

Teil 1

DOKUMENTATION ZUM VERFAHREN BEZÜGLICH DER GRENZÜBERSCHREITENDEN AUSWIRKUNGEN DES VORHABENS

Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit der installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinden: Choczewo oder Gniewino und Krokowa

Einführung

Sprachversion: DE

Juli 2022



Świadomie o atomie
energia jądrowa w Polsce

Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

Ersteller der Dokumentation für das Verfahren bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens

Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

ul. Mokotowska 49, 00-542 Warszawa

Teamleiter

Monika Mejszelis

Behörde, die für die Entscheidung zuständig ist:

Generaldirektor für Umweltschutz

ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa

Regelung zur Ausstellung des Dokuments

Bezeichnung des Dokuments: **Dokumentation zum Verfahren bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens „Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinde Choczewo oder Gniewino und Krokowa“**

Dokumentnummer:

BLS_ROS_xxxxx_RV_00002_03_DE

Zweck der Ausstellung des Dokuments:

Dokumentation zum Verfahren bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens

Version	Erstellt von	Geprüft von	Freigegeben von	Datum
01	Autorenteam	Joanna Jankowska Mariusz Włodarczyk Paweł Banasiak	Monika Mejszelis Jarosław Jaczyński	10.02.2022
02	Autorenteam	Joanna Jankowska Mariusz Włodarczyk Paweł Banasiak	Monika Mejszelis Jarosław Jaczyński	23.03.2022
03	Autorenteam	Joanna Jankowska Kamil Krysiuk Paweł Banasiak	Monika Mejszelis	20.07.2022

Autorenteam - Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

Bereich	Autoren
Erarbeitung der Dokumentation	Grzegorz Badowski, Marcin Banach, Paweł Banasiak, Karolina Czernecka, Marcin Gaweł, Jarosław Jaczyński, Joanna Jankowska, Kamil Krysiuk, Monika Mejszelis, Katarzyna Picz, Mirosław Samulski, Robert Urbaniak, Maciej Wieczorek, Mariusz Włodarczyk

Autoren: Vor- und Nachname	Unterschrift
Joanna Jankowska	Jankowska
Robert Urbaniak	Urbaniak
Mariusz Włodarczyk	Włodarczyk
Kamil Krysiuk	Krysiuk
Monika Mejszelis	Mejszelis
Marcin Banach	Banach
Maciej Wieczorek	Maciej Wieczorek
Marcin Gaweł	Marcin A. Gawel
Karolina Czernecka	K Czernecka
Marcin Czerwinski	M. Czerwinski
Paweł Banasiak	Pan
Katarzyna Picz	Picz
Mirosław Samulski	M Samulski
Grzegorz Badowski	Badowski

Andere Informationen

Übersetzung der Dokumentation in die deutsche Sprache	Übersetzungsbüro: Biuro tłumaczeń LIDEX Sp. z o.o. BIRETA Professional Translations Sp.J.
Verifizierung der Übersetzung	Übersetzungsbüro: Biuro tłumaczeń INERTEXT; BIRETA Professional Translations Sp.J. Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. Katarzyna Przybylska ; Paweł Gil
Bearbeitung	Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. Grzegorz Badowski, Paweł Banasiak, Marcin Gaweł
Graphikdesign	Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. Marcin Gaweł, Tomasz Gołębiowski, Joanna Wilczek Paweł Szurek
Zusammensetzung und Druck	Copy General sp. z o.o.

Im Fall von Unstimmigkeiten zwischen der deutschen und polnischen Sprachversion, ist die polnische Version maßgeblich.

Glossar

Begriff / Abkürzung	Definition
KKW/ Kernkraftwerk	Das erste Kernkraftwerk in Polen, bestehend aus drei Kernkraftblöcken mit AP1000-Reaktoren mit einer Gesamtleistung von bis zu 3750 MWe, auf dem Gebiet der Gemeinden Choczewo oder Gniewino und Krokowa
Kernkraftwerk	Eine kerntechnische Anlage im Sinne des Atomgesetzes vom 29. November 2000
GDOŚ	Generaldirektor für Umweltschutz
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission, gegründet in Schweden (Englisch: <i>International Commission on Radiological Protection</i>)
IMGW - PIB	Institut für Meteorologie und Wasserwirtschaft – Staatliches Forschungsinstitut
MAEA / IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation (Englisch: <i>International Atomic Energy Agency</i>)
Vorhaben	Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinden Choczewo oder Gniewino und Krokowa
Atomgesetz	Atomgesetz vom 29. November 2000
MOLF	Schiffsentladeanlage (Englisch: <i>Marine off-loading facility</i>)
Beschluss / GDOŚ-Beschluss/ Scoping	Beschluss des Generaldirektors für Umweltschutz vom 25. Mai 2016 (Zeichen: DOOŚ-OA.4205.1.2015.23) der den Umfang des Umweltverträglichkeitsberichts festlegt des Vorhabens Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit der installierten Leistung von 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinde Choczewo oder Gniewino und Krokowa
UVP-Bericht	Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung des Vorhabens „Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinde Choczewo oder Gniewino und Krokowa“
Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie; Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie; Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
RODOS	Entscheidungsunterstützungssystem nach nuklearen Unfällen

Inhalt

1	ZIEL DES DOKUMENTS	7
2	STRUKTUR DES DOKUMENTS	8
3	BEGRÜNDUNG FÜR DIE DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS	13
4	BESCHREIBUNG DER KERNBRENNSTOFFKREISLÄUFE	20
5	EMISSIONEN UND FREISETZUNGEN VON RADIOAKTIVEN STOFFEN	27
5.1	<i>Emissionen im Normalbetrieb und bei erwarteten Betriebsvorfällen</i>	<i>27</i>
5.2	<i>Freisetzungsraten bei Projektstörfall</i>	<i>29</i>
5.3	<i>Freisetzungsraten bei einem Störfall maßgeblich für die Notfallplanung</i>	<i>30</i>
6	MÖGLICHE GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT	32
6.1	<i>Mögliche grenzüberschreitende Strahlenauswirkungen auf die Umwelt.....</i>	<i>32</i>
6.1.1	<i>Analyse der Ergebnisse</i>	<i>33</i>
6.1.2	<i>Zusammenfassung</i>	<i>37</i>
6.2	<i>Anpassung der Realisierung des Vorhabens an die Ziele des Ostseeaktionsplans HELCOM</i>	<i>38</i>
6.2.1	<i>Einführung.....</i>	<i>38</i>
6.2.2	<i>Biologische Vielfalt</i>	<i>38</i>
6.2.3	<i>Eutrophierung</i>	<i>40</i>
6.2.4	<i>Gefährliche Stoffe und Abfälle</i>	<i>41</i>
6.2.5	<i>Tätigkeit im Meer</i>	<i>42</i>
6.2.6	<i>Zusammenfassung</i>	<i>42</i>
	QUELLENMATERIALIEN	43
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	<i>43</i>
	<i>Verzeichnis der Abbildungen.....</i>	<i>44</i>
	<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>44</i>
	<i>Verzeichnis der Anhänge.....</i>	<i>44</i>

1 Ziel des Dokuments

Die Definition der grenzüberschreitenden Auswirkungen ist dem Art. 1, Pkt. VIII der Espoo-Konvention vom 25. Februar 1991 über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen [183] zu entnehmen. Gemäß der Definition bedeutet eine „*grenzüberschreitende Auswirkung jede Auswirkung – nicht nur globaler Art – innerhalb eines Gebiets unter der Hoheitsgewalt einer Vertragspartei infolge einer geplanten Tätigkeit, deren natürlicher Ursprung sich ganz oder teilweise in einem Gebiet unter der Hoheitsgewalt einer anderen Vertragspartei befindet*“. Von einer grenzüberschreitenden Auswirkung eines Vorhabens kann also nur dann die Rede sein, wenn das Ausmaß von ungünstigen Auswirkungen des jeweiligen Vorhabens auf die Umwelt sich auf Gebiete außerhalb Polens erstrecken kann.

Das vorliegende Dokument wurde für das grenzüberschreitende Verfahren erstellt und spiegelt den Inhalt der Entscheidung des Generaldirektors für Umweltschutz vom 22. September 2015 zur Durchführung des Verfahrens bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens „Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinden: Choczewo oder Gniewino und Krokowa in der Woiwodschaft Pommern“ [184] und der folgenden gesetzlichen Vorschriften und internationalen Abkommen sowie den Inhalt der nationalen Gesetze wider:

- Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, erstellt in Espoo am 25. Februar 1991 [183];
- Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten [185];
- Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Republik Polen über Umweltverträglichkeitsprüfungen und Strategische Umweltprüfungen im grenzüberschreitenden Rahmen, unterzeichnet in Neuhardenberg am 10. Oktober 2018 [186];
- Abkommen zwischen der Regierung der Republik Polen und der Regierung der Republik Litauen über die Umsetzung des Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, unterzeichnet in Warschau am 27. Mai 2004 [187],
- Art. 108 Abs. 4 Pkt. 4 des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Umweltinformationen, über den Schutz der Umwelt, die Teilnahme der Bevölkerung am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung [188].

In der o.g. Entscheidung [184] hat der Generaldirektor für Umweltschutz u.a. die obligatorische Übersetzung in der Papier- und in der elektronischen Fassung ins Englische, Deutsche und Litauische „*jener Teile des UVP-Berichtes, die es den Staaten, auf die sich das Vorhaben auswirken kann, ermöglichen, die potenziellen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen zu beurteilen*“, zur Auflage gemacht.

Um die o.g. Anforderungen zu erfüllen, hat der Investor im vorliegenden Dokument u.a. eine Zusammenfassung der Dokumentation (des UVP-Berichtes) in einer nicht fachlichen Sprache, die im Artikel 4 Absatz 1 der Espoo-Konvention [183] erwähnt wurde, sowie jene Teile des UVP-Berichtes eingefügt, die es den betroffenen Parteien ermöglichen, wesentliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Umwelt zu beurteilen und dazu Stellung zu nehmen.

2 Struktur des Dokuments

Die Struktur des Dokuments ist der Struktur des UVP-Berichtes ähnlich, der für die Bedürfnisse des Verfahrens hinsichtlich der Auswirkung des Vorhabens auf die Umwelt, das mit dem Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinden: Choczewo oder Gniewino und Krokowa zusammenhängt (UVP-Bericht). Dieser Bericht besteht aus 6 Bänden und Anhängen zu den einzelnen Bänden.

Die Dokumentation zum Verfahren bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen ist eine Sammlung der detaillierten Informationen, die aus einzelnen Bänden des o.g. UVP-Berichtes ausgewählt wurden. Wenn in den Auszügen aus den Bänden I, II, III, IV, V des UVP-Berichtes die Inhalte von irgendwelchen Kapiteln/Unterkapiteln nicht zitiert wurden, dann resultiert das aus der Tatsache, dass die Angabe dieses Kapitels/Unterkapitels keinen Einfluss auf die Bewertung der potenziell negativen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf die Umwelt haben. Die Beschreibung des jeweiligen Aspektes wurde im Teil 2 der Dokumentation, Band VI des Berichtes zur Umweltverträglichkeitsprüfung dargestellt - d.h. in der in einer nicht-fachlichen Sprache abgefassten Zusammenfassung.

Das vorliegende Dokument besteht aus 7 Teilen:

Teil 1 – Einführung, in der folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Ziel des Dokuments,
 - Struktur des Dokuments
 - Begründung für die Durchführung des Vorhabens,
 - Beschreibung des Kernbrennstoffkreislaufes,
 - Emissionen und Freisetzungen von radioaktiven Stoffen.
- Beschreibung der potenziellen Auswirkung auf die Umwelt, die einen Auszug aus dem Band V [Kapitel V.4] des UVP-Berichtes darstellt, inkl. zweier Anhänge, in denen die Werte der Intensität der Dosen der ionisierenden Strahlung für die Nachbarländer angegeben wurden, die sich aus den nach dem MATCH- und FDMT-Modell durchgeführten Prüfungen ergeben. Für die Transparenz der Struktur des Dokuments, wurde Kapitel V.4 aus dem UVP-Bericht in dem vorliegenden Teil gemäß der neuen Nummerierung, in Übereinstimmung der Struktur des Teils 1 - Einführung gekennzeichnet.

In diesem Teil des Dokuments wurde die Zusammenfassung der biotischen und abiotischen Bereiche hinsichtlich der potenziellen grenzüberschreitenden Auswirkungen dargestellt. Es wurde auch darauf hingewiesen, dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen vorliegen, wenn einzelne und kumulierte Auswirkungen des Vorhabens und die vorgeschlagenen Minimierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Teil 2 – Band VI des Berichtes zur Umweltverträglichkeitsprüfung - Zusammenfassung, abgefasst in einer nicht-fachlichen Sprache, in der folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Glossar und Inhalt,
- Nicht-technische Zusammenfassung des kompletten UVP-Berichtes (kompl. Band VI),
- Quellenmaterialien

Teil 3 – Auszug aus dem Band I des UVP-Berichtes - Vorläufige Informationen, in dem folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Information zur Revision des Dokuments,
- Team der Autoren,

-
- Glossar und Inhalt,
 - Daten zum Investor,
 - Einstufung des Vorhabens,
 - Verwaltungsverfahren und gegenwärtiger Status des Vorhabens,
 - Aufteilung des Vorhabens in Etappen,
 - für die Funktionsfähigkeit des Vorhabens unerlässliche Begleit-Infrastruktur,
 - Begründung für die Durchführung des Vorhabens in Anbetracht der Vorteile, die sich aus der Einführung der Kernenergie in Polen und der wirtschaftlich-ökonomischen sowie der technologischen Aspekte ergeben.
 - Vorhaben vor dem Hintergrund der Strategiedokumente (in nationaler und internationaler Hinsicht),
 - Voraussetzungen und die Art und Weise der UVP-Bericht-Erstellung,
 - Die betrachteten Varianten des Vorhabens, inkl. Beschreibung der voraussichtlichen Umweltauswirkungen bei Nichtumsetzung des Vorhabens; im Rahmen des vorliegenden Kapitels wurden u.a. folgende Aspekte beschrieben: Beschreibung des Prozesses zur Auswahl der in Erwägung gezogenen technischen Standort-Untervarianten sowie die Beschreibungen der durch den Investor vorgeschlagenen, rationellen alternativen Variante und der rationellen Variante, die für die Umwelt am günstigsten wäre,
 - Rechtsrahmen des Vorhabens (auf der nationalen und der internationalen Ebene),
 - Quellenmaterialien

Teil 4 – Auszug aus Band II des UVP-Berichtes - Charakteristik des Vorhabens und der Emissionen, in dem folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Glossar und Inhalt,
 - Beschreibung des Vorhabens sowie der Technologie und der Kernkraftwerk-Infrastruktur,
 - Beschreibung des Kernkraftwerks einschließlich der Beschreibung der Einrichtungen und der KKW-Flächennutzung,
 - Vergleich der vorgeschlagenen Lösung mit der besten verfügbaren Technik (BVT),
 - Beschreibung der Investitionsphasen (Betriebs- und Stilllegungsphase),
 - Zeitplan für die Umsetzung des Vorhabens,
 - prognostizierte Arten und Mengen von Emissionen, darunter Abfälle, die sich aus der Durchführung des Vorhabens ergeben (Emission von Schadstoffen in die Luft und Emission von Abwässern, die radioaktive Stoffe enthalten),
 - Abfälle, darunter radioaktive Abfälle und abgebrannter Kernbrennstoff,
 - Analyse von Gefahren und schweren Störfällen – Zustände des Kernkraftwerks und Wahrscheinlichkeit von deren Auftreten, interne Ereignisse, die die Sicherheit des Kernkraftwerks gefährden können, externe Ereignisse, die die Sicherheit des Kernkraftwerks gefährden können (darunter Analyse zur Beständigkeit des Vorhabens gegen extreme Ereignisse, natürliche Phänomene und Bedingungen, unter besonderer Berücksichtigung von primären und sekundären Folgen des Klimawandels, inkl. Anhang unter dem Titel Ergebnisse der Analyse der Auswirkungen von extremen Ereignissen, Phänomenen und natürlichen Bedingungen auf die Sicherheit des Kernkraftwerks einschl. Anpassungsmaßnahmen (Vorbeugungsmaßnahmen)), Risiko eines schweren Störfalls, der zur Umweltkontamination führt,
- Ein Störfall mit Kernschmelze und gleichzeitiger Störung des Sicherheitsbehälters des Reaktors wurde im Bericht nicht erwägt auf Grund der praktischen Abschaffung der Möglichkeit seines Auftretens, sowie

seiner extrem hoher Unwahrscheinlichkeit (die Wahrscheinlichkeit seines Auftretens ist niedriger als einmal in 10.000.000 Jahren).

- Beschreibung der zugehörigen Infrastruktur (allgemeine Informationen und Strominfrastruktur),
- Quellenmaterialien

Teil 5 – Auszug aus Band III des UVP-Berichtes - Charakteristik der Umwelt, in dem folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Inhalt des Bands II des UVP-Berichtes

Teil 6 – Auszug aus Band IV des UVP-Berichtes - Bewertung der Auswirkungen, in dem folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Glossar und Inhalt,
- Auswirkungen auf geschützte Gebiete und Objekte (Meeresteil),
- Auswirkungen auf natürliche Bestandteile (Meeresumwelt),
- Bewertung der Auswirkungen auf die Oberflächengewässer (des Meeres),
- Auswirkungen, die mit ionisierender Strahlung zusammenhängen,
- Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf das Leben – hinsichtlich der Sicherheit von aus dem Meer stammenden Nahrungsmitteln im Zusammenhang mit der Abführung flüssiger radioaktiver Stoffe in Gewässer und mit der Benutzung von Chemikalien im Kühlwassersystem, der Sicherheit von anderen aus dem Meer stammenden Nahrungsmitteln im Zusammenhang mit der Emission gasförmiger radioaktiver Stoffe und der Auswirkung von ionisierender Strahlung auf die Gesundheit,
- Auswirkungen im Zusammenhang mit der Abfallwirtschaft (radioaktive Abfälle und abgebrannter Kernbrennstoff),
- Bestimmung der voraussichtlichen Auswirkung auf die Umwelt im Falle einer ernsthaften Störfalls,
- kumulierte Auswirkungen hinsichtlich der natürlichen Umwelt des Meeres und von Meereswasser,
- Quellenmaterialien
- Anhänge

Teil 7 – Auszug aus dem Band V des UVP-Berichtes – Zusammenfassung – Ergebnisse der Bewertungen und Schlussfolgerungen, in dem folgende Aspekte dargestellt wurden:

- Glossar und Inhalt,
- Beschreibung der Prognose-Methoden, die bei den Analysen der Auswirkungen im Bereich der Meeresumwelt, des Oberflächen-Meereswassers, der ionisierenden Strahlung, inkl. Anhang unter dem Titel Beschreibung von Modellen, die bei der Analyse der Strahlenauswirkung, der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und der Folgen von ernsthaften Ausfällen Anwendung finden, inkl. Anhang unter dem Titel Beschreibung von Modellen, die bei der Analyse der Strahlenauswirkungen in Notfällen Anwendung finden,
- Auswahl der vom Investor vorgeschlagenen Variante, der für die Umwelt günstigsten Variante und einer vernünftigen Alternativvariante einschließlich der Begründung für deren Auswahl, darunter vergleichende Analyse der Standortvarianten, Multikriterienanalyse,
- Beschreibung der Minimierungsmaßnahmen, inkl. Maßnahmen zur Vermeidung, zum Vorbeugen, zur Einschränkung oder zum Ausgleich in Bezug auf die Auswirkungen im Bereich der natürlichen Meeresumwelt, der Oberflächengewässer des Meeres und der Gesundheit und des Lebens von Menschen im Zusammenhang mit ionisierender Strahlung,

- Beschreibung der Kommunikationsmaßnahmen,
- voraussichtlicher Umfang des Bereiches der eingeschränkten Nutzung,
- Vorschlag des Überwachungsumfanges für die einzelnen Umweltkomponenten, wie z.B.: die natürliche Meeresumwelt, Oberflächengewässer des Meeres, ionisierende Strahlung, Gesundheit und Leben von Menschen,
- Hinweis auf Schwierigkeiten, die aus Mängeln im Stand der Technik oder Lücken im modernen Wissen resultieren und bei der Erstellung des UVP-Berichts deutlich geworden sind,
- Quellenmaterialien

Es ist darauf hinzuweisen, dass am Anfang jedes Teils des Berichtes (der einen Auszug aus den Bänden I, II, III, IV oder V enthält) ein komplettes Inhaltsverzeichnis des jeweiligen Bands des UVP-Berichtes dargestellt wurde. In dem Inhaltsverzeichnis dieses Teiles der Dokumentation wurden jene Kapitel **blau** markiert, die vollständig oder teilweise einen Auszug aus dem Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung darstellen.

Zusätzlich, wurde zur Dokumentation für das grenzüberschreitende Verfahren eine Tabelle mit Antworten von gefährdeten Parteien zugeschickt in der Scoping-Etappe erarbeitet und zugefügt (Tabelle mit Antworten).

Die von den in der Scoping-Etappe 2016 betroffenen Parteien eingereichten Anmerkungen sind in der Scoping-Tabelle im Anhang zur grenzüberschreitenden Dokumentation aufgeführt. In der letzten Spalte der Tabelle wurde auf Fragen verwiesen, die beantwortet wurden, sowie auf die verschiedenen Teile und Kapitel der grenzüberschreitenden Dokumentation, in denen die für das Verständnis der jeweiligen Problematik relevanten Informationen angegeben sind. Eine der Anmerkungen Schwedens zu Punkt 9 der Tabelle bezieht sich auf die Beschreibung des Brennstoffkreislaufs. Aufgrund der Bedeutung dieser Problematik wurden zusätzliche Informationen zur Erweiterung des UVP-Berichts in dieser Hinsicht hinzugefügt. Weitere Informationen sind im **Teil 1 Einführung – Kapitel 4 „Beschreibung des Kernbrennstoffkreislaufes“** enthalten.

Ein weiteres von den betroffenen Parteien angesprochenes Problem, das in der vorliegenden Studie besonders hervorgehoben werden musste, war die Begründung für die Durchführung des Vorhabens. Ein wichtiger Teil dieses Prozesses ist die Frage, wie sich die Wahl der Kerntechnologie auf die Umsetzung der nationalen und internationalen Strategien auswirken wird, welche Szenarien zur Emissionsreduzierung in Betracht gezogen wurden und welche Auswirkungen die Wahl eines bestimmten Szenarios auf das Klima haben wird. Um die Informationen umfassend darzustellen, wurde diese Begründung bereits im **Teil 1 Einführung – Kapitel 3 „Begründung für die Durchführung des Vorhabens“** dargestellt wie auch angegeben, in welchen nachfolgenden Teilen und Kapiteln des UVP-Berichts die einzelnen Fragen im Detail behandelt wurden.

In der Auffassung des Investors stellt der in dem vorliegenden Dokument präsentierte Umfang der detaillierten Informationen aus dem UVP-Bericht ein optimales Material hinsichtlich der Durchführung des grenzüberschreitenden Verfahrens dar, d.h. für die Bereitstellung der erforderlichen Informationen zum Vorhaben, das mit dem Bau und Betrieb des ersten polnischen Kernkraftwerkes zusammenhängt, an die betroffenen Parteien.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass sich aus den zahlreichen Forschungen und Analysen, die für das Verfahren bezüglich einer Umweltbedingungenentscheidung für das Kernkraftwerk durchgeführt wurden, keine Gefährdungen ergeben, die auf aus der Tätigkeit des Vorhabens resultierende grenzüberschreitende Auswirkungen hinweisen würden, sowohl bei der Variante 1 – Standort Lubiatowo - Kopalino (einschließlich Untervariante 1A mit offenem Kühlsystem, vorgeschlagen von dem Investor zur Einführung), als auch bei der Variante 2 – Standort Żarnowiec. Nur die Tatsache, dass der Investor dem sog. Vorsorgeprinzip folgt sowie der Charakter des Vorhabens sind der Grund dafür, dass potenzielle Probleme angezeigt werden, die einer tieferen Betrachtung der biotischen und abiotischen Aspekte bedürfen. Entsprechende Abschnitte des UVP-Berichtes wurden übersetzt und im vorliegenden Dokument dargestellt.

Auf der Etappe der sog. erneuten Umweltverträglichkeitsprüfung, die für das betroffene Vorhaben obligatorisch ist, werden die Analysen im Bereich der Umweltauswirkungen des Vorhabens wiederholt. Diese Analysen werden auf Grund der detaillierten Projektdaten durchgeführt, die auf der aktuellen Etappe der Realisierung des Vorhabens nicht verfügbar sind. Auf der Etappe der erneuten Umweltverträglichkeitsprüfung werden die vorgeschlagenen Minimierungsmaßnahmen und Überwachungsbereiche konkretisiert. Dadurch kann die Umwelt, darunter die Gesundheit und das Leben von Menschen, wirksam gegen irgendwelche, sogar potenzielle wesentliche Auswirkungen, sowohl im Inland als auch im Ausland, geschützt werden. Darüber hinaus wurde im UVP-Bericht darauf hingewiesen, dass die Durchführung einer Analyse nach Abschluss der Realisierung des Vorhabens sinnvoll ist.

Die obligatorische Durchführung der sog. erneuten Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich der Auswirkungen des Kernkraftwerks auf die Umwelt resultiert aus den nationalen Vorschriften, d.h. aus Art. 82 Abs. 1 Pkt. 4a des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Umweltinformationen, über den Schutz der Umwelt, die Teilnahme der Bevölkerung am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung [188], in dem festgelegt ist, dass die einschlägige, für die Umweltverträglichkeitsentscheidung zuständige Behörde stets dazu verpflichtet ist, dem Investor die Pflicht der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung für das Vorhaben im Rahmen des Verfahrens für die Erteilung einer Baugenehmigung für kerntechnische Anlagen oder die Genehmigung für ein Begleitvorhaben aufzuerlegen, von denen im Gesetz vom 29. Juni 2011 über die Vorbereitung und Umsetzung von Vorhaben im Bereich von kerntechnischen Anlagen sowie von Begleitvorhaben [189] die Rede ist.

3 Begründung für die Durchführung des Vorhabens

Der Bau eines Kernkraftwerks ist ein Investitionsvorhaben, das die von Polen gesetzten und von der Europäischen Union geforderten Umweltziele unterstützt. Diese Ziele spiegeln sich in vielen sowohl nationalen als auch internationalen Strategie- und Planungsdokumenten wider.

Mit der Durchführung des Vorhabens wird die Klima- und Energiepolitik der Europäischen Union umgesetzt, die in den folgenden Dokumenten festgelegt ist:

- Grünbuch. Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 – Hier werden die Ziele bezüglich der Reduzierung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf maximal 2° C gegenüber dem Vorindustriezeitalter angegeben; die Klima- und Energiepolitik der Europäischen Union zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, die Energieversorgung zu gewährleisten und das Wirtschaftswachstum, die Wettbewerbsfähigkeit und die Beschäftigung durch „kostengünstige, ressourcenschonende und hochentwickelte Technologien“ zu fördern;
- Europäischer Grüner Deal – Hier ist die Verpflichtung der EU enthalten, dass die Klimaneutralität bis 2050 erreicht wird. Um dies zu erreichen, wird ein sozioökonomischer Wandel in Europa erforderlich sein (kosteneffizient, gerecht und sozial nachhaltig);
- Energiefahrplan 2050 – In diesem Plan wurde vorausgesetzt, dass mit der niedrigen CO₂-Emissionen zusammenhängende Ziele bis 2050 erreicht werden, darunter Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und der Energieversorgungssicherheit in Europa. Darin wurden 10 Strukturveränderungen genannt, die für die Umgestaltung des Energiesystems erforderlich sind – darunter u.a. Kernenergieanteil als wichtiger Beitrag zur Umwandlung des Energiesystems in den Mitgliedstaaten;
- Rahmen für die Klima- und Energiepolitik für 2020–2030 – hier wird geplant, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 40 % gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren sowie den Anteil erneuerbarer Energiequellen am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2030 auf 27 % zu erhöhen;
- Europäische Strategie für Energieversorgungssicherheit – es wird hier darauf hingewiesen, dass einer der wichtigsten Aspekte die Steigerung der Energieerzeugung in der Europäischen Union unter Nutzung der Kernenergie einschließlich der notwendigen Entwicklung der entsprechenden Infrastruktur ist;
- Energieeffizienz und deren Beitrag zur Energiesicherheit sowie Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 – hier wird bestätigt, dass die Energieeffizienz zu einem wettbewerbsfähigen, nachhaltigen und sicheren Energiesystem in der Europäischen Union beiträgt;
- Schlussfolgerungen des Europäischen Rates vom 24. Oktober 2015 zu Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 – es wird hier darauf hingewiesen, dass die EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 vereinbart und ein verbindliches EU-Ziel zur Reduzierung der inländischen Treibhausgasemissionen genehmigt werden und
- Rahmenstrategie für nachhaltige Energieunion auf der Grundlage einer zukunftsorientierten Klimapolitik – darin wurden die Grundsätze für die Entwicklung einer Energieunion (Integration der nationalen Energiemärkte in einen einzigen gemeinsamen Markt) festgelegt, deren Hauptziel ist, den Verbrauchern sichere, wettbewerbsfähige, nachhaltige (in Bezug auf die Quellen) Energie zu günstigen Preisen zu bieten.

In Bezug auf die Strategiedokumente auf nationaler Ebene, in denen die Kernenergie direkt auftaucht und zu ihrer Umsetzung beiträgt, ist Folgendes zu erwähnen:

- Polnisches Kernenergieprogramm – Grundlage sowie Aktionsplan für den Bau des ersten polnischen Kernkraftwerks; das Gesamtziel des Polnischen Kernenergieprogramms steht im Einklang mit der „Energiepolitik Polens bis 2040“ und dem Nationalen Energie- und Klimaplan 2021–2030;
- Energiepolitik Polens bis 2040 (wesentliche Informationen – siehe unten);

- Nationaler Energie- und Klimaplan 2021–2030 – mit nationalen Annahmen und Zielen, die sich in politischen Maßnahmen und Aktionen in den einzelnen Dimensionen widerspiegeln, die eine Erhöhung der Energiesicherheit des Staates im weitesten Sinne unter Beachtung der Grundsätze des Umweltschutzes, darunter Klima, zur Folge haben sollte;
- Strategischer Anpassungsplan für die vom Klimawandel betroffenen Sektoren und Gebiete bis 2020 mit Ausblick auf das Jahr 2030 – der erste nationale strategische Plan, der sich auf die Anpassung an den fortschreitenden Klimawandel sowie auf die Gewährleistung des nachhaltigen Wachstums sowie des effizienten Funktionierens der Wirtschaft und der Gesellschaft bezieht;
- Nationale Umweltpolitik 2030 – Entwicklungsstrategie im Bereich Umwelt und Wasserwirtschaft – mit dem Hauptziel, „das Potenzial der Umwelt zum Nutzen der Bürger und Unternehmer“ zu entwickeln, und den spezifischen Zielen: Umwelt und Gesundheit (Verbesserung der Umweltqualität und der ökologischen Sicherheit), Umwelt und Wirtschaft (nachhaltige Bewirtschaftung der Umweltressourcen) sowie Umwelt und Klima (Eindämmung des Klimawandels und Anpassung daran sowie Katastrophenrisikomanagement);
- Produktivitätsstrategie 2030 – Entwurf eines Dokumentes, in dem die Interventionsrichtungen und Unterstützungsinstrumente zur Förderung des Investitionsniveaus und der Produktivität der Unternehmen festgelegt werden. Es wird darin von der Notwendigkeit gesprochen, emissionsfreie Energiequellen und -technologien umzusetzen, zu denen auch die Kernenergie gehört, im Rahmen von Ziel I „Natürliche Ressourcen (Boden und Rohstoffe)“;
- Annahmen zum Nationalen Plan für die Entwicklung einer kohlenstoffarmen Wirtschaft – mit dem Hinweis, dass eines seiner 6 spezifischen Ziele die Entwicklung emissionsfreier Energiequellen (zu denen auch die Kernenergie gehört) ist. Die Entwicklung dieses Bereiches wird die Verwirklichung des Hauptziels („Entwicklung einer kohlenstoffarmen Wirtschaft bei gleichzeitiger Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung des Landes“) und der spezifischen Ziele ermöglichen und zu positiven Veränderungen in der nationalen Wirtschaft führen;
- Nationaler Plan für den Umgang mit radioaktiven Abfällen und abgebranntem Kernbrennstoff, der sich vollständig auf die Kernenergie bezieht und insbesondere die Aufgaben festlegt, die für einen ordnungsgemäßen Umgang mit radioaktiven Abfällen erforderlich sind, und zwar nicht nur im Rahmen des Schutzes der natürlichen Ressourcen, sondern auch der Gesundheit und des Lebens der Menschen;
- Strategie für verantwortungsvolle Entwicklung bis 2020 (mit Ausblick bis 2030) – Hier wird Energie, darunter Kernenergie, als Bereich genannt, der die Erreichung der Ziele beeinflusst. In diesem Dokument wurden zwei Varianten für den Standort eines Kernkraftwerks in Lubiatowo-Kopalino und in Żarnowiec genannt. Das Dokument enthält indirekte Verweise auf Aspekte, die für das Vorhaben relevant sind, u.a. im Bereich der Energieeffizienz und der Innovation, um die Umweltbelastung in den Produktionsprozessen weiter zu verringern; eine weitere indirekte Interventionsrichtung ist die Beseitigung von Emissionsquellen für Luftschadstoffe oder die deutliche Verringerung ihrer Auswirkungen, was zweifellos durch die Durchführung des Vorhabens gewährleistet wird;
- Nationale Strategie für regionale Entwicklung 2030 – mit dem Hinweis auf die notwendige Modernisierung der Übertragungs- und Verteilungsinfrastruktur sowie der Kraftwerksblöcke; unter anderem wurde auf die notwendigen Investitionen in neue Produktionsleistung, darunter 6 Kernkraftwerksblöcke, hingewiesen sowie
- Nationale Sicherheitsstrategie der Republik Polen 2020 – mit dem Hinweis auf die notwendige Gewährleistung der ökologischen Sicherheit des Staates, darunter wird im Rahmen einer der Maßnahmenrichtung die Unterstützung der Entwicklung des Energiesektors auf der Grundlage der Nutzung emissionsfreier Energiequellen vorgeschlagen, unter denen die Kernenergie zweifellos genannt werden kann.

Die Einführung nuklearer Erzeugungsquellen in das polnische Stromsystem (zusätzlich zu den bestehenden und geplanten erneuerbaren Energiequellen – EE, Erdgasanlagen in Kraft-Wärme-Kopplung und Gaskraftwerken unter Berücksichtigung der Reduzierung in Steinkohle- und Braunkohlekraftwerken) ist eine direkte Umsetzung der Energiestrategie des polnischen Staates (Energiepolitik Polens bis 2040, PEP2040) und ein Instrument zur Umsetzung einer kohlenstoffarmen Energiewende, die nach der PEP2040 *„umfassendere Modernisierungsmaßnahmen in der gesamten Wirtschaft einleiten, die Energiesicherheit gewährleisten, eine faire Kostenverteilung sicherstellen und die am meisten schutzbedürftigen Gesellschaftsgruppen schützen sollen“*.

Im Einklang mit den Zielen der Klima- und Energiepolitik der Europäischen Union (EU), darunter langfristige Vision, bis 2050 die Klimaneutralität der EU zu erreichen, werden in der PEP2040 drei Säulen der polnischen Energiewende festgelegt, d. h.

- Gerechtigkeit im Wandel – darunter Möglichkeit, die am stärksten betroffenen Regionen (Kohleregionen) umzuwandeln und zu entwickeln, Verringerung der Energiearmut, Modernisierungsmaßnahmen, die die Möglichkeit bieten, bis zu 300 Tausend neue Arbeitsplätze in Branchen mit großem Potenzial zu schaffen – erneuerbare Energiequellen – EE, Kernenergie, Elektromobilität, Netzinfrastruktur, Digitalisierung, Thermomodernisierung von Gebäuden, usw.,
- geplante Emissionsfreiheit des Energiesystems – durch „den Einsatz von Kernenergie und Offshore-Windenergie sowie die Stärkung der Rolle von dezentraler und Bürgerenergie bei gleichzeitiger Gewährleistung der Energiesicherheit (durch die vorläufige Nutzung von Energietechnologien, die u.a. auf gasförmigen Brennstoffen basieren),
- gute Luftqualität – durch Umwandlung von Heizung (System- und Individualheizung), Elektrifizierung des Verkehrs und Förderung von Passivhäusern und Null-Emissionshäusern (unter Nutzung lokaler Energiequellen).

Unter Berücksichtigung des Hauptziels der Gewährleistung der Energiesicherheit, d.h. der Deckung des aktuellen und künftigen Bedarfs an Brennstoffen und Energie auf technisch und wirtschaftlich begründete Weise und unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Umweltschutzes legt die Energiepolitik Polens bis 2040 auch in strategischer Hinsicht fest, welche Technologien (darunter Kerntechnologie) zum Aufbau eines kohlenstoffarmen Energiesystems dienen werden. Die Nutzung der Kernenergie und die Umsetzung des Polnischen Kernenergieprogramms (PPEJ) ist eines der acht spezifischen Ziele (neben anderen kohlenstoffarmen Energiequellen – darunter insbesondere die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen). Laut der PEP2040 werden die Umsetzung der Kernenergie sowie der Offshore-Windenergie gleich behandelt – als gleichrangige Maßnahmen, die dem gleichen strategischen Ziel dienen.

Zu den Schlüsselementen der polnischen Energiewende, die den Bau von 6 Kernkraftwerksblöcken vorsehen, gehören u.a.:

- Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen in allen Sektoren und Technologien, mit einer Photovoltaik-Kapazität von ca. 10–16 GW im Jahr 2040 (im Jahr 2030 soll der Anteil der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch mindestens 23 % betragen, davon nicht weniger als 32 % in der elektrischen Energietechnik, darunter hauptsächlich Windenergie und Photovoltaik, sowie 28 % im Heizungsbereich und 14 % im Verkehr (mit hohem Anteil an Elektromobilität)),
- Steigerung der Energieeffizienz – bis 2030 wurde eine Senkung des Primärenergieverbrauchs um 23 % vorausgesetzt,
- Rückzug der konventionellen Energiequellen aus dem System – im Jahr 2030 sollte der Anteil der Kohle an der Stromerzeugung 56 % nicht überschreiten,
- Reduzierung der Treibhausgasemission bis 2030 um rund 30 % gegenüber dem Jahr 1990.

Die Kernenergie als kohlenstoffarme Energiequelle mit geringen Umwelt- und Systemkosten gilt als notwendiger Bestandteil des Energiemixes. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Kernenergie sowohl eine deutliche

Dekarbonisierung des Stromsystems (in dem von der EU geforderten Umfang) als auch eine Minimierung der sozialen Kosten für den Betrieb des nationalen Stromsystems ermöglicht.

Das Projekt zum Bau eines Kernkraftwerks in Polen fügt sich in die beiden in der PEP2040 beschriebenen Säulen der polnischen Energiewende ein. Nach Ansicht des Investors würde die Nichtumsetzung des Projekts und somit der PEP2040-Strategie zu einer weiteren Verschlechterung des Umweltzustandes beitragen. Die ähnlichen Schlussfolgerungen wurden auch in der in der PEP2040 enthaltenen Strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung festgestellt, in der die Bedeutung von Problemen hervorgehoben wurde, die *„insbesondere mit der Nichteinhaltung von Standards und der Luftqualität im Zusammenhang stehen, die sich aus dem polnischen und EU-Recht ergeben“*. Der Beitrag der Kernenergie zur Verringerung der Luftschadstoffemissionen wird sich daher in einer verbesserten Leistung und Luftqualität widerspiegeln und somit auch Vorteile für die Gesundheit der Menschen und die Umwelt mit sich bringen.

Die Annahmen zur am 29. März 2022 veröffentlichten Aktualisierung der Energiepolitik Polens bis 2040 bestätigen auch, dass die Kernenergie in Polen umgesetzt wird, die vor allem auf großen Reaktoren (über 1000 MW) basieren soll, die wenig empfindlich gegen Ausfälle der Brennstoffversorgung sind und eine stabile und saubere Energieversorgung gewährleisten. Gleichzeitig gewährleisten strenge weltweite Normen für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz einen sicheren Betrieb von Kernkraftwerken und ermöglichen die Beseitigung potenzieller Risiken in Vorfällen.

Unter Berücksichtigung der Bestimmungen des aktualisierten Polnischen Kernenergieprogramms (PPEJ) für das Jahr 2020 ist ferner festzustellen, dass:

- der Bau und der Betrieb von Kernkraftwerken im Hinblick auf die Energiesicherheit zur Steigerung der Diversifizierung sowohl der Brennstoffbasis in der Energiewirtschaft als auch der Versorgungsrichtungen von Primärenergieträgern beitragen werden,
- in Umwelt- und Klimahinsicht (CO₂-Fußabdruck im Lebenszyklus eines Kernkraftwerks) – da „Umweltvorteile der Kernenergie vor allem darin bestehen, dass während des Betriebs keine direkten CO₂-Emissionen entstehen (...) und auch keine anderen umwelt- und gesundheitsschädlichen Stoffe freigesetzt werden: NO_x, SO₂, CO, Stäube, Quecksilber und andere Schwermetalle sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)“,
- die Umsetzung der Kernenergie in wirtschaftlicher Hinsicht (Stabilität der Strompreise und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft) dazu beiträgt, den Anstieg der Energiekosten für die Endverbraucher (sowohl Privat- als auch Industriekunden) zu dämpfen.

Es muss beachtet werden, dass die Analysen, die für die Entwicklung des Polnischen Kernenergieprogramms durchgeführt wurden, Zukunftsszenarien für die Veränderungen des nationalen Elektrizitätssystems und der Treibhausgasemission in jedem Szenario darstellen. Es wurden vier Simulationen erstellt, wo zwei als Zukunftsszenarien gelten, in denen Polen das Nuklearprogramm umsetzt und auch die Entwicklung von erneuerbaren Energien und Gasenergie unterstützt. Der erste ist ein kostenoptimaler Ansatz, der von einem verstärkten Einsatz von Gas ausgeht, während der zweite von einer stärkeren Marktregulierung ausgeht. Die zwei anderen Szenarien verzichten auf die Kernenergie und gehen stattdessen von einer verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien und fossiler Brennstoffe aus. Bei einem davon ist Gas entscheidend, bei dem anderen Kohle. Alle vier Szenarien stehen im Einklang mit dem Nationalen Energie- und Klimaplan, der eine Verringerung der CO₂-Emission aus Stromenergie um 20 % bis 2030 und um 50 % bis 2040 vorsieht.

Die größte Reduzierung der CO₂-Emission ist beim strategischen Szenario möglich (bei dem Polen das Nuklearprogramm umsetzt) – die endgültigen jährlichen Emissionen werden von 134 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2020 auf 41 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2045 gesenkt (Reduzierung um fast 70 %). Bei einem Szenario ohne Kernenergie, das in einem Gesamtkostenmodell optimiert wird, können 93 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen über 25 Jahre vermieden werden.

Die Einbeziehung von „Nuklearszenarien“ steht im Einklang mit einem konservativen Ansatz bei den

durchgeführten Analysen, weil sie die Intensität der CO₂-Emission im Vergleich zu einem Referenzniveau ohne Kernenergie reduziert.

Bei der Analyse aller Aspekte des Vorhabens wurde auch darauf hingewiesen, wie sich das Vorhaben auf das Klima und die Klimafaktoren auswirkt. Dabei wurden sowohl die Auswirkungen auf das Weltklima (Bewertung der Treibhausgasemissionen) als auch auf das Lokalklima – Mikroklima (Bewertung der Veränderungen der meteorologischen Parameter) untersucht.

Die Schätzung der Treibhausgasemissionen erfolgte in allen Lebenszyklusphasen des Vorhabens und aus allen Quellen und in allen Prozessen (darunter z. B. Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung von Stahl, Beton, Anlagen, Transportemissionen oder sogar notwendiger Wechsel von Anlagen). Die Ergebnisse wurden auch mit der Treibhausgasemission von alternativen Stromerzeugungstechnologien verglichen.

Die erzielten Ergebnisse deuten darauf hin, dass der AP1000-Reaktor eine kohlenstoffarme Option für Polen wäre, bei dem Treibhausgasemissionen vergleichbar oder geringer wären als die alternativer Technologien für erneuerbare Energien, auch unter Berücksichtigung der konservativen Annahmen bezüglich des geschätzten Lebenszyklus.

Das Vorhaben sieht, unabhängig von der Subvariante, die Stromerzeugung mit einer Intensität der CO₂-Emission vor, die deutlich unter der prognostizierten durchschnittlichen Kohlenstoffintensität der Stromerzeugung liegt, die während der voraussichtlichen 60-jährigen Lebensdauer des Vorhabens in das Stromnetz eingespeist wird. Dieser beträchtliche positive Einfluss bedeutet, dass jede erzeugte kWh zu einer Netto-Kohlenstoffeinsparung durch Ersatz der kohlenstoffintensiven Erzeugungsquelle führen wird.

Zum Zeitpunkt der Analyse reichen die Verpflichtungen zur Emissionsreduzierung nicht über das Jahr 2045 hinaus. Es ist wahrscheinlich, dass Polen nach 2045 weitere Maßnahmen zur Emissionsminderung ergreifen wird. Aufgrund der Verpflichtungen Polens zur Emissionsreduzierung zum Zeitpunkt der Dokumentationserstellung wird erwartet, dass ca. 380 Millionen Tonnen CO₂ vermieden werden können, was fast 1 Milliarde Barrel Erdöl entspricht.

Die Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus des Vorhabens sind um zwei Größenordnungen niedriger (10⁻²) als Lebenszyklus-Emissionen eines Vorhabens, bei dem Gas oder Kohle eingesetzt werden. Die einzige stabile Stromquelle in der Dekarbonisierungsanalyse, deren Lebenszyklus mit dem der Kernenergie vergleichbar ist, ist die Wasserkraft, aber die verfügbaren Analysen deuten darauf hin, dass eine groß angelegte Entwicklung der Wasserkraft in Polen nicht möglich ist.

Das Vorhaben trägt erheblich zu einer signifikanten Reduzierung der oben genannten Emissionen bei, was sich positiv auf das Klima auswirkt. Zusammenfassend ist es jedoch wichtig, auf den breiteren Kontext der Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf das Klima aufmerksam zu machen, d. h.:

- die polnische Energiepolitik zielt auf Energieunabhängigkeit und erhöhte Wettbewerbsfähigkeit ab, was darauf hindeutet, dass eine zusätzliche strategische Dimension mit dem Vorhaben verbunden ist, die über die Erreichung der Emissionsreduktionsziele im Energiesektor hinausgeht,
- technische Leitlinien anerkannter Institutionen, in denen als zur tiefgreifenden Dekarbonisierung führende technologische Pfade die Bedeutung des Vorhabens im Prozess der Erreichung der polnischen CO₂-Emissionsreduktionsziele in der Zukunft bestätigen,
- Erfahrungen der EU-Mitgliedstaaten, die bestätigen, dass die Durchführung von Kernenergieprojekten zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beigetragen hat.

Es wird auch darauf hingewiesen, dass die mögliche Wahl der Nullvariante (Verzicht auf das Vorhaben) als die für die Umwelt ungünstigste gilt. Es ist ein sehr wichtiger, aber nicht entscheidender Bestandteil des Umwandlungsprozesses oder gar der Energiewende, die sich „vor unseren Augen“ vollzieht. Eine Revolution, deren Grundlage nicht allein der Profit ist, auch wenn sie für diejenigen, die von ihr direkt profitieren werden, enorme wirtschaftliche Vorteile bringt, sondern ein Wettlauf mit der Zeit. Die Nullvariante ist, metaphorisch

ausgedrückt, Gleichgültigkeit und mangelnde Sorge um künftige Generationen, mangelnder Wille zur Veränderung und schließlich ein stures und irrationales Festhalten an der Vergangenheit.

Es muss mit Überzeugung festgestellt werden, dass, wenn das Vorhaben auf nationaler Ebene nicht umgesetzt wird, müssen riesige Energiemengen hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, d.h. Stein- oder Braunkohle, geliefert werden, sowie ein sehr deutlicher Anstieg des Erdgasverbrauchs beobachtet wird. Nach Ansicht des Investors gibt es aber für diesen Ansatz keine andere Begründung als das Fehlen einer vernünftigen Alternative, die wir schon doch seit langem haben. Die Erzeugung der erforderlichen Energiemengen in Polen aus anderen Quellen (darunter diese, die umgangssprachlich als erneuerbare Quellen bezeichnet werden) ist derzeit unrealistisch (was nicht bedeutet, dass es nicht schrittweise umgesetzt werden sollte), aber als realistische und vernünftige Alternative gilt die Kernenergie – und dies trotz der immer noch vertretenen Meinung (zu der die Bilanz aller Aspekte der Gewinnung und Verbrennung fossiler Brennstoffe im Widerspruch steht), dass die Energie aus der Verbrennung der oben genannten Brennstoffe eine der wesentlich billigeren oder sogar billigsten Energiequellen ist.

Abgesehen von den Auswirkungen des Kohleabbaus gelten die mit der Kohleverbrennung zusammenhängenden Prozesse als wichtigste Luftverschmutzungsquelle. Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxid und Kohlendioxid, Rauch und Stäube und sogar Metalle, die bei der Verbrennung entstehen, tragen u.a. zu einer erheblichen Verschlechterung der Luftqualität bei, was wiederum zum Auftreten von Krankheiten oder Beschwerden bei Menschen führt, insbesondere im Bereich der Atemwege. Bei der Verbrennung von Kohle entstehen auch feste Verbrennungsprodukte, d. h. Asche und Schlacke, die so genannten Ofenabfälle. Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe gelten als eine der Hauptursachen für die globale Klimaerwärmung.

Zusammenfassend: die sog. Nullvariante muss paradoxerweise nicht immer die umweltfreundlichste Variante sein. Bei der Beschreibung dieser Variante sollten jedes Mal die Folgen berücksichtigt werden, und zwar nicht nur auf lokaler Ebene (da diese in der Regel offensichtlich schwarz oder weiß zu sein scheinen), sondern – wenn der Umfang des Vorhabens dies begründet – auch auf globaler Ebene.

Zusätzliche Informationen in dem oben genannten Umfang sind in den einzelnen Kapiteln der Strategische Dokumentation enthalten, d.h.:

- Teil 3 – Auszug aus dem Band I des UVP-Berichtes – Einleitende Informationen:
 - 1) Im Kapitel I.6 "Begründung für die Durchführung des Vorhabens", wo Informationen über die Kernenergie als strategische Investition zur Umsetzung nationaler (z. B. PEP2040), EU- (z. B. Grüner Deal) oder internationaler (IPCC) Strategien gegeben werden – die Kernenergie wurde als eine der Säulen der Energiewende neben anderen Erzeugungsquellen – EE, Gas usw. – beschrieben;
 - 2) Im Kapitel I.7.1 "Strategische Dokumente auf internationaler Ebene", wo beschrieben wurde, wie die Durchführung des Vorhabens zur strategischen Politik der Europäischen Union beitragen wird (Verweis auf 8 Strategische Dokumente der EU);
 - 3) Im Kapitel I.7.2 "Strategische Dokumente auf nationaler Ebene", in dem 11 Strategien zu Energie und Klimawandel ausführlich beschrieben wurden, wo hervorgehoben wurde, wie die Kernenergie zu ihrer Umsetzung beiträgt;
 - 4) Im Kapitel I.9.4 "Beschreibung der voraussichtlichen Folgen für die Umwelt im Falle der Nichtdurchführung des Vorhabens", in dem Szenarien für den Verzicht auf den Bau des Kernkraftwerkes festgelegt wurden; Es wurden Schlussfolgerungen aus dem nationalen Strategischen Dokument – Kernenergieprogramm für Polen – zitiert, in dem künftige Szenarien für Veränderungen im nationalen Stromnetz und deren Auswirkungen auf die Treibhausgasemission dargestellt wurden; und
- Im Teil 2 – (Band VI des UVP-Berichtes – Zusammenfassung, abgefasst in einer nicht-fachlichen Sprache):

-
- 5) Im Kapitel VI.4.3 wurden die Ergebnisse der vergleichenden Analyse des Kohlenstoff-Fußabdrucks der erwogenen AP1000-Kerntechnologie im Vergleich zu alternativen Technologien beschrieben; Es wurden erneuerbare Energiequellen berücksichtigt: Biomasse, hydroelektrische Energie, Windkraft, Photovoltaik sowie konventionelle mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe zusammenhängende Quellen – Kohle und Erdgas; Die Zusammenfassung enthält auch die Ergebnisse der Klimafolgenabschätzung, die sich aus dem Betrieb des KKW ergeben.

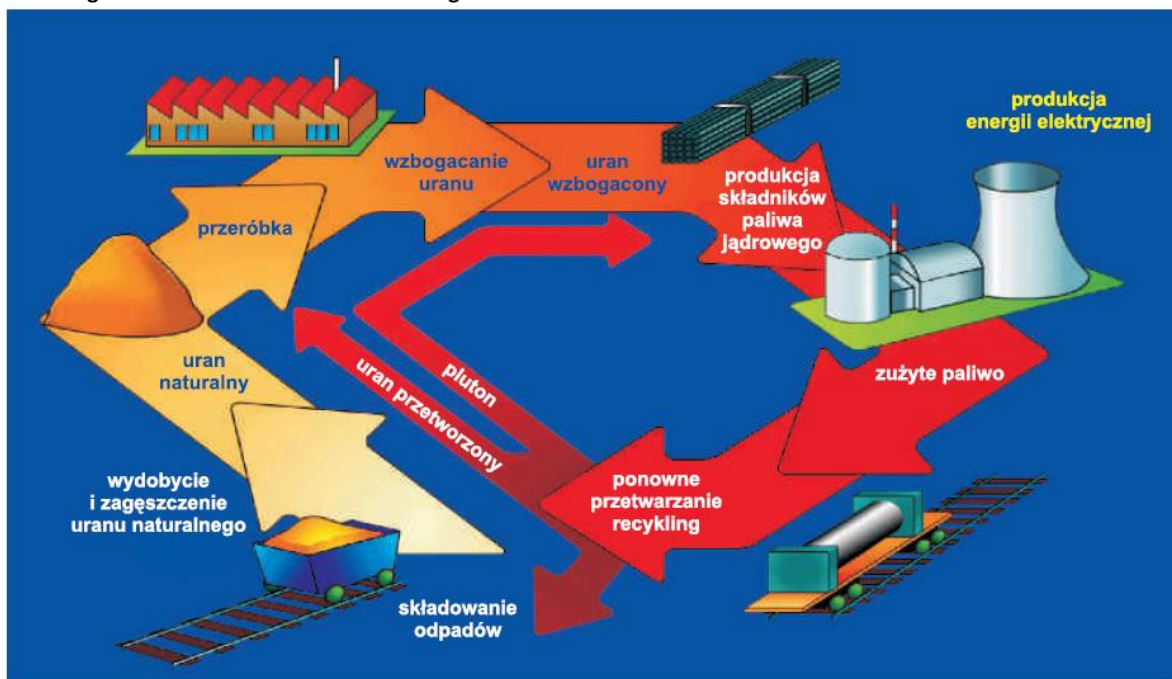
4 Beschreibung des Kernbrennstoffkreislaufes

Reaktorbrennstoffkreisläufe

Die Abbildung [Abbildung 1] zeigt (vereinfacht) den Brennstoffkreislauf eines Kernkraftreaktors, der drei Hauptkomponenten umfasst:

- den "vorderen Teil" des Brennstoffkreislaufes ("Front-End") – vom Uranabbau bis zur Herstellung von Brennelement-Sets, die in den Reaktorkern geladen werden können;
- den mittleren Teil des Zyklus: Abbrand des Brennstoffs in einem Leistungsreaktor mit Stromerzeugung;
- den "hinteren Teil" des Brennstoffkreislaufes ("back-end"), d.h. den Transport des abgebrannten Brennstoffes zu einer Wiederaufbereitungsanlage oder einem geologischen Tiefenlager.

Abbildung 1 Brennstoffkreislauf eines Leistungsreaktors



PL	DE
wydobyte i zagęszczenie uranu naturalnego	Abbau und Konzentration von Natururan
uran naturalny	Natururan
przeróbka	Verarbeitung
wzbogacenie uranu	Urananreicherung
uran wzbogacony	Angereichertes Uran
produkcja składników paliwa jądrowego	Herstellung von Kernbrennstoffbestandteilen
produkcja energii elektrycznej	Stromerzeugung
zużyte paliwo	Verbrauchter Brennstoff
ponowne przetwarzanie recykling	Wiederaufbereitung, Recycling
pluton	Plutonium
uran przetworzony	Wiederaufbereitetes Uran
składowanie odpadów	Abfallentsorgung

Quelle: [1a, 2a]

Ein Reaktor der Generation III eines Kernkraftwerksblocks mit einer elektrischen Leistung von rund 1.000 MWe verbraucht weniger als 20 Tonnen Kernbrennstoff pro Jahr – oder einen Waggon pro Jahr. Zum Vergleich: Im

Kessel eines mit Steinkohle befeuerten Wärmekraftwerksblocks gleicher Leistung werden ca. 3 Millionen Tonnen Kohle – im Durchschnitt 160 Waggons (50 Tonnen) pro Tag verbrannt.

Der für die Kernenergieerzeugung verwendete Brennstoff ist eine Mischung aus spaltbaren und fertilen Isotopen. Spaltbare Isotope sind diejenigen Isotope, die wesentlich zur Spaltkettenreaktion in einem Reaktor beitragen. In einem Leichtwasserreaktor (thermisch) besteht der Brennstoff in der Regel aus einer Mischung aus dem spaltbaren Uranisotop U-235 (angereichert auf ~5%) und dem Brennstoff U-238 (Rückstand). Ein kleiner Teil der Energie (~ 3%) wird infolge der Spaltung von U-238 durch schnelle Neutronen erzeugt. Dieses Isotop gilt jedoch vor allem als fertiles Material, weil es durch eine Reihe von Reaktionen und Kernumwandlungen neue spaltbare Plutoniumisotope, Pu-239 und Pu-241, bildet, deren Beitrag zur laufenden Spaltkettenreaktion wesentlich ist.

Der oben beschriebene Kreislauf ist der so genannte **Uran-Plutonium-Brennstoffkreislauf**. Diese Bezeichnung hängt damit zusammen, dass bei einer Reihe von Umwandlungen aus dem Uranisotop U-238, das hinsichtlich des Anteils an der im Reaktor erzeugten Energie unwesentlich war, entstanden spaltbare Plutoniumisotope, deren Anteil an diesem Prozess erheblich ist.

Der Uran-Plutonium-Kreislauf bietet weitreichende Möglichkeiten für die Nutzung von Kernbrennstoffen, insbesondere mit der weit verbreiteten Wiederaufbereitung abgebrannter Kernbrennstoffe – im so genannten geschlossenen Brennstoffkreislauf – und der Einführung von schnellen Brutreaktoren für den allgemeinen Gebrauch.

Je nach anfänglicher Anreicherung verweilt der Kernbrennstoff 3 bis 5 Jahre im Reaktor. Während dieser Zeit wird der größte Teil des spaltbaren U-235 "ausgebrannt" (es verbleibt jedoch noch etwa 1%), und aus den Kernumwandlungen von U-238 und U-235 entstehen transuranische Isotope, von denen die spaltbaren Isotope Pu-239 und Pu-241 von besonderer Bedeutung sind.

Die typischsten Brennstoffkampagnen für Reaktoren der Generationen III und III+, einschließlich der AP1000-Technologie, sind 18-monatige Brennstoffkampagnen, bei denen beim Umladen 1/3 der am meisten abgebrannten Brennelement-Sets (nach 3 Kampagnen, d. h. nach etwa 4,5 Jahren im Reaktor) durch frischen Brennstoff ersetzt werden.

Frischer Kernbrennstoff wird in speziellen Behältern, die jeweils 2 oder 4 Brennelement-Sets enthalten, transportiert (Wasser-, Schienen- und Straßenverkehr). Die Behälter sind so konstruiert, dass sie sowohl gegen mechanische Beschädigungen als auch gegen die zufällige Bildung einer kritischen Masse geschützt sind, falls sie bei einem Unfall während des Transports ins Wasser fallen würden. Außerdem ist das Lager für frischen Brennstoff so konzipiert, dass die Bildung einer kritischen Masse im Falle einer Überflutung ausgeschlossen ist.

Die ionisierende Strahlung von frischem Uranbrennstoff ist vernachlässigbar gering, so dass keine Strahlenabschirmung erforderlich ist. Der Uran-Plutonium-Brennstoff vom Typ MOX hingegen ist wesentlich radioaktiver und muss daher in abgeschirmten Behältern oder unter Wasserschutz transportiert und gelagert werden. Die Transporte frischer und abgebrannter Kernbrennstoffe unterliegen dem physischen Schutz, wie es u. a. im Internationalen Übereinkommen über den physischen Schutz von Kernmaterial vorgeschrieben ist.

Für das erste polnische Kernkraftwerk gibt es in absehbarer Zukunft keine Pläne, Elemente des vorderen Teiles des Brennstoffkreislaufes (front-end fuel cycle), bestehend aus Uranerzabbau und -verarbeitung, chemischer Umwandlung, Urananreicherung und Kernbrennstoffherstellung, auf dem Gebiet der Republik Polen zu realisieren.

Gewinnung und Verarbeitung von Uranerzen

Uran (Metall mit geringer Radioaktivität) ist ein relativ weit verbreitetes Element auf der Erde, etwa so häufig wie Zinn oder Zink und etwa 40-mal so häufig wie Silber, da es in den meisten Gesteinen und sogar im Meerwasser enthalten ist.

Die Technologien zur Gewinnung von Uran aus natürlichen Quellen und dessen Anreicherung für die Kernenergie werden zunehmend auf ärmere Rohstoffquellen ausgerichtet sein – mit der kontinuierlichen Ausschöpfung der Quellen mit einfacheren und billigeren Gewinnungsverfahren.

Der frische Kernbrennstoff, der heutzutage verwendet wird, stammt hauptsächlich aus natürlichen Mineralien, die als Uranerze abgebaut werden. Zu den am häufigsten vorkommenden Uranmineralien gehören:

- Uranblende UO_2
- Uraninit U_3O_8
- Carnotit $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Uranophan $(\text{H}_3\text{O})\text{Ca}(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Uran kommt unter natürlichen Bedingungen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen vor: Die reichsten Quellen enthalten etwa 20% Uran (z. B. kanadische Bergwerke).

Für die Gewinnung von Primäruran sind im Wesentlichen drei Methoden bekannt: der traditionelle Bergbau – Tiefbau (Untertagebau) und Tagebau -, hydraulische (Hochdruck-)Methoden sowie die "In-situ-Laugung" – eine Bohrlochmethode für unterirdisches Ätzen, bei der das Gestein ausgelaugt, verflüssigt und an die Oberfläche gepumpt wird.

Das abgebaute Uranerz, das geringe Uranmengen enthält (in der Regel ca. 0,1% oder weniger), wird zu einem Urankonzentrat verarbeitet, das 70–90% Triuranoktoxid U_3O_8 enthält und als sog. "Yellowcake" im Handel erhältlich ist.

Das im Bergbau oder mit hydraulischen Verfahren gewonnene Erz wird vor Ort gemahlen und anschließend verarbeitet. Da Uran in Form von Mineralien unterschiedlicher Zusammensetzung vorkommt, gibt es auch viele Technologien zur Verarbeitung von Uranerzen, wobei die meisten Mineralien mit zwei grundlegenden Methoden verarbeitet werden: sauer oder alkalisch.

Nach der ersten Zerkleinerung wird das Erz gemahlen. Die Erstaufbereitung des Erzes umfasst häufig eine Anreicherung (z. B. durch Flotation oder anderes Verfahren). Um eine Uranlösung zu erhalten, wird eine Ätzung durchgeführt, in der Regel mit Schwefelsäure (saurer Verfahren) unter Zugabe von Oxidationsmitteln.

Beim Normalbetrieb eines Bergwerkes werden die Materialien im Abfallbehälter in der Regel mit einer Wasserschicht bedeckt, um die Radioaktivität an der Oberfläche und die Freisetzung von Radon zu verringern (obwohl dies bei schlechten Erzen keine Gefahr darstellt). Nach der Ausbeutung der Lagerstätten werden die Abfälle in der Regel mit einer zwei Meter dicken Lehm- und Erdschicht bedeckt, um die Radioaktivität auf normale Umgebungswerte zu reduzieren.

Auch in Polen (wie in anderen Ländern Mittel- und Osteuropas) wird Uran gefunden. Das Uranvorkommen in Polen gilt zwar nicht als reichhaltig, aber es ist bekannt und könnte den Bedarf des Landes an Kernkraft für Jahrzehnte decken, falls eine wirtschaftliche oder strategische Notwendigkeit besteht, sie zu nutzen.

Da die Kosten für Uranbrennstoff aus australischen, kanadischen oder namibischen Quellen derzeit viel niedriger sind als bei der Verwendung einheimischer Ressourcen, plant die polnische Kernkraftindustrie, auf importierten Brennstoff zurückzugreifen. Wirtschaftliches Kalkül hat Vorrang.

Da der Uranabbau und die Aufbereitung von Uranerzen in Polen nicht stattfinden werden, haben diese Maßnahmen keine grenzüberschreitenden Auswirkungen. Allerdings wird die Treibhausgasemission aus dem Abbau und der Verarbeitung von Natururan berücksichtigt.

Die Treibhausgasemissionen in dieser Etappe stammen aus der Verwendung von beliebigen Brennstoffen und Strom, Rohstoffen, Emissionen und der Produktion von Hilfsstoffen und Chemikalien, dem Transport von Abfällen außerhalb des Standorts sowie allen verfügbaren Abfallmengen. Untertage- und Tagebaubetriebe sowie Erzaufbereitungsanlagen liegen oft nebeneinander, so dass deren Umweltauswirkung kombiniert wird.

Es wurde geschätzt, dass die Treibhausgasemission aus dem Uranerzabbau und der Uranverarbeitung für das polnische KKW für die AP1000-Technologie zwischen 1,40 und 1,48 g CO_{2e}/kWh liegen wird, je nach der gewählten Subvariante.

Chemische Umwandlung und Anreicherung von Uran

Das Verfahren zur Aufbereitung von angereichertem Uran, das für die Herstellung von frischem Kernbrennstoff für Leichtwasserreaktoren (DWR, WWER, SWR und deren neuere Generationen) eingesetzt wird, umfasst die folgenden Schritte:

1. Reduktion (Umwandlung) – Umwandlung von Yellowcake (U₃O₈) in UO₂;
2. Umwandlung von UO₂ in Uranhexafluoridgas UF₆;
3. Isotopenanreicherung von Uran.

Die **erste Stufe** ist die Umwandlung von Yellowcake in UO₂.

Yellowcake enthält je nach Zusammensetzung des Roherzes und des verwendeten sauren oder alkalischen Verfahrens 70–90% Triuranoktaoxid (U₃O₈). Die anderen Bestandteile sind: Urantrioxid (UO₃), Urandioxid (UO₂), Uranylhydroxid (UO₂(OH)₂), Uranylsulfat (UO₂SO₄), Natriumuranat (Na₂O (UO₃)₂ 6HO), Uranperoxid (UO₄-nH₂O).

Das Konzentrat wird zunächst von allen neutronenabsorbierenden Beimengungen gereinigt. Anschließend erfolgt die Reduktion von Uranoxiden (und sonstigen Verbindungen) mit Wasserstoffverbindungen, um UO₂ zu erhalten.

Die zweite Stufe ist die Umwandlung von UO₂ in gasförmiges UF₆.

Dieser Prozess wird durchgeführt, um gasförmiges Uranhexafluorid für die anschließende Anreicherung von Uran in das leichtere spaltbare Isotop U-235 zu gewinnen. Durch Hydrofluorierung wird UO₂ in festes UF₄ umgewandelt, das dann durch Fluorierung in gasförmiges UF₆ umgewandelt wird.

Die dritte Stufe ist die Isotopenanreicherung des Urans auf den erforderlichen U-235-Isotopengehalt (bis zu ~ 5% der Gesamturanmasse für Leichtwasserreaktoren bzw. ~ 20% für schnelle Brutreaktoren). Die gasförmige Form des Produkts ermöglicht Zentrifugenverfahren zur Isotopenanreicherung. Die Fähigkeit der Zentrifugen, hohe Drehgeschwindigkeiten zu erreichen, und die Zuverlässigkeit ihres Betriebs haben dazu geführt, dass das Zentrifugenverfahren heute weltweit die am häufigsten angewandte Methode der Urananreicherung für industrielle Zwecke ist. Dabei wird der Unterschied in der Zentrifugalkraft für verschiedene sich in der Zentrifugentrommel bewegende Isotope genutzt. Der Trennfaktor ist in diesem Fall höher und hängt von der Differenz der Isotopenmassen ab. Sein Wert kann je nach Drehgeschwindigkeit zwischen 1,2 und 1,5 liegen.

Der Anreicherungsprozess ist durch diese Methode weniger energieintensiv geworden und erfordert Anlagen mit einem wesentlich geringeren Platzbedarf (der Energiebedarf ist etwa 50-mal geringer als bei der Diffusionsmethode, die weltweit längst nicht mehr eingesetzt wird). Die Zentrifugen sind in einer Kaskadenanordnung miteinander verbunden, bei der der Strom des angereicherten Urans der nächsten Stufe zugeführt wird und das abgereicherte Uran in die vorherige Stufe zurückgeführt wird. Die Anzahl der Stufen, die notwendig sind, um eine sinnvolle Anreicherung für die Kernenergie zu erreichen, beträgt etwa 20.

In den letzten Jahren hat man sich für die Laseranreicherung interessiert, die ein weniger energieintensives Verfahren ist. Es ist jedoch nicht klar, ob diese Methode in größerem Umfang für die Anreicherung eingesetzt wird, vor allem aufgrund von Bedenken über die Nichtverbreitung von Kernmaterialien und das Überangebot an Uranprodukten auf dem Markt.

Da weder die Umwandlung noch die Anreicherung von Uran in Polen durchgeführt werden, haben diese Maßnahmen keine grenzüberschreitenden Auswirkungen. Allerdings wird die Treibhausgasemission bei der Uranumwandlung und -anreicherung berücksichtigt.

Es wurde geschätzt, dass die Treibhausgasemission aus dem Uranumwandlungsprozess für das polnische KKW zwischen 0,30 und 0,32 gCO₂e/kWh liegen wird, je nach der gewählten Subvariante. Die Treibhausgasemission aus der Urananreicherung im Zentrifugenverfahren wird dagegen für das polnische KKW je nach gewählter Subvariante zwischen 0,40 und 0,42 gCO₂e/kWh liegen.

Wenn die Laseranreicherung in Zukunft möglich wird, weil sie weniger energieintensiv ist, werden die Treibhausgasemissionen auf das Zentrifugenverfahren beschränkt sein.

Herstellung von frischem Kernbrennstoff

Für die Herstellung von frischem Kernbrennstoff wird zunächst die Rückwandlung von gasförmigem UF₆ in UO₂ durchgeführt.

Die Umwandlung von UF₆ in UO₂ wird derzeit mit drei verschiedenen Technologien durchgeführt:

- ADU-Technologie mit Hydrolyse von UF₆, Bildung von Ammoniumpolyuranat, thermischer Zersetzung und Reduktion zu UO₂,
- AUC-Technologie, die die Reaktion mit einer Ammoniumcarbonatlösung, die Fällung des Uranyl-Ammoniumcarbonats, die thermische Zersetzung und die Reduktion zu UO₂ umfasst,
- Trockentechnologie, die auf einer Reaktion bei hohen Temperaturen beruht: In einem Wirbelschicht- oder Flammenreaktor bildet UF₆ mit Wasserdampf, Wasserstoff und Stickstoff Uranylfluorid, das dann bei hohen Temperaturen in UO₂ umgewandelt wird.

Das dabei entstehende pulverförmige UO₂ wird zur Herstellung von Brennstofftabletten verwendet. Die am häufigsten angewandte Methode ist das Pressen unter Druck und das Sintern von UO₂ bei einer Temperatur von etwa 2000 K in einer Inertgasatmosphäre. Die so gewonnenen Keramiktabletten werden anschließend auf den entsprechenden Durchmesser gemahlen. Die hergestellten Brennstofftabletten haben einen Durchmesser von etwa 10 mm und eine Länge von etwa 1,5÷2 Durchmessern.

Mit diesen Tabletten werden die Rohre aus Zirkoniumlegierung oder Edelstahl gefüllt, aus denen die Brennelemente bestehen. Die Brennelemente werden dann zu Brennelement-Sets zusammengebaut. Ein Brennelement-Set für einen Leichtwasserdruckreaktor enthält in der Regel 200 bis 300 Brennelemente und etwa 20 Leerrohre für die Einführung von Steuer- oder Sicherheitsstäben. Die im Reaktorkorb eingesetzten Brennelement-Sets bilden den Reaktorkern.

Da weder die Rückverwandlung von gasförmigem UF₆ noch die Herstellung von Kernbrennstoff in Polen erfolgen wird, haben diese Maßnahmen keine grenzüberschreitenden Auswirkungen. Dennoch wird die Treibhausgasemission bei der Rückverwandlung von gasförmigem UF₆ und der Herstellung von Brennelement-Sets für das polnische KKW berücksichtigt.

Die Herstellung von Brennstoff ist ein relativ kohlenstoffarmer Prozess und hat im Wesentlichen keine nennenswerten Auswirkungen auf die Lebenszyklusemissionen eines Kernkraftwerks. Die Schätzung umfasst den Transport von UF₆ aus der Anreicherungsanlage, den Brennstoff- und Stromverbrauch, die Rohstoffe, die

Emissionen und die Produktion von Hilfsstoffen und Chemikalien sowie den Transport von frischem Brennstoff zum KKW-Standort.

Es wurde geschätzt, dass die Treibhausgasemission aus dem Prozess der Uranrückwandlung und der Herstellung von Brennelement-Sets für polnisches KKW zwischen 0,10 und 0,11 gCO₂e/kWh liegen wird, je nach der gewählten Subvariante.

Verfahrensweise mit abgebranntem Kernbrennstoff

Die Entsorgung abgebrannter Kernbrennstoffe umfasst alle Tätigkeiten zur Handhabung und Lagerung abgebrannter Kernbrennstoffe (einschließlich ihrer möglichen Wiederaufbereitung). Hierzu gehören:

- Verlegung abgebrannter Kernbrennstoffe innerhalb eines Kernkraftwerksgeländes;
- Lagerung von abgebrannten Kernbrennstoffen in einem Reaktorbecken zur Kühlung;
- Umpacken abgebrannter Kernbrennstoffe in Transportbehälter;
- Lagerung von abgebrannten Kernbrennstoffen in einem externen Lager für abgebrannte Kernbrennstoffe (trocken oder nass);
- Mögliche Wiederaufbereitung abgebrannter Kernbrennstoffe (falls eine solche Entscheidung getroffen wird);
- Lagerung abgebrannter Kernbrennstoffe in einem tiefen Endlager und die langfristige Kontrolle abgebrannter Kernbrennstoffe.

Die Entsorgung abgebrannter Kernbrennstoffe umfasst nicht den Transport abgebrannter Kernbrennstoffe aus der Anlage zur Herstellung/Handhabung abgebrannter Brennstoffe.

Die aus dem Reaktor entnommenen abgebrannten Brennstoffe werden in einem mit Wasser gefüllten Brennstofflagerbecken im Reaktorhilfsgebäude oder im Gebäude für abgebrannte Brennstoffe (neben der Reaktorsicherheitshülle) gelagert, wo sie mindestens 3 Jahre (in der Regel bis zu 7-10 Jahren) bleiben. Während dieser Zeit wird der abgebrannte Kernbrennstoff abgekühlt und seine Aktivität nimmt um ein Vielfaches ab.

Nachdem die abgebrannten Brennstoffe auf ein akzeptables Maß an Restwärme abgekühlt sind (nach dem Ausschalten), können sie – sofern sie nicht wiederaufbereitet werden – aus dem Reaktorbecken in ein Zwischenlager (in der Regel auf dem Gelände eines Kernkraftwerks) gebracht werden, wo sie weitere 50 bis 100 Jahre gelagert werden können. Die abgebrannten Brennstoffe können dann in ein Tiefenlager in geologischen Formationen zur Langzeit- oder Endlagerung verbracht werden.

Die Praxis zeigt, dass die beste Methode zur Lagerung abgebrannter Kernbrennstoffe darin besteht, die besten Eigenschaften der Nasslagerung mit der Technologie der „Trockenlagerung“ zu nutzen. Es wurde davon ausgegangen, dass die abgebrannten Brennstoffe im ersten polnischen Kernkraftwerk in einem reaktornahen Becken für eine Abkühlungszeit von mehreren bis 10 Jahre gelagert und danach in trockene Behälter transportiert werden, die in ein „trockenes“ Zwischenlager gebracht oder zu einem Tiefenlager oder einer Wiederaufbereitungsanlage transportiert werden können.

Ein Tiefenlager gibt es in Polen noch nicht, aber der Nationale Plan für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Kernbrennstoffe sieht die Auswahl eines Standorts und den anschließenden Bau eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle vor. In dem Endlager sollen alle in polnischen Kernkraftwerken erzeugten Kernbrennstoffe, mittelaktiven langlebigen Abfälle, hochaktiven langlebigen Abfälle ausgenommen Kernbrennstoffe und verbrauchte umschlossene radioaktive Quellen (die bereits in der Entsorgungsanlage für radioaktive Abfälle gesammelt und gelagert werden und solche, die noch von der Nuklear-, Medizin- oder sonstigen Industrie erzeugt werden) gelagert werden.

Die derzeitig bevorzugte Methode zur Entsorgung abgebrannter Kernbrennstoffe für das erste polnische Kernkraftwerk sieht gemäß dem Nationalen Plan für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Kernbrennstoffe einen offenen Brennstoffkreislauf vor, lässt aber die Frage einer möglichen Wiederaufbereitung der Brennstoffe in ausländischen Anlagen offen, über die in Zukunft nach einer erneuten Analyse entschieden werden soll. Nach dem Atomgesetz liegt die Entscheidung über die Einstufung abgebrannter Brennstoffe als Abfall oder Rohstoff für eine weitere Wiederaufbereitung beim Kernkraftwerksbetreiber.

Die Umweltauswirkungen der Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Kernbrennstoffe werden in den entsprechenden Kapiteln des grenzüberschreitenden Berichts beschrieben.

5 Emissionen und Freisetzungen von radioaktiven Stoffen

Die Analysen der Strahlungsauswirkungen auf die Umwelt bedingen einer Bestimmung der Charakteristik der radioaktiven Stoffe, die in die Umwelt gelangen oder gelangen könnten während des Betriebs des Kernkraftwerkes in seinen verschiedenen Zuständen. Von dieser Charakteristik hängen die Analyseergebnisse ab, in denen die Folgen des Kernkraftwerksbetriebes im Betriebszustand, Notfallzustand und während des maßgeblichen Störfalls für die Notfallplanung bestimmt werden. Im Betriebszustand werden die Analysen anhand der vorgesehenen Emissionen radioaktiver Stoffe durchgeführt, die später die Basis für die Ermittlung von Grenzwerten bilden, bestimmt im Rahmen der Betriebserlaubnis. In Störfallbedingungen, sowie für die Folgeneinschätzung des für die Notfallplanung maßgeblichen Störfalls, werden die Werte der Freisetzung festgestellt, die nach solch einem Fall auftreten können. Die folgenden Informationen wurden für die Analysen der möglichen grenzüberschreitenden Strahlenauswirkungen auf die Umwelt genutzt, deren Ergebnisse im Kapitel 6 beschrieben sind.

5.1 Emissionen im Normalbetrieb und bei erwarteten Betriebsvorfällen

Die folgenden Tabellen [Tabelle 1], [Tabelle 2], [Tabelle 3] präsentieren Informationen bezüglich der jährlichen Emissionen von radioaktiven Isotopen im Betriebszustand für den einzelnen Block des Kernkraftwerkes mit AP1000- Reaktor. Diese Emissionen wurden als Eingangsangaben genutzt für die Analyse der Strahlungsfolgen, die für die Erarbeitung des Umweltverträglichkeitsberichts in Polen durchgeführt wurde.

Die Quelleninformationen beruhen auf dem Dokument erarbeitet von Westinghouse in 2017: „Westinghouse Response to PGE EJ 1 Request for Information for Site Evaluation Data for Polish Nuclear Projects“ [1b], ([Tabelle 1] i [Tabelle 3]), ergänzt mit zusätzlichen Angaben aus der Einschätzung des Berichts der UK Environment Agency: „Generic Design Assessment. AP1000® nuclear power plant design by Westinghouse Company LLC. Final assessment report. Aqueous radioactive waste disposal and limits“ [1c] ([Tabelle 2]).

Tabelle 1. Gasemissionen im normalen Betrieb und bei vorgesehenen Betriebsvorfällen (Angaben WEC 2017)

Isotop	TBq/Jahr
I-131	2.10E-04
I-133	3.50E-04
Iod zusammen	5.60E-04
Kr-85m	2.40E-02
Kr-85	3.10E+00
Kr-87	1.90E-02
Kr-88	2.70E-02
Xe-131m	1.40E+00
Xe-133m	1.20E-01
Xe-133	1.30E+00
Xe-135m	1.90E-01
Xe-135	4.40E-01
Xe-137	4.80E-02
Xe-138	8.90E-02
Edelgase ausgenommen Argon	6.70E+00

Quelle: [1b]

Tabelle 2. Gasemissionen im normalen Betrieb und bei vorgesehenen Betriebsvorfällen (bearbeitete Angaben aus dem UK GDA)

Isotop	TBq/Jahr
H-3	1.78E+00
C-14	6.07E-01
Ar-41	1.26E+00
Cr-51	2.30E-07
Mn-54	1.60E-07
Co-57	vernachlässigbar
Co-58	8.50E-06
Co-60	3.20E-06
Fe-59	vernachlässigbar
Sr-89	1.10E-06
Sr-90	4.40E-07
Zr-95	3.70E-07
Nb-95	9.30E-07
Ru-103	vernachlässigbar
Ru-106	vernachlässigbar
Sb-125	vernachlässigbar
Cs-134	8.50E-07
Cs-136	vernachlässigbar
Cs-137	1.30E-06
Ba-140	1.60E-07
Ce-141	vernachlässigbar
<i>Emitter beta</i>	1.70E-05
Σ mit Ausschließung von Edelgasen und Ar-41	3.65E+00

Quelle: [1c]

Tabelle 3. Flüssige Emissionen im normalen Betrieb und bei vorgesehenen Betriebsvorfällen

Isotop	TBq/rok	Isotop	TBq/rok
H-3	3.34E+01*	Br-82	vernachlässigbar
C-14	3.30E-03*	Rb-86	vernachlässigbar
Na-24	3.80E-05	Rb-88	3.90E-07
Cl-36	vernachlässigbar	Sr-89	2.40E-06
Cr-51	4.60E-05	Sr-90	2.50E-07
Mn-54	3.20E-05	Y-91	9.10E-08
Fe-55	4.90E-04	Zr-95	6.90E-06
Fe-59	5.00E-06	Nb-95	6.10E-06
Co-58	4.10E-04	Mo-99	1.90E-05
Co-60	2.30E-04	Tc-99m	1.80E-05
Ni-63	5.40E-04	Tc-99	vernachlässigbar
Zn-65	1.00E-05	Ru-103	1.20E-04
Nb-94	vernachlässigbar	Ru-106	vernachlässigbar
W-187	3.00E-06	Ag-110m	2.60E-05
U-234	vernachlässigbar	I-131	1.50E-05
U-235	vernachlässigbar	I-132	2.00E-05
U-238	vernachlässigbar	I-133	2.90E-05
Np-237	vernachlässigbar	I-134	5.90E-06
Pu-238	vernachlässigbar	Cs-134	7.60E-06
Pu-239	vernachlässigbar	I-135	2.40E-05
Pu-240	vernachlässigbar	Cs-136	9.30E-06
Pu-241	8.00E-08	Cs-137	2.30E-05
Pu-242	vernachlässigbar	Ba-140	1.40E-05
Am-241	vernachlässigbar	La-140	1.80E-05
Am-243	vernachlässigbar	Ce-144	8.00E-05
Cm-242	vernachlässigbar	Pr-144	8.00E-05
Cm-244	vernachlässigbar	Summe (mit Ausschließung von H-3)	5.59E-03
As-76	vernachlässigbar		

* Angaben aus dem UK GDA

Quelle: [1b]

5.2 Freisetzungsraten bei Projektstörfall

In der [Tabelle 4] wurden Informationen bezüglich der Freisetzung von radioaktiven Isotopen bereitgestellt, bei einem Störfall ohne Kernschmelze. Diese Freisetzungen wurden als Eintragsangaben für die Analyse radioaktiver Folgen verwendet, die zu Nutzen des UVP-Berichts in Polen durchgeführt wurde (für die Ermittlung des Gebiets mit beschränkter Nutzung).

Die Quelleninformationen beruhen auf dem Dokument erarbeitet von Westinghouse in 2017: „Westinghouse Response to PGE EJ 1 Request for Information for Site Evaluation Data for Polish Nuclear Projects“ [1b].

Der erwogene Projektstörfall ist ein Störfall mit großem Kühlmittelverlust (LBLOCA). Freisetzungen wurden erörtert bei der Annahme einer 33-prozentigen Brennstoffdegradierung und der Freisetzung radioaktiver Stoffe in dem Raum zwischen den Brennstäben. Es wurde angenommen, dass 5% des Wertes für jede Gruppe von Nukliden freigesetzt wird.

Tabelle 4. Freisetzungen in die Umwelt bei LBLOCA

Intervall	0-2hr	2-8hr	8-24hr	24-96hr	96-720hr
Isotop	Bq	Bq	Bq	Bq	Bq
Kr-85m	1.15E+12	1.85E+12	1.11E+12	1.01E+11	0.00E+00
Kr-85	1.45E+11	1.72E+11	4.58E+11	2.05E+12	1.75E+13
Kr-87	1.57E+12	7.41E+11	2.93E+10	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	2.77E+12	3.28E+12	9.63E+11	1.97E+10	0.00E+00
Xe-131m	9.12E+10	1.60E+11	4.16E+11	1.68E+12	6.80E+12
Xe-133m	3.54E+11	8.84E+11	2.04E+12	5.31E+12	3.33E+12
Xe-133	1.35E+13	2.92E+13	7.33E+13	2.60E+14	5.12E+14
Xe-135m	3.86E+11	1.47E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	1.95E+12	4.12E+12	5.01E+12	2.08E+12	8.34E+09
Xe-138	1.44E+12	3.53E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	1.11E+11	1.09E+11	2.14E+10	6.64E+09	5.60E+10
Cs-136	2.60E+10	2.53E+10	4.90E+09	1.37E+09	5.87E+09
Cs-137	7.34E+10	7.19E+10	1.41E+10	4.40E+09	3.75E+10
Cs-138	5.04E+11	1.91E+10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rb-86	1.21E+09	1.18E+09	2.30E+08	6.62E+07	3.43E+08
I-130	1.29E+10	9.69E+09	1.81E+09	4.29E+08	7.87E+06
I-131	6.93E+11	6.11E+11	1.77E+11	2.78E+11	8.35E+11
I-132	8.02E+11	2.81E+11	9.38E+09	1.60E+07	0.00E+00
I-133	1.39E+12	1.11E+12	2.50E+11	1.21E+11	1.20E+10
I-134	8.88E+11	9.23E+10	1.55E+08	0.00E+00	0.00E+00
I-135	1.23E+12	7.88E+11	1.01E+11	7.16E+09	6.67E+06

Iod: 100 % elementar

Quelle: [1b]

5.3 Freisetzungsraten bei einem Störfall maßgeblich für die Notfallplanung

In der [Tabelle 5] wurden Informationen bezüglich der Freisetzung von radioaktiven Isotopen bereitgestellt, bei schwerem Störfall mit Kernschmelze. Diese Freisetzungen wurden als Eintragsangaben für die Analyse radioaktiver Folgen des für die Notfallplanung maßgeblichen Störfalls verwendet, die zu Nutzen des UVP-Berichts in Polen durchgeführt wurde (für die Ermittlung des Zonen der Notfallplanung und Distanzen der auslegungsüberschreitenden Notfallplanung).

Die Quelleninformationen beruhen auf dem Dokument erarbeitet von Westinghouse in 2017: „Westinghouse Response to PGE EJ 1 Request for Information for Site Evaluation Data for Polish Nuclear Projects“ [1b]. Der erwogene schwere Störfall ist mit der Kernschmelze verbunden und stellt den maßgeblichen Störfall für die Notfallplanung dar.

Tabelle 5. Freisetzungen in die Umwelt beim schweren Störfall

Intervall	0-24hr	25-720hr	Summe 0-720hr	Intervall	0-24hr	25-720hr	Summe 0-720hr
Isotop	(Bq)	Bq	(Bq)	Isotop	(Bq)	Bq	(Bq)
Kr-85m	1.40E+14	6.00E+12	1.46E+14	Sr-92	2.42E+12	0.00E+00	2.42E+12
Kr-85	3.31E+13	1.10E+15	1.13E+15	Ba-139	1.10E+12	0.00E+00	1.10E+12
Kr-87	2.39E+13	0.00E+00	2.39E+13	Ba-140	1.21E+13	1.00E+11	1.22E+13
Kr-88	1.82E+14	1.00E+12	1.83E+14	Ru-103	4.64E+10	4.00E+08	4.68E+10
Xe-131m	3.12E+13	4.89E+14	5.20E+14	Ru-105	1.39E+10	0.00E+00	1.39E+10
Xe-133m	1.65E+14	5.24E+14	6.89E+14	Ru-106	1.47E+10	2.00E+08	1.49E+10
Xe-133	5.65E+15	4.60E+16	5.16E+16	Rh-105	2.88E+10	0.00E+00	2.88E+10
Xe-135m	3.65E+13	1.00E+11	3.66E+13	Mo-99	3.86E+13	1.00E+11	3.87E+13
Xe-135	1.14E+15	3.10E+14	1.45E+15	Tc-99m	3.55E+13	1.00E+11	3.56E+13
Xe-138	2.45E+10	0.00E+00	2.45E+10	Ce-141	1.74E+11	2.00E+09	1.76E+11
I-130	5.26E+11	1.40E+10	5.40E+11	Ce-143	1.45E+11	0.00E+00	1.45E+11
I-131	3.80E+13	8.10E+13	1.19E+14	Ce-144	1.34E+11	2.00E+09	1.36E+11
I-132	3.74E+13	2.00E+11	3.76E+13	Pu-238	2.45E+08	3.00E+06	2.48E+08
I-133	6.25E+13	4.20E+12	6.67E+13	Pu-239	2.79E+07	4.00E+05	2.83E+07
I-134	2.36E+12	0.00E+00	2.36E+12	Pu-240	4.37E+07	5.00E+05	4.42E+07
I-135	3.97E+13	3.00E+11	4.00E+13	Pu-241	1.11E+10	2.00E+08	1.13E+10
Cs-134	4.87E+12	7.00E+10	4.94E+12	Np-239	2.05E+12	0.00E+00	2.05E+12
Cs-136	1.13E+12	1.00E+10	1.14E+12	Y-90	2.74E+10	7.20E+09	3.46E+10
Cs-137	3.22E+12	4.00E+10	3.26E+12	Y-91	1.80E+11	2.00E+09	1.82E+11
Cs-138	4.32E+11	0.00E+00	4.32E+11	Y-92	9.37E+11	0.00E+00	9.37E+11
Rb-86	5.27E+10	4.00E+08	5.31E+10	Y-93	1.37E+11	0.00E+00	1.37E+11
Te-127m	1.77E+11	2.00E+09	1.79E+11	Nb-95	2.32E+11	3.00E+09	2.35E+11
Te-127	1.09E+12	0.00E+00	1.09E+12	Zr-95	2.29E+11	2.00E+09	2.31E+11
Te-129m	6.12E+11	6.00E+09	6.18E+11	Zr-97	1.81E+11	0.00E+00	1.81E+11
Te-129	1.95E+12	0.00E+00	1.95E+12	La-140	7.18E+11	7.90E+10	7.97E+11
Te-131m	2.13E+12	0.00E+00	2.13E+12	La-142	2.34E+10	0.00E+00	2.34E+10
Te-132	1.66E+13	0.00E+00	1.66E+13	Nd-147	8.48E+10	5.00E+08	8.53E+10
Sb-127	1.08E+12	0.00E+00	1.08E+12	Pr-143	2.02E+11	2.00E+09	2.04E+11
Sb-129	1.46E+12	0.00E+00	1.46E+12	Am-241	1.46E+07	2.00E+05	1.48E+07
Sr-89	6.89E+12	7.00E+10	6.96E+12	Cm-242	3.95E+09	5.00E+07	4.00E+09
Sr-90	6.08E+11	8.00E+09	6.16E+11	Cm-244	3.40E+08	5.00E+06	3.45E+08
Sr-91	5.70E+12	0.00E+00	5.70E+12				

Quelle: [1b]

Angaben zu den Auswirkungen im Zusammenhang mit der ionisierenden Strahlung finden Sie im Teil 6 von Kapitel IV.14 "Auswirkungen im Zusammenhang mit der ionisierenden Strahlung" und im Teil 1 von Kapitel 6 "Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Umwelt" sowie in Anhang V.1.13-1.

6 Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Umwelt

6.1 Mögliche grenzüberschreitende Strahlenauswirkungen auf die Umwelt

Bei grenzüberschreitenden Auswirkungen handelt es sich um solche Auswirkungen des Kernkraftwerkes auf die Umwelt, die einen direkten Einfluss auf Gebiete haben, die außerhalb der Grenzen von Polen liegen. Diese Auswirkung bezieht sich also auf die an Polen grenzenden Nachbarländer sowie auf Länder, die nicht an Polen grenzen, aber so nah gelegen sind, dass sie auch in Betracht gezogen werden sollten (z.B. Schweden).

In Anbetracht der Tatsache, dass die beiden Standort-Varianten – Variante 1 – Standort Lubiatowo – Kopalino und Variante 2 – Standort Żarnowiec – sehr weit entfernt von den betrachteten Ländern liegen (über 100 km vom am nächsten gelegenen Kaliningrader Gebiet der Russischen Föderation), werden konventionelle Auswirkungen eines Kernkraftwerkes (z.B. Lärm) aus offensichtlichen Gründen nicht in Betracht gezogen.

Die Bewertung zur Auswirkung des Vorhabens auf die Meeresumwelt in den Bereichen der Meeresuntersuchungen für beide betroffenen Standort-Varianten, inkl. der Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, wurde detailliert im Band IV [Kapitel IV.2] präsentiert. Gemäß der angewandten Methodik wurde das räumliche Ausmaß der Auswirkungen auf die Bestandteile der natürlichen Meeresumwelt in Übereinstimmung mit den folgenden Definitionen analysiert, d.h.:

- das lokale Ausmaß hängt mit Auswirkungen zusammen, die in einem Pufferbereich von 100 m vom Standort des Vorhabens entfernt auftreten,
- das regionale Ausmaß hängt mit Auswirkungen zusammen, die in der Region der Rechtsprechung (Woiwodschaft) und <30 km vom Standort des Vorhabens entfernt auftreten,
- das nationale Ausmaß hängt mit Auswirkungen zusammen, die auf dem Gebiet der Republik Polen und >30 km vom Standort des Vorhabens entfernt auftreten und
- der grenzüberschreitende Ausmaß hängt mit Auswirkungen zusammen, die einen Einfluss auf die Umwelt in einem anderen Land außerhalb der Republik Polen haben.

Gemäß der durchgeführten Bewertung der Auswirkung des Vorhabens auf einzelne biologische Rezeptoren der Meeresforschung für die Variante 1 - Standort Lubiatowo - Kopalino und für die Variante 2 – Standort Żarnowiec wurde nachgewiesen, dass die vorhersehbaren Auswirkungen, die für die Etappe der Vorbereitungsarbeiten, der Umsetzung des Vorhabens, der Errichtung sowie der Betriebsphase und der Stilllegungsphase betrachtet werden, höchstens einen lokalen oder regionalen Charakter haben werden. Bei keinem der analysierten biologischen Bestandteile wurden grenzüberschreitende Auswirkungen festgestellt.

In Anbetracht des oben Genannten wurden im vorliegenden Kapitel die Strahlenauswirkungen für einen Störfall berücksichtigt, der für die Notfallplanung maßgebend ist. Das Hauptziel der Durchführung der Berechnungen der Dosisgrößen in einer großen Entfernung vom Kernkraftwerk im Falle eines ernsthaften Störfalls, der für die Notfallplanung maßgebend ist, ist die Bewertung des Gefährdungsgrades für die Bevölkerung auf Gebieten, die weit vom Kraftwerk entfernt gelegen sind, insbesondere in Nachbarländern. Bei den Berechnungen und Analysen werden Freisetzungen von radioaktiven Substanzen in die Luft, die Verbreitungswege der freigesetzten radioaktiven Substanzen in der Umwelt sowie alle (d.h. externe und interne) Expositionswege für Personen aus der gesamten Bevölkerung gegen ionisierende Strahlung berücksichtigt, die mit diesen Freisetzungen zusammenhängen.

Im Rahmen der durchgeführten Analyse wurde folgendes Schema der Berechnungen angenommen:

- Die betroffenen Staaten wurden in der Entscheidung von GDOŚ definiert, in der der Umfang des UVP-Berichtes [87] bestimmt wurde;

- Für alle Rezeptoren (d.h. Grenzen der Staaten, die in der Nähe der analysierten Standorte liegen) wurden die meteorologischen Daten analysiert. Dabei wurden die Trajektorien für solche meteorologischen Sequenzen festgelegt, die den Übergang einer kontaminierten Wolke in die betroffenen Rezeptoren in einem möglichst kurzen Zeitraum verursachen würden;
- Auf Grund der so durchgeführten Trajektorienanalyse wurden Sätze von meteorologischen Daten erstellt, die bei den Berechnungen mit einem großen Umfang unter Einsatz des MATCH-Modells eingesetzt wurden, das ein Modul des RODOS-Systems ist;
- Es wurden Simulationsberechnungen für beide Standorte Lubiatowo - Kopalino und Żarnowiec für den Transfer und die Dispersion radioaktiver Substanzen in der Atmosphäre unter Einsatz des MATCH-Modells durchgeführt. Dabei wurden die Daten über notfallbedingte Freisetzungen zu Grunde gelegt, die für die Notfallplanung für die Technologie des Reaktors AP1000 maßgebend sind.
- Die Ergebnisse der Simulation mit dem MATCH-Modell wurden dann bei den Berechnungen der Dosen ausgenutzt, die mit der Nahrung aufgenommen werden. Diese Berechnungen wurden unter Einsatz des FDMT-Modells des RODOS-Systems durchgeführt, so dass bei der Einschätzung der Dosen alle Expositionswege (inkl. Nahrungsaufnahme) berücksichtigt werden konnten.

Die oben genannten Berechnungen wurden im Ganzen durch (NCBJ), unter Kooperation mit (IMGW), durchgeführt. Die Methodik der durchgeführten Berechnungen wurde im Kapitel [Kapitel V.1] dargestellt. Im vorliegenden Kapitel wurden lediglich die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt und beschrieben.

Eine grundlegende Schlussfolgerung aus der durchgeführten Analyse ist die Tatsache, dass die grenzüberschreitenden Auswirkungen, die mit der Emission von radioaktiven Substanzen zusammenhängen, für die repräsentativen Störfälle im Rahmen der Notfallplanung völlig bedeutungslos sind.

6.1.1 Analyse der Ergebnisse

Die detaillierten Ergebnisse der Modelle wurden in den Anhängen [Anhang V.4-1] und [Anhang V.4-2] entsprechend für das MATCH- und FDMT-Modell erfasst. Bei einer repräsentativen Freisetzung, die für die Notfallplanung notwendig ist (es handelt sich um Daten, die für die Technologie AP1000 bereitgestellt wurden), muss auf folgende Faktoren hingewiesen werden:

- Diese Freisetzung dauert lange an (720 Stunden, d.h. 1 Monat), woraus die Tatsache resultiert, dass bei allen realistischen meteorologischen Szenarios, die in Erwägung gezogen werden könnten, keine solche Situation vorkommen wird, bei der die Witterungsbedingungen beinahe konstant bleiben, d.h. so wie am Anfang der Emission sind;
- Die Dosen (2-Tages-, 7-Tages-, Monat-, Jahres- und Lebensdosen) wurden im FDMT-Modell bestimmt, bei dem die Ergebnisse des MATCH-Modells als Eingangsdaten angenommen wurden. Es wurde also eine komplette Wechselhaftigkeit der meteorologischen Bedingungen gemäß dem Zeitraum der Simulation im Rahmen des MATCH-Modells, der um zwei Wochen ab dem Zeitpunkt verlängert wurde, an dem die Emissionen zu ihrem Ende gekommen sind.
- Aus dem oben genannten Grund wurde auf die Auswahl jener meteorologischen Sequenzen fokussiert, die in der ersten Phase der Freisetzung die Voraussetzungen für den Transfer der kontaminierten Wolke zum betrachteten Rezeptor schaffen. Natürlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in einer späteren Phase zu einer Kontamination des betroffenen Gebiets kommt, allerdings ist erstens die frühe Phase eines Störfalls am kritischsten, zweitens müssten die Berechnungen grundsätzlich fortlaufend erfolgen, was praktisch gesehen wegen des riesigen Zeitaufwands nicht machbar ist;
- Bei Modellen mit einem weiten Umfang (für die Staaten) müssen dem Grunde nach Raster mit einer größeren Gitterweite als bei Modellen mit einem kleineren Umfang eingesetzt werden.

Die in den Anhängen [Anhang V.4-1] und [Anhang V.4-2] erfassten Ergebnisse beinhalten neben der Größe der maximalen Dosen und der Intensität der Dosen für die bestimmten Rezeptoren auch die Angabe zum Datum

einer hypothetischen Freisetzung (auf diese Art und Weise wird die meteorologische Sequenz identifiziert) und die geographischen Koordinaten der Mitte der Gittermasche des Berechnungsrasters, die wenigstens teilweise auf dem Gebiet des Rezeptors liegen. Dies bedeutet, dass die Mitte der Gittermasche selbst außerhalb des Rezeptor-Gebiets liegen kann - allerdings in seiner direkten Nähe.

6.1.1.1 Ergebnisse des MATCH-Modells

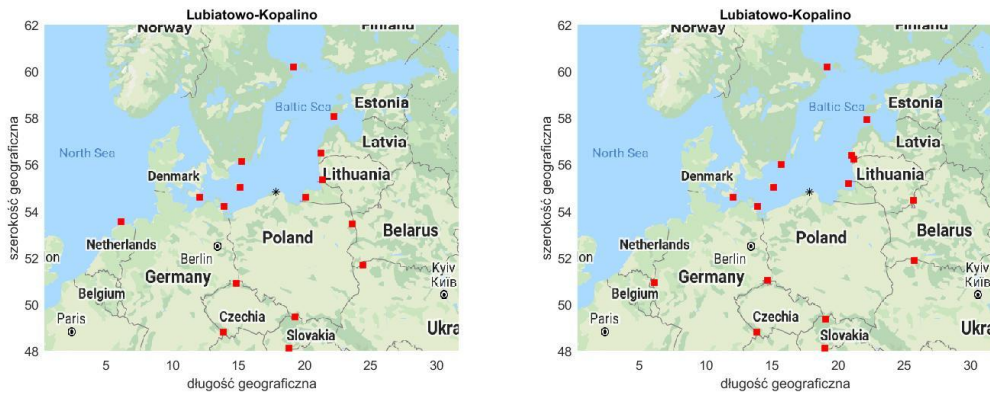
Die grundlegenden Ergebnisse, die beim MATCH-Modell gewonnen werden können, sind Angaben zur Intensität der Dosen sowie die Schätzung der Dosen der externen Exposition. Diese Dosen werden für das Ende der Exposition ermittelt. Die Dosen von allen Expositionswegen in verschiedenen Zeiträumen werden unter Einsatz des FDMT-Modells bestimmt. Bei der Analyse der Ergebnisse der Berechnungen für beide Standorte des Kernkraftwerks, Variante 1 – Standort Lubiatowo – Kopalino und Variante 2 – Standort Żarnowiec können hinsichtlich der Exposition von Nachbarländern folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die maximalen Dosenwerte für die Nachbarländer betragen zwischen $2,97E-07$ mSv/h für die Slowakei und $2,43E-05$ mSv/h für Deutschland. Den Werten für Deutschland ähnliche Größen können auch für Bornholm und für Russland (Kaliningrader Gebiet) sowie Schweden festgestellt werden. Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass die Intensität der Dosen der Hintergrundstrahlung in Polen ca. $2,74E-04$ mSv/h beträgt (die Jahresdosis der Hintergrundstrahlung beträgt also $2,4$ mSv/a, d.h. gerechnet für $365 \text{ T} \times 24 \text{ h}$);
- Die maximalen Dosenwerte der internen Exposition liegen im Bereich von $1,2E-06$ mSv bis $2,89E-04$ mSv, wiederum entsprechend für die Slowakei und für Deutschland. Ähnliche Größen wie für Deutschland wurden auch für Bornholm und für Russland ermittelt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Momentwerte der Dosenintensität zwar ähnlich denen von Rezeptoren sein können, die dem Kernkraftwerk näher gelegen sind (insbesondere bei einem schnellen Transfer der Kontaminationen in der Atmosphäre oder bei zusätzlichen Faktoren wie Niederschlägen [Rozdział V.1]), oder nur um eine Größenordnung niedriger als die Werte der Dosen selbst sein können, aber die Exposition ist in diesem Falle kurzfristig, so dass die gesamte Strahlenauswirkung im Vergleich zu den Dosengrößen der ionisierenden Hintergrundstrahlung sehr gering ist.

Selbstverständlich sind die Größen der eingeschätzten maximalen Dosen um mehrere Größenordnungen niedriger als jegliche Grenzwerte, bei denen irgendwelche Gegenmaßnahmen (Engl. *countermeasures*) nach einem Atomstörfall ergriffen werden müssten.

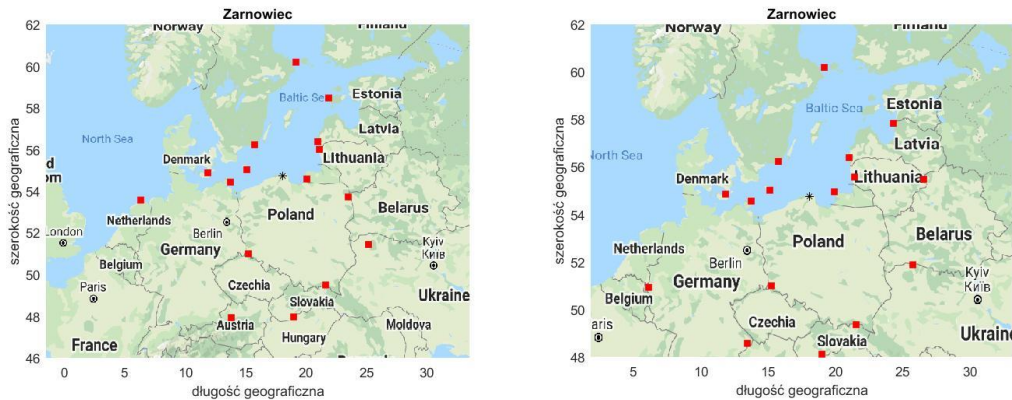
Auf den Abbildungen [Abbildung V.4- 1], [Abbildung V.4- 2] wurden Grenzpunkte für die Staaten präsentiert, an denen maximale Dosen sowie die Intensität der Dosen für die Freisetzungen aus beiden potenziellen Standorten des Kernkraftwerkes erreicht wurden. Die geographischen Koordinaten der Grenzpunkten, die durch die Mitten der Gittermaschen des Berechnungsrasters vertreten werden, sowie die Werte der Intensität der Dosen und die Werte der Dosen sind dem Anhang [Anhang V.4-1] zu entnehmen, in dem die Daten der Freisetzung angegeben wurden, wodurch ein konkretes meteorologisches Szenario identifiziert werden kann.



Lubiatowo - Kopalino	Lubiatowo - Kopalino
długość geograficzna	Längengrad
szerokość geograficzna	Breitengrad

Abbildung V.4- 1 Punkte, an denen maximale Intensitäten der Dosen erreicht wurden (links), sowie für Dosen (rechts) für notfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Kernkraftwerk für den Standort Lubiatowo - Kopalino für die Staaten (Anmerkung: bei Finnland handelt es sich um die Alandinseln in der Ostsee)

Quelle: [65]



Żarnowiec	Żarnowiec
długość geograficzna	Längengrad
szerokość geograficzna	Breitengrad

Abbildung V.4- 2 Punkte, an denen maximale Intensitäten der Dosen erreicht wurden (links), sowie für Dosen (rechts) für notfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Kernkraftwerk für den Standort Żarnowiec für die Staaten (Anmerkung: bei Finnland handelt es sich um die Alandinseln in der Ostsee)

Quelle: [65]

6.1.1.2 Ergebnisse des FDMT-Modells

Die Ergebnisse des MATCH-Modells mit einem weiten Umfang wurden als Eingangsdaten für das grundlegende Modell der Dosen im RODOS-System, d.h. FDMT eingesetzt. Mit dem FDMT-Modell können die Dosen für alle Expositionswege in unterschiedlichen Zeiträumen sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern abschätzen. Für die Schilddrüse werden standardmäßig gleichwertige Dosen bestimmt. Da sich die Vorschriften auf aufgenommene Dosen beziehen, wurde die effektive Dosis in die Energiedosis mit den Umrechnungsfaktoren umgerechnet, die der Studie ICRP-116 „Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures“, (Anhänge A und B unter Berücksichtigung der berichtigten Daten von Corrigenda for Publication ICRP 116) [15] zu entnehmen sind.

Es wurden also folgende Dosen ermittelt:

- wirksame Dosis: 2-Tage-Dosis, 7-Tage-Dosis, Jahresdosis und Lebensdosis,
- über die Schilddrüse aufgenommene Dosis: 2-Tage-Dosis, 7-Tage-Dosis, Jahresdosis und Lebensdosis.

Die Ergebnisse sind dem Anhang [Anhang V.4-2] zu entnehmen – zusätzlich wurden auch 14-Tage-Dosen und Monatsdosen ermittelt.

Im Fall wirksamer Dosen für Erwachsene:

- Die maximalen 2-Tages-Dosen liegen im Bereich von $8,36E-03$ mSv für Litauen bis $4,70E-05$ mSv für die Niederlande, wobei Dosen der Größenordnung E-03 in zahlreichen Ländern (Deutschland, Schweden, Russland, Lettland, Estland, Dänemark - Bornholm) festgestellt wurden,
- Die maximalen 7-Tages-Dosen betreffen Litauen ($1,75E-02$ mSv) und Schweden ($1,35E-02$ mSv), für die Slowakei sind sie am geringsten ($1,15E-05$ mGy),
- Die maximalen Jahresdosen betreffen Litauen ($8,94E-02$ mSv), wobei ähnliche Dosen in anderen Ländern vorkommen (Schweden, Österreich, Tschechien, Bornholm, Estland, Deutschland, Russland). Die niedrigsten Werte wurden für die Slowakei festgestellt ($1,02E-04$ mSv),
- Die maximalen Lebensdosen wurden in Litauen ($1,85E-01$ mSv) beobachtet, etwas niedriger waren sie in einigen anderen Ländern (Deutschland, Russland, Schweden, Tschechien), am niedrigsten - in der Slowakei ($4,74E-03$ mSv).

Alle diesen Werte liegen deutlich unter den Grenzwerten, bei denen Abhilfemaßnahmen eingeführt werden müssten - z.B. wird bei einer wirksamen 2-Tages-Dosis über 10 mSv Unterschlupf (Anweisung zum Aufenthalt in geschlossenen Räumen, engl. *sheltering*) angeordnet (in polnischen Regelungen wird die Dosis 10 mSv auch bei Kriterien für den Abbruch einer Aktion eingesetzt) und andere Abhilfemaßnahmen werden bei noch höheren Dosen-Werten eingeführt [111]. Es ist anzumerken, dass unter bestimmten Umständen sogar in den weiter entfernt gelegenen Ländern die Dosen nur etwas niedriger als in näher am Standort der Freisetzung gelegenen Ländern ausfallen. Dies hängt einerseits mit der Dauer der Freisetzung und mit der Wechselhaftigkeit der meteorologischen Bedingungen, andererseits mit der Möglichkeit von Niederschlägen (eine solche Situation bezieht sich z.B. auf das Szenario für Tschechien) oder mit der Rückkehr der Wolke zusammen.

Im Fall wirksamer Dosen für Kinder:

- Die maximalen 2-Tages-Dosen liegen im Bereich von $2,79E-02$ mSv für Schweden und bis zu $1,51E-05$ für die Slowakei, für die meisten Länder liegen die Dosen hingegen im Bereich E-03 mSv,
- Die maximalen 7-Tages-Dosen betreffen Schweden ($5,07E-02$ mSv) und Litauen ($2,97E-02$ mSv), für die Slowakei sind sie am geringsten ($2,72 E-05$ mSv),
- Die maximalen Jahres-Dosen betreffen Schweden ($1,49E-01$ mSv) und Litauen ($1,34E-01$ mSv), etwas niedriger sind sie in einigen anderen Ländern (Tschechien, Dänemark - Bornholm, Estland, Deutschland, Russland). Die geringsten Werte wurden in der Slowakei festgestellt ($1,70E-04$ mSv),
- Die maximalen Lebensdosen wurden in Litauen ($2,26E-01$ mSv) beobachtet, etwas niedriger waren sie in einigen anderen Ländern (Deutschland, Estland, Russland, Schweden, Tschechien), am niedrigsten - in der Slowakei ($6,08E-04$ mSv).

Mit Blick auf die durch die Schilddrüse aufgenommene Dosis gestalten sich die Ergebnisse folgendermaßen:

- Die maximalen 2-Tages-Dosen liegen im Bereich von $9,36E-03$ mGy für Litauen und $7,13E-05$ mGy für die Slowakei, wobei für die meisten Länder die Dosen im Bereich E-03 mGy liegen,
- Die maximalen 7-Tages-Dosen betreffen Litauen ($1,96E-02$ mGy) und Schweden ($1,51E-02$ mGy), für die Slowakei sind sie am geringsten ($1,29E-05$ mGy),
- Die maximalen Jahres-Dosen betreffen Litauen ($1,00E-01$ mGy), etwas niedriger sind sie in einigen anderen Ländern (Schweden, Tschechien, Dänemark, Estland, Deutschland, Russland). Die niedrigsten Werte wurden in der Slowakei festgestellt ($1,14E-04$ mGy),

- Die maximalen Lebensdosen wurden in Litauen ($2,07E-01$ mGy) beobachtet, etwas niedriger waren sie in einigen anderen Ländern (Deutschland, Estland, Russland, Schweden, Tschechien), am niedrigsten - in der Slowakei ($5,31E-03$ mGy).

Von Kindern über die Schilddrüse aufgenommene Dosen:

- Die maximalen 2-Tages-Dosen liegen im Bereich von $3,38E-02$ mGy für Schweden und $1,51E-02$ mGy für Litauen bis zu $1,83E-05$ mGy für die Slowakei, wobei die Dosen für die meisten Länder im Bereich $E-02$ ÷ $E-03$ mSv liegen,
- Die maximalen 7-Tages-Dosen betreffen Schweden ($6,13E-02$ mGy) und Litauen ($3,59E-02$ mGy), für die Slowakei sind sie am geringsten ($3,29E-05$ mSv),
- Die maximalen Jahres-Dosen betreffen Schweden ($1,8E-01$ mGy) und Litauen ($1,62E-01$ mGy), etwas niedriger sind sie in einigen anderen Ländern (Deutschland, Russland, Tschechien). Die niedrigsten Werte wurden in der Slowakei festgestellt ($2,06E-04$ mSv),
- maximale Lebensdosen wurden in Litauen ($2,74E-01$ mGy), in Schweden ($2,44E-01$ mGy) festgestellt, etwas niedriger waren sie in einigen anderen Ländern (Österreich, Tschechien, Dänemark, Lettland, Deutschland, Estland, Russland), am niedrigsten - in der Slowakei ($7,361,69E-04$ mGy).

Aus der dargestellten Zusammenfassung für die Nachbarländer resultiert, dass alle bestimmten Dosen-Größen deutlich unter jenen Schwellenwerten liegen, bei denen Gegenmaßnahmen ergriffen werden müssen. Die maximalen Lebensdosen aus allen Expositionswegen für Kinder und für Erwachsene liegen unter dem Wert von $0,5$ mSv.

6.1.2 Zusammenfassung

Die Methodik, die bei den Berechnungen für die Einschätzung der Dosengrößen in einer großen Entfernung von dem geplanten Standort des Kernkraftwerkes im Falle eines ernsthaften Störfalls angenommen wurde, der für die Notfallplanung maßgebend ist, basierte auf der Auswahl der tatsächlichen meteorologischen Sequenzen für jedes Quelle-Rezeptor-Paar, bei denen der Rezeptor in der kurzen Zeit nach dem Eintritt des Störfalls erreicht werden konnte. Die Auswahl dieser Sequenzen basierte auf einer tiefen Analyse der meteorologischen Bedingungen aus einem Zeitraum von 10 Jahren, die durch IMGW durchgeführt wurde. Anschließend wurden in Anlehnung an diese Daten zahlreiche Simulationen zur Verbreitung der Kontaminationen in der Atmosphäre durchgeführt. Im Anschluss wurden die Dosen unter Verwendung von grundlegenden Werkzeugen des Systems für die Entscheidungsunterstützung RODOS ausgewertet. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass sich die meteorologischen Bedingungen wegen der langen Dauer der Freisetzung in dieser Zeit wesentlich ändern können und dass eine Annahme von konstanten Witterungsbedingungen völlig unrealistisch ist. Insgesamt wurden mehrere Hundert Simulationen durchgeführt, was bei einer solchen Auswahl von meteorologischen Sequenzen eine gute Repräsentativität der erhaltenen Ergebnisse gewährleistet. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass sogar für jene Rezeptoren, die in der Nähe des geplanten Standorts des ersten polnischen Kernkraftwerkes liegen, die maximalen Dosen aus allen Expositionswegen auf einem niedrigen Niveau liegen – z.B. liegen die wirksamen Lebensdosen für Erwachsene und für Kinder unterhalb 1 mSv und die maximale in der Schilddrüse aufgenommene Dosis beträgt ca. 1 mGy. Die Dosen liegen also sogar unter den Jahresgrenzwerten für die Situationen der geplanten Exposition (d.h. für die Betriebszustände des Kernkraftwerkes), die für die Gesamtheit der Bevölkerung im Dokument MAEA GSR Part 3 [149], in der Richtlinie 2013/59/EURATOM [26], und im Atomgesetz [146] festgelegt wurden. Diese Dosen sind auch niedriger als die durchschnittlichen Dosen der natürlichen Hintergrundstrahlung für Polen, die ca. $2,4$ mSv/Jahr beträgt. **Eine grundlegende Schlussfolgerung aus den durchgeführten Berechnungen beruht darauf, dass ein für die Notfallplanung maßgeblicher Störfall keine Gefährdung für die Gesundheit von Menschen auf weit vom Standort entfernt gelegenen Gebieten, insbesondere in den Nachbarländern, darstellen wird. Die grenzüberschreitende Auswirkung des polnischen Kernkraftwerkes wird also gänzlich unbedeutend sein.**

6.2 Anpassung der Realisierung des Vorhabens an die Ziele des Ostseeaktionsplans HELCOM

6.2.1 Einführung

Das Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets, auch als Helsinki-Übereinkommen bezeichnet, wurde im Jahre 1974 durch alle Ostsee-Anrainerstaaten unterzeichnet. Sein Ziel ist der Schutz der Ostsee gegen alle Verschmutzungsquellen. Das Übereinkommen verpflichtet die Signatarstaaten zu Maßnahmen im Bereich des Schutzes der Lebensräume und der biologischen Vielfalt sowie zur nachhaltigen Nutzung von Meeresressourcen [35]. Die Ausführungsbehörde des Übereinkommens ist HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission) – eine internationale Organisation, die als eine regionale Plattform für die Gestaltung der Umweltschutzpolitik funktioniert.

Eine Schlüsselaufgabe von HELCOM war die Erstellung des Ostseeaktionsplans (Engl. *Baltic Sea Action Plan, BSAP*), der 2007 durch die Parteien angenommen und 2021 aktualisiert wurde. In diesem Plan wurden strategische Mittel und Maßnahmen erfasst, die für das Erzielen eines guten Zustands der Meeresumwelt notwendig sind. Die im Ostseeaktionsplan erfassten detaillierten Ziele (und die dazugehörigen Gebiete) sehen folgendermaßen aus:

- Biologische Vielfalt und das dazugehörige Ziel: „Das Ökosystem der Ostsee muss in einem einwandfreien Zustand und beständig gegen ungünstige Auswirkungen sein“;
- Eutrophierung und das zugehörige Ziel: „Die Ostsee muss frei von der Eutrophierung bleiben“;
- Gefährliche Stoffe und Abfälle und das zugehörige Ziel: „Die Ostsee muss frei von gefährlichen Stoffen und Abfällen sein“;
- Tätigkeit im Meer und das dazugehörige Ziel: „Die Tätigkeit im Meer muss in ökologischer Hinsicht nachhaltig sein“.

Jedes der o.g. Ziele ist auf die HELCOM-Ziele in den Bereichen Ökologie und Verwaltung fokussiert und sieht Mittel und Maßnahmen vor, die bis spätestens 2030 implementiert werden sollen.

In den nachfolgenden Kapiteln wurden gravierende Fragen beschrieben, die bei der Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung für das erste polnische Kernkraftwerk für beide Standort-Varianten besprochen wurden – Variante 1 – Standort Lubiatowo - Kopalino und Variante 2 - Standort Żarnowiec. Hierbei wurden auch die Schlussfolgerungen zu Umweltberichten beschrieben, die mit der Hydrodynamik von Meereswasser und mit der Wasserqualität zusammenhängen, sowie solche zur biologischen Vielfalt, wo diese Anwendung findet.

6.2.2 Biologische Vielfalt

Die Kapitel des UVP-Berichtes, die sich auf die Hydrodynamik von Meereswasser und Wasserqualität beziehen, beinhalten eine allgemeine Bewertung der potenziellen Auswirkungen für die Rezeptoren der Meeresumwelt, die für die Bewertung gem. WRRL [19] und MSRL [24] ausreichend ist.

Aus der Bewertung resultiert, dass bei den entsprechenden Milderungsmaßnahmen während der Umsetzung des Vorhabens und bei zusätzlichen Maßnahmen hinsichtlich der gravierenden Aspekte kein negativer Einfluss auf den Zustand der Gewässereinheiten, die durch WRRL oder die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) definiert wurden, vorkommt, der direkt mit dem geplanten Standort des Vorhabens zusammenhängen würde.

Die Bewertung der Auswirkungen für die Rezeptoren der Meeresumwelt wurde unter Berücksichtigung jener detaillierten Daten erstellt, die den Kapiteln zu entnehmen sind, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung vorbereitet wurden und sich auf die biologische Vielfalt der Meeresumwelt beziehen. Ähnlich wie im Falle der Hydrodynamik des Meereswassers und der Wasserqualität sind die Folgen im Hinblick auf die zwei analysierten Standorte und die dazugehörigen Varianten vernachlässigbar oder von geringem Ausmaß und nicht gravierend.

Nachfolgend wurden konkrete Beispiele für die Fälle dargestellt, bei denen den Kapiteln zusätzliche Informationen hinzugefügt wurden, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich der biologischen Vielfalt im Meer vorbereitet wurden.

6.2.2.1 Einfluss des Unterwasserlärms auf Meeressäugetiere und Meeresfische

Potenzielle Auswirkungen des Lärms unter Wasser - vor allem in der Nähe der Schiffsentladeanlage (Engl. *Marine off-loading facility, MOLF*), wurden in den Kapiteln beschrieben, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung erstellt wurden und mit der Hydrodynamik des Meereswassers und mit der Wasserqualität zusammenhängen. Sie basierten auf den bisherigen Entscheidungen zur Auswirkung des Lärms und von Schwingungen, die über Wasser übertragen werden (z.B. auf Meeressäugetiere und Meeresfische). Diese Bewertung wurde bei der Erstellung der Berichte zur Hydrodynamik des Meereswassers und zur Wasserqualität endgültig formuliert.

Zusätzliche Informationen aus der Beurteilung des Lärms, der über Wasser übertragen wird, wurden in den Kapiteln erfasst, die mit der biologischen Vielfalt der Meeresumwelt zusammenhängen. Hier wurde detailliert die Möglichkeit des Hörens von Geräuschen durch gravierende Tierarten berücksichtigt (vor allem Schweinswal, Kegelrobbe, Seehund und Ringelrobbe). Auch die Populationen dieser Tierarten in der Ostsee (und die Empfindlichkeit dieser Tierarten) wurden in Betracht gezogen. Die Bewertung hat bestätigt, dass im Falle des Einsatzes von entsprechenden, im Projekt geplanten Milderungsmaßnahmen keine wesentlichen Folgen für die Populationen dieser Meeressäugetiere zu erwarten sind. Erforderliche Milderungsmaßnahmen sind den Kapiteln [Kapitel IV.2], [Kapitel IV.10.2] und [Kapitel V.3] zu entnehmen.

6.2.2.2 Folgen für Lebensräume und Benthosarten, die sich aus dem Bau und Betrieb der Meeresinfrastruktur ergeben

Die Benthos-Gemeinschaften stellen ein gravierendes Element der Meeresumwelt dar und dienen u.a. als Nahrung für zahlreiche Raubtiere, darunter solche, die von Bedeutung für den Naturschutz sind. Es ist für das zu realisierende Vorhaben besonders wichtig, die Tatsache zu berücksichtigen, dass sich beide Standorte (Variante 1 – Standort Lubiatowo – Kopalino und Variante 2 - Standort Żarnowiec) im Bereich des Speziellen Schutzgebietes „Przybrzeżne Wody Bałtyku“ (Küstengewässer der Ostsee) befinden.

Die direkten Folgen des Verlustes der Lebensräume wurden in Kapiteln [Kapitel IV.2] und [Kapitel IV.8] ausgewertet, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung erstellt wurden, die sich auf die Hydrodynamik von Meereswasser und die Wasserqualität beziehen. Dabei wurden auf Grund der Karten der Lebensräume von EUNIS jene Lebensräume definiert, auf die der Aufbau und die Errichtung der Infrastruktur einen Einfluss nimmt. Aus der Bewertung geht hervor, dass die Auswirkungen nicht gravierend sind, weil nur ein kleines Gebiet eines größeren Bereichs mit ähnlichen Lebensräumen, die sich in der Nähe des betrachteten Standortes befinden, verloren gehen wird. Außerdem können sich die Benthos-Populationen nach einer Störung/einem Verlust des Lebensraumes wieder regenerieren.

Diese Bewertung ist ein Teil der Umweltverträglichkeitsprüfung, die sich auf die biologische Vielfalt bezieht. Hierbei wurde auf zusätzliche detaillierte Daten aus dem Bericht zur Valorisierung der Meeresumwelt fokussiert und es wurden Informationen im Zusammenhang mit der Empfindlichkeit der gravierenden, in den Seegebieten der untersuchten Standorte Lubiatowo - Kopalino und Żarnowiec vorkommenden Gattungen herangezogen. Bei der Bewertung der Auswirkungen für die Benthos-Gemeinschaften wurden die physikalischen Änderungen (z.B. Aufschüttung, erhöhtes Dispersionsniveau in einer Wassersäule und Verschlämzung) sowie chemischen Änderungen (darunter Temperatur, Versalzung, Chemikalien und Nahrungsstoffe) berücksichtigt. Diese Änderungen wurden insbesondere in Bezug auf jene Tierarten betrachtet, die in jedem der untersuchten Meeresgebiete vorkommen (vor allem Vielborster, wie *Pygospio elegans* und *Hediste diversicolor*, Miesmuscheln, darunter *Limecola balthica* und Krebstiere, wie z.B. *Bathyporeia pilosa* und *Crangon crangon*).

Diese Gattungen sind grundsätzlich tolerant gegenüber physikalischen und chemischen Störungen. Es ist wenig wahrscheinlich, dass die Entwicklung der mit dem Vorhaben zusammenhängenden Meeresinfrastruktur einen

wesentlichen Einfluss auf diese Gattungen haben wird. Im Zusammenhang mit dem oben Genannten wurden die Folgen als nicht bedeutsam eingestuft.

6.2.2.3 Auswirkungen auf die Populationen von Fischen, die mit dem Zusammenstoßen, Einsaugen und Einklemmen von Fischen durch Kühlanlagen zusammenhängen (und die damit zusammenhängenden Auswirkungen auf Vögel, die sich aus der Änderung der Verfügbarkeit von Nahrung ergeben)

Im Kapitel [Kapitel IV.8] zur Hydrodynamik von Meereswasser und Wasserqualität wurde festgestellt, dass die Vögel, die sich von Fischen ernähren (insbesondere diejenigen, die die Grundlage für die Einrichtung des Speziellen Schutzgebiets „Przybrzeźne Wody Bałtyku“ dienen), sowie die Meeressäuger lokale Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit ihrer Hauptnahrung ausgesetzt sein könnten. Potenzielle Auswirkungen für Fische, die mit der Aufnahme des Kühlwassers zusammenhängen (insbesondere bei der technischen Untervariante 1A) wurden als moderat und potenziell bedeutsam sowie als wahrscheinlich grenzüberschreitend eingestuft. Auf dieser Grundlage wurden die potenziellen indirekten Auswirkungen, insbesondere für Vögel, die sich von Fischen ernähren, ebenfalls als moderat oder potenziell bedeutsam eingestuft.

Die Erstellung dieser Bewertung war also ein gravierender Bestandteil, der im Kapitel [Kapitel IV.2] zur biologischen Vielfalt der Meeresumwelt beschrieben wurde, sowohl im Hinblick auf die direkten Folgen für die Fische als auch für die indirekten Folgen für Vögel. Bei der Bewertung der potenziellen Auswirkungen wurde ein breiterer Datenumfang genutzt, darunter detaillierte Berechnungen zur potenziellen Sterblichkeit gravierender Gattungen wie der Sprotte. Es wurden auch Angaben aus Kraftwerken herangezogen, für die Sätze von langfristigen Daten verfügbar waren. Bei der Bewertung wurden auch zusätzliche Informationen berücksichtigt, etwa Schwimmgeschwindigkeit, Laichzeiten und Verhalten von gravierenden Gattungen (die bei der Naturbestandaufnahme bei konkreten Bereichen der Untersuchungen identifiziert wurden). Die Bewertung hat ergeben, dass die Auswirkungen im Falle der technischen Untervariante 1A (das schwerwiegendste Szenario im Hinblick auf das Einziehen von Fischen) ein regionales Ausmaß aufweisen würden und nicht gravierend (nicht bedeutsam) wären. Die Schlussfolgerung aus der detaillierten Bewertung war demgemäß, dass die Folgen für die Vögel, die sich aus einer Veränderung der Verfügbarkeit von Nahrung ergeben, vernachlässigbar (nicht bedeutsam) wären. Diese Schlussfolgerungen wurden bei der Bewertung der Vorschriften berücksichtigt, die mit den Lebensräumen für beide Standorte zusammenhängen, bei der auch keinen wahrscheinlichen Einfluss auf die Integrität der europäischen Naturgebiete festgestellt wurde.

6.2.3 Eutrophierung

Die Eutrophierung ist ein Hauptproblem für die Ostsee und ist auch eine beschreibende Kennziffer bei MSRL [24] (beschreibende Kennziffer 5: Eutrophierung). Im Zusammenhang damit, dass die Abwasserableitung aus dem Kraftwerk in der Betriebsphase bei allen Varianten und bei beiden Standorten eine erhöhte Wärmebelastung und eine erhöhte Belastung für Nährstoffe zur Folge haben kann, war sie ebenfalls ein Kernelement des Kapitels [Kapitel IV.8] zur Hydrodynamik von Meereswasser und zur Wasserqualität.

Die Bewertung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsbeurteilung hat die Berechnungen der jährlichen Stickstoff- und Phosphor-Ladungen berücksichtigt, die in polnische Gewässer im Einzugsgebiet der Weichsel abgeführt werden, in dem die zwei potenziellen Standorte des Kernkraftwerkes liegen. Es wurden auch potenzielle zusätzliche N- und P-Ladungen festgelegt, die aus der Umsetzung des Vorhabens für beide Standort-Varianten resultieren. Beispielsweise wurde für die technische Untervariante 1A die Ladung von N als ein Anstieg um 0,007% in Bezug auf aktuelle Zustände bestimmt. Bei P waren es 0,00007% im Vergleich mit aktuellen Belastungen. Die potenziellen verbundenen Auswirkungen der Nährstoffe und der erhöhten Temperatur wurden analysiert und ihre Folgen wurden bei der technischen Untervariante 1A als vernachlässigbar und nicht bedeutend eingestuft. Für alle sonstigen Varianten werden erhöhte P-Belastungen erwartet, weil bei der Kontrolle der Kalkablagerungen im System der Kühltürme zusätzlich Polyphosphate eingesetzt werden müssen. Wenn die im Projekt vorgesehenen Milderungsmaßnahmen eingesetzt werden, sind die Auswirkungen moderat

und potenziell bedeutsam; es wurden aber auch zusätzliche Milderungsmaßnahmen identifiziert, bei deren Implementierung die Auswirkungen auf ein vernachlässigbares oder nicht bedeutsames Niveau reduziert werden können.

Diese Bewertung wurde im Kapitel [Kapitel IV.2] im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung berücksichtigt, die sich auf die biologische Vielfalt der Meeresumwelt bezieht. Hier wurde auch nachgewiesen, dass die Auswirkungen bei der Implementierung der Milderungsmaßnahmen vernachlässigbar und nicht bedeutsam sind.

6.2.4 Gefährliche Stoffe und Abfälle

Die Einleitung gefährlicher Stoffe und Abfälle in die Meeresumwelt infolge der mit dem Vorhaben zusammenhängenden Tätigkeit lässt sich in zwei Kernbereiche aufteilen: zufälliges Aufschütten/Freisetzen von Material in die Meeresumwelt auf der Etappe der Vorbereitung der Baustelle/der Umsetzung des Vorhabens und der Einleitung von Abwasser in der Betriebsphase.

Die Bewertung von zufälligen Freisetzungen in die Meeresumwelt (inkl. Abfall) war im Kapitel [Kapitel IV.8] zur Hydrodynamik von Meereswasser und im Kapitel [Kapitel IV.2] zur biologischen Vielfalt der Meeresumwelt identisch. Dabei wurde festgestellt, dass die Einhaltung der entsprechenden internationalen und nationalen Vorschriften und der Kontrollmaßnahmen für Verschmutzungen, die für das jeweilige Vorhaben einschlägig sind, das Risiko solcher Ereignisse und die Konsequenzen beim Eintritt solcher Ereignisse minimieren würde. Auf dieser Grundlage wurde festgestellt, dass die Folgen in den Bereichen der Hydrodynamik von Meereswasser und der Wasserqualität vernachlässigbar und nicht bedeutsam sind.

Beide Standorte wurden hinsichtlich der beschreibenden Kennziffer 10 (Verschmutzung der Meeresumwelt) im Rahmen der Beurteilung hinsichtlich MSRL [24] ausgewertet, die in Umweltberichten zur Hydrodynamik des Meereswassers und der Wasserqualität dargestellt wurde. Aus der Bewertung resultiert, dass die potenziellen Auswirkungen der Umsetzung des Vorhabens keinen negativen Einfluss auf die Gewässer in dem Gebiet haben werden, die durch MSRL Nr. 62 (küstennahe Gewässer MSRL) definiert wurden, und dass sie die Erreichung eines guten Zustands der Umwelt (engl. *Good environmental status, GES*), der in MSRL definiert wurde, nicht unmöglich machen.

In Bezug auf die in der Betriebsphase abgeführten Abwässer basierte die Bewertung auf dem Vergleich der Konzentrationen im Endabschnitt des Austrittstunels mit den bestehenden Normen zur Umweltqualität (Engl. *Environmental quality standards, EQS*) und mit den Werten der zulässigen Konzentrationen (Engl. *Emission limit values, ELV*), wo solche Werte festgelegt wurden. Es wurde eine detaillierte Bewertung durchgeführt, deren Ergebnisse im Kapitel [Kapitel IV.8] der Umweltverträglichkeitsprüfung, die sich auf die Hydrodynamik von Meereswasser und die Wasserqualität bezieht, dargestellt wurden. Diese Bewertung wurde im Umweltbericht genutzt, der sich auf die biologische Vielfalt der Meeresumwelt bezieht, bei dem eine zusätzliche Interpretation aus einer ökologischen Perspektive in Bezug auf die Empfindlichkeit der gravierenden Benthos- und Fischarten präsentiert wurde.

Aus den durchgeführten Bewertungen resultiert, dass manche Bestandteile des abgeleiteten Materials bei allen Varianten den Wert EQS/ELV überschreiten würden. Dies wurde detailliert in den Umweltberichten zur Hydrodynamik von Meereswasser und zur Wasserqualität unter Angabe der vorgeschlagenen zusätzlichen Milderungsmaßnahmen beschrieben und in den Berichten zur biologischen Vielfalt der Meeresumwelt wiederholt. Die Beispiele umfassen die Milderung der Auswirkungen von übermäßigen Chlormengen (eines angenommenen Biozids), insbesondere im Falle der Variante 1A. In der Praxis würde das aus dem Kraftwerk abgeleitete Chlor in der Betriebsphase mit den Stoffen des Meereswassers und anderen Bestandteilen der verbundenen Betriebsabwasser reagieren. Die Reaktionen könnten schnell sein und zu einer wesentlichen Absenkung der Konzentration der Substanzen führen, sogar noch vor der Freisetzung am Ableitungspunkt. Allerdings ist unklar, was genau mit dem Chlor in der Ostsee passieren könnte. Deswegen muss die Bewertung aller umweltbezogenen Berichte mit Vorsicht behandelt werden. In Berichten, die im Rahmen des UVP-Berichte zur Hydrodynamik von Meereswasser und zur Wasserqualität erstellt wurden, wurden mehrere Optionen vorgeschlagen, darunter detaillierte Untersuchungen zum Verhalten von Chlor in der Ostsee und die Optionen

zu anderen potenziellen Methoden zur Kontrolle biologischer Verschmutzungen, durch die die Notwendigkeit zur Verwendung einer Chlordosierung minimiert oder ausgeschlossen werden könnte. Es wurde festgestellt, dass der Einsatz solcher Maßnahmen die Entwicklung eines Systems zur Bekämpfung biologischer Abfälle ermöglicht, das keinen nennenswerten negativen Einfluss auf die Meeresumwelt hat.

Das Hydrazin-Niveau im abgeleiteten Abwasser wurde ebenfalls bei allen Varianten als potenzielles Problem betrachtet. Deswegen sind zusätzliche Minderungsmaßnahmen notwendig, die zu einer Reduzierung des Hydrazin-Niveaus führen. Auch in diesem Falle müssten bei der genauen Bestimmung des Verhaltens von Hydrazin Untersuchungen durchgeführt werden, bei denen das Zersetzungstempo von Hydrazin im Ostseewasser bestimmt sowie die Reaktion von Hydrazin mit anderen Abwasserbestandteilen festgelegt werden könnte. Auf dieser Grundlage könnte ein entsprechendes Dosierungssystem entwickelt und zusätzliche Milderungsmaßnahmen ausgewählt werden, wie z.B. eine Oxidierung unter Einsatz von Wasserstoffperoxid oder Chlor/Hypochlorit. Unter Verwendung solcher Mittel lässt sich eine derartige Reduzierung des Hydrazin-Niveaus feststellen, dass keine für die Umwelt ungünstigen Folgen vorkommen würden.

6.2.5 Tätigkeit im Meer

Potenzielle Auswirkungen für mit dem Meer zusammenhängende Tätigkeiten, die sich aus der Umsetzung des Vorhabens am Standort Lubiatowo - Kopalino oder Żarnowiec ergeben, waren nicht Bestandteil der Umweltverträglichkeitsberichte zur Hydrodynamik von Meereswasser und zur Wasserqualität sowie der Berichte zur biologischen Vielfalt der Meeresumwelt.

6.2.6 Zusammenfassung

Es wurden detaillierte Bewertungen der Auswirkung der Umsetzung des Vorhabens für beide Standort-Varianten – Variante 1 – Standort Lubiatowo - Kopalino und Variante 2 – Standort Żarnowiec durchgeführt. Dabei wurden alle dazugehörigen Varianten und ihr Einfluss auf folgende Aspekte berücksichtigt:

- Hydrodynamik des Meereswassers;
- Qualität des Meereswassers und
- biologische Vielfalt der Meeresumwelt

Bei manchen Bestandteilen des Vorhabens in beiden Standort-Varianten wurden potenziell gravierende Auswirkungen identifiziert. Allerdings können diese bei Ergreifen zusätzlicher Milderungsmaßnahmen (beschrieben in Kapitel [Kapitel V.3]) auf ein Niveau reduziert werden, bei dem ungünstige Auswirkungen auf die Meeresumwelt vermieden werden können. Im Zusammenhang damit kann festgestellt werden, dass die Umsetzung des Vorhabens an keinem der beiden in Betracht gezogenen Standorte einen negativen Einfluss auf die HELCOM-Ziele haben wird, die im Ostseeaktionsplan definiert wurden.

Quellenmaterialien

Literaturverzeichnis

- 1a. Verantwortungsvolle Entsorgung von Abfällen aus der Kernenergieerzeugung bei EDF. Informationsmaterial. Februar 2009. EDF.
- 1b. Westinghouse Response to PGE EJ 1 Request for Information for Site Evaluation Data for Polish Nuclear Projects (Korrespondenz zwischen Westinghouse und PGE EJ 1 in Sachen des Standorts des Kernkraftwerkes in Polen).
- 1c. Generic Design Assessment. AP1000® nuclear power plant design by Westinghouse Company LLC. Final assessment report. Aqueous radioactive waste disposal and limits (Generische Designbewertung. Das AP1000®-Kernkraftwerkskonzept von Westinghouse Company LLC. Endgültiger Bewertungsbericht. Entsorgung wässriger radioaktiver Abfälle und Grenzwerte).
- 2a. W. Kielbasa, R. Szyszka: „Cykl paliwowy energetyki jądrowej i gospodarka odpadami promieniotwórczymi” [Kernbrennstoffkreislauf und Entsorgung radioaktiver Abfälle]. Grundlagen der Kernenergie. Schulungsmaterial für Lehrer der Naturwissenschaften in der Sekundarstufe.(Aktualisierung 2012). Kap. 2. Arbeiten im Auftrag des Energieministeriums. HYDROENERGO Władysław Kielbasa. Wejherowo, August 2012.
15. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2–5); Corrigenda for Publication ICRP 116, 2010.
19. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. EU L 2000 Nr. 327, S. 1, mit nachträglichen Änderungen)
24. Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) (ABl. L 164 vom 25.06.2008, S. 19, in der jeweils gültigen Fassung).
26. Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM und 2003/122/EURATOM (ABl. L 13 vom 17.01.2014, S. 1).
- 29.. Eurocode 7 Geotechnik-Design PN-EN 1997-1 und PN-EN 1997-2, 2008-2009.
35. <https://helcom.fi/about-us/convention/> (Zugang: 25.10.2021).
65. Erstellung von Modellen für Kontaminationen und die Ermittlung von Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für maßgebende Störfälle im Rahmen der Planung für Notfallsituationen. Nationales Zentrum für Kernforschung, Otwock, 2021.
87. Entscheidung des Generaldirektors für Umweltschutz vom 25. Mai 2016, (DOOŚ-OA.4205.1.2015.23) über die Bestimmung des Umfangs des Berichts über Umweltauswirkungen des Vorhabens „Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinde Choczewo oder Gniewino und Krokowa“, GDOŚ, 2016.
111. Verordnung des Ministerrates vom 30. November 2020 über die Arten der Eingriffsmaßnahmen, die im externen Bereich eingeführt werden und über die operativen Werte der Eingriffsniveaus, die eine Grundlage für die Einführung dieser Maßnahmen im externen Bereich darstellen (GBI. Pos. 2247).
146. Gesetz vom 29. November 2000 Atomgesetz (Gbl. 2001 Nr. 3, Pos. 18 in der gültigen Fassung).
149. World Nuclear Association. World Nuclear Performance Report 2020. August, 2020.

183. Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, erstellt in Espoo am 25. Februar 1991 (GBl. 1999 Nr. 96 Pos. 1110 in der gültigen Fassung).
184. Entscheidung des Generaldirektors für Umweltschutz vom 22. September 2015 (AZ: DOOŚ-tos.440.8.2015.JA.dts.1) zur Durchführung des Verfahrens bezüglich der grenzüberschreitenden Auswirkungen des Vorhabens „Bau und Betrieb des ersten Kernkraftwerkes in Polen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.750 MWe auf dem Gebiet der Gemeinden: Choczewo oder Gniewino und Krokowa in der Woiwodschaft Pommern“.
185. Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (einheitlicher Text) (Gbl EU L. 2012 Nr. 26, Seite 1 in der gültigen Fassung).
186. Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Republik Polen über Umweltverträglichkeitsprüfungen und Strategische Umweltprüfungen im grenzüberschreitenden Rahmen, unterzeichnet in Neuhardenberg am 10. Oktober 2018 (GBl. 2021 Pos. 330).
187. Abkommen zwischen der Regierung der Republik Polen und der Regierung der Republik Litauen über die Umsetzung des Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, unterzeichnet in Warschau am 27. Mai 2004 r. (Amtsblatt 2005 Nr. 13 Pos. 238).
188. Gesetz vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Umweltinformationen, über den Schutz der Umwelt, die Teilnahme der Bevölkerung am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (d.h. GBl. 2021, Pos. 2373 in der gültigen Fassung.).
189. Gesetz vom 29. Juni 2011 über die Vorbereitung und Umsetzung von Vorhaben im Bereich von kerntechnischen Anlagen sowie von Begleitvorhaben (Gbl. 2011 Nr. 1350 Pos. 789).

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1 Brennstoffkreislauf eines Kernkraftreaktors.

Abbildung V.4- 1 Punkte, an denen maximale Intensitäten der Dosen erreicht wurden (links), sowie für Dosen (rechts) für notfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Kernkraftwerk für den Standort Lubiatowo - Kopalino für die Staaten (Anmerkung: bei Finnland handelt es sich um die Alandinseln in der Ostsee)

Abbildung V.4- 2 Punkte, an denen maximale Intensität der Dosen erreicht wurde (links), sowie für Dosen (rechts) für notfallbedingte radioaktive Freisetzungen aus dem Kernkraftwerk für den Standort Żarnowiec für die Staaten (Anmerkung: bei Finnland handelt es sich um Alandinseln an der Ostsee)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gasemissionen beim Normalbetrieb und bei voraussichtlichen Betriebsereignissen (Daten WEC 2017);

Tabelle 2 Gasemissionen beim Normalbetrieb und bei voraussichtlichen Betriebsereignissen (UK GDA-Daten revidiert)

Tabelle 3 Flüssige Emissionen beim Normalbetrieb und bei voraussichtlichen Betriebsereignissen

Tabelle 4 Freisetzungen LBLOCA in die Umwelt,

Tabelle 5 Freisetzungen in die Umwelt beim schwereren Störfall

Verzeichnis der Anhänge

Anhang V.4-1 Ergebnisse des MATCH-Modells

Anhang V.4-2 Ergebnisse des FDMT-Modells



Anhang V.4-1

Ergebnisse des MATCH-Modells

Auszug aus den Anhängen des Bands V des UVP-Berichts

Sprachversion: DE

Juli 2022



Świadomie o atomie
energia jądrowa w Polsce

Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle V.4-1- 1 Maximale Werte der Intensität der Dosen unter Angabe des Anfangsdatums der Freisetzung und der geographischen Koordinaten der Mitte des Berechnungsrasters 48

Tabelle V.4-1- 2 Maximale Werte der Dosen der äußeren Exposition unter Angabe des Freisetzungsdatsums und der geographischen Koordinaten der Mitte des Berechnungsrasters 49

Tabelle V.4-1- 1 Maximale Werte der Intensität der Dosen unter Angabe des Anfangsdatums der Freisetzung und der geographischen Koordinaten der Mitte des Berechnungsrasters

Zielort	Emissionsquelle	Beginn der Freisetzung	WM - Maximaler Wert der Dosisstärke [mSv/h]	Geographische Länge WM	Geographische Breite WM
Österreich	Lubiatowo	15-May-2014 12:30:00	6.06321E-07	13.847	48.802
Österreich	Żarnowiec	15-May-2014 12:30:00	6.95524E-07	13.773	47.929
Weißrussland	Lubiatowo	27-Nov-2011 21:30:00	2.52477E-06	23.596	53.442
Weißrussland	Żarnowiec	26-Jan-2008 12:30:00	1.72982E-06	23.473	53.711
Bornholm	Lubiatowo	16-March-2011 12:30:00	1.40453E-05	15.123	55.014
Bornholm	Żarnowiec	24-March-2007 06:30:00	1.90012E-05	15.123	55.014
Tschechien	Lubiatowo	23-Jun-2009 00:30:00	1.68188E-06	14.826	50.891
Tschechien	Żarnowiec	23-Jun-2009 00:30:00	3.37944E-06	15.234	50.997
Dänemark	Lubiatowo	19-Jan-2014 12:30:00	3.9319E-06	12.047	54.607
Dänemark	Żarnowiec	19-Jan-2014 15:30:00	3.72194E-06	11.843	54.861
Estland	Lubiatowo	13-Dec-2011 15:30:00	5.14461E-06	22.227	58.045
Estland	Żarnowiec	19-Jan-2008 00:30:00	1.77273E-06	21.885	58.458
Finnland	Lubiatowo	05-Oct-2008 12:30:00	4.01588E-06	19.194	60.191
Finnland	Żarnowiec	05-Oct-2008 12:30:00	6.08317E-06	19.194	60.191
Niederlande	Lubiatowo	09-Mar-2013 12:30:00	5.8063E-07	6.113	53.559
Niederlande	Żarnowiec	10-Mar-2013 00:30:00	5.8905E-07	6.3227	53.566
Litauen	Lubiatowo	07-Jan-2009 00:30:00	1.06611E-05	21.364	55.336
Litauen	Żarnowiec	10-Aug-2005 06:30:00	1.21734E-05	21.109	55.993
Lettland	Lubiatowo	28-Oct-2013 12:30:00	5.63204E-06	21.256	56.487
Lettland	Żarnowiec	05-Aug-2008 00:30:00	9.84924E-06	20.996	56.384
Deutschland	Lubiatowo	09-Jan-2010 12:30:00	6.85938E-06	13.946	54.183
Deutschland	Żarnowiec	23-March-2007 12:30:00	2.43167E-05	13.757	54.439
Russland	Lubiatowo	06-Mar-2008 00:30:00	1.9200E-05	20.080	54.588
Russland	Żarnowiec	13-Jan-2007 00:30:00	1.6200E-05	20.050	54.570
Slowakei	Lubiatowo	14-Oct-2009 09:30:00	2.96893E-07	19.267	49.461
Slowakei	Żarnowiec	11-Feb-2011 18:30:00	8.75784E-08	21.588	49.479
Schweden	Lubiatowo	02-May-2005 12:30:00	2.48142E-05	15.275	56.136

Zielort	Emissionsquelle	Beginn der Freisetzung	WM - Maximaler Wert der Dosisstärke [mSv/h]	Geographische Länge WM	Geographische Breite WM
Schweden	Żarnowiec	02-May-2005 12:30:00	1.05016E-05	15.741	56.240
Ukraine	Lubiatowo	08-Apr-2011 12:30:00	6.4700E-07	24.450	51.670
Ukraine	Żarnowiec	08-Apr-2011 15:30:00	6.4700E-07	25.190	51.440
Ungarn	Lubiatowo	24-Nov-2013 09:30:00	4.93611E-07	18.802	48.115
Ungarn	Żarnowiec	24-Nov-2013 09:30:00	4.26645E-07	18.960	47.975

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.

Tabelle V.4-1- 2 Maximale Werte der Dosen der äußeren Exposition unter Angabe des Freisetzungsdats und der geographischen Koordinaten der Mitte des Berechnungsrasters

Zielort	Emissionsquelle	Beginn der Freisetzung	WM - Maximaler Wert der Dosen [mSv/h]	Geographische Länge WM	Geographische Breite WM
Österreich	Lubiatowo	15-May-2014 12:30:00	5.2000E-06	13.847	48.802
Österreich	Żarnowiec	15-May-2014 12:30:00	4.6000E-06	13.453	48.566
Weißrussland	Lubiatowo	27-Nov-2011 21:30:00	1.1400E-05	25.708	54.450
Weißrussland	Żarnowiec	26-Jan-2008 12:30:00	1.0900E-05	26.591	55.485
Bornholm	Lubiatowo	16-March-2011 12:30:00	1.2720E-04	15.123	55.014
Bornholm	Żarnowiec	24-March-2007 06:30:00	1.9680E-04	15.123	55.014
Tschechien	Lubiatowo	23-Jun-2009 00:30:00	2.2300E-05	14.644	51.025
Tschechien	Żarnowiec	23-Jun-2009 00:30:00	3.0400E-05	15.234	50.997
Dänemark	Lubiatowo	19-Jan-2014 12:30:00	4.00884E-05	12.047	54.607
Dänemark	Żarnowiec	19-Jan-2014 15:30:00	6.3187E-05	11.843	54.861
Estland	Lubiatowo	13-Dec-2011 15:30:00	1.5900E-05	22.185	57.922
Estland	Żarnowiec	19-Jan-2008 00:30:00	4.1000E-06	24.306	57.827
Finnland	Lubiatowo	05-Oct-2008 12:30:00	1.2800E-05	19.194	60.191
Finnland	Żarnowiec	05-Oct-2008 12:30:00	1.7200E-05	19.194	60.191
Niederlande	Lubiatowo	29-Apr-2011 18:30:00	3.8901E-06	6.1549	50.931
Niederlande	Żarnowiec	10-Mar-2013 00:30:00	2.2036E-06	6.1549	50.931
Litauen	Lubiatowo	07-Jan-2009 00:30:00	5.7700E-05	21.182	56.240
Litauen	Żarnowiec	10-Aug-2005 06:30:00	6.9600E-05	21.437	55.582
Lettland	Lubiatowo	28-Oct-2013 12:30:00	2.6700E-05	20.996	56.384
Lettland	Żarnowiec	05-Aug-2008 00:30:00	2.8500E-05	20.996	56.384

Zielort	Emissionsquelle	Beginn der Freisetzung	WM - Maximaler Wert der Dosen [mSv/h]	Geographische Länge WM	Geographische Breite WM
Deutschland	Lubiatowo	09-Jan-2010 12:30:00	5.5500E-05	13.946	54.183
Deutschland	Żarnowiec	23-March-2007 12:30:00	2.8930E-04	13.769	54.564
Russland	Lubiatowo	08-Feb-2011 18:30:00	1.2400E-04	20.789	55.186
Russland	Żarnowiec	01-Jan-2007 18:30:00	2.1100E-04	19.931	54.959
Slowakei	Lubiatowo	14-Oct-2009 09:30:00	5.0000E-07	19.053	49.354
Slowakei	Żarnowiec	11-Feb-2011 18:30:00	1.2000E-06	21.555	49.356
Schweden	Lubiatowo	02-May-2005 12:30:00	7.9300E-05	15.703	55.991
Schweden	Żarnowiec	02-May-2005 12:30:00	5.1200E-05	15.741	56.240
Ukraine	Lubiatowo	08-Apr-2011 12:30:00	8.8000E-06	25.765	51.873
Ukraine	Żarnowiec	08-Apr-2011 15:30:00	1.0000E-05	25.765	51.873
Ungarn	Lubiatowo	24-Nov-2013 09:30:00	5.2000E-06	18.985	48.099
Ungarn	Żarnowiec	24-Nov-2013 09:30:00	5.1000E-06	18.985	48.099

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.

Anhang V.4-2

Ergebnisse des FDMT-Modells

Auszug aus Anhängen des Bands V des UVP-Berichts

Sprachversion: DE

Juli 2022



Świadomie o atomie
energia jądrowa w Polsce

Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle V.4-2- 1 Bereiche der maximalen wirksamen Dosen für Erwachsene bei allen Expositionswegen für Nachbarländer in Anlehnung an die Ergebnisse für beide Standorte auf Grund der Ergebnisse des FDMT-Modells	54
Tabelle V.4-2- 2 Bereiche der maximalen wirksamen Dosen für Kinder bei allen Expositionswegen für Nachbarländer in Anlehnung an die Ergebnisse für beide Standorte auf Grund der Ergebnisse des FDMT-Modells	54
Tabelle V.4-2- 3 Durch die Schilddrüse aufgenommene Dosen für Erwachsene für den Fall eines schweren Störfalls, der für die Notfallplanung des Kernkraftwerks für den Standort Lubiatowo - Kopalino (L-K) oder Żarnowiec (Ż) repräsentativ ist	55
Tabelle V.4-2- 4 Durch die Schilddrüse aufgenommene Dosen für Kinder für den Fall eines schweren Störfalls, der für die Notfallplanung des Kernkraftwerks für den Standort Lubiatowo - Kopalino (L-K) oder Żarnowiec (Ż) repräsentativ ist	56

Tabelle V.4-2- 1 Bereiche der maximalen wirksamen Dosen für Erwachsene bei allen Expositionswegen für Nachbarländer in Anlehnung an die Ergebnisse für beide Standorte auf Grund der Ergebnisse des FDMT-Modells

Rezeptor	Bereiche der maximalen wirksamen Dosen [mSv] für Erwachsene bei allen Expositionswegen auf Grund der Berechnungen für beide Standorte			
	2-Tage-Dosis	7-Tage-Dosis	Jahresdosis	Lebensdosis
Österreich	9,38E-04 -1,88E-03	2,10E-03-4,22E-03	1,54E-02-3,04E-02	3,03E-02-6,10E-02
Weißrussland	1,07E-04-1,78E-04	1,92E-04-2,21E-04	1,28E-03-1,70E-03	3,28E-03-8,05E-03
Bornholm	9,42E-04-1,80E-03	1,31E-03-2,43E-03	7,78E-03-1,49E-02	2,78E-02-4,74E-02
Tschechien	2,69E-03-3,35E-03	5,80E-03-7,37E-03	5,13E-02-6,79E-02	8,83E-02-1,12E-01
Dänemark	1,05E-03-1,41E-03	1,79E-03-2,42E-03	1,39E-02-1,91E-02	5,89E-02-7,80E-02
Estland	3,73E-05-1,08E-03	6,85E-05-2,05E-03	6,85E-04-2,07E-02	2,98E-03-1,03E-01
Finnland	5,17E-05-1,37E-04	9,54E-05-2,53E-04	9,03E-04-2,42E-03	4,41E-03-1,22E-02
Niederlande	3,96E-05-4,70E-05	4,82E-05-8,50E-05	2,23E-04-8,44E-04	5,72E-04-3,81E-03
Litauen	5,98E-04-8,36E-03	1,08E-03-1,75E-02	9,55E-03-8,94E-02	4,14E-02-1,85E-01
Lettland	2,24E-04-2,00E-03	3,99E-04-2,43E-03	3,53E-03-6,01E-03	1,70E-02-1,81E-02
Deutschland	1,49E-03-2,35E-03	2,59E-03-4,11E-03	2,23E-02-3,45E-02	9,85E-02-1,47E-01
Russland	7,11E-04-1,93E-03	1,27E-03-3,05E-03	1,03E-02-2,36E-02	4,07E-02-9,91E-02
Slowakei	6,37E-06-2,05E-04	1,15E-05-4,61E-04	1,02E-04-1,18E-03	4,74E-04-2,47E-03
Schweden	4,31E-03-6,56E-03	8,92E-03-1,35E-02	3,43E-02-5,23E-02	6,57E-02-9,97E-02
Ukraine	4,50E-05-6,48E-05	4,64E-05-7,40E-05	6,69E-04-9,82E-04	2,34E-03-3,37E-03
Ungarn	4,74E-05-5,70E-05	5,94E-05-7,14E-05	3,34E-04-4,30E-04	8,87E-04-1,27E-03

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.

Tabelle V.4-2- 2 Bereiche der maximalen wirksamen Dosen für Kinder bei allen Expositionswegen für Nachbarländer in Anlehnung an die Ergebnisse für beide Standorte auf Grund der Ergebnisse des FDMT-Modells

Rezeptor	Bereiche der maximalen wirksamen Dosen [mSv] für Kinder bei allen Expositionswegen auf Grund der Berechnungen für beide Standorte			
	2-Tage-Dosis	7-Tage-Dosis	Jahresdosis	Lebensdosis
Österreich	4,21E-03-8,12E-03	8,13E-03-1,61E-02	2,84E-02-5,77E-02	4,35E-02-8,92E-02
Weißrussland	1,27E-04-2,42E-04	2,05E-04-4,33E-04	1,55E-03-2,78E-03	3,81E-03-1,01E-02
Bornholm	2,13E-03-3,30E-03	3,48E-03-5,38E-03	2,17E-02-3,36E-02	5,77E-02-8,93E-02
Tschechien	1,14E-02-1,54E-02	2,23E-02-3,04E-02	7,97E-02-1,07E-01	1,17E-01-1,50E-01
Dänemark	2,26E-03-3,12E-03	4,03E-03-5,56E-03	2,31E-02-3,20E-02	7,45E-02-9,87E-02
Estland	8,44E-05-2,48E-03	1,57E-04-4,65E-03	1,12E-03-3,36E-02	3,74E-03-1,29E-01
Finnland	1,20E-04-3,20E-04	2,20E-04-5,90E-04	4,04E-03-1,50E-03	5,53E-03-1,54E-02
Niederlande	3,24E-05-1,08E-04	5,86E-05-1,96E-04	3,61E-04-1,37E-03	1,36E-03-4,78E-03
Litauen	1,41E-03-1,25E-02	2,55E-03-2,97E-02	1,60E-02-1,34E-01	5,22E-02-2,26E-01
Lettland	2,10E-03-6,99E-03	3,93E-03-8,35E-03	1,30E-02-1,20E-02	1,58E-02-2,31E-02
Deutschland	2,99E-03-4,99E-03	5,42E-03-8,99E-03	3,55E-02-5,60E-02	1,22E-01-1,84E-01
Russland	1,69E-03-3,63E-03	2,99E-03-6,47E-03	1,71E-02-3,75E-02	5,08E-02-1,24E-01
Slowakei	1,51E-05-1,22E-03	2,72E-05-2,29E-03	1,70E-04-4,17E-03	6,08E-04-5,65E-03
Schweden	1,90E-02-2,79E-02	3,85E-02-5,07E-02	1,00E-01-1,49E-01	1,36E-01-2,02E-01
Ukraine	9,93E-05-1,71E-04	9,32E-05-1,66E-04	1,31E-03-1,91E-03	3,24E-03-4,60E-03
Ungarn	3,48E-05-4,52E-05	5,09E-05-7,00E-05	3,92E-04-5,34E-04	9,39E-04-1,40E-03

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.

Tabelle V.4-2- 3 Durch die Schilddrüse aufgenommene Dosen für Erwachsene für den Fall eines schweren Störfalls, der für die Notfallplanung des Kernkraftwerks für den Standort Lubiatowo - Kopalino (L-K) oder Żarnowiec (Ż) repräsentativ ist

Rezeptor	Quelle	Geogr. Länge	Geogr. Länge	Über die Schilddrüse aufgenommene Dosis mGy					
				2-Tage-Dosis	7-Tage-Dosis	14-Tage-Dosis	30-Tage-Dosis	Jahres-dosis	Lebens-dosis
Österreich	L-K	12.677	48.089	1.05E-03	2.35E-03	3.81E-03	5.57E-03	1.72E-02	3.39E-02
Österreich	Ż	13.046	48.079	2.11E-03	4.73E-03	7.68E-03	1.12E-02	3.40E-02	6.83E-02
Weißrussland	L-K	25.807	54.693	1.99E-04	2.48E-04	3.07E-04	4.03E-04	1.43E-03	3.67E-03
Weißrussland	Ż	23.596	53.442	1.20E-04	2.15E-04	3.30E-04	5.13E-04	1.90E-03	9.02E-03
Bornholm	L-K	14.688	55.032	2.02E-03	2.72E-03	3.58E-03	4.96E-03	1.67E-02	5.31E-02
Bornholm	Ż	14.905	55.023	1.06E-03	1.47E-03	1.96E-03	2.73E-03	8.71E-03	3.11E-02
Tschechien	L-K	14.447	51.033	3.01E-03	6.50E-03	1.04E-02	1.52E-02	5.75E-02	9.89E-02
Tschechien	Ż	14.81	49.012	3.75E-03	8.25E-03	1.33E-02	1.94E-02	7.60E-02	1.25E-01
Dänemark	L-K	12.067	54.982	1.58E-03	2.71E-03	4.07E-03	6.22E-03	2.14E-02	8.74E-02
Dänemark	Ż	11.849	54.985	1.18E-03	2.00E-03	3.01E-03	4.58E-03	1.56E-02	6.60E-02
Estland	L-K	22.546	58.268	1.21E-03	2.30E-03	3.62E-03	5.80E-03	2.32E-02	1.15E-01
Estland	Ż	24.839	58.533	4.18E-05	7.67E-05	1.20E-04	1.89E-04	7.67E-04	3.34E-03
Finnland	L-K	23.431	59.963	1.53E-04	2.83E-04	4.42E-04	6.99E-04	2.71E-03	1.37E-02
Finnland	Ż	23.431	59.963	5.79E-05	1.07E-04	1.66E-04	2.61E-04	1.01E-03	4.94E-03
Niederlande	L-K	6.657	52.074	6.33E-05	9.92E-05	1.37E-04	1.71E-04	3.11E-04	9.60E-04
Niederlande	Ż	6.132	51.181	2.07E-04	3.27E-04	4.54E-04	5.66E-04	1.12E-03	3.28E-03
Litauen	L-K	21.474	55.706	6.70E-04	1.21E-03	1.87E-03	2.92E-03	1.07E-02	4.64E-02
Litauen	Ż	21.834	55.417	9.36E-03	1.96E-02	3.11E-02	4.54E-02	1.00E-01	2.07E-01
Lettland	L-K	21.219	56.363	2.51E-04	4.47E-04	6.83E-04	1.06E-03	3.95E-03	1.90E-02
Lettland	Ż	25.062	56.201	2.24E-03	2.72E-03	3.24E-03	3.73E-03	6.73E-03	2.03E-02
Deutschland	L-K	13.722	54.065	2.63E-03	4.60E-03	6.99E-03	1.08E-02	3.86E-02	1.65E-01
Deutschland	Ż	13.71	53.94	1.67E-03	2.90E-03	4.40E-03	6.81E-03	2.50E-02	1.10E-01
Russland	L-K	21.785	54.533	7.96E-04	1.42E-03	2.17E-03	3.36E-03	1.15E-02	4.56E-02
Russland	Ż	20.476	54.532	2.16E-03	3.42E-03	4.94E-03	7.37E-03	2.64E-02	1.11E-01
Slowakei	L-K	19.294	49.585	2.30E-04	5.16E-04	8.02E-04	9.42E-04	1.32E-03	2.77E-03
Slowakei	Ż	21.776	49.458	7.13E-06	1.29E-05	1.98E-05	3.07E-05	1.14E-04	5.31E-04
Schweden	L-K	15.741	56.24	4.83E-03	9.99E-03	1.57E-02	2.23E-02	3.84E-02	7.36E-02
Schweden	Ż	15.741	56.24	7.35E-03	1.51E-02	2.37E-02	3.36E-02	5.86E-02	1.12E-01
Ukraine	L-K	24.991	50.318	5.04E-05	5.20E-05	7.41E-05	2.13E-04	7.49E-04	2.62E-03
Ukraine	Ż	23.546	51.407	7.26E-05	8.29E-05	1.22E-04	3.19E-04	1.10E-03	3.77E-03
Ungarn	L-K	18.116	47.418	5.31E-05	6.65E-05	8.29E-05	1.09E-04	3.74E-04	9.93E-04
Ungarn	Ż	19.173	47.198	6.38E-05	8.00E-05	1.00E-04	1.37E-04	4.82E-04	1.42E-03

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.

Tabelle V.4-2- 4 Durch die Schilddrüse aufgenommene Dosen für Kinder für den Fall eines schweren Störfalls, der für die Notfallplanung des Kernkraftwerks für den Standort Lubiatowo - Kopalino (L-K) oder Żarnowiec (Ż) repräsentativ ist

Rezeptor	Quelle	Geogr. Länge	Geogr. Länge	Über die Schilddrüse aufgenommene Dosis mGy					
				2-Tage -Dosis	7-Tage -Dosis	14-Tage -Dosis	30-Tage -Dosis	Jahres -dosis	Lebens -dosis
Österreich	L-K	12.677	48.089	5.09E-03	9.84E-03	1.49E-02	1.98E-02	3.44E-02	5.26E-02
Österreich	Ż	13.046	48.079	9.83E-03	1.95E-02	3.00E-02	4.03E-02	6.98E-02	1.08E-01
Weißrussland	L-K	25.807	54.693	1.54E-04	2.48E-04	3.57E-04	5.02E-04	1.88E-03	4.61E-03
Weißrussland	Ż	23.596	53.442	2.93E-04	5.24E-04	7.95E-04	1.19E-03	3.36E-03	1.22E-02
Bornholm	L-K	14.688	55.032	2.58E-03	4.21E-03	6.12E-03	8.92E-03	2.63E-02	6.98E-02
Bornholm	Ż	15.123	55.014	3.99E-03	6.51E-03	9.47E-03	1.38E-02	4.06E-02	1.08E-01
Tschechien	L-K	14.447	51.033	1.38E-02	2.70E-02	4.13E-02	5.57E-02	9.64E-02	1.42E-01
Tschechien	Ż	14.81	49.012	1.86E-02	3.68E-02	5.64E-02	7.57E-02	1.29E-01	1.82E-01
Dänemark	L-K	12.067	54.982	3.78E-03	6.73E-03	1.02E-02	1.50E-02	3.87E-02	1.19E-01
Dänemark	Ż	11.849	54.985	2.73E-03	4.88E-03	7.37E-03	1.09E-02	2.80E-02	9.01E-02
Estland	L-K	22.546	58.268	3.00E-03	5.63E-03	8.76E-03	1.34E-02	4.07E-02	1.56E-01
Estland	Ż	24.839	58.533	1.02E-04	1.90E-04	2.93E-04	4.50E-04	1.36E-03	4.53E-03
Finnland	L-K	23.431	59.963	3.87E-04	7.14E-04	1.10E-03	1.68E-03	4.89E-03	1.86E-02
Finnland	Ż	23.431	59.963	1.45E-04	2.66E-04	4.10E-04	6.24E-04	1.82E-03	6.69E-03
Niederlande	L-K	6.657	52.074	3.02E-04	4.64E-04	6.33E-04	7.58E-04	9.45E-04	1.64E-03
Niederlande	Ż	6.132	51.181	9.80E-04	1.52E-03	2.09E-03	2.51E-03	3.31E-03	5.62E-03
Litauen	L-K	21.474	55.706	1.71E-03	3.09E-03	4.73E-03	7.14E-03	1.94E-02	6.32E-02
Litauen	Ż	21.834	55.417	1.51E-02	3.59E-02	6.07E-02	8.94E-02	1.62E-01	2.74E-01
Lettland	L-K	25.062	56.201	8.46E-03	1.01E-02	1.17E-02	1.25E-02	1.57E-02	2.80E-02
Lettland	Ż	21.663	56.322	2.54E-03	4.76E-03	7.14E-03	9.44E-03	1.45E-02	1.91E-02
Deutschland	L-K	13.722	54.065	6.04E-03	1.09E-02	1.66E-02	2.49E-02	6.78E-02	2.23E-01
Deutschland	Ż	13.71	53.94	3.62E-03	6.56E-03	1.00E-02	1.51E-02	4.30E-02	1.48E-01
Russland	L-K	21.785	54.533	2.04E-03	3.62E-03	5.47E-03	8.07E-03	2.07E-02	6.15E-02
Russland	Ż	20.476	54.532	4.39E-03	7.83E-03	1.18E-02	1.61E-02	4.54E-02	1.50E-01
Slowakei	L-K	19.294	49.585	1.48E-03	2.77E-03	4.05E-03	4.54E-03	5.05E-03	6.84E-03
Slowakei	Ż	21.776	49.458	1.83E-05	3.29E-05	5.00E-05	7.37E-05	2.06E-04	7.36E-04
Schweden	L-K	15.741	56.24	2.30E-02	4.66E-02	7.18E-02	9.46E-02	1.21E-01	1.65E-01
Schweden	Ż	15.741	56.24	3.38E-02	6.13E-02	1.06E-01	1.39E-01	1.80E-01	2.44E-01
Ukraine	L-K	24.991	50.318	1.20E-04	1.13E-04	1.73E-04	6.18E-04	1.59E-03	3.92E-03
Ukraine	Ż	23.546	51.407	2.07E-04	2.01E-04	2.96E-04	9.62E-04	2.31E-03	5.57E-03
Ungarn	L-K	18.116	47.418	4.21E-05	6.16E-05	8.51E-05	1.22E-04	4.74E-04	1.14E-03
Ungarn	Ż	19.173	47.198	5.47E-05	8.47E-05	1.21E-04	1.77E-04	6.46E-04	1.69E-03

Quelle: Erstellung der Modelle für Kontaminationen und die Ermittlung der Dosen in einer Entfernung von mehr als 30 km vom Kernkraftwerk für repräsentative Störfälle im Rahmen der Planung von Notfallsituationen.