

ZUSAMMENFASSUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

Kernkraftwerk Doel Laufzeitverlängerung Doel 1 und 2



Inhalt

<i>Afkortingen</i>	5
<i>Systemenlijst van de kerncentrale Doel</i>	6
1 Inleiding	9
1.1 Leeswijzer	9
1.2 Aanleiding voor het MER	9
1.3 Project	10
1.4 Nul-alternatief	12
1.5 Uitgangssituatie	13
1.6 Parallele projecten	13
2 Beschrijving van KCD	14
2.1 Ligging	14
2.2 Werking nucleaire eenheden	15
2.3 Splijtstof	17
3 Effecten van de niet radiologische aspecten	18
3.1 Bodem	18
3.1.1 <i>Uitgangssituatie</i>	18
3.1.2 <i>Effectbeoordeling</i>	19
3.2 Water	20
3.2.1 <i>Uitgangssituatie</i>	20
3.2.1.1 Hydrografie	20
3.2.1.2 Oppervlaktewaterkwaliteit	21
3.2.1.3 Watertoetskaarten: gevoeligheid voor overstromingen, infiltratie, grondwaterstroming en erosie en ligging binnen winterbed	21
3.2.1.4 Watervoorziening/waterbalans	21
3.2.1.5 Intern rioleringsstelsel	22
3.2.1.6 Afvalwaterstromen	22
3.2.2 <i>Effectbeoordeling</i>	22
3.2.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018	22
3.2.2.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)	27
3.2.2.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)	27
3.2.2.4 Nul-alternatief	28
3.2.2.5 Grensoverschrijdende effecten	30
3.2.3 <i>Monitoring</i>	30
3.2.4 <i>Mitigerende maatregelen en aanbevelingen</i>	31
3.3 Geluid & trillingen	31
3.3.1 <i>Uitgangssituatie</i>	31
3.3.2 <i>Effectbeoordeling</i>	32
3.4 Lucht & klimaat	33
3.4.1 <i>Uitgangssituatie</i>	33
3.4.2 <i>Effectbeoordeling</i>	34
3.5 Biodiversiteit	35
3.5.1 <i>Uitgangssituatie</i>	35
3.5.1.1 Situering van de natuurgebieden	35

3.5.2	<i>Effectbeoordeling</i>	38
3.5.2.1	Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018	38
3.5.2.2	Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)	42
3.5.2.3	Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)	43
3.5.2.4	Nul-alternatief	43
3.5.2.5	Cumulatieve effecten	45
3.5.2.6	Grensoverschrijdende effecten	45
3.5.3	<i>Monitoring</i>	45
3.5.4	<i>Mitigerende maatregelen en aanbevelingen</i>	46
3.5.5	<i>Leemten in kennis</i>	46
3.6	Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie	46
3.6.1	<i>Uitgangssituatie</i>	46
3.6.2	<i>Effectbeoordeling</i>	47
3.7	Mens – Gezondheid en Veiligheid	48
3.7.1	<i>Uitgangssituatie</i>	48
3.7.2	<i>Effectbeoordeling</i>	49
3.8	Mens - Mobiliteit	49
3.8.1	<i>Uitgangssituatie</i>	49
3.8.2	<i>Effectbeoordeling</i>	50
3.9	Afval	51
3.9.1	<i>Uitgangssituatie</i>	51
3.9.2	<i>Effectbeoordeling</i>	52
3.10	Accidentele situatie	52
4	Effecten van de radiologische aspecten	53
4.1	Normale uitbating	54
4.1.1	<i>Directe straling aan de terreingrens</i>	54
4.1.2	<i>Stralingsblootstelling van de medewerkers</i>	56
4.1.3	<i>Radioactieve gasvormige lozingen</i>	58
4.1.4	<i>Radioactieve vloeibare lozingen</i>	60
4.1.5	<i>Radioactief afval</i>	62
4.1.6	<i>Verbruikte splijtstofelementen</i>	64
4.1.7	<i>Totale effectieve volg dosis</i>	66
4.2	Accidentele situaties	68
5	Conclusie	71
5.1	Niet-radiologische aspecten	71
5.2	Radiologische aspecten	71

Abkürzungen

AOX	Adsorbierbare halogenorganische Verbindungen
BBT	Beste verfügbare Techniken
BSV	Biologischer Sauerstoff-Bedarf
CO	Kohlenstoffoxid
CO ₂	Kohlendioxid
CZV	Chemischer Sauerstoff-Bedarf
dB	Dezibel
DSL	Definitive Stilllegung
FANK	Föederalagentur für Nuklearkontrolle
GEN	Große Natureinheiten
GGG	Kontrolliert reduzierter Tidenhub
GNN	Gebäude der nuklearen Notfalldienste
GNS	Gebäude Notfall-Systeme
GRUP	Regionaler Raumordnungsplan
IAEA	International Atomic Energy Agency
IHD	Erhaltungsziele (<i>InstandhoudingsDoelstelling</i>)
INBO	Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek [Institut für Natur- und Waldforschung]
KKW	Kernkraftwerk Doel
KKW-1/2/3/4	Kernkraftwerk Doel (Blöcke 1/2/3/4)
LTO	Langfristiger Betrieb
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UQN	UmweltQualitätsNorm
MWe	MegaWatt elektrisch

NIRAS	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen [Nationale Agentur für radioaktive Abfälle und angereicherte spaltbare Materialien]
NO _x	Stickstoffoxide
OVAM	Openbare Vlaamse AfvalstoffenMaatschappij [Öffentliche Abfallagentur Flanderns]
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PM	Feinstaub
PSA	Probabilistic Safety Assessment
DWR	Druckwasserreaktor
BSG	Besonderes Schutzgebiet
BCG	Brennstoffcontainer-Gebäude
SCK-CEN	Studiecentrum voor Kernenergie - Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire [Studienzentrum für Kernenergie]
SF ²	Spent Fuel Storage Facility
SO ₂	Schwefeldioxid
SO _x	Schwefeloxide
VEN	Vlaams Ecologisch Netwerk [Flämisches Ökologisches Netzwerk]
Vlarebo	Vlaams Reglement betreffende de bodemsanering [Flämische Verordnung zur Bodensanierung]
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij [Flämische Umweltgesellschaft]
WAA	Wasser- und AbfallAufbereitung

Systemliste Kernkraftwerk Doel

FCV	Filtered Containment Vent
FW	Einspeise-Wasserkreislauf
GNN	Gebäude der Nuklearen Notfalldienste

GNS Gebäude für Notfallsysteme

RGB Reaktorgebäude

1 Einleitung

Dies ist die nichttechnische Zusammenfassung (NTZ) der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ‚Kernkraftwerk Doel Laufzeitverlängerung von Doel 1 und 2‘. Dieses Dokument ist eine kurze Zusammenfassung der Umweltverträglichkeitsprüfung und wendet sich an die Öffentlichkeit und andere interessierte Parteien. Für detaillierte technische Informationen sollte der eigentliche Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung konsultiert werden.

Eine UVP ist ein öffentliches Dokument, in dem die Auswirkungen eines Planungsprozesses oder Projekts und mögliche Alternativen zu diesem Planungsprozess oder Projekt auf die Umwelt untersucht und bewertet werden. Die UVP entscheidet nicht darüber, ob das Projekt oder der Planungsprozess genehmigt werden; dies ist der zuständigen Genehmigungsbehörde vorbehalten, die hierzu die Umweltverträglichkeitsprüfung zugrunde legt.

1.1 Lesehinweise

In Kapitel 1 wird der Grund für die Durchführung der UVP beschrieben. Dabei werden sowohl deren Gegenstand (das Projekt) als auch die Alternative zum Projekt (die Null-Variante) definiert. Außerdem wird die Ausgangssituation definiert, um einen Vergleich zwischen dem Projekt und der Null-Variante in Bezug auf die Umweltfolgen anstellen zu können.

Kapitel 2 vermittelt einen allgemeinen Überblick über das Kernkraftwerk Doel (KKW) und das Konzept der Kernspaltung. Da Kapitel 1 gewisse Kenntnisse der Kerntechnologie voraussetzt, wird nicht eingeweihten Lesern empfohlen, zuerst Kapitel 2 zu lesen.

Kapitel 3 und Kapitel 4 listen die untersuchten Umweltaspekte auf und beschreiben für jeden Aspekt die Umweltfolgen, die mit der Durchführung des Projekts und der Null-Variante einhergehen. Beide werden dann mit der Ausgangssituation verglichen. Außerdem werden mögliche Maßnahmen zur Minderung der Umweltfolgen beschrieben und Wissenslücken aufgezeigt.

Kapitel 5 enthält schließlich eine zusammenfassende Schlussfolgerung zu den in den Kapiteln 3 und 4 beschriebenen Auswirkungen.

Es wird dabei zwischen nicht-radiologischen (Kapitel 3) und radiologischen Aspekten (Kapitel 4) unterschieden. Der nicht-radiologische Teil wurde von Arcadis und der radiologische Teil von NRG erstellt.

1.2 Kontext der UVP

Das Kernkraftwerk Doel (KKW) besteht aus vier kerntechnischen Blöcken, KKW-1, KKW-2, KKW-3 und KKW-4. Bis 2003 verfügten alle kerntechnischen Anlagen in Doel über eine unbefristete

Betriebsgenehmigung. Im Jahr 2003 wurde jedoch die Betriebszeit der Anlagen gesetzlich begrenzt und die Zeitpunkte für die Einstellung der Stromerzeugung festgelegt. Im Jahr 2003 wurde beschlossen, dass KKW-1 und KKW-2 im Jahr 2015 und KKW-3 und KKW-4 2022 bzw. 2025 stillgelegt werden sollten.

2015 wurde erging eine Gesetzesänderung zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit. Dieses Gesetz erlaubte es KKW-1, bis zum 15. Februar 2025 Strom zu produzieren. Für KKW-2 wurde das Stilllegungsdatum auf den 1. Dezember 2025 verschoben.

Das Gesetz aus dem Jahr 2015 wurde vor dem Verfassungsgericht angefochten, das seinerseits mehrere Fragen an den Europäischen Gerichtshof gerichtet hatte. Der Europäische Gerichtshof stellte in seinem Urteil C-441/17 vom 29. Juli 2019 fest, dass es sich bei dem Gesetz von 2015 um die erste Stufe eines Genehmigungsverfahrens für ein Projekt (in der UVP als ‚Projekt‘ bezeichnet) handle. Ein solches Projekt bedingt nach Einschätzung des Europäischen Gerichtshofs Umweltrisiken, die mit denen der ursprünglichen Inbetriebnahme der kerntechnischen Anlagen des KKW vergleichbar sind. So wurde angeordnet, im Hinblick auf folgende Aspekte eine UVP durchzuführen:

- das vom Gesetzgeber zu verabschiedende Gesetz zur verlängerten Stromerzeugung und
- die damit zusammenhängenden Arbeiten, die zusammen als ein und dasselbe „Projekt“ zu betrachten sind.

Aus praktischen Erwägungen wurde beschlossen, zwei separate UVP zu erstellen, die jedoch zusammen zu bewerten sind. Die erste ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung auf strategischer Ebene, die vom SCK-CEN (Belgisches Kernforschungszentrum) durchgeführt wird. Die zweite UVP bezieht sich auf die effektiven Arbeiten, die aufgrund des vom Gesetzgeber zu verabschiedenden Gesetzes zur Verlängerung der Stromerzeugung erforderlich sind, sowie auf die grenzüberschreitenden Umweltfolgen.

Da der untersuchte Zeitraum (2015-2025) zum Zeitpunkt der Erstellung der UVP bereits teilweise abgelaufen war, konnte in bestimmten Fällen auf verfügbare Messdaten zurückgegriffen werden. Bei den in dieser UVP verwendeten Daten handelt es sich daher sowohl um zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts vorhandene Daten als auch um Prognosewerte.

1.3 Projekt

Der Eigentümer und Betreiber von KKW-1 und KKW-2 (Electrabel) will diese Anlagen auch nach 2015 weiter betreiben. Aus diesem Grund hat Electrabel das Projekt gestartet, das auf eine Laufzeitverlängerung abzielt (*Long Term Operation, LTO*). Im Rahmen des Projekts ist gewährleistet, dass Alterungsprozesse und deren mögliche Folgen kontrolliert werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Systeme, Strukturen und Komponenten während der verlängerten Betriebsdauer weiterhin wie vorgesehen funktionieren. Auch das Sicherheitsniveau der Kraftwerke wird auf das höchstmögliche Niveau angehoben.

Im Rahmen des Projekts wurde untersucht, ob Electrabel technisch und organisatorisch in der Lage ist, KKW-1 und KKW-2 über einen Zeitraum von zehn Jahren ab 2015 sicher zu betreiben. Hierzu hat Electrabel in Abstimmung mit der zuständigen Behörde (*Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, FANK*) eine Reihe von Verbesserungsvorschlägen formuliert. Die wichtigsten Verbesserungen:

- Die Feuerlöschanlagen werden erdbebensicher gemacht. So sind KKW-1 und KKW-2 besser vor einem durch ein Erdbeben verursachten Brand geschützt.
- Die Keller mit den Sicherheitssystemen werden gegen Überschwemmung geschützt.
- Die Notfallsysteme werden verstärkt automatisiert und zuverlässiger ausgelegt.
- Die Reaktorgebäude werden mit einer gefilterten Druckentlastung des Sicherheitsbehälters (Filtered Containment Vent, FCV) ausgestattet. Dieses System schützt den Sicherheitsbehälter vor Überdruck und vermeidet nicht hinnehmbare radiologische Emissionen in die Umwelt.

Die Umsetzung der technischen Aufrüstungsmaßnahmen bildet die erste Phase des Projekts (Betriebsphase zwischen 2015-2018). In dieser Phase werden KKW-1 und KKW-2 auf normale Weise betrieben. Die Arbeiten zur technischen Aufrüstung finden hauptsächlich anlässlich der jährlichen Überholungen statt (wobei der Reaktor heruntergefahren wird und Brennelemente ausgetauscht und ersetzt werden). An diese Phase schließt sich die Betriebsphase (Betriebsphase in der zukünftigen Situation) an, in der KKW-1 und KKW-2 mit den vorgenommenen technischen Verbesserungen betrieben werden. Diese Betriebsphase dauert von 2019 bis 2025.

Bei Ablauf der genehmigten Betriebszeit wird Electrabel den Betrieb von KKW-1 und KKW-2 einstellen. Dies beginnt mit der endgültigen Abschaltung des Reaktors, wonach die Reinigung der Anlagen beginnt. Die Reinigung der Anlagen ist Teil der *definitiven Stilllegung* (DSL), während der der Rückbau der Anlage vorbereitet wird. Bei der DSL werden möglichst viele aktive oder aktivierte Komponenten entfernt, so dass die Mitarbeiter im Rahmen des Rückbaus einer möglichst geringen Dosis ausgesetzt sind. Diese Phase endet, wenn die letzten bestrahlten Brennelemente in das *Brennstoffcontainer-Gebäude* (BCG) verbracht und die radioaktiven Stoffe und Kontaminationen weitestgehend entfernt sind. Danach erfolgt der Rückbau der Anlage.

Da die Stilllegung außerhalb des in dieser UVP untersuchten Zeitraums (2015 - 2025) liegt, ist sie nicht Gegenstand des Projekts. Der Rückbau unterliegt einem gesonderten Genehmigungsverfahren mitsamt einer Umweltverträglichkeitsprüfung.

Derzeit wird davon ausgegangen, dass KKW-3 und KKW-4 im Jahr 2022 bzw. 2025 ihren Betrieb einstellen. Um die Auswirkungen des Projekts eindeutig zu bestimmen, wird in dieser UVP davon ausgegangen, dass die Umweltfolgen, die sich aus KKW-3 und KKW-4 nach der Einstellung der Stromproduktion ergeben, dieselben sind wie im Zeitraum vor der Abschaltung. Dies ist eine konservative Annahme: Es wird ein längerer Zeitraum hinsichtlich der Umweltfolgen infolge des Betriebs berücksichtigt, als es tatsächlich der Fall sein wird. Abbildung 1-1 stellt die Phasen schematisch dar.

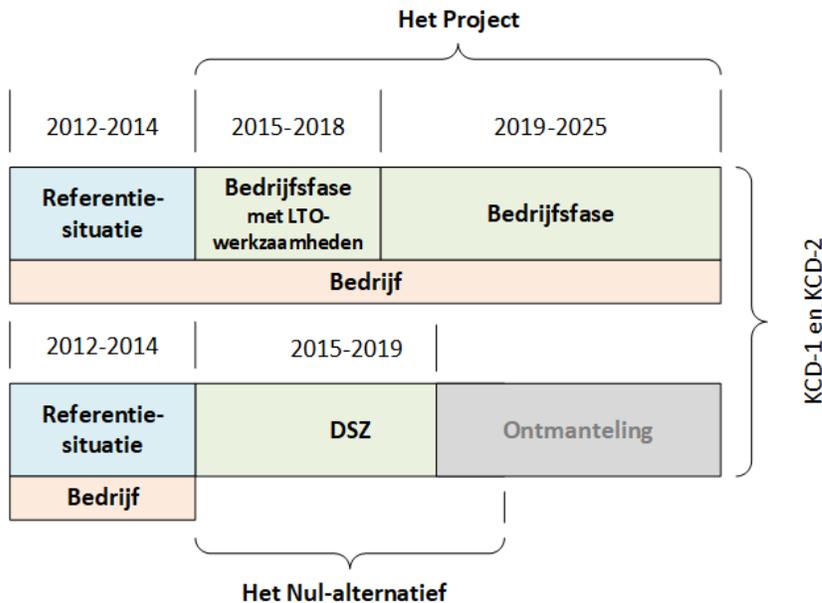


Abbildung 1-1 Phasen innerhalb des Projekts

Daher befasst sich die UVP mit den Umweltfolgen, die sich aus dem Betrieb des gesamten KKW-Standorts bis 2025 ergeben. Das bedeutet, dass neben den Kernkraftwerksblöcken KKW-1 und KKW-2 auch die Blöcke KKW-3 und KKW-4 sowie die anderen Gebäude (siehe Kapitel 2) auf dem KKW-Gelände berücksichtigt werden.

1.4 Null-Variante

Ein wichtiger Teil einer UVP ist die Untersuchung möglicher Alternativen zum geplanten Vorhaben. Ist z. B. eine neue Anlage der Grund für die Durchführung einer UVP, so wird untersucht, inwieweit es dazu Alternativen gibt, sowohl in technologischer als auch in anderer Hinsicht. Im Fall von KKW-1 und KKW-2 ist die Anzahl der Alternativen begrenzt; es gibt keine Pläne für eine Erweiterung oder einen Wechsel des Standorts. Die UVP formuliert und prüft daher eine Alternative zur Durchführung des Projekts. Die Alternative ist die sogenannte „Null-Variante“.

Bei der Null-Variante wird das Projekt nicht umgesetzt, vielmehr wird diejenige Situation berücksichtigt, in der die Blöcke KKW-1 und KKW-2 im Jahr 2015 die Stromerzeugung eingestellt haben, so dass die verfügbare Stromerzeugungskapazität abgenommen hat. Die verschiedenen Optionen für die alternative Stromversorgung zur Kompensation dieses Produktionsausfalls sind zahlreich und hängen von politischen und marktwirtschaftlichen Entscheidungen ab, die insbesondere auf technischen und wirtschaftlichen Erwägungen beruhen. Diese werden in dieser UVP nicht untersucht, sie sind Gegenstand der strategischen UVP.

Bei der Null-Variante beginnt die DSL also im Jahr 2015, nach der Abschaltung von KKW-1 und KKW-2. Es wird jedoch keinen Unterschied bei der Dauer der DSL-Phase nach einer Laufzeitverlängerung

(Projekt) und nach direkter Abschaltung (Null-Variante) geben; die DSL-Phase setzt lediglich zehn Jahre später ein.

1.5 Ausgangssituation

Um einen objektiven Vergleich zwischen der Durchführung des Projekts und der Null-Variante zu gewährleisten, wurde in der UVP eine Ausgangssituation definiert. Die Ausgangssituation ist definiert als der Zeitraum 2012-2014.

Im Jahr 2015 wurde mit der Durchführung der Arbeiten für das Projekt begonnen. 2014 ist somit das letzte Jahr ohne die Auswirkungen des Projekts. Innerhalb des normalen Betriebs kommt es jedoch zu Schwankungen bei der Stromerzeugung. Infolgedessen gibt es auch Schwankungen bei den Ableitungen und den Auswirkungen des Kernkraftwerks auf die Umwelt. Um ein besseres Bild der durchschnittlichen Situation zu vermitteln, wurde nicht nur das Jahr 2014 betrachtet, sondern auch die beiden Vorjahre, d. h. 2012 und 2013. Die Durchschnittswerte für diesen Zeitraum werden daraufhin als Referenzzeitraum für die Ausgangssituation verwendet.

1.6 Parallel-Projekte

In dem untersuchten Zeitraum (2015-2025) wird es zu signifikanten Veränderungen kommen. Eine der wichtigsten Veränderungen, die parallel zum Projekt erfolgen, ist die Implementierung des SF²-Projekts. Das SF²-Projekt zielt darauf ab, die Lagerkapazität für verbrauchte Brennelemente am Standort Doel zu erhöhen. Im Rahmen des SF²-Projekts ist vorgesehen, dass die frei werdende zusätzliche Lagerkapazität für die verbrauchten Brennelemente aus KKW-3 und KKW-4 genutzt wird. Daher ist das SF²-Projekt für den Betrieb von KKW-1 und KKW-2 bis 2025 nicht notwendig.

Das Projekt SF² war 2015 noch nicht geplant. Die damit verbundenen Änderungen sind nicht Teil des Projekts. Die Umweltverträglichkeit des Projekts SF² ist Gegenstand einer gesonderten Umweltverträglichkeitsprüfung.

2 Beschreibung des KKW

2.1 Lage

Die vier von Electrabel NV betriebenen KKW-Blöcke haben eine Gesamtkapazität von 3720 MWe. Diese Reaktorblöcke befinden sich am gemeinsamen Standort Doel. Der Standort des KKW befindet sich im Antwerpener Hafengebiet, im äußersten Norden dessen, was als Waaslandhaven bezeichnet wird. Doel ist Teil der Gemeinde Beveren in der Provinz Ostflandern. Seine Lage ist in der folgenden Abbildung 1-2 angegeben.

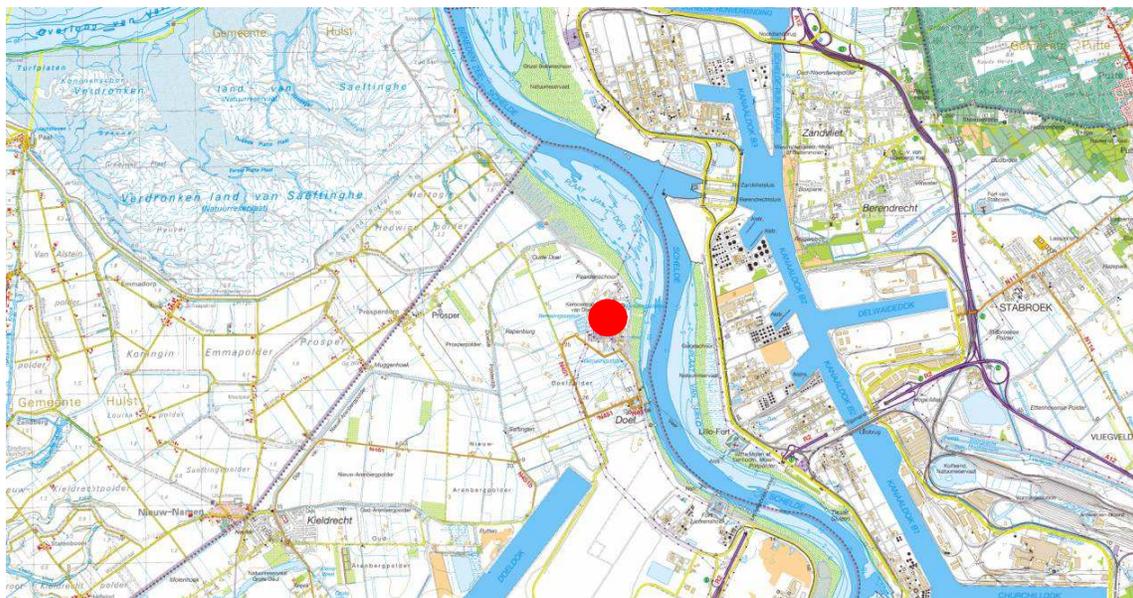


Abbildung 1-2 Lage des KKW (in rot)

Auf dem Gelände befinden sich die kerntechnischen Anlagen, bestehend aus den Reaktorgebäuden mit Nebengebäuden. Darüber hinaus gibt es auf dem KKW-Gelände das *Wasser- und Abfallaufbereitungsgebäude* (WAA-Gebäude) und das BCG, die beide radioaktives Material enthalten, sowie eine Reihe weiterer Gebäude, in denen prinzipiell kein radioaktives Material gelagert wird, siehe Abbildung 1-3.

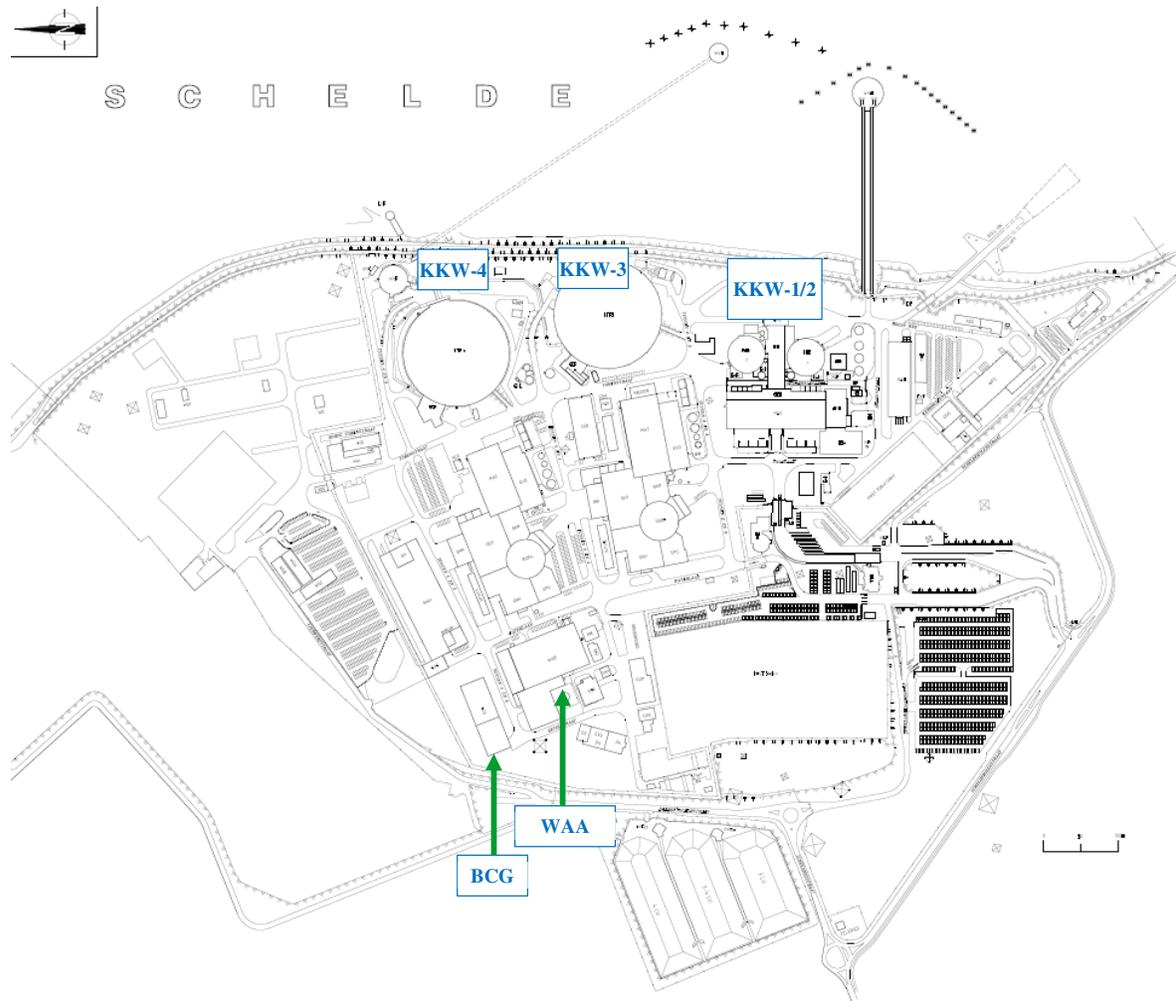


Abbildung 1-3 Lageplan Standort Doel

2.2 Funktionsweise der Reaktorblöcke

Die vier Blöcke von Doel sind Druckwasserreaktoren (DWR). Bei diesem Reaktortyp wird im Reaktorbehälter durch die Kernspaltungsreaktion Wärme erzeugt. Die Wärme wird durch Kühlwasser abgeführt, das unter hohem Druck durch den Reaktorbehälter geleitet wird. Der Betrieb eines solchen Reaktortyps ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Reactor | 14. Alternator |
| 2. Splijtstofstiften | 15. Bekrachtiger alternator |
| 3. Regelstaven | 16. Transformator |
| 4. Drukregelvat | 17. Hoogspanningslijn |
| 5. Stoomgenerator | 18. Waterloop (Schelde) |
| 6. Primaire pomp | 19. Opname koelwater |
| 7. Voedingswater primaire kring | 20. Koud koelwater |
| 8. Voedingswater secundaire kring | 21. Opgewarmd koelwater |
| 9. Stoom secundaire kring | 22. Koeltoren |
| 10. Hogedrukturbine | 23. Opwaartse luchtstroom |
| 11. Lage-drukturbine | 24. Waterdamp |
| 12. Condensator | 25. Lozing koelwater |
| 13. Voedingspomp | 26. Consumenten |

Abbildung 1-4: Funktionsweise eines Druckwasserreaktors (DWR)

Die Wärmeabfuhr erfolgt mithilfe von drei Kreisläufen. Der erste Kreislauf, auch Primärkreislauf (Nr. 7) genannt, ist der Kreislauf, von dem Kernreaktoren ihren Namen haben. In diesem Kreislauf steht das Wasser unter hohem Druck. Der hohe Druck verhindert, dass das Wasser durch die bei der Kernreaktion entstehende Hitze siedet. Das unter hohem Druck erhitzte Wasser fließt vom Reaktor zu einem Dampferzeuger (Nr. 5; im Wesentlichen ein Wärmetauscher), wo das Wasser durch Tausende von Rohren gepumpt wird. Am anderen Ende dieser Rohre wird das Wasser aus dem Sekundärkreislauf zu Dampf. Das Wasser aus dem Primärkreislauf wird anschließend über die Primärpumpen zurück in den Reaktor geleitet. Der Primärkreislauf ist vollständig vom Sekundärkreislauf getrennt, so dass keine radioaktiven Stoffe in den Sekundärteil gelangen können.

Der Dampf aus dem Sekundärkreislauf (Nr. 8) treibt eine Turbine (Nr. 10 und 11) und den zugehörigen Generator (Nr. 14) an. Der Generator erzeugt den Strom.

Der Dampf verlässt dann die Turbine und wird zum Kondensator geleitet, um mithilfe des Wassers aus dem dritten (tertiären) Kreislauf (Nr. 20 und 21) abgekühlt zu werden. Dieser Kreislauf wird durch Schelde-Wasser gespeist. Der Dampf aus dem Sekundärkreislauf gibt seine Wärme an das Schelde-

Wasser aus dem Tertiärkreislauf ab. Der Dampf kühlt ab, kondensiert zu Wasser und kehrt zu den Dampferzeugern zurück.

Durch die Abkühlung des Wassers aus dem Sekundärkreislauf erwärmt sich dieses Schelde-Wasser leicht. Deshalb wird es zunächst im Kühlturm (Nr. 22) abgekühlt, bevor es entweder wieder zum Kondensator geht oder zurück in die Schelde fließt.

2.3 Kernbrennstoff

Die Wärme erzeugende Spaltreaktion im Kern wird durch die vorhandenen Brennelemente ermöglicht. Der Kernbrennstoff liegt in Form von Uranoxid-Pellets vor. Die Pellets werden in geschlossenen, etwa 4 m hohen Rohren gestapelt: Die Kombination aus Pellets und Rohr wird üblicherweise als Brennstab bezeichnet. Die Brennstäbe werden in mehreren Bündeln zu einer Metallstruktur zusammengefügt, die „Brennelemente“ genannt wird (siehe Abbildung 1-5). In dieser Form wird der Kernbrennstoff am Standort angeliefert und eingesetzt.

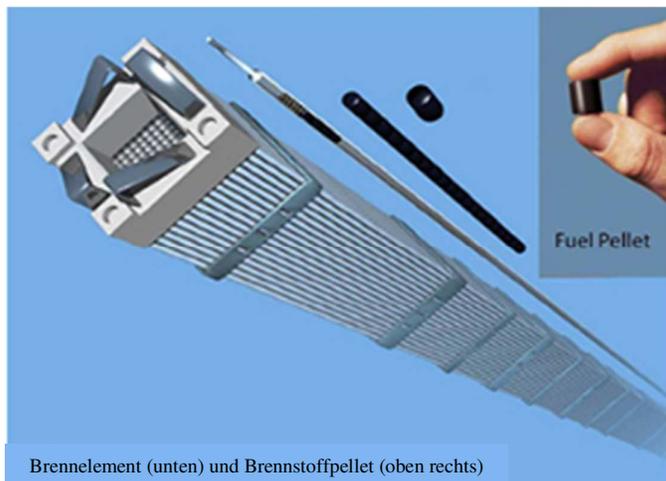
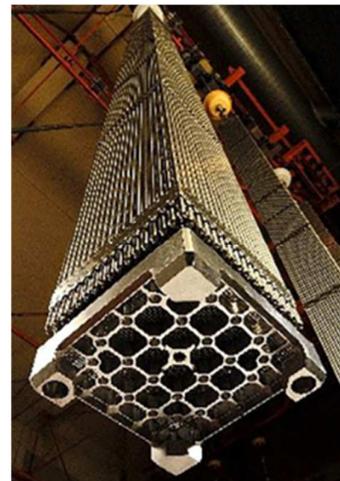


Abbildung 1-5 Brennelement



Der Bereich, in dem die Spaltreaktion stattfindet, wird als Kern bezeichnet. Die Kernspaltungsreaktion findet in einem mit Wasser gefüllten Reaktorbehälter aus Stahl statt. Die Brennelemente werden in einer genau vorgegebenen Reihenfolge in den Reaktorbehälter eingesetzt und verbleiben dort für ca. 48 Monate. Daraus folgt, dass jedes Jahr etwa ein Viertel der Brennelemente bei einer Überholung aus dem Reaktor entfernt und durch neue Brennelemente ersetzt wird. Die verbrauchten Brennelemente aus KKW-1 und KKW-2 werden in gemeinsamen Brennstoffbecken im Gebäude für nukleare Notfalldienste (GNN) zwischengelagert. Nachdem die verbrauchten Brennelemente ausreichend abgekühlt sind, werden sie in den BCG überführt.

3 Auswirkungen der nicht-radiologischen Aspekte

Dieses Kapitel beschreibt die nicht-radiologischen Umweltfolgen des Projekts. Die folgenden Disziplinen („Bereiche“) werden in der UVP angesprochen:

- Normalbetrieb
 - Boden
 - Wasser
 - Lärm & Vibrationen
 - Luft & Klima
 - Biodiversität; Landschaft,
 - Architektonisches Erbe & Archäologie
 - Mensch – Mobilität
 - Mensch – Gesundheit und
 - Abfall
- Störfälle

Für das Projekt werden zunächst die Auswirkungen aus der Betriebsphase 2015-2018 bewertet, zusammen mit den Arbeiten im Rahmen des LTO im Hinblick auf die Situation ohne KKW-Betrieb. Die Betriebsphase in der zukünftigen Situation (Zeitraum 2019-2025) stellt die Auswirkungen des LTO von KKW-1 und KKW-2 im Vergleich mit der Ausgangssituation dar. Die Folgenabschätzung der Null-Variante unterscheidet sich nicht wesentlich von der des Projekts. Bei der Null-Variante nehmen die Auswirkungen jedoch bereits ab 2015 statt erst ab 2025 ab.

Die Ausgangssituation wird pro Bereich beschrieben.

3.1 Boden

3.1.1 Ausgangssituation

Das Gelände des Kraftwerks ist von Freiflächen umgeben. Auf dem linken Scheldeufer wird dieser Freiraum hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt. Die weitere Umgebung des KKW ist durch eine starke Industrialisierung geprägt (Hafengebiet). Das Antwerpener Hafengebiet zeichnet sich durch die Existenz eines (petro-)chemischen Clusters einerseits und Containerterminals andererseits aus.

Örtlich ist die Topografie des Gebietes durch den Bau der Industrieanlagen gestört, jedoch sind die Industriegebiete zwischen der Schelde und den Kanaldocks selbst ziemlich flach. Der Standort des KKW wurde durch das Aufschütten von Scheldesand gegenüber den umliegenden Poldern um etwa 6 Meter angehoben.

Gemäß der Bodenkarte Belgiens waren im Untersuchungsgebiet ursprünglich mäßig nasse bis nasse, leichte sandige Lehm- bis (schwere) Tonböden ohne Profilbildung anzutreffen. Die Aufschüttung schuf einen anthropogenen Boden ohne Profilstruktur, der hauptsächlich aus tertiärem Sand, aber auch aus

Lehmsedimenten besteht. Die künstlichen Anhebungen umfassen alluviale Ablagerungen der Schelde. Sie bestehen weitgehend aus sandigem Lehm und Ton, in denen lokal sandige, lehmige und moorige Zwischenschichten vorkommen.

Durch Anhebung des Geländes mit überwiegend durchlässigem Sandmaterial wurde über dem ursprünglichen Aquifer ein weiterer Aquifer geschaffen, die beide durch die tonigen Polderablagerungen voneinander getrennt sind.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nicht in einer Schutzzone für Wassereinzugsgebiete.

Im Rahmen der Bodenverordnung werden periodische Bodenuntersuchungen auf dem Gelände im Hinblick auf die laufenden Vlarebo-Aktivitäten durchgeführt. Bodenuntersuchungen wurden in der Vergangenheit auch im Rahmen der Übertragung von Grundstücken durchgeführt. Die letzte bei der OVAM eingereichte Bodenuntersuchung datiert vom Oktober 2019.

Im KKW befinden sich zahlreiche Substanzen, die eine mögliche Quelle für eine Boden- bzw. Grundwasserverseuchung bilden können. Für alle aktuellen potenziellen Kontaminationsquellen auf dem KKW-Gelände werden stets die erforderlichen Bodenschutzmaßnahmen ergriffen, um eine Kontamination von Boden und Grundwasser zu verhindern. Auch für alle zukünftigen neuen potenziellen Verseuchungsquellen werden stets die notwendigen Bodenschutzmaßnahmen getroffen.

Im Falle einer Störung mit Bodenkontamination wird diese so schnell wie möglich beseitigt. Anschließend wird eine deskriptive Bodenuntersuchung durchgeführt, um die Beseitigung zu bestätigen. Wenn die Kontamination nicht ausreichend beseitigt wurde, wird eine Bodensanierung durchgeführt.

3.1.2 Folgenabschätzung

Die Auswirkungen der Arbeiten, die im Zusammenhang mit den Anpassungen für einen langfristigen Betrieb und die Betriebsphase des KKW in der zukünftigen Situation durchgeführt wurden, können für den Bereich Boden als begrenzt negativ bis vernachlässigbar veranschlagt werden. So wurde das Gelände in der Vergangenheit mit Sand aus der Schelde angehoben, so dass die oberen 5 bis 6 m überwiegend eine sandige Textur ohne Profilbildung aufweisen. Die Auswirkungen auf die Bodenstruktur und die Profilentwicklung werden daher als vernachlässigbar bewertet.

Zwischenfälle, die Auswirkungen auf die Bodenhygiene haben, können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Allerdings sind KKW-1 und KKW-2 derzeit sowohl technisch als auch organisatorisch so ausgelegt, dass eventuelle Kontaminationen so weit wie möglich verhindert bzw. eingegrenzt werden können. Der weitere Betrieb des Kernkraftwerks (inklusive der definitiven Stilllegung) wird stets nach den neuesten „Best Practices“ erfolgen, wodurch das Risiko einer Bodenkontamination deutlich gemindert wird. Weitere mitigierende Maßnahmen oder Empfehlungen werden nicht für notwendig erachtet.

Der Betrieb der Blöcke Doel 1 und 2 hat keine Auswirkungen auf die Salzablagerungen in der Umgebung und somit auch nicht auf Bodennutzung und Bodeneignung.

Was den Boden betrifft, so gibt es keinen Unterschied zwischen einer definitiven Stilllegung im Jahr 2015 (= Null-Variante) oder im Jahr 2025. Die Lager- und Risikoaktivitäten am Standort wären ab 2015 eingestellt worden. Das Risiko einer Boden- und Grundwasserverschmutzung wird als beherrschbar angesehen.

Es gibt keine grenzüberschreitenden oder kumulativen Auswirkungen im Bereich Boden.

3.2 Wasser

3.2.1 Ausgangssituation

3.2.1.1 Hydrografie

Der KKW-Standort befindet sich am linken Scheldeufer.

Die Schelde bei Doel ist ein Gezeitenfluss; es gibt also zwei Arten von Strömung. Erstens die Gezeitenströmung (Ebbe und Flut) und zweitens der Abfluss von überschüssigem Wasser aus dem hydrografischen Hinterland in Richtung Meer. Die Gezeitenströmungen sind sehr groß und variieren mit dem Zyklus der jeweiligen Flut. Der Gezeitenstrom nimmt stromabwärts zu.

Um eine Vorstellung von der Größe zu vermitteln: Bei einer durchschnittlichen Flut bewegen Ebbe und Flut bei Liefkenshoek einen gemittelten Durchfluss von 5.300 bzw. 5.400 m³/s. Die Dauer ist jeweils unterschiedlich: Die Flut dauert etwas mehr als fünfeinhalb Stunden, während die Ebbe fast sieben Stunden dauert. Bei Flut bzw. Ebbe wird – bei mittlerer Tide – ein momentaner maximaler Durchfluss von 9.400 bzw. 8.300 m³/s erreicht. Das gesamte Flutvolumen beträgt 115 Mio. m³, das Ebbevolumen 123 Mio. m³ (Quelle: Plancke et al., 2017).

Die Differenz zwischen Flut- und Ebbevolumen zeigt zeitbezogen sofort, dass – im Durchschnitt – über die gesamte Tideperiode von 12 Stunden 25 Minuten ein Überhang von etwa 180 m³/s besteht.

Die Bathymetrie der Schelde am KKW kann vereinfacht anhand der mittleren rechtwinkligen Bathymetrie beschrieben werden. Die durchschnittliche Tiefe der Schelde bei Ebbe beträgt hier 7,8 m und die Breite liegt bei etwa 1.100 m. Am stromaufwärts gelegenen Ende der Gezeitenrinne der Doel-Platte befindet sich ein Wellenbrecher. Ein Wellenbrecher dämmt die Flutströmung teilweise ein und leitet sie zum Überlauf des vorhandenen Ebbegrabens. Hier konzentriert sich der Ebbestrom mehr im Hauptfahrwasser, wobei durch die Erhöhung der Sandtransportkapazität eine größere Erosion in der Fahrinne erreicht wird und folglich größere natürliche Tiefen erhalten bleiben. Ein Wellenbrecher definiert in gewissem Sinne einen Plattenbereich und verhindert die Bildung von durchgängigen sekundären Ebbekanälen im Plattensystem, die in ihrem natürlichen Zustand bestimmte Entwicklungen aufweisen, die sich nachteilig auf die Erhaltung des Fahrwassers auswirken können. Es ist zu beachten, dass aufgrund der besonderen Lage der Einleitstelle am Kopf der *Plaat van Doel* für die Situation bei Ebbe angenommen wurde, dass die größte Wassermenge durch diese Platte zurückfließt. Bei Ebbe wird für die *Plaat van Doel* eine Tiefe von 3 m und eine Breite von 300 m zugrunde gelegt.

Südlich des KKW verläuft der *Doorloop*, ein Wasserlauf der Kategorie 3, der in die Zuständigkeit des Polder van het Land van Waas fällt. Er mündet unmittelbar oberhalb des KKW in die Schelde. Das KKW hat keine Einleitstellen an diesem Wasserlauf.

3.2.1.2 Qualität des Oberflächenwassers

Die Schelde muss stromaufwärts und -abwärts des KKW die Richtwerte zur Bestimmung des einwandfreien ökologischen und chemischen Zustands für „Übergangsgewässer – brackiges makrotides Tiefland-Ästuar“ (O1b) einhalten, die in Anhang 2.3.1 VLAREM II zu finden sind. Aufgrund des brackigen Charakters des Wassers im Schelde-Ästuar sind die Richtwerte für Chloride, Sulfat und Durchlässigkeit nicht anwendbar.

Auf der Grundlage der Daten aus dem VMM-Messnetz kann gefolgert werden, dass die Schelde sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts der KKW-Einleitstelle nicht alle Qualitätsanforderungen erfüllt. Die kritischsten Parameter sind Temperatur (einige Tage über 25 °C im Sommer), gelöster Sauerstoff (der P10-Wert von 6 mg O₂/L wird nicht immer eingehalten), chemischer Sauerstoffverbrauch (CSV), Nitrat + Nitrit + Ammonium, gelöstes Bor, Arsen, Beryllium, Cadmium und Uran. Anhand des Prati-Index für gelösten Sauerstoff wird jedoch an allen Messpunkten eine allmähliche, zeitabhängige Verbesserung der Sauerstoffbilanz beobachtet. Ebenso ist eine Verbesserung der Sauerstoffbilanz stromabwärts des KKW zu verzeichnen. Dies lässt sich durch den größeren Gezeitenstrom stromabwärts erklären.

Auch der an das KKW angrenzende *Doorloop* erfüllt nicht alle Qualitätsanforderungen. Die kritischsten Parameter sind Phosphor gesamt und gelöstes Uran.

3.2.1.3 Wassertestkarten: Überschwemmungsrisiko, Infiltration, Grundwasserströmung und Erosion und Lage im Winterbett

Das Betriebsgelände des KKW befindet sich in einer Zone, die laut Wassertestkarten wie folgt ausgewiesen ist:

- nicht überschwemmungsgefährdet Die tiefer gelegenen Polder westlich des KKW wurden als potenziell hochwassergefährdet identifiziert.
- nicht anfällig für Infiltrationen
- sehr empfindlich gegenüber der Grundwasserströmung (Typ 1)
- Gefälle von 0,5 % oder 0,5-5 %
- nicht in einem Winterbett gelegen

3.2.1.4 Wasserversorgung / Wasserbilanz

Das KKW nutzt die folgenden Wasserquellen:

- Leitungswasser (städtisch): wird hauptsächlich für die Herstellung von demineralisiertem Wasser verwendet, das für die Dampferzeugung im Sekundärkreislauf, für die Auffüllung von Kühlteichen und für sanitäre Zwecke eingesetzt wird.
- Scheldewasser: wird fast ausschließlich als Kühlwasser im Tertiärkreislauf verwendet. Das Kühlwasser wird der Schelde entnommen und nach Gebrauch wieder in die Schelde eingeleitet. Ein Teil des Kühlwassers verdampft in zwei Kühltürmen (Doel 3 und Doel 4). Ein sehr kleiner Teil des Oberflächenwassers wird zur Herstellung von Prozesswasser durch Destillation verwendet.

3.2.1.5 Internes Abwassersystem

Das KKW verfügt über ein internes Kanalisationssystem für die Entsorgung der verschiedenen (Ab-)Wasserströme.

Das KKW verfügt über kein separates Abwassersystem für Regenwasser. Das Sanitärabwasser wird zusammen mit dem Regenwasser von den Dächern und den meisten versiegelten Flächen gesammelt und in fünf Sammelschächte geleitet. Letztere sind mit Tauchpumpen ausgestattet, die bei starkem Regen das Wasser in die Schelde pumpen. Unter normalen Umständen wird dieses Wasser in fünf Biorotoren gereinigt, bevor es in die Schelde gelangt (H1-H5).

Insgesamt sind fünf Einleitstellen vorhanden. Jeder Biorotor hat seine eigene Einleitstelle. Das Industrieabwasser wird zusammen mit dem Kühlwasser über eine gemeinsame Einleitstelle (Einleitpavillon) eingeleitet.

Regenwasser wird nicht wiederverwendet. Das Regenwasser von Dächern und den meisten versiegelten Flächen wird in einem gemeinsamen System mit dem Sanitärabwasser gesammelt und über fünf Biorotoren geklärt. Das Wasser von den Parkplätzen am Standorteingang fließt in den nahe gelegenen *Doorloop*. Die Wiederverwendung von Regenwasser für die Produktion von demineralisiertem Wasser, die Nutzung als Kühlwasser oder für sanitäre Zwecke ist grundsätzlich möglich. Die notwendige Infrastruktur für eine Wiederaufbereitung des Regenwassers ist jedoch nicht vorhanden. Die städtebauliche Regelung zu Regenwasserschächten, Versickerungsanlagen, Pufferanlagen und getrennten Einleitungen von Schmutz- und Regenwasser gilt nicht für bestehende Gebäude und Anlagen.

Die Gesamtfläche des KKW-Geländes beträgt 1.154.583 m². Das KKW-Gelände ist zu 52 % wasserdurchlässig.

3.2.1.6 Abwasserströme

Das KKW leitet verschiedene Abwässer ein:

- Sanitärabwasser: Das Sanitärabwasser wird zusammen mit dem Regenwasser von den Dächern gesammelt und nach der Aufbereitung mit fünf Biorotoren in die Schelde eingeleitet;
- Industrieabwasser: Das Industrieabwasser wird gesondert gesammelt und, entweder geklärt oder ungeklärt, in die Schelde eingeleitet (siehe unten).
- Kühlwasser: Das Kühlwasser des Tertiärkreislaufs wird der Schelde entnommen und nach Gebrauch wieder in die Schelde eingeleitet.

3.2.2 Folgenabschätzung

3.2.2.1 Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

3.2.2.1.1 LTO-Arbeiten

Die Beschreibung der Arbeiten, die im Zusammenhang mit den Anpassungen für einen langfristigen Betrieb (LTO) durchgeführt wurden, findet sich im allgemeinen Teil der UVP (s. Kapitel 1). Da während der Arbeiten keine Entwässerungsarbeiten durchgeführt wurden, sind keine Auswirkungen auf den Bereich Wasser zu erwarten.

3.2.2.1.2 Wasserversorgung / Wasserbilanz

Das Projekt beinhaltet eine Neuzulassung der bestehenden KKW-Anlagen, wobei die Wasserbilanz für die Ausgangsjahre 2013-2014 als repräsentativ für die Produktion in den Folgejahren des Neubewilligungszeitraums angesehen wird. Es sind also keine relevanten Änderungen des Wasserverbrauchs und der Wasserbilanz gegenüber der Ausgangssituation zu erwarten.

3.2.2.1.3 Änderung Versickerungs- und Abflussmerkmale – Wassertest und Klimawandel

Das Projekt umfasst die Neuzulassung der bestehenden KKW-Anlagen. Im Vergleich zur Ausgangssituation wurde auf dem KKW-Gelände eine begrenzte Anzahl von Neu-Versiegelungen vorgenommen. In Anbetracht der begrenzten Zahl an zusätzlichen Versiegelungen dürfte es keine schädlichen Auswirkungen aufgrund eines veränderten Abflusses des Oberflächenwassers, struktureller Veränderungen von Wasserläufen, Versickerungen von Regenwasser, Qualitätsverlust von Oberflächen- oder Grundwasser oder Veränderungen der Grundwasserströmung geben.

Es wurde ein häufiges Überlaufen der KKW-Sanitärabwassergruben an der Schelde festgestellt. Das häufige Überlaufen des Sanitärabwassers ist auf das Austreten von Kühlwasser aus den unterirdischen Stollen und in geringerem Maße auf Grundwasser in der Mischkanalisation zurückzuführen. Diese Überlaufeffekte können Spitzenbelastungen der Nährstoffkonzentration in der Schelde in Höhe des KKW hervorrufen. Dies wird als eine negative Auswirkung (-2) im Vergleich zur Situation ohne Betrieb des KKW betrachtet. Regenwasser wird nicht wiederverwendet. Die städtebauliche Regelung zu Regenwasserschächten, Versickerungsanlagen, Pufferanlagen und getrennten Einleitungen von Schmutz- und Regenwasser gilt nicht für bestehende Gebäude und Anlagen. Für den Bereich Wasser empfiehlt sich, die Machbarkeit der Abkopplung des Regenwassers vom Sanitärabwasser (quellenorientierte Maßnahme) bei neuen Projekten und die Möglichkeit der Einrichtung eines zusätzlichen Auffangbeckens für Sanitärabwasser (End-of-Pipe-Maßnahme) auf Konzeptebene nach den besten verfügbaren Techniken zu untersuchen.

Kumulierte Auswirkungen des Klimawandels: Auf dem KKW-Gelände sammelt sich um bestimmte Gebäude überschüssiges Regenwasser an. Dies gilt sowohl für das aktuelle Klima als auch für das zukünftige Klima im Jahre 2050 bei Berücksichtigung des VMM-Klimaszenarios mit starken Auswirkungen (Hochsommer). Dies ist auf in Abständen von 10, 100 und 1000 Jahren periodisch wiederkehrende Niederschlagsereignisse zurückzuführen. Die Überflutungstiefe und die überflutbare Fläche sind sowohl bei derzeitigen als auch beim zukünftigen Klima im Jahr 2050 begrenzt. Die Zunahme der überflutbaren Fläche bei einem zukünftigen Klima im Jahr 2050 im Vergleich zum derzeitigen Klima ist ebenfalls begrenzt.

3.2.2.1.4 Oberflächenwasserqualität und thermische Auswirkungen der Kühlwassereinleitung

Die bedeutsamsten Auswirkungen des KKW auf das Wassersystem im Vergleich zur Situation ohne KKW-Betrieb ist die Einleitung von Ab- und von Kühlwässern in die Schelde:

- Einleitung von Abwasser:
 - Die durchschnittliche Konzentrationserhöhung in der Schelde aufgrund der KKW-Aktivitäten beträgt im Vergleich zur Umweltqualitätsnorm (UQN) weniger als 0,1% (vernachlässigbar, 0). Die Parameter Nitrit und AOX wurden separat ausgewiesen:
 - Die durchschnittliche Nitritkonzentration im Jahr 2013 lag über der damals gültigen Einleitnorm von 2 mg/L für Industrieabwasser. Im Jahr 2014 lag die durchschnittliche

Konzentration unter der Einleitnorm, doch wurden immer noch Spitzenkonzentrationen oberhalb der Einleitnorm gemessen. Das KKW prüfte die Möglichkeiten zur Vermeidung und Behandlung des Nitrits in Industrieabwässern. Mit Erlass vom 07.02.2019 (2018122825) wurde der Standard für Nitrite bis 31. Dezember 2021 auf 8 mg N-NO₂/L und ab 01. Januar 2022 auf 2 mg N-NO₂/L festgelegt. Durch die Umsetzung bestimmter quellenorientierter Maßnahmen durch das KKW im Zeitraum 2016-2018 kann die Vorgabe von 8 mg N-NO₂/L eingehalten werden. Die künftige Norm von 2 mg N-NO₂/L wird sporadisch überschritten, doch bleibt die Konzentration im Durchschnitt unter der Norm.

- Es wurden erhöhte AOX-Konzentrationen im Sanitär- und Industrieabwasser sowie im Kühlwasser gemessen, weshalb dieser Parameter gesondert beschrieben wird. Dem Kühlwasser wird NaClO zugesetzt, um ein Fouling im Kühlsystem zu verhindern. Hierdurch können AOX entstehen. Im Jahr 2014 wurde vom KKW eine Studie zur Wirkung von NaClO bei einer möglichen Oxidation von Nitrit zu Nitrat durchgeführt. Auch die Bildung von AOX wurde untersucht. Die Umwandlung von Nitrit zu Nitrat ist mit einem erheblichen Überschuss an NaClO möglich. Die Dosierung scheint einen markanten Einfluss auf die AOX-Bildung zu haben. Eine optimale Vorbehandlung kann den Umfang des Einsatzes von NaClO und den Zeitraum, in dem dies erforderlich ist, reduzieren, was letztlich auf Jahresbasis zu verringerten Emissionen von Organohalogenen über die Kühlsysteme in das Oberflächenwasser führt. Der mit Abstand wichtigste Steuerungsparameter scheint der Einsatz von Aktivchlor zu sein. Durch seinen sachgemäßen Einsatz kann die Umweltbelastung minimiert werden (Berbee, 1997). Derzeit basiert die Dosierung von NaClO im KKW auf der Analyse des überschüssigen Aktivchlors und der Erfahrung mit den Kühlturmfüllkörpern. Eine eventuelle zusätzliche Dosierung erfolgt auf Basis der Überwachung des biologischen Wachstums an den Kontrollplatten in den Kühltürmen und Gewichtsmessungen an den Füllkörpern. Im eingeleiteten Kühlwasser wird kein Aktivchlor oberhalb der Nachweisgrenze gefunden (<100 µg/L). Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/L (statt 100 µg/L in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO-Dosierung verfeinern zu können, mit dem Ziel eines geringeren NaClO-Verbrauchs, eines geringeren Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und einer geringeren Bildung von AOX.
- Einleitung von Kühlwasser:
 - Signifikante Temperaturerhöhungen über 3 °C durch die Kühlwassereinleitung des KKW scheinen nur im Bereich des Wellenbrechers aufzutreten, bis zu einer maximalen Entfernung von ca. 1050 m von der Einleitstelle (signifikant negativer Effekt, -3).
 - Relevante (akzeptable) Temperaturerhöhungen zwischen 1 und 3°C scheinen bei Ebbe und bei Tideniedrigwasser bis zu einer maximalen Entfernung von ca. 1.300 m von der Einleitstelle, dem Bereich, der noch innerhalb des Wellenbrechers liegt, aufzutreten (negativer Effekt, -2).

- Bei Flut ergibt sich ein relevanter Temperaturanstieg zwischen 1 und 3 °C außerhalb des Wellenbrechers bis maximal 500 m von der Einleitstelle in östlicher Richtung bis maximal 800 m vor der Einleitstelle in südlicher Richtung (negative Wirkung, -2).
- Für die spezifische Situation des KKW lässt sich sagen, dass der Bereich innerhalb des Wellenbrechers eine Wärmebarriere für bestimmte Wasserorganismen bildet. Innerhalb des Wellenbrechers werden die Umweltqualitätsnormen für die Schelde-Temperatur aufgrund der Kühlwassereinleitung des KKW nicht eingehalten. Die Fahrrinne der Schelde östlich des Wellenbrechers bleibt jedoch für Wasserorganismen passierbar. Die durchschnittliche Querschnittsfläche des Bereichs innerhalb des Wellenbrechers beträgt nicht mehr als 25 % der Querschnittsfläche der Schelde. Die Fahrrinne der Schelde östlich des Wellenbrechers wird als jederzeit für Wasserorganismen passierbar angesehen.
- Kumulierte Effekte:
 - Andere industrielle Kühlwassereinleitungen in der Umgebung des KKW: In dieser UVP wird die Monitoring-Maßnahme vgl. die Empfehlung von INBO (Van den Bergh et al., 2013) übernommen, wobei Engie eine routinemäßige Überwachung der räumlich-zeitlichen Entwicklung des Temperaturgradienten zwischen Hansweert und Antwerpen durchführt. Angesichts der allgemeinen Verfügbarkeit von (thermischen) Satellitenbildern und der damit im Ausland gemachten Erfahrungen kann diese Technik auch für die Zeeschelde angewandt werden, um den Temperaturgradienten in der erweiterten Umgebung des KKW zu überwachen. So lassen sich Veränderungen der kumulierten thermischen Belastung der Zeeschelde besser abbilden und erkennen.
 - Der Klimawandel wird sich negativ auf die Kühlkapazität des Scheldewassers auswirken. Die Kapazität des Kühlwassers hängt u. a. von der Temperatur des entnommenen Wassers ab. Es lässt sich sagen, dass bei der aktuellen Kühlleistung der KKW-Kühltürme die Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Ableitung der Kühltürme gleich bleiben wird. Aufgrund des erwarteten Anstiegs der Scheldetemperatur infolge des Klimawandels wird die Temperatur des eingeleiteten Kühlwassers proportional ansteigen. Dadurch kann die maximale Einleittemperatur des Kühlwassers häufiger erreicht werden, was zu einer häufigeren Begrenzung der maximal einleitbaren Wärmelasten auf Tagesbasis führen kann, vgl. die in der derzeitigen Genehmigung des KKW enthaltenen Auflagen, wo der Sommer die kritischste Periode darstellt. Diese Auswirkungen können einen erheblichen Einfluss auf den Gesamtbetrieb des KKW haben. Aufgrund des erwarteten Rückgangs der Durchflussmenge der Schelde infolge des Klimawandels wird erwartet, dass die Auswirkungen der thermischen Belastung des KKW für die Schelde zunehmen werden. Der Bereich, in dem der Temperaturanstieg mehr als 3 °C beträgt, kann sich über den Wellenbrecher hinaus erstrecken, insbesondere bei Tideniedrigwasser. Es ist dann möglich, dass die Wärmebarriere, die sich in der Schelde während bestimmter Phasen des Gezeitenzyklus bildet, für bestimmte Wasserorganismen schwieriger oder sogar unmöglich zu passieren ist. Die Vergrößerung der Wärmefahne wird im Sommer am stärksten ausgeprägt sein. Die Bedeutung der negativen Auswirkungen des Klimawandels auf den Betrieb des KKW einerseits und der thermischen Verschmutzung der Schelde mit Sekundäreffekten auf die Biodiversität andererseits, hängt vom Ausmaß des Klimawandels ab. Im Hinblick auf den Klimawechsel ist ein mögliches Zukunftsszenario, dass das KKW seine

Kühlkapazitäten erweitern muss, um die gleiche Produktionskapazität wie in der Ausgangssituation und der Betriebsphase 2015-2018 zu halten. Dies bedeutet größere Verluste durch Verdunstung und eine Erhöhung der in die Schelde eingeleiteten Wärmelast.

3.2.2.1.5 Bewertung der Auswirkungen auf den Zustand der Wasserkörper – Test anhand der Rahmenrichtlinie Wasser („KRW“), Anhang V

3.2.2.1.6 Einschätzung möglicher Auswirkungen – Tests zur weiteren Untersuchung

Gemäß den vorläufigen Leitlinien für die Bewertung der Auswirkungen auf den Zustand von Wasserkörpern (Koordinierungsausschuss für integrierte Wasserwirtschaft, 2019) wird eine Reihe von Kriterien bewertet, um festzustellen, ob weitere Untersuchungen erforderlich sind:

- Hydromorphologische Veränderungen: Mit dem Projekt sind keine hydromorphologischen Veränderungen des Wasserkörpers verbunden.
- Einleitungen: Das Projekt betrifft eine Einleitung von Industrieabwasser der Klasse 1 → weitere Untersuchungen empfohlen
- Veränderungen des Grundwassers: Das Projekt ist nicht mit Veränderungen des Grundwassers verbunden → keine weiteren Untersuchungen erforderlich

Weitere Untersuchungen zu den Auswirkungen der Einleitung sind erforderlich.

3.2.2.1.7 Untersuchung der Einleitungsfolgen

Zu bewertende physikalisch-chemische Elemente im Falle von Übergangsgewässern:

- gelöster Sauerstoff
- Temperatur
- pH
- Nitrat + Nitrit + Ammonium

Die unten aufgeführten Elemente sind zu untersuchen (sie müssen für die Vorhersage der Auswirkungen auf die biologischen Elemente untersucht werden, werden aber für die Beurteilung des Zustands nicht berücksichtigt):

- BSV
- CSV

Darüber hinaus ist eine Bewertung für „spezifische Schadstoffe, die den ökologischen Zustand bestimmen“ und „Schadstoffe, die den chemischen Zustand bestimmen“ für diejenigen Parameter vorzunehmen, bei denen die Umweltqualitätsnorm im Ist-Zustand überschritten wird oder bei denen die Konzentration zunehmen dürfte. Schließlich müssen, wenn möglich, die biologischen Qualitätskomponenten bewertet werden.

Physikalisch-chemische Elemente, die die biologischen Elemente bestimmen:

Für gelösten Sauerstoff wird angenommen, dass keine Verschlechterung eintritt, wenn die Normen für den biologischen und chemischen Sauerstoffbedarf eingehalten werden. Falls die physikalisch-chemischen Elemente eine Verschlechterung aufweisen, wird davon ausgegangen, dass auch die

biologischen Qualitätselemente betroffen sind und dass sich der Zustand des Wasserkörpers verschlechtert.

Die Einleitung erfolgt im Durchschnitt bei neutralem pH-Wert, es werden keine Änderungen des pH-Werts durch dieses Projekt erwartet.

Die Auswirkungen der Einleitung auf die Temperatur der Schelde werden in Abschnitt 3.2.2.1.4 ausführlich behandelt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es keine Verschlechterung der Temperatur in Bezug auf den gesamten Wasserkörper durch die thermische Ableitung aus dem KKW gibt.

Für die Parameter Nitrit + Nitrat + Ammonium, BSV und CSV wurden die Einleitungsfolgen als vernachlässigbar berechnet; daher wird keine Änderung des Zustands des Wasserkörpers erwartet.

Spezifische Schadstoffe, die den ökologischen Zustand mit bestimmen:

Uran ist kein relevanter Parameter, da es durch das KKW nicht eingeleitet wird. Die berechneten Auswirkungen für die Parameter Arsen und Bor sind vernachlässigbar; daher wird für die „Bewertung der spezifischen Schadstoffe, die den ökologischen Zustand bestimmen“ keine Verschlechterung erwartet.

Schadstoffe, die den chemischen Zustand bestimmen:

Im derzeitigen Zustand überschreiten die folgenden Parameter die Umweltqualitätsgrundnorm: PAH, polybromierter Diphenylether, Tributylzinn, Perfluoroktansulfonsäure, Heptachlorepoxid und Gesamtquecksilber.

Für den Parameter Quecksilber wurden die Auswirkungen der Einleitung berechnet. Die Auswirkungen sind vernachlässigbar. Die übrigen Parameter werden vom KKW nicht eingeleitet. Für die „Schadstoffe, die den chemischen Zustand bestimmen“ wird daher keine Verschlechterung erwartet.

Biologische Qualitätselemente:

Die Auswirkungen auf die biologischen Qualitätselemente lassen sich nicht quantitativ bestimmen. Basierend auf den Bewertungen des Bereichs Biodiversität zu den Auswirkungen von Wasserentnahme, Kühlwassereinleitung und chemischen Einleitungen auf aquatische Organismen in der Schelde wird für den gesamten Wasserkörper keine Verschlechterung der biologischen Qualität erwartet.

Fazit:

Es ist nicht zu erwarten, dass die Umsetzung des Projekts zu einer Verschlechterung oder Gefährdung der vorgegebenen Ziele für den gesamten Wasserkörper führt.

3.2.2.2 Betriebsphase in der zukünftigen Situation (Zeitraum 2019-2025)

Die Wasserversorgung, die Versickerungs- und Abflussmerkmale sowie die Emissionen in das Wassersystem werden sich in der LTO-Situation, wie oben erläutert, nicht wesentlich von den Emissionen in der Ausgangssituation unterscheiden. Es gibt keine zusätzlichen Auswirkungen der LTO-Situation im Vergleich zur Ausgangssituation.

3.2.2.3 Endgültige Stilllegung (Zeitraum 2025-2029)

Die definitive Stilllegung des KKW beginnt im Jahr 2025 und endet im Jahr 2028. Nach der endgültigen Stilllegung kann mit dem Rückbau der Reaktoren begonnen werden, sobald die erforderlichen

Genehmigungen vorliegen. Die Phase der definitiven Stilllegung besteht aus drei Abschnitten, in denen sich das KKW schrittweise von einem Kernkraftwerk über ein Nasslager von verstrahltem Kernbrennstoff zu einem Gebäude mit aufzubereitenden radioaktiven Abfällen entwickelt. Die Aktivitäten während der definitiven Stilllegungsphase sind allesamt durch die aktuelle Bewilligung abgedeckt. Speziell für den Abwasseranfall gilt, dass die Prozesskreisläufe entweder zwecks Überarbeitung in der Wasser- und Abfallaufbereitungsanlage (WAA) entleert oder einer externen Entsorgung zugeführt werden müssen, wie dies bei einer Überholung der Fall wäre.

Fazit: Die Hauptmerkmale des DSL-Zeitraums sind, dass dieser in die Verlängerung der aktuellen KKW-Laufzeit fällt (= mit fortgeführten KKW-Prozessen) und dass die Prozesse der aktuellen Genehmigung entsprechen. Die Emissionen in das Wassersystem dürften ähnlich oder geringer sein als in der Ausgangssituation.

Es wird kein Unterschied zwischen den Auswirkungen einer definitiven Stilllegung in den Jahren 2015-2019 und einer Stilllegung in den Jahren 2025-2029 erwartet.

3.2.2.4 Null-Variante

3.2.2.4.1 Wasserversorgung

In der alternativen No-LTO-Situation wird ein Rückgang des Verbrauchs sowohl von Stadtwasser als auch von Scheldewasser erwartet.

Eine drastische Reduzierung des Verbrauchs von Stadtwasser ist jedoch nicht zu erwarten. So ließ sich kein wesentlicher Rückgang feststellen, wenn ein Block außer Betrieb war. Nur der Verbrauch von Stadtwasser für den Dampfkreislauf wird voraussichtlich leicht zurückgehen.

Die Blöcke Doel 1 und 2 werden nicht mehr in Betrieb sein, daher wird deren Kühlkreislauf nicht mehr genutzt werden. Der Verbrauch von Scheldewasser als Kühlwasser wird daher ebenfalls abnehmen und sich voraussichtlich auf 704 Mio. m³ pro Jahr belaufen. Diese Berechnung wurde vom Auftraggeber auf der Grundlage der erwarteten Anzahl von Betriebsstunden und der durchschnittlichen stündlichen Durchflussrate der Pumpen an der Entnahmestelle für Doel 3/4 durchgeführt. Der Scheldewasserverbrauch in der Alternativsituation No-LTO beträgt ca. 60 % des Scheldewasserverbrauchs in der Ausgangssituation.

3.2.2.4.2 Änderung der Versickerungs- und Abflussmerkmale:

In der Alternativsituation No-LTO sind im Vergleich zur Ausgangssituation keine physikalischen Eingriffe geplant. In der Situation des Basisprojekts gibt es eine begrenzte Zunahme der Versiegelungen. Die Auswirkunggruppen infolge von Änderungen des Oberflächenwasserabflusses, strukturellen Änderungen an Fließgewässern, Änderungen bezüglich der Versickerung von Regenwasser, Qualitätsverlust bei Oberflächen- oder Grundwasser oder Änderungen der Grundwasserströmung sind weder bei der Null-Variante noch im Basisprojekt relevant.

In Anbetracht der beträchtlichen Anzahl versiegelter Flächen im KKW, der Häufigkeit und des Volumens der Überflutung der Sammelbecken für Sanitärabwasser des Standorts in die Schelde in der Ausgangssituation, der Tatsache, dass die Umweltqualitätsstandards für N, P und CSV für die Schelde in der Ausgangssituation nicht eingehalten werden, und der zu erwartenden Perioden mit Starkregen im Winter und schweren Gewittern und Wasserknappheit im Sommer infolge des Klimawandels, empfiehlt

sich für den Bereich Wasser die Prüfung der Durchführbarkeit der folgenden Maßnahmen auf Konzeptebene mit den besten verfügbaren Techniken (BVT):

- **Quellenorientierte Maßnahme:** Bei neuen Projekten Untersuchung der Abkopplung des Regenwassers vom Sanitärabwasser und der Möglichkeiten zur Wiederverwendung von Regenwasser, Versickerung oder Pufferung gemäß den BVT. Hierbei müssen die durch den Klimawandel bedingten stärkeren Bemessungsniederschläge berücksichtigt werden. Das High-Impact-Szenario bietet einen guten Bezugsrahmen, um das KKW klimabeständiger zu machen.
- **End-of-pipe-Maßnahme:** Untersuchung der Schaffung eines zusätzlichen Sammelbeckens für Sanitärabwasser mit BVT zur Reduzierung des Überlaufs.

3.2.2.4.3 Qualität des Oberflächenwassers

Es wird davon ausgegangen, dass die Schadstoffkonzentrationen in den eingeleiteten Sanitär- und Industrieabwässern die gleichen sind wie in der Ausgangssituation. Eine drastische Reduzierung des Aufkommens an Sanitär- und Industrieabwässern ist jedoch nicht zu erwarten. So konnte der Auftraggeber keinen relevanten Rückgang feststellen, wenn ein Block außer Betrieb war. Nur der Verbrauch von Stadtwasser für den Dampfkreislauf wird voraussichtlich leicht zurückgehen. Es ist nicht möglich, diese Abnahme zu quantifizieren.

Es ist davon auszugehen, dass die Schadstoffkonzentrationen im Kühlwasser, einschließlich der Temperatur und der Chloride, die gleichen sind wie in der Ausgangssituation. Die Blöcke Doel 1 und 2 werden nicht mehr in Betrieb sein, daher wird deren Kühlkreislauf nicht mehr genutzt werden. Der Verbrauch von Scheldewasser als Kühlwasser wird daher ebenfalls sinken und sich voraussichtlich auf ca. 704 Mio. m³ belaufen. Diese Berechnung wurde vom Auftraggeber auf der Grundlage der erwarteten Anzahl von Betriebsstunden und der durchschnittlichen stündlichen Durchflussrate der Pumpen an der Entnahmestelle für Doel 3/4 durchgeführt. Der Scheldewasserverbrauch in der Alternativsituation No-LTO beträgt ca. 60 % des Scheldewasserverbrauchs in der Ausgangssituation. Die eingeleiteten Schmutzfrachten und die thermische Belastung des Kühlwassers werden voraussichtlich auf ca. 60 % der Ausgangssituation zurückgehen.

Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/L (statt 100 µg/L in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO-Dosierung im Hinblick auf eine Senkung des NaClO-Verbrauchs, des Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und der AOX-Bildung verfeinern zu können.

3.2.2.4.4 Thermische Belastung durch die Kühlwassereinleitung

Die thermische Belastung der Schelde durch das Kühlwasser wird voraussichtlich auf ca. 60 % der Ausgangssituation zurückgehen. Die Größe der Wärmefahne in der Schelde wird daher voraussichtlich ebenfalls abnehmen. Dies kann sich positiv auswirken, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel, wie in der Bewertung der thermischen Auswirkungen der Kühlwassereinleitung in der Betriebsphase 2015-2018 des Basisprojekts beschrieben.

Die Signifikanz dieses positiven Effekts hängt vom Grad der Kontraktion der Wärmefahne im Vergleich zur Ausgangssituation ab, die anhand der aktuellen Daten jedoch nur schwer abzuschätzen ist, sowie von der zu erwartenden Klimaentwicklung.

3.2.2.5 Grenzüberschreitende Auswirkungen

An der niederländischen Grenze, in einer Entfernung von ca. 3,4 km zur Einleitstelle des KKW, können die Auswirkungen der Kühlwassereinleitung höchstens als leicht negativ (-1) betrachtet werden. Dies basiert auf den fünf Monitoring-Kampagnen des Temperatureinflusses des Doel-Kühlwassers auf die Schelde (Arcadis, 2012). Dieser Temperaturanstieg nimmt flussabwärts auf niederländischem Gebiet langsam ab.

3.2.3 Monitoring

In dieser UVP wird die Monitoring-Maßnahme vgl. die Empfehlung von INBO (Van den Bergh et al., 2013) übernommen, wobei Engie eine routinemäßige Überwachung der räumlich-zeitlichen Entwicklung des Temperaturgradienten zwischen Hansweert und Antwerpen durchführt. Angesichts der allgemeinen Verfügbarkeit von (thermischen) Satellitenbildern und der damit im Ausland gemachten Erfahrungen kann diese Technik auch für die Zeeschelde angewendet werden, um den Temperaturgradienten in der erweiterten Umgebung des KKW zu überwachen. So können Veränderungen der kumulierten thermischen Belastung der Zeeschelde besser visualisiert und erkannt werden.

Für die Parameter Ammonium, B, Sb, Co, Mo, Se, Sn, Ag, Ba, Tl, Ti, V, Be, Te, anionische, nichtionische und kationische Tenside sind die Messungen am Sanitärabwasser entweder inkonsistent oder die Nachweisgrenze der Messungen liegt über der Einleitnorm. Daher ist es nicht möglich, fundierte Aussagen über die Konzentration und das Erreichen der Einleitnormen für diese Parameter zu machen. Das KKW muss diese Parameter konsequent bei Sanitärabwässern messen, bei denen die Nachweisgrenzen der Analysemethoden unter den jeweiligen Einleitnormen liegen.

Für die Parameter Co, Ag, Tl, V, Be, anionische, nichtionische und kationische Tenside und Natriumfluoracetat wurden die Messungen der Jahre 2013 bzw. 2014 inkonsistent durchgeführt oder die Nachweisgrenze der Messungen liegt über der Einleitnorm. Daher ist es nicht möglich, fundierte Aussagen über die Konzentration und das Erreichen der Einleitnormen für diese Parameter zu machen. Das KKW sollte diese Parameter konsequent an Industrieabwässern messen, bei denen die Nachweisgrenzen der Analysemethoden unter den jeweiligen Einleitnormen liegen.

Für den Parameter Fäkalcoliforme sind die Messungen am Kühlwasser für die Jahre 2013 bzw. 2014 inkonsistent. Daher ist es nicht möglich, fundierte Aussagen über die Abwasserkonzentration und Schadstoffbelastung sowie über die Einhaltung der Einleitnormen für diese Parameter zu treffen. Das KKW sollte diese Parameter durchgängig am Kühlwasser messen, wenn die Nachweisgrenzen der Analysemethoden unter den jeweiligen Einleitnormen liegen.

Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/L (statt 100 µg/L in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO-Dosierung verfeinern zu können, mit dem Ziel eines geringeren NaClO-Verbrauchs, eines geringeren Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und einer geringeren Bildung von AOX.

3.2.4 Mitigierende Maßnahmen und Empfehlungen

Seitens des Bereichs Wasser werden keine mitigierenden Maßnahmen gefordert.

Der Bereich Wasser gibt folgende Empfehlungen:

- Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/L (statt 100 µg/L in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO-Dosierung verfeinern zu können, mit dem Ziel eines geringeren NaClO-Verbrauchs, eines geringeren Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und einer geringeren Bildung von AOX.
- In Anbetracht der beträchtlichen Anzahl versiegelter Flächen im KKW, der Häufigkeit und des Volumens der Überflutung der Sammelbecken für Sanitärabwasser des KKW in die Schelde in der Ausgangssituation und während der Betriebsphase 2015-2018, der Tatsache, dass die Umweltqualitätsstandards für N, P und CSV für die Schelde in der Ausgangssituation und der Betriebsphase 2015-2018 nicht eingehalten werden, und der zu erwartenden Perioden mit Starkregen im Winter und schweren Gewittern und Wasserknappheit im Sommer aufgrund des Klimawandels, empfiehlt sich für den Bereich Wasser die Prüfung der Durchführbarkeit der folgenden Maßnahmen auf Konzeptebene mit den besten verfügbaren Techniken (BVT):
 - Quellenorientierte Maßnahme: Bei neuen Projekten Untersuchung der Abkopplung des Regenwassers vom Sanitärabwasser und der Möglichkeiten zur Wiederverwendung von Regenwasser, Versickerung oder Pufferung gemäß den BVT. Hierbei müssen die durch den Klimawandel bedingten stärkeren Bemessungsniederschläge berücksichtigt werden. Das High-Impact-Szenario bietet einen guten Bezugsrahmen, um KKW-1 und KKW-2 klimabeständiger zu machen.
 - End-of-pipe-Maßnahme: Untersuchung der Schaffung eines zusätzlichen Sammelbeckens für Sanitärabwasser mit BVT zur Reduzierung des Überlaufs.

3.3 Lärm & Vibrationen

3.3.1 Ausgangssituation

Das KKW hat ins Freie emittierende Lärmquellen, die Auswirkungen auf die Umwelt haben können. Es wird unterschieden zwischen kontinuierlichen Quellen und Quellen, die nur für einen begrenzten Teil der Zeit in Betrieb sind, wie z. B. Notfallaggregate und -pumpen. Anpassungen im Rahmen des LTO können Änderungen der Lärmemissionen des KKW nach sich ziehen, sowohl in Bezug auf die gesamte Lärmemission als auch in Bezug auf eine quellspezifische Lärmemission.

Zur Bestimmung des Umgebungslärms wurden 2009 und 2014 Messungen an drei Messpunkten durchgeführt, die sich an der Geländegrenze bzw. etwa 200 m von dieser entfernt befanden. Während dieser Messungen war das KKW in Betrieb, aber natürlich beeinflussen auch andere Lärmquellen den Umgebungslärm (z. B. Industrieanlagen auf der anderen Seite der Schelde). Diese Messungen zeigen,

dass die Umweltqualitätsnorm nachts südlich und vor allem nördlich des KKW überschritten wird. Bei dem Messpunkt im Westen ist dies nicht der Fall, allerdings liegt dieser weiter von anderen (KKW-unabhängigen) Industrieanlagen entfernt. In diesem letzten Punkt sehen wir 2014 einen Rückgang des Umgebungslärms im Vergleich zu 2009, wobei der Wind aus dem Industriegebiet kommt.

In den Jahren 2009 und 2014 wurden die Schallleistungspegel der KKW-Quellen umfassend inventarisiert. Die Hauptlärmquellen des KKW sind die beiden Kühltürme, gefolgt von den Hilfskühlern und dann die Maschinenräume sowie die Belüftung der Bunker und Reaktorgebäude.

Die Berechnungen für die Situation in den Jahren 2013-2014 zeigen, dass die spezifische Lärmemission des KKW, d. h. die von der Anlage verursachte Lärmbelastung, abends und nachts an zwei Auswertungspunkten in der Schelde den Richtwert überschreitet, was hauptsächlich auf den Lärmbeitrag der Kühltürme zurückzuführen ist. Da diese an einem Standort mehr als 10 dB(A) beträgt, muss der Betreiber hierfür selbst einen Sanierungsplan erstellen. Im Hinblick auf die Lärmbelastung durch die Kühltürme wurde bereits 2010 eine Sanierungsstudie erstellt. Die Studie kam jedoch zu dem Schluss, dass die möglichen Sanierungsmaßnahmen aus wirtschaftlicher und sicherheitstechnischer Sicht nicht gerechtfertigt sind. Der Ausschuss für Nachfolgefragen hat diese Studie und die Entscheidungen akzeptiert.

Die Berechnungen zeigen auch, dass der Einfluss der kontinuierlichen Quellen des KKW auf den Umgebungslärm in einer Entfernung von 200 m von der Geländegrenze in den nördlichen, südlichen und westlichen Zonen (landwirtschaftlicher Bereich) begrenzt negativ ist, negativ im Nordosten und signifikant negativ im Osten (Schelde, Naturschutzgebiet). Im Bereich der nächstgelegenen Wohnhäuser (weiter als 200 m entfernt) sind die Auswirkungen begrenzt negativ bis vernachlässigbar.

Die diskontinuierlichen Quellen, das sind die Notfallaggregate und Notfallpumpen, werden zu Test- und Wartungszwecken nur kurzzeitig aktiviert, es sei denn im Notfall. Daher wurde eine durchschnittliche zeitgewichtete Auswirkung bestimmt. Dieser Einfluss bleibt deutlich unter dem der kontinuierlichen Quellen. Die kumulierten Auswirkungen der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Quellen, die nur während des Tages feststellbar sind, da die Notfallaggregate nur tagsüber getestet werden, bedingen mit Ausnahme der beiden zuvor genannten Punkte in der Schelde (tagsüber) keine Überschreitung des Richtwerts. Allerdings ist der Beitrag der diskontinuierlichen Quellen hier vernachlässigbar gering.

Es ist davon auszugehen, dass das KKW keine Zunahme des Umgebungslärms für die betrachteten Wohngebiete in den Niederlanden verursacht.

3.3.2 Folgenabschätzung

Im Zeitraum 2015-2019 wurden nochmals Umgebungslärmmessungen an den drei zuvor genannten Messstellen durchgeführt. Der Umgebungslärm bleibt bei Wind aus Richtung des KKW relativ stabil.

Die Lärmemission der kontinuierlichen Quellen ändert sich weder infolge des LTO noch der endgültigen Abschaltung der Blöcke Doel 1 und 2. Die Lärmemissionen aller diskontinuierlichen Quellen steigen im Vergleich zu 2013-2014 um vernachlässigbare 0,2 dB(A). Dies ist auf einige Quellen (Dieselgeneratoren

und Dieselpumpen) zurückzuführen, die neu hinzugefügt wurden. Diese Quellen sind jedoch LTO-unabhängig.

Die im Rahmen der Anpassungen für den LTO durchgeführten Arbeiten verursachen selbst eine vernachlässigbare Zunahme des Umgebungslärms.

Generell lässt sich sagen, dass für die verschiedenen Betriebsphasen im Vergleich zur Ausgangssituation 2013-2014 keine ausgeprägten Lärmbelastungen zu erwarten sind. Die Abweichungen an den Auswertungspunkten beschränken sich für alle Betriebsphasen auf weniger als 0,5 dB(A).

Zusätzliche mitigierende Maßnahmen werden daher für die kommenden Betriebsphasen nicht formuliert.

3.4 Luft & Klima

3.4.1 Ausgangssituation

Die Luftqualität in der Umgebung des KKW (ca. 1 km) kann mit den Messstationen der VMM [Flämische Umweltgesellschaft] beurteilt werden. Die geltenden Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub, Kohlenmonoxid und Benzo(a)pyren werden eingehalten. Allerdings werden die empfohlenen Werte der Weltgesundheitsorganisation nicht immer eingehalten, insbesondere gilt dies für den Feinstaub.

Die gelenkten Emissionen des KKW – dies sind Emissionen mit einem messbaren Volumendurchsatz – stammen aus verschiedenen Verbrennungsanlagen: Hilfskesseln, Notstromgruppen und Heizungsanlagen. Unter normalen Umständen fallen beim Testen dieser Anlagen nur Emissionen aus den Hilfskesseln und Notfallgruppen an.

Die Emissionen können auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs (Diesel oder Gasöl), der Anzahl Betriebsstunden und der Emissionsfaktoren anhand der Literatur geschätzt werden. Dies betrifft Emissionen von Kohlenmonoxid, Stickoxiden, Schwefeloxiden und Feinstaub. Stickoxide sind der Hauptschadstoff beim Frachtbetrieb.

Nicht-gelenkte Emissionen, z. B. aus Tanks mit wässrigen Ammoniak- und Hydrazin-Lösungen, sind aufgrund der Art der Produkte (geringe Flüchtigkeit) oder der Anwendung von Emissionsschutzmaßnahmen nicht relevant.

Die Dampffahnen der Kühltürme, die an den Betrieb der Kraftwerke Doel 3 und 4 gekoppelt sind, enthalten Salz, da das natürliche brackige Scheldewasser verwendet wird. Die Salzablagerungen in der Umgebung werden auf ca. 0,25 g/m² pro Monat geschätzt.

Die Dampffahnen selbst haben aufgrund der Höhe der Kühltürme keinen Einfluss auf das Mikroklima.

Im Rahmen seiner Verpflichtungen als energieintensive Einrichtung (hauptsächlich durch den Verbrauch von Elektrizität) verfügt das KKW über einen konformen Energieplan. Durch Energiesparmaßnahmen konnte das KKW den Stromverbrauch der nicht-technischen Gebäude reduzieren.

Das KKW erstellt auch einen jährlichen Überwachungsbericht über seine Treibhausgasemissionen. Im Jahr 2014 betragen die berechneten Emissionen 1411 Tonnen CO₂. Da diese CO₂-Emissionen unter normalen Bedingungen ausschließlich aus der Erprobung der Verbrennungsanlagen stammen, die für den sicheren Betrieb von Nuklearanlagen erforderlich sind, dürfte es in Zukunft nicht zu großen Schwankungen bei diesen Emissionen kommen.

3.4.2 Folgenabschätzung

Die Auswirkungen der im Rahmen der Anpassungen für den LTO durchgeführten Arbeiten auf die Luftqualität, z. B. die Auswirkungen der Staub- und Abgasemissionen von Baustellenmaschinen und Lastwagen, werden aufgrund des begrenzten Umfangs der Arbeiten und ihres vorübergehenden Charakters als begrenzt negativ bis vernachlässigbar bewertet.

Die Auswirkungen der im Rahmen des LTO geplanten neuen Dieselgruppen sind vernachlässigbar. Für die neuen Dieselaggregate, die im Rahmen des langfristigen Betriebs vorgesehen sind, gelten nämlich wesentlich strengere Emissionsgrenzwerte als für die bestehenden Anlagen. Die Auswirkungen der Stickoxidemissionen auf die Luftqualität sind vernachlässigbar, sowohl während des Betriebs von Doel 1 und 2 als auch bei der Null-Variante, bei der die Dieselgeneratoren nicht mehr getestet werden (nach der endgültigen Stilllegung).

Die Salzemissionen aus den Kühltürmen werden sich nicht ändern. Schließlich sind die Kühltürme nur mit Doel 3 und 4 verbunden. Die Reaktoren von Doel 1 und 2 werden über ein Wasser-Wasser-Kühlsystem gekühlt (nicht über die Kühltürme). Das Umlaufwasser im Kühlturm bleibt daher unabhängig vom Betrieb von Doel 1 und 2 unverändert.

Es sind keine mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Die grenzüberschreitenden oder kumulativen Auswirkungen sind vernachlässigbar.

Die jährlichen CO₂-Emissionen im Zeitraum 2000-2019 bewegten sich im Allgemeinen zwischen 1000 und 2000 Tonnen. Die direkten Emissionen sind daher sehr begrenzt. Bei der Null-Variante werden diese Emissionen noch stärker begrenzt.

Es ist jedoch mit indirekten Auswirkungen zu rechnen, da bei gleichem oder steigendem Energiebedarf die Fehlenergie bei einer Abschaltung der Kraftwerke Doel 1 und 2 anderweitig gedeckt werden muss. Kernenergie ist eine kohlenstoffarme Energiequelle. Eine jüngste Veröffentlichung der Internationalen Energieagentur unterstreicht, dass ohne weitere Laufzeitverlängerungen bestehender Kernkraftwerke oder neue Projekte zusätzlich vier Milliarden Tonnen CO₂ ausgestoßen werden könnten. Dem Bericht zufolge wird ein Mix von Technologien, einschließlich der Kernenergie, für die Energiewende benötigt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die indirekten CO₂-Emissionen bei der Null-Variante höher (gewesen) wären, denn wenn Doel 1 und 2 abgeschaltet werden, muss mehr Strom aus dem Ausland importiert werden, wobei dieser importierte Strom teilweise aus fossilen Energiequellen stammt.

Natürlich sind dies Annahmen, die mit einer großen Unsicherheit behaftet sind. Ein unerwünschter Nebeneffekt der Laufzeitverlängerung von Doel 1 und 2 könnte zum Beispiel darin bestehen, dass

Investitionen in erneuerbare Energien unterbleiben. Diese potenzielle Auswirkung kann jedoch im Rahmen dieses UVP nicht abgeschätzt werden.

3.5 Biodiversität

3.5.1 Ausgangssituation

3.5.1.1 Lage der Naturräume

In der Umgebung des KKW befinden sich mehrere wertvolle Naturräume und Schutzgebiete. Diese Gebiete liegen größtenteils an den Ufern der Schelde und sind sowohl auf europäischer als auch auf flämischer Ebene geschützt.

3.5.1.1.1 Natura-2000-Gebiete

Die natürliche Struktur des abgegrenzten Untersuchungsgebietes umfasst auf europäischer Ebene hauptsächlich die folgenden besonderen Schutzgebiete:

- **BE2301336 Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘**
Dazu gehören das Poldergebiet am linken Ufer, das derzeit größtenteils vom Hafen eingenommen wird, sowie ein kleineres Poldergebiet am rechten Ufer, der Galgeschoor und der Groot Buitenschoor. Das KKW-Gelände auf dem linken Ufer ist von dem Vogelschutzrichtlinien-Gebiet umgeben und überlappt dieses teilweise. Durch die Vereinnahmung dieses Vogelschutzgebietes am linken Ufer durch die Hafen-Infrastruktur (u. a. das Deurganck-Dock) ging viel Natur verloren. Um diesen Verlust an Naturwerten zu kompensieren, wurde eine Reihe von Flächen abgegrenzt und als Ausgleichsflächen, so genannte Kompensationsgebiete, geschaffen. In der Nähe des KKW befinden sich der Paardenschor, Doelpolder Noord und der Brakke Kreek als angelegte Kompensationsgebiete. Doelpolder Midden befindet sich noch in der Entwicklung;
- **BE2300006 Habitatrichtlinien-Gebiet ‚Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent‘** Dazu gehören die Scheldefahrinne sowie die ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘ und das Paardenschor-Gebiet außerhalb der Deiche. Das KKW liegt am Rande der Schelde und dieses Habitatrichtlinien-Gebiets.

Beide besonderen Schutzgebiete überschneiden sich an den Ufern der Schelde.

Das Vogelschutzrichtlinien-Gebiet BE2300222 ‚De Kuifeend en de Blokkersdijk‘ und das Habitatrichtlinien-Gebiet BE2100045 ‚Historische fortengordels van Antwerpen als vlermuizenhabitat‘ [Historische Stadtbefestigung von Antwerpen als Fledermaushabitat] befinden sich in mehr als 3 km Entfernung zum KKW-Gelände. Sie liegen aufgrund ihrer entfernteren Lage zum KKW-Standort außerhalb des Einflussbereichs des KKW-Betriebs im Hinblick auf die zu erwartenden Auswirkungen des KKW-Betriebs auf die Biodiversität.

Auf niederländischem Gebiet liegt das ‚Verdronken land van Saeftinghe‘ als Teil des Natura-2000-Gebiets ‚Westerschelde & Saeftinghe‘; es ist als Vogel- und Habitat-Gebiet ausgewiesen (NL9803061). Dieses Gebiet liegt gut 3 km nördlich des KKW und damit außerhalb des Untersuchungsgebietes. Andere

Natura-2000-Gebiete in den Niederlanden wie die Oosterschelde, das Markiezaat und der Brabantse Wal liegen noch weiter vom KKW entfernt (> 10 km). Diese Gebiete befinden sich aufgrund ihrer entfernteren Lage zum Standort außerhalb des Einflussbereichs der KKW-Aktivitäten hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen auf die Biodiversität .

3.5.1.1.2 Ramsar-Gebiete

Ramsar-Gebiete sind Feuchtgebiete (Wetlands) von internationalem Rang, die aufgrund ihrer Bedeutung für Wasservögel, Artenvielfalt und Fischpopulationen ausgewiesen wurden.

Der **Galgeschoor**, **Groot Buitenschoor** und die **Schorren van Ouden Doel** sind als Ramsar-Gebiete ausgewiesen (Ramsar Nr. 327). Die Entfernungen vom Galgeschoor und Groot Buitenschoor zum KKW betragen 1,2 km bzw. 2,7 km; diese Gebiete befinden sich am rechten Scheldeufer. Der Schor van Ouden Doel befindet sich neben dem KKW-Gelände in weniger als 1 km Entfernung und damit innerhalb des Untersuchungsgebiets. Die Ramsar-Gebiete liegen an den Scheldeufern und überschneiden sich mit dem Gebiet der Vogelschutzrichtlinie und dem der Habitat-Richtlinie.

3.5.1.1.3 VEN-Gebiete

Die ‚**Slikken en schorren langs de Schelde**‘ sind als Große Natureinheiten (GEN) ausgewiesen (Gebiet Nr. 304), sie sind Teil des Flämischen Ökologischen Netzwerks (VEN). Das KKW-Gelände grenzt an dieses VEN-Gebiet an.

Die Fahrrinne der Schelde mit den angrenzenden Schlickten und Schorren ist durch den Gezeiteffekt sehr dynamisch und hat einen sehr hohen ökologischen Wert. Die hohe natürliche Produktivität des Ökosystems spiegelt sich in der gesamten Nahrungskette wider, sowohl in Bezug auf die Arten als auch auf deren Umfang. Wichtig ist der Gradient Salz-Brack-Süß in den Gezeitenzonen. Aufgrund ihrer landschaftsprägenden Struktur diese Strecke auch als Wanderroute von wandernden Tierarten genutzt. Die Uferbereiche der Schelde bilden entlang der Schelde wichtige Verbindungszonen zwischen den größeren Naturgebieten (Verdronken land van Saefinghe), den verbliebenen großen Brackwassergebieten (Galgeschoor, Groot buitenschoor, Schor van Ouden Doel) und den jüngeren Kompensationsgebieten mit Schlickten und Schorren (Ketenisseschor, Paardenschor, Prosperpolder, Lillo-Potpolder usw.). Die Uferzonen haben also eine wichtige Netzwerkfunktion. Diese angeführten Bereiche sind allesamt Teil dieses VEN-Gebiets. Zu diesem abgegrenzten VEN-Gebiet gehören auch die Scheldeufer in der Nähe des KKW.

Die VEN-Gebiete an den Scheldeufern überschneiden sich mit dem Gebiet der Vogelschutzrichtlinie, dem der Habitat-Richtlinie sowie dem des Ramsar-Gebiets.

3.5.1.1.4 Naturschutzgebiete

Die **Schorren van Ouden Doel** sind ein offizielles Naturschutzgebiet (Schutzgebiet Nr. E-110), das sich am linken Scheldeufer befindet. Dieses überschneidet sich mit dem Gebiet der Vogelschutzrichtlinie, dem Gebiet der Habitatrichtlinie, dem Ramsar-Gebiet und dem VEN-Gebiet. Der Schor van Ouden Doel liegt nördlich des KKW-Geländes in weniger als 1 km Entfernung. In der weiteren Umgebung längs der Schelde befinden sich der **Galgeschoor** und der **Groot Buitenschoor** (Schutzgebiet Nr. E-021), diese beiden Naturschutzgebiete liegen am rechten Scheldeufer in 1,2 km bzw. 2,7 km Entfernung zum KKW.

3.5.1.1.5 Andere für die Natur relevante Gebiete

Weitere relevante Gebiete in der Nähe des KKW sind der **Hedwigerpolder** und **Prosperpolder**. Der Prosperpolder befindet sich nordwestlich des KKW in einem Mindestabstand von 0,9 km. Daran schließt sich der Hedwigerpolder an, der auf der anderen Seite der Grenze in den Niederlanden liegt, in einem Mindestabstand von 2,1 km. Beide Gebiete sind Teil des grenzüberschreitenden Gezeitengebiets, das sich in Entwicklung befindet. Diese Polder schließen an das Verdrunken Land von Saefinghe an und bilden ein Naturschutzgebiet von internationaler Bedeutung mit ca. 4.000 ha.

In der Nähe des KKW befinden sich der **Paardenschor**, **Doelpolder Noord** und der **Brakke Kreek** als angelegte **Kompensationsgebiete**. Diese Gebiete schließen sich an den Schor van Ouden Doel und den Hedwigerpolder an, sie sind seit einigen Jahren wichtige Gebiete für die Artenvielfalt.

Die anderen Zonen um das KKW sind als Poldergebiete erhalten geblieben (**Doelpolder**, **Arenbergpolder**). Diese Poldergebiete sind Teil des Vogelschutzrichtlinien-Gebiets am linken Ufer. Der Doelpolder Midden kann auf absehbare Zeit noch als Gezeitengebiet (**Kontrolliert reduziertes Gezeitengebiet (KRG) Doelpolder**) zusammen mit dem Wiesenvogelgebiet Doelpolder Noord entwickelt werden. Aufgrund des Wegfalls der GRUP-Abgrenzung Seehafengebiet Antwerpen – Hafententwicklung Linkes Ufer¹ kann diese Naturentwicklung nicht wie geplant stattfinden.

Die Schelde und ihre unmittelbare Umgebung sind ein **faunistisch wichtiges Gebiet**. Laut dem Flämischen Atlas der Risiken für Vögel bei Windkraftanlagen [Vlaamse risicoatlas vogels-windturbines] (INBO, 2011) gibt es auf den Schlickten und Schorren, Poldern und Docks verschiedene Brutgebiete, Wiesenvogelgebiete, Schlafplätze und Nistgebiete für Vögel. Die Schelde ist eine wichtige Zugroute für Vögel. Viele Arten kommen hierher, um zu rasten oder zu überwintern. In der Umgebung des Doel-Standorts gibt es viele überfliegende Vögel, die zu ihrem Schlafplatz fliegen, dort Halt machen oder fressen. Das KKW wird fast vollständig vom Nistgebiet Beveren Linkeroever Polders umschlossen. Weitere wichtige Gebiete sind die Zeeschelde – niederländische Grenze – Lillo (Nistgebiet), Linkeroever (Brutgebiet), Galgeschoor und der Groot Buitenschoor (Brut- und Nistgebiet), das Kanaldock B2, Kanaldock B3, die Zandvliet-Schleuse, das Doel-Dock und das Deurganck-Dock.

Die Zugrouten der Vögel meiden das KKW-Gelände als solches, aber in der Umgebung des Standorts gibt es einen regen Verkehr durch die Schlafplätze, Futterstellen und wegen der saisonalen Wanderung. Die KKW-Kühltürme sind seit 1996 dank der Anbringung eines Nistkastens ein Brutplatz für

¹ Am Freitag, 12. Mai 2017, hat der Staatsrat den Regionalen Raumordnungsplan (GRUP) zur Abgrenzung des Hafengebiets von Antwerpen vom April 2013 für das linke Scheldeufer aufgehoben. Infolgedessen wurden die Enteignungspläne für die Ortschaften Ouden Doel und Rapenburg sowie für die Naturräume Prosperpolder Zuid Phase 1, Doelpolder Midden, Nieuw Arenberg Phase 1 und Grote Geule aufgegeben. Am rechten Scheldeufer bleibt der GRUP in vollem Umfang gültig. Dem Staatsrat zufolge sind die Entwicklung des Hafens und die Entwicklung der Natur am linken Ufer untrennbar miteinander verbunden. Da der Rat bereits am 20. Dezember 2016 den GRUP für die Hafententwicklung aufgehoben hat, vertritt er die Meinung, dass nun auch der GRUP für die Natur aufgehoben werden sollte. Das bedeutet, dass alle Gebiete, die im GRUP als Natur ausgewiesen wurden (Prosperpolder Zuid Phase 1, Nieuw Arenberg Phase 1, Doelpolder Midden und Grote Geule) nun wieder unter die Zonierung des Regionalplans 1978 fallen. Große Teile des linken Scheldeufers werden nun wieder einer gemischten land- und hafentwirtschaftlichen Nutzung zugeführt. Der Staatsrat hatte bereits eine Ausnahme für den westlichen Teil des Logistikparks Waasland gemacht und bestätigt dies nun, so dass die Bestimmung als Hafen an diesem Standort erhalten bleibt.

Wanderfalken. Im Folgenden wird die Anzahl der Wanderfalken dargestellt, die im Zeitraum 2013-2019 an diesem Brutplatz geboren wurden:

- 2013: 1
- 2014: 3
- 2015: 4
- 2016: keine
- 2017: 4
- 2018: 3
- 2019: keine

3.5.2 Folgenabschätzung

3.5.2.1 Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

3.5.2.1.1 LTO-Arbeiten

Die Beschreibung der Arbeiten, die im Zusammenhang mit den Anpassungen für einen langfristigen Betrieb (LTO) durchgeführt wurden, findet sich im allgemeinen Teil der UVP (s. Kapitel 1).

3.5.2.1.1.1 Eutrophierung und Versauerung durch atmosphärische Deposition

Während der Arbeiten für den LTO-Anpassungen ergaben sich Emissionen aus den Abgasen von Baustellenmaschinen und Lastwagen (Verbrennung fossiler Brennstoffe) diese umfassen CO, CO₂, unverbrannte Kohlenwasserstoffe, NO_x, SO₂ und Partikel (PM_{2,5} und PM₁₀).

Der Anteil der Emissionen durch Baumaschinen und den Baustellenverkehr schwankte von Tag zu Tag; sie wurden im Vergleich zu den anderen Emissionsquellen am Standort und in der Umgebung, z. B. dem (Schiffs-)Verkehr, als eher gering eingestuft. Die versauernde und eutrophierende Wirkung durch die Baustellenmaschinen und den Baustellenverkehr wird unter Berücksichtigung des temporären Charakters als nicht signifikant negativ für die Lebensräume in der Umgebung des KKW bewertet.

3.5.2.1.1.2 Ruhestörung:

Aus dem Bereich Lärm ergibt sich, dass die im Rahmen der Anpassungen für den LTO durchgeführten Arbeiten per se eine vernachlässigbare Zunahme des Umgebungslärms verursachten. Die Ruhestörung in Bezug auf die Fauna wird daher als vernachlässigbar angesehen.

3.5.2.1.2 Eutrophierung und Versauerung durch atmosphärische Deposition

Die Eutrophierung und Versauerung durch atmosphärische Deposition infolge des KKW-Betriebs werden im Vergleich zur Situation ohne den KKW-Betrieb wie folgt beurteilt:

- Die **Stickstoffdeposition** in der Betriebsphase des KKW beträgt in der zukünftigen Situation max. 0,071 kg N/(ha. Jahr), was geringer ist als 5 % der kritischen Depositionswerte für die N-Deposition der europäischen Lebensraumtypen in der näheren Umgebung des Betriebsgeländes. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Stickstoffdepositionen des KKW im vorliegenden Projekt keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Eutrophierung der umliegenden europäischen Lebensraumtypen im Habitatrichtlinien-Gebiet ,Schelde- en Durmeestuarium van

de Nederlandse grens tot Gent‘ und auf die Schlick- und Schorrenvegetation im (sich teilweise überschneidenden) VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langsheen de Schelde‘ haben.

- Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im vorliegenden Projekt bewerteten **versauernden Depositionen** des KKW keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Ökosysteme im Untersuchungsgebiet haben, da die versauernde Deposition des KKW höchstens 5,06 Zeq/ha.Jahr beträgt, was weniger als 5 % der kritischen Depositionswerte für die versauernde Deposition der Ökosysteme in der Umgebung des Betriebsgeländes ausmacht. Daher sind durch die Versauerung infolge der betrieblichen Aktivitäten des KKW keine signifikant negativen Auswirkungen auf die umliegenden europäischen Lebensraumtypen im Habitatrictlinien-Gebiet ‚Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent‘ und auf die Schlick- und Schorrenvegetation im (sich teilweise überschneidenden) VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langsheen de Schelde‘ zu erwarten.

3.5.2.1.3 Ruhestörung:

Die Ruhestörung durch den Betrieb des KKW in der Ausgangssituation 2013-2014, die auch der Ruhestörung in der Betriebsphase 2015-2018 entspricht, kann im Vergleich zur Situation ohne den KKW-Betrieb wie folgt bewertet werden:

- Östlich des KKW reicht die 55 dB-Lärmkontur in das Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘, welches auch als VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘ und als Ramsar-Gebiet ausgewiesen ist. Daraus lässt sich schließen, dass diese Schilf- und Schlickgebiete entlang der Schelde infolge des KKW-Betriebs einer starken Lärmbelastung ausgesetzt sind. Die hier lebenden Artengruppen (kleine Singvögel, Haubentaucher, Lappentaucher, Austernfischer & Säbelschnäbler usw.) reagieren empfindlich bis sehr empfindlich gegenüber Lärmbelastungen. Andererseits handelt es sich um eine kontinuierliche Lärmbelastung, so dass davon auszugehen ist, dass die hier lebende Vogelwelt ein gewisses Maß an Gewöhnung zeigen wird. Die Ruhestörung entlang der Schilf- und Wattflächen an den Scheldeufern infolge des nahe gelegenen KKW wird mit negativ bewertet. Die Lärmkonturen von 50 dB und 45 dB reichen nicht bis zum Galgeschoor auf der anderen Seite der Schelde.
- Nördlich des KKW reichen die Belästigungskonturen von 50 dB- und 45 dB nicht in das offizielle Naturschutzgebiet ‚Schor Ouden Doel‘ (vernachlässigbare Auswirkungen).
- Westlich und südlich des KKW ist die 50 dB-Lärmkontur weitgehend auf das KKW-Gelände selbst beschränkt. Zudem gibt es nur eine geringe Überschneidung mit dem Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘. Die 50 dB-Lärmkontur überschneidet sich nicht mit dem VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘. Teile der Scheldeufer liegen im Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘ bzw. im VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘. Die Ruhestörung durch den KKW-Betrieb in den Poldergebieten westlich und südlich des KKW wird als begrenzt nachteilig bewertet.

3.5.2.1.4 Wasserentnahme

- Das KKW entnimmt das Kühlwasser aus der Schelde an zwei separaten, räumlich getrennten Entnahmestellen: eine Entnahmestelle für die Kühlung der Blöcke Doel 1 und Doel 2 und eine weitere, 1991 in Betrieb genommene Entnahmestelle für Doel 3 und Doel 4. Das Wasser wird

stets zuerst durch ein Sieb geleitet, um eventuell vorhandene Objekte herauszufiltern und Verstopfungen der Leitungen zu vermeiden. Dies wird jedoch für die beiden Entnahmestellen unterschiedlich gehandhabt.

- Bei der Entnahmestelle für das Kühlwasser von Doel 1 und 2 erfolgt die mechanische Reinigung außerhalb des Deiches, auf Höhe der Wasserentnahmestelle mittels Gitterrosten. So können keine Fische und Krustentiere in den Kühlwasserkreislauf gelangen. Daher wird an dieser Entnahmestelle keine Fisch- oder Krustentiersterblichkeit beobachtet.
- Für Doel 3 und 4 ist das System anders. Es wurde eine Form der Kühlwasserentnahme gewählt, bei der das Wasser zunächst gravitativ aus der Schelde in eine Sammelgrube auf das Gelände selbst geleitet wird. Von dieser Grube aus wurde das Wasser dann über ein System von rotierenden Bandfiltern geleitet. 1997 wurde am Wassereinlauf eine Fischschutzanlage mit einem fischgerechten Filtersystem und einem Abflusskanal installiert. Dabei halten Schallwellen Fische von der Entnahmestelle fern. Diese Geräuschentwicklung schreckt die Fische ab und reduziert ihren Eintritt in die Wasserentnahme. Basierend auf dem von der KU Löwen durchgeführten Monitoring (Maes *et al.*, 1996), bei dem festgestellt wurde, dass die tägliche Fangmenge für Fische und Krebstiere ohne Fischschutzsystem 22 437 bzw. 50 248 Individuen betrug, kann festgestellt werden, dass im Rahmen der Wasserentnahme mit dem Fischschutzsystem für Doel 3 und 4 durchschnittlich 1010 Fische und fast keine Krebstiere pro Tag sterben. Verglichen mit der Tatsache, dass laut Studie der KU Löwen (Maes *et al.*, 1996) ca. 18 Mio. Fische und 7 Mio. Krebstiere pro Stunde das Kernkraftwerk passieren, sind die Auswirkungen durch die diversen Maßnahmen auf ein vernachlässigbares Maß reduziert. Daraus lässt sich folgern, dass keine signifikant negativen Auswirkungen hinsichtlich der Mortalität von Fischen und Krebstieren in der Nähe der Wasseraufnahme zu erwarten sind. An der Kapazität der Wasserentnahmestellen in der Schelde ändert sich infolge des Projekts nichts.

3.5.2.1.5 Ableitung von Kühlwasser

Die Ableitung von Kühlwasser wird im Vergleich zur Situation ohne den KKW-Betrieb folgendermaßen bewertet:

- Die empfindlichste Tiergruppe gegenüber thermischen Einleitungen sind Fische. Die letale Temperatur für Fische ist stark artenabhängig. Im Temperaturbereich von 10 bis 22°C sind bei Fischen in der Regel keine Auswirkungen festzustellen. Es gibt einen Stressbereich zwischen 22 und 28 bis 30 °C, und erst ab 28 °C kommt es zu signifikantem Stress mit tödlichen Folgen. Daraus kann gefolgert werden, dass unter durchschnittlichen Bedingungen und nahezu ganzjährig keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Fischfauna zu erwarten sind. Nur die empfindlichsten Arten werden die Zone, die der Einleitstelle am nächsten liegt, meiden, indem sie sich von ihr schwimmend entfernen. Arten-spezifische Daten über das Vermeidungsverhalten und die Schreckreaktionen von Fischen auf Kühlwassereinleitungen wurden in der Literatur jedoch nicht gefunden, daher basiert die Bewertung hauptsächlich auf letalen Temperaturen. Im Innenbereich des Wellenbrechers, ab 850 m flussabwärts der Einleitstelle, sinkt die Temperatur im Winter und Frühjahr auf unter 10 °C (Monitoring-Kampagnen Arcadis 2012), so dass hier die niedrige Temperatur erreicht wird, die Fischarten wie Kaulbarsch und Stint für die Induktion der Reproduktion benötigen.

- Die Beprobung von Wasserorganismen innerhalb der KKW-Kühlwasserfahne durch INBO im Jahr 2013 (Breine & Van Thuyne) zeigte, dass sich die Fischfauna eher im Innenbereich des Wellenbrechers aufhält, wo eine höhere Wassertemperatur herrscht. Außerdem ist dieser Bereich weniger dynamisch als außerhalb des Wellenbrechers. Die Anwesenheit von Seebarschen, einer wärmeliebenden Meerestierart, deutet darauf hin, dass diese Art den Innenbereich des Wellenbrechers als Winterrefugium nutzt. Die Seezunge findet sich innerhalb und in der Nähe des Wellenbrecherbereichs. Einige Arten nutzen den aufgewärmten Innenbereich des Wellenbrechers als Jungtierbereich. Es gibt also einige Anzeichen dafür, dass es eine erhöhte Abundanz von wärmeliebenden einheimischen Arten (Seebarsch und Seezunge) innerhalb des Wellenbrechers gibt. Schließlich kann die Einleitung von Kühlwasser für das Überleben von thermophilen exotischen Arten wichtig sein. Die Beprobung aquatischer Organismen innerhalb der Kühlwasserfahne des KKW durch INBO im Jahr 2013 (Breine & Van Thuyne) ergab, dass das Vorkommen exotischer Arten im Innenbereich des Wellenbrechers nicht nennenswert ist und dass man nicht von einer erhöhten Abundanz exotischer Arten innerhalb des Wellenbrechers sprechen kann.
- Basierend auf der obigen Erörterung der Auswirkungen werden die Folgen der KKW-Kühlwassereinleitung auf die aquatischen Lebensgemeinschaften in der Unteren Schelde als nicht signifikant negativ eingestuft.

3.5.2.1.6 Einleitung von chemischen Substanzen

Während des KKW-Betriebs fallen folgende Abwässer an: Sanitärabwasser, Industrieabwasser und Kühlwasser. Die Einleitung von Nährstoffen in die Schelde kann zur Eutrophierung führen. Die Einleitung von Gefahrstoffen in die Schelde kann ökotoxikologische Auswirkungen haben:

- Eutrophierung:
 - Bei den Nährstoffparametern Nitrat + Nitrit + Ammonium und Orthophosphat wird im Vergleich zur Situation ohne den KKW-Betrieb ein im Jahresdurchschnitt vernachlässigbarer Beitrag für den Bereich Wasser ermittelt. Somit ist im Jahresmittel keine signifikant eutrophierende Wirkung durch die KKW-Einleitungen in die Schelde zu erwarten. Im Bereich Wasser wurde ein häufiges Überlaufen der Auffanggruben für Sanitärabwasser festgestellt. Obwohl die Belastung eher begrenzt ist, können diese Überläufe in der Schelde nahe am KKW im inneren Bereich des Wellenbrechers, in den die Sanitär- und Industrieabwässer sowie das Kühlwasser aus dem KKW geleitet werden, Spitzenwerte bei der Nährstoffkonzentration verursachen.
 - Es ist davon auszugehen, dass das häufige Überlaufen der KKW-Auffanggruben für Sanitärabwässer in begrenztem Umfang zur Problematik der Schelde-Eutrophierung beiträgt, zumindest lokal an der Einleitstelle des KKW im Innenbereich des Wellenbrechers. Inwieweit dies jedoch zu einer Zunahme von Algenblüten und einer reduzierten Sichtbarkeit für jagende Fische, zu Verschiebungen in der Artenzusammensetzung des Phytoplanktons und zu einer Zunahme der Biomassenproduktion der höheren trophischen Ebenen im Innenbereich des Wellenbrechers führt, ist eine Wissenslücke. Unbekannt ist auch, welchen kumulativen Einfluss die physikalischen Eigenschaften (Gezeitendynamik, Verweilzeit, Trübung, Tiefe) und der Temperaturanstieg im Innenbereich des Wellenbrechers, in den die Einleitung der Sanitär- und Industrieabwässer sowie des Kühlwassers aus dem KKW erfolgt,

auf den Grad der Eutrophierung haben. Van Damme et al. (2003) und Brys et al. (2006) stellen fest, dass die Phytoplankton-Gemeinschaften in der Brackwasserzone keine Bewertung des ökologischen Zustands zulassen. Eine vollständige Untersuchung der Phytoplankton-Gemeinschaften wird daher für die Beurteilung der Auswirkungen in der UVP als nicht sinnvoll erachtet. Um die Überläufe des KKW-Sanitärabwassers zu mindern, wurde vom Bereich Wasser empfohlen, die Machbarkeit der Abkopplung des Regenwassers vom Sanitärabwasser (quellenorientierte Maßnahme) und die Möglichkeit der Einrichtung eines zusätzlichen Auffangbeckens für Sanitärabwasser (End-of-Pipe-Maßnahme) auf Konzeptebene mit den besten verfügbaren Techniken zu untersuchen.

- Ökotoxikologische Auswirkungen:
 - Zur Vermeidung von „Biofouling“ wird dem Kühlwasser Natriumhypochlorit (NaOCl) zugegeben. Unter Biofouling versteht man den Prozess, bei dem sich hauptsächlich sessile Organismen wie Austern, Muscheln usw. an den Zu- und Ablaufleitungen von Kühlsystemen festsetzen. Die Zugabe von Natriumhypochlorit NaOCl soll diesem Biofouling entgegenwirken.
 - Das NaClO reagiert unter Bildung von Chloriden. Im eingeleiteten Kühlwasser wird kein Aktivchlor oberhalb der Nachweisgrenze ($<100 \mu\text{g/L}$) gefunden. Aktivchlor gilt als akut toxischer Stoff. Bei Aktivchlor scheint die Konzentration, von der Fische nicht beeinträchtigt werden, unter $1 \mu\text{g/l}$ zu liegen. Aktivchlor ist nicht sehr beständig und verschwindet relativ schnell im Oberflächenwasser (die Abbaubarkeit liegt in der Größenordnung von Minuten). Die Umwandlungsrate wird jedoch von vielen Faktoren (Temperatur, Durchmischungsgrad im Oberflächenwasser, Reduktionsmittelgehalt) beeinflusst (Berbee, 1997). Der Gehalt an Aktivchlor im abgeleiteten KKW-Kühlwasser liegt unter $100 \mu\text{g/l}$. Es kann gefolgert werden, dass bei Einleitung von Aktivchlor für kurze Zeit akute toxikologische Wirkungen auf Wasserorganismen lokal um die Einleitungsstelle auftreten können (begrenzt negative Wirkung).
 - Derzeit basiert die Dosierung von NaClO im KKW auf der Analyse des überschüssigen Aktivchlors und der Erfahrung mit den Kühlturmfüllkörpern. Eine eventuelle zusätzliche Dosierung erfolgt auf Basis der Überwachung des biologischen Wachstums an Kontrollplatten in den Kühltürmen und Gewichtsmessungen an den Füllkörpern. Im eingeleiteten Kühlwasser wird kein Aktivchlor oberhalb der Nachweisgrenze gefunden ($<100 \mu\text{g/L}$). Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. $10 \mu\text{g/L}$ (statt $100 \mu\text{g/L}$ in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO -Dosierung verfeinern zu können, mit dem Ziel eines geringeren NaClO -Verbrauchs, eines geringeren Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und einer geringeren Bildung von AOX.

3.5.2.2 Betriebsphase in der zukünftigen Situation (Zeitraum 2019-2025)

Die Auswirkungen von Eutrophierung und Versauerung, Lärmbelastung, Wasserentnahme, Kühlwassereinleitung und Chemikalien werden sich in der LTO-Situation, wie oben erläutert, nicht signifikant von den Emissionen der Ausgangssituation unterscheiden. Es gibt keine zusätzlichen Auswirkungen der LTO-Situation im Vergleich zur Ausgangssituation.

3.5.2.3 Definitive Stilllegung (Zeitraum 2025-2029)

Die definitive Stilllegung des KKW beginnt im Jahr 2025 und endet im Jahr 2028. Nach der endgültigen Stilllegung kann mit dem Rückbau der Reaktoren begonnen werden, sobald die erforderlichen Genehmigungen vorliegen. Die Phase der definitiven Stilllegung besteht aus drei Abschnitten, in denen sich das KKW schrittweise von einem Kernkraftwerk über ein Nasslager von verstrahltem Kernbrennstoff zu einem Gebäude mit aufzubereitenden radioaktiven Abfällen entwickelt. Während der Phase der definitiven Stilllegung finden nur solche Arbeiten statt, die durch die aktuelle Bewilligung abgedeckt sind.

Fazit: Die Hauptmerkmale des Zeitraums der definitiven Stilllegung sind, dass diese Periode in die Verlängerung der aktuellen KKW-Laufzeit fällt (= mit fortgeführten KKW-Prozessen) und dass die Prozesse der aktuellen Genehmigung entsprechen. Die Luft-, Lärm- und Wasseremissionen und die sich daraus ableitenden Auswirkungen auf die Biodiversität werden mit der Ausgangssituation vergleichbar oder geringer sein.

Es wird kein Unterschied zwischen den Auswirkungen einer definitiven Stilllegung in den Jahren 2015-2019 und einer Stilllegung in den Jahren 2025-2029 erwartet.

3.5.2.4 Null-Variante

3.5.2.4.1 Eutrophierung und Versauerung durch atmosphärische Deposition

Die maximale Stickstoffdeposition der betrachteten Emissionen bei der Null-Variante beträgt 0,035 kg N/(ha.Jahr), was geringer ist als 5 % der kritischen Depositionswerte für die N-Deposition der europäischen Lebensraumtypen in der näheren Umgebung des Betriebsgeländes. Die modellierte Kontur der Stickstoffdeposition erreicht nicht die Schlicke und Schorren am rechten Scheldeufer.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Stickstoffdepositionen des KKW, die im Rahmen der Null-Variante im vorliegenden Projekt beurteilt werden, keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Eutrophierung der umliegenden europäischen Lebensraumtypen im Habitatrüchlinien-Gebiet ‚Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent‘ und auf die Watt- und Schorrenvegetation im (sich teilweise überschneidenden) VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langsheen de Schelde‘ haben.

Die maximale Stickstoffdeposition des KKW bei der Null-Variante beträgt 2,507 Zeq/(ha.Jahr), was weniger als 5 % der kritischen Depositionswerte für die versauernde Deposition der europäischen Lebensraumtypen in der näheren Umgebung des Betriebsgeländes ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die in der Null-Variante des Projekts bewerteten versauernden KKW-Depositionen keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Ökosysteme im Untersuchungsgebiet haben werden. Daher sind durch die Versauerung im Rahmen des KKW-Betriebs keine signifikant negativen Auswirkungen auf die umliegenden europäischen Lebensraumtypen im Habitatrüchlinien-Gebiet ‚Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent‘ und auf die Schlick- und Schorrenvegetation im (sich teilweise überschneidenden) VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langsheen de Schelde‘ zu erwarten.

3.5.2.4.2 Ruhe störung:

Die Ruhe störung durch den KKW-Betrieb in der Null-Variante kann wie folgt bewertet werden:

- Östlich des KKW reicht die 55 dB-Lärmkontur in das Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘, welches auch als VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘ und als Ramsar-Gebiet ausgewiesen ist. Daraus lässt sich schließen, dass diese Schilf- und Schlickgebiete entlang der Schelde infolge des KKW-Betriebs einer starken Lärmbelastung ausgesetzt sind. Die die hier lebenden Artengruppen (kleine Singvögel, Haubentaucher, Lappentaucher, Austernfischer & Säbelschnäbler usw.) sind empfindlich bis sehr empfindlich gegenüber Lärmbelastungen. Andererseits handelt es sich um eine kontinuierliche Lärmbelastung, so dass davon auszugehen ist, dass die hier lebende Vogelwelt ein gewisses Maß an Gewöhnung zeigen wird. Die Ruhestörung durch den KKW-Betrieb entlang der Schilf- und Wattflächen an den Scheldeufern in der Nähe des KKW, wird mit negativ bewertet. Die Lärmkonturen von 50 dB und 45 dB reichen nicht bis zum Galgeschoor auf der anderen Seite der Schelde.
- Nördlich des KKW reichen die Belästigungskonturen von 50 dB- und 45 dB nicht in das offizielle Naturschutzgebiet ‚Schor Ouden Doel‘ (vernachlässigbare Auswirkungen).
- Westlich und südlich des KKW ist die 50 dB-Lärmkontur weitgehend auf das KKW-Gelände beschränkt und es gibt nur eine geringe Überschneidung mit dem Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘. Die 50 dB-Lärmkontur überschneidet sich nicht mit dem VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘. Teile der Scheldeufer liegen im Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘ bzw. im VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘. Die Ruhestörung durch den KKW-Betrieb in den Poldergebieten westlich und südlich des KKW wird als begrenzt nachteilig bewertet.

3.5.2.4.3 Wasserentnahme

Die Blöcke Doel 1 und 2 werden nicht mehr in Betrieb sein, daher wird deren Wasserentnahme und Kühlkreislauf nicht mehr genutzt werden. Da an der Entnahmestelle für das Kühlwasser von Doel 1 und 2 keine Sterblichkeit von Fischen oder Krebstieren beobachtet wird, weil am Einlauf Gitter angebracht wurden, werden für die Auswirkungen der Wasserentnahme auf die Organismen in der Zeeschelde am KKW in der Null-Variante (= Nicht-LTO-Situation) keine Änderungen erwartet.

3.5.2.4.4 Ableitung von Kühlwasser

Die thermische Belastung der Schelde durch das Kühlwasser wird voraussichtlich um ca. 60 % sinken. Die Größe der Wärmefahne in der Schelde wird daher voraussichtlich ebenfalls abnehmen. Dies kann sich positiv auf Phytoplankton, Zooplankton, die Makroinvertebraten und Fischgemeinschaften im Innenbereich des Wellenbrechers auswirken, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel, wie der Bewertung der thermischen Auswirkungen der Kühlwassereinleitung in der Betriebsphase 2015-2018 des Basisprojekts zu entnehmen ist.

Die Signifikanz dieses positiven Effekts hängt vom Grad der Kontraktion der Wärmefahne im Vergleich zur Ausgangssituation ab, die anhand der aktuellen Daten jedoch nur schwer abzuschätzen ist, sowie von der zu erwartenden Klimaentwicklung.

3.5.2.4.5 Einleitung von chemischen Substanzen

Es wird davon ausgegangen, dass die Schadstoffkonzentrationen in den eingeleiteten Sanitär- und Industrieabwässern die gleichen sind wie in der Ausgangssituation. Eine drastische Reduzierung des Aufkommens an Sanitär- und Industrieabwässern ist jedoch nicht zu erwarten. So hat der Auftraggeber

keinen drastischen Rückgang festgestellt, wenn ein Block außer Betrieb war. Nur der Verbrauch von Stadtwasser für den Dampfkreislauf wird voraussichtlich leicht zurückgehen. Es ist nicht möglich, diese Abnahme zu quantifizieren. Bei der Null-Variante treten die gleichen Auswirkungen für die Eutrophierung auf wie bei dem Basisprojekt.

Es ist davon auszugehen, dass die Schadstoffkonzentrationen im Kühlwasser, einschließlich der Temperatur und der Chloride, die gleichen sind wie in der Ausgangssituation. Bei der Null-Variante dürften die gleichen potenziellen ökotoxikologischen Auswirkungen auftreten wie im Basisprojekt. Für die Überwachung des Aktivchlors im Kühlwasser entsprechend der Schockdosierung von NaOCl empfiehlt sich zur Überwachung des Aktivchlors der Einsatz eines Online-Messensors mit einer Nachweisgrenze von ca. 10 µg/L (statt 100 µg/L in der bestehenden Situation). Dies, um die NaClO-Dosierung verfeinern zu können, mit dem Ziel eines geringeren NaClO-Verbrauchs, eines geringeren Aktivchlorgehalts im eingeleiteten Kühlwasser und einer geringeren Bildung von AOX.

3.5.2.5 Kumulierte Effekte

Die folgenden Pläne/Projekte sind potenziell relevant in Bezug auf kumulative Auswirkungen beim KKW-Betrieb:

- Sigma-Plan
- Doelpolder Noord
- Hedwige- und Prosperpolder
- Schaffung eines KRG Doelpolders

Die Bauphase der o. g. Pläne/Projekte wird zu Lärmbelastungen in Bereich des KKW führen, die mit dem KKW-Betrieb zu einer kumulativen Lärmbelastung führen können. Mit den derzeit verfügbaren Informationen über die o. g. Pläne/Projekte lässt sich diese kumulative Lärmbelastung weder quantifizieren oder noch qualitativ beurteilen.

Für die Betriebsphase der o. g. Pläne/Projekte werden keine kumulativen Auswirkungen durch den KKW-Betrieb auf die Biodiversität erwartet.

3.5.2.6 Grenzüberschreitende Auswirkungen

An der niederländischen Grenze, in einer Entfernung von ca. 3,4 km zur Einleitstelle des KKW, können die Auswirkungen der Kühlwassereinleitung höchstens als leicht negativ betrachtet werden. Dies basiert auf den fünf Monitoring-Kampagnen zum Temperatureinfluss des Doel-Kühlwassers auf die Schelde (Arcadis, 2012). Dieser Temperaturanstieg nimmt weiter flussabwärts auf niederländischem Gebiet langsam ab.

3.5.3 Monitoring

Es werden keine Überwachungsmaßnahmen für notwendig erachtet.

3.5.4 Mitigierende Maßnahmen und Empfehlungen

Es werden keine mitigierenden Maßnahmen für notwendig erachtet.

3.5.5 Wissenslücken

Es wurden keine Literaturangaben zur Temperatur gefunden, bei der eine Fluchtreaktion bei Fischen infolge einer Temperaturänderung einsetzt, daher wird in der UVP die Folgenabschätzung unter Bezugnahme auf die letale Temperatur durchgeführt.

Eine vollständige Erhebung der Phytoplankton-Gemeinschaften ist nicht verfügbar. Van Damme *et al.* (2003) und Brys *et al.* (2006) gehen davon aus, dass die Phytoplankton-Gemeinschaften in der Brackwasserzone keine Bewertung des ökologischen Zustands zulassen. Daher wird eine vollständige Untersuchung der Phytoplankton-Gemeinschaften nicht als sinnvoll erachtet, um die Auswirkungen des Temperaturanstiegs durch die Kühlwassereinleitung und den Sanitärabwasserüberlauf aus dem KKW in der UVP zu beurteilen.

3.6 Landschaft, architektonisches Erbe & Archäologie

3.6.1 Ausgangssituation

Der Standort des KKW ist aus allen Richtungen eine wichtige Landmarke in der offenen und flachen Polderlandschaft, vor allem wegen der 168 Meter hohen Kühltürme, die die Aussicht auf das Kraftwerk dominieren. Je mehr man sich dem Kraftwerk nähert, desto mehr erscheinen die typischen kuppelförmigen Reaktorgebäude als Landmarken. Die Kühltürme und das gesamte Kernkraftwerk bilden eine Bake in der Landschaft. Der erzeugte Strom wird über Luftleitungen sowohl in südliche als auch in nördliche Richtung geleitet.

Vom Polder aus ist die rückwärtige Hafenlandschaft sichtbar. Es lässt sich jedoch nicht sagen, dass der KKW-Standort vollständig mit dem industriellen Hintergrund verschmilzt. Dafür sind die Entfernungen zum rechten Ufer oder bis zum Deurganckdok – den nächstgelegenen Industriegebieten – zu groß.

Die offenen Polder stehen in starkem Kontrast zum Hafen und den Industrieanlagen. Das offene Agrarland wird von bepflanzten Deichen begrenzt, in den Poldern der Schelde finden sich kleine Dörfer und Weiler. Die Deiche sind ein sehr typisches Merkmal dieses Landschaftsgebiets mit einem hohen Reliktwert und sind oft auch mit wichtigen Naturwerten verbunden. Die wichtigsten Landschaftselemente der Polder sind die Deiche, Gräben und Bäche.

Die „Schlicke und Schorren des Oude Doel“, die sich in der Nähe und stromabwärts des KKW Doel befinden, sind als kulturhistorische Landschaft geschützt.

In der Nähe des KKW findet sich verstreut architektonisches Erbgut. Dies betrifft vor allem die Bauernhöfe und Wohnungen. Auch die Schule, die Pfarrei, die Pfarrkirche, der Bahnhof und die Windmühle von Doel wurden in diesem Inventar des architektonischen Erbes erfasst.

Das Betriebsgelände des KKW ist im Norden und Osten vom Landschaftsgebiet ‚Brackwasserschoren entlang der Schelde nördlich von Antwerpen‘ umgeben.

In der Nähe des KKW wurden in der Vergangenheit keine bekannten archäologischen Spuren gefunden. Die ursprünglichen Böden (Polder, Schlicker und Schorren) auf dem KKW-Gelände sind mit Baggergut aufgeschüttet worden. Mögliche archäologische Relikte können sich unter diesen Anhöhen befinden.

3.6.2 Folgenabschätzung

Die Auswirkungen der Arbeiten, die im Zusammenhang mit den Anpassungen für einen langfristigen Betrieb und die Betriebsphase des KKW in der zukünftigen Situation durchgeführt wurden, können für den Bereich Landschaft, architektonisches Erbe & Archäologie als vernachlässigbar veranschlagt werden.

Schließlich sind die Arbeiten und die neuen Anlagen durch die bestehenden Gebäude und Deiche weitgehend abgeschirmt bzw. fügen sich in den aktuellen industriellen Kontext des Standorts ein. Die Aushubarbeiten beschränkten sich auf die Aufschüttung, so dass es zu keiner Störung des archäologischen Erbes kam. Auf dem Gelände gibt es keine weiteren Erbgüter, die beeinträchtigt werden könnten.

Saurer Regen aufgrund von Luftverschmutzung mit Auswirkungen auf das Kulturerbe und die Landschaftselemente ist nicht zu erwarten. Für die neuen Dieselaggregate, die im Rahmen des langfristigen Betriebs vorgesehen sind, gelten wesentlich strengere Emissionsgrenzwerte als für die bestehenden Anlagen. Darüber hinaus wird schwefelarmes Gasöl verwendet. Die Emissionen der neuen Anlagen werden im Vergleich zu den Gesamtemissionen der Aggregate Doel 1 und Doel 2 vernachlässigbar gering sein.

Die visuelle Beeinträchtigung des KKW auf die Landschaft wird sich während der definitiven Stilllegung nicht verändern. Die Dieselaggregate werden wie in der Ausgangssituation weiterlaufen. Die Emissionen sind jedoch zu gering, als dass sie durch Versauerung zu einer Beeinträchtigung der Landschaftsrelikte und -erbe führen könnten.

Bei der Null-Variante wurden im Rahmen der Laufzeitverlängerung von Doel 1 und 2 keine Arbeiten vorgenommen. Für den Bereich Landschaft, architektonisches Erbe & Archäologie kann daraus geschlossen werden, dass es keinen Unterschied zwischen der definitiven Stilllegung im Jahr 2015 oder im Jahr 2025 gibt.

Für den Bereich Landschaft, architektonisches Erbe & Archäologie sind keine mitigierenden Maßnahmen oder Empfehlungen notwendig.

Im Bereich Landschaft, architektonisches Erbe & Archäologie treten keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auf.

3.7 Mensch – Gesundheit und Sicherheit

3.7.1 Ausgangssituation

Die zu untersuchenden umweltbedingten Gesundheitsstressoren sind Lärmbelastung, Schatten durch die Wasserdampffahne, Infektionsgefahr durch Legionellen und psychosomatische Aspekte. Auch die Sicherheit und die Folgen nicht-nuklearer Störfälle werden erörtert.

Die Umweltqualitätsnorm für Umgebungslärm in den Abend- und Nachtstunden wird bereits leicht überschritten, auch wenn das KKW nicht in Betrieb wäre. Das KKW selbst trägt bei normalem Betrieb weniger als 2 dB(A) zum Umgebungslärm in Höhe der nächstgelegenen Wohnhäuser bei. Dieser Unterschied ist nicht hörbar. Da die Umweltqualitätsnorm bereits überschritten ist, bewerten wir den Beitrag dennoch als geringfügig negativ.

Die weiße Wasserdampffahne aus den Kühltürmen kann in kurzer Entfernung (ca. 3 km) die Anzahl der Sonnenstunden beeinflussen. Die Verringerung der Anzahl Sonnenstunden ist jedoch im Vergleich zu den natürlichen Schwankungen vernachlässigbar. Außerdem befindet sich der Großteil der Wohnbebauung in größerer Entfernung zum Kraftwerk. Die Auswirkungen werden daher als begrenzt negativ bis vernachlässigbar bewertet.

Aufgrund der offenen Kühltürme gilt für das KKW die Legionellenverordnung. Legionellenbakterien können schwere Lungenentzündungen verursachen. Die Kühltürme, die Schelde-Wasser nutzen, stellen aufgrund des hohen Salzgehalts kein Risiko einer Legionellenkontamination dar. Nur die Hilfskühltürme von Doel 1 und 2 werden mit Stadtwasser auf Niveau gehalten. Unter der Voraussetzung, dass der Legionellen-Präventionsplan Beachtung findet, ist das Risiko einer Legionellenkontamination durch die Kühltürme jedoch vernachlässigbar.

Psychosomatische Beschwerden hängen von der Risikowahrnehmung ab. Es liegen keine spezifischen Daten zur Risikowahrnehmung des Kernkraftwerks Doel vor. Es gibt jedoch Daten zur allgemeinen Einstellung der Bevölkerung gegenüber der Kernenergie und dem Nuklearsektor. Die Umfragen zeigen, dass 53 % über die Risiken eines Atomunfalls besorgt sind. Außerdem stimmen 52 % der Aussage zu, dass die Atomreaktoren in Belgien sicher betrieben werden. 14 % stimmen dem nicht zu. Angesichts des relativ hohen Vertrauens in die Sicherheit der belgischen Kernreaktoren ist die hohe Risikowahrnehmung von Kernreaktorunfällen somit überraschend. Möglicherweise sind die Menschen auch über Unfälle im Ausland mit Auswirkungen auf Belgien besorgt.

Beim KKW sind Gefahrstoffe vorhanden, die aufgrund ihrer Menge zu einem (nicht-nuklearen) Störfall führen können. Dabei handelt es sich um Gasöl, Wasserstoff, Hydrazin, Kaliumchromat und diverse Stoffe in kleinen eingelagerten Verpackungen. Bewertet wurden das externe menschliche Risiko (das Risiko des Todes von Personen außerhalb des KKW) und das Umweltrisiko bei schweren Unfällen, die beim KKW auftreten können.

Die maximalen Wirkdistanzen von Ereignissen mit einem standortspezifischen Sterberisiko von 1 % reichen nicht über die Standortgrenzen hinaus. Das Risiko, dass jemand außerhalb des KKW infolge eines schweren KKW-Unfalls verstirbt, wird daher als völlig vernachlässigbar angesehen.

Die umweltgefährdenden Stoffe sind Hydrazin und Gasöl. Für die Anlagen mit diesen Produkten wurde eine qualitative Umweltrisikoaanalyse durchgeführt. Dies ist eine qualitative Ursachen- und Wirkungsanalyse. Die Analyse ergibt, dass dank der getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung der Freisetzung von Hydrazin und Gasöl und zur Begrenzung von Umweltfolgeschäden das verbleibende Umweltrisiko vernachlässigbar gering ist.

3.7.2 Folgenabschätzung

Im Rahmen des LTO erfolgen keine Anpassungen, die die gesundheitsrelevanten Umweltstressoren signifikant beeinflussen.

Die Lärmbelastung, die Änderung der Sonnenscheindauer und die Risikowahrnehmung gegenüber dem KKW werden sich durch den langfristigen Betrieb von Doel 1 und 2 oder durch die für den LTO erforderlichen Anpassungen nicht ändern. Mit der Abschaltung von Doel 1 und 2 würden die Hilfskühltürme dieser Kraftwerke kein Kühlwasser mehr benötigen, so dass die Legionellengefahr nach der endgültigen Stilllegung vollständig entfallen würde. Da das Risiko jedoch bereits als vernachlässigbar eingestuft wurde, ist dieser Effekt per Saldo nicht signifikant.

Im Falle der definitiven Stilllegung von Doel 1 und 2 würden etliche Gefahrstoffe entweder zu Beginn oder am Ende dieses Prozesses entfernt. Das externe menschliche Risiko sowie das Umweltrisiko in Bezug auf Anlagen mit derartigen Stoffen werden dann ebenfalls abnehmen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Risiken für Umwelt und Menschen infolge von Störfällen mit gefährlichen Stoffen während oder nach der definitiven Stilllegung von Doel 1 und 2 (= Null-Variante) etwas geringer als beim LTO-Szenario und in beiden Fällen vernachlässigbar sind.

Die Auswirkungen der Lärmbelastung, der Schattenbildung durch die Wasserdampffahne und das Infektionsrisiko für Legionellen sind in den Niederlanden angesichts der Entfernung zum KKW vernachlässigbar.

Aber auch die Menschen in den Niederlanden sind möglicherweise besorgt über das Risiko eines nuklearen Unfalls im KKW. Es wird erwartet, dass sich die Risikowahrnehmung gegenüber dem KKW insgesamt (und eventuelle psychosomatische Auswirkungen) im Vergleich zur LTO-Situation nicht ändern (vernachlässigbarer Effekt).

3.8 Mensch – Mobilität

3.8.1 Ausgangssituation

Die für den täglichen Betrieb des KKW erforderlichen Transporte erfolgen hauptsächlich über die Straße. Das Verkehrsaufkommen wird hauptsächlich durch die Fahrzeuge des Mitarbeiter und der Subunternehmer auf dem Weg zum und vom Standort verursacht. Am Doel-Kraftwerk gibt es keine einzige Bushaltestelle. Es gibt zudem die Transporte zwecks Versorgung und Wartung der Anlagen. Das

KKW verfügt auch über einen Kai an der Schelde, an dem schweres Material angeliefert werden kann. Dieser Kai wird eher sporadisch genutzt.

Der (Schwer-)Verkehr zum und vom Kernkraftwerk erfolgt über den Waasland-Hafen, genauer gesagt über das Deurganck-Dock, mit einer Anbindung an die R2. Diese Straßen durchqueren keine Wohngebiete. Neben dieser Hauptstrecke gibt es natürlich noch eine Reihe anderer Straßen, auf denen der Verkehr durch die Polder verläuft, möglicherweise über Kieldrecht und die N451 direkt zur Anbindung an die Schnellstraße N49 Antwerpen-Knokke. Von der R2 gibt es eine Verbindung zur A12, zur E34, zur N70, zur E17 bzw. zur E19.

Das KKW verfügt über einen Parkplatz mit ca. 1.500 Stellplätzen für die Fahrzeuge der Mitarbeiter und Subunternehmer. Im Durchschnitt sind etwa 1.700 Personen auf dem Gelände anwesend (tagsüber), diese Präsenz entspricht in etwa 1.300 Fahrzeugen (PKW, LKW, Lieferwagen usw.).

Der Personentransport zum und vom Standort findet zu Spitzenzeiten statt, während die Lieferungen per LKW den ganzen Tag über zu erwarten sind. Eine Sättigung des lokalen Straßennetzes von und zum KKW findet nicht statt. Allerdings ist starker Verkehr im morgendlichen und abendlichen Berufsverkehr möglich.

In der Ausgangssituation wurde keine Verkehrszählung durchgeführt. Das genaue Verkehrsaufkommen an den Kreuzungen ist daher nicht bekannt.

3.8.2 Folgenabschätzung

Das durch KKW-Transporte verursachte Verkehrsaufkommen auf der Zufahrtsstraße zum KKW ist zu Spitzenzeiten signifikant und außerhalb dieser Zeiten vernachlässigbar.

Die Arbeiten im Zusammenhang mit den Anpassungen für den LTO und während der Betriebsphase des KKW in der künftigen Situation bedingen einen leichten Anstieg der Zahl der Transporte infolge des Baustellenverkehrs bzw. der zusätzlichen Mitarbeiter. Die Transporte zur Versorgung der Baustelle mit Material sowie die Abtransporte von Abfallstoffen und wiederverwendbaren Materialien erfolgten hauptsächlich außerhalb der Spitzenzeiten. Die Zahl der Beschäftigten bei einer Laufzeitverlängerung von Doel 1 und 2 wird leicht um ca. 11 % steigen. Unter Berücksichtigung eines Sättigungsgrades (außerhalb der Spitzenzeiten) kann die Auswirkung auf die Verkehrsbewältigung höchstens als begrenzt negativ bewertet werden.

Während der definitiven Stilllegung wird es einen allmählichen Personalabbau mit einer begrenzten Zunahme der Materialtransporte geben. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Verkehrssituation werden als vernachlässigbar gering eingeschätzt.

Bei der Null-Variante wäre ab 2015 mit einem Personalabbau zu rechnen, der sich auf die Verkehrssituation nur unwesentlich auswirken würde. In der LTO-Situation erfolgt dieser Abbau erst nach 2025.

Auf der Grundlage der Folgenabschätzung werden keine mitigierenden Maßnahmen für notwendig erachtet. Es sind jedoch einige Empfehlungen abzugeben:

- Weitere Konzentration auf nachhaltige Verkehrsträger wie das Fahrrad. Dies kann durch den Bau von ausreichend komfortablen (überdachten) Fahrradparkplätzen weiter gestärkt werden. Initiativen wie Firmenfahrräder, Fahrradprämien, Duschmöglichkeiten und Bike-Sharing können ebenfalls dazu beitragen, den Weg zur und von der Arbeit nachhaltiger zu gestalten.
- Fahrgemeinschaften fördern. Dies hat eine positive Auswirkung auf das Verkehrsaufkommen und den Parkplatzbedarf. Durch die Förderung von Fahrgemeinschaften innerhalb des Unternehmens (z. B. reservierte Fahrgemeinschaftsparkplätze, Fahrgemeinschaftsprämie, Carpool-System) sowohl bei den Festangestellten als auch bei den Subunternehmern kann das Kernkraftwerk das erzeugte Verkehrsaufkommen reduzieren und nachhaltiger gestalten.

Kumulative Effekte sind bei dem komplexen Projekt „Realisierung zusätzlicher Containerumschlagkapazitäten im Hafengebiet von Antwerpen“ nicht zu erwarten. Angesichts der Art und Größe des Projekts kann davon ausgegangen werden, dass dieses bis 2025 nicht (vollständig) realisiert sein wird. Wenn das zweite Gezeitendock und der Logistikbereich Drie Dokken während der Stilllegung (Zeitraum 2025-2029) realisiert würden, müsste eine neue Anbindung an das Untersuchungsgebiet in Richtung R2 eingeplant werden. In dem komplexen Projekt müssten Maßnahmen ergriffen werden, um die Verkehrsbewältigung zu gewährleisten.

Es gibt keine anderen Projekte in der Umgebung, von denen kumulative Auswirkungen zu erwarten sind.

Es gibt keine grenzüberschreitenden Auswirkungen im Bereich Mobilität.

3.9 Abfall

3.9.1 Ausgangssituation

Nicht-radioaktiven Abfall gibt es in fester, gasförmiger und flüssiger Form. Zu den festen Abfällen zählen Filter, Bauschutt, Computerabfälle, Lampen, Papier und Hausmüll. Zu den flüssigen Abfällen gehören Altöle, Entfettungsmittel, Chemikalien und Klärschlamm. Bei einigen Abfällen kann es sich um Restgase von Kühlmitteln handeln.

Feste und gasförmige Abfälle werden so weit wie möglich extern recycelt und flüssige Abfälle werden geklärt. Nur wenn dies nicht möglich ist, werden Verbrennung, Deponierung und Entsorgung in Betracht gezogen. Dies wird von externen zugelassenen Abfallentsorgungsbetrieben durchgeführt. Die zugelassenen Abfallsammler und in der Folge die zugelassenen Abfallentsorger haften für die Folgen ihrer Tätigkeit. Die Umweltgenehmigung für diese Abfallsammler und Abfallentsorger enthält Auflagen, um die durch die Entsorgung und Verwertung von Abfällen verursachte Umweltbelastung zu begrenzen.

Im KKW Doel werden Abfälle getrennt gesammelt. Zu diesem Zweck gibt es diverse Sammelstellen. Das KKW erfasst, wie viel Abfall von wem entsorgt wird und wo er aufbereitet wird. Diese Buchhaltung erfüllt die gesetzlichen Anforderungen.

Trotz des großen Gesamtabfallvolumens beträgt die Menge des Restmülls (nach der Trennung verbleibender Anteil) dank der entsprechenden Maßnahmen nur etwa 5 % des Gesamtgewichts. Im Jahr

2006 wurde noch ein Spitzenwert von mehr als 1000 m³ Restmüll verzeichnet. Danach ging die Menge des Restabfalls zurück. Jedes Jahr wird die Optimierung der Abfallpolitik des KKW in Form einer Reihe konkreter Maßnahmen (Vermeidung, Trennung und Recycling) in die Umweltzielsetzungen aufgenommen. Im darauffolgenden Jahr wird bewertet, inwieweit die Maßnahmen wirksam umgesetzt wurden. Dies erklärt den rückläufigen Trend bei der Menge des Restabfalls. Im Jahr 2014 betrug die Gesamtmenge des herkömmlichen Abfalls 4.830 Tonnen, davon 193 Tonnen Restabfall.

3.9.2 Folgenabschätzung

Im Rahmen der Anpassungen für den langfristigen Betrieb (LTO) fiel eine entsprechende Menge Abfall an. Für den aufgrund des LTO erzeugten Abfall liegen keine Zahlen vor. Nach Durchführung der LTO-Maßnahmen unterscheidet sich die Abfallmenge nicht wesentlich von der Ausgangssituation. Im Falle einer definitiven Stilllegung werden jedoch zusätzliche Abfälle anfallen. Darüber hinaus fällt auch während des normalen Betriebs des Kernkraftwerks Abfall an. Das KKW ist jedoch nach Kräften bestrebt, die Auswirkungen nicht-radioaktiver Abfälle auf die Umwelt zu reduzieren. Der Abfall wird selektiv gesammelt, getrennt und anhand seiner spezifischen Eigenschaften entsorgt.

Das Umweltmanagementsystem für Abfallströme entspricht der internationalen Norm ISO14001 und der europäischen EMAS-Verordnung. Die VLAREMA- und VLAREBO-Bestimmungen werden ebenfalls eingehalten. Weitere mitigierende Maßnahmen oder Empfehlungen werden nicht als notwendig erachtet.

Bei einer definitiven Stilllegung des KKW im Jahr 2015 (= Null-Variante) fiel weniger Gesamtabfall an als bei einer Laufzeitverlängerung von Doel 1 und 2 bis 2025. Dies betrifft die Abfälle im Rahmen der Bau- und Aushubarbeiten sowie die Abfälle aus dem normalen Betrieb von Doel 1 und 2.

Es gibt keine grenzüberschreitenden oder kumulativen Auswirkungen im Bereich Abfall.

3.10 Störfallbedingte Situation

Die maximalen Wirkdistanzen eines nicht-radiologischen Störfalls bei KKW-1 und KKW-2 reichen nicht über die Standortgrenzen hinaus. Das Potenzial für Umweltfolgen ändert sich durch die LTO-Arbeiten oder durch den längeren Betrieb des KKW-1 und KKW-2 nicht wesentlich. Es werden keine signifikant negativen Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der umliegenden BSG-Gebiete erwartet.

4 Auswirkungen der radiologischen Aspekte

Die UVP listet die Umweltfolgen des Projekts und der Alternative im Vergleich zur Ausgangssituation auf. Zu diesem Zweck wurden die folgenden radiologischen Umweltaspekte untersucht

- Direktstrahlung an der Standortgrenze
- Strahlenbelastung der Mitarbeiter
- Radioaktive gasförmige Ableitungen
- Radioaktive flüssige Ableitungen
- Radioaktiver Abfall
- Verbrauchte Brennelemente
- Gesamte effektive Folgedosis² im Normalbetrieb
- Störfälle

Um die Umweltfolgen abzubilden, werden die folgenden Themen zu jedem Aspekt beschrieben:

Thema	Beschreibung
Methodologie	Mit welcher Methode wird eine Umweltfolge gemessen und wie wird die Messung durchgeführt?
Ausgangssituation	Wie war der Zustand der Umwelt vor der Umsetzung des Projekts oder der Null-Variante?
Umweltfolgen des Projekts	Welche Auswirkungen hat die Durchführung des Projekts auf die Umwelt?
Umweltfolgen der Null-Variante	Auswirkungen auf die Umwelt bei Umsetzung der Null-Variante
Kumulative Auswirkungen (sofern relevant)	Das Ausmaß der Umweltfolgen, addiert über die gesamte Laufzeit des Projekts
Grenzüberschreitende Auswirkungen	Sind Umweltfolgen über die Landesgrenze hinaus zu erwarten und, wenn ja, in welchem Umfang?
Monitoring	Wie werden die relevanten Umweltfolgen von den zuständigen Stellen überwacht?
Mitigierende Maßnahmen	Sind Maßnahmen zur Verringerung der Umweltfolgen erforderlich und, wenn ja, welche?
Wissenslücken	Fehlen Informationen, um eine Umweltauswirkung angemessen zu beurteilen?

Die radiologischen Aspekte werden im Folgenden näher erläutert. Für alle Umweltaspekte gilt, dass als Folge des Projekts die von KKW-1 und KKW-2 ausgehenden potenziellen Auswirkungen für weitere zehn Jahre auftreten.

² Die Folgedosis ist die akkumulierte Dosis während es gesamten Zeitraums, in dem eine radioaktive Substanz im Körper verbleibt.

4.1 Normalbetrieb

4.1.1 Direkte Strahlung an der Standortgrenze

Praktisch die gesamte Radioaktivität auf dem KKW-Gelände befindet sich in den Kernreaktoren und den verbrauchten Brennelementen, den radioaktiven Abfällen und den Einrichtungen, in denen radioaktives Material aufbereitet und zwischengelagert wird. Die Reaktorgebäude, das BCG und das WAA-Gebäude, sind so konzipiert, dass sie praktisch die gesamte emittierte ionisierende Strahlung absorbieren. Dennoch können die verschiedenen Anlagen – wie auch die Aktivitäten auf dem KKW-Gelände – zu erhöhten Dosen führen. Um die Auswirkungen auf die Bevölkerung zu beurteilen, wird die Dosis an der Standortgrenze des KKW betrachtet. Dieser Punkt wurde gewählt, weil er dem KKW am nächsten liegt und sich dort jede beliebige Person der Bevölkerung aufhalten könnte.

Die Direktstrahlung an der Standortgrenze ist eine Komponente der gesamten effektiven Folgedosis, der eine Person der Bevölkerung durch den Betrieb des KKW ausgesetzt sein kann. Die Auswirkungen des Projekts auf die effektive Folgedosis für eine Person der Bevölkerung sind in Abschnitt 4.1.7 beschrieben.

Methodologie

Die Dosis wird an der Standortgrenze mit 24 Dosimetern gemessen. Diese Dosimeter können (wie alle anderen Arten von Dosimetern) nicht zwischen natürlicher Hintergrundstrahlung (einschließlich kosmischer Strahlung und Strahlung von Baumaterialien) und KKW-Strahlung unterscheiden. Die aktuelle Bewertung basiert auf einer Hintergrundstrahlung von 0,70 mSv pro Jahr³, was der niedrigsten beobachteten durchschnittlichen Hintergrundstrahlung im Norden Belgiens entspricht.

Ausgangssituation

Die mittlere Dosis an der Standortgrenze des KKW liegt in etwa bei der Hintergrunddosis in der Ausgangssituation. Messpunkte an der Standortgrenze in der Nähe von WAA und BCG zeigen eine leicht erhöhte mittlere Dosis. Verglichen mit der Hintergrundstrahlung (0,70 mSv pro Jahr) ist dies ein Anstieg um 0,20 mSv pro Jahr.

Die maximale Erhöhung, die durch den Betrieb des KKW auftreten darf, ist gesetzlich auf 1 mSv pro Jahr für eine Person der Bevölkerung festgelegt. Es kann daher festgestellt werden, dass in der Ausgangssituation die höchste gemessene Dosis (über der Hintergrundstrahlung) noch deutlich unter dem zulässigen Grenzwert liegt.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Während der Projektdurchführung zwischen 2015-2018 wurde an der Standortgrenze eine leicht erhöhte Dosis gemessen, verglichen mit der Ausgangssituation vor dem Projekt (2012-2014). Wie bei der Ausgangssituation wurde die höchste Dosis an den Gebäuden WAA und BCG gemessen. Dies ist etwas

³ Das Milisievert (Symbol mSv) ist eine Einheit für die Äquivalentdosis an ionisierender Strahlung, der ein Mensch in einem bestimmten Zeitraum ausgesetzt ist.

mehr als in der Ausgangssituation, liegt aber immer noch deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert der effektiven Gesamtdosis für eine Person der Bevölkerung. Obwohl keine eindeutige Quelle hierfür ausgemacht werden kann, ist der Anstieg wahrscheinlich auf die erhöhte Menge an verbrauchten Brennelementen zurückzuführen, die in dieser Phase im BCG gelagert werden.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Während der Betriebsphase (2019-2025) ist die erwartete maximale Dosis an der Standortgrenze vergleichbar mit der Dosis während der Projektphase zwischen 2015-2018. Daraus lässt sich schließen, dass das Projekt auch in dieser Phase in Bezug auf die direkte Strahlung keine signifikanten Auswirkungen auf die Umwelt hat.

Kumulierte Effekte

Die kumulative Dosis, die sich aus dem Betrieb des KKW bei der Umsetzung des Projekts ergibt und die eine Person durch direkte Strahlung aufnehmen würde, wenn sie sich ständig an der Standortgrenze aufhalten würde, beträgt 2,9 mSv (11 Jahre bei 0,27 mSv pro Jahr). Zur Veranschaulichung: Diese kumulative Dosis liegt deutlich unter der durchschnittlichen Hintergrunddosis für Belgien (43,8 mSv).

Null-Variante

Wenn keine Laufzeitverlängerung erfolgt, werden KKW-1 und KKW-2 abgeschaltet und die DSL eingeleitet. Ab diesem Zeitpunkt hat der Betrieb von KKW-1 und KKW-2 keinen direkten Einfluss mehr auf den Strahlungspegel an der Standortgrenze. Während der DSL von KKW-1 und KKW-2 wird die Direktstrahlung durch KKW-1 und KKW-2 zur Dosis an der Standortgrenze beitragen. Wie bereits beschrieben, wird der Dosisbeitrag an der Standortgrenze hauptsächlich durch die Direktstrahlung des BCG bestimmt.

Bei der Null-Variante kann nur davon ausgegangen werden, dass der beobachtete Anstieg der Dosis in der Nähe des BCG (0,07 mSv pro Jahr) nicht eintreten wird, da das Projekt bei der Null-Variante nicht umgesetzt wird.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Praktisch die gesamte Dosis, die von der direkten Strahlung des KKW ausgeht, besteht aus Gammaphotonen, deren Dosisleistung mit zunehmender Entfernung im Quadrat abnimmt. Die nächstgelegene Landgrenze ist die der Niederlande. Die Dosis an der Standortgrenze im Verhältnis zur Hintergrundstrahlung (0,7 mSv) betrug in der Ausgangssituation 0,20 mSv. An der niederländischen Grenze ergibt sich daraus eine Dosisleistung von 0,000078 mSv pro Jahr. Gemäß der niederländischen Verordnung über die grundlegenden Sicherheitsnormen liegt der zulässige Grenzwert aus direkter Strahlung, flüssigen und gasförmigen radioaktiven Ableitungen bei 0,1 mSv pro Jahr. Die Dosisleistung ist daher extrem niedrig. Da die Dosisleistung mit zunehmender Entfernung vom KKW weiter abnimmt, hat der Betrieb des KKW auch keine Auswirkungen auf weiter entfernte Länder (z. B. Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien). Grenzüberschreitende Auswirkungen durch direkte Strahlung können somit ausgeschlossen werden.

Monitoring

Die FANK betreibt in Belgien ein landesweites Netzwerk (TELERAD-Netzwerk) mit über 250 Messstationen. Dabei wird die Radioaktivität in der Luft und im Wasser kontinuierlich gemessen. Rund um das KKW wurde eine relativ große Anzahl von Messstationen eingerichtet, die kontinuierlich die

Dosis messen. Anomalien bei der Dosis lösen sofort einen Alarm aus, sobald ein Grenzwert überschritten wird.

Mitigierende Maßnahmen

Basierend auf den verfügbaren Daten erhöht sich die Direktstrahlung an der KKW-Standortgrenze nicht signifikant, es sind keine mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Wissenslücken

Es ist zu beachten, dass die an der Standortgrenze gemessenen Dosiswerte in der Größenordnung der Hintergrundstrahlung liegen. Zudem sei angemerkt, dass es keine eindeutige Erklärung für die etwas höheren Werte einiger Messpunkte im Vergleich zu den anderen Messpunkten rund um den Standort gibt. Diese Wissenslücken behindern die Entscheidungsfindung nicht, da aus Gründen der gebotenen Vorsicht die höchsten Messwerte an der Standortgrenze von KKW-1 und KKW-2 angenommen wurden.

4.1.2 Strahlenbelastung der Mitarbeiter

Im Kernkraftwerk Doel arbeiten täglich rund 2000 Menschen, sowohl interne als auch externe Mitarbeiter. Ein großer Teil davon, die nicht beruflich exponierten Mitarbeiter, sind keiner ionisierenden Strahlung (außer der Hintergrundstrahlung) ausgesetzt. Ein Teil der Mitarbeiter (die beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter) kann jedoch bei der Arbeit ionisierender Strahlung ausgesetzt sein, insbesondere bei Arbeiten in den radiologischen Zonen.

Methodologie

Die Strahlenexposition von beruflich strahlenexponierten Arbeitnehmern wird kontinuierlich überwacht, insbesondere mithilfe von Personendosimetern. Die aufgenommene Dosis wird für jeden Mitarbeiter anhand des KKW-internen Grenzwerts bewertet (10 mSv per jaar). Dieser interne Grenzwert ist die Hälfte des gesetzlichen Grenzwerts von 20 mSv für zwölf gleitend aufeinanderfolgende Monate.

Zur Ermittlung der Strahlenexposition von nicht beruflich exponierten Mitarbeitern am Standort werden die verfügbaren Dosisdaten aus den sogenannten Zeugenmonitoren herangezogen. Diese sind an repräsentativen Stellen in verschiedenen Gebäuden außerhalb der radiologischen Zone aufgestellt und werden regelmäßig abgelesen. Für nicht beruflich strahlenexponierte Arbeitskräfte liegt der gesetzliche Grenzwert bei 1 mSv pro Jahr, was dem Gesamtdosisgrenzwert für eine Person der Bevölkerung entspricht.

Ausgangssituation

In der Ausgangssituation (2012-2014) war die durchschnittliche effektive Dosis aller beruflich exponierten Mitarbeiter etwa um das Sechsfache geringer als die durchschnittliche effektive Dosis für Arbeiter in kerntechnischen Anlagen gemäß der Veröffentlichung des UNSCEA im Jahr 2000 veröffentlicht wurde (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*). Die durchschnittliche effektive Dosis aller KKW-Mitarbeiter, die beruflich exponiert sind, liegt deutlich unter dem KKW-internen Grenzwert von 10 mSv pro Jahr und damit auch deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert für beruflich exponierte Personen. Für die nicht beruflich exponierten Mitarbeiter ist die durchschnittliche Exposition auf der Grundlage der sogenannten Zeugenmonitore vernachlässigbar.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Die Durchführung von Arbeiten während der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018 wird zu einer leichten Erhöhung der Kollektivdosis (der Dosis aller Mitarbeiter zusammengerechnet) für beruflich exponierte Mitarbeiter im Hinblick auf die Ausgangssituation führen. Da jedoch mehr Mitarbeiter zur Umsetzung der LTO-Maßnahmen eingesetzt werden, liegt die durchschnittliche effektive Dosis pro Mitarbeiter immer noch deutlich unter dem KKW-internen Grenzwert von 10 mSv pro Jahr. Daraus ergibt sich, dass es in dieser Phase zu keinen signifikant negativen Auswirkungen auf beruflich exponierte Arbeitnehmer kommt.

Für die nicht beruflich exponierten Mitarbeiter können die sogenannten Zeugenmonitore wie im vorigen Abschnitt verwendet werden. Anhand der Zeugenmonitore kann geschlossen werden, dass die durchschnittliche Exposition für diese Mitarbeiter vernachlässigbar ist. Daraus kann gefolgert werden, dass die Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 keinen Einfluss auf die Dosis der nicht beruflich exponierten Arbeiter hat.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Die Dosis während der Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025) ist vergleichbar mit der Ausgangssituation.

Null-Variante

Bei der Null-Variante werden sowohl KKW-1 als auch KKW-2 definitiv stillgelegt. In diesem Fall werden die Mitarbeiter durch den Betrieb von KKW-1 und KKW-2 keiner ionisierenden Strahlung mehr ausgesetzt sein. Die Jahreskollektivdosis für beruflich strahlenexponierte Mitarbeiter ergibt sich in diesem Fall nur aus dem Betrieb des KKW-3 und KKW-4 und den DSL-Arbeiten an KKW-1 und KKW-2. Dank der radiologischen Abschirmung von KKW-1 und KKW-2 wird die Stilllegung dieser Blöcke nur geringe Auswirkungen auf die Jahresdosis der nicht beruflich exponierten Mitarbeiter haben. Electrabel geht aufgrund der in den letzten zehn Jahren in deutschen Kernkraftwerken durchgeführten DSL-Arbeiten davon aus, dass die Exposition der beruflich strahlenexponierten Arbeitnehmer deutlich geringer ist als beim Betrieb des KKW.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die belgische Gesetzgebung gilt für alle Arbeitnehmer, unabhängig von ihrem Wohnort. Damit entfallen grenzüberschreitende Auswirkungen.

Monitoring

Das Gesetz legt die Mindestüberwachung fest, die vom Arbeitgeber durchgeführt werden muss. Dies wird von der FANK kontrolliert. Die Personendosimetrie wird von einem unabhängigen, von der FANK anerkannten Institut durchgeführt. Zeugenmonitore überwachen auch die Exposition von nicht-exponiertem Personal.

Mitigierende Maßnahmen

Die Bestimmungen bezüglich der Strahlenbelastung sind für KKW-1 und KKW-2 so ausgelegt, dass die geltenden Kriterien bei Weitem erfüllt werden. Daher sind keine zusätzlichen mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Wissenslücken

Die vorhandenen Kenntnisse reichen aus, um die Auswirkungen der Strahlenbelastung infolge der Durchführung des Projekts zu bestimmen. Es gibt keine Wissenslücken, die eine sachgerechte Folgenabschätzung verhindern.

4.1.3 Radioaktive gasförmige Ableitungen

Durch den Betrieb des KKW entstehen radioaktive Gase. Diese werden in den kerntechnischen Einheiten aufgefangen und so lange gelagert, bis die kurzlebigen Radionuklide zerfallen. Dadurch wird die Radioaktivität der Gase stark reduziert. Nach dem Abklingen werden die Gase gefiltert und über den Lüftungsschacht abgeleitet. Vor der Ableitung wird die Aktivitätskonzentration bestimmt. Sollte die Aktivität den festgelegten Grenzwert überschreiten, unterbleibt die Ableitung. Schließlich werden die gemessenen Aktivitätswerte zum Zeitpunkt der Ableitung aufgezeichnet, um die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte nachzuweisen.

Die radioaktiven gasförmigen Ableitungen verursachen einen Teil der gesamten effektiven Folgedosis, der eine Person der Bevölkerung durch den Betrieb des KKW ausgesetzt sein kann. Diese gesamte effektive Folgedosis ist in Abschnitt 4.1.7 beschrieben.

Methodologie

Mit Hilfe eines Modells wird ermittelt, wie sich die Gase nach dem Austritt in die Atmosphäre verteilen. Dieses Modell basiert auf der Berechnungsmethodik der *United States Nuclear Regulatory Commission*. Die Berechnungsergebnisse werden anschließend zur Bestimmung der effektiven Folgedosis gemäß einer international anerkannten Methodik verwendet, die von der FANK dem belgischen Kontext angepasst wurde. Um eine anormale radioaktive Kontamination der Nahrungskette zu erkennen, werden außerdem jährlich Moos-, Gras- und Bodenproben genommen und analysiert.

Ausgangssituation

Die Ableitung in der Ausgangssituation wurde auf der Grundlage der jährlich gemeldeten Aktivität, die in den Jahren 2012 bis 2014 in die Atmosphäre abgegeben wurde, ermittelt. Der größte Teil der abgegebenen Aktivität stammt von Edelgasen und – in geringerem Maße – von Tritium. Alle abgeleiteten Aktivitäten liegen deutlich unter den zulässigen Ableitungsgrenzwerten. Die Daten für 2012-2014 zeigen eine leichte Streuung zwischen den Jahren. Dies wird durch verschiedene Faktoren verursacht, die von Jahr zu Jahr schwanken, z. B. Produktionszeit und Aktivitäten.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Im Zeitraum 2015-2018 werden die LTO-Maßnahmen anlässlich der Überholungsarbeiten durchgeführt, die Anlagen werden ähnlich wie in der Ausgangssituation betrieben. Obwohl viele Arbeiten zusätzlich zum regulären Betrieb durchgeführt werden, sind die Ableitungen radioaktiver Gase während der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 vergleichbar mit der Ausgangssituation. Folglich hat die Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 vernachlässigbare Auswirkungen auf die Umwelt.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Im Zeitraum 2019-2025 werden KKW-1 und KKW-2 weiter betrieben. Da sich die Betriebsprozesse nicht geändert haben, wird erwartet, dass sich die gesamte abgeleitete gasförmige Aktivität im Zeitraum 2019-2025 im Vergleich zur Ausgangssituation nicht ändert. Die Betriebsphase des Projekts zwischen 2019 und 2025 wird daher ebenfalls vernachlässigbare Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Kumulierte Effekte

Die höchstmögliche kumulative Dosis an der KKW-Standortgrenze durch radioaktive gasförmige Ableitungen während des Projekts beträgt 0,044 mSv. Dies ist vergleichbar mit der Dosis, die bei einem Transatlantikflug anfällt (0,040 bis 0,050 mSv). Es ist nicht zu erwarten, dass die abgeleitete Aktivität und die effektive Folgedosis infolge radioaktiver gasförmiger Ableitungen im regulären Betrieb nach Umsetzung der LTO-Maßnahmen von der Ausgangssituation abweichen.

Null-Variante

Ohne eine Laufzeitverlängerung werden sowohl KKW-1 als auch KKW-2 abgeschaltet. Daher wird es bei der Null-Variante keine radioaktiven atmosphärischen Ableitungen durch KKW-1 und KKW-2 geben, lediglich durch KKW-3 und KKW-4. Die effektive Folgedosis durch den Betrieb des KKW ohne KKW-1 und KKW-2, wurde mit der Ausgangssituation des gesamten Standortes verglichen, von der der Dosisbeitrag durch KKW-1 und KKW-2 abgezogen wird, so dass lediglich die Routineableitungen aus KKW-3 und KKW-4 verbleiben.

Electrabel erwartet auf Basis der in den letzten zehn Jahren in deutschen Kernkraftwerken durchgeführten DSL-Arbeiten deutlich geringere gasförmige Ableitungen als während der Arbeiten in der Betriebsphase. Der letztendliche Unterschied bei den Ableitungen radioaktiver Gase zwischen der Null-Variante, der Ausgangssituation und dem Projekt ist daher vernachlässigbar gering.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die radioaktiven gasförmigen Ableitungen werden in die Atmosphäre abgegeben, vom Wind weggetragen und verdünnt. Je nach Wind erreichen die abgeleiteten Gase die Grenze zu einem oder mehreren der umliegenden Länder. Von allen Landesgrenzen ist die niederländische Grenze am kürzesten vom KKW entfernt, etwa 3 km. Die effektive Folgedosis an der niederländischen Grenze wurde auf der Grundlage der genehmigten Ableitungen in der Ausgangssituation berechnet. Diese Berechnungen zeigen, dass die effektive Folgedosis deutlich unter dem strengeren niederländischen gesetzlichen Grenzwert (0,1 mSv/Jahr) der effektiven Gesamtdosis für eine Person der niederländischen Bevölkerung liegt.

Für die anderen Nachbarländer (Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien) wurde ebenfalls die effektive Folgedosis an der jeweiligen Landesgrenze berechnet. Diese Berechnungen zeigen, dass die effektive Folgedosis an den Grenzen zu Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien infolge des KKW deutlich geringer ist als die Folgedosis an der niederländischen Grenze. Das bedeutet, dass die effektive Gesamtdosis auch weit unter dem zulässigen Grenzwert für eine Person der niederländischen Bevölkerung liegt.

Monitoring

Die radiologische Überwachung auf dem belgischen Staatsgebiet wird regelmäßig von der FANK durchgeführt. In der Umgebung des KKW werden u. a. Messungen der Umgebungsluft, des

Regenwassers, des Bodens und der Milch vorgenommen. So wird beurteilt, ob die Umweltqualität aus radiologischer Sicht zufriedenstellend bleibt.

Mitigierende Maßnahmen

Basierend auf den verfügbaren Daten haben die radioaktiven gasförmigen Ableitungen des KKW-1 und KKW-2 keine signifikanten Auswirkungen auf die Umwelt, daher sind keine mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Wissenslücken

Genauere Daten über die Herkunft der Ableitungen aus der WAA sind nicht immer verfügbar. Für die aktuelle Bewertung wurde eine Annahme dazu getroffen, welcher Anteil der abgeleiteten atmosphärischen Aktivität der WAA auf KKW-1 und KKW-2 zurückzuführen ist. Die bestehenden Kenntnisse reichen damit aus, um die Auswirkungen der radioaktiven gasförmigen Ableitungen dieses Projekts zu bestimmen.

4.1.4 Radioaktive flüssige Ableitungen

Das KKW leitet eine kontrollierte Menge radioaktiver Abwässer in die Schelde ein, wobei stets überprüft wird, dass die Ableitung die zulässigen Grenzwerte einhält. Die Ableitungen bestehen hauptsächlich aus Prozesswasser, das innerhalb der Anlage gesammelt wird (z. B. bei Arbeiten an Systemen mit Primärkühlwasser, Analyseproben oder Spülwasser aus der radiologischen Zone). Die Abwässer aller Blöcke werden in der WAA gesammelt, wo möglichst viele Radionuklide aus dem Wasser entfernt werden.

Die radioaktiven Flüssigkeitsableitungen verursachen einen Teil der gesamten effektiven Folgedosis, der eine Einzelperson der Bevölkerung durch den Betrieb des KKW maximal ausgesetzt sein darf. Diese gesamte effektive Folgedosis ist in Abschnitt 4.1.7 beschrieben.

Methodologie

Die gemessenen Aktivitätswerte zum Zeitpunkt der Ableitung werden aufgezeichnet, um die Einhaltung der geltenden Zulassungsgrenzwerte nachzuweisen. Die Berechnung der effektiven Folgedosis basiert auf der international anerkannten Berechnungsmethode der *United States Nuclear Regulatory Commission*, die von der FANK an den belgischen Kontext angepasst wurde. Zusätzlich werden jährlich in verschiedenen Abständen Wasserproben oberhalb und unterhalb der Einleitstelle des KKW entnommen und untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen vermitteln eine Vorstellung über die tatsächliche Inkorporation von Radionukliden durch die Umwelt.

Ausgangssituation

Während der Ausgangssituation waren die kerntechnischen Einheiten in Betrieb, es wurden Arbeiten anlässlich der Überholungsphasen ausgeführt. Die abgeleitete Aktivität während des Ausgangszeitraums (2012-2014) besteht hauptsächlich aus Tritium und liegt sehr weit unter den zulässigen Ableitungsgrenzwerten für das gesamte KKW.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Diese Phase des Projekts ist von der Art her vergleichbar mit der Ausgangssituation. Dies spiegelt sich in der Aktivität wider, die im Zeitraum 2015-2018 abgeleitet wurde. Die Daten für diesen Zeitraum zeigen eine leichte Abweichung zwischen den verschiedenen Jahren. Die Schwankungen können durch verschiedene Faktoren verursacht werden, z. B. durch die Art der Arbeiten und der Gesamtproduktionszeit der Blöcke. Folglich hat die Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 vernachlässigbare Auswirkungen auf die Umwelt.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Nach Umsetzung der LTO-Maßnahmen werden die Blöcke (KKW-1 und KKW-2) während der Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025) weiter betrieben. Auch während dieser Phase werden Überholungsarbeiten stattfinden und Aktivität in die Schelde abgeleitet werden. Daher wird es keinen Unterschied zwischen dem Betrieb während der Ausgangssituation und der Betriebsphase in der zukünftigen Situation geben. Es wird erwartet, dass die abgeleitete Aktivität vergleichbar mit der abgeleiteten Aktivität während der Ausgangssituation ist.

Kumulierte Effekte

Die höchstmögliche kumulative Dosis an der Standortgrenze des KKW infolge des fortgesetzten Betriebs des KKW-1 und KKW-2 beträgt 0,003 mSv. Diese kumulierte Dosis aus radioaktiven flüssigen Ableitungen ist sehr gering und wird nicht zu signifikant messbaren Auswirkungen führen.

Null-Variante

Wenn das Projekt nicht durchgeführt wird, werden sowohl KKW-1 als auch KKW-2 dauerhaft abgeschaltet, woraufhin nur noch routinemäßige Einleitungen aus KKW-3 und KKW-4 erfolgen. Die effektive Folgedosis durch den Betrieb des KKW, ohne KKW-1 und KKW-2, wird mit der Ausgangssituation des gesamten Standortes verglichen, von der der Dosisbeitrag durch KKW-1 und KKW-2 abgezogen wird, so dass lediglich die Routineableitungen aus KKW-3 und KKW-4 verbleiben.

Nach Stilllegung von KKW-1 und KKW-2 beginnt die DSL, die diese Blöcke auf den Rückbau vorbereitet. Bei der Entleerung der Primärkreisläufe und der Reinigung diverser Systeme fallen unterschiedliche Abwasserströme an, die zur Aufbereitung in der WAA gesammelt werden. In der WAA wird die vorhandene Aktivität so weit wie möglich aus dem Wasser entfernt. Electrabel erwartet auf der Grundlage der in den letzten zehn Jahren in deutschen Kernkraftwerken durchgeführten DSL-Arbeiten deutlich geringere Mengen an flüssigen radioaktiven Ableitungen als während der Arbeiten bei Betrieb. Der letztendliche Unterschied in den Ableitungen radioaktiver Flüssigkeiten zwischen der Null-Variante, der Ausgangssituation und dem Projekt ist daher vernachlässigbar.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die radioaktiven flüssigen Ableitungen werden in die Schelde eingeleitet, die über niederländisches Gebiet in die Nordsee fließt. Basierend auf den genehmigten Ableitungen radioaktiver Flüssigkeiten für das gesamte KKW wurde die effektive Folgedosis an der niederländischen Grenze berechnet. Diese Berechnungen zeigen, dass die effektive Folgedosis deutlich unter dem strengeren niederländischen gesetzlichen Grenzwert (0,1 mSv/Jahr) der effektiven Gesamtdosis für eine Person der niederländischen Bevölkerung liegt.

Für die anderen umliegenden Länder (Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien) sind die Dosen aufgrund radioaktiver Flüssigkeitsableitungen in der Schelde schwieriger abzuschätzen als für atmosphärische Ableitungen. Dies liegt zum Teil daran, dass die Dispersion in Flüssen und Meeren komplex ist. Aufgrund der großen Entfernung des KKW von der relevanten Grenze können die Dosen aufgrund von Ableitungen radioaktiver Flüssigkeiten jedoch als vernachlässigbar angesehen werden.

Monitoring

Die radiologische Aufsicht obliegt in Belgien der FANK. Messungen werden flussaufwärts und flussabwärts des KKW durchgeführt, z. B. Oberflächenwasser, Sediment, Algen und Fische. Damit ist es möglich, die Auswirkungen der Radioaktivität auf die Umwelt kontinuierlich zu bewerten und zu überwachen.

Mitigierende Maßnahmen

Die Maßnahmen bezüglich der radioaktiven flüssigen Ableitungen sind für KKW-1 und KKW-2 so ausgelegt, dass die geltenden Kriterien vollends erfüllt werden. Daher sind keine zusätzlichen mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Wissenslücken

Genaue Daten über die Herkunft der Ableitungen aus der WAA sind nicht immer verfügbar. Daher wurde für die aktuelle Bewertung eine Annahme über den Anteil des Wassers getroffen, der KKW-1 und KKW-2 zuzuweisen ist. Die vorhandenen Kenntnisse reichen aus, um die Auswirkungen der flüssigen radioaktiven Ableitungen bei der Realisierung des Projekts zu bestimmen.

4.1.5 Radioaktiver Abfall

Während des Betriebs fallen viele verschiedene Abfallströme an, von denen die meisten nicht radioaktiv sind und als nicht radioaktiver Abfall entsorgt werden.

Ein kleiner Teil der Abfallströme enthält signifikante Mengen an Radionukliden und muss daher als radioaktiver Abfall entsorgt werden. Dies betrifft schwach- und mittelaktive Abfälle. Beispiele für geringradioaktiven Abfall sind kontaminierte persönliche Schutzausrüstungen (z. B. Handschuhe), Reinigungsmaterial, Filter und ausgetauschte Teile (z. B. Rohrabschnitte). Beispiele für mittelaktive Abfälle sind Harze und, beim Rückbau eines Kernkraftwerks, bestimmte Komponenten des Reaktors.

Neben den schwach- und mittelaktiven Abfällen gibt es auch hochaktive Abfälle. Diese zeichnen sich durch große Mengen an Alpha-, Beta- bzw. Gamma-emittierenden Nukliden aus. Während des KKW-Betriebs fallen keine hochaktiven Abfälle an. Verbrauchte Brennelemente sind hochradioaktiv. Da Belgien jedoch noch keine Entscheidung darüber getroffen hat, ob verbrauchte Brennelemente zu einem späteren Zeitpunkt wiederaufgearbeitet werden sollen (wodurch die Gesamtmenge an hochradioaktivem Abfall abnähme), werden verbrauchte Brennelemente einstweilen nicht als Abfall betrachtet (siehe Abschnitt 4.1.6).

Der wichtigste radiologische Umweltaspekt bei radioaktiven Abfällen ist die ionisierende Strahlung. Solange sich der Abfall auf dem Gelände des KKW befindet, trägt er zur Dosis an der Standortgrenze bei. Diese ist daher Teil der Direktstrahlung an der Standortgrenze und wird mit einbezogen.

Methodologie

Neben der Vermeidung der Abfallentstehung gilt die Reduzierung radioaktiver Abfälle als wichtige (und gesetzlich vorgeschriebene) Maßnahme zur Minimierung der Abfallmengen. Im KKW werden alle festen radioaktiven Abfälle in der WAA gesammelt. In der WAA wird das Volumen durch mechanische und/oder chemische Verfahren so weit wie möglich reduziert. Anschließend wird es verpackt und, wenn möglich, in einer Betonmischung konditioniert, bevor es zu Belgoprocess transportiert wird. Die Menge des radioaktiven Abfalls wird üblicherweise in Volumen ausgedrückt. Die entsorgten Mengen werden in den jährlichen Umwelterklärungen des KKW ausgewiesen.

Ausgangssituation

In der Ausgangssituation entsteht der meiste Abfall durch die Arbeiten während der regelmäßigen Überholungen. Da die Überholungsarbeiten in Dauer und Art variieren, schwankt auch das jährliche Volumen. Als Basis für die Ausgangssituation wurden die durchschnittlich entsorgten Abfallmengen pro Jahr über den Zeitraum 2012-2014 herangezogen.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Die durchschnittlich entsorgten Abfallmengen pro Jahr im Zeitraum 2015-2018 sind etwas geringer als in der Ausgangssituation. Es ist jedoch zu beachten, dass nicht alle in dieser Phase anfallenden Abfälle bereits in der WAA aufbereitet und anschließend entsorgt wurden. Es steht zu erwarten, dass dies im Laufe der Betriebsphase in der zukünftigen Situation geschieht.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Es wird erwartet, dass die Gesamtmenge des radioaktiven Abfalls in der Betriebsphase der zukünftigen Situation nicht wesentlich von der Ausgangssituation abweicht, da die Ausgangssituation und die Betriebsphase der zukünftigen Situation vergleichbar sind. Es ist jedoch mit einer gewissen jährlichen Schwankung der entsorgten Abfallmengen zu rechnen, auch im Hinblick auf die Aufbereitung der Abfälle, die aus den LTO-Maßnahmen herkommen.

Kumulierte Effekte

Die kumulative Menge an radioaktivem Abfall aus dem LTO-Projekt für den Zeitraum 2015-2025 beträgt 363 m³ (11 Jahre 32,9 m³ pro Jahr).

Null-Variante

Bei der Null-Variante werden KKW-1 und KKW-2 abgeschaltet und die DSL eingeleitet. Während der DSL fallen radioaktive Abfälle an. Die Abfälle aus den DSL-Arbeiten werden daher, wo immer möglich, auch in der WAA aufbereitet. Es wird erwartet, dass die Mengen an radioaktivem Abfall über den gesamten DSL-Zeitraum auf Jahresbasis geringer sein werden als die Mengen während des Betriebszeitraums. Daher werden ab 2015 keine radioaktiven Abfälle mehr durch den Betrieb von KKW-1 und KKW-2 anfallen, wohl allerdings aufgrund der Arbeiten im Rahmen der DSL

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Der gesamte anfallende Abfall wird auf belgischem Gebiet aufbereitet und gelagert, bis eine endgültige Lösung gefunden ist. Die ONDRAF/NIRAS (Nationale Agentur für radioaktive Abfälle und angereicherte spaltbare Materialien) lagert die von der Umwelt isolierten radioaktiven Abfälle so lange, bis deren Aktivität durch Zerfall unter die in Belgien geltenden Freigabewerte gesunken ist. Dementsprechend sind keine grenzüberschreitenden Auswirkungen zu erwarten.

Monitoring

Die Abfallströme innerhalb des KKW werden von Electrabel überwacht und erfasst. Die Mengen an schwach- und mittelaktiven Abfällen, die aus dem KKW entfernt werden, werden von ONDRAF/NIRAS und Belgoprocess unter Aufsicht der FANK überwacht.

Mitigierende Maßnahmen

Um das Gesamtvolumen an schwach- und mittelaktiven Abfällen zu minimieren, werden feste Abfälle in der WAA aufbereitet (gepresst und geschreddert) und (bei Belgoprocess) verbrannt. Der Einsatz dieser Techniken führt zu einer starken Volumenreduzierung des Abfalls.

Wissenslücken

Die bestehenden Kenntnisse sind hinreichend, um die Auswirkungen des radioaktiven Abfalls dieses Projekts zu bestimmen. Dies gilt trotz der Tatsache, dass die genaue Herkunft der Abfälle, die aus der Wasser- und Abfallaufbereitungsanlage abgeleitet werden, nicht immer eindeutig einem KKW-Block zugeordnet werden kann. Das gesamte Abfallaufkommen hängt ebenfalls von zahlreichen Faktoren ab und ist daher sehr schwer vorherzusagen.

4.1.6 Verbrauchte Brennelemente

Ein Zyklus des KKW-1 und KKW-2 dauert durchschnittlich zwölf Monate, danach werden die Brennelemente im Kern neu eingeteilt, um die Abnahme des Brennstoffs in einem Element auszugleichen. Im Durchschnitt wird ein Viertel der Brennelemente durch neue Elemente ersetzt.

Der wichtigste radiologische Umweltaspekt bei verbrauchten Brennelementen ist die ionisierende Strahlung, die von den Elementen während der Verbringung zur Einlagerung im BCG ausgeht. Sie ist daher Teil der direkten Strahlung an der Standortgrenze und der Strahlenexposition der Mitarbeiter und wird in diesen beiden Aspekten berücksichtigt.

Methodologie

Die Anzahl der entsorgten verbrauchten Brennelemente wird auf der Grundlage der veröffentlichten Umwelterklärungen von Electrabel ermittelt. Darin wird die Anzahl der Brennelemente pro Jahr veröffentlicht; aus diesem Grunde wird in der Methodik die Jahresbasis betrachtet.

Bis zur Entscheidung der belgischen Regierung über die Wiederaufarbeitung von verbrauchten Brennelementen müssen alle verbrauchten Brennelemente auf dem Kraftwerksgelände gelagert werden. Dies hat zur Folge, dass sich die Anzahl der am Standort gelagerten verbrauchten Brennelemente mit jedem Betriebsjahr erhöht.

Ausgangssituation

Die Anzahl der Brennelemente, die am Ende eines Zyklus ausgetauscht werden, ist variabel. Dies liegt daran, dass sie z. B. von der Energieerzeugung und der Dauer des Zyklus abhängt. Als Grundlage für die Ausgangssituation wurde die mehrjährige durchschnittliche Anzahl der entsorgten verbrauchten Brennelemente über die Jahre 2012-2014 herangezogen. Für KKW-1 und KKW-2 sind dies jeweils 32 Stück pro Jahr.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Während der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 werden KKW-1 und KKW-2 in vergleichbarer Weise wie in der Ausgangssituation betrieben. Daher ist der Anfall an verbrauchten Brennelementen in der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 der gleiche wie in der Ausgangssituation.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Der Verbrauch an Brennelementen in der Betriebsphase (2019-2025) ist der gleiche wie in der Ausgangssituation. Daher werden die Umweltfolgen während der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 auch durch die Anzahl der im BCG zusätzlich gelagerten verbrauchten Brennelemente bestimmt. Folglich ist der jährliche Anstieg während der Betriebsphase in der zukünftigen Situation (Zeitraum 2019 - 2025) gleich dem in der Ausgangssituation.

Kumulierte Effekte

Basierend auf dem mehrjährigen durchschnittlichen Brennelementeverbrauch werden KKW-1 und KKW-2 während des Projekts ca. 664 zusätzliche Brennelemente verbrauchen.

Null-Variante

Bei der Null-Variante wird der Betrieb von KKW-1 und KKW-2 eingestellt und es setzt die DSL-Phase ein. Der Anfall an verbrauchten Brennelementen sinkt auf Null, wodurch die Auswirkungen auf die Umwelt entsprechend abnehmen.

Zu Beginn der DSL werden alle in beiden Reaktoren vorhandenen Brennelemente zur weiteren Abkühlung in das Brennstoffbecken überführt. Während der DSL werden alle Brennelemente – nach ausreichender Abkühlung – in das BCG verbracht. Am Ende der DSL-Phase sind in KKW-1 und KKW-2 keine Brennelemente mehr vorhanden.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Da die belgische Regierung noch keine Entscheidung über die weitere Aufbereitung der verbrauchten Brennelemente getroffen hat, werden sie vorerst nicht als radioaktiver Abfall betrachtet. Eine eventuelle Verbringung in andere Länder zwecks Wiederaufarbeitung mit den möglichen Umweltfolgen ist daher nicht Gegenstand dieser UVP.

Monitoring

Die Anzahl der verbrauchten Brennelemente wird jährlich gemeldet. Ein zusätzliches Monitoring der aktuellen Situation ist daher nicht erforderlich.

Mitigierende Maßnahmen

Die Maßnahmen bezüglich der verbrauchten Brennelemente für KKW-1, KKW-2 und BCG sind so ausgelegt, dass die geltenden Kriterien vollends erfüllt oder gar übertroffen werden. Daher sind keine zusätzlichen mitigierenden Maßnahmen erforderlich.

Wissenslücken

Zurzeit hat die belgische Regierung noch keine Entscheidung über die Endlagerung der verbrauchten Brennelemente getroffen. Daher können die langfristigen Auswirkungen über die Standortgrenze des KKW hinaus zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Umweltverträglichkeitsprüfung nicht bestimmt werden.

4.1.7 Gesamte effektive Folgedosis

Die radioaktiven gasförmigen Ableitungen verursachen einen Teil der gesamten effektiven Folgedosis, der eine Person der Bevölkerung infolge des KKW-Betriebs ausgesetzt sein kann. Die gesamte effektive Folgedosis ist die Summe der vorstehend im Einzelnen beschriebenen radiologischen Aspekte:

- Direkte Strahlung (Abschnitt 3.2.1)
- Effektive Folgedosis durch radioaktive gasförmige Ableitungen (Abschnitt 3.4.3) und
- Effektive Folgedosis durch radioaktive flüssige Ableitungen (Abschnitt 3.4.4)

Methodologie

Die maximale Dosis, die eine Person der Bevölkerung aufnehmen kann, wird für ein sogenanntes *kritisches Individuum* berechnet. Dies ist eine Person, bei der die maximale Dosis auf der Grundlage sehr konservativer Annahmen erreicht werden kann. Dabei wird z. B. davon ausgegangen, dass sich die Person das ganze Jahr über an der Standortgrenze aufhält, an der die höchste Dosisleistung gemessen wird, während sie sich zugleich auch an dem Ort mit der höchsten luftgetragenen Aktivität und auch an dem Ort mit der höchsten Aktivitätsdeposition aufhält.

Die gesamte effektive Folgedosis wird anhand des gesetzlichen Grenzwerts von 1 mSv pro Jahr für eine Person der Bevölkerung geprüft. Wie bereits beschrieben, gilt dieser Grenzwert von 1 mSv für die Dosis, die aus dem Betrieb einer kerntechnischen Anlage stammt, und ist der natürlichen Hintergrundstrahlung hinzuzurechnen.

Ausgangssituation

Die gesamte effektive Folgedosis wurde für die Jahre 2012 bis 2014 ermittelt. Die gesamte durchschnittliche effektive Folgedosis für das kritische Individuum, die sich aus dem Betrieb des gesamten KKW während der Ausgangssituation ergibt, beträgt 0,23 mSv pro Jahr.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Die gesamte effektive Folgedosis wurde für die Jahre 2015 bis 2018 ermittelt. Die gesamte durchschnittliche effektive Folgedosis für ein kritisches Individuum, die sich aus dem Betrieb des KKW während der Bauphase des Projekts ergibt, beträgt 0,30 mSv pro Jahr.

Die Veränderung im Vergleich zur Ausgangssituation wird hauptsächlich durch den größeren Anteil der Direktstrahlung an der Standortgrenze verursacht, was wahrscheinlich auf die größere Anzahl der im BCG gelagerten verbrauchten Brennelemente zurückzuführen ist.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Nach der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 werden die Blöcke in einer weiteren Betriebsphase in der zukünftigen Situation (Zeitraum 2019 - 2025) wie in der Ausgangssituation betrieben. Daher ist es wahrscheinlich, dass sich die Dosis während der Betriebsphase nicht wesentlich von der Betriebsphase des Projekts zwischen 2015 und 2018 unterscheiden wird.

Kumulierte Effekte

Die maximale kumulative Dosis aus diesem Projekt wird voraussichtlich 3,3 mSv betragen. Da für die verschiedenen Dosisberechnungen extrem konservative Methoden herangezogen wurden, ist die

rechnerische kumulierte Dosis für dieses Projekt eine starke Überschätzung einer realen Dosis. Dennoch liegt die rechnerische kumulierte Dosis deutlich unter dem induzierten kumulierten Dosisgrenzwert⁴ (11 Jahre \times 1 mSv=11 mSv), so dass keine signifikanten Auswirkungen erwartet werden.

Null-Variante

Bei der Null-Variante werden KKW-1 und KKW-2 im Jahr 2015 abgeschaltet und die DSL setzt ein. Der Unterschied zwischen dem Projekt und der Null-Variante wird durch die Erhöhung der direkten Strahlendosis an der Standortgrenze bestimmt, die wahrscheinlich durch die größere Anzahl der im BCG gelagerten verbrauchten Brennelemente verursacht wird. Andererseits entfallen durch die Stilllegung von KKW-1 und KKW-2 die aus dem Betrieb dieser Blöcke resultierenden radioaktiven gasförmigen und flüssigen Ableitungen. Infolgedessen wird die erwartete gesamte effektive Folgedosis des KKW aufgrund von Direktstrahlung, flüssigen und gasförmigen radioaktiven Ableitungen und Abfallfreisetzungen bei der Null-Variante etwas niedriger sein als beim Projekt.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die jährliche radiologische Belastung der DSL geringer ist als die während des Betriebs des betreffenden Kraftwerksblocks.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die effektive Folgedosis durch den KKW-Betrieb für die niederländische Bevölkerung wurde mit 0,027 mSV/Jahr ermittelt. Dies liegt deutlich unter dem niederländischen Grenzwert für die effektive Gesamtdosis von 0,1 mSv pro Jahr für eine Person der Bevölkerung.

Für die anderen Nachbarländer (Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien) wurde ebenfalls die effektive Folgedosis durch atmosphärische und flüssige radioaktive Ableitungen an der jeweiligen Landesgrenze berechnet. Die Berechnungen zeigen, dass die effektive Folgedosis an den Grenzen zu Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien durch das KKW deutlich geringer ist als die Folgedosis an der niederländischen Grenze und damit auch weit unter dem von der IAEA angewandten zulässigen Grenzwert der effektiven Gesamtdosis für eine Person der Bevölkerung liegt (*International Atomic Energy Agency*).

Monitoring

Die Überwachung der einzelnen radiologischen Aspekte, anhand deren die gesamte effektive Folgedosis berechnet wurde, ist in den entsprechenden Abschnitten (4.1.1, 4.1.3 und 4.1.4) beschrieben.

Mitigierende Maßnahmen

Die mitigierenden Maßnahmen für die einzelnen radiologischen Aspekte, anhand deren die gesamte effektive Folgedosis berechnet wird, sind in den entsprechenden Abschnitten (4.1.1, 4.1.3 und 4.1.4) beschrieben.

Wissenslücken

Die bestehenden Unsicherheiten bezüglich der effektiven Gesamtdosis sind in Abschnitt 4.1.1, 4.1.3 und 4.1.4 beschrieben. Die vorhandenen Kenntnisse reichen jedoch aus, um die Auswirkungen der

⁴ Dies ist kein gesetzlicher Grenzwert. Der gesetzliche Grenzwert liegt bei 1 mSv pro Jahr.

Gesamtdosis dieses Projekts zu bestimmen. Die Wissenslücken haben daher keinen Einfluss auf die Beurteilung und stellen kein Hemmnis für die Entscheidungsfindung dar.

4.2 Störfälle

Eines der Hauptthemen des Projekts ist neben der Alterungskontrolle die Erhöhung der kerntechnischen Sicherheit von KKW-1 und KKW-2. Infolge der im Rahmen des Projekts vorgenommenen Änderungen werden bei einer Fortführung des Betriebs von KKW-1 und KKW-2 positive Auswirkungen in Bezug auf die Störfallereignisse erwartet. Für die Umweltperspektive bedeutet dies, dass die Wahrscheinlichkeit einer störfallbedingten Situation mit radioaktiven Freisetzungen und damit die Wahrscheinlichkeit einer potenziellen Umweltbelastung abnimmt.

Methodologie

Die maximal annehmbaren Risiken sind im Sicherheitsbericht des KKW enthalten. Durch die beabsichtigten Änderungen an der Anlage muss mithilfe von Analysen sichergestellt werden, dass die kerntechnische Sicherheit nach deren Durchführung mindestens auf dem gleichen Level ist wie zuvor. Jede Änderung an der Anlage wird mit der FANK abgestimmt. Nach Erteilung der Genehmigung durch die FANK kann die entsprechende Änderung durchgeführt werden.

Ausgangssituation

In der Ausgangssituation (2012-2014) wurden verschiedene Maßnahmen zur Alterungskontrolle und zur Erhöhung der Sicherheit identifiziert, die bei der Bauphase des Projekts umgesetzt werden konnten, z. B:

- Ein System zur gefilterten Druckentlastung des Sicherheitsbehälters
- Verbesserung der automatischen Feuerlöschanlagen
- Räumliche Trennung der elektrischen Anlagen
- Verschärfte Testverfahren

Alle Maßnahmen zusammen verringern die Wahrscheinlichkeit bzw. die Folgen einer störfallbedingten Situation.

Betriebsphase des Projekts zwischen 2015-2018

Während der Betriebsphase des Projekts (2015-2018) wurden der integrierte Aktionsplan und die im Rahmen des Projekts durchzuführenden Arbeiten, wie im Langzeit-Synthesebericht – Doel 1 und 2 von 2015 beschrieben, umgesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass die Fertigstellung der Maßnahmen erst gegen Ende des Zeitraums 2015-2018 erfolgt, so dass diese Maßnahmen für die Dauer dieses Zeitraums unberücksichtigt bleiben.

Betriebsphase in der zukünftigen Situation (2019-2025)

Durch die Umsetzung aller Maßnahmen wurde die kerntechnische Sicherheit für die Betriebsphase von KKW-1 und KKW-2 (2019-2025) im Vergleich zur Ausgangssituation verbessert. Dadurch ergibt sich eine geringere Wahrscheinlichkeit einer Störfallsituation mit radioaktiven Ableitungen während der Betriebsphase als in der Ausgangssituation. Im Rahmen des Projekts wurde die probabilistische Sicherheitsstudie (PSA) aktualisiert, in der die effektive Folgedosis an der Standortgrenze des KKW-

Geländes für zwei Referenz-Auslegungsstörfälle⁵ und den auslegungsüberschreitenden Referenzstörfall⁶ an der Standortgrenze des KKW berechnet wurde. Es lässt sich sagen, dass die aus den Referenzstörfällen resultierende effektive Folgedosis innerhalb der zulässigen Grenzwerte für die Auslegungsstörfälle bleibt.

Null-Variante

In der Null-Variante werden KKW-1 und KKW-2 abgeschaltet. Da ein abgeschalteter Reaktor ein geringeres Sicherheitsrisiko darstellt als ein in Betrieb befindlicher, ist die Wahrscheinlichkeit einer Störfallsituation mit radioaktiven Freisetzung und möglichen Umweltfolgen geringer.

Das Restrisiko entfällt auf jene Aktivitäten, die noch während der DSL-Phase durchgeführt werden. Um die Nachzerfallswärme abzuführen, müssen die Brennelemente gekühlt werden. Dies geschieht zunächst über den Reaktorkühlkreislauf. Danach werden die Reaktoren endgültig geleert, wobei die Brennelemente in das Brennelementbecken überführt und anschließend über die Kühlkreisläufe dieses Beckens gekühlt werden. Auch während der DSL bleibt ein Störfall, der aus der falschen Handhabung von Brennelementen resultiert, relevant. Berechnungen zeigen, dass die effektive Folgedosis bei Eintritt dieses Störfalls deutlich innerhalb der zulässigen Grenzwerte läge.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Obwohl die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, werden die Folgen der größten denkbaren Auslegungsstörfälle einen starken grenzüberschreitenden Charakter haben. Die Auswirkungen in Richtung Niederlande sind hier aufgrund der nahen Lage und der häufigsten Windrichtung (Süd-West) besonders relevant. Hierdurch werden alle freigesetzten Radionuklide in Richtung Niederlande geleitet. Da die Projektmaßnahmen die Wahrscheinlichkeit und die möglichen Folgen von Störfällen reduzieren, gilt dies auch für das niederländische Hoheitsgebiet.

Analysen haben ergeben, dass die Referenzauslegungsstörfälle die zulässigen Grenzwerte einhalten. Diese Analysen wurden auch für Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien (an der Grenze zu Belgien) durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass die effektive Dosis im Vergleich zur effektiven Dosis an der niederländischen Grenze durch die Referenz-Auslegungsstörfälle mindestens um den Faktor 65 kleiner ist.

Für andere Ländergrenzen, die innerhalb eines Radius von 1000 km um KKW-1 und KKW-2 liegen (wie Schweden, Österreich, Polen, die Tschechische Republik, Dänemark und Irland), lässt sich sagen, dass es eine nicht signifikante radiologische Auswirkung aufgrund von Auslegungsstörfällen gibt.

⁵Auslegungsstörfälle sind hypothetische Ereignisse, die in der betreffenden Anlage auftreten könnten. Die in die Auslegung integrierten Sicherheitssysteme müssen verhindern, dass es zu unzulässigen Freisetzungen von Radioaktivität in die Umwelt kommt.

⁶Ein auslegungsüberschreitender Störfall ist ein Störfall, der über einen Auslegungsstörfall hinausgeht. Die Wahrscheinlichkeit von auslegungsüberschreitenden Störfällen ist immer noch weitaus geringer als die Wahrscheinlichkeit eines Auslegungsstörfalls. Aus diesem Grund wird bei der Auslegung im Hinblick auf auslegungsüberschreitende Störfälle nur berücksichtigt, wie das Restrisiko mit vertretbaren (technischen bzw. organisatorischen) Maßnahmen reduziert werden kann.

Zusätzlich zu den Auslegungsstörfällen wurden auch auslegungsüberschreitende Störfälle berücksichtigt. Wie bei den Auslegungsstörfällen wurde auch für den externen auslegungsüberschreitenden Referenzstörfall festgestellt, dass die radiologischen Auswirkungen an der niederländischen Grenze die gesetzlichen Dosisrichtwerte für kerntechnische und radiologische Notfallpläne einhalten. Auch für die Länder Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Großbritannien (an der Grenze zu Belgien) ist die effektive Dosis im Vergleich zur effektiven Dosis an der niederländischen Grenze durch den auslegungsüberschreitenden Referenzstörfall mindestens um den Faktor 55 geringer. Für andere Ländergrenzen, die innerhalb eines Radius von 1000 km um KKW-1 und KKW-2 liegen (wie Schweden, Österreich, Polen, die Tschechische Republik, Dänemark und Irland), lässt sich sagen, dass es eine nicht signifikante radiologische Auswirkung aufgrund von Auslegungsstörfällen gibt.

Monitoring

Jede Änderung an der Anlage wird mit der FANK abgestimmt, wobei stets berechnet wird, inwieweit sich die Änderungen auf die kerntechnische Sicherheit auswirken. Die entsprechende Änderung darf erst nach Genehmigung durch die FANK durchgeführt werden.

Mitigierende Maßnahmen

Electrabel kann und muss die in Belgien geltenden Störfallkriterien erfüllen. Hierzu verfügen KKW-1 und KKW-2 sowie KKW-3, KKW-4, WAA und BCG über diverse Sicherheitssysteme und einen Notfallplan, der dem nationalen nuklearen radiologischen Notfallplan entsprechen muss. Zusätzliche mitigierende Maßnahmen sind daher im Rahmen des Projekts nicht erforderlich.

Wissenslücken

Es gibt keine Wissenslücken, die die Abwägung von Alternativen beeinflussen und eine Entscheidungsfindung unmöglich machen.

5 Schlussfolgerung

5.1 Nicht-radiologische Aspekte

Die Auswirkungen in der LTO-Situation werden sich nicht signifikant von den Auswirkungen in der Ausgangssituation unterscheiden. Es gibt keine zusätzlichen Auswirkungen der LTO-Situation im Vergleich zur Ausgangssituation.

Die Auswirkungen des KKW-Betriebs auf die Umwelt wurden für den Zeitraum 2015-2018 im Vergleich zur Situation ohne KKW-Betrieb untersucht. Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass die Auswirkungen für die meisten Umweltaspekte gegenüber der Situation ohne KKW-Betrieb vernachlässigbar bis begrenzt sind. Dies gilt nicht für die Ableitung von Kühlwasser. Die Ableitung von Kühlwasser wirkt sich aufgrund des Temperaturanstiegs negativ bis signifikant negativ aus. Für die aquatischen Lebensgemeinschaften in der Unterschelde werden die Auswirkungen des Temperaturanstiegs nicht als signifikant negativ angesehen. Das häufige Überlaufen der Standort-Sammelgruben für Sanitärabwasser in die Schelde hat negative Auswirkungen. Östlich des KKW reicht die 55 dB-Lärmkontur in das Vogelschutzrichtlinien-Gebiet ‚Schorren en polders van de Beneden-Schelde‘, welches auch als VEN-Gebiet ‚Slikken en schorren langs de Schelde‘ und als Ramsar-Gebiet ausgewiesen ist. Die Ruhestörung durch den Betrieb des KKW entlang der Röhricht- und Schlickflächen an den Ufern der Schelde in der Nähe des KKW wird als negativ bewertet.

5.2 Radiologische Aspekte

Die gesamte effektive Folgedosis sowohl für die Null-Variante als auch für das Projekt erfüllt bei weitem dem gesetzlichen Grenzwert der effektiven Folgedosis für die Bevölkerung.

Es kann geschlussfolgert werden, dass sowohl für das Projekt als auch für die Null-Variante die Auswirkungen auf die Umwelt im Vergleich zur Ausgangssituation bei den meisten Umweltaspekten vernachlässigbar gering sind. Es gibt geringe Auswirkungen aufgrund der Umweltaspekte der radioaktiven Abfälle und verbrauchten Brennelemente, die in der direkten Strahlung an der Standortgrenze berücksichtigt werden. Sowohl beim Projekt als auch bei der Null-Variante ist die Wahrscheinlichkeit eines Störfalls mit radioaktiven Ableitungen geringer als in der Ausgangssituation.

Infolge des Betriebs des KKW-1 und KKW-2 werden Brennelemente verbraucht und radioaktive Abfälle erzeugt. Bei der Null-Variante wird der Betrieb des KKW-1 und KKW-2 eingestellt und radioaktiver Abfall fällt nur durch die Arbeiten im Zusammenhang mit der DSL an.

Die radiologischen Auswirkungen der DSL werden geringer sein als beim Betrieb des jeweiligen Kraftwerksblocks.