinträchtigung der Sicherheit des geplanten Kernkraftwerks durch Blockierung der Zufahrtswege, Beschränkungen der Zugänge oder Engpässe bei der Feuerwehr führen. Bei Bodenangriffen sind außerdem aufgrund konkurrierender Anforderungen an den Werkschutz mögliche Engpässe im Hinblick auf Personal und Ausrüstung zu befürchten. Für das bestehende KKW Dukovany ist aufgrund der geringen Wandstärke des Reaktorgebäudes die Verwundbarkeit gegenüber Terrorangriffen relativ hoch. Bei einem zufälligen oder absichtlich herbeigeführten Absturz eines Verkehrsflugzeuges droht ein Kernschmelzunfall mit großen Freisetzungen, die früh nach Unfallauslösung auftreten. Außerdem befindet sich das Lagerbecken für abgebrannte Brennstäbe außerhalb des Sicherheitsbehälters – im Falle der Beschädigung seiner Struktur und Verlust der Kühlung sind hohe Freisetzungen möglich. (UMWELTBUNDESAMT 2014c)

Im Zusammenhang mit der Errichtung des neuen KKW am Standort Dukovany sollte auch die Auswirkung der **Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente** betrachtet werden. Die zurzeit auf dem Markt befindlichen Konzepte für Zwischenlager unterscheiden sich in ihrer Robustheit gegen externe Einwir-

kungen erheblich. Unterhalb der Erdoberfläche befindliche Lager könnten einen besseren Schutz gegenüber einem gezielten (oder unfallbedingten) Flugzeugabsturz als im Freien aufgestellte Behälter bieten. Der Absturz eines Verkehrsflugzeuges und daraus möglicherweise resultierende Brände mit Temperaturen von über 1.000 °C können bei fehlender Auslegung der Lagergebäude oder bei Lagerung der Behälter im Freien zu einem Integritätsverlust der Behälter und zu massiven radioaktiven Freisetzungen führen. Die zurzeit am Standort vorhandenen Zwischenlager entsprechen nicht den modernen Anforderungen an einen baulichen Schutz gegen Flugzeugabsturz.

Neben einem möglichen terroristischen Flugzeugangriff auf das Zwischenlager ist der Einsatz von panzerbrechenden Waffen gegen die Behälter ein Szenario, welches in Deutschland im Rahmen der Genehmigung von Zwischenlagern betrachtet wird. Dabei wird unterstellt, dass eine Gruppe von Tätern in das Zwischenlager eindringt und mit panzerbrechenden Waffen die Behälter beschädigt. Durch einen Beschuss mit einem sogenannten Hohlladungsgeschoss kann die Wand eines metallischen Behälters durchschlagen und in seinem Inneren Brennstoff zerstäubt werden. Durch den Druckaufbau würde eine nennenswerte Menge an radioaktivem Material in die Atmosphäre freigesetzt. In Deutschland sind in den letzten Jahren Nachrüstungen erfolgt, um die Zwischenlager gegen ein derartiges Szenario zu schützen.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch nicht auszuschließen, dass ein Unfall oder ein Terroranschlag während eines **Transports mit abgebrannten Brennelementen** zum Zwischenlager oder zum erwarteten Endlagerstandort Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet hat. Bisher ist noch nicht entschieden, wo die Endlagerung erfolgen soll. Im UVP-Bericht wird erklärt, dass eventuelle Risiken von Transportvorgängen berücksichtigt werden müssen, um die Wahrscheinlichkeit eines Unfallvorkommens zu minimieren. Welche Risiken hierbei berücksichtigt werden, wird nicht erwähnt.

Eine Darlegung, wie das Niveau des Schutzes des geplanten Kernkraftwerkes und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente die **Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie** beeinflussen wird, fehlt.

Ableich mit den Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation und dem Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik

Laut der Fachstellungnahme zum Scoping-Dokument (UMWELTBUNDESAMT 2016a) sollten in den UVP-Dokumenten einige Fragen zum Schutz vor möglichen Terrorangriffen und Sabotagehandlungen thematisiert werden. So sollten die Anforderungen bezüglich der Auslegung für das geplante KKW gegen den gezielten Absturz eines Verkehrsflugzeuges genannt werden. Dabei sollte auch auf die diesbezüglichen Empfehlungen der WENRA (2013) eingegangen werden. Informationen zu diesem Thema sind im UVP-Bericht enthalten, allerdings blieben einige Fragen offen. Das Gleiche gilt hinsichtlich einer Gefährdung des geplanten KKW durch Cyber-Angriffen. (siehe Kapitel 5.3)

Es wurde in ausreichendem Umfang erklärt, wie in der Tschechischen Republik auf die sich ändernde Bedrohungssituation für kerntechnische Anlagen reagiert wurde.

Auf die Frage zum Einfluss des Schutzniveaus des geplanten Kernkraftwerks und der Zwischenlagerung für abgebrannte Brennelemente auf die Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie wurde nicht eingegangen. Auch die Auslegung des neuen Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente gegen mögliche Terrorangriffe wurde nicht behandelt.

Im Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik (SCOPINGSPRUCH 2016) wird unter Punkt 22 gefordert, die wichtigsten Prinzipien des physischen Schutzes und der Art der Sicherstellung des Schutzes gegen Terrorangriffe, einschließlich Cyber-Angriffe und Sabotage, sowie für den Kriegsfall zu beschreiben. Dieses ist im UVP-BERICHT (2017) erfolgt, allerdings verbleiben einige Fragen (siehe Kapitel 5.3)

In SCOPINGSPRUCH (2016) wird eine Ergänzung der Information über den Transport von Nuklearbrennstoff gefordert. Allerdings wird, wie oben erwähnt, nicht erläutert, welche Risiken beim Transport berücksichtigt werden.

5.3 Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Schwere Einwirkungen Dritter (Terrorangriffe oder Sabotagehandlungen) können erhebliche Auswirkungen auf Kernanlagen und somit auch auf das geplante Kernkraftwerk am Standort Dukovany haben und so einen schweren Unfall auslösen. Auch wenn aus berechtigten Gründen der Geheimhaltung Vorkehrungen gegen mögliche Terrorangriffe und Sabotagehandlungen nicht im Detail öffentlich im UVP-Verfahren diskutiert werden können, hätten in den UVP-Dokumenten zumindest die Anforderungen an den Terrorschutz an einigen Stellen im etwas größeren Umfang dargelegt werden können. So wurde weder genannt, welches die Design Basis Threats (DBTs) sind, gegen welche das KKW ausgelegt sein muss, noch ob zusätzlich probabilistische Analysen verwendet werden, um das Risiko durch Terrorangriffe systematischer zu untersuchen. Zudem wird nicht genannt, gegen welchen Typ von Verkehrsflugzeug das neue KKW ausgelegt sein muss. Dabei ist zu bedenken, dass durch einen wirkungsvollen baulichen Schutz, der in der Regel auch öffentlich genannt werden kann, ein höheres Schutzniveau erreicht werden kann als durch eine Geheimhaltung der technischen, administrativen und personellen Schutzmaßnahmen.

Im Zusammenhang mit der Errichtung des neuen KKW sollte auch ein potentieller Terrorangriff auf das neue Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente betrachtet werden. Für die Auswahl der technologischen Lagervariante sollte der Schutz vor möglichen Terrorangriffen berücksichtigt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt ist nicht auszuschließen, dass ein Terroranschlag während eines Transports mit abgebrannten Brennelementen zum Standort des geologischen Tiefenlagers Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet hat. Bei der Auswahl des Lieferanten für das neue Kernkraftwerk und das Zwischenlager sollte der Schutz vor möglichen Terrorangriffen berücksichtigt werden.

5.3.1 Fragen

- *Gegen welchen Typ von Verkehrsflugzeug muss das geplante KKW ausgelegt sein? Werden die Empfehlungen der WENRA vollständig in das Regelwerk übernommen? An welchen Stellen bestehen ggf. Abweichungen und wie werden diese begründet? Welche Annahmen werden für dieses Szenario für „realistisch“ gehalten bzw. bei welchen Punkten wird auf konservative Berechnungen verzichtet?*
- *Welche der betrachteten Reaktorooptionen erfüllt nach heutigem Kenntnisstand die Anforderungen der WENRA bezüglich des Schutzes gegen einen Flugzeugabsturz (nicht nur durch Angaben des Lieferanten, sondern aufgrund entsprechender Genehmigung durch Genehmigungsbehörden anderer Länder)?*
- *Sind seit der Bewertung durch die Nuclear Threat Initiative (NTI 2017), die einen geringen Schutz gegen Cyber-Angriffe in der Tschechischen Republik feststellte, Verbesserung erfolgt? Wie wird das Ergebnis des NTI bewertet?*
- *Gegen welche Design Basis Threats (DBTs) muss das neue KKW ausgelegt sein? In welchem Intervall wird die Festlegung der DBTs überprüft?*
- *Werden probabilistische Analysen verwendet, um das Risiko durch Terrorangriffe systematisch zu untersuchen oder ist dieses zukünftig geplant? Sind jetzt oder zukünftig entsprechende probabilistische Untersuchungen in den gesetzlichen Anforderungen für die Genehmigung eines neuen KKW vorgesehen?*
- *Ist eine Überprüfung der IAEA durch den “International Physical Protection Advisory Service” (IPPAS) in der Tschechischen Republik geplant?*
- *Hat ein unterschiedlich hohes auslegungsbedingtes Schutzniveau bezüglich potenzieller Terrorangriffe einen Einfluss auf die Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie für das geplante Kernkraftwerk und das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente?*

Darüber hinaus wäre es wünschenswert, wenn Informationen zu folgenden Fragen vorgelegt würden:

- *Gegen welche potenziellen Terrorangriffe muss das neue Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente laut gesetzlicher Anforderungen ausgelegt sein? Muss es gegen einen Absturz eines Verkehrsflugzeugs und gegen einen Angriff mit panzerbrechenden Waffen ausgelegt oder geschützt sein?*
- *Welche Risiken werden bei den erforderlichen Transporten von abgebrannten Brennelementen berücksichtigt, schließen diese auch potenzielle Terroranschläge (z. B. Angriffe mit panzerbrechenden Waffen) ein?*

5.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- *Es wird empfohlen, das unterschiedliche Schutzniveau gegen Terroranschläge bei der Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie für das neue KKW und das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente zu berücksichtigen.*

6 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

6.1 Darstellung im UVP-Bericht

Kapitel D.III. behandelt die Möglichkeiten grenzüberschreitender Auswirkungen. (UVP-BERICHT 2017, S. 563) Dort wird erklärt, dass aus der Analyse der Folgen von außerordentlichen Strahlenergieereignissen hervorgeht, dass für Auslegungsstörfälle und schwere Unfälle das zulässige Risiko nach SÚJB bzw. WENRA nicht überschritten werde. Es seien bereits alle Anforderungen zum Schutz der Umwelt und der öffentlichen Gesundheit im unmittelbar angrenzenden Gebiet erfüllt, während sich die Nachbarstaaten in Dutzenden bis Hunderten von Kilometern Entfernung befänden (Republik Österreich 31 km, Slowakische Republik 77 km, Polen 118 km, Ungarn 142 km, Bundesrepublik Deutschland 170 km). Insofern sei die Entstehung von grenzüberschreitenden Auswirkungen praktisch ausgeschlossen. Dies wurde anhand von Ergebnissen detaillierter Analysen der Strahlenauswirkungen für das grenznahe Gebiet der nächsten benachbarten Staaten wie folgt diskutiert.

Zur Überprüfung, ob grenzüberschreitende Auswirkungen durch ionisierende Strahlung durch das geplante KKW im **Normalbetrieb** entstehen können, wurden Ausbreitungsrechnungen und Dosisabschätzungen durchgeführt. (UVP-BERICHT 2017, Kap. D.I.3.3, S. 399ff.) Diese Berechnungen wurden mit dem Programm ESTE AI durchgeführt, die Parameter für die repräsentativen Personen in Bezug auf Aufenthalt im Freien, Abschirmung der Wohnung, Essverhalten, Freizeitverhalten etc. wurden vorgelegt. Ergebnisse für Österreich werden in Tabelle D28 zusammengestellt und in Kap. D.I.3.3.7 (UVP-BERICHT 2017, S. 438f.) wie folgt zusammengefasst: Die höchste Dosis aus dem Normalbetrieb wird in den Gemeinden Wilhelmsdorf und Poysdorf erwartet, sie beträgt je nach Anzahl der neu installierten MWe und weiterbetriebenen Reaktoren EDU 1-4 entweder 1,1 oder 1,0 μSv pro Jahr für die repräsentative Person. An jährlichen Kollektivdosen sind aus dem Normalbetrieb 0,31 bzw. 0,25 mSv zu erwarten.

Stör- und Unfälle mit grenzüberschreitenden Auswirkungen werden in Kapitel D.II.1.4 beschrieben. (UVP-BERICHT 2017, S. 501ff.) Zur näheren Beschreibung und Diskussion der Stör- und Unfälle und deren Quellterme siehe auch Kapitel 4. Die folgenden Berechnungen wurden durchgeführt:

- **Auslegungsstörfälle (DBA = Design Basis Accident):** Ein solcher Störfall darf nicht dazu führen, dass Schutzmaßnahmen in der Umgebung des KKW nötig werden. Es werden zwei Arten von Auslegungsstörfällen untersucht, und zwar 1) ein DBA, der im Kühlsystem entsteht und eine bodennahe Freisetzung zur Folge hat, und 2) ein DBA, der außerhalb des Kühlsystems entsteht und mit einer hohen Freisetzungshöhe verbunden ist. Einerseits wurden dabei Berechnungen anhand realer Wetterdaten der meteorologischen Station ČHMÚ Dukovany durchgeführt (in Folge Wahrscheinlichkeitsrechnung genannt), andererseits wurde konservativ eine gleichbleibende Wettersituation angenommen, variiert mit oder ohne Regen (in Folge deterministische Berechnung genannt). (UVP-BERICHT 2017, S. 522) Diese deterministischen Berechnungen erfolgten jeweils für zwei Wettersituationen (die wahrscheinlichste Situation D und die stabilste Situation F).

- **Schwerer Unfall:** Dabei wird angenommen, dass es zu einer Kernschmelze kommt, Nuklide in den Primärkreislauf entweichen, der Reaktorbehälter versagt, und es daher zu einer nennenswerten Freisetzung in die Umgebung kommt. Das Containment bleibt jedoch grundsätzlich erhalten, wenngleich es als undicht angenommen wird. Auf der INES-Skala würde ein solcher Unfall maximal der Stufe 5 entsprechen. (UVP-BERICHT 2017, S. 504) Ein Quellterm für Cs-137 von 30 TBq und für I-131 von 1.000 TBq wird den Berechnungen zugrunde gelegt. (UVP-BERICHT 2017, S. 519) Für die Ausbreitungsrechnung (nur Wahrscheinlichkeitsrechnung) wurde ebenfalls auf reale Wetterdaten der meteorologischen Station ČHMÚ Dukovany zurückgegriffen.

Für alle betrachteten Stör- und Unfälle wurden Ausbreitungsrechnungen und Dosisberechnungen durchgeführt, und zwar mit dem Programm ESTE der Firma ABMerit. Die Ingestionsdosisberechnungen wurden mit PC COSYMA – ECOSYS durchgeführt. In Kapitel D.II.1.7.1.2 ist beschrieben, welche Parameter dabei verwendet wurden.

Als Ergebnisse dieser Stör- und Unfallberechnungen werden Dosis- und Kontaminationswerte bis zu einem Radius von 100 km vorgelegt. Es wurden auch Berechnungen darüber hinaus in einem Raster von 530 km durchgeführt (UVP-BERICHT 2017, S. 521f.), deren Ergebnisse wurden jedoch nicht vorgelegt.

Folgende Expositionswege wurden betrachtet:

- externe Bestrahlung von der durchziehenden radioaktiven Wolke,
- externe Bestrahlung von den auf der Erdoberfläche deponierten Radionukliden,
- interne Bestrahlung durch Inhalation,
- interne Bestrahlung durch Aufnahme von kontaminierten Lebensmitteln und Wasser (Ingestion), unter Berücksichtigung verschiedener Lebensmittelverbrauchs Körbe für die Tschechische Republik und für Österreich.

Die Lebensmittelkörbe stammen von den statistischen Ämtern, der sogenannte „Melk-Korb“ wurde im Rahmen des Melker Protokolls zwischen der österreichischen und der tschechischen Seite vereinbart, er beschreibt den Lebensmittelverbrauch von BäuerInnen aus lokalen Betrieben („Farmer“). Die Verbrauchsdaten laut folgender Tabelle flossen in die Berechnungen ein.

*Tabelle 1:
Jahresverbrauch an
bestimmten
Lebensmittelgruppen
aus lokaler Produktion
(UVP-BERICHT 2017,
S. 523)*

Jahresverbrauch an Lebensmitteln in l bzw. kg/Jahr	CZ 2014	AT 2014	AT Melk („Farmer“)
Milch und Milchprodukte	177,4	85,0	152
Rindfleisch	5,9	9,0	22,4
Schweinefleisch	30,5	29,3	52,2
Blattgemüse	11,9	21,1	37,2
Wurzelgemüse	21,3	14,9	13,1
Sonstiges (blattloses) Gemüse	64,8	85,2	87
Kartoffeln	52,6	35,0	61,3
Getreide	105,6	68,1	65,6

Für Getreide, Gemüse und Obst, die im Jahr 2014 real in einer Umgebung von 100 km angebaut wurden, wurde via Satellit die Größe der Anbaufläche bewertet. Für Österreich wurden dabei folgende landwirtschaftliche Produkte erhoben:

Landwirtschaftliche Produkte	Fläche in Österreich bis zum 100km-Radius, in ha
Weizen	145.949
Gerste	10.995
Kartoffel	1.734
Mais	144.370
Luzerne	19.849
Obstbaumanlagen	0
Weinstöcke	36.825
Gemüse	66.558
Weideland	9.225

*Tabelle 2:
Anbaufläche für
landwirtschaftliche
Produkte auf Basis von
Satellitenbeobachtungen
(UVP-BERICHT 2017,
S. 523)*

Folgen der Auslegungsstörfälle für Österreich

1. DBA 1, Entstehung im Kühlsystem, bodennahe Freisetzung

Die Individualdosen für denjenigen Teil Österreichs, der direkt an der Grenze zu Tschechien liegt („30 km“), werden wie folgt ausgewiesen:

Tabelle 3: Dosis in Österreich aus Auslegungsstörfall 1 (UVP-BERICHT 2017, S. 526f und 529)

DBA 1																								
Ent- fernung	Wahrscheinlichkeitsberechnungen								Deterministische Berechnungen, Wettersituation D				Deterministische Berechnungen, Wettersituation F											
	Effektivdosis über 2 Tage in μSv		Effektivdosis über 7 Tage in μSv		Schilddrüsendosis in μSv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingesti- on (CZ Korb) in μSv		Effektivdosis über 2 Tage in μSv		Effektivdosis über 7 Tage in μSv		Schilddrüsendosis in μSv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingesti- on (CZ Korb) in μSv									
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen						
30 km	17	38	17	39	57	120	37	92	24	25	25	27	86	78	100	700	35	34	36	36	97	78	500	950
50 km	6,3	13	6,6	14	23	47	15	35	11	12	12	13	44	37			6,2	6	6,5	6,5	20	14		
75 km	2,7	6,1	2,8	6,4	11	23	7,2	16	4,7	4,8	4,9	5,4	19	15			2,2	2	2,4	2,3	9,3	5,4		
100 km	1,5	3,5	1,6	3,7	6,6	14	4,6	11	2,4	2,4	2,5	2,8	11	7,6			1,1	0,92	1,2	1,1	5,4	2,6		

Die Aktivitätskonzentrationen der Leitnuklide, u. a. Cs-137 und I-131, in der Luft und die erwarteten Depositionswerte werden wie folgt angegeben:

Tabelle 4: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 1 (UVP-BERICHT 2017, S. 529); die Einheit $\text{Bq}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ wurde in $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein

DBA 1	I-131 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$		I-131 Bq/m^2		Cs-137 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$		Cs-137 Bq/m^2	
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil
30 km	236	528	5.300	12.000	50	128	400	1.100
50 km	97	197	2.200	4.600	21	47	170	430
75 km	47	97	1.100	2.300	11	25	91	210
100 km	28	58	690	1.500	7	16	62	160

Mit 50%iger Wahrscheinlichkeit werden in Österreich keine Verbote landwirtschaftlicher Warengruppen nötig sein. Weiters kann es sieben Tage nach dem Auslegungsstörfall mit 5%iger Wahrscheinlichkeit zu einem Verbot für die In-Verkehr-Setzung von Milch, die von mit I-131 kontaminierten Weideflächen stammt, kommen, dies betrifft 175 ha Weiden und 13,6 t Milch. (UVP-BERICHT 2017, S. 529)

2. DBA 2, Entstehung außerhalb des Kühlsystems, mit hoher Freisetzungshöhe:

Die Individualdosen für diejenigen Teile Österreichs, die direkt an der Grenze zu Tschechien liegen („30 km“), werden wie folgt ausgewiesen:

Tabelle 5: Dosis in Österreich aus Auslegungsstörfall DBA 2 (UVP-Bericht 2017, S. 531 und 535)

DBA 2																								
Entfernung	Wahrscheinlichkeitsberechnungen								Deterministische Berechnungen, Wettersituation D								Deterministische Berechnungen, Wettersituation F							
	Effektivdosis über 2 Tage in μSv		Effektivdosis über 7 Tage in μSv		Schilddrüsendosis in μSv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingestion (CZ Korb) in μSv		Effektivdosis über 2 Tage in μSv		Effektivdosis über 7 Tage in μSv		Schilddrüsendosis in μSv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingestion (CZ Korb) in μSv		Effektivdosis über 2 Tage in μSv		Effektivdosis über 7 Tage in μSv		Schilddrüsendosis in μSv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingestion (CZ Korb) in μSv	
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen	ohne Regen	mit Regen
30 km	19	42	19	42	5	10	20	47	28	28	28	28	7,1	6,5	Wert fehlt	31	34	34	34	34	8,7	7,1	37	37
50 km	8	17	8	17	2,3	4,4	8,3	19	14	14	14	14	4,1	3,6			8,4	8,3	8,4	8,4	2,4	1,8		
75 km	3,6	7,8	3,6	7,8	1,2	2,4	3,7	8,7	6,6	6,6	6,6	6,6	2,1	1,7			3,1	3,1	3,1	3,1	1,2	0,75		
100 km	2	4,7	2	4,7	0,74	1,6	2,1	5,2	3,3	3,3	3,3	3,3	1,2	0,88			1,4	1,4	1,4	1,4	0,72	0,36		

Tabelle 6: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 2 (UVP-BERICHT 2017, S. 534); die Einheit $Bq*s/m^3$ wurde in $Bq*h/m^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein; Cs wurde bei DBA 2 nicht freigesetzt.

DBA 2	I-131 Bq*h/m ³		I-131 Bq/m ²	
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil
30 km	21	44	460	1.100
50 km	9	18	220	450
75 km	5	10	110	250
100 km	3	7	77	170

Für Österreich werden keine Verkaufsverbote für lokal produzierte Lebensmittel erwartet. (UVP-BERICHT 107, S. 535)

3. Schwerer Unfall

Die Individualdosen für denjenigen Teil Österreichs, der direkt an der Grenze zu Tschechien liegt („30 km“), werden wie folgt ausgewiesen:

Tabelle 7: Dosis in Österreich aus dem schweren Unfall (UVP-Bericht 2017, S. 537 und 539f.)

Entfernung	Wahrscheinlichkeitsberechnungen							
	Effektivdosis über 2 Tage in μ Sv		Effektivdosis über 7 Tage in μ Sv		Schilddrüsendosis in μ Sv		Effektivdosis pro Jahr inkl. Ingestion (CZ Korb) in μ Sv	
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil
30 km	260	540	310	610	2.800	5.800	700	1.800
50 km	110	260	130	290	1.100	2.700	300	920
75 km	44	120	53	140	470	120	140	440
100 km	25	65	30	70	270	640	80	270

Für Wien, das in ca. 100 km Entfernung liegt, wird eine 2-Tages-Effektivdosis von durchschnittlich 30 μ Sv (95%-Quantil bis 70 μ Sv) angegeben; die Effektivdosis pro Jahr inklusive Ingestion beträgt im Durchschnitt 80 μ Sv (95%-Quantil bis 270 μ Sv). (UVP-BERICHT 2017, S. 539)

Tabelle 8: Aktivitätskonzentration und Deposition in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall (UVP-BERICHT 2017, S. 539); die Einheit $Bq*s/m^3$ wurde in $Bq*h/m^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein.

	I-131 Bq*h/m ³		I-131 Bq/m ²		Cs-137 Bq*h/m ³		Cs-137 Bq/m ²	
	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil	Durchschnitt	95%-Quantil
30 km	11.944	24.722	240.000	480.000	611	1.139	5.000	9.300
50 km	4.722	11.389	99.000	220.000	261	556	2.300	5.000
75 km	2.028	5.000	43.000	110.000	125	272	1.100	2.300
100 km	1.167	2.750	25.000	56.000	75	172	680	1.600

In Tab. D.95 (UVP-BERICHT 2017, S. 540) werden für verschiedene landwirtschaftliche Produkte Anbauflächen in ha und Mengen in t angegeben, die durch einen schweren Unfall über dem EU-Limit liegen könnten (bis zu 100km). So wird etwa für Weizen davon ausgegangen, dass durch eine 7-tägige Kontamination 10.000 t über dem EU-Limit sein werden, bei Milch werden 700 t geschätzt, 40.000 t Blattgemüse und 30.000 t blattloses Gemüse, etc.

Mit 50%iger Wahrscheinlichkeit werden in Österreich keine Verbote landwirtschaftlicher Warengruppen nötig sein, mit Ausnahme von 30 t Milch. (UVP-BERICHT 2017, S. 540)

6.2 Diskussion und Bewertung

Das Programm ESTE, welches für die Berechnung von außerordentlichen Ereignissen im UVP-Bericht verwendet wird, wird seit mehreren Jahren von einigen internationalen Organisationen und nationalen Behörden verwendet, u. a. von Österreich sowie der IAEA. Die Verwendung der Parameter für die deterministische Berechnung entspricht der internationalen Praxis.

Bezüglich der unterstellten Freisetzungshöhe wird im UVP-Bericht erklärt, dass für konservative Berechnungen radiologischer Auswirkungen in den Störfallanalysen eine bodennahe Freisetzung angenommen wird. Mit Ausnahme der sehr spezifischen meteorologischen Bedingungen führt eine bodennahe Freisetzung bei gleichem Quellterm zu deutlich höheren Dosen in der Umgebung der Kernanlage. Auch wenn diese Aussage für die Umgebung des KKW zutreffend ist, stimmt diese für größere Entfernungen nicht. Zur Berechnung möglicher grenzüberschreitender Auswirkungen sollten daher vergleichend Ausbreitungsrechnungen für größere Freisetzungshöhen durchgeführt werden.

Auslegungsstörfälle und schwerer Unfall

Die berechneten **Dosen** aus einem Stör- oder Unfall müssen zunächst mit der in Österreich gültigen Interventionsverordnung (INTV 2017) verglichen werden um zu sehen, ob **Interventionsmaßnahmen** zu setzen sind. Die österreichischen Dosiswerte sind in einigen Punkten niedriger als die tschechischen, daher erfolgt der Abgleich mit den Werten nach INTV (2017).

Dabei zeigt sich, dass kein einziger Dosiswert des 95%-Quantils¹⁵ eine Strahlenschutzmaßnahme laut INTV (2017) erforderlich macht. Die folgende Tabelle zeigt diese Werte.

¹⁵ Ein Quantil ist ein statistisches Lagemaß. Für das 95%-Quantil bedeutet das, dass 95% aller berechneten Dosen unter dem Wert des 95%-Quantils liegen – und 5% darüber.

Tabelle 9: Interventionsmaßnahmen in Österreich laut IntV (2017)

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

Bei den Berechnungen der Auswirkungen aus den Stör- und Unfällen bleiben jedoch einige Punkte ungeklärt, die eventuell zu einem anderen Berechnungs- und Bewertungsergebnis führen könnten:

- Wie hoch sind die **Dosiswerte der 5 %, die über dem 95%-Quantil liegen?**
- Über welchen Zeitraum erfolgt die Integration der Schilddrüsendosis aus Iodaufnahme?
- Welche Expositionspfade liegen den einzelnen Dosisberechnungen zugrunde?
- Es scheint überhaupt keine Dosis für kritische Gruppen wie **Säuglinge, schwangere Frauen oder Kinder** berechnet worden zu sein, wie z. B. auch die 50 Jahre Folgedosis zeigt, für Kinder müsste dies 70 Jahre betragen. Offen bleibt daher die Frage, ob bei einer gesonderten Berechnung der Dosis für diese kritischen Gruppen Dosiswerte erreicht würden, die Interventionsmaßnahmen erforderlich machen würden. Gerade bei den Ergebnissen für den schweren Unfall stellt sich diese Frage, da die berechneten Werte relativ nahe zu den österreichischen Interventionswerten liegen: 5,8 mSv Schilddrüsensdosis über 2 Tage (ab 10 mSv müsste in Österreich für Kinder < 18 Jahre und Schwangeren die Gabe von Kaliumiodid erfolgen), und die 2-Tages-Dosis von 0,54 mSv – der Interventionswert für Kinder und Schwangere für den Aufenthalt im Haus beträgt 1 mSv). Gerade hier ist zu prüfen, wie hoch die Maximaldosis sein kann.
- Weiters stellt sich für Österreich auch die Frage, ob durch Auslegungsstörfälle oder einen schweren Unfall das **Jahreslimit der Effektivdosis von 1 mSv** überschritten wird. Hier zeigt sich, dass bei einem schweren Unfall das 95%-Quantil mit 1,8 mSv (inklusive Ingestion) dieses Jahreslimit in einer Entfernung von 30 km überschreitet; bis zu einer Entfernung von 50 km kann die jährliche Effektivdosis über 1 mSv betragen. (UVP-BERICHT 2017, S. 539, Abb D.83) Diese Dosiswerte wurden für den tschechischen Lebensmittelkorb berechnet. Hier fehlt daher die Berechnung für den **österreichischen Lebensmittelkorb**, und auch für den Lebensmittelkorb laut Melker Prozess, der einen hohen Anteil an lokal produzierten Lebensmitteln beinhaltet. Der Lebensmittelkorb sollte auch Verbrauchsdaten zu **Wildfleisch, Pilzen und Beeren** enthalten, da diese einen großen Beitrag zur Ingestionsdosis leisten

können. Unklar ist, ob **kontaminiertes Trinkwasser** in die Ingestionsdosis einberechnet wurde. Weiters könnten auch hier durch die Angabe der Maximaldosis und durch die gesonderte Berechnung für **Kinder und Schwangere** noch höhere Überschreitungen des Dosislimits resultieren.

- Für die Ermittlung von Verbrauchsdaten aus Österreich wurde auf Satellitenbilder zurückgegriffen, die im Umkreis von 100 km belegen sollen, welche Pflanzen landwirtschaftlich angebaut werden. (UVP-BERICHT 2017, S. 523) Nur solche Pflanzen wurden berücksichtigt. Es stellt sich die Frage, ob mit den Satellitenbildern auch Hausgärten ausgewertet werden konnten, die ja wesentlich zur Eigenversorgung beitragen können. Dies betrifft nicht nur den Obst-, sondern auch den Gemüsekonsum.

Auswirkungen auf die Landwirtschaft

In Österreich kommt ein Maßnahmenkatalog für radiologische Krisensituationen zum Einsatz (BMLFUW 2014), der bereits bei geringen Kontaminationen die Einleitung landwirtschaftlicher Schutzmaßnahmen fordert. Darin findet sich u. a. die Maßnahme A07 („Die unverzügliche Ernte von vermarktungsfähigen Produkten, insbesondere von lagerfähigen Produkten“) mit ihr zugeordneten (Prognose-)Werten:

Tabelle 10:
(Prognose-)Werte für die
landwirtschaftliche
Maßnahme A07
(BMLFUW 2014)

	I-131 Bq*h/m ³	I-131 Bq/m ²	Cs-137 Bq*h/m ³	Cs-137 Bq/m ²
Start von Maßnahme A07	170	700	350	650

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

Wenn man nun die Berechnungsergebnisse mit den Werten vergleicht, ab denen in Österreich die Maßnahme A07 starten soll, ergibt sich folgendes Bild, wenn man die 95%-Quantil-Werte für den Vergleich heranzieht. Überschreitungen der (Prognose-)Werte sind grau sichtbar gemacht. Beim schweren Unfall werden zu Vergleichszwecken auch die Durchschnittswerte angegeben.

Tabelle 11: Aktivitätskonzentration und Deposition, jeweils 95%-Quantil, in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 1 (UVP-BERICHT 2017, S. 529); die Einheit Bq*s/m³ wurde in Bq*h/m³ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein, Vergleich mit dem österreichischen Maßnahmenkatalog (BMLFUW 2014)

DBA 1	I-131 Bq*h/m ³	I-131 Bq/m ²	Cs-137 Bq*h/m ³	Cs-137 Bq/m ²
30 km	528	12.000	128	1.100
50 km	197	4.600	47	430
75 km	97	2.300	25	210
100 km	58	1.500	16	160
Start von Maßnahme A07	170	700	350	650

Tabelle 12: Aktivitätskonzentration und Deposition, jeweils 95%-Quantil, in verschiedener Entfernung zu Dukovany aus Auslegungsstörfall (DBA) 2 (UVP-BERICHT 2017, S. 534); die Einheit $\text{Bq}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ wurde in $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein; Cs wird bei DBA 2 nicht freigesetzt; Vergleich mit dem österreichischen Maßnahmenkatalog (BMLFUW 2014)

DBA 2	I-131 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	I-131 Bq/m^2
30 km	44	1.100
50 km	18	450
75 km	10	250
100 km	7	170
Start von Maßnahme A07	170	700

Tabelle 13: Aktivitätskonzentration und Deposition, 95%-Quantile in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall (UVP-BERICHT 2017, S. 539); die Einheit $\text{Bq}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ wurde in $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein; Vergleich mit dem österreichischen Maßnahmenkatalog (BMLFUW 2014)

Schwerer Unfall	I-131 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	I-131 Bq/m^2	Cs-137 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	Cs-137 Bq/m^2
30 km	24.722	480.000	1.139	9.300
50 km	11.389	220.000	556	5.000
75 km	5.000	110.000	272	2.300
100 km	2.750	56.000	172	1.600
Start von Maßnahme A07	170	700	350	650

Tabelle 14: Aktivitätskonzentration und Deposition, Durchschnittswerte in verschiedener Entfernung zum KKW Dukovany aus schwerem Unfall (UVP-BERICHT 2017, S. 539); die Einheit $\text{Bq}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ wurde in $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ umgerechnet, um mit den in Österreich verwendeten Einheiten leichter vergleichbar zu sein; Vergleich mit dem österreichischen Maßnahmenkatalog (BMLFUW 2014)

Schwerer Unfall	I-131 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	I-131 Bq/m^2	Cs-137 $\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$	Cs-137 Bq/m^2
30 km	11.944	240.000	611	5.000
50 km	4.722	99.000	261	2.300
75 km	2.028	43.000	125	1.100
100 km	1.167	25.000	75	680
Start von Maßnahme A07	170	700	350	650

Es zeigt sich, dass beim schweren Unfall nicht nur die Werte des 95%-Quantils, sondern auch die meisten Durchschnittswerte über dem Startwert für Maßnahme A07 liegen.

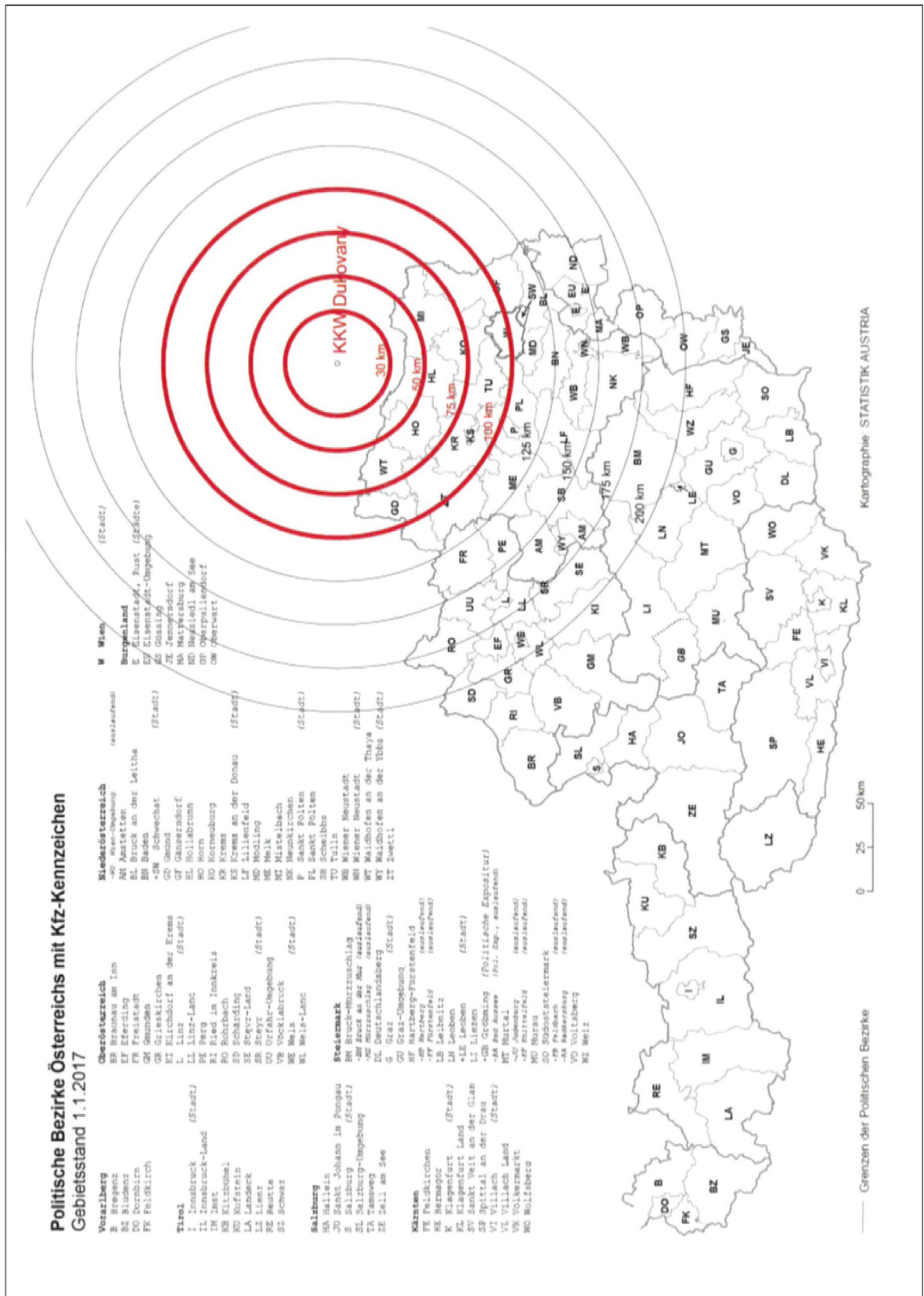


Abbildung 1: Bezirkskarte von Österreich und ihre Entfernung zum Standort Dukovany; eigene Bearbeitung auf Basis einer Karte von Statistik Austria (2017)

Niederösterreich ist das Bundesland, das am nächsten zum KKW Dukovany liegt. In den Bezirken, die ganz oder teilweise im 100 km Radius zur Tschechischen Republik liegen, könnten somit entsprechende Kontaminationen erreicht werden. Dies sind Wien, Tulln, St. Pölten Land, Krems, Zwettl, Gmünd, Waidhofen a.d. Thaya, Horn, Hollabrunn, Korneuburg, Mistelbach, Gänserndorf; Melk und St. Pölten Stadt liegen genau an der 100km-Grenze. In diesen 12 Bezirken sind derzeit knapp 15.300 landwirtschaftliche Betriebe registriert. (DER GRÜNE BERICHT 2016, S. 71) Der Anteil der niederösterreichischen Landwirtschaft an der Produktion bestimmter Lebensmittel in Österreich ist sehr hoch, z. B. Wein 78 %, Feldgemüse 56 %, Weizen 62 %, Roggen 68 %. (DER GRÜNE BERICHT 2016, S. 74)

Insgesamt wurden in Niederösterreich 2016 2,7 Mio Tonnen Getreide inkl. Körnermais geerntet. (DER GRÜNE BERICHT 2016, S. 13) Gerade der der Grenze am nächsten liegende Bezirke Hollabrunn hat ca. 59.800 ha Anbauflächen, darunter 20.700 ha für Weizen¹⁶, ein Verkaufsverbot könnte die Landwirtschaft des Bezirks nachhaltig beeinflussen.

Auch der Verlust an Feldgemüse kann sich stark auswirken, immerhin wird im Marchfeld (östliches Weinviertel) ein Großteil des österreichischen Tiefkühlgemüses produziert. Die Anbauflächen betragen ca. 10.100 ha. Etwa 95 % des niederösterreichischen Gemüseanbaus erfolgt als integrierte Produktion oder nach Biorichtlinien (DER GRÜNE BERICHT 2016, S. 16), es werden auch zunehmend Spezialkulturen wie Spargel auf freiem Feld angebaut. Eine radioaktive Kontamination, und sei sie auch nur zeitweilig, kann hier große Imageschäden verursachen.

Beim Auslegungstörfall DBA 1 wurde angegeben, dass es sieben Tage danach mit 5%iger Wahrscheinlichkeit zu einem Verbot für die In-Verkehr-Setzung von Milch kommen kann, die von mit I-131 kontaminierten Weideflächen stammt, dies betrifft 175 ha Weiden und 13,6 t Milch. (UVP-BERICHT 2017, S. 529) Beim schweren Unfall kann es in Österreich zu einem Verkaufsverbot von 30 t Milch kommen. (UVP-BERICHT 2017, S. 540) In Niederösterreich gibt es derzeit 103.592 Milchkühe (Stand Dez. 2016). Die gesamte Kuhmilcherzeugung betrug in NÖ 710.000 Tonnen.

Die Angaben der tschechischen Seite wurden für Entfernungen bis zu 100 km gegeben, aber es ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch in einer Entfernung nach 100 km noch Überschreitungen der Auslösewerte für landwirtschaftliche Maßnahmen erreicht werden können. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, könnten bei einem Radius von 200 km nicht nur alle niederösterreichischen Bezirke, sondern auch Teile von Oberösterreich, der Steiermark und des Burgenlandes von landwirtschaftlichen Auswirkungen betroffen sein.

Es ist zudem zu berücksichtigen, dass die Maßnahme A07 nur wirkt, wenn die ganze Ernte innerhalb kürzester Zeit eingebracht werden kann. Dies hängt nicht nur von der Länge der Vorwarnzeit ab, sondern auch von der Verfügbarkeit entsprechender Erntemaschinen und von Lagerräumen und Personalressourcen. Selbst wenn es gelingen sollte, einen Teil der Ernte rechtzeitig einzuholen, be-

¹⁶ http://www.noen.at/hollabrunn/erste-bilanz-man-kann-von-einer-rekordernte-sprechen/19_404_026, Zugriff am 22.12.2017

steht immer noch die Gefahr, dass die betroffene Gegend stigmatisiert werden könnte und ihre Produkte nicht mehr vermarktbar wären, dies wird im Maßnahmenkatalog auch so thematisiert. (BMLFUW 2014, S. 30)

Das bedeutet, dass Österreich sowohl bei Auslegungsstörfällen als auch bei schweren Unfällen, wie sie laut tschechischen Berechnungen für möglich erachtet werden, jedenfalls so stark betroffen sein kann, dass landwirtschaftliche Maßnahmen starten müssen. Dies betrifft nicht nur die Grenzregionen, sondern auch Gebiete, die 100 km von der Grenze entfernt liegen, voraussichtlich auch darüber hinausgehende Gebiete, für die die entsprechenden Berechnungsergebnisse noch vorzulegen wären.

Die Auswirkungen eines Auslegungsstörfalles und eines schweren Unfalls in Dukovany, der zu Kontaminationen führt, wie sie im UVP-Bericht angegeben wurden, können somit als für Österreich als erheblich bewertet werden. Auch können Überschreitungen der jährlichen Effektivdosis von 1 mSv auf österreichischem Gebiet im Falle eines schweren Unfalls bis in Entfernungen von 50 km nicht ausgeschlossen werden.

Ergebnisse anderer Berechnungen

Die im UVP-Bericht berechneten Folgen eines Stör- oder Unfalls im geplanten KKW am Standort Dukovany haben wie obenstehend erläutert durchaus grenzüberschreitende Auswirkungen auf Österreich. Wie bereits in Kapitel 4 erläutert, ist aber bisher nicht belegt, dass der verwendete Quellterm tatsächlich abdeckend ist. Insofern sind deutlich größere grenzüberschreitende Auswirkungen nicht auszuschließen.

Zur Bewertung möglicher radiologischer Konsequenzen sind daher auch aktuelle Studien zur Ausbreitung radioaktiven Stoffen nach einem schweren Unfall heranzuziehen.

Die Berechnungen der in Kapitel 4 dieser Fachstellungnahme dargestellten Studie zu den potenziellen Auswirkungen des geplanten KKW Ninh Thuan in Vietnam (Reaktortyp: AES-2006) zeigen u. a.: Bis in 40 km sind die Dosen (ohne Niederschlag) noch fast dreimal höher (2,8 mSv) als der Grenzwert für die Jahresdosis (1 mSv) für die Bevölkerung. (INST 2015)

Bei großen Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus dem KKW Dukovany ist die Wahrscheinlichkeit, dass Teile Österreichs betroffen sind, relativ hoch: Bei 52,8 Prozent der untersuchten Wetterszenarien aus dem Jahr 1995 wären bei einer großen Freisetzung aus dem KKW Dukovany in Österreich Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu ergreifen (SEIBERT et al. 2004).

In einer 2014 veröffentlichten Studie¹⁷ wird für einen für das geplante KKW am Standort Dukovany betrachteten Reaktortyp, den AP-1000, ein Quellterm für Cs-137 in Höhe von 114 PBq (114.000 TBq) angegeben. Das Unfallszenario ist ein schwerer Unfall mit Containment-Bypass¹⁸, für den eine Wahrscheinlichkeit von $1,05 \cdot 10^{-8}$ ermittelt wurde. (SEIBERT et al. 2014)

Für die Darstellung der möglichen Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Unfalls am Standort Dukovany wurde das Forschungsprojekt flexRISK verwendet. Im Rahmen dieses Projekts wurde die geografische Verteilung des Risikos durch schwere Unfälle in Nuklearanlagen – insbesondere Kernkraftwerken (KKW) – in Europa untersucht. Ausgehend von Quelltermen und Unfallhäufigkeiten wurde mit einem aktuellen Ausbreitungsmodell für etwa 2.800 verschiedene Wettersituationen die aus einem schweren Unfall resultierende Belastung durch Bodenkontamination und bodennahe Konzentrationen der wesentlichen Radionuklide berechnet. Zudem wurde für 88 reale Wetterszenarien eines repräsentativen Jahres (1995) die Cs-137-Desposition ermittelt. Die Ergebnisse werden in Karten sichtbar gemacht. Die Ausbreitungsrechnungen erfolgten mit dem Lagrangeschen Partikelmodell FLEXPART. Als meteorologische Eingangsdaten wurden Daten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF) verwendet (flexRISK 2013).

Für den in den vier Blöcken des KKW Dukovany eingesetzten Reaktortyp WWER-440/V213 wurde als Unfallszenario ein frühes Versagen des Sicherheitsbehälters unterstellt. Dabei ist laut flexRISK (2013) eine Freisetzung von 65 Prozent des Reaktorinventars an Cäsium-137 (76,05 PBq) und Iod-131 (1.020,5 PBq) zu erwarten.

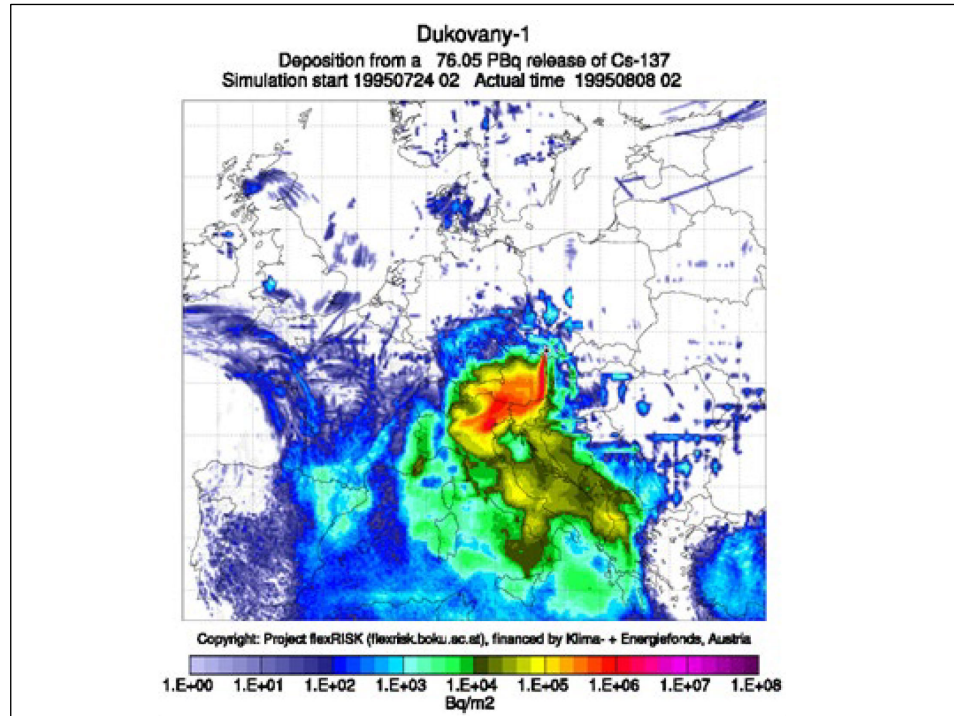
Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse aus dem flexRISK-Projekt präsentiert und erläutert.

Unter Wetterbedingungen, die denen am 24. Juli 1995 entsprechen, wäre das Staatsgebiet Österreichs von einem Unfall im KKW Dukovany stark betroffen (siehe Abbildung 2). Der Großteil des Gebiets weist errechnete Kontaminationen zwischen 100 und 1.000 kBq/m² auf. Bis auf ein kleines Gebiet im Norden weist das Land Werte von 40 kBq/m² oder mehr auf. Gebiete mit einer derartigen Belastung gelten laut IAEA als kontaminiert, da die Bevölkerung in diesen Gebieten eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv im ersten Jahr zu erwarten hat (LELIEVELD et al. 2012). Wie bereits erwähnt, müssen selbst bei „geringen“ Kontaminationen mit mehr als 0,65 kBq/m² landwirtschaftliche Interventionsmaßnahmen.

¹⁷ Die technischen Informationen über die möglichen KKW der Generation III/III+, insbesondere die möglichen Quellterme, wurden vom Institut für Sicherheits- und Risikoforschung der Universität Wien ermittelt. Exemplarisch wurden drei Reaktortypen ausgewählt. Für diese wurden jeweils zwei Unfallszenarien betrachtet: A) Kernschmelzunfall mit intakten Containment und B) Kernschmelzunfall mit Containmentversagen oder Containment-Bypass. (SHOLLY et al. 2014)

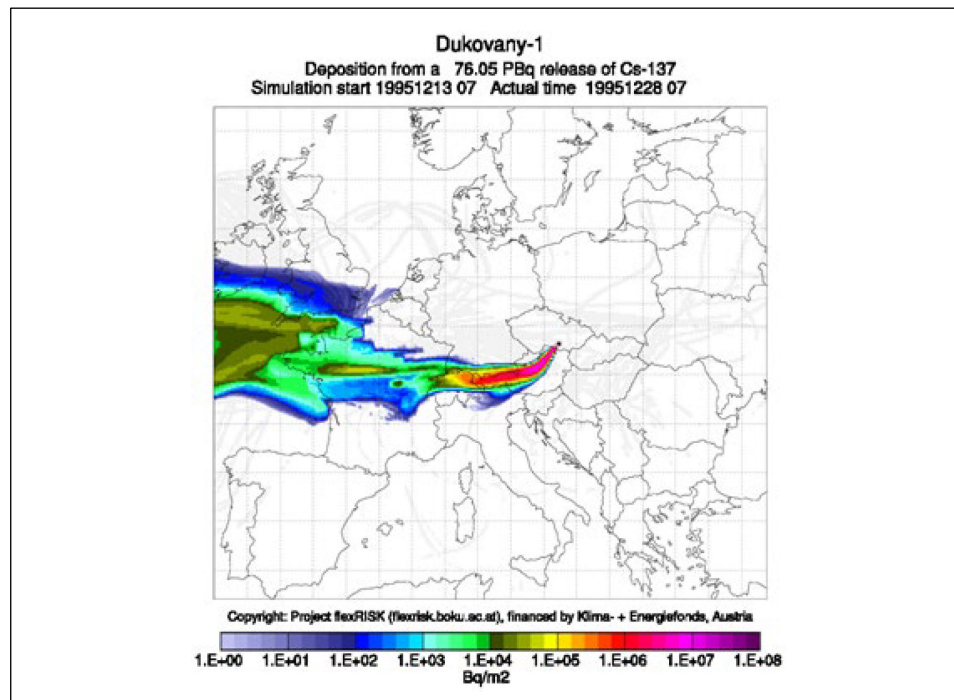
¹⁸ The accident is a severe accident with a containment bypass scenario (BP) resulting from steam generator tube failure (either as the initiating event, or resulting from failure of one or more tubes due to high temperature during accident progression).

Abbildung 2:
Mögliche Cs-137
Depositionen nach
schwerem Unfall im
KKW Dukovany
(Beispiel 1)



Im zweiten Beispiel – Wettersituation wie am 13. Dezember 1995 – wäre nicht das gesamte Staatsgebiets Österreichs betroffen (siehe Abbildung 3). In einem schmalen Streifen sind jedoch Cs-137 Kontaminationen über 3.000 kBq/m² zu erwarten. Dieser Wert korrespondiert mit einer zu erwartenden Dosis für die ersten 7 Tage von 1 mSv. Diese Dosis würde die Inventionsmaßnahme „Aufenthalt im Gebäude“ für Personen unter 18 und Schwangere bedeuten.

Abbildung 3:
Mögliche Cs-137
Depositionen nach
schwerem Unfall im
KKW Dukovany
(Beispiel 2)



In Abbildung 4 ist die wetterabhängige Wahrscheinlichkeit dafür abgebildet, dass die Schilddrüsendosis für Kinder nach sieben Tagen einen Wert von 10 mSv überschreitet. Dieser Wert würde die Einnahme von Iodtabletten erfordern. Deutlich wird, dass aufgrund der vorherrschenden Windrichtungen die Wahrscheinlichkeit für ein Überschreiten dieses Werts für das südlich gelegene Österreich geringer als für in andere Richtungen liegende Gebiete ist. Dennoch wurden für ein größeres Gebiet im Nordosten Wahrscheinlichkeiten von über 10 % ermittelt.

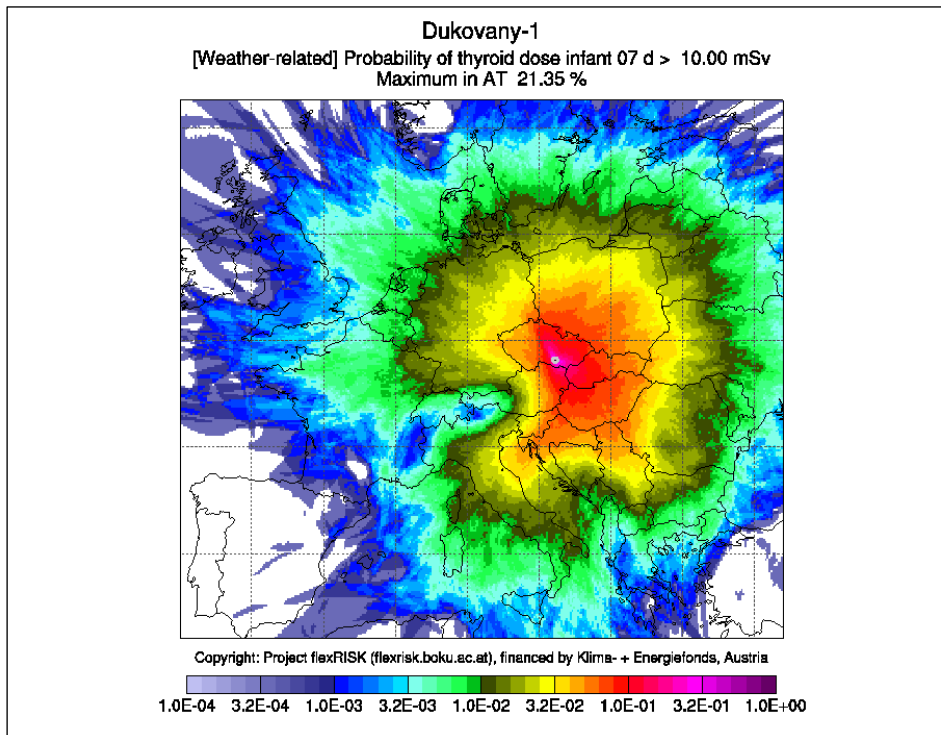


Abbildung 4:
Wetterbedingte
Wahrscheinlichkeit für
eine Schilddrüsendosis
< 10 mSv

Betroffenheit über den Wasserpfad

Ein vor dem Unfall von Fukushima wenig beachteter Aspekt ist ein massiver Eintrag radioaktiver Stoffe in ein Oberflächengewässer durch unfallbedingt austretendes kontaminiertes Wasser. Im Rahmen der Notfallmaßnahmen wurden während des Unfalls in Fukushima größere Mengen Wasser von außen zur Kühlung in die Reaktoren und Brennelementlagerbecken eingebracht. Aufgrund von Leckagen sammelte sich ein Großteil des Wassers in den Reaktorgebäuden und Maschinenhäusern. Dieses Wasser enthielt eine große Menge an Iod und Cäsiumisotopen. Anfang April gelangte ein Teil des hochkontaminierten Wassers unkontrolliert in den Pazifik¹⁹. (ÖKOINSTITUT 2012)

Eine unfallbedingte Freisetzung von Wasser zur Kühlung der Brennelemente in den Lagerbecken ist auch für das geplante KKW am Standort Dukovany nicht auszuschließen.

¹⁹ Nach Abschätzungen des Betreibers traten in der Zeit zwischen dem 1. und 6. April 2011 etwa 500 Tonnen Wasser mit einer Gesamtaktivität von etwa $5 \cdot 10^{15}$ Bq aus Block 2 aus.

Nach der Freisetzung in einen Fluss breiten sich die Stoffe aufgrund der Advektion (Bewegung mit dem Hauptstrom), turbulenter und molekularer Diffusion (Durchmischung aufgrund der Turbulenz bzw. Vorgänge auf der molekularen Ebene) sowie Dispersion (Geschwindigkeitsunterschiede über das Querprofil) aus. Mit der Zeit bzw. dem Transportweg wird die Stoffwolke immer größer während sich die Konzentration verringert. (ÖKOINSTITUT 2012)

In welchem Maß die Stoffwolke als solche bis zur Grenze von Österreich transportiert wird, ist nur durch geeignete Simulationen darstellbar. Radiologisch relevant sind vor allem die relativ langlebigen Cäsium-Isotope Cs-134, Cs-136 und Cs-137 wegen ihrer Löslichkeit in Wasser und ihrer möglichen Anreicherung in Süßwasserfisch. (ÖKOINSTITUT 2012)

Diese Berechnung kann im Rahmen dieser Fachstellungnahme nicht erfolgen. Im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens sollte aber eine mögliche unfallbedingte Ausbreitung über Wasserwege simuliert werden, um eine mögliche Betroffenheit in Österreich bewerten zu können.

Abgleich mit den Anforderungen an die Inhalte des UVP-Berichts aus der Fachstellungnahme zur Scoping-Dokumentation und dem Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik

Laut österreichischer Fachstellungnahme zum UVP Scopingdokument des KKW Dukovany sollte der UVP-Bericht eine nachvollziehbare Darstellung der Ausbreitungsrechnungen sowie der Ermittlung der Strahlendosen für Stör- und Unfälle enthalten, um die mögliche Betroffenheit Österreichs bewerten zu können. (UMWELTBUNDESAMT 2016a) Die meisten dort aufgelisteten Informationen²⁰ sind im UVP-Bericht fast vollständig vorhanden. Es ist angegeben mit welchen Ausbreitungsprogrammen die potenziellen Auswirkungen errechnet wurden. Auch die Angaben zu Eingangsparameter sind fast vollständig vorhanden. Es fehlen die Angaben zu den verwendeten Windgeschwindigkeiten bei den deterministischen Berechnungen, die ebenfalls einen Einfluss auf die Höhe der potenziellen radiologischen Auswirkungen haben.

Es fehlen Angaben zu größeren Entfernungen. Im UVP-Bericht (2017, S. 52) wird angegeben, zur Ermittlung der Auswirkungen eines Unfalls wurde der Berechnungssektor auf 260 km so erweitert, dass er auch nächstgelegene Gebiete in Polen, Deutschland und Ungarn mit einschließt.

Die Darstellung der Ergebnisse sollte Angaben zu der Bandbreite der Ergebnisse enthalten. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisse fehlt, es sind nur die errechneten Mittelwerte und das 95%-Quantil angegeben.

Die Strahlenfolgen für den schweren Unfall wurden nur für Erwachsene berechnet, Berechnungen für Kinder fehlen. Die potenziellen Strahlungsfolgen wurden zum Beispiel im Rahmen des UVP-Verfahrens für das KKW Fennovoima für Erwachsene und Kinder (1–2 Jahre) errechnet. (UMWELTBUNDESAMT 2014b)

²⁰ Angabe der für die Ausbreitungsrechnungen gewählten Methoden und Programme; -Angabe der verwendeten Inputparameter der Ausbreitungsrechnung (Quellterm, Freisetzungshöhe und -dauer, meteorologische Daten) und deren Rechtfertigung; Angabe der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen in Form von Strahlendosen und Bodenkontamination (insbesondere der Leitnuklide Cs-137 und I-131)

Gefordert war auch, dass als Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen Strahlendosen und Bodenkontaminationsdaten (insbesondere von Cs-137 und I-131) vorgelegt werden. Diese Anforderung wurde erfüllt. Zu ergänzen wären noch die Kontaminationsdaten für eine Entfernung > 100km und die Maximalwerte.

Im Scopingspruch des Umweltministeriums der Tschechischen Republik (SCOPINGSPRUCH 2016) wurde verlangt, dass für die Berechnung von Effektivdosen die Eingangsparameter und Modelle einschließlich der Angaben zu den bewerteten Personen vorgelegt werden (Nr. 48), dies wurde größtenteils auch vorgelegt, allerdings fehlen Dosisberechnungen für die kritischen Gruppen (Säuglinge, Kinder, Schwangere).

6.3 Schlussfolgerung, Fragen und vorläufige Empfehlungen

Die Berechnungen der Auswirkungen zweier Auslegungsstörfälle und eines schweren Unfalls im UVP-Bericht ergaben, dass große Teile von Niederösterreich betroffen sein können. Bis zu einer Entfernung von 50 km kann die jährliche Effektivdosis über 1 mSv betragen. Um genaue Aussagen zum Grad der Betroffenheit treffen zu können, fehlen noch Angaben zu den Maximaldosen und zur Dosis für Säuglinge, Kinder und Schwangere.

Für die Berechnung der jährlichen Ingestionsdosis wurde der Lebensmittelverbrauch laut tschechischem Warenkorb zugrunde gelegt. Die Berechnung für den durchschnittlichen österreichischen Warenkorb und im Speziellen für den Warenkorb laut Melker Abkommen, der einen hohen Anteil an lokal produzierten Lebensmitteln umfasst, sollten noch vorgelegt werden. Der Lebensmittelkorb sollte auch Verbrauchsdaten zu Wildfleisch, Pilzen und Beeren enthalten, die sehr stark zur Ingestionsdosis beitragen können. Unklar ist, ob kontaminiertes Trinkwasser in die Ingestionsdosis einberechnet wurde.

In allen drei Unfallszenarien kommt es außerdem zu massiven Überschreitungen der (Prognose-)Werte für den Start der landwirtschaftlichen Schutzmaßnahme der unverzüglichen Ernte. Ob diese Maßnahme im Krisenfall überhaupt rechtzeitig durchgeführt werden könnte, ist aufgrund der geringen Entfernung von Dukovany zu den landwirtschaftlichen Gebieten des Weinviertels fraglich. Es steht auch zu befürchten, dass im Falle einer Kontamination ein Imageschaden für die österreichische Landwirtschaft entsteht. Da der Teil von Niederösterreich, der im 100 km-Radius liegt, stark landwirtschaftlich geprägt ist, können die Auswirkungen sowohl eines Auslegungsstörfalles als auch eines schweren Unfalls somit erheblich sein.

Auch muss die Begrenzung der berechneten Auswirkungen auf einen 100 km-Radius in Frage gestellt werden, da einige Kontaminationsdaten darauf schließen lassen, dass auch über 100 km Werte erreicht werden können, die den Start landwirtschaftlicher Gegenmaßnahmen in Österreich zur Folge haben müssen.

Da bisher nicht belegt wurde, dass der für die im UVP-Bericht vorgelegten drei Berechnungen verwendete abdeckende Quellterm tatsächlich für die betrachteten Reaktoroptionen abdeckend ist, kann ein über den berechneten Unfall hin-

ausgehender schwerer Unfall erheblich größere radiologische Wirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zeigen. Insbesondere zeigt die Ermittlung der radiologischen Auswirkungen in einer anderen Studie zu einem möglichen schweren Unfall in einer der betrachteten Reaktoroptionen größere, noch erheblichere Auswirkungen als im UVP-Bericht ermittelt wurden. Insgesamt können derartige Unfälle mit entsprechenden erheblichen Auswirkungen auf österreichisches Staatsgebiet zum jetzigen Zeitpunkt nicht praktisch ausgeschlossen werden.

6.3.1 Fragen

- *Welche Maximaldosen erwachsen aus den drei berechneten Stör- und Unfällen? (die 5 % über dem 95%-Quantil)*
- *Warum werden nur Dosisberechnungen für Erwachsene dargestellt bzw. durchgeführt? Welche Dosen erhalten Schwangere, Säuglinge, Kinder und Jugendliche bis 18 Jahre?*
- *Welche 1-Jahres-Effektivdosis (mit Ingestion) resultiert aus der Verwendung der Lebensmittelverbrauchsdaten laut österreichischem Lebensmittelkorb und laut Melker Protokoll für alle Entfernungen auf österreichischem Gebiet (ab 30 km)?*
- *Wie verändert sich die 1-Jahres-Effektivdosis (mit Ingestion), wenn der österreichische Konsum von Wildfleisch, Beeren und Wildpilzen einberechnet wird?*
- *Wie wurde die Aufnahme von kontaminiertem Trinkwasser im Rahmen der Ingestionsdosis berücksichtigt?*
- *Bitte erläutern Sie die Bestimmung der pflanzlichen Lebensmittel anhand von Satellitenbildern genauer. Sind z. B. in den Berechnungen auch Hausgärten zur Eigenproduktion erfasst worden?*
- *Bitte geben Sie alle Berechnungsergebnisse für einen größeren Radius als 100 km an, jedenfalls so weit, als dass die Werte des österreichischen Maßnahmenkatalogs nicht mehr überschritten werden.*
- *Wurde eine mögliche unfallbedingte Ausbreitung radioaktiver Stoffe über Wasserwege zu analysiert?*

6.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- *Empfohlen wird die Vorlage von Stör- und Unfallberechnungsergebnissen, deren Ergebnisse mit der österreichischen Interventionsverordnung (INTV 2017) vergleichbar sind. Dazu gehört u. a. die Berechnung von Dosen auch für die Gruppe der Kinder bis 18 Jahre und der Schwangeren.*
- *Der bzw. die Reaktoren sollten so gewählt werden, dass weder im Auslegungsstörfall noch im schweren Unfall erhebliche Auswirkungen in Österreich auftreten. Diese Auswirkungen beinhalten auch die Notwendigkeit für landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen wie etwa die vorgezogene Ernte.*
- *In keiner Stör- oder Unfallsituation sollte es zu Überschreitungen des Dosislimits von 1 mSv/Jahr in Österreich kommen. Dabei sind lokale österreichische Lebensmittelverbräuche zu berücksichtigen.*

- Es wird empfohlen, die grenzüberschreitenden Auswirkungen für einen schweren Unfall mit Versagen des Sicherheitsbehälters sowie für einen schweren Unfall mit einem Brennelementschaden im Lagerbecken zu berechnen, und zwar unabhängig von deren ermittelter Eintrittswahrscheinlichkeit, solange diese physikalisch möglich sind.
- Es wird empfohlen im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens, die Auswirkungen einer möglichen unfallbedingten Ausbreitung radioaktiver Stoffe über Wasserwege zu analysieren.

7 FRAGEN UND VORLÄUFIGE EMPFEHLUNGEN

Aus Sicht des österreichischen ExpertInnenteams ergeben sich anhand der vorgelegten Informationen folgende Fragen und vorläufigen Empfehlungen:

7.1 Alternativen und Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

7.1.1 Fragen

- *Wie kann belegt werden, dass das geplante KKW Dukovany im Vergleich mit anderen Varianten der Energieerzeugung die Variante mit den geringsten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt darstellt?*
- *Was waren die wesentlichen Auswahlgründe für das Projekt im Sinne der UVP-Richtlinie 2014/52/EU?*
- *Welche Änderungen ergeben sich in der multikriteriellen Bewertung der fünf Szenarien für die Energieerzeugung, wenn die Laufzeitverlängerungen von EDU 1-4 bis 2045 bzw. 2047 angenommen werden?*
- *Wie kann die Lagerung bzw. Entsorgung der abgebrannten Brennelemente sichergestellt werden, wenn die anvisierten Neubauten von Zwischen- und Endlager nicht zeitgerecht fertiggestellt werden?*
- *Wie kann die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sichergestellt werden, wenn die anvisierte Erweiterung des bestehenden Endlagers für schwach und mittel radioaktive Abfälle nicht zeitgerecht fertiggestellt wird?*

7.1.2 Vorläufige Empfehlungen

- Die Entscheidung für das Projekt muss laut UVP-Richtlinie der EU auf einer vergleichenden Bewertung verschiedener Alternativen zur Erreichung der Ziele des Projekts aus Umweltsicht aufbauen. Eine solche Bewertung sollte im Zuge der UVP durchgeführt werden und die Entscheidung für das Projekt muss darauf aufbauend begründet werden, vor allem vor dem Hintergrund, dass der Alternativenvergleich im Zuge der Strategischen Umweltprüfung zum Staatlichen Energiekonzept nicht ausreichend erfolgt ist.
- Um einen Entsorgungsnachweis vorzulegen, sollten detailliertere Angaben zu Neubau und Erweiterung von Zwischen- und Endlagern vorgelegt werden, ebenso wie Alternativen, falls diese Lager nicht zeitgerecht fertiggestellt werden.

7.2 Diskussion der vorgeschlagenen Reaktortypen inklusive Langzeitaspekte des Betriebs

7.2.1 Fragen

- *Aus welchem Grund wird im UVP-Bericht (2017) eine kleinere installierte elektrische Leistung als im Scoping-Dokument (AMEC FOSTER WHEELER et al. 2016) angegeben?*
- *Aus welchem Grund sind die Anforderungen aus dem Scoping-Dokument, wonach das bestehende Projekt im Herkunftsland, in einem EU-Land oder in einem anderen Land mit der hoch entwickelten Kernenergie-technik lizenziert (USA, Russland, Kanada, Japan, Südkorea, China u. ä.), und mindestens im Stadium der fortgeschrittenen Bauphase in einem anderen Standort sein muss, im UVP-Bericht entfallen? (Erkennbar ist, dass diese Anforderungen von einem Teil der im UVP-Bericht genannten Referenzprojekte nicht erfüllt werden)*
- *In welchem Umfang werden die Erfahrungen aus den im UVP-Bericht erwähnten, weltweit laufenden Projekten bzw. laufenden Genehmigungsverfahren bei der Auswahl des Reaktordesigns für das neue Kernkraftwerk am Standort Dukovany berücksichtigt?*
- *Nach welchem Maßstab werden die Auswirkungen konzeptioneller Unterschiede der Referenzprojekte (Schwerpunkt auf passiven oder aktiven Sicherheitseinrichtungen, unterschiedliche Redundanzgrade, unterschiedliches Maß an räumlicher Trennung) auf das durch die deterministische Auslegung gewährleistete Sicherheitsniveau bewertet?*
- *Werden die angegebenen Referenzprojekte im Hinblick auf das durch die deterministische Auslegung gewährleistete Sicherheitsniveau als gleichwertig angesehen? Wenn ja, aus welchen Gründen?*
- *Wieso werden im UVP-BERICHT (2017) im Gegensatz zum Scoping-Dokument keine probabilistischen Werte für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenszuständen genannt?*
- *Welche probabilistischen Sicherheitsziele für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenszuständen sollen dem Projekt zu Grunde gelegt werden?*
- *Ist für die einzelnen Referenzprojekte eine Prüfung durchgeführt worden, welche international gültigen bzw. angewandten Regelwerksanforderungen (IAEA, WENRA, ASME, IEC, ...) von den einzelnen Projekten erfüllt werden? Wenn ja, mit welchem Ergebnis?*
- *Werden von den einzelnen Referenzprojekten insbesondere die Anforderungen aus WENRA (2013, 2014) erfüllt?*
- *Inwieweit werden die über das Niveau der Auslegung hinausgehenden Reserven der einzelnen Designs im Hinblick auf natürliche und zivilisatorische Einwirkungen von außen bei der Auswahl des Reaktordesigns für das neue Kernkraftwerk am Standort Dukovany berücksichtigt?*
- *Gemäß UVP-Bericht wird auch eine RDB Außenkühlung zur Schmelzerückhaltung in Erwägung gezogen. Für welche Referenzlösungen ist dies vorgesehen? Liegen Untersuchungen zur Wirksamkeit dieser Maßnahme bei den vorgesehenen Leistungsdichten vor?*

- *Soll das System zum Abbau der Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter für alle Ereignisabläufe mit Brennstoffschadenzuständen inklusive Kernschmelzunfälle wirksam sein, derart, dass eine Beschädigung des Sicherheitsbehälters infolge von H₂-Deflagrationen oder -Detonationen sicher vermieden wird?*
- *In welcher Phase der Projektvorbereitungen findet das Alterungsmanagement Berücksichtigung bzw. in welcher Projektphase sollen Grundzüge für ein Lebenszyklus- und Alterungsmanagement implementiert werden?*
- *In welcher Form werden Aspekte des Alterungsmanagements bei der Entscheidung für die Wahl des Lieferanten bzw. der Technologie berücksichtigt?*
- *Wie wird es sichergestellt, dass die Sicherheitsnachweise und die Anforderungen und Spezifikationen im Bereich Alterungsmanagement kontinuierlich dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen?*

7.2.2 Vorläufige Empfehlungen

- Es wird empfohlen, probabilistische Sicherheitsziele für die Eintrittshäufigkeit von Brennstoffschadenzuständen festzulegen.
- Es wird empfohlen, für Einwirkungen, für die eine Ermittlung der Eintrittshäufigkeit nicht sinnvoll möglich ist (z. B. gezielter Flugzeugabsturz), deterministische Analysen auf Basis abdeckender Gefährdungs- und Lastannahmen durchzuführen.
- Es wird empfohlen, Erfahrungen aus bisherigen Genehmigungs- und Errichtungsverfahren vorgeschlagener Referenzlösungen zu berücksichtigen, insofern diese Hinweise auf konzeptionelle Schwächen einzelner Referenzlösungen oder auf relevante technische Aspekte (z. B. hinsichtlich der Auslegung der Sicherheitsleittechnik) liefern.
- Es wird empfohlen, die projektspezifischen Methoden für den Nachweis des praktischen Ausschlusses früher Freisetzungen oder großer Freisetzungen im Einzelnen darzustellen.
- Es wird empfohlen, die projektspezifischen Methoden für den Nachweis einer Vermeidung von Mehrfachausfällen von Sicherheitseinrichtungen im Einzelnen darzustellen. Dies gilt insbesondere auf die Vorkehrungen zur Vermeidung bzw. Beherrschung eines CCF der rechnerbasierten Sicherheitsleittechnik.
- Es wird empfohlen, die Grundzüge des Lebenszyklus- u. Alterungsmanagements sowie die Grundzüge der diesbezüglich entsprechenden Programme darzustellen.
- Es wird empfohlen, eine nachvollziehbare Darstellung zu geben, wie sichergestellt wird, dass die Sicherheitsnachweise und die Anforderungen und Spezifikationen im Bereich Alterungsmanagement kontinuierlich dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik angepasst werden.
- Wünschenswert wäre, wenn ein Katalog von Regelwerken und Normen, denen das Projekt mindestens genügen muss, vorgelegt würde. Diese sollten Anforderungen an die Auslegung von Bauwerken, Systemen und Komponenten ebenso enthalten wie Anforderungen an elektrische Anlagen und die Sicherheitsleittechnik.

7.3 Stör- und Unfälle ohne Einwirkungen Dritter

7.3.1 Fragen

- *Laut UVP-Bericht kann nach der Auswahl des konkreten Reaktortyps die für das neue KKW verwendete Ereignisliste für interne und externe Ereignisse erweitert oder verändert werden. Auf welcher Grundlage wird die Ereignisliste geändert?*
- *Entsprechen die Sicherheitskriterien K2 und K3 vollständig den WENRA „Safety Objectives“ O2 und O3 in WENRA (2013)?*
- *Müssen die „Safety Objectives“ aus WENRA (2013) laut Regelwerk der Tschechischen Republik vollständig erfüllt werden? Ist dieses bereits für alle betrachteten Reaktorooptionen gezeigt? Welcher probabilistische Zielwert und welches-Quantil werden in der Tschechischen Republik für den Nachweis des praktischen Ausschlusses laut Regelwerksanforderung verwendet?*
- *Wird für die seismische Gefährdung der Wert von 0,1 g für die maximale horizontale Bodenbeschleunigung als Auslegungsgrundlage (Design Base) vorgeschrieben, oder der Wert von 0,25 g? Wann und auf welcher Bewertungsgrundlage wird die PGA für die Auslegung und die zusätzliche Sicherheitsmarge festgelegt?*
- *Wenn die seismische Auslegungsgrundlage mit 0,1 g festgelegt wird: welche Sicherheitsanforderungen ergeben sich aus der Forderung, „die seismische Beständigkeit der Projekte auf einer Stufe anzugeben, die einem Wert von mindestens 0,25 g entspricht“ (UVP-BERICHT 2017, S. 115)?*
- *Werden Belastungen durch gefrierende Niederschläge für Gebäude, elektrische Leitungen, Rohrleitungen etc. sowie durch den Einschlag von Hagelkörnern in der Auslegungsgrundlage berücksichtigt?*
- *Welche Spezifikationen werden für die Auslegung der Anlage gegen einen unfallbedingten Flugzeugabsturz berücksichtigt (Flugzeugtyp)?*
- *Wie wird die Verfügbarkeit von Kühlwasser aus dem Fluss Jihlava und/oder anderen Quellen bei extremen Einwirkungen von außen (Verstopfung der Zuleitung, extrem tiefen Temperaturen, Dürre etc.) in einem Ausmaß sichergestellt, das für die Kühlung aller am Standort befindlicher Kraftwerksblöcke ausreicht?*
- *Für welche der betrachteten Reaktorooptionen lagen Sicherheitsdokumentationen vor?*
- *Welche Angaben zu Quelltermen und Unfallszenarien für Auslegungsstörfälle, schwere Unfälle (laut DEC) und auslegungsüberschreitende Unfälle der betrachteten Reaktortypen standen für die Erstellung des UVP-Berichts zur Verfügung?*
- *Mit welcher errechneten Wahrscheinlichkeit kann es bei schweren Unfällen zu einem Versagen des Containments kommen und welche quantitative Unsicherheit besteht dabei? Welche Quellterme sind für diesen Fall möglich? (Angaben bitte für alle betrachteten Reaktorooptionen sofern sie vorliegen)*

7.3.2 Vorläufige Empfehlungen

- Es wird empfohlen, ein probabilistisches Sicherheitsziel für den Nachweis des praktischen Ausschlusses festzulegen. Dieses muss der Anforderung der WENRA entsprechen, wonach nachgewiesen werden muss, dass Ereignisabläufe, die nicht physikalisch ausgeschlossen werden können und die zu frühen oder großen Freisetzungen führen, mit „hohem Grad an Vertrauen“ extrem unwahrscheinlich sind. Für das probabilistische Sicherheitsziel ist der zugeordnete Vertrauensgrad anzugeben.
- Es wird empfohlen, die Einhaltung der probabilistischen Sicherheitsziele durch eine umfassende probabilistische Sicherheitsanalyse (Extended PSA) nachzuweisen, deren Umfang alle relevanten internen und externen Ereignisse berücksichtigt.
- Die Bewertungen von Gefahrenkombinationen sind nicht vollständig dargestellt. Es wird empfohlen, mögliche Kombinationen von gefährlichen Ereignissen systematisch zu bewerten und in der Auslegung zu berücksichtigen. Mögliche ursächliche und zufällige Gefahrenkombinationen sind in DECKER & BRINKMAN (2017) systematisch dargestellt. NITOI et al. (2016) enthält eine Liste von Gefahrenkombinationen, die europäische Kernkraftwerke tatsächlich betroffen haben.
- Es wird empfohlen, die Verlässlichkeit der Ergebnisse der PSHA für die seismische Gefährdung durch Sensitivitätsanalysen zu untersuchen.
- Es wird empfohlen, in der PSHA für die seismische Gefährdung mehrere seismotektonische Modelle (nicht-segmentierte Störung, segmentierte Störung) für die Diendorf-Boskovice Störung zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, Modelle für eine Segmentierung der Diendorf-Boskovice Störung kritisch zu prüfen. Modelle von segmentierten Störungen müssen geologisch gut begründet sein. (WENRA 2016, S. 10)
- Es wird empfohlen, die möglichen Auswirkungen von Schneestürmen auf die Verschmutzung von Umspannwerken, Blockierung von Lüftungsanlagen sowie ihre abrasive Wirkung zu berücksichtigen. Die Angabe *„Im Netz des tschechischen hydrometeorologischen Instituts ČHMÚ wurde diese Erscheinung auf dem Gebiet der Tschechischen Republik nicht beobachtet, da sie in unseren Breitengraden fast nicht vorkommt und bezüglich des Zwecks dieser Dokumentation nicht von Bedeutung ist.“* (UVP-BERICHT 2017, S. 118) ist nicht nachvollziehbar. Starke Schneestürme wurden in Böhmen etwa 1995, 2005 und 2015 registriert.
- Aufgrund der Erfahrungen der Auswirkungen von windverfrachtetem Laub und Müll auf die Kühltürme des bestehenden Kernkraftwerks in Dukovany (Wintersturm Kyril, 2004; NITOI et al. 2016) wird empfohlen, diese Gefährdung systematisch zu analysieren und Schutzmaßnahmen zur Sicherung der Kühlfunktion zu planen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Einwirkungen alle Kühltürme (auch die der bestehenden Anlage) gleichzeitig betreffen können.
- Es wird empfohlen, mögliche Wechselwirkungen bei Unfällen in den am Standort geplanten und bestehenden Reaktoren systematisch zu analysieren und auszuschließen, dass solche möglichen Wechselwirkungen die Unfallfolgen verstärken.

- Für Einwirkungen, für die eine Ermittlung der Eintrittshäufigkeit nicht sinnvoll möglich ist (z. B. gezielter Flugzeugabsturz), sollten deterministische Analysen auf Basis nachvollziehbar begründeter Gefährdungs- und Lastannahmen erfolgen.
- Es wird empfohlen, die grenzüberschreitenden Auswirkungen eines schweren Unfalls aufgrund technischer Daten (mit Versagen des Containments) analog INST (2015) zu ermitteln.

7.4 Stör- und Unfälle durch Einwirkungen Dritter

7.4.1 Fragen

- *Gegen welchen Typ von Verkehrsflugzeug muss das geplante KKW ausgelegt sein? Werden die Empfehlungen der WENRA vollständig in das Regelwerk übernommen? An welchen Stellen bestehen ggf. Abweichungen und wie werden diese begründet? Welche Annahmen werden für dieses Szenario für „realistisch“ gehalten bzw. bei welchen Punkten wird auf konservative Berechnungen verzichtet?*
- *Welche der betrachteten Reaktoroptionen erfüllt nach heutigem Kenntnisstand die Anforderungen der WENRA bezüglich des Schutzes gegen einen Flugzeugabsturz (nicht nur durch Angaben des Lieferanten, sondern aufgrund entsprechender Genehmigung durch Genehmigungsbehörden anderer Länder)?*
- *Sind seit der Bewertung durch die Nuclear Threat Initiative (NTI 2017), die einen geringen Schutz gegen Cyber-Angriffe in der Tschechischen Republik feststellte, Verbesserungen erfolgt? Wie wird das Ergebnis des NTI bewertet?*
- *Gegen welche Design Basis Threats (DBTs) muss das neue KKW ausgelegt sein? In welchem Intervall wird die Festlegung der DBTs überprüft?*
- *Werden probabilistische Analysen verwendet, um das Risiko durch Terrorangriffe systematisch zu untersuchen oder ist dieses zukünftig geplant? Sind jetzt oder zukünftig entsprechende probabilistische Untersuchungen in den gesetzlichen Anforderungen für die Genehmigung eines neuen KKW vorgesehen?*
- *Ist eine Überprüfung der IAEA durch den "International Physical Protection Advisory Service" (IPPAS) in der Tschechischen Republik geplant?*
- *Hat ein unterschiedlich hohes auslegungsbedingtes Schutzniveau bezüglich potenzieller Terrorangriffe einen Einfluss auf die Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie für das geplante Kernkraftwerk und das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente?*
Darüber hinaus wäre es wünschenswert, wenn Informationen zu folgenden Fragen vorgelegt würden:
- *Gegen welche potenziellen Terrorangriffe muss das neue Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente laut gesetzlicher Anforderungen ausgelegt sein? Muss es gegen einen Absturz eines Verkehrsflugzeugs und gegen einen Angriff mit panzerbrechenden Waffen ausgelegt oder geschützt sein?*

- *Welche Risiken werden bei den erforderlichen Transporten von abgebrannten Brennelementen berücksichtigt, schließen diese auch potenzielle Terroranschläge (z. B. Angriffe mit panzerbrechenden Waffen) ein?*

7.4.2 Vorläufige Empfehlungen

- Es wird empfohlen, das unterschiedliche Schutzniveau gegen Terroranschläge bei der Auswahl des Lieferanten bzw. der Technologie für das neue KKW und das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente zu berücksichtigen.

7.5 Grenzüberschreitende Auswirkungen

7.5.1 Fragen

- *Welche Maximaldosen erwachsen aus den drei berechneten Stör- und Unfällen? (die 5 % über dem 95%-Quantil)*
- *Warum werden nur Dosisberechnungen für Erwachsene dargestellt bzw. durchgeführt? Welche Dosen erhalten Schwangere, Säuglinge, Kinder und Jugendliche bis 18 Jahre?*
- *Welche 1-Jahres-Effektivdosis (mit Ingestion) resultiert aus der Verwendung der Lebensmittelverbrauchsdaten laut österreichischem Lebensmittelkorb und laut Melker Protokoll für alle Entfernungen auf österreichischem Gebiet (ab 30 km)?*
- *Wie verändert sich die 1-Jahres-Effektivdosis (mit Ingestion), wenn der österreichische Konsum von Wildfleisch, Beeren und Wildpilzen einberechnet wird?*
- *Wie wurde die Aufnahme von kontaminiertem Trinkwasser im Rahmen der Ingestionsdosis berücksichtigt?*
- *Bitte erläutern Sie die Bestimmung der pflanzlichen Lebensmittel anhand von Satellitenbildern genauer. Sind z. B. in den Berechnungen auch Hausgärten zur Eigenproduktion erfasst worden?*
- *Bitte geben Sie alle Berechnungsergebnisse für einen größeren Radius als 100 km an, jedenfalls so weit, als dass die Werte des österreichischen Maßnahmenkatalogs nicht mehr überschritten werden.*
- *Wurde eine mögliche unfallbedingte Ausbreitung radioaktiver Stoffe über Wasserwege zu analysiert?*

7.5.2 Vorläufige Empfehlungen

- Empfohlen wird die Vorlage von Stör- und Unfallberechnungsergebnissen, deren Ergebnisse mit der österreichischen Interventionsverordnung (INTV 2017) vergleichbar sind. Dazu gehört u. a. die Berechnung von Dosen auch für die Gruppe der Kinder bis 18 Jahre und der Schwangeren.
- Der bzw. die Reaktoren sollten so gewählt werden, dass weder im Auslegungsstörfall noch im schweren Unfall erhebliche Auswirkungen in Österreich auftreten. Diese Auswirkungen beinhalten auch die Notwendigkeit für landwirtschaftliche Schutzmaßnahmen wie etwa die vorgezogene Ernte.

- In keiner Stör- oder Unfallsituation sollte es zu Überschreitungen des Dosislimits von 1 mSv/Jahr in Österreich kommen. Dabei sind lokale österreichische Lebensmittelverbräuche zu berücksichtigen.
- Es wird empfohlen, die grenzüberschreitenden Auswirkungen für einen schweren Unfall mit Versagen des Sicherheitsbehälters sowie für einen schweren Unfall mit einem Brennelementschaden im Lagerbecken zu berechnen, und zwar unabhängig von deren ermittelter Eintrittswahrscheinlichkeit, solange diese physikalisch möglich sind.
- Es wird empfohlen im Rahmen des gegenständlichen UVP-Verfahrens, die Auswirkungen einer möglichen unfallbedingten Ausbreitung radioaktiver Stoffe über Wasserwege zu analysieren.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- AMEC FOSTER WHEELER, ÚJV, CONBIOS S.R.O & ČEZ (2016): Neue Kernkraftanlage am Standort Dukovany. Bekanntmachung des Vorhabens. März 2016.
- ASE (2015): Provision of containment integrity at Russian VVER NPPs under BDBA conditions; Atomstroyexport; IAEA Technical Meeting; Severe Accident Mitigation through Improvements in Filtered Containment Venting for Water Cooled Reactors; 31 August-3 September 2015.
https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2015/2015-08-31-09-03-NPTDS/1_11_Provision_of_Containment_Integrity.pdf
- ATW – Zeitschrift für Atomwirtschaft (2006): Luftsicherheitsgesetz verfassungswidrig, W. Heller; Band 51, Heft 5; Mai 2006.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Maßnahmenkatalog für radiologische Notstandssituationen. Arbeitsunterlage für das behördliche Notfallmanagement auf Bundesebene gemäß Interventionsverordnung, Wien, Juli 2014.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Bekanntmachung der Beschlüsse des Länderausschusses für Atomenergie - Hauptausschuss - zum Thema „Rechtlicher Rahmen der Beurteilung des Szenarios ‚Terroristischer Flugzeugabsturz‘ durch die Exekutive“; 31.08.2016.
- DECKER K.; BRINKMAN H. (2017): List of external hazards to be considered in ASAMPSA_E. Technical report ASAMPSA_E /WP21/D21.2/2017-41, IRSN PSN-RES/SAG/2017-00011.
- DER GRÜNE BERICHT (2016): Bericht über die Wirtschaftliche und soziale Lage der Land- und Forstwirtschaft 2016 .Amt der Niederösterreichischen Landesregierung Abteilung Landwirtschaftsförderung, St. Pölten.
<https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/send/10-gr-bericht-niederrreich/1879-niederoesterreich-gb-2016>
- EUR rev. D (2014) European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. The Revision D of EUR Document, 2014.
<http://www.europeanutilityrequirements.org/Documentation/EURdocument/RevisionD.aspx>
- FLEXRISK (2013): The Project „flexRISK“: Flexible Tools for Assessment of Nuclear Risk in Europe; <http://flexrisk.boku.ac.at/en/projekt.html>
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002a): Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3, Vienna 2002.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2002b): External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No NS-G-3.1, Vienna 2002.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2003): External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants; IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.5; Vienna 2003.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2009): Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-2, Wien 2009.

- IAEA – International Atomic Energy Agency (2010): Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants; Specific Safety Guide No. SSG-3, Wien 2010.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2011): Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guide No. SSG-18, Vienna 2011.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2012): Safety of Nuclear Power Plants: Design. Specific Safety Requirements No. SSR-2/1, Vienna 2012.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2014): Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes. NUCLEAR ENERGY SERIES No. NG-T-3.11. IAEA, Vienna, 2014.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2016): Site Evaluation for Nuclear Installations; Safety Requirements IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 (Rev. 1) 28 February, 2016.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2017): International Physical Protection Advisory Service (IPPAS); <http://www-ns.iaea.org/security/ippas.asp>
- INST (2015): Assessment of Radioactive Gaseous Effluent released from NINH THUAN 1 Nuclear power plant under Scenario INES-Level-7 Nuclear accident; Nguyen Tuan Khai, Le Dinh Cuong; Institute for Nuclear Science and Technology (INST), Communications in Physics, Vol. 25, No. 4 (2015), pp. 375-382
- INTERVENTIONSVERORDNUNG - INTV (2017): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Interventionen in Notfallexpositionssituationen und in bestehenden Expositionssituationen.
- LELIEVELD, J.; KUNKEL, K. & LAWRENCE, M.G. (2012): Global risk of radioactive fallout after major nuclear reactor accidents. In: Atmos. Chem. Phys., 12, p. 4245–4258, 2012.
- LÖFFLER, H.; KUMAR, M. & RAIMOND, E. (2017): Guidance for decision making based on Extended PSA Volume 1 – Summary Report. Technical report ASAMPSA_E WP30/D30.7/2017-31, Reference IRSN PSN/RES/SAG/2017-00016.
- MIT & MF – Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic & Ministry of Finance of the Czech Republic (2015): National Action Plan for the Development of the Nuclear Energy Sector in the Czech Republic. 22 May 2015.
- NAS – National Academy of Sciences (2016): Lessons Learned from the Fukushima Nuclear Accident for Improving safety and Security of U.S. Nuclear Plants, Phase 2; Committee on Lessons Learned from the Fukushima Nuclear Accident for Improving Safety and Security of U.S. Nuclear Plants; 2016.
<https://www.nap.edu/catalog/21874/lessons-learned-from-the-fukushima-nuclear-accident-for-improving-safety-and-security-of-us-nuclear-plants>
- NEI – Nuclear Engineering International (2016): More delays for China's first AP1000 <http://www.neimagazine.com/news/newsmore-delays-for-chinas-first-ap1000-4836943>
- NEI - Nuclear Engineering International (2017): More delays for Olkiluoto 3 <http://www.neimagazine.com/news/newsmore-delays-for-olkiluoto-3-5943845/>

- NITOI, M.; IVANOV, I.; PIHL, J.; GUIGUENO, Y. & DECKER, K. (2016): D10.3 Report on external hazards with high amplitude that have affected NPP in operation (in Europe or in other countries). Technical report ASAMPSE_E / WP10 / D10.3 / 2016-13, Reference IRSN PSN/RES/SAG/ 2016-00031.
- NTI – Nuclear Threat Initiative (2017): Nuclear Security Index; <http://ntiindex.org>; seen May 2017.
- ÖKOINSTITUT (2012): Mögliche Folgen eines Unfalls im KKW Mühleberg bei ähnlichen Freisetzungen radioaktiver Stoffe wie aus einem Block des KKW Fukushima-Daiichi; Dipl.-Phys. Christian Küppers, Dr. Ing. Veronika Ustohalova. Im Auftrag von Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU), Ärztinnen und Ärzte für soziale Verantwortung/gegen den Atomkrieg (PSR/IPPNW), Greenpeace Schweiz; Darmstadt, 31. August 2012.
- ONR – Office for Nuclear Regulation (2017): Advanced Passive 1000 - AP1000® <http://www.onr.org.uk/new-reactors/ap1000/index.htm>
- RL 2014/52/EU: Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten. Abl Nr. L 124, S. 1-18.
- SCOPINGSPRUCH (2016): Umweltministerium der CR: Abschluss des Feststellungsverfahrens. Prag, 9. Dezember 2016, GZ 81300/ENV/16. www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOO_verfahren/uvp_dukovany/uve/MZPCR_Scopingspruch_UVP_EDUII.pdf
- SEIBERT, P.; HOFMAN, R. & PHILIPP, A. (2014): Possible Consequences of Severe Accidents at the Proposed Nuclear Power Plant Site Lubiatowo near Gdansk, Poland; Final Report March 4, 2014.
- SHOLLY, S.; MÜLLNER, N.; ARNOLD, N. & GUFLER, K. (2014): Source terms for potential NPPs at the Lubiatowo site, Poland. Report prepared for Greenpeace Germany, Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften, BOKU Wien.
- STELLUNGNAHME SÚRAO (2017): Stellungnahme der SÚRAO zu ausgewählten Themen des Scoping-Prozesses des UVP-Verfahrens für die Errichtung der neuen Kernkraftanlage am Standort Dukovany.
- SVETLOV, S. (2017): New VVERs in Russia and Abroad. Presentation for the 4th MDEP Conference on New Reactor Design Activities, September 12 - 13, 2017, London. https://www.oecd-nea.org/mdep/events/conf-2017/presentations/s4/6.%20SVETLOV%20Sergey_%20Atomproekt_Presentation%20Svetlov_ENG-ver3.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (2014a): Baumann, M.; Becker, O.; Hietler, P.; Pauritsch, G.; Pladerer, C.; Schenk, C.; Schmidl, J. & Schuch, A.: Fachstellungnahme zum Energiekonzept der Tschechischen Republik im Rahmen der grenzüberschreitenden strategischen Umweltprüfung, Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. REPORT REP-0453, Wien, 2014. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/SUP/CZ_ekonzzept2013/REP0453_Fachstellungnahme_SUP_CZ-E_Politik.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (2014b): Becker, O.; Hirsch, H.; Indradiningrat, A.Y.; Wallner, A.: NPP Fennovoima (HANHIKIVI 1); Experts Statement to the Environmental Impact Assessment Report; Reports, Bd. REP-0479, Umweltbundesamt, Vienna.

- UMWELTBUNDESAMT (2014c): Becker, O.; Brettner, M.; Hirsch, H.; Indradiningrat, A.Y.; Pauritsch, G.; Schübl, J.; Wallner, A.: KKW Bohunice Neubau Fachstellungnahme zum Entwurf einer Umweltverträglichkeitserklärung (UVP Scoping-Dokument) im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung. Reports, Bd. REP-0482, Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2016a): Becker, O.; Brettner, M.; Mraz, G.: Neues KKW am Standort Dukovany. Bekanntmachung des Vorhabens (UVP Scoping). Fachstellungnahme Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abt. I/6 allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. REP-0590. Wien 2016.
www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOO_verfahren/uvp_dukovany/Fachstellungnahme/REP590Scoping.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (2017a): Mraz, G.; Becker, O.; Decker, K.; Kalleitner-Huber, M.; Konrad, W. & Neumann, W.: SUP Nukleare Entsorgungsprogramme. Nationales Entsorgungsprogramm Tschechische Republik. Fachstellungnahme. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abt. I/6 allgemeine Koordination von Nuklearangelegenheiten. REP-0624. Wien 2017.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0624.pdf>
- WENRA – WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS ASSOCIATION (2013): Safety of new NPP designs; Study by the WENRA Reactor Harmonization Working Group, March 2013
http://www.wenra.org/media/filer_public/2013/08/23/rhwg_safety_of_new_npp_designs.pdf
- WENRA – WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS ASSOCIATION (2014): WENRA Safety Reference Level for Existing Reactors. September 2014.
- WENRA – WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS ASSOCIATION (2015): Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document on Natural Hazards.
http://www.wenra.org/media/filer_public/2015/04/23/wenra-rhwg_t1_guidance_on_issue_t_head_document_2015-04-21.pdf
- WENRA – WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS ASSOCIATION (2016): Guidance Document Issue T: Natural Hazards Guidance on Seismic Events.
http://www.wenra.org/media/filer_public/2016/11/04/wenra_guidance_on_seismic_events_-_2016-10-11.pdf

9 ABKÜRZUNGEN

AM.....	Ageing Management
BE	Brennelement
CCF.....	Common Cause Failure, Versagen aus gemeinsamer Ursache
CDF	Core Damage Frequency
CO ₂ e.....	CO ₂ -Äquivalent, Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase
Cs-137	Cäsium-137
DBA.....	Design Basis Accident, Auslegungsstörfall
DBT.....	Design Basis Threat
DEC	Design Extension Conditions
DWR	Druckwasserreaktor, auf Englisch: PWR
EDU 1-4	KKW Dukovany (Blöcke 1-4)
ENSREG.....	European Nuclear Safety Regulation Group
ETE 1&2.....	KKW Temelín (Blöcke 1,2)
EUR	European Utility Requirements
GDA	Generic Design Assessment
I-131.....	Jod-131
IAEA.....	International Atomic Energy Agency, Internationale Atomenergie Organisation
IPPAS	International Physical Protection Advisory Service
KKW.....	Kernkraftwerk
LOCA.....	Lost of Coolant Accident (Kühlmittelverluststörfall)
LRF	Large Release Fraction
MOX.....	Mischoxid
MWe.....	MegaWatt elektrisch
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NSDG.....	Notstromdieselgeneratoren
NTI	Nuclear Threat Initiative
PGA	Peak Ground Acceleration (Maximale (horizontale) Bodenbeschleunigung)
PRA.....	Probabilistische Risikoanalyse
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSHA.....	Probabilistic Seismic Hazard Assessment (Probabilistische seismische Gefährdungsanalyse)
RDB	Reaktordruckbehälter

RHWG	Reactor Harmonization Working Group
SSK	Strukturen, Systeme und Komponenten
SUJB	Aufsichtsbehörde der Tschechischen Republik
TBq	Tera-Becquerel (10 ¹² Bq)
UVE	Umweltverträglichkeitserklärung; in der RL 2014/52/EU als UVP-Bericht bezeichnet
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at