

## Nichttechnische Zusammenfassung der Umweltverträglichkeitsprüfung

Wie vorgesehen in den Richtlinien 2011/92/EU, 92/43/EWG und 2009/147/EG im Zusammenhang mit dem Aufschub der Abschaltung der Kernkraftwerke Doel 1 und Doel 2

Im Auftrag des Föderalen Öffentlichen Dienstes Wirtschaft, KMB, Mittelstand und Energie  
unter der Referenz 2020/VEF/67514 – Umweltverträglichkeitsstudie

Datum der Veröffentlichung: 2021-04-02

Diese Nichttechnische Zusammenfassung wurde aus dem Niederländischen ins Deutsche übersetzt.

© SCK CEN - Publication date: 2021-04-02

Gemeinnützige Stiftung – Stichting van Openbaar Nut – Fondation d'Utilité Publique - Foundation of Public Utility

**Eingetragener Sitz:**

Avenue Herrmann Debroux 40 – 1160 Brüssel – Belgien

**Forschungszentren:**

Boeretang 200 - 2400 Mol - Belgien

Chemin du Cyclotron 6 - 1348 Ottignies-Louvain-la-Neuve - Belgien

<http://www.sckcen.be>

## Unterschriften von Experten für radiologische Auswirkungen

<p>Johan Camps (SCK CEN)</p> <p>Leiter der Einheit Krisenmanagement und Entscheidungsunterstützung</p> <p>Autorisiert zur Durchführung des radiologischen Teils einer Umweltverträglichkeitsprüfung und -berichterstattung (FANK UVP-003882, Genehmigung vom 1. Juli 2018 bis 30. Juni 2023)</p>	
<p>Hildegarde Vandenhove (SCK CEN)</p> <p>Direktorin des Instituts für Umwelt, Gesundheit &amp; Sicherheit</p> <p>Genehmigung für die Erstellung eines Berichts über die Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich der Aspekte bezüglich ionisierender Strahlung (FANK, Genehmigung ab 16. Juli 2020 für einen Zeitraum von 5 Jahren)</p>	
<p>Christophe Bruggeman (SCK CEN)</p> <p>Stellvertretender Direktor des Instituts für Umwelt, Gesundheit &amp; Sicherheit, Leiter der Expertengruppe Abfall und Entsorgung</p> <p>Genehmigung für die Erstellung eines Berichts über die Umweltverträglichkeitsprüfung hinsichtlich der Aspekte bezüglich ionisierender Strahlung (FANK, Genehmigung ab 16. Juli 2020 für einen Zeitraum von 5 Jahren)</p>	

### SCK CEN 65 Jahre Erfahrung in Nuklearwissenschaft und -technologie

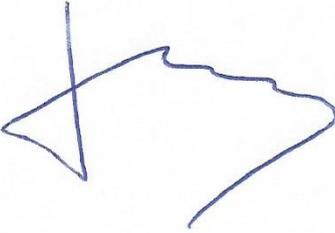
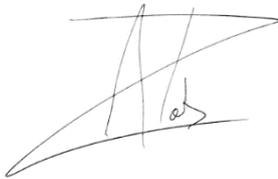
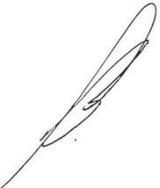
Das SCK CEN ist eines der größten belgischen Forschungszentren. Es hat mehr als 850 Mitarbeiter, die sich jeden Tag der Entwicklung friedlicher Anwendungen der Kernenergie widmen. Die Forschungsaktivitäten des SCK CEN beziehen sich auf drei Hauptthemen: die Sicherheit kerntechnischer Anlagen, die Entwicklung der Nuklearmedizin und den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor ionisierender Strahlung. SCK CEN ist weltweit anerkannt und teilt sein Wissen durch zahlreiche Veröffentlichungen und Schulungen, um diesen außergewöhnlichen Talentpool aufrechtzuerhalten.

Mehr Info: [www.sckcen.be](http://www.sckcen.be)

### Danksagung

Wir möchten uns bei den folgenden SCK-CEN-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern für ihre Unterstützung bei der Erstellung dieses Berichts bedanken: Kim Dams (Betriebsjurist), Eef Weetjens, Lieve Sweeck, Christophe Gueibe, Katrijn Vandersteen, Bieke Abelshausen und Kristine Leysen.

## Unterschriften von UVP-Experten

<p>Koen Couderé</p> <p>Zugelassener UVP-Koordinator</p> <p>Zulassungsnr. LNE/ERK/MERCO/2019/00033</p> <p>Zugelassener UVP-Experte für Wasser, Teilbereiche Geohydrologie, Meeresgewässer sowie Oberflächen- und Abwasser</p> <p>Zugelassener UVP-Experte für Klima</p> <p>Zulassungsnr. EDA-222</p>	
<p>Annemie Pals</p> <p>Zugelassene UVP-Expertin für biologische Vielfalt</p> <p>Zulassungsnr. EDA-704</p>	
<p>Johan Versieren</p> <p>Zugelassener UVP-Experte für Luft, Teilbereiche Geruch und Luftverschmutzung</p> <p>Zulassungsnr. EDA-059</p>	
<p>Geert Boogaerts</p> <p>Zugelassener UVP-Experte für Mensch, Toxikologie und psychosomatische Aspekte</p> <p>Zulassungsnr. EDA-624</p>	

## Danksagung

Neben den anerkannten UVP-Experten hat auch Katelijne Verhaegen von KENTER zu diesem Bericht beigetragen.

## Inhaltsverzeichnis

Unterschriften von Experten für radiologische Auswirkungen .....	3
Danksagung.....	3
Unterschriften von UVP-Experten.....	4
Danksagung.....	4
1 Anlass für diese Umweltverträglichkeitsprüfung .....	7
1.1 Das Kernausstiegsgesetz und seine Änderungen .....	7
1.2 Nichtigkeitsklage vor dem Verfassungsgerichtshof.....	10
2 Ziel dieser Umweltverträglichkeitsprüfung.....	10
3 Initiator und Expertenteam.....	11
4 Gegenstand der Umweltverträglichkeitsprüfung .....	11
4.1 Das Projekt.....	11
4.2 Funktionsweise eines Kernkraftwerkes.....	13
4.3 Alternativen.....	17
4.4 Referenzzustand und Referenzszenario.....	18
4.5 Potenziell relevante autonome und gesteuerte Entwicklungen.....	19
5 Verfahren.....	20
6 Diskussion und Bewertung der Auswirkungen.....	21
6.1 Auswahl potenziell signifikanter Auswirkungen.....	21
6.1.1 Auswirkungen des Projekts .....	21
6.1.2 Vermiedene Auswirkungen des Projekts .....	23
6.1.3 Auswirkungen auf das Projekt.....	23
6.2 Struktur dieser nichttechnischen Zusammenfassung .....	24
6.3 Nichtradiologische Auswirkungen auf Wasser, Luft und Klima .....	24
6.3.1 Auswirkungen auf das Wassersystem .....	24
6.3.2 Auswirkungen auf die Luftqualität .....	26
6.3.3 Auswirkungen auf das Thema Klima .....	28
6.4 Beschreibung der radiologischen Referenzsituation.....	30
6.4.1 Grundlegende Konzepte .....	30
6.4.2 Atmosphärische Ableitungen .....	32
6.4.3 Überwachung der Radioaktivität am Standort und in der Umwelt.....	34
6.4.4 Dosisberechnungen für die Referenzsituation.....	35
6.4.5 Radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente.....	36
6.5 Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.....	37
6.5.1 Nichtradiologische Auswirkungen .....	37

6.5.2	Radiologische Auswirkungen .....	38
6.6	Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Naturwerte .....	39
6.6.1	Nichtradiologische Auswirkungen .....	39
6.6.2	Radiologische Auswirkungen .....	43
6.7	Auswirkungen auf die Erzeugung von Abfall und abgebrannten Brennelementen .....	44
<b>7</b>	<b>Grenzüberschreitende Auswirkungen.....</b>	<b>45</b>
7.1	Nichtradiologische Auswirkungen .....	45
7.2	Radiologische Auswirkungen.....	46
7.2.1	Normalbetrieb.....	46
7.2.2	Unfälle .....	46
<b>8</b>	<b>Allgemeine Entscheidung.....</b>	<b>47</b>

# 1 Anlass für diese Umweltverträglichkeitsprüfung

## 1.1 Das Kernausstiegsgesetz und seine Änderungen

Der schrittweise Ausstieg aus der Nutzung von Kernenergie zur Stromerzeugung auf belgischem Gebiet wird durch das Gesetz vom 31. Januar 2003 (das sogenannte Gesetz über den Ausstieg aus der Kernenergie, i.e. Kernausstiegsgesetz) geregelt. In diesem Gesetz wurde festgelegt, dass die Kernkraftwerke 40 Jahre nach ihrer industriellen Inbetriebnahme abgeschaltet werden und gleichzeitig alle Einzelgenehmigungen für die Stromerzeugung durch diese Kraftwerke auslaufen sollen. Das Gesetz besagt auch, dass kein neues Kernkraftwerk zur industriellen Stromerzeugung durch Spaltung von Kernbrennstoffen errichtet und/oder in Betrieb genommen werden darf.

Tabelle 1 zeigt für die verschiedenen belgischen Kernkraftwerke das Datum der industriellen Inbetriebnahme und das Datum, an dem die im Kernausstiegsgesetz vorgesehene 40-jährige Frist enden wird. Um die Kontinuität der Energieversorgung zu gewährleisten, wurde ein schrittweiser Ausstieg gewählt.

*Tabelle 1: Abschaltzeitplan gemäß Kernausstiegsgesetz vom 31. Januar 2003.*

<b>Kraftwerk</b>	<b>Datum der industriellen Inbetriebnahme</b>	<b>Datum der Abschaltung (nach 40 Jahren)</b>
Doel 1	15. Februar 1975	15. Februar 2015
Doel 2	1. Dezember 1975	1. Dezember 2015
Doel 3	1. Oktober 1982	1. Oktober 2022
Doel 4	1. Juli 1985	1. Juli 2025
Tihange 1	1. Oktober 1975	1. Oktober 2015
Tihange 2	1. Februar 1983	1. Februar 2023
Tihange 3	1. September 1985	1. September 2025

Diese Übersicht zeigt, dass die Betriebszeit des Kernreaktors Doel 1 am 15. Februar 2015 und die von Doel 2 am 1. Dezember 2015 enden sollte.

Im Laufe des Jahres 2012 wurde tatsächlich ein Stilllegungsprogramm für Doel 1 und 2 gestartet, das die endgültige Abschaltung der Kraftwerke vorsah. Ab Mitte Februar 2015 wurde im Kernkraftwerk (KKW) Doel 1 kein Strom mehr produziert; die Stromproduktion im KKW Doel 2 sollte noch im selben Jahr eingestellt werden.

Das Kernausstiegsgesetz sah jedoch vor, dass der König im Falle einer Bedrohung der Stromversorgungssicherheit per Erlass die notwendigen Maßnahmen ergreifen konnte.

Auf dieser Grundlage hat der belgische föderale Gesetzgeber am 28. Juni 2015 ein Gesetz zur Änderung des Kernausstiegsgesetzes verabschiedet. Diese Gesetzesänderung sah vor, dass das (zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschaltete) Kernkraftwerk Doel 1 wieder Strom produzieren darf und am 15. Februar 2025 (also 10 Jahre später als ursprünglich geplant) abgeschaltet werden sollte. In diesem „Geänderten Kernausstiegsgesetz“ wurden auch die Termine genannt, an denen die anderen Kernkraftwerke abgeschaltet werden sollten. Für Doel 2 bedeutete dies eine Verlängerung um 10 Jahre. Für Tihange 1 wurde bereits am 18. Dezember 2013 ein Gesetz verabschiedet, das die Stilllegung dieses Reaktorblocks um 10 Jahre verschiebt. Für die anderen Kraftwerke hat sich weder durch das Gesetz vom 18. Dezember 2013 noch durch das Gesetz vom 28. Juni 2015 etwas gegenüber dem Kernausstiegsgesetz vom 31. Januar 2003 geändert.

Der sich daraus ergebende Abschaltzeitplan (wie im geänderten Kernausstiegsgesetz festgelegt) ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Abschaltzeitplan gemäß geändertem Kernausstiegsgesetz (28. Juni 2015).

Kraftwerk	Datum der industriellen Inbetriebnahme	Datum der Abschaltung
Doel 1	15. Februar 1975	15. Februar 2025
Doel 2	1. Dezember 1975	1. Dezember 2025
Doel 3	1. Oktober 1982	1. Oktober 2022
Doel 4	1. Juli 1985	1. Juli 2025
Tihange 1	1. Oktober 1975	1. Oktober 2025
Tihange 2	1. Februar 1983	1. Februar 2023
Tihange 3	1. September 1985	1. September 2025

Wie bereits angedeutet, war der Grund für die Entscheidung für eine Laufzeitverlängerung der ältesten Kernkraftwerke die Tatsache, dass die Versorgungssicherheit im Falle einer Abschaltung im Vorfeld des ursprünglich festgelegten Abschalttermins nicht gewährleistet werden konnte. In den Jahren vor 2015 hing die Versorgungssicherheit zu einem großen Teil von der Stromlieferung der Kernkraftwerke ab, wie in Abbildung 1 dargestellt. Diese Abbildung zeigt die Verteilung der Bruttostromerzeugung in den 10 Jahren vor 2015. Der Anteil der Kernenergie an der Gesamtproduktion schwankte in diesem Zeitraum zwischen 46 % und 55 %.

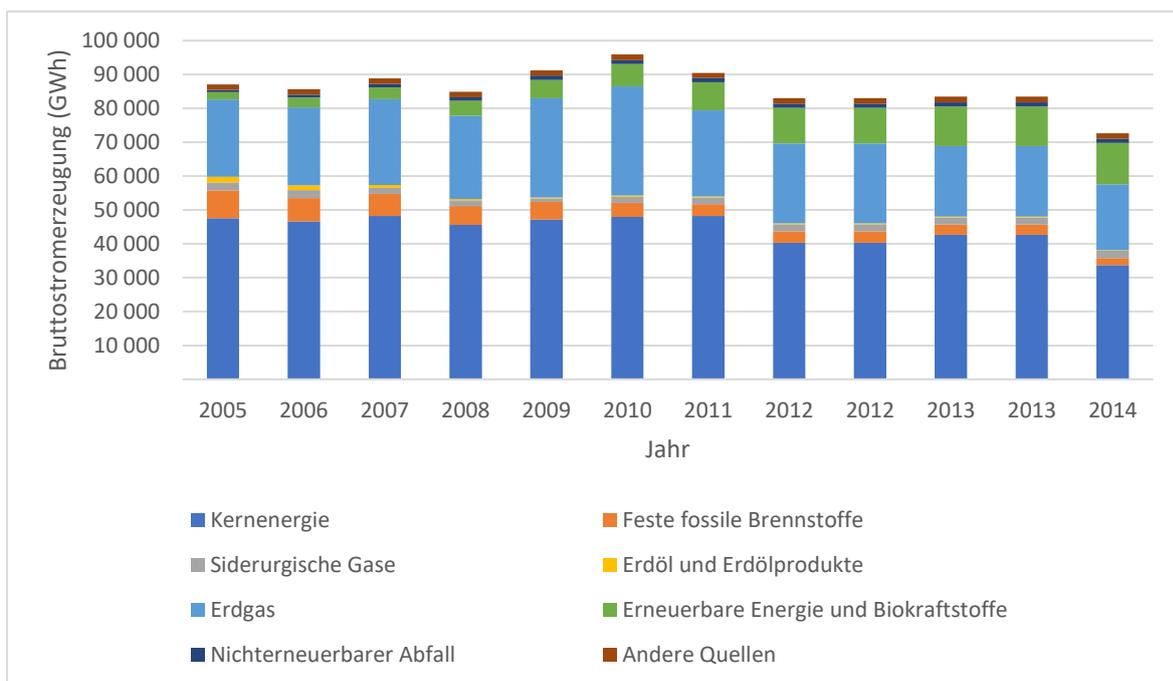


Abbildung 1: Bruttostromerzeugung (Gigawattstunden) in Belgien für den Zeitraum 2005-2014 und der Anteil der verschiedenen Quellen daran (Quelle: Statbel).

Die Reaktorblöcke Doel 1 und 2 stellen zusammen etwa 15 % der nuklearen Erzeugungskapazität dar, und ihr Anteil an der nuklearen Energieerzeugung lag im Zeitraum 2015-2018 zwischen 9 % und 16 % bzw. zwischen 3,5 % und 8 % der gesamten Stromerzeugung (Quelle: Electrabel AG).

Der Verlust eines solchen Anteils an der Produktion hätte natürlich nur verantwortet werden, wenn man sicher hätte sein können, dass dieses Defizit vollständig kompensiert hätte werden können. Wäre dies nicht möglich, so wären die daraus resultierenden sozioökonomischen Kosten erheblich (siehe Kasten).

### Die gesellschaftlichen Kosten von Stromausfällen in Belgien

Stromausfälle sind potenziell mit erheblichen wirtschaftlichen und sozialen Kosten verbunden.

In einer Studie<sup>1</sup> des Föderalen Planbüros aus dem Jahr 2014 wurde eine quantitative Bewertung der Auswirkung von Stromausfällen in Belgien vorgenommen, basierend auf einem österreichischen Modell (Black-out-Simulator). Ein einstündiger Stromausfall auf belgischem Gebiet während eines Arbeitstages zu einer Zeit, in der alle belgischen Unternehmen aktiv sind, würde einen gesamtwirtschaftlichen Schaden von ca. 120 Millionen Euro verursachen (sowohl im Winter als auch im Sommer). Es wurden auch ein paar alternative Methoden durchgerechnet, die eine Spanne zwischen € 61 Millionen (die „BIP-Methode“) und € 278 Millionen (die „RTE-Methode“) ergaben. Der genannte wirtschaftliche Schaden schließt den Schaden für Familien ein, der allerdings „nur“ 8 Mio. EUR pro Stunde beträgt. Der Industriesektor hat mit 49 % den größten Anteil an den Gesamtkosten, der tertiäre Sektor macht etwa 40 % der Kosten aus. Das verwendete Modell erlaubte auch die räumliche Zuordnung des berechneten Schadens. Dabei zeigte sich, dass der mit Abstand größte Verlust in der Provinz Antwerpen zu verzeichnen wäre (24,74 Mio. Euro bzw. fast 21 % der Gesamtsumme), mit einigem Abstand gefolgt von der Region Brüssel-Hauptstadt (15,67 Mio. Euro bzw. 13 %).

Dabei ist wichtig zu beachten, dass diese Schätzung immer auf einer einstündigen Unterbrechung beruhte. Die Auswirkungen eines 2-stündigen Ausfalls sind nicht unbedingt doppelt so groß. Das zeigen auch die Zahlen des Simulators: Der Schaden eines 2-stündigen Ausfalls für ganz Belgien beträgt „nur“ 170 Millionen Euro (oder 42 % mehr als bei einem einstündigen Ausfall). Je länger eine Störung jedoch anhält, desto größer werden ihre Auswirkungen linear mit der Zeit, und nach etwa 8 Stunden steigt der Schaden exponentiell an. Ein Ausfall von mehr als 8 Stunden kann als Katastrophensituation angesehen werden: Die Anzahl und vor allem die Schwere der Folgen sind dann schwer zu überblicken (und abzuschätzen).

In der Begründung des Gesetzes vom 28. Juni 2015 wird daher die potenziell problematische Situation hinsichtlich der kurzfristigen Versorgungssicherheit als Begründung für das Gesetz genannt und auf mehrere Studien verwiesen, in denen diese Situation nachgewiesen wurde.

Sie verweist auch auf die große Unsicherheit bezüglich der Wiederinbetriebnahme der (damals stillgelegten) Kraftwerke Doel 3 und Tihange 2, auf die angekündigte Stilllegung konventioneller Produktionsblöcke im Jahr 2015 und auf die Tatsache, dass die Integration ausländischer Produktionskapazität in das belgische Stromnetz kurzfristig nicht möglich ist.

Eine dieser Studien, auf die sich die im Gesetz vom 28. Juni 2015 getroffene Entscheidung stützt, ist die sogenannte GEMIX-Studie aus dem Jahr 2009<sup>2</sup>. Dieser Bericht empfiehlt, die Stilllegung der Kernreaktoren Doel 1, Doel 2 und Tihange 1 um 10 Jahre zu verschieben<sup>3</sup>. Die Studie begründet diese Empfehlung damit, dass der Zeitplan für die Stilllegung der ersten drei (und ältesten) Kernkraftwerksblöcke bis 2015 (wie im Gesetz von 2003 vorgesehen), zu einem Mangel sowohl an Energie als auch an Kapazität führen würde. Es sei nicht sicher, dass Importe dieses wachsende Defizit ausgleichen können, da die Kapazität der Verbundnetze und die verfügbaren Produktionskapazitäten im Ausland begrenzt seien. Der Bericht weist darauf hin, dass die Stilllegung der Produktionsblöcke Doel 1, Doel 2 und Tihange 1 im Jahr 2015 dazu führen müsste, dass ab 2014 nichtnukleare Ersatzblöcke im Umfang von 50 % der Nennleistung der drei genannten Reaktoren<sup>4</sup> in Betrieb genommen werden, wobei eine Mindestinbetriebnahmezeit für neue Gaskraftwerke von vier Jahren zu berücksichtigen sei. Laut der

<sup>1</sup> Belgische black-outs berekend. Een kwantitatieve evaluatie van stroompannes in België. Föderales Planbüro, März 2014.

<sup>2</sup> „Welke ideale energiemix voor België tegen 2020 en 2030“ (GEMIX-Group, 2009).

<sup>3</sup> Die Studie empfahl auch, die Schließung der anderen, neueren Reaktoren (Doel 3, Doel 4, Tihange 2 und Tihange 3) um 20 Jahre zu verschieben. Dieser Empfehlung wurde nicht nachgekommen.

<sup>4</sup> Eine Studie aus dem Jahr 2014 (Laleman und Albrecht, 2014<sup>4</sup>) schätzte, dass die Lücke in der installierten Kapazität (im Falle der Schließung von Doel 1 und 2) im Jahr 2017 zwischen 2,42 und 3,16 GW betragen würde, je nach Annahme der Höhe der Spitzennachfrage, wenn eine 5%ige Reservemarge beibehalten werden soll (und keinen strukturellen zusätzlichen Stromimport in Anspruch nehmen würde).

GEMIX-Studie gebe es keine ausreichende Garantie dafür, dass solche Kapazitäten im Jahr 2015 tatsächlich zur Verfügung stünden.

## 1.2 Nichtigkeitsklage vor dem Verfassungsgerichtshof

Am 5. Januar 2016 haben Inter-Environnement Wallonie und Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen beim Verfassungsgericht eine Klage auf Nichtigkeitserklärung des Gesetzes vom 28. Juni 2015 eingereicht. Dieser Einspruch wurde damit begründet, dass die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke ohne Umweltverträglichkeitsprüfung und ohne ein Verfahren unter Beteiligung der Öffentlichkeit beschlossen wurde.

Mit Zwischenentscheid vom 22. Juni 2017 hat der Verfassungsgerichtshof dem Gerichtshof der Europäischen Union Vorabentscheidungsfragen zur Auslegung der in der Beschwerde angeführten Verträge und Richtlinien vorgelegt.

Nach Erhalt des Urteils des Gerichtshofs der Europäischen Union vom 29. Juli 2019<sup>5</sup> hat der Verfassungsgerichtshof am 5. März 2020 das geänderte Kernausstiegsgesetz vom 28. Juni 2015 gekippt.

Der Verfassungsgerichtshof war der Ansicht, dass das Gesetz und die notwendigen Arbeiten an den Kraftwerken Doel 1 und 2 (zu Modernisierungszwecken und zur Gewährleistung der Einhaltung der Sicherheitsvorschriften) einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen werden müssten. Das Gesetz vom 28. Juni 2015 sei untrennbar mit den erforderlichen Modernisierungsarbeiten verbunden und beide zusammen stellten ein „Projekt“ im Sinne der Richtlinie 2011/92/EU dar. Die Umweltverträglichkeitsprüfung hätte vor der Verabschiedung des Gesetzes zur Verlängerung der Laufzeit der Kraftwerke durchgeführt werden müssen. Da sich die Kraftwerke in der Nähe der Grenze zwischen Belgien und den Niederlanden befänden, müsse das Projekt außerdem dem grenzüberschreitenden Prüfungsverfahren gemäß der Richtlinie 2011/92/EU unterzogen werden.

Der Gerichtshof entschied außerdem, dass die besagten Modernisierungsarbeiten und die Entscheidung über die Verschiebung der Abschaltung angesichts der möglichen Auswirkungen auf die nach der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (kurz: FFH-Richtlinie) und der Vogelschutzrichtlinie geschützten Gebiete ebenfalls einer angemessenen Prüfung nach den Bestimmungen der FFH-Richtlinie unterzogen werden sollten.

„Um das reale und ernsthafte Risiko einer Unterbrechung der Stromversorgung des Landes abzuwenden“, entschied der Verfassungsgerichtshof jedoch, die Auswirkungen des für nichtig erklärten Gesetzes aufrechtzuerhalten, bis ein neues Gesetz verabschiedet wird, dem die erforderliche Umweltverträglichkeitsprüfung und eine angemessene Prüfung, einschließlich der Beteiligung und grenzüberschreitenden Anhörungen der Öffentlichkeit, vorausgehen. Der Gerichtshof urteilte, dass die unbedingt erforderliche Frist zum Abschluss der erforderlichen Prüfungen am 31. Dezember 2022 ablaufe und daher die Auswirkungen des für nichtig erklärten Gesetzes bis zu diesem Datum weiterhin anwendbar seien.

## 2 Ziel dieser Umweltverträglichkeitsprüfung

Um den Konsequenzen aus dem Urteil des Verfassungsgerichtshofs gerecht zu werden, muss vor der Ausarbeitung eines neuen Gesetzes eine Umweltverträglichkeitsprüfung für die Entscheidung, die Kernkraftwerke für weitere zehn Jahre offen zu halten, sowie für die Modernisierungs- und Sicherheitsarbeiten, die erforderlich sind, um den optimalen Betrieb der Kernkraftwerke Doel 1 und 2 zu gewährleisten, erstellt werden. Diese Arbeiten sind in der Tat untrennbar mit der Entscheidung verbunden, und zusammen bilden sie ein einziges Projekt.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung für dieses Projekt hat einen doppelten Charakter, da sie einerseits eine strategische Entscheidung und andererseits konkrete Arbeiten betrifft; sie ist daher in zwei Teile aufgeteilt.

---

<sup>5</sup> Entscheidung in der Rechtssache C-411/17 Inter-Environnement Wallonie ASBL und Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen VZW gegen Ministerrat.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), auf die sich diese nichttechnische Zusammenfassung bezieht, umfasst die Bewertung der Auswirkungen, die durch die strategische politische Entscheidung, die Abschaltung von Doel 1 und 2 um 10 Jahre zu verschieben, verursacht werden (UVP-Entscheidung).

Eine separate, vom Betreiber der Kernkraftwerke in Auftrag gegebene Umweltverträglichkeitsprüfung bewertet die Auswirkungen der spezifischen Arbeiten, die aufgrund des Gesetzes zur verlängerten Stromerzeugung durchgeführt werden müssen (UVP-Arbeiten).

Beide Umweltverträglichkeitsprüfungen wurden separat erstellt, bilden aber zusammen die Umweltverträglichkeitsprüfung des oben definierten Projekts. Um zwischen den beiden Teilen dieser übergreifenden Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterscheiden, sprechen wir jeweils von der Umweltverträglichkeitsprüfung bezüglich der Entscheidung (UVP-Entscheidung) und der Umweltverträglichkeitsprüfung bezüglich der Arbeiten (UVP-Arbeiten).

Die Umweltverträglichkeitsprüfung über die strategische Entscheidung, die Abschaltung von Doel 1 und 2 zu verschieben, beinhaltet die Identifizierung, Beschreibung und Bewertung der unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen des Projekts. Gemäß Artikel 3 der UVP-Richtlinie (Richtlinie 2011/92/EU, geändert durch die Richtlinie 2014/52/EU vom 16. April 2014) müssen bei dieser Prüfung die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:

- a) Bevölkerung und menschliche Gesundheit;
- b) biologische Vielfalt, unter besonderer Berücksichtigung der NATURA-2000-Gebiete;
- c) Fläche, Boden, Wasser, Luft und Klima;
- d) Sachgüter, kulturelles Erbe und Landschaft;
- e) Wechselbeziehung zwischen den unter den Buchstaben a bis d genannten Faktoren.

Anhang IV der (geänderten) Richtlinie stellt weiter klar, dass zu den in Artikel 3 aufgeführten Faktoren, die durch das Projekt erheblich beeinträchtigt werden können, „Bevölkerung, menschliche Gesundheit, biologische Vielfalt (z. B. Fauna und Flora), Flächen (z. B. Flächenverbrauch), Boden (z. B. organische Substanz, Bodenerosion, Bodenverdichtung, Bodenversiegelung), Wasser (z. B. hydromorphologische Veränderungen, Quantität und Qualität), Luft, Klima (z. B. Treibhausgasemissionen, anpassungsrelevante Auswirkungen), Sachgüter, kulturelles Erbe einschließlich architektonischer und archäologischer Aspekte und Landschaft“ gehören.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung umfasst sowohl nichtradiologische als auch radiologische Umweltauswirkungen für die oben genannten Faktoren. Im Folgenden geben wir an, welche Effekte bei der Prüfung hervorgehoben werden und warum.

### 3 Initiator und Expertenteam

Initiator der Umweltprüfung der Entscheidung ist der belgische Föderale Öffentliche Dienst Wirtschaft, KMB, Mittelstand und Energie, Rue du Progrès 50, 1210 Brüssel.

Die UVP wurde von einem Team aus zugelassenen radiologischen und nichtradiologischen UVP-Experten erstellt.

## 4 Gegenstand der Umweltverträglichkeitsprüfung

### 4.1 Das Projekt

Das Projekt, das Gegenstand der in dieser Zusammenfassung dargestellten Umweltverträglichkeitsprüfung (und der separaten Umweltverträglichkeitsprüfung bezüglich der zugehörigen Arbeiten) ist, besteht im „Aufschub der Abschaltung“ der Kernreaktoren Doel 1 und 2. Beide sind Teil des Geländes des Kernkraftwerks Doel (KKW Doel), das von der Electrabel AG belgischen Rechts betrieben wird und sich in der Scheldemolenstraat, Haven 1800 in 9130 Doel befindet. Das KKW Doel besteht insgesamt aus 4 Kernreaktoren, den notwendigen Nebengebäuden und Anlagen zur Stromerzeugung sowie zur Lagerung von abgebrannten Kernbrennstoffen.

Der Standort befindet sich in der Gemeinde Beveren (Ostflandern) am linken Ufer der Schelde und in nur 3,15 km Entfernung zur niederländischen Grenze (siehe Abbildung 2). Der Betrieb des Kernkraftwerks, mit Schwerpunkt auf den Betrieb der Blöcke Doel 1 und 2, die Teil des Projekts sind, wird in § 4.2 näher beschrieben.



Abbildung 2: Standort des KKW Doel.

Das Projekt wird als unabhängig von anderen laufenden und/oder geplanten Projekten am Standort KKW Doel betrachtet, wie z. B. dem Projekt SF<sup>2</sup> (Bau einer neuen Anlage zur Zwischenlagerung von abgebrannten Kernbrennstoffen) und der Abschaltung von Doel 3 am 1. Oktober 2022<sup>6</sup>.

**Die in dieser Zusammenfassung dargestellte Umweltverträglichkeitsprüfung auf strategischer Ebene betrifft die strategisch-politische Entscheidung über das weitere Offenhalten und den Betrieb der Blöcke Doel 1 und 2 zur Energieerzeugung im Zeitraum 2015-2025.**

Die Nachbetriebsphase und die Stilllegung sind nicht Teil des hier betrachteten Projekts, obwohl bestimmte Aspekte des Betriebs der Blöcke Doel 1 und 2 im Zeitraum 2015-2025, die im Zusammenhang mit der Stilllegung von Bedeutung sein können, berücksichtigt werden.

Der Zeitraum 2015-2025 für Doel 1 und 2 beinhaltet, wie bereits erwähnt, eine zusätzliche Betriebszeit über den ursprünglichen Zeitraum von 40 Jahren hinaus. Gemäß dem Königlichen Erlass vom 25. Januar 1974 und dem Königlichen Erlass vom 30. November 2011 über die Sicherheitsanforderungen an kerntechnische Anlagen muss der Betreiber in Abständen von höchstens 10 Jahren eine periodische Sicherheitsüberprüfung durchführen. Dies wird als Zehnjährliche Sicherheitsüberprüfung oder Periodische Sicherheitsüberprüfung (Periodic Safety Review) bezeichnet. Für den Zeitraum ab 2015 ist dies die vierte Überprüfung und die beiden Blöcke sind ebenfalls seit 40 Jahren in Betrieb. Im Zusammenhang mit dem Betrieb nach 40 Jahren, auch Langzeitbetrieb (Long Term Operations, LTO) genannt, wurde ein Aktionsplan erstellt und in den vierten Zehnjährlichen Sicherheitsüberprüfung integriert. Ziel dieses Aktionsplans ist es, die Sicherheit der ältesten Kernkraftwerksblöcke in Belgien (einschließlich Doel 1 und 2) auf den Stand zu bringen, der für die aktuellsten Kraftwerke vorgesehen ist. Darüber hinaus wurden in diesen LTO-Aktionsplan auch Maßnahmen integriert, die aus einem umfassenden Resilienz-Testprogramm („Stresstests“)

<sup>6</sup> Wie im Königlichen Erlass vom 31. Januar 2003 über den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie vorgesehen.

resultieren, das nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima am 11. März 2011 eingerichtet wurde. Die wichtigsten Maßnahmen des LTO-Plans sind:

- der Bau einer neuen seismischen Pumpstation zur Verbesserung der Brandsicherheit, wodurch Doel 1 und 2 besser vor einem durch ein Erdbeben verursachten Brand geschützt werden;
- die Installation eines Containment Filtered Venting System (CFVS) zur Durchführung einer Druckentlastung des Containments (Reaktorgebäude) im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze (schwerer Unfall), um die Integrität des Gebäudes zu erhalten und die radiologischen Folgen für die Umgebung zu begrenzen.

Die Arbeiten betreffen daher hauptsächlich Sicherheitseinrichtungen, die den Betrieb des Kraftwerks unter normalen Bedingungen nicht beeinflussen (z. B. die thermische Leistung).

Die im Rahmen dieser integrierten Aktionspläne durchgeführten Arbeiten sind nicht Gegenstand des strategischen Teils der in dieser Zusammenfassung dargestellten Umweltverträglichkeitsprüfung des Projekts. Sie werden jedoch in der Umweltverträglichkeitsprüfung der Arbeiten (UVP-Arbeiten) untersucht, die vom Betreiber des Kernkraftwerks (Electrabel AG) in Auftrag gegeben wurde.

## 4.2 Funktionsweise eines Kernkraftwerkes

Das Kernkraftwerk Doel (KKW Doel) besteht aus vier Kernreaktoren zur Stromerzeugung und der gesamten für den Betrieb notwendigen Hilfsinfrastruktur.

Bei Doel 1 und 2 handelt es sich um Zwillingssreaktoren des sogenannten Typs Druckwasserreaktor (DWR, Pressurized-Water Reactor) oder Hochdruckreaktor der Bauart Westinghouse. Eine Übersicht über die Basisdaten für diese beiden Produktionsblöcke finden Sie in Tabelle 3. Der Vollständigkeit halber sind auch die Daten für Doel 3 und 4 enthalten.

*Tabelle 3: Übersicht über die Basisdaten des Kernkraftwerks Doel.*

Block	Typ/Ausführung	Thermische Leistung	Elektrische Leistung	Datum der ersten Kritikalität	Containment	Speicherkapazität für Kraftstoff
Doel 1	DWR (2 primäre Kühlkreisläufe) Westinghouse	1312	445	18.07.1974	Zweifach (Stahl + Stahlbeton)	Gemeinsam für Doel 1 und 2: 664 Positionen
Doel 2	DWR (2 primäre Kühlkreisläufe) Westinghouse	1312	445	04.08.1975	Zweifach (Stahl + Stahlbeton)	
Doel 3	DWR (3 primäre Kühlkreisläufe) Westinghouse	3064	1006	14.06.1982	Zweifach mit Innenauskleidung	672 Positionen
Doel 4	DWR (3 primäre Kühlkreisläufe) Westinghouse	3000	1036	31.03.1985	Zweifach mit Innenauskleidung	628 Positionen

Ein DWR besteht typischerweise aus 3 Kompartimenten mit 3 separaten Kreisläufen: dem Reaktorgebäude mit Primärkreislauf, dem Maschinenraum mit Sekundärkreislauf und dem Kühlkreislauf, der den Tertiärkreislauf bildet. Wir beschreiben hier den typischen Betrieb eines DWR mit spezifischen Daten für Doel 1 und 2.



Abbildung 3: Funktionsweise des Kernkraftwerks mit (von links nach rechts) dem Reaktorgebäude, dem Maschinenraum und dem Kühlkreislauf (Quelle: Electrabel AG).

Das Reaktorgebäude enthält den Reaktorbehälter (oder -kessel), der den Kernbrennstoff oder das spaltbare Material enthält. Das Spaltmaterial ist angereichertes Uran in Form von gesintertem Uranoxid ( $UO_2$ ) mit einem Anreicherungsprozentsatz an Uran-235 (U-235) von etwa 4 % (natürliches Uran enthält etwa 0,7 % U-235). Die Brennstoffpellets sind in Rohren aus einer Zirkoniumlegierung gestapelt. Sie sorgen für den Einschluss der Spaltprodukte. Die so entstandenen Stifte werden zu Brennelementen gebündelt und durch Gitter in einem Netzwerk zusammengehalten.

Bei der Spaltung entstehen Spaltprodukte und Neutronen; Letztere können neue Spaltungen auslösen, wodurch eine Kettenreaktion entsteht. Um diese Kettenreaktion zu kontrollieren und die Reaktivität des Kernreaktors zu überwachen, werden absorbierende Bündel (Steuerstäbe) und Bor<sup>7</sup> (ein Element, das Neutronen einfängt) verwendet. Die Kontrollstäbe sind in zwei Gruppen unterteilt:

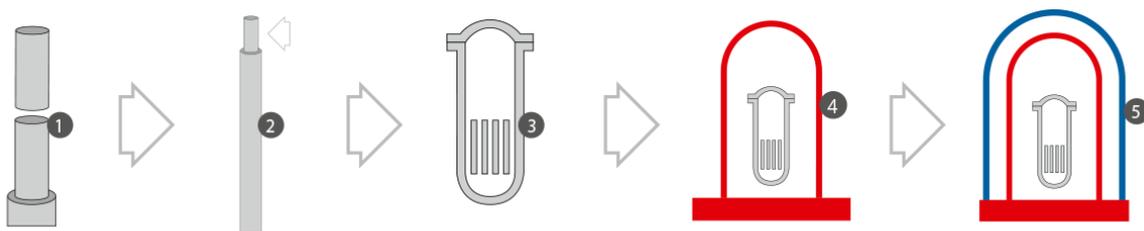
- die Steuerstäbe (21 Stück), die für die schnelle Kontrolle der Reaktivität sorgen;
- die Stoppstäbe oder das Abschaltssystem (auch SCRAM genannt, 12 Stück), zusammen mit den Steuerstäben kann damit ein Notstopp durchgeführt werden.

Die Steuerstäbe haben eine starke absorbierende Eigenschaft auf Neutronen und fallen bei einem automatischen Stopp oder einer Notabschaltung aufgrund der Schwerkraft von selbst zwischen die Brennelemente und stoppen so die Spaltreaktionen (passive Sicherheit). Durch den radioaktiven Zerfall der Spaltprodukte bleibt der Reaktorkern nach der Abschaltung jedoch heiß und muss weiter gekühlt werden.

Die bei der Spaltung freigesetzte Energie, die sich aus der Energie und dem radioaktiven Zerfall der Spaltprodukte und der Energie der Neutronen zusammensetzt, wird in einem DWR wie Doel 1 und 2 unter hohem Druck (155 bar) auf Wasser übertragen. Der hohe Druck sorgt dafür, dass das Wasser nicht anfängt zu kochen. Das Wasser wird auch verwendet, um die bei der Spaltung entstehenden Neutronen zu verlangsamen, und so die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass sie eine weitere Spaltung verursachen. Bei Doel 1 und 2 wird dieses Wasser vom Reaktorkern zum Dampferzeuger über zwei Kreisläufe gepumpt, die zusammen den primären Kühlkreislauf bilden (jeweils mit einer eigenen Pumpe). Ein Druckbehälter regelt den Druck.

<sup>7</sup> Im Wasser des Primärkreislaufs in Form von Borsäure vorhanden.

Die Reaktorgebäude bestehen im Inneren aus einer Stahlhülle, während das zylindrische Äußere aus Stahlbeton besteht, auf dem eine halbkreisförmige Kuppel ruht. Der Raum zwischen der Stahlkugel und dem Stahlbeton steht immer unter Druck. Die Reaktorgebäude Doel 1 und 2 befinden sich symmetrisch auf beiden Seiten des Gebäudes der nuklearen Notdienste (GNH), das beide Reaktoren gemeinsam nutzen. Es enthält die wichtigsten Sicherheitssysteme für die beiden Blöcke (Kühl- und Sprühsysteme), das Außenlager für frische Brennelemente, die Becken für abgebrannte Brennelemente (deren Wasser kontinuierlich gereinigt und gekühlt wird) und die Lagertanks für flüssige und gasförmige Abwässer. Eine ausführliche Beschreibung der Sicherheitssysteme findet sich in einem nationalen Sicherheitsbericht der Föderalagentur für Nuklearkontrolle (FANK).



*Abbildung 4: Die aufeinanderfolgenden Barrieren, die das Uran und die Spaltprodukte von der Außenwelt abschirmen, d. h. das komprimierte Uranoxid in Pellets (1) ist in den verschweißten Brennstäben gestapelt (2). Diese befinden sich im Reaktorbehälter (während des Betriebs geschlossen, zum Be- und Entladen des Kernbrennstoffs geöffnet), einem 25 cm dicken Stahlbehälter (3), der in der primären Stahlkugel des Reaktorgebäudes platziert ist (4) und sukzessive von der sekundären Wand des Reaktorgebäudes aus Stahlbeton umgeben ist (5).*

Das erhitze, unter hohem Druck stehende Wasser aus dem Primärkreislauf gelangt in den Dampferzeuger, wo es über Tausende von Rohren seine Wärme an das Wasser auf der anderen Seite abgibt (Sekundärkreislauf), wo Dampf mit einem Druck von 60 bar erzeugt wird. Es besteht also nie ein direkter Kontakt zwischen dem Wasser im Primär- und Sekundärkreislauf. Der Dampf treibt im Maschinenraum eine Turbine an und der daran angeschlossene Generator wandelt die Drehbewegung der Turbine in elektrischen Strom um. Der Dampf im Sekundärkreislauf gelangt weiter zum Kondensator, wo er wieder in flüssiges Wasser umgewandelt wird, das zum Dampferzeuger zurückgepumpt wird. Der Kondensator wird mit Wasser aus dem Tertiärkreislauf im Kältekreislauf gekühlt, wobei auch hier nie ein direkter Kontakt mit dem Wasser des Sekundärkreislaufs besteht. Der Tertiärkreislauf wird mit Scheldewasser gespeist. Der Dampf aus dem Sekundärkreislauf gibt seine Wärme an das Scheldewasser aus dem Tertiärkreislauf ab, wodurch sich dieses Wasser leicht erwärmt. Deshalb geht es zunächst zu den Kühltürmen mit Saugzugsystem, bevor es entweder wieder zum Kondensator oder zurück in die Schelde fließt.

Radioaktivität und Strahlung sind in einem Kernreaktor vorhanden oder haben ihren Ursprung:

- im Kernbrennstoff: Dieser besteht aus Uranoxid und enthält mehrere Uranisotope, die alle spontan radioaktiv sind, aber lange Halbwertszeiten haben und hauptsächlich durch Alphazerfall zerfallen;
- in der Kernspaltung während des Betriebs des Reaktors: Dabei entstehen Spaltprodukte, von denen viele radioaktiv sind (mit Halbwertszeiten von Millisekunden bis zu Millionen von Jahren) und hauptsächlich unter Aussendung von Beta- und Gammastrahlung zerfallen; die bei der Spaltung freigesetzten Neutronen sind selbst eine Form ionisierender Strahlung;
- in der Aktivierung verschiedener Materialien, Primärwasser usw.: radioaktive und nichtradioaktive Kerne können ein Neutron einfangen und neue Radionuklide bilden, wir nennen dies Aktivierungsprodukte (Beispiele sind die Aktivierung des Stahls des Reaktorbehälters oder die Bildung von Tritium);

- in der sukzessive Neutronenabsorption und im Betazerfall ausgehend vom Uran im Kernbrennstoff. Dabei entstehen mehrere Isotope von Neptunium, Plutonium, Americium und Curium, die alle radioaktiv sind, darunter mehrere mit sehr langen Halbwertszeiten.

Wie bei allen industriellen Prozessen können während des normalen Betriebs und der Wartung in der Nuklearzone kleine Mengen dieser radioaktiven Elemente freigesetzt werden. Dabei entstehen neben den abgebrannten Brennelementen eine Reihe von radioaktiven Abfallströmen in gasförmiger, flüssiger und fester Form. Am Standort KKW Doel sind die Behandlungssysteme für feste und flüssige Abwässer im Gebäude für die Wasser- und Abfallbehandlung (WAB) untergebracht.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Komponenten gibt es außerhalb des nuklearen Teils des Kraftwerks eine Reihe von Hilfsgebäuden, die zum Teil sicherheitsrelevant sind:

- Gebäude für Diesel-Generatoren (5 Diesel-Generatoren);
- Gebäude für Elektrische Notfalldienste, in dem sich der Kontrollraum befindet; es gibt nur einen Kontrollraum für die beiden Blöcke Doel 1 und Doel 2;
- Gebäude für Mechanische Notfalldienste;
- Im Wasser-Dampf-Gebäude befinden sich die Absperrventile der Dampferzeuger-Speisewasseranlagen, der Dampfleitungen, die Sicherheitsventile, die Ventile zur Abgabe von Dampf in die Atmosphäre und der Speisewassersysteme;
- das Gebäude des Notfallsystems (2. Schutzebene). Dieses Gebäude wurde während der ersten Sicherheitsüberprüfung hinzugefügt. Das Gebäude beherbergt ein Notspeisewassersystem, ein Notinjektionssystem für die primären Pumpenabdichtungen, einen Notfallkontrollraum und eine Reihe von Hilfssystemen;
- die Kühltürme mit Saugzug zur Kühlung des Komponentenkühlsystems.

Andere Gebäude sind nicht speziell sicherheitsrelevant:

- der Maschinenraum (wie oben erwähnt);
- die Pumpstationen für die Versorgung mit Scheldewasser, der zugehörige Einlauftunnel und der Abflusskanal für das unbehandelte Wasser;
- Keller für die Neutralisationstanks und zugehörigen Pumpen.

Der Betrieb des Kernkraftwerks als Ganzes und von Doel 1 und 2 im Speziellen zur Stromerzeugung erfordert, wie jeder industrielle Prozess, Rohstoffe und erzeugt auch eine Reihe von Abfallströmen. Die wichtigsten sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

*Tabelle 4: Wichtigste Rohstoffe und Abfallströme.*

<b>Wichtigste Rohstoffe</b>	<b>Abfallströme</b>
Angereichertes Uran (Kernbrennstoff)	Radioaktive Abfallströme: atmosphärische und flüssige Ableitungen, radioaktiver Abfall einschließlich abgebrannter Kernbrennstoffe
Heizöl	Nichtradioaktiver gefährlicher Abfall (Recycling)
Öle	Nichtradioaktiver gefährlicher Abfall
Oberflächenwasser zur Herstellung von entmineralisiertem Wasser	Nichtradioaktive Luftemissionen
Scheldewasser (Kühlwasser)	Industrielle Abwässer und Abwässer aus Sanitäranlagen
Stadtwasser	Zurückgeführtes Kühlwasser
Bodennutzung	

### 4.3 Alternativen

Eine Alternative für ein Projekt kann definiert werden als „eine andere Art zur Erreichung der Projektziele“. Es stellt sich also zunächst die Frage, was das Ziel des vorliegenden Projekts (Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2) ist, und anschließend, ob es alternative Möglichkeiten gibt (oder gab), um dieses Ziel zu erreichen.

Wie bereits erwähnt, ist das politische Ziel, das mit dem Aufschub der Abschaltung verfolgt wird, die *Gewährleistung der Versorgungssicherheit* im Bereich Strom. Durch die längere Betriebszeit der Reaktoren Doel 1 und 2 (bis 2025 statt 2015) und den damit verbundenen Aufschub der zuvor beschlossenen Abschaltung wird dieses Ziel tatsächlich erreicht (für den Zeitraum bis 2025).

Die Frage, die sich im Anschluss daran stellt, ist, ob es zum Zeitpunkt der Verabschiedung des Gesetzes vom 28. Juni 2015 alternative Möglichkeiten gab, das Ziel (Gewährleistung der Versorgungssicherheit für den Zeitraum 2015 – 2025) zu erreichen. Es reicht nicht aus, theoretische Ersatzalternativen in Form alternativer Energiemixe zu entwerfen. Auch diese Alternativen müssen den Test der Angemessenheit bestehen. Das bedeutet u. a., dass sie realistisch und erfolgversprechend sein müssen, d. h., dass die kurzfristige Realisierung dieser Alternativen zum Zeitpunkt der Entscheidung eine plausible Option war.

Die Antwort auf diese Frage lautet, dass es 2015 keine validen, operationalisierbaren Alternativen gab, die die Versorgungssicherheit durch den Ersatz der (erheblichen) weggefallenen Kapazität (15 % der gesamten Kernkraftkapazität) nachhaltig gewährleisten konnten. Die Kapazität für erneuerbare Energien war noch nicht ausreichend entwickelt und konnte nicht kurzfristig ausgebaut werden. Gleiches gilt für (neue) Gaskraftwerke, die als mögliche Übergangslösung zwischen der nuklearen und der erneuerbaren Phase genutzt werden könnten; auch diese mussten 2015 größtenteils noch gebaut werden.

In Bezug auf den *Import* von Strom aus dem Ausland heißt es in der Begründung des Gesetzes vom 28. Juni 2015, dass „die Integration der ausländischen Kapazitäten ins belgische Netz kurzfristig nicht möglich ist“. Die GEMIX-Studie (2009) stellte ihrerseits fest, dass eine strukturelle Importabhängigkeit von mehr als 10 % das elektrische System bei einem Ausfall anfällig mache. Darüber hinaus müsse ein erwarteter Rückgang der französischen Stromexporte und eine steigende Nachfrage nach strukturellen Importen aus Deutschland berücksichtigt werden<sup>8</sup>. Schließlich wurde in der GEMIX-Studie auch festgestellt, dass der chronische Mangel an Produktionskapazitäten in Belgien (vor der Wirtschaftskrise) bereits an die Grenzen der Importkapazitäten stöße und dass diese Kapazitäten bis 2020 voraussichtlich nicht steigen würden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Stromimporte keine strukturelle Lösung für den Wegfall von Kernkraftkapazitäten im Jahr 2015 darstellten.

Sie kommt daher zu dem Schluss, dass es keine gültigen Alternativen zu dem spezifischen politischen Ziel gab, auf das der Aufschub der Abschaltung abzielte.

Damit soll nicht gesagt werden, dass es keine alternativen Mischungen von Produktionsmitteln gibt – jeweils mit ihren eigenen Vor- und Nachteilen in Bezug auf die Umweltauswirkungen<sup>9</sup>. Es ist jedoch nicht der Zweck der vorliegenden Analyse, solche Szenarien zu vergleichen.

In dieser Analyse beschränken wir uns darauf, die Umweltauswirkungen einer längeren Offenhaltung der Kernreaktoren Doel 1 und 2 über den Zeitraum 2015-2025 darzustellen. Dabei stellen wir also keinen Vergleich mit

---

<sup>8</sup> Dieser Aspekt wird in einer aktuellen Studie von Elia **bestätigt** (*Adequacy and flexibility study for Belgium 2020 – 2030*. ELIA, 2019). In dieser Studie heißt es u. a.: „In der kommenden Dekade werden in Europa rund 100 GW an Kohle- und Kernkraftwerken stillgelegt, der Großteil davon in Westeuropa [...] Insbesondere die beschleunigten Kohleabschaltungen in unseren Nachbarländern (Niederlande, Großbritannien, Italien, Frankreich, aber vor allem Deutschland) wirken sich negativ auf unsere Importmöglichkeiten in den Wintermonaten aus.“ [freie Übersetzung]

<sup>9</sup> Die Machbarkeit mehrerer solcher Alternativen wurde u. a. in der „Studie over de perspectieven van elektriciteitsbevoorrading tegen 2030“ (Studie zu den Perspektiven der Stromversorgung bis 2030) des FÖD Wirtschaft (2015) und in der GEMIX-Studie (2009) untersucht. Für erstere Studie wurde ebenfalls eine Plan-UVP erstellt (Arcadis, 2015).

den Auswirkungen alternativer (hypothetischer) Lösungen an<sup>10</sup>. Wir vergleichen die Auswirkungen jedoch sehr wohl mit der Situation, wenn das Projekt nicht durchgeführt und die Abschaltung nicht verschoben worden wäre. Diese Situation, die wir als Referenzzustand bezeichnen, wird in § 4.4 behandelt.

Der Vollständigkeit halber kann auch festgehalten werden, dass sich der Umfang, in dem die Stromversorgung gewährleistet werden kann, seit 2015 weiterentwickelt hat und dies auch in Zukunft tun wird. Für den Zeitraum 2022-2025 (und unter Berücksichtigung unerwarteter Ereignisse in den Nachbarländern, die Importe bremsen könnten) geht Elia von einer Kapazitätslücke von mehr als 1 GW aus. Für den Zeitraum 2025-2040 ist die Versorgungssicherheit durch den Bau neuer Gaskraftwerke<sup>11</sup> und einen weiteren Ausbau der Erzeugungskapazität erneuerbarer Energien gewährleistet.

#### 4.4 Referenzzustand und Referenzszenario

Bei einer Umweltprüfung ist eine klare Definition der Referenzsituation wichtig, um die Auswirkungen eines Plans oder Projekts zu veranschaulichen. Der Referenzzustand ist per Definition der Zustand der Umwelt, der sich ergeben würde, wenn ein Plan oder Projekt nicht durchgeführt würde; er ist daher die Grundlage für den Vergleich der Auswirkungen des Plans oder Projekts. Die Referenzsituation ist im Fall des vorliegenden Projekts die Situation, die sich ergeben würde, wenn die Abschaltung nicht aufgeschoben wird, also wenn Doel 1 und 2 gemäß Zeitplan des Kernausstiegsgesetzes im Jahr 2015 abgeschaltet worden wären. Die Situation, die sich bei einer Umsetzung des Plans oder des Projekts (Aufschub der Abschaltung) ergibt, wird mit der Referenzsituation (Abschaltung) verglichen. Die Differenz zwischen den beiden gibt das Ausmaß der Auswirkungen des Projekts an (in diesem Fall die Entscheidung für den Aufschub der Abschaltung). Abbildung 5 stellt dieses Prinzip schematisch dar.

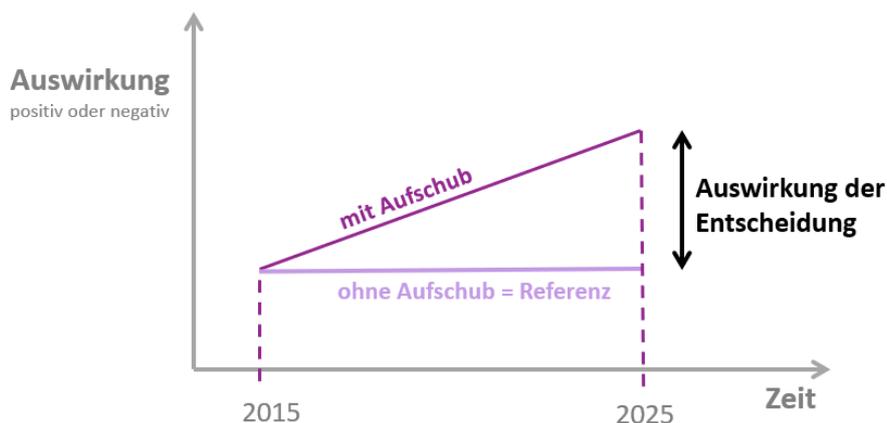


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Referenzzustandes.

Der Referenzzustand ist im Prinzip der Zustand der Umwelt im Jahr 2015. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass sich diese Referenzsituation (unter dem Einfluss von Entwicklungen, die nicht mit dem Betrieb von Doel 1 oder 2 zusammenhängen) zwischen 2015 und 2025 nicht grundlegend ändert, zumindest nicht in einer Weise, die die Bewertung der Umweltauswirkungen verändert. Sollte dem jedoch doch so sein, muss die (veränderte) Referenzsituation im Jahr 2025 berücksichtigt werden. Dies wird in § 4.5 näher erläutert.

Neben dem Referenzzustand verwenden wir in dieser UVP auch die Begriffe „Referenzzeitraum“ und „Referenzszenario“. Diese Begriffe ergeben sich aus der Besonderheit des Projekts, die darin besteht, dass die Auswirkungen auf einen bestimmten Zeitraum begrenzt sind, mit feststehendem Beginn und Ende. Dieser zeitlich

<sup>10</sup> Eine Ausnahme sind dabei die sogenannten „vermiedenen Emissionen“, siehe unten.

<sup>11</sup> Diese Kraftwerke müssen erst noch gebaut werden. Der so genannte CRM-Mechanismus, bei dem die Initiatoren für die Bereitstellung zusätzlicher Kapazitäten bezahlt werden, sollte sicherstellen, dass dies tatsächlich zeitnah geschieht.

begrenzte Zeitraum wird als *Referenzzeitraum* bezeichnet. Bei Auswirkungen, die eine klare zeitliche Dimension haben (z. B. Menge der emittierten Schadstoffe pro Jahr, Menge des erzeugten Abfalls pro Jahr etc.), wird bei der Umweltprüfung auch die kumulative Auswirkung über den Referenzzeitraum betrachtet, indem die Mengen pro Jahr zu einer Gesamtsumme für den Zeitraum addiert werden oder eine vergleichbare Schätzung der kumulativen Auswirkungen über den Zeitraum 2015-2025 vorgenommen wird.

Das *Referenzszenario* beschreibt die projektbezogenen Entwicklungen im Referenzzeitraum, wenn das Projekt nicht umgesetzt wird, d. h., wenn die Abschaltung von Doel 1 und 2 im Jahr 2015 stattgefunden hätte. Konkret bedeutet dies:

- Keine Stromproduktion mehr in Doel 1 und 2 nach dem 15. Februar bzw. 1. Dezember 2015;
- Die anderen Reaktoren am Standort Doel werden nach dem im Kernausstiegsgesetz vorgesehenen Zeitplan stillgelegt (siehe § 1.1 **Error! Reference source not found.**).

Dieses Szenario dient als Vergleichsbasis für die Zwecke dieser Umweltverträglichkeitsprüfung. Abbildung 6 verdeutlicht den Unterschied.

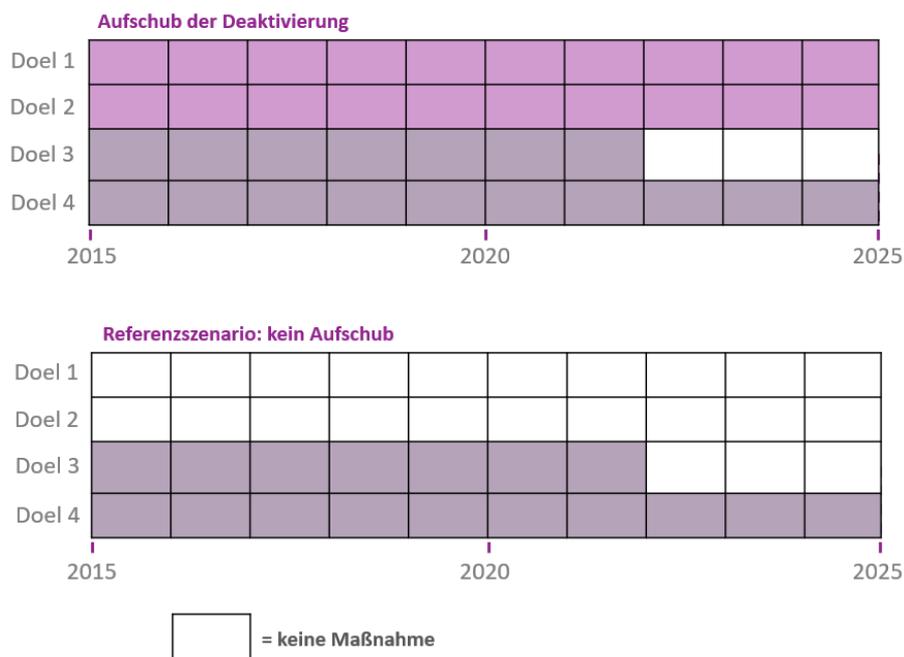


Abbildung 6: Betrieb der vier nuklearen Produktionsblöcke im KKW Doel, in einer Situation mit (oben) und ohne (unten) Aufschub.

#### 4.5 Potenziell relevante autonome und gesteuerte Entwicklungen

Wie bereits erwähnt, ist der Ausgangspunkt für diese UVP, dass die Referenzsituation (die Situation, die sich ergeben würde, wenn die Abschaltung 2015 nicht verschoben worden wäre) selbst im Referenzzeitraum keine Änderungen erfährt, die für die Umweltverträglichkeitsprüfung von Bedeutung sind.

Im Folgenden wird ein Überblick über eine Reihe von autonomen und gesteuerten Entwicklungen (im Untersuchungsgebiet oder in dessen Umgebung) gegeben, die relevant sein können:

1. Komplexes Projekt Extra Containerkapazität Antwerpen (KP ECA): Dieses Projekt umfasst den Bau eines neuen Gezeitendocks im Hafen von Antwerpen, östlich des Dorfes Doel, das an das bestehende Deurganck-Dock angeschlossen wird.
2. Für das Dorf Doel, das nicht für die ECA verschwinden muss, läuft ein separates Forschungsprojekt, das u. a. eine nachhaltige Zukunftsperspektive für das Dorf erarbeiten soll.

3. Auf der anderen Seite der Schelde, zwischen Scheldelaan und Kanaaldok B2, plant INEOS das „Project ONE“, eine Propandehydrierungsanlage, in der Propangas in Propylen umgewandelt wird, und einen Ethancracker, in dem Ethangas in Ethylen umgewandelt wird.
4. Naturentwicklung: Im Rahmen der Entwicklung des Hafens von Antwerpen und des Sigma-Plans werden Naturentwicklungsprojekte in unmittelbarer Nähe des KKW Doel geplant und umgesetzt.

Die oben genannten Entwicklungen werden in der Besprechung und Bewertung der Auswirkungen in der UVP berücksichtigt, insbesondere, inwiefern sie das Ausmaß der Auswirkungen erhöhen können, z. B. weil die Anfälligkeit der Umgebung zugenommen hat oder weil die besprochenen Projekte eigene Auswirkungen verursachen, die zu den in dieser UVP beschriebenen Auswirkungen hinzukommen.

## 5 Verfahren

Die Umweltverträglichkeitsprüfung des Projekts wird im Rahmen der europäischen UVP-Richtlinie, der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie durchgeführt. Diese Richtlinien enthalten jedoch nur wenige Verfahrensvorschriften, wie der Prozess der Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden sollte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die wichtigsten Bestimmungen mit verfahrensrechtlicher Tragweite in der UVP-Richtlinie enthalten sind:

1. Konsultation der Behörden, die „in ihrem umweltbezogenen Aufgabenbereich von dem Projekt berührt sein könnten“ (Artikel 6.1);
2. Frühzeitige Information der Öffentlichkeit im umweltbezogenen Entscheidungsverfahren über das Verfahren, die Möglichkeiten der Öffentlichkeitsbeteiligung und den Gegenstand des Genehmigungsantrags (Artikel 6.2);
3. Zugänglichmachung der Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsprüfung und der Stellungnahmen für die Öffentlichkeit (Artikel 6.3);
4. Konsultation der zuständigen Behörden in anderen Mitgliedstaaten (Artikel 7);
5. Information der Öffentlichkeit u. a. über den Inhalt der Entscheidung bezüglich der Genehmigung und die Erwägungen, auf denen die Entscheidung beruht (Artikel 9);
6. Überprüfungsverfahren (Artikel 11).

Die erforderlichen Notifizierungen gemäß der Espoo-Konvention, der Aarhus-Konvention und der UVP-Richtlinie (grenzüberschreitend und innerhalb Belgiens) werden durch die belgische Regierung, den Föderalen Öffentlichen Dienst Wirtschaft und der Minister für Energie durchgeführt.

Am 13. August 2020 informierte der Föderale Öffentliche Dienst Wirtschaft die Behörden der Länder, die sich in einem Radius von 1.000 km um Doel 1 und 2 befinden, im Rahmen des neuen Gesetzes über den Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 über das geplante Projekt. Die Notifizierung und die Konsultation wurden vom Föderalen Öffentlichen Dienst Wirtschaft in Übereinstimmung mit Artikel 7.1 der UVP-Richtlinie durchgeführt. Die Länder, die an einer Teilnahme an der grenzüberschreitenden Konsultation interessiert sind, werden konsultiert und haben die Möglichkeit, die Stellungnahmen Ihrer Öffentlichkeit und der zuständigen Behörden zur Umweltverträglichkeitsprüfung in zusammengefasster Form an die Generaldirektion Energie des FÖD Wirtschaft, KMB, Mittelstand, und Energie zu übermitteln, die die Aktivitäten im Zusammenhang mit der Umweltverträglichkeitsprüfung koordiniert.

Sobald die Umweltverträglichkeitsprüfungen abgeschlossen sind, wird der Föderale Öffentliche Dienst Wirtschaft eine Konsultation mit den drei belgischen Regionen, den belgischen Provinzen, den interessierten lokalen Behörden, dem Föderalen Rat für Nachhaltige Entwicklung, der Nationalen Einrichtung für Radioaktive Abfälle und Angereicherte Spaltmaterialien (NERAS) und der Föderalagentur für Nuklearkontrolle (FANK) einleiten.

Darüber hinaus wird eine öffentliche Online-Umfrage zur Akte der Umweltverträglichkeitsprüfung organisiert. Die Bekanntmachung dieser Konsultation und die Kommunikation der Möglichkeiten zur Beteiligung der Öffentlichkeit erfolgen durch den Föderalen Öffentlichen Dienst Wirtschaft.

## 6 Diskussion und Bewertung der Auswirkungen

### 6.1 Auswahl potenziell signifikanter Auswirkungen

#### 6.1.1 Auswirkungen des Projekts

In dieser UVP wurden sowohl radiologische als auch nichtradiologische Auswirkungen des Aufschubs (über den Zeitraum 2015-2025) der Abschaltung von Doel 1 und 2 untersucht und bewertet. Der Schwerpunkt liegt auf den Auswirkungen, bei denen zumindest theoretisch die Möglichkeit besteht, dass ein signifikant negativer Effekt eintritt. Die folgenden Elemente wurden verwendet, um festzustellen, für welche Auswirkungen dies der Fall sein könnte:

- Analyse der Komponenten des Projekts (d. h. der Reaktorblöcke Doel 1 und 2) und der durch sie verursachten Umweltauswirkungen;
- Analyse der Anfälligkeit der Umgebung;
- Einsichtnahme früherer Umweltverträglichkeitsprüfungen und des darin durchgeführten Scopings<sup>12</sup>;
- Organisation eines Workshops mit den verschiedenen UVP-Experten (radiologisch und nichtradiologisch).

Die Schlussfolgerung aus dieser Übung war, dass sich die Diskussion der Auswirkungen auf die finalen Rezeptoren dieser Auswirkungen konzentrieren muss, nämlich die menschliche Gesundheit einerseits und die biologische Vielfalt andererseits. Dies gilt sowohl für radiologische als auch für nichtradiologische Auswirkungen.

Für die nichtradiologischen Auswirkungen wurden auch andere in Artikel 3 und Anhang IV der europäischen UVP-Richtlinie aufgeführte Rezeptoren identifiziert, für die signifikante nachteilige Auswirkungen auftreten könnten.

Für die Themen Boden, Grundwasser, Lärm, Mobilität und Landschaft wurde geurteilt, dass auf strategischer Ebene durch den Aufschub der Abschaltung keine signifikanten (nichtradiologischen) Auswirkungen zu erwarten sind. Diese beeinflussen also auch nicht die Disziplinen der Rezeptoren. Tabelle 5 fasst die wichtigsten Überlegungen zusammen, die zu dieser Entscheidung geführt haben.

*Tabelle 5: Übersicht über die Themen, die nicht im strategischen Teil der Umweltverträglichkeitsprüfung für das Projekt untersucht werden mit entsprechender Begründung.*

Thema	Gründe für die Nichtberücksichtigung dieses Themas bei der Umweltverträglichkeitsprüfung auf strategischer Ebene
Boden	<p>Die Lagerung und der Umgang mit gefährlichen Stoffen in großen Mengen (Diesel, Neutralisationsmittel etc.) bergen potentiell gewisse Risiken einer Boden- und Grundwasserkontamination. Ein Teil dieser Lagerung steht auch in direktem Zusammenhang mit Doel 1 und 2 (z. B. ein Teil des Diesellagers, das benötigt wird, um die Pumpen im Falle eines Ausfalls der Stromversorgung am Laufen zu halten). Ein längeres Offenhalten von Doel 1 und 2 erhöht daher theoretisch das Risiko einer zusätzlichen Bodenverunreinigung durch undefinierbare Lecke oder Unfälle. Unter Berücksichtigung der gemäß den VLAREM-Bedingungen getroffenen Maßnahmen (z. B. Auffang, Ortung von Lecken etc.) kann festgestellt werden, dass die Wahrscheinlichkeit, dass während der zusätzlichen 10-jährigen Betriebszeit eine signifikante neue Bodenverschmutzung auftritt, sehr gering ist.</p> <p>Der Betrieb von Doel 1 und 2 beinhaltet auch die Bodenversiegelung des Geländeteils, auf dem sich die Anlagen befinden. Ein Aufschub der Abschaltung bedeutet, dass diese Bodenbedeckung für 10 Jahre aufrechterhalten wird. Es ist jedoch davon auszugehen, dass selbst bei einer Stilllegung der Kraftwerke im Jahr 2015 die Bodenversiegelung in den folgenden zehn Jahren nicht entfernt worden wäre, da die Stilllegung sehr lange braucht. Das LTO-Projekt beinhaltet den Bau einiger neuer Gebäude (Pumpstation und Tank für Löschwasser), was jedoch keine wesentliche Zunahme der Bodenversiegelung mit sich bringt.</p>
Landschaft	<p>Die landschaftliche Wirkung des Kernkraftwerks Doel wird in erster Linie durch die 170 m hohen Kühltürme und ihre charakteristischen Wasserdampffahnen bestimmt, in geringerem Maße auch durch die Anlagen von Doel 3 und 4. Die Hochspannungsleitungen tragen ebenfalls zur optischen Wirkung bei. Im Vergleich dazu sind die Anlagen Doel 1 und 2 relativ bescheiden in Höhe und Größe. Ihre Präsenz während eines zusätzlichen Zeitraums von zehn Jahren hat keinen wesentlichen Einfluss auf die visuelle Gesamtwirkung.</p>

<sup>12</sup> UVP Kernkraftwerk Doel (2010), LTO - Screening der Umweltaspekte für Doel 1 und Doel 2 (2015), UVP Electrabel (2021), UVP SF<sup>2</sup>, UVP Perspektiven der Stromversorgung bis 2030 (2015).

Thema	Gründe für die Nichtberücksichtigung dieses Themas bei der Umweltverträglichkeitsprüfung auf strategischer Ebene
	des Kraftwerks. Das Gleiche gilt für die Auswirkungen der wenigen zusätzlichen Anlagen, die im Rahmen des LTO-Projekts errichtet wurden.
Grundwasser	<p>Das Kraftwerk Doel nutzt kein Grundwasser. Ob die Abschaltung von Doel 1 und 2 verschoben wird oder nicht, hat daher in dieser Hinsicht keine Konsequenzen. Das Vorhandensein mehrerer bereits bestehender Gebäude, deren Fundamente und Pfähle bis in die Tiefe der tertiären Sedimente (-15 m) reichen, und von Schlitzwänden rund um verschiedene Teile des Kraftwerks kann den natürlichen Grundwasserfluss sehr wohl stören. Diese Situation würde sich jedoch nicht grundlegend ändern, wenn Doel 1 und 2 abgeschaltet würden, jedenfalls nicht kurzfristig.</p> <p>Hinsichtlich einer möglichen Grundwasserverschmutzung kann zunächst auf die Überlegungen bzgl. des Boden-Themas (s. o.) verwiesen werden, aus denen hervorgeht, dass die Wahrscheinlichkeit einer zusätzlichen Verschmutzung des Bodens (und damit des Grundwassers) durch die Lagerung von Schadstoffen aufgrund der getroffenen Maßnahmen nach den geltenden Vorschriften sehr gering ist.</p> <p>Eine Auswirkung auf den Grundwasserhaushalt wird ebenfalls nicht erwartet, da innerhalb des Referenzzeitraums keine signifikanten Unterschiede in der versiegelten Fläche zwischen der Situation mit und ohne Aufschub der Abschaltung zu erwarten sind.</p>
Mobilität	<p>Die aus dem Betrieb des KKW Doel resultierenden Verkehrsbewegungen werden in erster Linie durch die Fahrzeuge von Mitarbeitern und Subunternehmern zur und von der Baustelle verursacht. Hinzu kommen die Transporte für die Versorgung und Wartung der Anlagen. Der Transport im Zusammenhang mit dem täglichen Betrieb des Kraftwerks erfolgt über die Straße. Der (Schwerlast-)Verkehr zum und vom Kernkraftwerk führt durch den Waasland-Hafen, genauer gesagt um das Deurganck-Dock herum, und von dort zur Kreuzung mit der R2.</p> <p>Im Durchschnitt sind ca. 1.700 Personen auf dem Gelände anwesend (tagsüber) und diese Anwesenheit kann mit ca. 1.300 Fahrzeugen in Verbindung gebracht werden, die sich grob in 900 PKW, 300 Lieferwagen und 100 LKW aufteilen. Die Anzahl der Fahrzeugbewegungen steigt bei größeren Arbeiten/Revisionen.</p> <p>In Spitzenzeiten beträgt der Personenverkehr bis zu 600 Pkw-Äquivalente/h, ergänzt durch eine Lkw-Dichte von 25 Pkw-Äquivalenten/h. Zu den am stärksten belasteten Zeiten (morgens zwischen 7 und 9 Uhr und abends zwischen 16 und 18 Uhr) ergibt dies 625 Pkw-Äquivalente/h. Eine Sättigung des lokalen Straßennetzes zum KKW Doel tritt nicht auf. Allerdings ist starker Verkehr im morgendlichen und abendlichen Berufsverkehr möglich.</p> <p>Der Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 erhöht die Anzahl der Fahrzeugbewegungen im Vergleich zum Zeitraum vor 2015 nicht. Im Vergleich zu einer Situation mit einer Abschaltung im Jahr 2015 wird kein signifikanter Rückgang der Fahrzeugbewegungen erwartet, da ein großer Teil davon das Kraftwerk als Ganzes betrifft und nicht spezifisch dem Betrieb von Doel 1 und 2 zuzuordnen ist. Im Gegenteil, die Stilllegung beider Reaktoren könnte ein hohes zusätzliches Verkehrsaufkommen generieren, das bei einer Abschaltung im Jahr 2015 möglicherweise sogar größer ausfiele als bei einer bis 2025 aufgeschobenen Abschaltung. Wie bereits erwähnt, kann der Unterschied örtlich relevant sein, aber nicht auf einer größeren räumlichen Skala.</p>
Lärm	<p>Auf dem Gelände des KKW Doel lassen sich mehrere Lärmquellen unterscheiden, die zusammen die gesamte Lärmemission des Betriebs im Freien darstellen. Es muss unterschieden werden zwischen Quellen, die im Dauerbetrieb sind und Quellen, die nur einen begrenzten Teil der Zeit (&lt; 1 %) tatsächlich in Betrieb sind, wie z. B. Notstromgruppen und Notkühlbänke. Die zeitlich begrenzt betriebenen Quellen werden nur in Notsituationen betrieben, aus Sicherheits- und Wartungsgründen jedoch zudem monatlich getestet.</p> <p>Die UVP aus dem Jahr 2010 zeigt, dass die beiden Kühltürme für 55 % des Lärms verantwortlich sind (hauptsächlich das Geräusch von fallendem Wasser). Die Hilfskühltürme (Ventilatoren) machen einen Anteil von 20 % aus und die Öffnungen und Wände von Maschinenräumen und Reaktorgebäuden weitere 15 %.</p> <p>Der Screening-Schriftsatz für die LTO-Arbeiten aus dem Jahr 2015 zeigt, dass die im Rahmen der LTO vorgesehenen neuen Anlagen keine zusätzlichen Lärmbelastungen verursachen werden. Umgekehrt kann auch festgestellt werden, dass die Abschaltung von Doel 1 und 2 nur eine begrenzte (positive) Auswirkung auf die Lärmbelastung haben wird, da diese zu einem großen Teil mit den an Doel 3 und 4 angeschlossenen Kühltürmen zusammenhängt, die auch nach der Schließung von Doel 1 und 2 in Betrieb bleiben werden.</p>

Für die nichtradiologischen Auswirkungen betrifft die Umweltverträglichkeitsprüfung daher die Auswirkungen innerhalb der Themen Oberflächenwasser, Luft, biologische Vielfalt, Mensch und Gesundheit sowie Klima. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung werden diese Auswirkungen dahingehend bewertet, inwieweit sie zur Erreichung der politischen Ziele für diese Themen beitragen oder nicht. Wie bereits erwähnt, liegt der Schwerpunkt

auf den Disziplinen der Rezeptoren „biologische Vielfalt“ und „Mensch und Gesundheit“; die anderen Disziplinen liefern die notwendigen Informationen, um die Auswirkungen im Rahmen dieser Disziplinen korrekt zu beschreiben.

### 6.1.2 Vermiedene Auswirkungen des Projekts

Für die meisten der in der Projekt-UVP untersuchten Auswirkungen ist klar, dass sie in der Referenzsituation (der Situation, in der die Abschaltung 2015 nicht verschoben worden wäre) nicht aufgetreten wären und dass mit dieser Abschaltung an sich keine negativen Auswirkungen verbunden gewesen wären. In einigen Fällen muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Nichtaufschub der Abschaltung über den Zeitraum 2015-2025 zu (möglicherweise erheblichen) Auswirkungen hätte führen können. Dies betrifft in erster Linie die Emissionen, die durch den (theoretischen) Produktionspark verursacht worden wären, der in diesem Zeitraum die gestrichene Kernkraftkapazität hätte ersetzen müssen<sup>13</sup>.

Um eine Aussage über das Ausmaß dieser vermiedenen Auswirkungen treffen zu können, ist es notwendig, die Referenzsituation dahingehend weiter zu definieren, wie die verlorenen Produktionskapazitäten im Zeitraum 2015-2025 aufgefüllt worden wären. Dies ist natürlich eine theoretische Überlegung, ohne die Absicht, die Auswirkungen verschiedener (nicht realisierter) Energiemixe zu vergleichen<sup>14</sup>.

Um dies zu vereinfachen, wurde in dieser Umweltverträglichkeitsprüfung zur Bestimmung der vermiedenen Auswirkungen entschieden, dass die Ausgestaltung der theoretisch weggefallenen Kapazität nach den gleichen Verhältnissen wie innerhalb des derzeitigen Anteils der nichtnuklearen Kapazität erfolgen sollte.

Es ist klar, dass diese Ausgestaltung nicht als vollständige und vernünftige Alternative zum Aufschub der Abschaltung angesehen werden sollte, da diese Alternative zum Zeitpunkt der Entscheidung über den Aufschub in der Praxis nicht verfügbar war<sup>15</sup>. Aus diesem Grund untersuchen wir nicht alle Aspekte dieser alternativen Ausgestaltung. Es macht keinen Sinn, z. B. die landschaftlichen Auswirkungen einer theoretischen Leistung von Windparks mit den landschaftlichen Auswirkungen von Doel 1 und 2 oder die Kühlwassereffekte einer theoretischen Leistung von Gaskraftwerken mit dem realen Effekt der Kühlwassereinleitungen von Doel 1 und 2 zu vergleichen.

Die relevantesten (und veranschlagbaren) Auswirkungen der Referenzsituation betreffen die Emissionen von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) mit möglichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Emissionen von Treibhausgasen mit möglichen Auswirkungen auf das Thema Klima. Da diese Emissionen während der Projektdurchführung (dem Aufschub der Abschaltung) nicht auftraten, werden sie in dieser UVP mit dem Begriff „vermiedene Emissionen“ bezeichnet.

Darüber hinaus berücksichtigen wir auch die vermiedene Versorgungsunsicherheit. Diese Unsicherheit zu vermeiden, ist das eigentliche Ziel des Projekts und in diesem Sinne kein Nebeneffekt. Dennoch ist es gut, sich ein Bild von den Auswirkungen auf diesen Aspekt zu machen, wenn die Abschaltung von Doel 1 und 2 nicht verschoben worden wäre, wobei es, wie oben erwähnt, faktisch keine vernünftige Alternative gab, um die im Falle der Abschaltung weggefallene Kapazität zu ersetzen.

### 6.1.3 Auswirkungen auf das Projekt

---

<sup>13</sup> Dieser theoretische Produktionspark kann natürlich auch andere Auswirkungen haben, z. B. auf die Wasserqualität, die biologische Vielfalt, die Landschaft usw. Diese Auswirkungen sind jedoch in erster Linie örtlich relevant und daher schwer zu veranschlagen, da die Standorte der theoretischen Ersatzkapazität nicht bekannt sind.

<sup>14</sup> Eine solche Überlegung fand in der „Studie over de perspectieven van elektriciteitsbevoorrading tegen 2030“ des Föderalen Öffentlichen Dienstes Wirtschaft (2015) und dem zugehörigen UVP-Plan statt.

<sup>15</sup> In den letzten Jahren wurden zahlreiche alternative Energieversorgungszenarien entwickelt, die einen vollständigen oder teilweisen Atomausstieg berücksichtigen, die aber, wie oben erwähnt, im Jahr 2015 nicht operationalisierbar waren und daher für das vorliegende Projekt nicht als sinnvolle Alternativen infrage kommen.

Die „Auswirkungen auf das Projekt“ beziehen sich speziell auf die Folgen des Klimawandels auf das Projekt. Die Verpflichtung, diesen Aspekt in die Umweltverträglichkeitsprüfung aufzunehmen, ergibt sich aus den Änderungen der UVP-Richtlinie 2011/92/EU durch die Richtlinie 2014/52/EU. Anhang IV dieser Richtlinie besagt, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung eine Beschreibung *der Auswirkung des Projekts auf das Klima* (z. B. Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen) und der *Anfälligkeit des Projekts in Bezug auf den Klimawandel* enthalten muss.

Dies kann sowohl die Integrität als auch die Funktionsfähigkeit des Projekts betreffen. Auch die eigentliche Begründung für ein Projekt kann sich infolge des Klimawandels ändern, und die Auswirkungen eines in einer UVP beschriebenen Projekts können mit dem Klimawandel an Bedeutung gewinnen bzw. verlieren<sup>16</sup>.

## 6.2 Struktur dieser nichttechnischen Zusammenfassung

Die Zusammenfassung der Umweltverträglichkeitsprüfung auf den folgenden Seiten ist wie folgt aufgebaut:

1. Zunächst werden die nichtradiologischen Wirkungen auf die sogenannten „intermediären Rezeptoren“ diskutiert (siehe § 6.3). Dies sind Komponenten der Umwelt, die Auswirkungen auf die finalen Rezeptoren (Mensch und biologische Vielfalt) beeinflussen können. Konkret geht es dabei um die Aspekte Wasser, Luft und Klima. Veränderungen in der Wasserqualität können sich beispielsweise auf die biologische Vielfalt auswirken, daher ist es wichtig zu ermitteln, worin diese möglichen qualitativen Veränderungen bestehen. Oben wurde bereits angegeben, für welche dieser Rezeptoren keine signifikante Auswirkung zu erwarten ist; sie werden daher nicht weiter besprochen.
2. Als nächstes wird die radiologische Referenzsituation beschrieben (siehe § 6.4). Die Kenntnis dieser Referenzsituation ist notwendig, um die Signifikanz etwaiger zusätzlicher Auswirkungen des Projekts deuten zu können. Die nichtradiologischen Elemente der Referenzsituation werden in der Besprechung der Auswirkungen der verschiedenen Themen diskutiert.
3. Anschließend werden die Auswirkungen auf den Menschen (§ 6.5) und auf die biologische Vielfalt (§ 6.6) diskutiert. Dies sind die „finalen“ Rezeptoren, die die Auswirkungen des Projekts bestimmen. Innerhalb beider Themen werden zuerst die nichtradiologischen Auswirkungen besprochen, gefolgt von den radiologischen Auswirkungen.
4. Die Auswirkungen des Projekts auf die Atommüllproduktion werden in § 6.7 behandelt.
5. Abschließend wird eine Zusammenfassung der grenzüberschreitenden Auswirkungen gegeben (§ 7).

Am Ende der UVP (und dieser Zusammenfassung) werden die wichtigsten Ergebnisse in einer Entscheidung zusammengefasst.

## 6.3 Nichtradiologische Auswirkungen auf Wasser, Luft und Klima

### 6.3.1 Auswirkungen auf das Wassersystem

Das Kernkraftwerk Doel ist für seinen Betrieb stark vom Oberflächenwassersystem abhängig, da die tertiären Kühlkreisläufe mit Wasser aus der Schelde gespeist werden. Oberflächenwasser wird manchmal auch für die Produktion von Betriebswasser (Demineralisierungswasser) verwendet, das nach Gebrauch und Reinigung wieder in die Schelde eingeleitet wird.

Die tertiären Kühlkreisläufe der Blöcke Doel 1 und 2 sind direkte Kreisläufe mit einmaliger Kühlwassernutzung. Das Ergebnis ist, dass eine große Menge Oberflächenwasser hochgepumpt wird, sich erwärmt und teilweise verdunstet und dann mit einer etwas höheren Temperatur wieder in die Schelde eingeleitet wird. Neben dem Temperatureffekt hat das Kühlwasser auch einen erhöhten Chloridgehalt durch die Zugabe von Produkten zur Vermeidung von mikrobiellem Wachstum und Schaumbildung. Ein positiver Effekt der Verwendung des Scheldewassers, der vor allem

---

<sup>16</sup> Ein klassisches Beispiel hierfür ist die Frage, inwieweit die Auswirkung einer Einleitung in ein Fließgewässer an Bedeutung gewinnen würde, wenn eine klimabedingte Trockenheit den durchschnittlichen Abfluss dieses Fließgewässers verändern würde.

im Sommer zum Tragen kommt, ist, dass das eingeleitete Kühlwasser aufgrund des Betriebs der Kühltürme einen höheren Sauerstoffgehalt hat als das Wasser in der Schelde.

Als Folge der Kühlwassereinleitung ist im Bereich des Leitdamms in der Schelde bis maximal ca. 1.050 m von der Einleitungsstelle eine erhebliche Temperaturerhöhung (über 3 °C) zu beobachten. Relevante, aber akzeptable Temperaturerhöhungen zwischen 1 °C und 3 °C treten bei Ebbe und beim Stillstand bei Niedrigwasser bis maximal 1.300 m von der Einleitungsstelle entfernt auf, also noch innerhalb des Leitdamms. Bei Flut tritt außerhalb des Leitdamms bis maximal 500 m stromabwärts und maximal 800 m stromaufwärts der Einleitungsstelle eine relevante Temperaturerhöhung zwischen 1 °C und 3 °C auf. Für den Bereich innerhalb des Leitdamms werden die Umweltqualitätsnormen bezüglich der Temperatur für die Schelde nicht eingehalten.

Abbildung 7 zeigt die Menge des abgeleiteten Kühlwassers über einen Zeitraum von 10 Jahren (2015-2025) für das Projekt (mit Aufschub) im Vergleich zum Referenzszenario (ohne Aufschub). Ab 2015 sind Doel 1 und 2 im Referenzszenario nicht mehr in Betrieb, was den Bedarf an Kühlwasser reduziert. Die Zahlen bis 2019 basieren auf den tatsächlich abgeleiteten Durchflussmengen. Das durchschnittliche Volumen des entnommenen Scheldewassers für den Zeitraum 2013-2019 betrug ca. 1.145 Mio. m<sup>3</sup>, das durchschnittliche Volumen des abgeleiteten Kühlwassers ca. 1.128 Mio. m<sup>3</sup> (ca. 1,5 % des Kühlwassers verdunstet). Die in der Grafik sichtbaren Mengenschwankungen sind darauf zurückzuführen, dass ein Teil der Anlagen stillgelegt wurde (z. B. 2015 und 2018). Für den Zeitraum 2020–2025 wurde eine Prognose von Electrabel verwendet, die von einem Verbrauch von Doel 1 und 2 von ca. 469 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr in diesem Zeitraum ausgeht. In der Referenzsituation wird diese Durchflussmenge nicht mehr abgeleitet, sodass das abgeleitete Kühlwasservolumen nur noch 60 % des Volumens beim Aufschub der Abschaltung beträgt. Die über das Kühlwasser eingeleitete Schadstoffbelastung wird proportional reduziert.

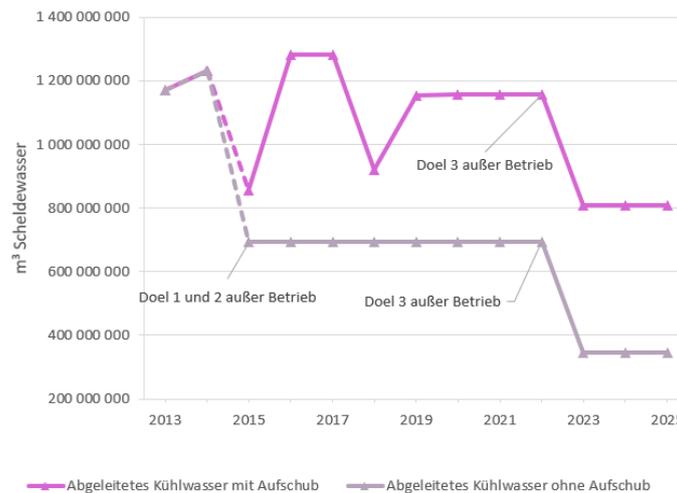


Abbildung 7: Abgeleitetes Kühlwasservolumen als Folge der aufgeschobenen Abschaltung im Vergleich zur Referenzsituation (ohne Aufschub).

Das Kernkraftwerk verbraucht zudem Stadtwasser (Trinkwasser) als Quelle für das Betriebswasser, die Sanitäranlagen und die Auffüllung der Kühlteiche (für die Blöcke Doel 3 und 4). Überschüssiges Betriebswasser wird nach einer chemisch-physikalischen Behandlung wieder in die Schelde eingeleitet. Das Sanitärabwasser wird zusammen mit dem Regenwasserabfluss von Dächern und versiegelten Böden in fünf Biorotoren gereinigt und in die Schelde eingeleitet. Jeder Biorotor für die Behandlung von Sanitärabwasser hat eine Einleitungsstelle. Das Industrieabwasser und das Kühlwasser werden an der gleichen Stelle in die Schelde eingeleitet. Sanitär- und Industrieabwasser sowie Kühlwasser müssen die in der Umweltgenehmigung festgelegten Ableitungsstandards erfüllen.

Tabelle 6 fasst die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien in Bezug auf die Volumenmenge an Kühlwasser und Abwasser (Sanitär- und Industrieabwasser) zusammen. Die Unterschiede zwischen den Alternativen in Bezug

auf den städtischen Wasserverbrauch und damit die Ableitung von Sanitär- und Industrieabwasser sind gering und wurden nicht gesondert veranschlagt.

*Tabelle 6: Abgeleitetes Wasservolumen mit und ohne Aufschiebung der Abschaltung.*

Ableitung		10-jähriger Aufschiebung der Abschaltung	Referenzszenario (ohne Aufschiebung)
Kühlwasser	Gesamtmenge	11,4 Mrd. m <sup>3</sup>	6,7 Mrd. m <sup>3</sup>
	Durchschnitt pro Jahr	1,14 Mrd. m <sup>3</sup>	0,67 Mrd. m <sup>3</sup>
Sanitärwasser	Gesamtmenge	600.000 m <sup>3</sup>	< 600.000 m <sup>3</sup>
	Durchschnitt pro Jahr	60.000 m <sup>3</sup>	< 60.000 m <sup>3</sup>
Industriewasser	Gesamtmenge	3 Mio. m <sup>3</sup>	< 3 Mio. m <sup>3</sup>
	Durchschnitt pro Jahr	300.000 m <sup>3</sup>	< 300.000 m <sup>3</sup>

Im Allgemeinen hält das Kernkraftwerk die für Sanitärabwasser, Industrieabwasser und Kühlwasser auferlegten Ableitungsnormen ein, jedoch ist dies für einige Parameter (z. B. Nitrit, AOX) nicht immer der Fall. Es müssen noch Anstrengungen unternommen werden, die Sanierungsinfrastruktur auch für diese Parameter anzupassen oder quellenorientierte Maßnahmen zu ergreifen, um diese Problempunkte zu lösen.

Obwohl unter normalen Umständen die Abflussnormen für die meisten Parameter eingehalten werden können und der berechnete Beitrag zum Konzentrationsanstieg begrenzt bis vernachlässigbar ist, wird das längere Offenhalten von Doel 1 und 2 dazu führen, dass 10 Jahre lang eine gewisse Restverschmutzung in die Schelde gelangt. Der Teil der Seeschelde, der abgeleitet wird, befindet sich derzeit noch in einem „unzureichenden“ ökologischen Zustand und erfüllt nicht alle Umweltqualitätsnormen. Es gibt jedoch keinen Grund, eine Verschlechterung des ökologischen Zustands der Schelde zu befürchten oder dass die Ziele für diesen Wasserkörper durch die Offenhaltung von Doel 1 und 2 für weitere 10 Jahre gefährdet werden.

Neben den Ableitungen ist auch der hohe Versiegelungsgrad des Geländes zu berücksichtigen (ca. 52 %, das entspricht ca. 56 ha versiegelter Fläche) und die Tatsache, dass das abfließende Regenwasser zusammen mit dem Sanitärabwasser in einer Mischkanalisation landet; dies führt bei (Stark-)Regen zu häufigen Überläufen aus den Sammelgruben in die Schelde, wobei das Wasser ungeklärt abgeleitet wird. Dies wirkt sich negativ auf die Wasserqualität aus, wobei zu beachten ist, dass die Schelde die Umweltqualitätsnormen für Stickstoff, Phosphor und organische Verschmutzung noch nicht erfüllt. In dieser Hinsicht gibt es jedoch keinen Unterschied zwischen der Situation mit und ohne Aufschiebung der Abschaltung, da die versiegelte Fläche in beiden Fällen die gleiche ist.

### 6.3.2 Auswirkungen auf die Luftqualität

Die mit dem Betrieb von Doel 1 und 2 verbundenen nichtradiologischen Emissionen werden hauptsächlich durch den (begrenzten) Einsatz verschiedener Verbrennungsanlagen und Notstromversorgungen verursacht. Die Ergebnisse einer Berechnung dieser Emissionen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Emissionen aus Feuerungsanlagen (2014) (Quelle Electrabel, 2020).

	CO-Emissionen in kg/Jahr	NO <sub>x</sub> - Emissionen in kg/Jahr	SO <sub>x</sub> -Emissionen in kg/Jahr	PM <sub>10</sub> -Emissionen in kg/Jahr	PM <sub>2,5</sub> - Emissionen in kg/Jahr
Insgesamt	2.495	9.397	299	145	141

Dies zeigt, dass die *direkten Emissionen*, die durch den Betrieb von Doel 1 und 2 verursacht werden, vernachlässigbar sind im Vergleich zu den Emissionsminderungen, die innerhalb Belgiens und in den Regionen erreicht werden. Als größte Emission stellte sich die von NO<sub>x</sub> heraus, mit einer jährlichen Belastung von fast 10 Tonnen. Dies entspricht nur 20 % des im Integralen Umweltjahresbericht (IMVJ) verwendeten Schwellenwertes von 50 Tonnen/Jahr. Verglichen mit den NO<sub>x</sub>-Emissionen im Ballungsraum Antwerpen (über 5.000 Tonnen im Jahr 2015) oder mit den von VMM für das Jahr 2014 berechneten NO<sub>x</sub>-Emissionen für das Antwerpener Hafengebiet (20.000 Tonnen) sind diese Emissionen natürlich vernachlässigbar. Daher sind bei einer längeren Offenhaltung von Doel 1 und 2 weder relevante Auswirkungen auf die Luftqualität noch eine relevante Veränderung beim Eintrag von versauernden und eutrophierenden Stoffen zu erwarten.

Diese direkten Emissionen können mit den so genannten „*vermiedenen*“ Emissionen verglichen werden, die durch die Stilllegung der Anlagen Doel 1 und 2 und durch den Ersatz der verlorenen Kapazität durch nichtnukleare Stromerzeugung entstehen würden. Für eine Reihe von Parametern, für die Emissionshöchstwerte (NEC – National Emission Ceilings) festgelegt wurden, werden diese Emissionen in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: Vermiedene Emissionen bei aufgeschobener Abschaltung von Doel 1 und 2.

Jahr	SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> )		NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )		NH <sub>3</sub>		TSP <sup>17</sup>	
	Vermiedene Emission	Anteil am NEC-2030-Ziel (48.500 Tonnen)	Vermiedene Emission	Anteil am NEC-2030-Ziel (124.800 Tonnen)	Vermiedene Emission	Anteil am NEC-2030-Ziel (68.400 Tonnen)	Vermiedene Emission	Anteil am NEC-2030-Ziel (22.200 Tonnen)
	Tonnen	%	Tonnen	%	Tonnen	%	Tonnen	%
2015	125	0,26	540	0,43	0,6	0,0008	13,6	0,061
2016	169	0,35	752	0,6	1,6	0,0023	27,6	0,124
2017	144	0,3	814	0,65	1,6	0,0023	14,2	0,064
2018	37	0,08	294	0,24	0,7	0,001	3,5	0,016
2019	48	0,1	461	0,37	1,4	0,0021	4,4	0,02
2020	32	0,07	396	0,32	1,4	0,002	2,6	0,012
2021	37	0,08	595	0,48	2,3	0,0034	2,8	0,013
2022	27	0,05	558	0,45	2,4	0,0035	1,8	0,008
2023	20	0,04	539	0,43	2,5	0,0037	1,2	0,006
2024	14	0,03	515	0,41	2,6	0,0038	0,8	0,004
2025	6	0,01	266	0,21	1,4	0,0021	0,3	0,001

Die Emissionen können mit den sogenannten Emissionsobergrenzen (NEC-Ziele) verglichen werden. Der Anteil dieser Emissionen im Vergleich zu den nationalen und regionalen Emissionsobergrenzen ist für die meisten Parameter gering bis sehr gering. Die (vermiedenen) NO<sub>x</sub>-Emissionen scheinen hinsichtlich der Emissionsobergrenzen den größten Anteil zu haben. Im Durchschnitt des Zeitraums 2015-2025 entspricht dies 0,4 % des nationalen NO<sub>x</sub>-Grenzwertes für 2030, was als signifikant angesehen werden kann.

<sup>17</sup> TSP = Total Suspended Particles (Gesamtheit der suspendierten Partikel in der Luft)

Es ist klar, dass bei einer längeren Offenhaltung von Doel 1 und 2 die Emissionen, die im Zeitraum 2015-2025 von den mit beiden Reaktorblöcken verbundenen Verbrennungsanlagen erzeugt würden, um ein Vielfaches geringer wären als die Emissionen, die im gleichen Zeitraum entstehen würden, wenn Doel 1 und 2 im Jahr 2015 abgeschaltet worden wären. Für SO<sub>x</sub> und NO<sub>x</sub> sind dies unter den verwendeten Annahmen bezüglich der Zusammensetzung des Produktionsparks in der Referenzsituation 0,5 % bzw. 1,8 %. Die Emissionen, die auf ein längeres Offenhalten der Kraftwerke zurückzuführen sind, sind daher sehr gering im Vergleich zu den vermiedenen Emissionen.

Dies gilt natürlich auch für die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Luftqualität und auf versauernde und eutrophierende Einträge. Das tatsächliche Ausmaß dieser „vermiedenen“ abgeleiteten Effekte ist jedoch nicht bekannt, da es stark von etwaigen Genehmigungsbedingungen und Quellencharakteristika der (hypothetischen) Ersatzanlagen sowie von der Anfälligkeit der Umgebung, in der sie sich befinden, abhängt.

### 6.3.3 Auswirkungen auf das Thema Klima

Die Treibhausgasemissionen des KKW Doel stammen aus dem Betrieb einer Reihe von Dieselmotoren (zum Antrieb von Notpumpen und Notstromaggregaten) sowie aus Dampf- und Heizkesseln. Das Inventar der Treibhausgasemissionen des Kernkraftwerks Doel weist für Doel 1 und 2 dreizehn Dieselmotoren mit einer installierten thermischen Gesamtleistung von 80 MW aus. Zusammengenommen sind diese Anlagen im Jahr 2019 nur ca. 189 Stunden in Betrieb gewesen.

Tabelle 9 zeigt die Treibhausgasemissionen für den Standort und für Doel 1 und 2 für die Jahre 2015-2019, wie sie aus dem Emissionsinventar des Standorts und der ETS<sup>18</sup>-Berichterstattung abgeleitet wurden. Der Anteil von Doel 1 und 2 variiert von Jahr zu Jahr, mit einem maximalen Anteil von 30 % an den Gesamtemissionen des Standorts. Wenn wir vereinfachend von einem Maximum von etwa 500 Tonnen/Jahr und einer jährlichen Emission dieses Maximalwerts ausgehen, erhalten wir kumulative Treibhausgasemissionen in der Größenordnung von maximal 5.500 Tonnen über den Zeitraum 2015-2025, als direkte Auswirkung des Aufschubs der Abschaltung von Doel 1 und 2.

*Tabelle 9: Treibhausgasemissionen (Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr) für das Kernkraftwerk Doel (KKW Doel) und die Blöcke Doel 1 und 2 für den Zeitraum 2015-2019.*

	2015	2016	2017	2018	2019
Treibhausgasemissionen KKW Doel (Tonnen CO <sub>2</sub> eq)	1.887	1.420	1.414	1.675	1.272
Treibhausgasemissionen Doel 1 und 2 (Tonnen CO <sub>2</sub> eq)	487,30	421,81	358,49	395,68	164,40
Anteil der Treibhausgasemissionen Doel 1 und 2 im KKW Doel	26 %	30 %	25 %	24 %	13 %
Produktion Doel 1 und 2 (GWh)	3.340	6.040	6.830	2.610	
Relative Treibhausgasemissionen Doel 1 und 2 (gCO <sub>2</sub> eq/kWh)	0,146	0,070	0,052	0,15	

Für die Berechnung der *vermiedenen* Emissionen treffen wir die vereinfachende Annahme, dass der (theoretische) Produktionspark, der die verlorene nukleare Kapazität im Zeitraum 2015-2025 ersetzen soll, die gleiche relative Zusammensetzung hat wie der nichtnukleare Teil des Produktionsparks zu diesem Zeitpunkt.

Die Berechnungen werden im Folgenden zusammengefasst.

<sup>18</sup> ETS = Emission Trading System (Emissionshandelssystem)

Tabelle 10: Berechnung der vermiedenen Treibhausgasemissionen im Falle eines Aufschubs der Abschaltung von Doel 1 und 2 über den Zeitraum 2015-2025, unter der Annahme eines gemischten nichtnuklearen Energiemixes.

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Emissionen Stromerzeugung	kt CO <sub>2eq</sub>	12.725	11.340	11.567	11.201							
Nichtnukleare Produktion in Flandern	GWh	28.619	27.094	28.105	29.175							
Produktion Doel 1 und 2 plus Prognosen	GWh	3.340	6.040	6.830	2.610	4.560	4.180	6.660	6.590	6.690	6.700	3.620
Relative nichtnukleare Emission	kt CO <sub>2eq</sub> /GWh	0,445	0,419	0,412	0,384	0,382	0,375	0,369	0,363	0,359	0,354	0,350
Vermiedene Treibhausgasemissionen	kt CO <sub>2eq</sub>	1.485	2.528	2.811	1.002	1.742	1.566	2.455	2.394	2.398	2.374	1.269

Aufgrund der Schwankungen in der (beobachteten bzw. prognostizierten) Produktion von Doel 1 und 2 schwanken auch die vermiedenen Emissionen recht stark, mit einem Minimum von etwa 1.000 kt CO<sub>2eq</sub> im Jahr 2018 und einem Maximum von etwa 2800 kt im Jahr 2017. Über den gesamten Zeitraum führt der Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 zu einer Vermeidung von Emissionen von ca. 22.000 kt CO<sub>2eq</sub>. Dies entspricht einer Einsparung von etwa 2,8 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Flandern für das Jahr 2018 (77.700 kt) oder fast 17 % der Emissionen im Teilssektor „Strom und Wärme“ für Flandern im selben Jahr.

Vergleicht man die Emissionen, die durch den Betrieb von Doel 1 und 2 im gleichen Zeitraum freigesetzt werden (5.500 Tonnen), so stellt man fest, dass die Emissionen von Doel 1 und 2 im Zeitraum der aufgeschobenen Abschaltung nur 0,025 % der im gleichen Zeitraum vermiedenen Emissionen ausmachen. Die Emissionen, die auf ein längeres Offenhalten der Kraftwerke zurückzuführen sind, sind daher sehr vernachlässigbar gegenüber den vermiedenen Emissionen.

Über den Referenzzeitraum 2015-2020 hat das Projekt keine zusätzlichen Auswirkungen auf die Widerstandsfähigkeit der Umwelt gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels. Potenziell relevante Auswirkungen in Form von vermehrten Überschwemmungen oder Hitze nehmen bei einem Aufschub der Abschaltung nicht zu, einerseits aufgrund des kurzen Zeithorizonts (2025), in dem sich der Klimawandel manifestieren kann, und andererseits aufgrund der Tatsache, dass der Standort Doel 1 und 2 auch bei einer Abschaltung im Jahr 2015 über den Referenzzeitraum hinweg versiegelt bleiben wird.

Was die Anfälligkeit des Projekts gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels betrifft, so ist eine mögliche Erhöhung des Überschwemmungsrisikos einerseits durch die Schelde (infolge eines steigenden Meeresspiegels) und andererseits durch eine erhöhte Spitzenintensität der Niederschläge potenziell relevant. Die in der UVP angeführte Analyse zeigt deutlich, dass der Standort beständig ist gegen die Folgen des Klimawandels (in Bezug auf Überschwemmungen, Überflutungen, extremes Wetter usw.), die über die für das Jahr 2025 zu erwartende Situation hinausgehen. Dadurch ist das Gelände vor Überschwemmungen durch die Schelde geschützt, die im Durchschnitt nur einmal alle 10.000 Jahre auftreten. Ein Deichversagen an der kritischsten Stelle des Deiches könnte bereits bei einer Wiederkehrperiode von 1.700 Jahren auftreten. In einer solchen Situation könnten auf dem Gelände Wasserstände von durchschnittlich 20 cm auftreten, mit Wassertiefen von lokal bis zu 60 cm. Ein Wellenüberlauf des Deiches kann mit einer Wiederkehrperiode von 200 bis 300 Jahren auftreten. Bei einer Wiederkehrperiode von 10.000 Jahren kann dies zu einer durchschnittlichen Wasserhöhe von zehn Zentimetern auf dem Gelände führen, mit lokal höheren oder niedrigeren Werten; der sichere Betrieb des Geländes wird hierbei jedoch nicht beeinträchtigt. Ob Doel 1 und 2 im Referenzzeitraum 2015-2025 in Betrieb sind oder nicht, ändert nichts an den obigen Betrachtungen.

## 6.4 Beschreibung der radiologischen Referenzsituation

### 6.4.1 Grundlegende Konzepte

*Radioaktivität* ist eine Eigenschaft bestimmter Atome, bei der sie spontan Energie in Form von Strahlung abgeben und durch radioaktiven Zerfall in eine stabilere Form übergehen, bis sie schließlich zu stabilen Atomen werden. Die emittierte Strahlung besitzt viel Energie und kann in Wechselwirkung mit der Materie, durch die sie sich bewegt, Atome ionisieren und wird daher auch als *ionisierende Strahlung* bezeichnet.

*Es bestehen verschiedene Formen des radioaktiven Zerfalls*, die ebenfalls spezifische Strahlung aussenden. Die wichtigsten sind zum Beispiel *Alpha-, Beta- und Gammazerfälle*, die jeweils Alpha-, Beta- und Gammastrahlung aussenden. Eine seltenere Form des Zerfalls ist die spontane Spaltung, bei der sich der Kern in zwei Spaltprodukte aufspaltet und dabei ebenfalls eine Anzahl von Neutronen freisetzt. Diese Neutronen stellen ebenfalls eine Form der ionisierenden Strahlung dar. Dieser Vorgang findet auch in einem Kernreaktor statt, wobei man dann von induzierter Spaltung spricht. Beim Zerfall bestimmter Atome kann auch eine Kombination dieser verschiedenen Formen des radioaktiven Zerfalls auftreten, wobei ebenfalls eine Kombination der verschiedenen Strahlungsarten ausgesandt wird.

Eine *radioaktive Quelle* ist eine Ansammlung von radioaktiven Atomen, wobei es sich jeweils um die gleichen Radionuklide (z. B. Cs-137) oder eine Mischung von Radionukliden (z. B. Cs-137 und Cs-134) handeln kann.

Die *Aktivität* einer radioaktiven Quelle wird in der Anzahl der radioaktiven Atome, die pro Sekunde zerfallen, ausgedrückt. Die Einheit ist das Becquerel (Bq). 1 Becquerel entspricht einem radioaktivem Atom, das pro Sekunde zerfällt. Das Becquerel ist eine kleine Einheit. Schwache radioaktive Quellen, z. B. zum Testen eines Detektors, haben in der Regel eine Aktivität von einigen tausend Becquerel (einige kBq). Eine Übersicht über die Aktivität einer Reihe von radioaktiven Quellen finden Sie in Tabelle 11.

*Tabelle 11: Beispiele für die Aktivität einiger radioaktiver Quellen.*

Radioaktivität im Meerwasser	12 Bq/Liter
Radioaktivität in Kartoffeln	160 Bq/kg
Im menschlichen Körper vorhandenes K-40	3 kBq
Gesamtaktivität im menschlichen Körper (K-40, H-3, C-14, Ra-226 ...)	8,5 kBq
Ableitung von radioaktiven Aerosolen in die Luft, einschließlich Cs-137, Standort KKW Doel pro Jahr – Durchschnitt (2015-2019)	61,5 MBq
In der Knochenszintigraphie zur Diagnose/bei Patienten verwendetes Tc-99m	740 MBq
Bei der Behandlung von Schilddrüsenkrebs/Patient verwendetes I-131	2 GBq
1 Million Tonnen Uran-Erz	720 TBq
Beim Tschernobyl-Unfall freigesetztes Cs-137	89 PBq
Bei oberirdischen Atombombentests freigesetztes Cs-137	948 PBq

*Radioaktive Atome* können auch mit nichtradioaktivem Material vermischt werden, z. B. wenn Radioaktivität in Wasser eingeleitet wird, enthält dieses Wasser eine bestimmte Aktivität pro Liter Wasser (Bq/l). Analog dazu kann Radioaktivität z. B. in Lebensmitteln (Bq/kg), in der Luft (Bq/m<sup>3</sup>) oder auf dem Boden (Bq/m<sup>2</sup>) vorhanden sein.

Die Aktivität einer Quelle eines bestimmten Radionuklids ist proportional zur Anzahl der darin enthaltenen radioaktiven Atome; die Proportionalitätskonstante ist spezifisch für jedes Radionuklid. Dies impliziert, dass die Aktivität einer Quelle eines ganz bestimmten Radionuklids exponentiell mit der Zeit abnimmt. Die Zeit, in der sich die Aktivität halbiert, wird als *Halbwertszeit* bezeichnet. Diese ist radionuklidspezifisch und kann von weniger als einer Millisekunde bis zu Milliarden von Jahren reichen.

Da Radioaktivität ein natürliches Phänomen ist und alles um uns herum mehr oder weniger stark radioaktiv ist, unterscheiden wir zwischen *natürlicher* und *künstlicher Radioaktivität*.

Die *Exposition gegenüber ionisierender Strahlung* aus radioaktiven Quellen kann auf verschiedene Weise erfolgen: durch externe Bestrahlung oder durch externe oder interne Kontamination mit radioaktiven Partikeln. Diese verschiedenen Expositionspfade führen zu unterschiedlichen radiologischen Auswirkungen und werden stets bei einer Analyse der radiologischen Auswirkungen berücksichtigt.

Die Wirkung oder Auswirkung ionisierender Strahlung wird mit dem Begriff der *Dosis* beschrieben:

- Die Energiedosis ist die Menge an Energie, die pro Masse absorbiert wird, und wird in Gray (Gy) ausgedrückt, was 1 Joule (Einheit der Energie) pro Kilogramm entspricht.
- Die Äquivalentdosis ist die für die Strahlungsart gewichtete Energiedosis, um die biologischen Auswirkungen der Strahlungsart zu berücksichtigen. Bei gleicher Energiedosis verursacht die Alphastrahlung viel mehr Schaden als die Beta- oder Gammastrahlung. Auch Neutronen haben im Allgemeinen einen größeren biologischen Effekt. Die Äquivalentdosis wird in Sievert (Sv) angegeben.
- Die effektive Dosis ist die Äquivalentdosis gewichtet nach der Empfindlichkeit der verschiedenen Organe und wird ebenfalls in Sievert (Sv) angegeben.

*Deterministische Effekte (Gewebereaktionen)* sind Wirkungen, die auftreten, sobald eine bestimmte Schwellendosis überschritten wird. Die Schwellendosis ist für verschiedene Strahlenwirkungen unterschiedlich, liegt aber für das Auftreten klinischer Effekte typischerweise über 1 Gy, Dosen, die auf jeden Fall vermieden werden sollten und nur bei sehr schweren Strahlenunfällen überschritten werden.

Hinzu kommen *stochastische Effekte*, insbesondere das Krebsrisiko und genetische Effekte, die bereits bei niedrigeren Dosen auftreten können. Aus epidemiologischen Studien wissen wir, dass die Inzidenz linear mit der effektiven Dosis ansteigt. Bei niedrigen Dosen ist das Auftreten von stochastischen Effekten daher gering und nicht von einem spontanen Auftreten (ohne Strahlenexposition) zu unterscheiden.

Mit der effektiven Dosis können unterschiedliche Expositionen und damit deren Risiko verglichen werden. Tabelle 12 zeigt die effektive Dosis pro Jahr für eine (n) durchschnittliche(n) Belgier/-in (für das Jahr 2015), wobei der Beitrag aus verschiedenen Expositionsformen angegeben ist.

*Tabelle 12: Dosisbelastung pro durchschnittlichem/-r Belgier/-in im Jahr 2015 (Quelle: FANK).*

Dosisbelastung pro Kopf im Jahr 2015	mSv/Jahr
Kosmos (kosmische Strahlung, kosmogene Radionuklide, Flugreisen, Aufenthalt in höheren Schichten)	0,35
Erdstrahlung (externe Strahlung natürliche Radioaktivität im Boden)	0,40
Einatmen von natürlichen Radionukliden (Radon, Thoron und Zerfallsprodukte)	1,40
Aufnahme natürlicher Radionuklide (gesamte natürliche Radioaktivität in Nahrung und Trinkwasser)	0,29
Industrielle Anwendungen (Ableitungen etc.)	< 0,01
Medizinische Anwendungen (Röntgen, CT, SPECT, PET etc.)	1,53
Insgesamt (Durchschnitt)	3,98

Für die Bevölkerung gilt ein Grenzwert für die effektive Dosis von 1 mSv/Jahr, zu verstehen als die zusätzliche Dosis infolge menschlicher Aktivitäten, die über die natürliche Exposition und die im Rahmen einer medizinischen Diagnose oder Behandlung erhaltenen Dosen hinausgeht. Ein(e) durchschnittliche(r) Belgier/-in erhält jedoch nur weniger als 1 % dieses Dosisgrenzwertes (< 0,01 mSv/Jahr) aufgrund industrieller nuklearer und radiologischer Anwendungen, einschließlich Kernkraftwerken zur Energieerzeugung.

Das Kriterium für die Bewertung der radiologischen Auswirkungen auf Fauna und Flora ist die Energiedosisleistung (pro Zeiteinheit absorbierte Energie), für Fauna und Flora üblicherweise ausgedrückt in Mikrogray pro Stunde ( $\mu\text{Gy h}^{-1}$ ). Bei diesen Wirkungsberechnungen werden die Radionuklidkonzentrationen in der Umwelt in die effektive Dosisleistung umgerechnet und mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert, der die verschiedenen Strahlungsformen und die möglichen Expositionspfade der betrachteten Arten berücksichtigt.

Während des normalen Betriebs des KKW Doel werden begrenzte Mengen an Radioaktivität kontrolliert abgeleitet:

- in die Atmosphäre in Form von gasförmigen Ableitungen;
- in das Oberflächengewässer in Form von flüssigen Ableitungen.

Die Ableitungsgrenzwerte des in Betrieb befindlichen Kernkraftwerks basieren auf dem behördlichen Jahresgrenzwert von 1 mSv für die am meisten exponierte Bevölkerung, sodass die Ableitungen nicht zu einer Überschreitung des Dosisgrenzwertes führen können. Die Ableitungsgenehmigung enthält neben den Höchstmengen, die jährlich abgeleitet werden dürfen, auch die Art der abgeleiteten radioaktiven Stoffe.

#### 6.4.2 Atmosphärische Ableitungen

Die Ableitungen in die Atmosphäre enthalten radioaktive Stoffe in gasförmiger Form (Gas und Dampf) oder in Form von Aerosolen, wenn es sich um feste oder flüssige Partikel in Suspension in der abgegebenen Luft handelt. Diese Ableitungen stammen aus Prozessen, die z. B. in den Kernkraftwerken vorgesehen sind, um die Entgasung des Primärkühlwassers zu gewährleisten. Diese können zunächst in Lagertanks gesammelt werden, wo die kurzlebigen Radionuklide zerfallen und ihre Aktivität somit stark reduziert wird, bevor sie abgeleitet werden. Die gasförmigen Abgase stammen auch aus der allgemeinen Belüftung der Nukleargebäude. In allen nuklearen Anlagen schreiben die Sicherheitsvorschriften vor, dass die Luft im Inneren der Gebäude durch Belüftung per Saugzug ständig erneuert werden muss. Die nach außen abgegebenen Luftmengen, die vom Volumen der Gebäude und den Lüftungsvolumenströmen abhängen, sind anlagenspezifisch.

Abbildung 8 zeigt das Verhältnis der verschiedenen atmosphärischen Ableitungen zu den Ableitungsgrenzwerten gemäß der Betriebsgenehmigung des KKW Doel, für den Zeitraum von 2014-2019. Wie in dieser Abbildung dargestellt, stellen die realen atmosphärischen Ableitungen nur einen Bruchteil (in allen Fällen weniger als 4 %) der Ableitungsgrenzwerte für die verschiedenen Ableitungsgruppen dar.

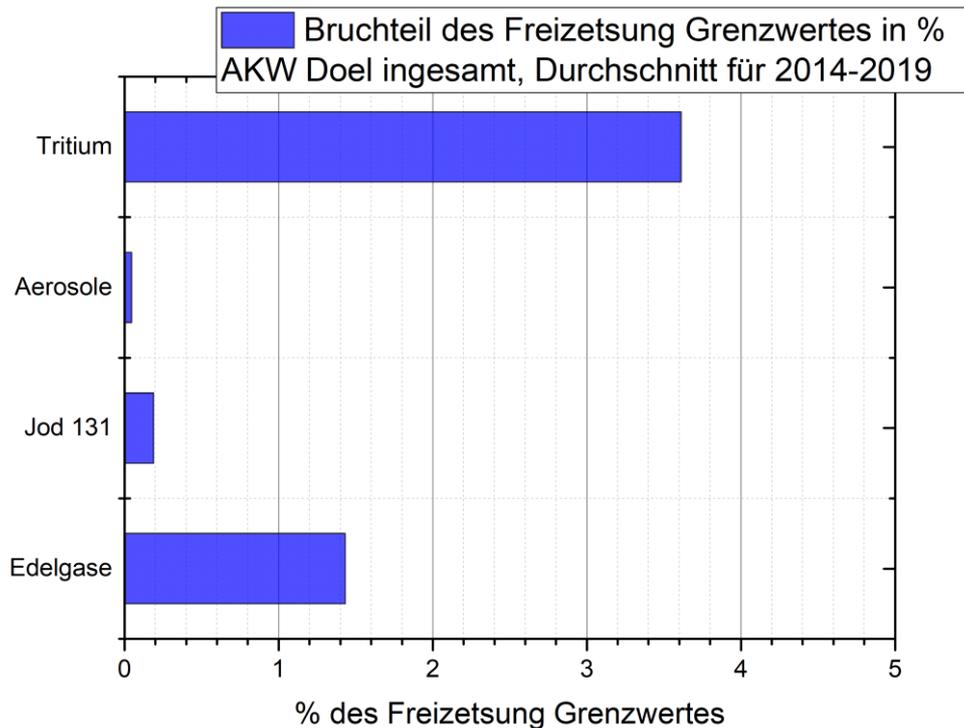


Abbildung 8: Reale Ableitungen für den Zeitraum 2014-2019, ausgedrückt als Prozentsatz der Ableitungsgrenzwerte für die verschiedenen Gruppen von Radionukliden.

#### 6.4.2.1 Flüssige Ableitungen

Flüssige radioaktive Ableitungen stammen hauptsächlich aus Prozesskreisläufen, zum Beispiel zur Aufbereitung von Primärkühlwasser in den Kernkraftwerken. Sie entstehen auch durch das bei der Dekontamination von Werkzeugen anfallende Abwasser, das Sanitärabwasser und das Wasser, das für die Reinigung der Böden in den Nuklearzonen wie den Brennstofflagerdocks verwendet wird, sowie durch Wasserlecks etc. Diese Abwässer können gelöste und feste radioaktive Partikel in Form einer Suspension sowie nichtradioaktive Stoffe enthalten. Um sicherzustellen, dass die Mengen an Radioaktivität, die in die Umwelt abgegeben werden, so gering wie möglich sind, werden die Abwässer vor der Ableitung behandelt. Die vorbehandelten Abwässer aus dem Kernkraftwerk Doel, die begrenzte Mengen an Radionukliden enthalten, werden in die Schelde eingeleitet.

Das Kernkraftwerk leitet hauptsächlich Tritium in die Schelde ein. Durch die Strömung und den Fluss des Scheldewassers wird die eingeleitete Radioaktivität verteilt und verdünnt. Die möglichen Auswirkungen der Ableitungen auf Mensch und Umwelt werden von der FANK durch regelmäßige Entnahme von Wasser-, Sediment-, Wasserpflanzen-, Fisch- und Krestierproben sowie durch Messung der Radioaktivitätswerte bewertet. Ergänzend zum Überwachungsprogramm der FANK gibt es seit 2014 auch im Kernkraftwerk Doel ein begrenztes Überwachungsprogramm mit dem Schwerpunkt auf Bioindikatoren wie Wasserpflanzen.

Abbildung 9 zeigt die flüssigen Ableitungsmengen von 2004 bis einschließlich 2019. Die Mengen liegen deutlich unter den Ableitungsgrenzwerten und sind in den letzten 15 Jahren nahezu konstant geblieben. In den letzten 5 Jahren wurden im Durchschnitt 33 % des Ableitungsgrenzwertes für Tritium und 3 % des Wertes für die anderen Radionuklide abgeleitet.

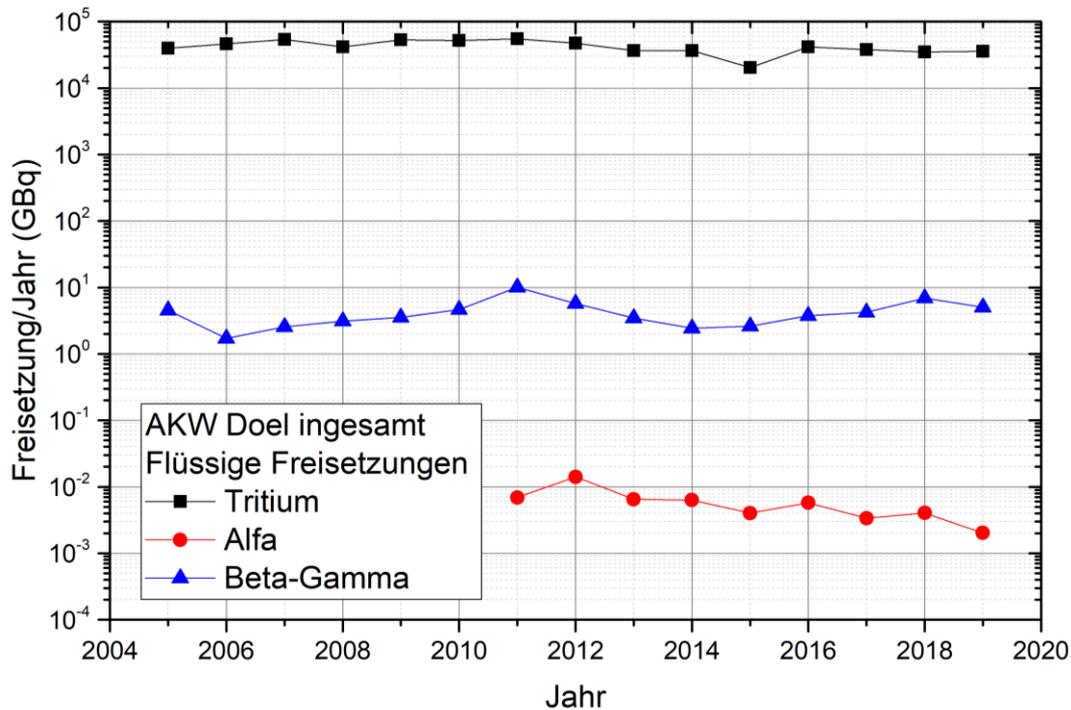


Abbildung 9: Entwicklung der Flüssigkeitseinleitungen in die Schelde für den Zeitraum 2005-2019.

### 6.4.3 Überwachung der Radioaktivität am Standort und in der Umwelt

Die radiologische Situation auf dem Gelände des KKW Doel und in der Umgebung wird kontinuierlich durch Messungen im Rahmen eines Überwachungsprogramms überwacht, das einerseits von der zuständigen Behörde (FANK) und andererseits vom Betreiber des Kernkraftwerks durchgeführt wird. Bei den Messungen wird immer eine Kombination aus natürlicher und künstlicher Radioaktivität überprüft. Speziell in der Umgebung des KKW Doel können Spuren künstlicher Radioaktivität vom Betrieb des KKW Doel selbst (als Folge von Ableitungen: siehe vorheriger Abschnitt), aber auch von anderen nuklearen Aktivitäten in der Vergangenheit (oberirdische Atombombentests, Tschernobyl-Unfall) oder radiologischen Auswirkungen anderer nuklearer und nichtnuklearer Aktivitäten stammen.

Die durchschnittliche externe Strahlenexposition pro Jahr in der Umgebung des Standorts KKW Doel beträgt etwa 0,70 bis 0,75 mSv/Jahr und wird durch Strahlung aus natürlicher Radioaktivität im Boden und kosmischer Strahlung verursacht (0,4 bis 0,45 mSv/Jahr externe Strahlung Boden und etwa 0,3 mSv/Jahr kosmische Strahlung). Dieser Wert ist über die Jahre stabil geblieben.

Die diskontinuierlichen Messungen (Probenahme und Analyse in Labors) rund um Doel bestimmen die Radioaktivitätswerte der Staubpartikel in der Luft, der Ablagerung in Absetzbecken (trockene und nasse Ablagerung), des Bodens und des Grases, des Wassers und der Sedimente in der Nähe des KKW Doel (stromabwärts) und schließlich der Garnelen, Muscheln und Algen (im Schelde-Ästuargebiet stromabwärts von Doel und in der Nordsee).

Die Ergebnisse dieses diskontinuierlichen Programms, das eine höhere Empfindlichkeit für den Nachweis potenzieller künstlicher Radionuklide hat, zeigen vor allem das große Überwiegen der natürlichen Radioaktivität. Die Spuren künstlicher Radioaktivität im Boden sind fast ausschließlich auf den Unfall von Tschernobyl und auf den Fallout der Atomtests in der Atmosphäre zurückzuführen, die in den 1960er Jahren ihren Höhepunkt erreichten. Die im Gebiet von Doel gemessenen Konzentrationen sind durchschnittlich für die in Belgien.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Kernkraftwerk Doel in der Referenzsituation keine signifikante messbare radiologische Auswirkung auf die Umwelt durch atmosphärische Ableitungen noch eine signifikante

messbare radiologische Auswirkung auf die Schelde hat Eine Analyse der Messergebnisse in der Umgebung des KKW Doel ist immer repräsentativ für alle Aktivitäten auf dem Gelände. Die Schlussfolgerungen gelten daher insbesondere für die Auswirkungen von Doel 1 und 2 in der Referenzsituation.

#### 6.4.4 Dosisberechnungen für die Referenzsituation

Mithilfe von Berechnungen kann der Beitrag des KKW Doel zur Gesamtexposition anhand der Ableitungen ermittelt werden.

Um die Auswirkungen der Ableitungen in die *Atmosphäre* zu berechnen, werden atmosphärische Ausbreitungsmodelle verwendet, um die Aktivitätskonzentration der verschiedenen Radionuklide zu bestimmen, die in die Luft (in Bq/m<sup>3</sup>) und durch Ablagerung (Deposition) auf den Boden (in Bq/m<sup>2</sup>) abgeleitet werden.

Ein einfaches Flussmodell, das die Verdünnung der abgeleiteten Mengen berücksichtigt, wird verwendet, um die Konzentrationen der abgeleiteten Radionuklide im *Scheldewasser* zu berechnen.

Diese verschiedenen Berechnungen zeigen, ausgehend von den tatsächlichen Ableitungen, eine maximale Auswirkung (d. h. eine effektive Dosis für die am meisten exponierte kritische Person) von 0,02 mSv/Jahr. Diese Berechnungen zeigen auch, dass diese Exposition über die Jahre hinweg stabil ist, wie in Abbildung 10 dargestellt. Diese konservativ berechnete effektive Dosis für die am stärksten exponierte Person ist 50-mal niedriger als der Dosisgrenzwert für die Öffentlichkeit, der bei 1 mSv/Jahr liegt.

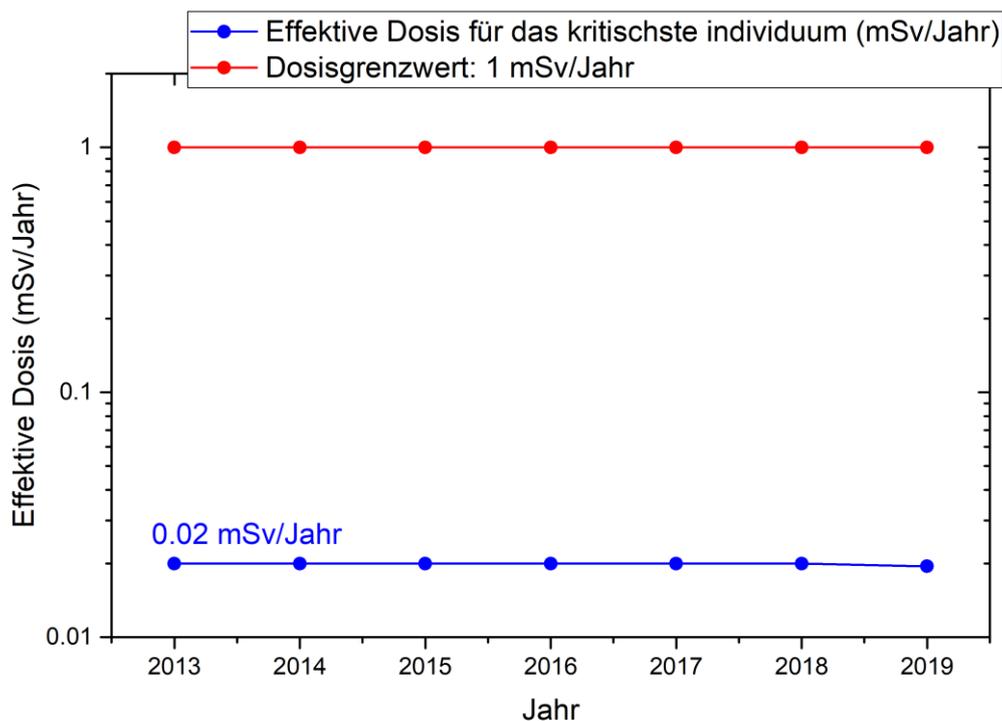


Abbildung 10: Effektive Dosis für das kritischste Individuum in der Umgebung des KKW Doel, berechnet aus gemeldeten tatsächlichen Ableitungen. Zum Vergleich wird der Dosisgrenzwert für die Öffentlichkeit angezeigt.

Die radiologischen Auswirkungen der zugelassenen Ableitungsgrenzwerte für das KKW Doel als Ganzes (4 Blöcke) für die gasförmigen und flüssigen Ableitungen sind in Tabelle 13 angegeben. Dies ist die effektive Dosis pro Jahr für die am stärksten exponierte Person. Da diese Berechnungen für verschiedene Altersgruppen durchgeführt werden und die am stärksten exponierte Person für gasförmige und flüssige Ableitungen einer anderen Altersgruppe angehört, ist die Summe nicht die Summe, sondern der Wert für die am stärksten exponierte Person

für die kombinierte Art der Ableitung. Da der zugelassene Ableitungsgrenzwert (viel) höher ist als das, was tatsächlich abgeleitet wird, ist die auf Basis dieser Grenzwerte berechnete Gesamtdosis natürlich auch höher als die auf Basis der tatsächlichen Ableitungen berechnete Dosis, aber mit 0,37 mSv immer noch niedriger als der Standard von 1 mSv/Jahr. Dies bestätigt, dass, solange die Ableitungsgrenzwerte nicht überschritten werden, kein Risiko besteht, dass die effektive Dosis die Norm überschreitet.

*Tabelle 13: Effektive Dosis pro Jahr für die am stärksten exponierte Person aus gasförmigen, flüssigen und totalen Ableitungen entsprechend den Ableitungsgrenzwerten für das gesamte KKW Doel.*

	<b>Gasförmige Ableitungen</b>	<b>Flüssige Ableitungen</b>	<b>Insgesamt</b>
<b>KKW Doel (4 Blöcke)</b>	180 µSv/Jahr	230 µSv/Jahr	370 µSv/Jahr

## 6.4.5 Radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente

### 6.4.5.1 Allgemeines

Radioaktive Abfälle werden als schwach-, mittel- oder hochradioaktiv bezeichnet, je nach dem Grad der von ihnen ausgehenden Strahlung. Radioaktive Abfälle können auch als kurz- oder langlebig angesehen werden, je nachdem, wie lange ihre Radioaktivität bestehen bleibt.

In Belgien klassifiziert die NERAS (die belgische Nationale Einrichtung für Radioaktive Abfälle und Angereicherte Spaltmaterialien) radioaktive Abfälle in drei Kategorien. Kategorie A bezieht sich auf schwach- und mittelaktive kurzlebige Abfälle, Kategorie B gruppiert schwach- und mittelaktive langlebige Abfälle, und Kategorie C enthält hochaktive langlebige Abfälle.

Schwach- und mittelaktive Abfälle (Kategorien A und B) umfassen mehr als 95 % des Gesamtvolumens, aber weniger als 10 % der Radioaktivität aller radioaktiven Abfälle.

Das Ziel der Abfallbehandlung und -konditionierung ist es, radioaktive Abfälle in ein festes und stabiles Endprodukt umzuwandeln, das den Spezifikationen für die Lagerung und endgültige Beseitigung entspricht.

Die Prozesse zur Aufbereitung und Konditionierung der radioaktiven Abfälle werden entweder in den Kernkraftwerken selbst angewendet (für einen Teil der eigenen Abfälle) oder sind am Standort von Belgoprocess in Dessel zentralisiert. Der nach der Bearbeitung verbleibende Rückstand wird in Zement eingekapselt, um die radioaktiven Partikel einzuschließen. Danach wird alles in Stahlfässer verpackt. Sobald der radioaktive Abfall bearbeitet und in einem Fass eingeschlossen ist, wird er als „konditioniert“ bezeichnet. In Belgien werden die konditionierten radioaktiven Abfälle in entsprechenden abgeschirmten Lagergebäuden auf dem Gelände von Belgoprocess zwischengelagert. Der größte Teil der abgebrannten Brennelemente wird an den Standorten der Kernkraftwerke Doel und Tihange zwischengelagert.

Die *Endlagerung* radioaktiver Abfälle, wie sie in der belgischen Gesetzgebung definiert ist, bezieht sich auf ihre Unterbringung in einer Anlage ohne die Absicht der Rückholung, jedoch unbeschadet der Möglichkeit einer eventuellen Rückgewinnung.

### 6.4.5.2 Schwach- und mittelradioaktive Abfälle (A und B)

Nach der Behandlung der verschiedenen Abfallströme werden die Betriebsabfälle vom KKW Doel zu Belgoprocess zur weiteren Verarbeitung und/oder Lagerung transportiert.

Für das Kernkraftwerk Doel kann für die Endlagerung von konditioniertem Abfall in einer Größenordnung von ungefähr 120 m<sup>3</sup>/Jahr ausgegangen werden. Dies betrifft schwach- und mittelradioaktive Abfälle ohne Unterscheidung zwischen Abfällen der Kategorie A und B.

### 6.4.5.3 Brennelemente (C)

Im Kernkraftwerk wird Strom durch die Energie erzeugt, die durch die Spaltung des in den Brennelementen enthaltenen Uran-235 freigesetzt wird. Nach drei bis vier Jahren im Reaktorkern ist ein Brennelement erschöpft, d. h. die gesamte nutzbare Energie ist aufgebraucht. Diese erschöpften Brennelemente werden unter Wasser abgekühlt (in der Regel für 5 bis 10 Jahre) und dann in das Lagergebäude für abgebrannte Brennelemente (auf dem Gelände des Kernkraftwerks) transportiert, bis eine Entscheidung über die langfristige Bewirtschaftung getroffen wird.

Die Menge des in einem Kernkraftwerk anfallenden hochradioaktiven Abfalls hängt sehr stark von der erzeugten Strommenge und dem Nachladezyklus der Einheit ab.

## 6.5 Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

### 6.5.1 Nichtradiologische Auswirkungen

Die aufgeschobene Abschaltung von Doel 1 und 2 führt nicht zu gesundheitlichen Auswirkungen durch *chemische oder physikalische Stressoren*. Die Stickstoffoxidemissionen des Kraftwerks sind sehr begrenzt und auf jeden Fall geringer als die, die in der Referenzsituation entstehen würden, und werden daher durch den Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 vermieden. In dieser Hinsicht handelt es sich also um einen positiven Effekt. Das Projekt hat außerdem keine relevanten Auswirkungen auf das Lärmklima in der Umgebung des Kraftwerks.

Was die *biologischen Stressoren* betrifft, so sind Legionellen potenziell relevant, denn die Bakterien könnten im Kühlwassersystem vorhanden sein und durch Zerstäubung in die Umgebung gelangen und anschließend eingeatmet werden. Die Hilfskühltürme von Doel 1 und 2 werden mit Stadtwasser aufrechterhalten. In diesem Kreislauf wird das Wachstum von Legionellen durch die Zugabe von Bioziden verhindert oder eingeschränkt. Das Bewirtschaftungskonzept sieht vor, dass bei diesen Hilfskühltürmen mindestens zweimal pro Jahr Proben durchgeführt und auf das Vorhandensein von Legionellen analysiert werden. Bei Überschreitung der Grenzwerte werden die notwendigen Maßnahmen ergriffen (Reinigung, Erhöhung des Biozidanteils) und neue Kontrollen durchgeführt. Soweit bekannt, sind durch den Betrieb der Kühltürme beim KKW Doel noch nie Legionellen-Infektionen aufgetreten. Daraus kann geschlossen werden, dass das Risiko einer Legionellenkontamination durch Kühltürme vernachlässigbar ist, sofern das Bewirtschaftungskonzept angewendet wird.

Auch *psychosomatische und psychosoziale Aspekte*, die einerseits mit dem Betrieb des Kernkraftwerks Doel und andererseits mit dem Nuklearsektor im Allgemeinen zusammenhängen, können als Stressoren betrachtet werden, die zu Beschwerden führen können.

Eine im November 2011 durchgeführte Studie (von IPSOS im Auftrag von Greenpeace) zeigte, dass 76 % der Befragten der Entscheidung zustimmten, in erneuerbare Energiequellen als Alternative zur Verlängerung der Laufzeit von Kernkraftwerken zu investieren. In dieser Studie äußerten sich 31 % der Befragten zudem besorgt über einen möglichen Stromausfall, wenn die Kernreaktoren zwischen 2016 und 2026 abgeschaltet würden; die Mehrheit (55 %) teilte diese Sorge jedoch nicht.

Das SCK-CEN-Barometer (2018) zeigt weiter, dass 54 % der Bevölkerung den potenziellen Missbrauch von Nukleartechnologien durch Terroristen als hohes bis sehr hohes Risiko ansehen und die Hälfte der Bevölkerung einen potenziellen nuklearen Unfall und radioaktive Abfälle als hohes bis sehr hohes Risiko für ihre Gesundheit in den nächsten 20 Jahren ansieht. Die Mehrheit der Bevölkerung hält die Reduzierung der Anzahl der Kernkraftwerke in Belgien für eine gute Sache (71 % stimmen zu oder stimmen stark zu) und ist der Meinung, dass Kernkraftwerke eine Gefahr für die Zukunft ihrer Kinder sind (64 %). Auf der anderen Seite ist mehr als die Hälfte der Bevölkerung (55 %) der Meinung, dass erneuerbare Energien nicht ausreichen, um den aktuellen Energiebedarf zu decken. Im Jahr 2018 glaubt jeder vierte Belgier, dass Atomkraft eine klimafreundliche Technologie ist, wohingegen die Hälfte die gegenteilige Meinung vertritt; 49 % der Bevölkerung sind bereit, mehr zu zahlen, um die Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern; 40 % sind es nicht.

Im Jahr 2018 sprachen sich etwa 33 % dafür aus, die bestehenden Kernkraftwerke am Ende ihrer Betriebszeit nicht zu ersetzen; etwa 30 % sind der Meinung, dass alle Kernkraftwerke so bald wie möglich ersatzlos geschlossen

werden sollten, während 11 % der Meinung sind, dass Belgien seine Kernkraftwerke schließen und neue bauen sollte, und 19 % geben an, dass Belgien die aktuellen Kernkraftwerke weiter betreiben und neue bauen sollte, um die alten zu ersetzen.

Ungefähr die Hälfte der belgischen Bevölkerung schätzt die Risiken im Zusammenhang mit nuklearen Unfällen als hoch bis sehr hoch ein und ein großer Teil der Bevölkerung (75 %) ist der Meinung, dass selbst eine geringe Dosis infolge eines nuklearen Unfalls schädlich für die Volksgesundheit ist. Die Meinungen über die Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung sind 2018 gleichmäßig zwischen günstig und ungünstig verteilt.

Die obigen Beobachtungen zeigen ein gemischtes Bild; es lässt sich nicht feststellen, ob die Nutzung der Kernenergie oder die Existenz von Kernkraftwerken zu spezifischen psychosomatischen oder psychosozialen Beschwerden führt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass solche Beschwerden, wenn sie vorhanden wären, hauptsächlich mit der nuklearen Stromerzeugung im Allgemeinen und nicht mit dem Funktionieren oder Nichtfunktionieren der spezifischen Reaktorblöcke Doel 1 und 2 zusammenhängen würden.

*Großflächige Stromausfälle* können wahrscheinlich ebenfalls gesundheitliche Auswirkungen mit sich führen. Da der Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 auf die Gewährleistung der Versorgungssicherheit und damit auf die Vermeidung großflächiger Stromausfälle abzielte, kann von einer positiven gesundheitlichen Wirkung des Projekts ausgegangen werden. Zu den Faktoren, die die Bedeutung der gesundheitlichen Auswirkung eines Stromausfalls bestimmen, gehören zum einen direkte Parameter wie Dauer und Häufigkeit, zum anderen kontextbezogene Parameter wie Außentemperatur und Maßstab. Auch bei einem Stromausfall ergeben sich Sicherheitsfragen, die jedoch nicht Gegenstand des Themas Gesundheit im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung sind. Eine aktuelle Studie (Domianni 2018) berichtet über die gesundheitlichen Auswirkungen eines Stromausfalls anhand von drei Ereignissen. Bei zwei von drei Stromausfällen war auch der Kontext entscheidend: Die Stromausfälle traten während einer Hitzewelle auf. Zu den Auswirkungen, die auf dieser Forschung beruhen, gehören Atemprobleme und wahrscheinlich eine erhöhte Sterblichkeit. Stromausfälle während Hitzewellen können zu Nierenversagen führen. Bei extremer Kälte führen Stromausfälle zu mehr allgemeineren Todesursachen und Herzkrankheiten.

Im Kasten auf Seite 9 wird kurz auf die wirtschaftlichen Auswirkungen von Stromausfällen eingegangen. Dies zeigt unter anderem, dass die Dauer eines Stromausfalls relevant ist: Dauert er länger als 8 Stunden, so steigt der Schaden exponentiell an.

### 6.5.2 Radiologische Auswirkungen

Bezüglich der radiologischen Auswirkungen auf die Gesundheit wurden sowohl die Auswirkungen des Projekts während des normalen Betriebs (einschließlich der Produktion von radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen) als auch die Auswirkungen bei Unfallsituationen untersucht.

Einzelpersonen der Bevölkerung, die in der Nähe von Kernkraftanlagen leben oder sich dort regelmäßig aufhalten, können in bestimmtem Maße den radioaktiven Stoffen ausgesetzt sein, die von den atmosphärischen oder flüssigen Ableitungen der Anlagen ausgehen. Zu den Expositionsmethoden gehören die äußere Bestrahlung durch Radionuklide, die in der Luft vorhanden oder sich auf dem Boden und anderen Oberflächen abgesetzt haben, und die innere Exposition durch die Aufnahme von Radioaktivität in den Körper, durch das Einatmen radioaktiver Stoffe oder durch die Aufnahme von pflanzlichen oder tierischen Lebensmitteln, die selbst Radioaktivität aufgenommen haben. Die Bevölkerung kann der Radioaktivität auch durch die Nutzung von Flusswasser, den Aufenthalt am Wasser oder am Flussufer oder durch den Verzehr von Fischen aus der Schelde ausgesetzt sein.

Um die Auswirkungen dieser Ableitungen in die Atmosphäre zu berechnen, werden Expositionsmodelle verwendet. Die Dosisberechnungen berücksichtigen alle Expositionspfade und gehen von einer kritischen Person aus, die sich ständig am Ort der maximalen Dosisbelastung aufhält und 10 % ihrer Nahrung aus einem Gebiet bezieht, in dem der Eintrag der abgeleiteten Radionuklide maximal ist.

Wie bereits oben genannt, zeigen die (konservativen) Modellberechnungen, ausgehend von den Ableitungen in der aktuellen Situation, eine maximale Auswirkung für die am stärksten exponierte kritische Person von 0,02 mSv/Jahr, d. h. 50-mal niedriger als der Dosisgrenzwert für die Öffentlichkeit. Diese Berechnung zeigt auch, dass der größte

Teil der Jahresdosis auf atmosphärische Ableitungen zurückzuführen ist. Weniger als 10 % der berechneten Dosis, oder 0,002 mSv/Jahr, sind auf die Flüssigkeitseinleitungen in der Schelde zurückzuführen.

Bei einem Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 werden die mit dem normalen Betrieb dieser beiden Blöcke verbundenen gasförmigen und flüssigen Ableitungen bis 2025 weiterhin stattfinden. Die Ableitungen werden vollständig durch den Betrieb der Anlagen bestimmt und hängen mit der Wärmeleistung und der Behandlung der flüssigen und gasförmigen Ableitungen zusammen. Da im Rahmen des integrierten Aktionsplans für den Betrieb nach 2015 keine grundlegenden Änderungen am Betrieb der Anlage vorgenommen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sowohl die atmosphärischen als auch die flüssigen radioaktiven Ableitungen im Zeitraum 2015-2025 unter den gleichen Bedingungen wie im Jahr 2015 abgeleitet werden.

Die radiologische Auswirkung sowohl der atmosphärischen als auch der flüssigen Ableitungen für den gesamten Standort des KKW Doel wird daher im Falle einer Abschaltung von Doel 1 und 2 ähnlich bleiben und etwa 0,02 mSv/Jahr (2 % des Dosisgrenzwertes) für die am stärksten exponierte Person betragen.

Durch den Betrieb von Kernkraftwerken über ihre gesamte Laufzeit hinweg können sich zudem bestimmte Radionuklide mit ausreichend langen Halbwertszeiten im Boden anreichern. Bei Aufschub der Abschaltung wird diese Akkumulation theoretisch noch 10 Jahre länger andauern, bevor ein Absinken der Bodenkonzentrationen durch den radioaktiven Zerfall einsetzt. Eine im Rahmen dieser UVP durchgeführte Analyse zeigt jedoch, dass der Effekt der Akkumulation im Boden und damit der Unterschied zwischen Abschaltung oder Aufschub der Abschaltung im Jahr 2015 nicht wahrnehmbar ist. Bei kurzlebigen Nukliden findet über einen langen Zeitraum keine Akkumulation statt, da sich sehr schnell ein Gleichgewicht zwischen Ablagerung und Zerfall einstellt. Auch beim langlebigen C-14 wird keine signifikante Anreicherung stattfinden, da man davon ausgeht, dass sich ein Gleichgewicht zwischen Luft- und Bodenkonzentrationen einstellt.

Die UVP-Arbeiten zeigt außerdem, dass die radiologischen Auswirkungen von *Unfällen* im KKW Doel (Doel 1 und 2) auf die menschliche Gesundheit begrenzt sind. Diese Analyse basiert auf der Untersuchung von zwei Auslegungstörfallszenarien und einem auslegungsüberschreitenden Unfallszenario. Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass in jeder dieser Situationen die Auswirkungen an den Betriebsgrenzen des KKW Doel unter den Grenzwerten der Genehmigung bleiben. Die Analyse der Auswirkung eines Unfalls ist eine statistische Analyse, bei der nie ausgeschlossen werden kann, dass die Auswirkung größer ist und dass die Interventionsrichtwerte, wie sie im föderalen nuklearen und radiologischen Notfallplan enthalten sind, überschritten werden. In einem solchen Fall wird der Notfallplan aktiviert, um die Bevölkerung und die Umwelt zu schützen.

## 6.6 Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Naturwerte

### 6.6.1 Nichtradiologische Auswirkungen

Das Thema biologische Vielfalt verdient bei der Umweltverträglichkeitsprüfung gebührende Aufmerksamkeit, da sich das Projektgelände in unmittelbarer Nähe mehrerer Natura-2000-Gebiete (besondere Schutzgebiete, kurz: BSG) und von Teilgebieten des Flämischen Ökologischen Netzwerks (VEN) befindet. Konkret betrifft dies Teile des besonderen Schutzgebiets der FFH-Richtlinie (BSG-H) „Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent“ (Schelde- und Durme-Mündung von der niederländischen Grenze bis Gent, BE2300006), des besonderen Schutzgebiets der Vogelschutzrichtlinie (BSG-V) „Schorren en polders van de Beneden Schelde“ (Salzwiesen und Polder der Niederschelde, BE2301336) und des niederländischen Schutzgebiets Westerschelde & Saeftinghe, das sowohl BSG-H (NL9803061) als auch BSG-V (NL9802026) ist. Die VEN-Bereiche in der Umgebung liegen innerhalb dieser Abgrenzung. Die verschiedenen relevanten Schutzgebiete sind in Abbildung 11 dargestellt.

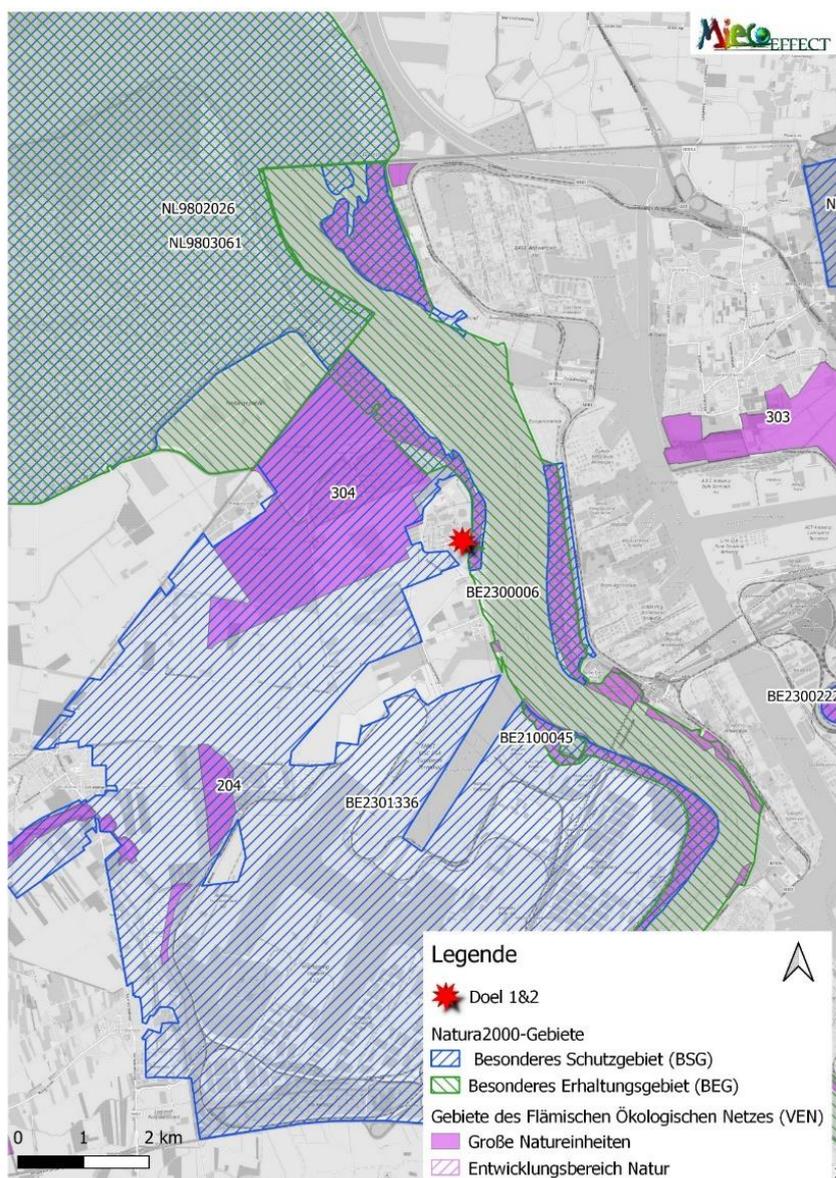


Abbildung 11: Naturschutzgebiete.

Viele der potenziellen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt stehen im Zusammenhang mit der Einleitung von Abwasser und Kühlwasser in die Schelde, die sich auf die *Qualität der Oberflächengewässer* auswirken können. Dies kann die chemische Qualität, aber auch die biologische Qualität umfassen; beide werden verwendet, um den „Zustand“ des Wasserkörpers gemäß den Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie zu beurteilen. Die für den Wasserkörper Seeschelde IV relevanten biologischen Qualitätskomponenten sind Makrophyten (Pflanzen), Makroinvertebraten (wirbellose Tiere) und Fische.

Grundsätzlich können die erhöhte Nährstoffbelastung und die Ableitung von AOX (siehe Thema Wasser) Auswirkungen auf die biologische Vielfalt haben, insbesondere im Gebiet innerhalb des Leitdamms. Bei höheren Nährstoffwerten kann es zu Verschiebungen innerhalb der Artengemeinschaften kommen, da schnell wachsende Arten bevorzugt werden. Aus den vorliegenden Überwachungsergebnissen, die zeigen, dass gerade das Gebiet in der Nähe der Kernkraftwerke besonders artenreich ist, geht dies jedoch nicht hervor. Aufgrund der Komplexität der Faktoren, die sich auf die Populationen innerhalb des Leitdamms auswirken, ist es unmöglich zu wissen, ob die Einleitungen hier lokal einen signifikanten Einfluss haben. Ein direkter toxischer Einfluss von erhöhten

Nitritkonzentrationen kann in jeder Beziehung ausgeschlossen werden. Für den gesamten Wasserkörper sind nur geringe Auswirkungen durch Einleitungen zu erwarten.

Auch die Ableitung des Kühlwassers ist ein Punkt, dem Beachtung geschenkt werden sollte. Veränderungen in den thermischen Verhältnissen können das Ökosystem auf verschiedene Arten beeinflussen. Eine direkte Folge kann eine Sterblichkeit aufgrund tödlicher Temperaturen sein. Auf regionaler Ebene wirkt sich der Temperaturanstieg auch auf die Ökologie aus, indem er Verschiebungen im Ökosystem hervorruft: Die Lebenszyklen der Organismen werden gestört, was zu einem „Mismatch“ bei der Wahl des richtigen Zeitpunkts der Lebensphasen führt. Eine Reihe von Fischarten benötigen eine Wassertemperatur von  $< 10\text{ °C}$  während der Laichzeit (Winter/Frühjahr). Wird diese Temperatur nicht erreicht, so stagniert die Reproduktion. Ein weiterer Effekt, der sowohl lokal als auch regional von Bedeutung ist, ist das Auftreten von exotischen Arten, die den Winter in wärmeren Gefilden überleben können (vor allem lokal) und dann die natürliche Lebensgemeinschaft im Sommer beeinflussen (auch regional). Und schließlich kann sich in wärmerem Wasser weniger Sauerstoff lösen, wodurch es schneller zu einem Sauerstoffmangel kommt und kritische Arten verschwinden.

In den Jahren 2012 und 2013 wurde der Fischbestand innerhalb und außerhalb des Leitdamms vom INBO untersucht. Die Studie zeigte keinen Unterschied im Vorkommen exotischer Arten, aber es gab eine erhöhte Abundanz von wärmeliebenden einheimischen Arten (Wolfsbarsch und Seezunge) innerhalb des Leitdamms.

In Bezug auf die Makroinvertebratenpopulationen gibt es keine direkten Hinweise darauf, dass die Einleitung von Kühlwasser zu Verschiebungen in den Gemeinschaften geführt hat, wobei weniger empfindliche oder wärmeliebende Arten gegenüber anderen, möglicherweise typischeren Arten bevorzugt wurden. Wenn diese Effekte auftreten, werden sie ohnehin lokal begrenzt sein. Es gibt auch keine eindeutigen Hinweise darauf, dass die Kühlwassereinleitung in der Umgebung des Kernkraftwerks zu einer Zunahme exotischer Arten in den Makroinvertebratenpopulationen führen könnte. Obwohl solche Arten beobachtet wurden, hängt ihr Vorkommen nicht unbedingt mit der Anwesenheit des Kernkraftwerks zusammen, sondern auch die Einleitung von Ballastwasser von Schiffen im Hafen und das Vorhandensein von künstlichen harten Ufersubstraten können eine Rolle spielen. Darüber hinaus besteht auch im Falle einer Abschaltung von Doel 1 und 2 immer noch ein thermischer Effekt durch das Kühlwasser von Doel 3 und 4. In der von Electrabel für die Arbeiten durchgeführten Umweltverträglichkeitsprüfung wird die Ableitung von Kühlwasser im Falle der Abschaltung von Doel 1 und 2 auf 60 % des derzeitigen Volumens geschätzt. Auch in der Referenzsituation wird es also noch ein Gebiet mit höheren Temperaturen geben, nur, dass dessen Größe kleiner sein wird.

Die Auswirkungen der Ableitungen könnten möglicherweise auch indirekte Auswirkungen auf die Vögel des Gebiets der Vogelschutzrichtlinie haben. Viele dieser Arten suchen ihre Nahrung im Schlickwatt der Schelde. Eine signifikante Auswirkung auf Makroinvertebraten oder Fische in der Schelde oder im Schlickwatt hinter dem Leitdamm kann daher Folgen für die Verfügbarkeit von Nahrung für Vögel haben.

Die Überwachung der thermischen Belastung zeigt, dass diese weitgehend auf das Gebiet innerhalb des Leitdamms beschränkt ist. Außerdem erstreckt sich die Fahne nur bei ablaufendem Wasser stromabwärts der Einleitungsstelle. Zu diesem Zeitpunkt ist der Schlamm trocken und es gibt wenig Einfluss auf die Lebensgemeinschaften im Schlick. Für Fische, die als Nahrung für bestimmte Vogelarten wichtig sein können, könnte die Auswirkung möglicherweise größer sein, aber die Ergebnisse der Überwachung durch das INBO zeigen, dass es innerhalb des Leitdamms etwas mehr Fische gibt als außerhalb. Es kann daher geschlossen werden, dass jegliche Auswirkungen der Kühlwassereinleitungen auf die Nahrungsverfügbarkeit für Vögel begrenzt sein werden.

Eine mögliche Erhöhung der Temperatur des Scheldewassers kann potenziell auch zu *Barriereeffekten* führen, wenn sich die Kühlwasserfahne über die gesamte Breite der Schelde erstrecken würde und dadurch die stromaufwärts oder stromabwärts gerichteten Bewegungen bestimmter empfindlicher Arten eingeschränkt würden. In der Praxis ist die Kühlwasserfahne des Kraftwerks jedoch auf den Bereich innerhalb des Leitdamms beschränkt, sodass keine Barrierefunktion zu erwarten ist.

Auch die *Entnahme von Kühlwasser* ist wichtig, da es bei Fischen, Muscheln, Krebsen oder anderen Wirbellosen, die miteingesaugt werden, zum Tod führen kann. Bei der Entnahmestelle für Kühlwasser von Doel 1 und 2 erfolgt die

mechanische Reinigung außerhalb des Deiches, auf Höhe der Wasserentnahme selbst, mittels Gittern am Einlauf. Fische und Krebstiere haben somit keine Chance, in den Kühlwasserkreislauf zu gelangen. Daher ist an dieser Entnahmestelle keine Fisch- oder Krebstiersterblichkeit festzustellen. Daraus kann gefolgert werden, dass der längere Betrieb von Doel 1 und 2 nicht zu einer relevanten Erhöhung der Mortalität von Fischen und Krebstieren in der Schelde führen wird.

Neben den Auswirkungen auf die Schelde kann auch der Betrieb der Kraftwerke eine potenziell *beeinträchtigende* Wirkung haben. Dies kann mit Lärm-, Licht- oder menschlicher Beeinträchtigung verbunden sein. Viele dieser Faktoren sind schwerlich nur auf den Betrieb von Doel 1 und 2 zurückzuführen. Selbst wenn die beiden Kraftwerke nicht mehr in Betrieb wären, würden die Menschen bei den Aktivitäten in Doel 3 und 4 noch anwesend sein. Dasselbe gilt für das Vorhandensein der Beleuchtung.

Die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung der Arbeiten vom Betreiber (Electrabel AG) durchgeführte Lärmmodellierung zeigt, dass sich die Lärmkonturen des KKW Doel hauptsächlich in östlicher Richtung (in Richtung Schelde) erstrecken. Der Bereich, in dem mit erheblichen Lärmbelastigungen zu rechnen ist (55 dB(A) und mehr), überschneidet sich mit den Schlick- und Salzwiesen, die sich entlang des Kraftwerks selbst befinden. Das Gebiet, innerhalb derer die Lärmbelastigung noch eine begrenzte negative Auswirkung haben kann (45 dB(A) und mehr), überschneidet sich mit der Schelde selbst, einem begrenzten Teil von Doelpolder Noord und einem Teil des zukünftigen Naturgebiets Doelpolder Midden. Es handelt sich jedoch um ein kontinuierliches Geräusch, das daher sehr vorhersehbar ist und in einem klar abgegrenzten Gebiet auftritt. Es ist daher zu erwarten, dass die Vögel sich davon wenig abschrecken lassen und darüber hinaus bereits ein erheblicher Grad an Gewöhnung eingetreten ist. Vorbeifahrende Autos, Wanderer und, in Bezug auf die Schelde, Boote werden wahrscheinlich eine größere Auswirkung haben. Außerdem stammt nur ein Teil des Lärms von Doel 1 und 2. Es ist daher zu erwarten, dass die Auswirkungen des Projekts in Sachen Störungen vernachlässigbar sein werden.

Das Projekt kann theoretisch aufgrund der atmosphärischen Emissionen, die durch die Verbrennungsanlage, die Notstromgeneratoren und -pumpen sowie den Verkehr verursacht werden, auch zu den Auswirkungen der Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen beitragen. Wie bei der Besprechung des Themas Luft dargestellt, kommt es durch den Betrieb von Doel 1 und 2 nicht zu relevanten Einträgen von versauernden oder eutrophierenden Stoffen, schon gar nicht im Vergleich zu Emissionen aus anderen Quellen in der Umgebung (hauptsächlich im Hafen). Daher werden keine negativen Auswirkungen auf Ökosysteme in der Umgebung des Kernkraftwerks erwartet. Eine solche Auswirkung könnte jedoch, obwohl nicht räumlich zuordenbar, in der Referenzsituation erwartet werden, in der die weggefallene Kapazität von Doel 1 und 2 zumindest teilweise durch auf fossilen Brennstoffen basierende Produktionseinheiten realisiert werden würde. Die Auswirkungen der Abschaltung von Doel 1 und 2 für dieses Kriterium im Zeitraum 2015-2025 wären daher wahrscheinlich bedeutender als die Auswirkungen eines Aufschubs der Abschaltung.

Wie bei der Besprechung des Themas Wasser dargestellt, sind weder Auswirkungen auf das Grundwasserregime noch auf Naturwerte, die mit dem Grundwasser in Beziehung stehen, zu erwarten. Eine *Veränderung der Hydrologie* der Schelde ist ebenfalls nicht zu erwarten, da das entnommene Kühlwasser fast vollständig wieder abgeleitet wird und es sich ohnehin nur um einen sehr geringen Anteil am Gesamtdurchfluss in der Schelde auf Höhe des Kraftwerks handelt. Auch auf die strukturelle Qualität der Schelde gibt es keine Auswirkungen, da das Projekt keine direkten Eingriffe in die Schelde oder ihre Ufer vorsieht.

Auf der Grundlage der obigen Beurteilung kann festgestellt werden, dass das Projekt *keine vermeidbaren Schäden* an der Natur verursachen wird und dass *innerhalb der VEN-Gebiete* in der Umgebung des Kraftwerks *keine vermeidbaren und irreparablen Schäden* auftreten werden. Die Analyse zeigt des Weiteren nicht nur, dass keine Auswirkungen auf die derzeitigen Lebensräume und Arten innerhalb der Natura-2000-Gebiete zu erwarten sind, sondern auch, dass die Erreichung der Naturziele dieser Gebiete durch das Projekt nicht beeinträchtigt würde. Das heißt mit anderen Worten, dass das Projekt *keine bedeutenden Auswirkungen* auf den Erhaltungszustand von Lebensräumen und Arten im Kontext der geeigneten Prüfung haben wird.

## 6.6.2 Radiologische Auswirkungen

Bis in die 1990er Jahre ging man davon aus, dass, wenn der Mensch geschützt ist, auch die Umwelt vor ionisierender Strahlung geschützt ist. Diese Ansicht wurde in den letzten Jahrzehnten infrage gestellt, zum einen aufgrund des wachsenden globalen Interesses an ökologischer Nachhaltigkeit und zum anderen aufgrund der Tatsache, dass es Situationen geben kann, in denen die Umwelt der Strahlung stärker ausgesetzt ist als der Mensch.

Tabelle 14 fasst die wichtigsten Unterschiede zwischen der Methodik zur Ermittlung der Auswirkungen auf den Menschen und derjenigen zur Ermittlung der Auswirkungen auf die Fauna und Flora zusammen.

*Tabelle 14: Hauptunterschiede zwischen der Methodik zur Bestimmung der radiologischen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.*

<b>Mensch</b>	<b>Umwelt (Fauna und Flora)</b>
Schutz auf Ebene des Individuums	Schutz auf Ebene der Populationen/Ökosysteme
Deterministische und stochastische Effekte der Radioaktivität werden berücksichtigt	Generell werden nur die deterministischen Effekte berücksichtigt
Interne Dosen werden mit biokinetischen Modellen berechnet, die die Aufnahme von Radionukliden im menschlichen Körper simulieren	Interne Dosen werden anhand von Transferfaktoren berechnet, die auf der Aktivität in der Umgebung basieren
Referenzperson (biokinetisches Modell)	Referenzorganismen (dargestellt als einfache Ellipsoide)
Verschiedene Altersklassen	Keine Altersklassen
Die Anreicherung von Radionukliden in den Organen ist zu berücksichtigen	Die Radionuklide sind gleichmäßig im Gewebe der Tiere verteilt
Effektive Dosis (mSv)	Energiedosisleistung ( $\text{Gy s}^{-1}$ )

Daten über die Auswirkungen von Strahlung oder der Exposition gegenüber Radionukliden auf die Fauna und Flora wurden von verschiedenen (inter-)nationalen Organisationen und Expertengruppen gesammelt und ausgewertet, um daraus Schwellenwerte abzuleiten. Die meisten numerischen Schwellenwerte sind zum Schutz von Populationen gedacht. Die empfohlenen Schwellenwerte variieren stark: von 4 bis  $4000 \mu\text{Gy h}^{-1}$ .

Das Risiko für die Fauna und Flora durch die Strahlenexposition lässt sich am besten quantitativ bestimmen, indem die geschätzte Dosisleistung mit einem Schwellenwert verglichen wird. Für die meisten der zu beurteilenden Szenarien liegen jedoch nicht genügend Informationen vor, um eine quantitative Einschätzung der Strahlenexposition zu ermöglichen. Daher basiert die Beurteilung in dieser UVE auf der Wahrscheinlichkeit, dass, abhängig von der Dosisleistung, keine signifikante Exposition vorliegt. Der verwendete Signifikanzrahmen wird in Tabelle 15 dargestellt.

*Tabelle 15: Signifikanzrahmen für die radiologischen Auswirkungen auf Fauna und Flora.*

<b>Dosismenge</b>	<b>Wahrscheinlichkeit, dass keine signifikante Exposition vorliegt</b>
$< 10 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Sehr hoch
$10-100 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Hoch
$100-400 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Relativ hoch
$400-4000 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Mäßig
$> 4000 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Niedrig

Da die radiologische Auswirkungen auf ein Ökosystem aufgrund seiner Komplexität schwer zu bewerten sind, werden verschiedene Kategorien von Referenzorganismen verwendet, um die radiologische Auswirkung auf die Umwelt zu bestimmen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Referenzorganismen repräsentativ für die von ihnen bewohnten Lebensräume sind. Die Gesamtheit der Referenzorganismen verweist auf ein Ökosystem. Daher wird bei der Auswahl bestimmter Referenzorganismen besonders auf den „Wert“ eines Organismus innerhalb des untersuchten Ökosystems geachtet.

Im Zeitraum 2010-2011 wurden vom belgischen Studienzentrum für Kernenergie im Auftrag von Electrabel Studien durchgeführt, um die radiologischen Auswirkungen von atmosphärischen und flüssigen *routinemäßigen Ableitungen* auf die Umwelt zu bewerten. Für die Berechnungen wurde das ERICA-Tool (Environmental Risk from Ionising Contaminants Assessment and Management Tool), das Referenztool für Biota, verwendet. Die potenzielle Auswirkung wird mithilfe eines Risikoquotienten (*RQ*) abgeschätzt, der als das Verhältnis der berechneten Dosisleistung (PEDR) und einer geschätzten Dosisleistung ohne Wirkung definiert ist. Als Referenzwert wurde der von ERICA vorgeschlagene Richtwert von  $10 \mu\text{Gy h}^{-1}$  verwendet; bei einer solchen Dosisleistung wird davon ausgegangen, dass Ökosysteme geschützt sind.

Es wurden Auswirkungsanalysen für die atmosphärischen und flüssigen Ableitungsgrenzwerte des KKW Doel durchgeführt. Die Berechnungen zeigten, dass der Screening-Wert von  $10 \mu\text{Gy h}^{-1}$  trotz zusätzlicher konservativer Annahmen, z. B. zur Ausbreitung der Radionuklide, nie überschritten wurde. Da die tatsächlichen Ableitungen weniger als 1 % der Dosisgrenzwerte betragen, waren die resultierenden Dosiswerte um mehrere Größenordnungen niedriger als der Richtwert.

Aus der Tatsache, dass die Ableitungen aus den Reaktorblöcken Doel 1 und 2 nur 50-60 % der Ableitungen des gesamten Geländes des KKW Doel ausmachen, kann gefolgert werden, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass die routinemäßigen Ableitungen aus Doel 1 und 2 Auswirkungen auf die biologische Vielfalt der nahe gelegenen FFH-Gebiete oder anderer (geschützter) Naturgebiete und Ökosysteme haben werden. Da die Ableitungen in den letzten zwei Jahrzehnten ziemlich stabil geblieben sind, kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend fortsetzt, wenn der Betrieb von Doel 1 und 2 von 2015 bis 2025 verlängert wird, und dass daher das zukünftige Risiko von Auswirkungen auf die Fauna und Flora durch routinemäßige Ableitungen nicht gegeben ist.

Für die *Störfallszenarien* wird bei den untersuchten Störfallszenarien trotz sehr konservativer Annahmen nie eine höhere Dosisleistung als  $45 \mu\text{G h}^{-1}$  berechnet. Diese Dosisleistung liegt im Bereich von  $10\text{-}100 \mu\text{Gy h}^{-1}$ , wobei die Wahrscheinlichkeit, dass das Ökosystem geschützt wird, als sehr hoch eingeschätzt wird. Für die meisten Organismen sank die Dosisleistung nach einer 4-tägigen und für alle Organismen nach einer 30-tägigen Exposition auf  $< 10 \mu\text{G h}^{-1}$ .

Da weder die routinemäßigen radioaktiven Ableitungen noch die betrachteten Störfallszenarien Auswirkungen auf die Fauna und Flora haben, kann gefolgert werden, dass der Aufschieb der Abschaltung von Doel 1 und 2 keine negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt infolge radioaktiver Ableitungen hat.

## **6.7 Auswirkungen auf die Erzeugung von Abfall und abgebrannten Brennelementen**

Die verschobene Abschaltung der Kernreaktoren Doel 1 und 2 wird zur Entstehung von zusätzlichem schwach- und mittelradioaktivem Abfall führen. Von der durchschnittlichen Produktion von  $120 \text{ m}^3$  konditioniertem Abfall pro Jahr für das KKW Doel entfällt etwa 1/3 auf Doel 1 und 2, also  $40 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ . Dies entspricht in etwa dem Verhältnis des Anteils der beiden Reaktoren an der Gesamtleistung bzw. an der gesamten erzeugten Strommenge. Es sollte jedoch beachtet werden, dass ein Großteil des Abfalls in keinem Zusammenhang zur erzeugten Strommenge steht. Er tritt bei Arbeiten an Anlagen sowie bei Reinigungstätigkeiten oder beim Waschen von Arbeitskleidung auf. Auch für diesen Anteil wird angenommen, dass 1/3 eine gute Näherung für den Anteil von Doel 1 und 2 ist.

Auf Grundlage dessen wird für den Referenzzeitraum 2015-2025 ein kumuliertes zusätzliches Aufkommen von  $400 \text{ m}^3$  an zu entsorgenden schwach- und mittelaktiven Abfällen erwartet. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Abfälle der Kategorie A und nur in geringem Umfang um Abfälle der Kategorie B.

Unter der Annahme, dass die Menge an B-Abfall vernachlässigbar ist, entspricht das zusätzliche Abfallvolumen etwa 250 Monolithen oder einem Viertel eines Moduls in der Endlageranlage für Abfall der Kategorie A. Die (volumetrische) Kapazität des Endlagers beträgt 34 Module. Da es sich um die Verlängerung einer bestehenden Aktivität handelt, die Abfallfamilien mit bekannten Eigenschaften erzeugt, werden weder kurz- noch langfristig weitere Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft erwartet.

Wie bei den radioaktiven Abfällen wurde eine Schätzung der kumulativen Anzahl von Brennelementen vorgenommen, die im Referenzzeitraum 2015-2025 verbraucht werden. Ausgehend von einer durchschnittlichen Entladung von 55 Brennelementen pro Jahr für Doel 1 und 2 wird der kumulierte Mehrverbrauch durch den Aufschub der Abschaltung auf 550 Brennelemente geschätzt. Die NERAS berücksichtigt eine zusätzliche Anzahl von Brennelementen infolge der Verlängerung des Betriebs von Doel 1 und 2 in etwa der gleichen Größenordnung (609 Stück). Bezogen auf den gesamten belgischen Reaktorpark gewichtet, entspricht dies einem Mehrverbrauch von 5,8 % der Brennelemente.

In Anbetracht dieser relativ begrenzten Menge und unter der Annahme, dass sie ähnliche Eigenschaften wie die vorhandenen Brennelemente haben werden, werden keine Auswirkungen auf ihre weitere Bewirtschaftung erwartet. Im KKW Doel werden Kernbrennelemente in trockenen Behältern im Gebäude für Brennstoffcontainer (SCG) zwischengelagert. Durch den Aufschub der Abschaltung von Doel 1 und 2 wird die Abschaltung der 4 Blöcke auf wenige Jahre (2022-2025) verdichtet, während sie sonst gleichmäßiger verteilt wäre. Die Electrabel AG versichert, dass es dank des geplanten Baus des SF<sup>2</sup>-Lagers, für das das Genehmigungsverfahren läuft, genügend Lagerkapazität für Brennelemente geben wird.

Bei den Stilllegungsarbeiten werden radioaktive Komponenten aus den Kraftwerken entfernt, wodurch große Mengen an radioaktivem Abfall anfallen. Ein Teil dieses Abfalls ist auf die Neutronenaktivierung von großen (Struktur-)Komponenten zurückzuführen. Da die Abfallklassifikation (Kategorie A oder B) von der Gesamtmenge der sicherheitsrelevanten Nuklide abhängt, wird erwartet, dass eine längere Neutroneneinwirkung möglicherweise zu einer Verschiebung der Abfallkategorie (z. B. von Kategorie A zu Kategorie B) führen kann.

Auf der Grundlage von Modellberechnungen kann geschlossen werden, dass eine Verlängerung der Laufzeit um 40 bis 50 Jahre nur geringe oder gar keine Auswirkungen auf die Gesamtradioaktivität hat, die durch die Aktivierung der in den Strukturelementen des Kraftwerks vorhandenen Elemente verursacht wird, da die meisten dieser Aktivierungsisotope nur eine kurze Lebensdauer haben. Allerdings gibt es einen signifikanten Anstieg der Anzahl der langlebigen Isotope in diesen Strukturelementen. Die Auswirkung auf die Gesamtabfallmenge aus verschiedenen Kategorien ist zum jetzigen Zeitpunkt schwer abzuschätzen. Generell ist jedoch eine leichte Verschiebung hin zu „schwereren“ Abfallklassen zu erwarten, ohne dass dies jedoch Probleme für die langfristige Bewirtschaftung dieser Klassen mit sich bringt.

## 7 Grenzüberschreitende Auswirkungen

### 7.1 Nichtradiologische Auswirkungen

Die meisten der nichtradiologischen Auswirkungen, die auf die verschobene Abschaltung von Doel 1 und 2 zurückzuführen sind, beschränken sich auf die unmittelbare Umgebung des Kraftwerks, sind von begrenztem Ausmaß und führen daher nicht zu grenzüberschreitenden Auswirkungen. Nur für das Thema Wasser kann eine (begrenzte) grenzüberschreitende Wirkung auftreten.

Basierend auf der Überwachung (2012) des Temperatureinflusses des Kühlwassers des KKW Doel auf die Schelde in der Nähe der niederländischen Grenze (in ca. 3,4 km Entfernung von der Einleitungsstelle), kann der Einfluss der Kühlwassereinleitung höchstens als begrenzt negativ angesehen werden (d. h. die Temperaturerhöhung infolge der Einleitung wird weniger als 1 °C betragen). Dieser Temperaturanstieg wird flussabwärts auf niederländischem Staatsgebiet langsam weiter abnehmen.

Es ist anzumerken, dass mehrere grenzüberschreitende Auswirkungen in der Referenzsituation nicht auszuschließen sind, wenn die Abschaltung nicht verschoben wird. Es ist daher möglich, dass die grenzüberschreitenden

Auswirkungen bei der Abschaltung wichtiger sind als bei der aufgeschobenen Abschaltung. Die Bedeutung und die Art dieser grenzüberschreitenden Auswirkungen werden jedoch sehr stark von den Standorten, an denen (theoretische) Ersatzkapazitäten bereitgestellt werden, sowie von den technischen Merkmalen dieser Anlagen und von ihren Genehmigungsmerkmalen abhängen.

## 7.2 Radiologische Auswirkungen

### 7.2.1 Normalbetrieb

Die Grenze zu den Niederlanden befindet sich in kürzester Entfernung von etwa 3,15 km vom Standort des KKW Doel. Angesichts der vernachlässigbaren und nicht nachweisbaren radiologischen Auswirkungen (0,02 mSv/Jahr) beim Betrieb aller Blöcke des KKW Doel für die am stärksten exponierte Person, die sich auf belgischem Staatsgebiet knapp außerhalb des Geländes des KKW Doel befindet, und der Tatsache, dass die Auswirkungen nur mit der Entfernung abnehmen, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen bei einem normalen Betrieb von Doel 1 und 2, d. h., im Falle eines Aufschubs der Abschaltung, auftreten.

### 7.2.2 Unfälle

Die radiologische Auswirkung der in den UVP-Arbeiten berücksichtigten Auslegungsstörfälle an der Grenze zu den Niederlanden (in ca. 3,15 km Entfernung des KKW Doel) führt zu einer effektiven Dosis für die Bevölkerung von ca. 0,5 mSv oder weniger. Dieser Wert liegt unter den belgischen Richtwerten für die Aufforderung der Bevölkerung zum Aufenthalt in geschlossenen Räumen. Die Analyse der Auswirkung von Unfällen ist statistischer Art, bei der nicht ausgeschlossen werden kann, dass Unfälle mit einer höheren Auswirkung, wenn auch mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit, auftreten.

Ein Beispiel für die geografische Verteilung des Risikos von schweren Unfällen in kerntechnischen Anlagen in Europa wurde in einer von der österreichischen Regierung finanzierten Studie (FlexRisk) untersucht. Doel 1 und 2 wurden für diese Studie mit einem „Containment Bypass Accident“ mit einer zugewiesenen Eintrittswahrscheinlichkeit betrachtet, die unter den in den UVP-Arbeiten berücksichtigten Unfällen liegt. Die daraus resultierenden Auswirkungen hängen neben dem Unfall-Quellterm selbst von den Freisetzungsparemtern und den Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des Unfalls ab und könnten die Interventionsrichtwerte für nukleare und radiologische Notfälle überschreiten. In solchen Fällen werden die nationalen nuklearen und radiologischen Notfallpläne aktiviert, um die Bevölkerung und die Umwelt zu schützen.

## 8 Allgemeine Entscheidung

Der Aufschieb der Abschaltung von Doel 1 und 2 kann dazu führen, dass eine Reihe von Auswirkungen, die bereits im vorangegangenen Zeitraum aufgetreten sind, für einen Zeitraum von 10 Jahren aufrechterhalten werden. Die Frage, die sich stellt, ist, ob diese Tatsache als signifikanter Effekt zu betrachten ist. Die Antwort auf diese Frage wurde in der vorliegenden UVP für die Rezeptorengruppen „Mensch“ und „biologische Vielfalt“ untersucht, und zwar sowohl in Bezug auf radiologische als auch auf nichtradiologische Auswirkungen. Eine Auswirkungsanalyse wurde auch für eine Reihe anderer Themen durchgeführt, für die politische Ziele existieren, die durch das Projekt beeinflusst werden könnten und/oder die die Auswirkungen auf Mensch und biologische Vielfalt bestimmen. Darüber hinaus wurden auch die „vermiedenen Effekte“ des Projekts in Bezug auf Treibhausgasemissionen und Stickstoffoxide sowie deren Auswirkungen auf die Themen Gesundheit und Klima untersucht.

Die Analyse zeigt, dass die Auswirkungen auf das **Gewässersystem** nicht so beschaffen sind, dass sie einen Effekt auf den ökologischen Zustand der Seescheide haben oder dass sie die Erreichung des guten ökologischen Potenzials dieses Wasserkörpers zu gefährden. Die Aufmerksamkeit wird jedoch auf die Lösung von Problemen gelenkt, die spezifisch für den aktuellen Betrieb sind, wie z. B. häufige Überläufe, der Zustand des Abwassersystems und die Tatsache, dass nicht immer alle Ableitungsnormen eingehalten werden.

Im Zusammenhang mit dem Thema **biologische Vielfalt** wurden die *nichtradiologischen Auswirkungen* in Bezug auf die Aspekte Qualität der Oberflächengewässer, Barrierefunktion, Mortalität, Störung, Versauerung und Eutrophierung aus der Luft und direkter Flächenverbrauch bewertet. Für die Barrierefunktion, die Mortalität und den direkten Flächenverbrauch waren keine Auswirkungen zu erwarten. Was Belästigungen anbelangt, so besteht potenziell eine begrenzte Auswirkung durch die Lärmbelästigung, aber angesichts des kontinuierlichen und vorhersehbaren Charakters des Lärms ist kein wirklicher Schaden zu erwarten. Was die Versauerung und Eutrophierung aus der Luft betrifft, so ist der Beitrag des Projekts selbst vernachlässigbar und aufgrund der vermiedenen Effekte sogar (begrenzt) positiv. Die Auswirkungen der Ableitung von Abwasser, Brauchwasser und Kühlwasser auf die ökologische Qualität der Schelde sind vernachlässigbar.

Diese Erkenntnisse gelten sinngemäß auch für die Auswirkungen auf die VEN-Gebiete. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die besonderen Schutzgebiete in der Umgebung kann festgestellt werden, dass es keine negativen Auswirkungen auf die Erhaltungsziele gibt und dass das Projekt die Erreichung dieser Ziele auch nicht behindert. Die Auswirkung der vermiedenen Emissionen auf die Erhaltungsziele von Natura-2000-Gebieten in anderen Teilen Belgiens ist wahrscheinlich positiv, aber deren Bedeutung ist schwer abzuschätzen.

Aus der Analyse der radiologischen Auswirkungen geht auch hervor, dass weder die routinemäßigen radioaktiven Ableitungen noch die betrachteten Störfallszenarien negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt im Allgemeinen oder auf den Erhaltungszustand der Natura-2000-Gebiete in der Umgebung des Kraftwerks haben dürften.

Die nichtradiologischen **atmosphärischen Emissionen** des Kraftwerks und deren Auswirkungen auf die Luftqualität sind vernachlässigbar. Die vermiedenen Stickstoffoxidemissionen sind im Referenzzeitraum im Vergleich zu den Emissionszielen gering. Lokal, in der Nähe der (hypothetischen) Ersatzkapazitäten, können diese jedoch einen begrenzten Einfluss auf die Luftqualität haben. Die durch den Aufschieb der Abschaltung im Zeitraum 2015-2025 vermiedenen Emissionen sind jedoch viel größer als die mit den beiden Reaktorblöcken verbundenen nichtnuklearen Emissionen im selben Zeitraum.

Auch in Bezug auf die Treibhausgase sind die durch den Aufschieb der Abschaltung vermiedenen Emissionen viel wichtiger als die mit dem Betrieb von Doel 1 und 2 verbundenen Emissionen im Zeitraum 2015-2025. Das Projekt hat des Weiteren weder Folgen für die Widerstandsfähigkeit der Umgebung gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels, noch ist es selbst anfällig für diese Veränderungen.

Im Bereich **Gesundheit** kann über den Zeitraum, in dem Doel 1 und 2 länger geöffnet bleiben, durch die Vermeidung einer Menge an NO<sub>x</sub>-Emissionen eine sehr bescheidene positive Auswirkung erwartet werden. Auch die Tatsache, dass größere Stromausfälle durch das Projekt vermieden werden, kann in gesundheitlicher Hinsicht als positiv angesehen werden.

Die radiologischen Auswirkungen des Kraftwerks auf die menschliche Gesundheit sind bis zu 50-mal geringer als die Norm, und dies wird auch bei einem Weiterbetrieb von Doel 1 und 2 im Zeitraum 2015-2025 der Fall sein. Die radiologischen Auswirkungen des Kernkraftwerks Doel auf die Gesundheit sind daher vernachlässigbar – mit oder ohne Realisierung des Projekts. Dies gilt nicht nur für die Auswirkungen bei Normalbetrieb, sondern auch für die Auswirkungen bei eventuellen Unfällen.