

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De [catalogus](#) van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde [tijdschriften](#) uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling [video's](#).

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material. Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The [catalogue](#) of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized [magazines](#) from the Dutch anti-nuclear power movement and a [video-section](#).

Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294



Milieueffectrapport

**Wijziging van de Kernenergiewet
Ministerie van Economische Zaken & Klimaat**

14 juni 2024 - Public



Contact

ARCADIS NEDERLAND B.V.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

NUCLEAR RESEARCH AND CONSULTANCY GROUP

Nuclear Research and
Consultancy Group

Utrechtseweg 310
Gebouw B50 W
6812 AR Arnhem
Nederland

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN KLIMAAT

Ministerie van
Economische Zaken en
Klimaat

Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC 's-Gravenhage
Nederland



Inhoudsopgave

1	Inleiding	11
1.1	Aanleiding	11
1.2	Scope van onderhavig MER Fase 1	11
1.2.1	Voornemen wijzigen Kernenergiewet	11
1.2.2	Bestaande rechten KCB	11
1.2.3	Wijziging Kernenergiewet in relatie tot discussie energiemix	12
1.3	Mer-plicht, procedure en participatie	13
1.3.1	Mer-plicht	13
1.3.2	De mer-procedure in relatie tot hoger recht	13
1.3.2.1	Espoo-verdrag	13
1.3.2.2	Mededeling Europese Commissie	14
1.3.2.3	Verdrag van Aarhus	14
1.3.2.4	Het Doel-arrest	15
1.3.3	Een project-mer in twee fasen	15
1.3.4	Stappen van de mer-procedure	16
1.3.5	Kennisgeving voornemen en kennisgeving participatie	17
1.3.6	NRD- & MER-fase	18
1.4	Betrokken partijen	19
1.5	Leeswijzer	21
2	Energiemix, procedures en besluiten	22
2.1	Achtergrond besluitvorming	22
2.2	Energiemix	22
2.2.1	Klimaatdoelstelling Nederland	23
2.2.2	Toenemende vraag naar elektriciteit	23
2.2.3	Kernenergie in de energiemix	24
2.2.4	Netstabiliteit en leveringszekerheid	25
2.2.5	Afhankelijkheid buitenland	25
2.3	Producten en besluiten over kernenergie in de tijd	25
2.4	Wetgeving en belangrijkste beleidskaders	28



2.5	Referentiesituatie	30
2.5.1	Referentiesituatie KCB	30
2.5.2	Referentiesituatie omgeving	30
3	Achtergrond KCB en kernenergie	33
3.1	Algemene beschrijving KCB	33
3.1.1	Veiligheidsbarrières	35
3.1.2	Koeling	36
3.2	Splijststofketen	37
3.2.1	Uraniumvoorraad	37
3.2.2	Gesloten splijststofcyclus	38
3.3	CO ₂ -emissies over de keten	41
3.3.1	Levenscyclus	41
3.3.2	Kernenergie in vergelijking met andere energiebronnen	43
3.3.3	KCB in vergelijking met andere kerncentrales	44
4	Voorgenomen activiteit	45
4.1	Doelstelling	45
4.2	Wetsvoorstel	45
5	Verkenning	46
5.1	Methodologie	46
5.2	Relevante milieueffecten en beoordelingskader	46
5.3	Plan- en studiegebied	47
5.4	Ontwikkelingen	47
5.5	Deelaspecthoofdstukken	47
6	Natuur	48
6.1	Inleiding en leeswijzer	48
6.2	Ecologisch kader	48
6.2.1	Natura 2000	49
6.2.2	Kaderrichtlijn Water	51
6.2.3	Flora en Fauna	52
6.2.4	Natuurnetwerk Nederland	53
6.3	Criteria	55
6.3.1	Onttrekken en lozen van koelwater	55
6.3.1.1	Potentiële invloed op de biotiek	55
6.3.1.2	Onttrekken en lozen van koelwater door KCB	56



6.3.1.3	Raakvlakken met ecologisch kader	56
6.3.2	Verstoring en aantasting	57
6.3.2.1	Potentiële invloed op de biotiek	57
6.3.2.2	Verstoring door KCB	57
6.3.2.3	Raakvlakken met ecologisch kader	57
6.3.3	Vertroebeling en sedimentatie	58
6.3.3.1	Potentiële invloed op de biotiek	58
6.3.3.2	Vertroebeling en sedimentatie door KCB	58
6.3.3.3	Raakvlakken met ecologisch kader	59
6.3.4	Verontreiniging	59
6.3.4.1	Potentiële invloed op de biotiek	59
6.3.4.2	Verontreiniging door KCB	60
6.3.4.3	Raakvlakken met ecologisch kader	60
6.3.5	Radiologie	60
6.3.5.1	Potentiële invloed op de biotiek	60
6.3.5.2	Radiologische emissie en straling door KCB	61
6.3.5.3	Raakvlakken met ecologisch kader	61
6.3.6	Stikstofdepositie	61
6.3.6.1	Potentiële invloed op de biotiek	61
6.3.6.2	Stikstofdepositie door KCB	61
6.3.6.3	Raakvlakken met ecologisch kader	66
6.3.7	Raakvlakken criteria en ecologisch kader	66
6.4	Beschrijving huidige toestand ecologie	67
6.4.1	Methode	67
6.4.2	Samenvattend overzicht	68
6.4.3	Fytoplankton	69
6.4.3.1	T2021 rapport van het Schelde estuarium	69
6.4.3.2	KRW oordeel	70
6.4.3.3	Samenvatting huidige toestand	70
6.4.4	Zoöplankton	70
6.4.5	Vegetatie	71
6.4.5.1	T2021 rapport van het Schelde estuarium	71
6.4.5.2	KRW-oordeel	73
6.4.5.3	Samenvatting huidige toestand	73
6.4.6	Macrofauna	74
6.4.6.1	T2021 rapport van het Schelde estuarium	74
6.4.6.2	KRW oordeel	75
6.4.6.3	Samenvatting huidige toestand	76
6.4.7	Vis	76
6.4.7.1	T2021	76



6.4.7.2	KRW oordeel	76
6.4.7.3	Samenvatting huidige toestand	77
6.4.8	Vogels	77
6.4.8.1	Broedvogels	78
6.4.8.2	Niet-broedvogels	79
6.4.9	Zeezoogdieren	80
6.5	Extrapolatie toestand ecologie	81
6.6	Milieueffecten	83
6.7	Doorkijk MER Fase 2	86
7	Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering	87
7.1	Inleiding	87
7.1.1	Ioniserende straling en stralingsbronnen	87
7.1.2	Bronnen van ioniserende straling in de kerncentrale	87
7.1.3	Verschillende soorten ioniserende straling en hun eigenschappen	88
7.1.4	Potentiële blootstellingspaden	88
7.1.5	Maten van radioactiviteit en blootstelling aan straling	88
7.1.6	Gezondheidseffecten van ioniserende straling	89
7.1.7	Beschrijving van de staat van stralingsbescherming	90
7.2	Relevante beleidskaders	90
7.3	Criteria	91
7.3.1	Dosislimieten	91
7.3.2	Lozingslimieten	92
7.3.3	Randvoorwaarden radioactief afvalbeheer	93
7.4	Beschrijving huidige situatie	94
7.4.1	Straling op en rondom de kerncentrale	94
7.4.1.1	Beroepshalve blootgestelde medewerkers	94
7.4.1.2	Niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers	95
7.4.1.3	Bevolking buiten het terrein van de kerncentrale – directe straling	95
7.4.1.4	Opslag en eindberging radioactief afval en ontmanteling	98
7.4.2	Radiologische emissies naar lucht en water	99
7.4.2.1	Beschrijving blootstellingswegen en betekenis	99
7.4.2.2	Emissie data EPZ (Bq) vergeleken met lozingslimieten	100
7.4.2.3	Dosisconsequenties	101
7.4.2.4	Radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de kerncentrale	101
7.4.3	Grensoverschrijdende effecten	103
7.5	Extrapolatie milieusituatie	104
7.6	Doorkijk MER Fase 2	104



8	Nucleaire Veiligheid	105
8.1	Inleiding	105
8.2	Relevante beleidskaders	105
8.2.1	Veiligheidsdoel en veiligheidsfuncties	105
8.2.2	Het gelaagde veiligheidsconcept	106
8.2.3	Barrière-concept	107
8.2.4	Wettelijk kader en beleidskader	107
8.3	Criteria	108
8.3.1	Radiologische eisen bij veronderstelde ontwerpgevallen	108
8.3.2	Toelaatbaar risico als gevolg van veronderstelde buitenontwerpgevallen	109
8.4	Beschrijving huidige situatie	110
8.4.1	Calamiteiten en ongevalsscenario's	110
8.4.1.1	Beheersing van ontwerpgevallen	110
8.4.1.2	Beheersing van buitenontwerpgevallen	113
8.4.1.3	Grensoverschrijdende effecten	115
8.4.2	Verouderingsbeheer	116
8.4.2.1	Conceptuele veroudering	116
8.4.2.2	Technologische veroudering	118
8.4.2.3	Fysische veroudering	119
8.5	Extrapolatie milieusituatie	122
8.5.1	Calamiteiten en ongevalsscenario's	122
8.5.2	Klimaatverandering	122
8.5.3	Bouw van nieuwe kerncentrales	123
8.5.4	Energiehub Borssele	123
8.5.5	Verouderingsbeheer	123
8.6	Doorkijk MER Fase 2	124
9	Water	125
9.1	Inleiding	125
9.2	Relevante beleidskaders	125
9.3	Criteria	127
9.3.1	Waterkwaliteit	128
9.3.1.1	Niet-radioactieve chemische waterkwaliteit	128
9.3.1.2	Thermisch waterkwaliteit	128
9.3.2	Grondwater	129
9.3.3	Waterkwantiteit	130
9.4	Beschrijving huidige situatie	131



9.4.1	Watersysteem	131
9.4.2	Waterkwaliteit	135
9.4.3	Grondwater	138
9.4.4	Grensoverschrijdende effecten	140
9.5	Extrapolatie milieusituatie	140
9.5.1	Te verwachten ontwikkelingen	140
9.5.1.1	Klimaatverandering	140
9.5.1.2	Recreatief gebruik Westerschelde	143
9.5.1.3	Verder ontwikkeling van kernenergie langs de Westerschelde	143
9.6	Doorkijk MER Fase 2	144
9.6.1	Voornaamste milieuaandachtspunten	144
10	Veiligheid en gezondheid	145
10.1	Inleiding	145
10.2	Relevante beleidskaders	146
10.3	Criteria	147
10.4	Beschrijving huidige situatie	147
10.4.1	Gevaarlijke stoffen	147
10.4.2	Falen van conventionele systeem: Generatoren	149
10.4.3	Brand	149
10.4.4	Calamiteiten en calamiteitenbeheersing	149
10.4.5	Veiligheidsbeleving en gezondheid	149
10.4.6	Grensoverschrijdende effecten	150
10.5	Extrapolatie milieusituatie	150
10.5.1	Te verwachten ontwikkelingen en extrapolatie	150
10.5.2	Extrapolatie	150
10.6	Doorkijk MER Fase 2	150
11	Bodem	151
11.1	Inleiding	151
11.2	Relevante beleidskaders	151
11.3	Criteria	152
11.3.1	Bodembedreigende activiteiten	152
11.3.2	Verontreinigingssituatie	152
11.4	Beschrijving huidige situatie	152
11.4.1	Bodembedreigende activiteiten	154
11.4.2	Verontreinigingssituatie	155
11.4.3	Grensoverschrijdende effecten	157



11.5	Extrapolatie milieusituatie	157
11.5.1	Te verwachten ontwikkelingen	157
11.5.2	Extrapolatie	157
11.6	Doorkijk MER Fase 2	157
11.6.1	Voornaamste milieuaandachtspunten	157
12	Geluid	158
12.1	Inleiding	158
12.2	Relevante beleidskaders	158
12.3	Criteria	159
12.4	Beschrijving huidige situatie	159
12.4.1	Maatgevende geluidbronnen Kerncentrale Borssele	159
12.4.2	Geluidvoorschriften vigerende vergunning Kernenergiewet	160
12.4.3	Optredende geluidniveaus Kerncentrale Borssele	162
12.4.4	Grensoverschrijdende effecten	163
12.5	Extrapolatie milieusituatie	163
12.5.1	Te verwachten ontwikkelingen	163
12.5.2	Extrapolatie	164
12.6	Doorkijk MER Fase 2	164
12.6.1	Voornaamste milieuaandachtspunten	164
13	Milieuaandachtspunten	165
13.1	Algemeen	165
13.2	Natuur	166
13.3	Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering	166
13.4	Nucleaire veiligheid	166
13.5	Water	167
13.6	Veiligheid en gezondheid	167
13.7	Bodem	168
13.8	Geluid	168
14	Bibliografie	169
	Bijlage 1 Memorie van Toelichting	172
	Bijlage 2 Uitgangspunten Aerius-berekening KCB	173
	Bijlage 3 Aerius-berekening KCB	174



Bijlage 4 Bodemrapportage	175
Bijlage 5 Samenvatting Bodemdossier	176
Colofon	177



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het kabinet Rutte IV heeft in haar Coalitieakkoord in 2021 aangekondigd dat zij de kerncentrale Borssele na 2033 in bedrijf wil houden.¹ De eerste stap om dat mogelijk te maken is het aanpassen van de Kernenergiewet (Kew). In de huidige situatie mag de kerncentrale volgens artikel 15a van de Kernenergiewet namelijk na 31 december 2033 geen kernenergie meer vrijmaken. Ook mag een aanvraag voor een verleningsvergunning niet in behandeling worden genomen. Het voornemen is om artikel 15a van de Kernenergiewet aan te passen zodat een aanvraag voor een verlengingsvergunning wel in behandeling mag worden genomen.

Als de Kew is gewijzigd bestaat de tweede stap van het proces uit een vergunningaanvraag bij de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) door de exploitant van de kerncentrale. De exploitant van de kerncentrale zal daarbij moeten aantonen dat de centrale ook op langere termijn kan blijven voldoen aan alle eisen die hiervoor in Nederland gelden, inclusief de internationale standaarden.

Onderhavig Milieueffectrapport Fase 1 richt zich enkel op het wijzigen van de Kernenergiewet en brengt op hoofdlijnen de milieueffecten van de huidige bedrijfsvoering in beeld. Daarnaast bevat het MER (waar mogelijk) een extrapolatie van milieueffecten, en een agenda met milieuaandachtspunten relevant in de volgende fase van vergunningverlening (Fase 2). Mede op basis van dit geheel kan over een eventuele wetswijziging worden besloten. Samen met de resultaten van de nog uit te voeren technische studies, de milieueffecten van het langer openhouden van de centrale, en de benodigde vergunningen vormt dit de uitwerking van Fase 2. Of de kerncentrale daadwerkelijk langer openblijft, wordt niet besloten aan de hand van dit MER Fase 1

1.2 Scope van onderhavig MER Fase 1

Deze paragraaf behandelt de scope van MER Fase 1. Waar gaat MER Fase 1 over? Maar net zo belangrijk: waar gaat het MER niet over?

1.2.1 Voornemen wijzigen Kernenergiewet

Onderhavig MER Fase 1 hoort bij het voornemen de Kernenergiewet te wijzigen. Hierdoor wordt alleen de wettelijke barrière voor de ANVS weggenomen om een eventuele vergunningaanvraag van EPZ voor het voortzetten van de bedrijfsvoering met KCB in behandeling te nemen. Het gaat dus enkel om het mogelijk maken dat de exploitant van KCB een ontvankelijke vergunningaanvraag kan indienen. In dit stadium (MER Fase 1) is geen toestemming aan de orde voor een eventuele verdere bedrijfsduurverlenging². Andere besluiten voor de bedrijfsduurverlenging van KCB volgen dan later en worden onderbouwd in Fase 2.

1.2.2 Bestaande rechten KCB

In haar reactie op de cNRD werpt de Commissie voor de mer (hierna: de Commissie mer) de vraag op (in paragraaf 4.4) in hoeverre er nog bestaande rechten zijn na 2033 vanwege artikel 15a Kew. Volgens de Commissie mer is dit relevant voor de agenda met milieuaandachtspunten in dit MER. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) onderschrijft dat deze vraag (in hoeverre er nog bestaande rechten zijn na 2033) niet onbeantwoord kan blijven en hierover in de toekomst duidelijkheid moet bestaan. Een antwoord op deze vraag is in dit stadium van de mer-procedure (Fase 1) echter nog niet aan de orde.

Ten eerste is hiervoor noodzakelijk dat het daadwerkelijke besluit tot bedrijfsduurverlenging genomen is door de exploitant van KCB. Het besluit hierover maakt geen onderdeel uit van MER Fase 1 en is mede afhankelijk van de uitkomst van de lopende technische studies.

¹ Het [coalitieakkoord](#) noemt een bedrijfsduurverlenging van KCB tot na 2033.

² In dit MER wordt gesproken over bedrijfsduurverlenging in plaats van levensduurverlenging. Met beide begrippen wordt in dit MER Fase 1 echter hetzelfde bedoeld: het voortzetten van de bedrijfsvoering met de Kerncentrale Borssele voor wat betreft het vrijmaken van kernenergie na 2033.



Ten tweede is het antwoord op de vraag over bestaand recht niet noodzakelijk voor de doelstellingen van onderhavig MER Fase 1. Dit betreft namelijk het in kaart brengen van de milieueffecten van de huidige situatie, extrapolatie daarvan waar mogelijk na 2033, en het opstellen van de agenda met milieuaandachtspunten voor Fase 2. De milieueffecten worden feitelijk in kaart gebracht en zijn niet afhankelijk van eventuele bestaande rechten.

Ten derde is het op dit moment niet mogelijk deze vraag te beantwoorden omdat het antwoord (onder meer) afhankelijk is van de exacte manier waarop de exploitatie van de centrale beoogd is voor te zetten. Hierover bestaat nog geen duidelijkheid. Zodra dit inzicht er wel is wordt, als onderdeel van MER Fase 2, beoordeeld – op basis van de geïnventariseerde milieueffecten – welke vergunningen eventueel noodzakelijk zijn. Vervolgens wordt beoordeeld of bestaande rechten gelden en zo ja, welke bestaande rechten gelden en wat de gevolgen hiervan zijn voor het vergunningentraject.

1.2.3 Wijziging Kernenergiewet in relatie tot discussie energiemix

In artikel 15a van de Kew is bepaald dat met ingang van 31 december 2033 de verleende vergunning voor het inwerking houden van KCB, voor zover het betreft het vrijmaken van kernenergie, vervalt. In het tweede lid van artikel 15a van de Kew is geregeld dat een aanvraag om een vergunning, voor het vrijmaken van kernenergie in KCB na 31 december 2033, buiten behandeling wordt gelaten. Om de voortzetting van de bedrijfsvoering wat betreft het vrijmaken van kernenergie na 31 december 2033 mogelijk te maken, moet artikel 15a van de Kew worden aangepast. Deze wetswijziging is de eerste en noodzakelijke stap waarmee een belemmering wordt weggenomen om de mogelijkheid voor bedrijfsduurverlenging na 2033 open te houden.

Er zijn vier mogelijke consequenties van de wetswijziging:

- Er wordt geen vergunning aangevraagd omdat bijvoorbeeld uit technische onderzoeken blijkt dat langer openhouden van KCB niet rendabel is of niet veilig kan.
- Een vergunningsaanvraag wordt buiten behandeling gesteld. De vergunningsaanvraag voldoet bijvoorbeeld niet aan de wettelijke vereisten.
- Een vergunningsaanvraag wordt wel in behandeling genomen maar niet verleend. Er zijn onaanvaardbare en of onvergunbare gevolgen. Er is geen evenwichtige toedeling van functies aan gebieden.
- Een vergunningsaanvraag wordt in behandeling genomen en verleend.

Wanneer de wettelijke barrière wordt weggenomen, kan er een vergunning (het geheel aan alle benodigde vergunningen en procedures) aangevraagd en in behandeling genomen worden.

De Nederlandse klimaatdoelstelling voor 2050 is om klimaatneutraal te zijn en voor 2035 is de doelstelling opgenomen dat bij de productie van elektriciteit geen CO₂ meer vrij mag komen³. Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) uit december 2023 schetst een visie op de samenstelling van de energiemix in het jaar 2050. Kernenergie maakt in dat plan een wezenlijk onderdeel uit van de energiemix: de visie laat mogelijkheden voor een bedrijfsduurverlenging KCB en de bouw van twee nieuwe kerncentrales toe. Naast het NPE gaat het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) nader in op de benodigde energie-infrastructuur in de toekomst. In paragraaf 2.2 wordt een nadere toelichting gegeven op kernenergie in de energiemix.

De vraag 'waarom kernenergie in de energiemix' wordt niet verder binnen deze procedure beantwoord. Er zijn andere procedures die gaan over het Nederlandse energiesysteem in bredere zin. Daar worden meerdere (deel)vragen omtrent de rol van kernenergie (nut en noodzaak, onderdeel van de mix, de omgang met radioactief afval, de relatie met omliggende projecten, eventuele nieuw te bouwen kerncentrales) beantwoord. In paragraaf 2.3 zijn de aanpalende procedures nader toegelicht.

³ Klimaatnota 2022, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (november 2022).



1.3 Mer-plicht, procedure en participatie

1.3.1 Mer-plicht

De milieueffectrapportage-procedure (mer) is een hulpmiddel bij het nemen van besluiten. Het doel van de mer is om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over een plan of project. Een belangrijk onderdeel van de mer is het objectief beschrijven van de (relevante) milieueffecten van het plan of project in een milieueffectrapport (MER). Het mer instrument structureert beslisinformatie en heeft daarnaast een belangrijke rol in het creëren van transparantie en in de participatie. Een wetswijziging *an sich* leidt naar nationaal recht niet direct tot mer-plicht. Wel zijn er op Europees niveau juridische aanknopingspunten om een mer-procedure te doorlopen. Deze zijn in de volgende paragraaf nader toegelicht.

1.3.2 De mer-procedure in relatie tot hoger recht

Bij de voorbereiding van dit wetsvoorstel is gekozen voor het uitvoeren van een milieueffectrapportage. Deze keuze is gemaakt mede naar aanleiding van diverse onderdelen van het hoger recht die ook aanknopingspunten bieden om een mer-procedure te doorlopen. In deze paragraaf zijn de volgende relevante onderdelen van dit hogere recht nader beschouwd:

- Het Espoo-verdrag (*Verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband*).
- Mededeling van de Europese Commissie.
- Het Verdrag van Aarhus (*Verdrag betreffende toegang tot informatie, inspraak in besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden*).
- Het Doel-arrest.

1.3.2.1 Espoo-verdrag

Inhoud Espoo-Verdrag

Het Espoo-verdrag (*Verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband*) verplicht partijen om voor voorgenomen activiteiten met een mogelijk belangrijk nadelig grensoverschrijdend effect een milieu-effectrapportageprocedure vast te stellen, waarin voorzien is in publieksparticipatie⁴. Er kan sprake zijn van een nieuwe activiteit of een ingrijpende wijziging van een bestaande activiteit. De aanwezigheid hiervan, gecombineerd met mogelijk belangrijke nadelige grensoverschrijdende milieueffecten, maken dat op grond van artikel 2(3) Espoo-verdrag een MER moet worden opgesteld om die grensoverschrijdende effecten in kaart te brengen. Voor de toepasselijkheid van het verdrag op bedrijfsduurverlenging van kerncentrales is een specifieke handreiking opgesteld⁵. In deze handreiking wordt ingegaan op de vraag in welke situaties sprake kan zijn van bedrijfsduurverlenging. Eén van de situaties is wanneer een kerncentrale een vergunning voor onbepaalde tijd heeft, maar de bedrijfsduur van de kerncentrale wettelijk begrensd is⁶. Dit is van toepassing op de situatie van de kerncentrale Borssele. Ook hier is de vergunning verleend voor onbepaalde tijd, maar wordt de bedrijfsduur beperkt door artikel 15a van de Kernenergiewet. Dit betekent dat de wetswijziging een bedrijfsduurverlenging kan opleveren die valt onder de handreiking.

Espoo-Nalevingscomité

Het voornemen tot bedrijfsduurverlenging vertoont op onderdelen gelijkenis met de bedrijfsduurverlenging van kerncentrale Kozloduy in Bulgarije⁷. Hier ging het om de bedrijfsduurverlenging van twee van de zes reactoren. Aan de reactoren waren 280 maatregelen noodzakelijk, waarvan 15% een fysieke ingreep bedroegen. Bulgarije koppelde deze werkzaamheden echter aan de 10EVA en niet aan de bedrijfsduurverlenging (de LTO-vergunning). Bulgarije stelde dat die wijzigingen ook al toegestaan waren onder de geldende vergunning. Dat vond het Espoonavelyingscomité echter niet kloppen en concludeerde dat alle fysieke maatregelen, ook kleine, in aanmerking genomen moeten worden. Buurland Roemenië was op haar beurt van mening dat er toch een mer-procedure bij de bedrijfsduurverlenging van Kozloduy doorlopen had moeten worden. Immers - zo stelde Roemenië - een langere bedrijfsduur (met beperkte fysieke wijzigingen aan de kerncentrale) betekent nog steeds een langduriger potentieel grensoverschrijdend milieueffect. Het Espoonavelyingscomité stemde hier mee in en stelde dat Bulgarije inderdaad een mer-procedure had moeten doorlopen bij de bedrijfsduurverlenging van Kozloduy. De Vergadering van Partijen heeft deze bevindingen bekrachtigd.

⁴ wetten.nl - Regeling - Verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband - BWBV0002731 (overheid.nl)

⁵ 2106311 E WEB-Light.pdf (unece.org)

⁶ Espoo handreiking, paragraaf 33

⁷ ece mp.eia ic 2023 6 e.pdf (unece.org)



1.3.2.2 Mededeling Europese Commissie

Zoals aangegeven zijn de technische studies, waarmee moet worden aangetoond of bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale Borssele na 2033 veilig mogelijk is, bij de voorbereiding van deze wetswijziging nog niet afgerond. Daarmee is bij de voorbereiding van dit wetsvoorstel nog niet zeker of voor bedrijfsduurverlenging fysieke wijzigingen van de kerncentrale nodig zijn. Deze fysieke wijzigingen zijn mede van belang voor de vraag of een milieueffectbeoordeling moet worden uitgevoerd voor bedrijfsduurverlenging.

De Europese Commissie heeft hierover in een mededeling het volgende aangegeven: *“Bij verlenging van de levensduur en lange termijn exploitatie gaat het om specifieke gevallen. In theorie kunnen beide voorkomen zonder dat er sprake is van werkzaamheden, maar aangenomen mag worden dat zij in de EU-lidstaten wel gepaard gaan met werkzaamheden”*⁸. Ook wordt in de handreiking gesteld dat het ongebruikelijk is dat bedrijfsduurverlenging kan worden bewerkstelligd zonder fysieke wijzigingen. Daarnaast kan uit de handreiking worden afgeleid dat onder omstandigheden een grensoverschrijdende mer is vereist, ook bij afwezigheid van fysieke wijzigingen⁹. Deze passages versterken de aanname dat voor de bedrijfsduurverlenging een milieueffectrapportage zal moeten worden uitgevoerd.

De vraag is gerezen of voor de wetswijziging geen milieueffectrapportage voor plannen (plan-mer) als bedoeld in de smb-richtlijn (strategische milieu beoordeling)¹⁰ gemaakt had moeten worden. Uit het Nevele-arrest volgt immers dat de smb-richtlijn ook van toepassing kan zijn op plannen en programma's die bij besluiten bij een wet worden vastgesteld¹¹. Naar het oordeel van de regering is de smb-richtlijn echter niet van toepassing op wetten in formele zin, omdat deze niet vallen onder de definitie van het begrippenpaar “plannen en programma's” in artikel 2 onder a, van de smb-richtlijn.

1.3.2.3 Verdrag van Aarhus

Inhoud van het verdrag

Het Verdrag van Aarhus draait om de toegankelijkheid van relevante milieu-informatie van een plan of project.¹² Artikel 6 van het Verdrag geeft de handvatten waaraan voldaan moet worden. Het verdrag verplicht Europese lidstaten om inspraak en besluitvorming over milieu-informatie gelijkwaardig toegankelijk te maken voor alle inwoners. Voor bedrijfsduurverlenging van KCB en de wetswijziging die daarvoor nodig is, is artikel 8 van het verdrag ook van belang. Dit artikel luidt: *Inspraak tijdens de voorbereiding van uitvoerende regelingen en/of algemeen toepasselijke wettelijk bindende normatieve instrumenten*. De wetswijziging vormt een dergelijk wettelijk instrument, en middels Artikel 8 (en ook artikel 6) van het Verdrag vis dus inspraak op en toegang tot milieu-informatie een belangrijke pijler in het proces.

Implementatiecomité

Onder het Verdrag bestaat ook een zogeheten implementatiecomité, de ACCC. In zaak ACCC/2014/104 heeft het implementatiecomité van het verdrag een oordeel gegeven over de vergunning voor de verlenging van de ontwerpbedrijfsduur van de kerncentrale in 2013. Het ACCC concludeerde in dat verband dat onvoldoende gelegenheid was gegeven voor inspraak op de opname van artikel 15a in de Kernenergiewet in 2010. Het ACCC gaf de aanbeveling om in vroegtijdige en doeltreffende inspraak te voorzien bij besluiten omtrent heroverweging of aanpassing van de duur van nucleaire activiteiten die significante gevolgen kan hebben voor het milieu. Dit biedt een extra reden om in dit stadium al een mer-procedure met inspraak te organiseren.¹³

⁸ Mededeling van de Commissie over de toepassing van de richtlijn betreffende de milieueffectbeoordeling (Richtlijn 2011/92/EU van het Europees Parlement en de Raad, zoals gewijzigd bij Richtlijn 2014/52/EU) op wijzigingen en uitbreidingen van projecten — bijlage I, punt 24, en bijlage II, punt 13, a) — alsmede de belangrijkste begrippen en beginselen die daarmee verband houden.

⁹ Paragraaf 49 van de handreiking

¹⁰ Richtlijn 2001/42/EG van het Europees Parlement en de Raad van 27 juni 2001 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's (PB 2001, L 197, blz. 30)

¹¹ Europees Hof van Justitie EU 25 juni 2020, C-24/19.

¹² [wetten.nl - Regeling - Verdrag betreffende toegang tot informatie, inspraak in besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden - BWBV0001700 \(overheid.nl\)](https://wetten.nl - Regeling - Verdrag betreffende toegang tot informatie, inspraak in besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden - BWBV0001700 (overheid.nl))

¹³ [ACC/C/2014/104 Netherlands | UNECE](https://accC/C/2014/104 Netherlands | UNECE)

Participatie

Aan de vereisten van het verdrag wordt in deze eerste fase tegemoetgekomen door het concept-wetsvoorstel en het mer-rapport met de daarop betrekking hebbende stukken ter inzage te leggen en eenieder in de gelegenheid te stellen daarover zienswijzen te uiten. Deze zienswijzen zullen worden betrokken in het verdere wetgevingsproces. In de tweede fase van de vergunningverlening zal opnieuw gelegenheid worden geboden voor inspraak (zie ook paragraaf 1.3.5 hierna).

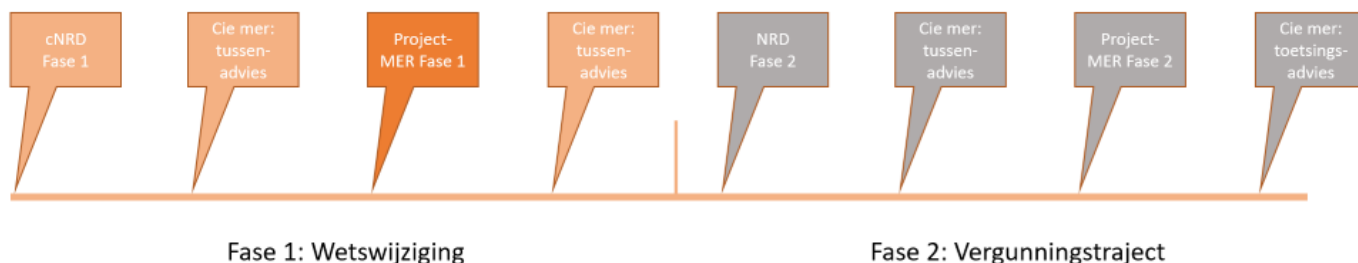
1.3.2.4 Het Doel-arrest

Het voornemen tot bedrijfsduurverlenging vertoont op onderdelen gelijkenis met de situatie voor de bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale in Doel (België)¹⁴. In deze procedure ging het om een verlenging met tien jaar van de elektriciteitsproductie van twee kerncentrales in Doel, waarvoor een wetswijziging nodig was. Naar het oordeel van het Europese Hof van Justitie maakten de door de Belgische wetgever vastgestelde maatregelen (de wetswijziging) en de onlosmakelijk daarmee verbonden moderniseringswerkzaamheden aan de kerncentrales samen deel uit van de vergunningprocedure voor één en hetzelfde 'project' in de zin van Richtlijn 2011/92/EU van het Europees Parlement en de Raad van 13 december 2011 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten (PbEU 2012, L 26) (de mer-richtlijn). Het Belgische Grondwettelijk Hof heeft vervolgens geoordeeld dat het aannemen van de wetswijziging voorafgegaan had moeten worden gegaan door een milieueffectbeoordeling en een raadpleging van het publiek over het principe van de verlenging en over de gevolgen van die verlenging inzake de moderniserings- en beveiligingswerkzaamheden.

Uit dit arrest van het Europese Hof van Justitie over deze bedrijfsduurverlenging (het 'Doel arrest') kan worden afgeleid dat de wetswijziging voor de bedrijfsduurverlenging van KCB aangemerkt kan worden als de eerste fase van een toestemming voor een project in de zin van de mer-richtlijn. De vergunning is de tweede fase. Kortom, gelet op dit arrest moeten vergunningaanvraag en wetswijziging tezamen als één (gefaseerde) vergunningprocedure voor het project (de bedrijfsduurverlenging) worden beschouwd.

1.3.3 Een project-mer in twee fasen

Gebaseerd op de paragraaf hiervoor, is deze mer-procedure voor de mogelijke bedrijfsduurverlenging en het op te stellen MER in twee fasen opgedeeld: de wetswijziging van Fase 1 en het vergunningstraject in Fase 2. Figuur 1-1 hieronder toont het verloop van de procedure. Omdat bij een project-mer-procedure de gang naar de Commissie voor de milieueffectrapportage (Cie mer) niet verplicht is, maar we het maatschappelijk belang van een kernenergieproject wel onderkennen, is in de figuur hieronder ook aangegeven dat we op meerdere momenten in de procedure de Cie mer om advies vragen. Onder Figuur 1-1 zijn de twee fasen van de mer-procedure verder toegelicht.



Figuur 1-1 Mer-procedure en (tussen)stappen voor de mogelijke bedrijfsduurverlenging

¹⁴ [CURIA - Documents \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/curia/doclist/curia.do?method=detailDoc&docid=862825)



Fase 1: Verkennend MER bij de wetswijziging

De eerste stap in de besluitvorming over bedrijfsduurverlenging is om de Kernenergiewet aan te passen. In lijn met het advies van Commissie mer zal in het MER Fase 1 voor de wetswijziging verkend worden wat de milieueffecten van de kerncentrale in de huidige situatie zijn. Daarnaast geeft het MER waar mogelijk een doorkijk naar toekomstige milieueffecten na 2033: op welke milieuaspecten kunnen mogelijk negatieve effecten optreden, en welke aandachtspunten zijn er voor de volgende fase? Het MER sluit af met een overzicht van te monitoren milieuaspecten en een overzicht met geagendeerde aandachtspunten voor de tweede fase (zie hieronder).

Fase 2: MER bij de vergunningaanvraag voor de bedrijfsduurverlenging

Dat de Kernenergiewet gewijzigd wordt, betekent niet automatisch dat de kerncentrale langer in bedrijf mag blijven. Uit technische studies die worden uitgevoerd moet blijken of het technisch mogelijk en haalbaar is om de kerncentrale ook na 2033 veilig in bedrijf te houden en welke wijzigingen aan en investeringen in de kerncentrale daarvoor nodig zijn. Daarna moet de exploitant van de kerncentrale een vergunningaanvraag indienen bij de ANVS. Hier hoort dan bij dat de milieueffecten worden onderzocht in het MER Fase 2 dat door de exploitant zal moeten worden uitgevoerd. Het milieuonderzoek zal concreter en gedetailleerder zijn dan het onderzoek in Fase 1 en meer toegespitst worden op de situatie wanneer de kerncentrale na 31 december 2033 langer in bedrijf blijft. Bij de beoordeling van de milieueffecten in deze fase kunnen namelijk ook de uitkomsten van de technische studies worden meegenomen- en indien die uit de studies blijken – de benodigde wijzigingen aan de kerncentrale.

De mer-procedure eindigt bij het opleveren van MER Fase 1 en 2.

1.3.4 Stappen van de mer-procedure

De formele mer-procedure ten behoeve van de wijziging van de kernenergiewet ziet er stapsgewijs als volgt uit:

1. Opstellen van een concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (cNRD) door de initiatiefnemer.
2. Openbare kennisgeving van het voornemen tot de wijziging van de kernenergiewet door het bevoegd gezag inclusief de terinzagelegging van de cNRD. De cNRD heeft van 31 mei 2023 en 11 juli 2023 ter inzage gelegen.
3. Vragen van zienswijzen, raadplegen van (wettelijke) adviseurs en betrokkenen.
4. Vragen van advies aan de Commissie mer over de cNRD door het bevoegd gezag. De Commissie mer heeft 12 oktober 2023 advies uitgebracht over de reikwijdte en detailniveau van het MER Fase 1.
5. Advies (reactienota) door het bevoegd gezag aan de initiatiefnemer over de reikwijdte en detailniveau van het MER Fase 1 op basis van onder andere zienswijzen en adviezen. Deze reactienota is bij brief van 25 maart 2024 aan de Kamer gestuurd.
6. Opstellen van het MER Fase 1 door de initiatiefnemer.
7. Aanbieden van het MER Fase 1 door de initiatiefnemer aan het bevoegd gezag.
8. Openbare kennisgeving van de ontwerp-wetswijziging gelijktijdig met het MER Fase 1.
9. Mogelijkheid tot het indienen van zienswijzen door eenieder op de ontwerp-wetswijziging en het MER Fase 1. Daarnaast wordt advies gevraagd van de wettelijke adviseurs en de Commissie mer met betrekking tot het MER Fase 1.
10. In de reactienota wordt ingegaan op de zienswijzen, en bevat een onderbouwing hoe met de inspraak is omgegaan.
11. Vaststellen van de wetswijziging met als onderlegger het MER Fase 1 en de daarop betrekking hebbende zienswijzen, adviezen en reactienota's. Tegen een wetswijziging kunnen geen rechtsmiddelen worden aangewend. Een wetswijziging is geen besluit in de zin van de Awb.
12. Monitoring en evaluatie van de milieueffecten, na uitvoering van het project.¹⁵

De procedurestappen worden in Figuur 1-2 schematisch weergegeven. De reeds doorlopen stappen zijn in paragraaf 1.3.5 en 1.3.6 nader toegelicht.

¹⁵ Het monitoren en evalueren van de milieueffecten van de bedrijfsduurverlenging zal pas na MER Fase 2 plaatsvinden.



mer-procedure

Kennisgeving en concept NRD ter inzage

Zienswijzen concept NRD
Advies (wettelijke) adviseurs
Advies Commissie mer

Reactienota

Opstellen MER Fase 1

Kennisgeving en MER Fase 1 ter inzage met
ontwerp wetswijziging

Zienswijzen

Tussentijds advies Commissie mer

Besluit met motivering resultaten mer

Monitoring

Figuur 1-2 Schematische weergave van de mer-procedure

1.3.5 Kennisgeving voornemen en kennisgeving participatie

Het ministerie van EZK en het ministerie van IenW vinden vroegtijdige participatie met belanghebbenden en belangstellenden bij de voorgenomen wetswijziging van groot belang. De gedachte hierachter en ervaring hiermee is dat intensieve samenwerking met de omgeving leidt tot betere projecten met meer acceptatie en draagvlak. Daarnaast neemt het begrip voor elkaars belangen en standpunten toe door samenwerking.

Participatieplan

Tussen januari en april 2023 is met het ministerie van EZK en het ministerie van IenW en in nauw overleg met betreffende gemeenten en provincie een plan¹⁶ opgesteld om de participatie en communicatie rond dit traject vorm te geven. Hierin wordt aandacht besteed aan zowel nationale, regionale en lokale dimensies van dit voornemen.

Een belangrijk uitgangspunt in voorgenoemd participatie- en communicatieplan is dat iedereen voldoende kennis en informatie kan krijgen om een mening te kunnen vormen en om deel te kunnen nemen aan het participatieproces. Het belangrijkste middel voor het op de hoogte houden van het publiek is de website: www.overkernenergie.nl. Rondom de te zetten procedurestappen en rondom grote (politieke) besluiten worden op internationaal, nationaal en regionaal niveau informatiebijeenkomsten georganiseerd. Via webinars en kennisclips wordt continu gewerkt aan kennisopbouw en – overdracht bij alle relevante stakeholders. Tot slot wordt op langere termijn een fysiek informatiecentrum ingericht waar informatie beschikbaar is voor inwoners en waar ook medewerkers aanwezig zijn op vragen te beantwoorden.

Formele participatie

¹⁶ [Participatie- en communicatieplan Kernenergie Deel 1](#) & [Participatie- en communicatieplan Kernenergie Deel 2](#)



Voor het nemen van besluiten gelden een aantal wettelijke procedures. Deze staan beschreven in de Omgevingswet, in de Kernenergiewet en in de Algemene Wet Bestuursrecht (Awb). In deze procedures is het mogelijk maken van inspraak verplicht. Dit betekent dat iedereen die dat wil op vaste momenten kan reageren.

Het doel van participatie rondom de NRD was het ophalen van informatie, gebiedskennis (specifieke kenmerken van de lokale regio), aandachtspunten, ideeën en kansen. Dat kan te maken hebben met de in beeld te brengen milieueffecten, het beoordelingskader of over het participatieproces zelf. Door deze participatie wordt onder andere gewaarborgd dat de belangen van omgevingspartijen, zowel nationaal als internationaal, worden meegenomen in de besluitvorming. In paragraaf 1.3.6 hierna zijn we dieper ingegaan op de uitkomsten van de participatie tijdens de NRD-fase.

De volgende stap in de formele participatie is op het moment dat dit MER Fase 1 als bijlage ter inzage gaat bij de ontwerp-wetswijziging. De ontwerp-wetswijziging en het MER worden zes weken ter inzage gelegd, conform de Awb. Eenieder, dus inwoners, organisaties en internationale belanghebbenden, kunnen dan reageren op de stukken. De binnengekomen zienswijzen worden vervolgens, net als bij de NRD-fase, voorzien van een antwoord en gebundeld in een reactienota.

1.3.6 NRD- & MER-fase

NRD-fase

Als eerste stap in de procedure om tot een Milieueffectrapport te komen, is een zogeheten (concept) Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. *N.B.: De NRD is destijds een concept NRD (cNRD) genoemd, maar de uitkomsten en reacties erop zijn direct in dit MER verwerkt, waardoor er geen definitieve NRD is.* In de NRD is de beoogde onderzoeksopzet voor het MER opgenomen. Deze NRD heeft formeel ter inzage gelegen tussen 31 mei 2023 en 11 juli 2023. In deze zes weken heeft eenieder – zowel in Nederland als in de relevante buurlanden om ons heen – een zienswijze in kunnen dienen op de onderzoeksopzet. Ook de onafhankelijke Commissie mer heeft op 12 oktober 2023 een advies op de NRD uitgebracht.

Reactienota op de cNRD

In totaal zijn er 170 reguliere zienswijzen binnengekomen. Hiervan zijn 23 zienswijzen afkomstig van organisaties zoals gemeenten en belangengroepen en 147 zienswijzen afkomstig van particulieren. Van de ingediende zienswijzen uit Nederland zijn de meeste zienswijzen (53 zienswijzen) uit Zeeland afkomstig. Vijftien zienswijzen zijn meerdere keren ondertekend. De zienswijzen zijn niet alleen uit Nederland afkomstig maar ook uit onze buurlanden.

- Uit Duitsland komen 82 zienswijzen.
- Uit België komen vier zienswijzen.
- Uit Luxemburg komt één zienswijze.
- Uit Oostenrijk komt één zienswijze.
- Uit Denemarken komt één zienswijze.

Het bevoegd gezag (het Ministerie van IenW) heeft een reactienota opgesteld.¹⁷ Hierin zijn alle zienswijzepunten die binnengekomen zijn beantwoord, alsook een reactie geformuleerd op het advies van de Commissie mer.

Omgang met het advies van de Commissie mer

De Commissie mer heeft op 12 oktober 2023 haar advies uitgebracht op de NRD.¹⁸ In het advies op de NRD is zij ingegaan op de beoogde onderzoeksopzet en heeft ze ook enkele adviezen gegeven over hoe tot een betere en navolgbaardere besluitvorming voor de wetswijziging te komen.

Het advies van de Commissie mer bestaat uit meerdere punten die integraal overgenomen zijn in het MER. Hieronder staan de meest relevante punten uit het advies opgenomen, met daarbij de wijze hoe deze zijn overgenomen in dit MER.

Toestemming eventuele vergunningaanvraag of meer?

¹⁷ [Reactienota zienswijzen concept-Notitie Reikwijdte en Detailniveau Kernenergiewetherziening tbv bedrijfsduurverlenging kerncentrale Borssele | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#)

¹⁸ [3723 rd advies reikwijdte en detailniveau.pdf \(commissiemer.nl\)](#)



Het is de Commissie mer niet duidelijk of de wetswijziging enkel bedoeld is om een belemmering voor een vergunningaanvraag weg te nemen, of dat met de wetswijziging een principiële goedkeuring voor bedrijfsduurverlenging wordt verleend. Duidelijk moet zijn dat de wetswijziging niet betekent dat de kerncentrale zondermeer langer open kan blijven. De wetswijziging neemt puur de belemmering voor een nieuwe vergunningsaanvraag weg en maakt daarmee vergunningverlening voor een langere bedrijfsduur dan 31 december 2033 mogelijk. Uiteraard zal onder andere aangetoond moeten worden, middels technisch onderzoeken maar ook verdiepende milieuonderzoeken, dat dit veilig en verantwoord kan.

Te maken regionale strategische keuzes door het Rijk.

De Commissie mer stipt aan dat strategische keuzes over de energietransitie in de regio van Borssele bij het Rijk liggen. Er spelen meerdere projecten onder de Rijkscoördinatieregeling (RCR) en het ontbreekt aan een overkoepelende visie, aldus de Commissie mer. Vervolgens stelt zij dat de strategische keuzes in het gebied niet op het bord van een private partij mag liggen op het moment dat zij een vergunningsaanvraag voor bedrijfsduurverlenging doet in de toekomst. In paragraaf 2.4 van onderhavig MER is beschreven welke RCR-projecten er rondom KCB spelen en hoe deze projecten in samenhang worden beschouwd. Daarnaast onderschrijft de rijksoverheid dat strategische keuzes in een gebied niet gemaakt kunnen en hoeven worden door een private partij.

Bredere besluitvorming

De Commissie mer vraagt om verduidelijking welke (andere) besluiten er nodig zijn om een bedrijfsduurverlenging mogelijk te maken. Ze vraagt daarbij ook aandacht aan de samenhang tussen wetswijziging enerzijds en de mer-procedure anderzijds.

In paragraaf 2.3 van onderhavig MER is een tijdlijn opgenomen met welke stappen er in het hele proces genomen dienen te worden. De tijdlijn gaat in op de totstandkoming van de NRD, het MER, de wetswijziging, de stappen om tot een vastgestelde wetswijziging te komen, de onderzoeken die uitgezet moeten worden voor de vergunningsaanvraag en wat op welk moment (globaal) bij ANVS wordt ingediend ter beoordeling. Ook schetst de tijdlijn een beeld van andere procedures waar kernenergie een rol in speelt (zoals het Nationaal Plan Energiesystemen, het Programma Energiehoofdstructuur, NOVEX, en mogelijke internationale processen).

Alternatieven en referentie: andere aanpak benodigd

De Commissie mer stelt dat het niet zinvol is om de alternatieven zoals opgenomen in de NRD te toetsen. In de NRD werd uitgegaan van drie alternatieven voor het inzichtelijk maken van milieueffecten: de kerncentrale 10 jaar langer in bedrijf, de kerncentrale 20 jaar langer in bedrijf, of de kerncentrale voor een onbepaalde tijd langer in bedrijf. In de woorden van de Commissie: *“Het is de vraag in hoeverre een vergelijking van (...) de alternatieven met de milieusituatie van een (fictieve en) onzekere invulling van het gebied in en rondom Borssele in de verdere toekomst (periode 2033-2053) onderscheidende én zinvolle beslisinformatie oplevert voor de wetswijziging. Het goed beschrijven van de referentiesituatie lijkt daarnaast ook een complexe opgave.”*

De Commissie mer stelt in plaats daarvan voor om een andere aanpak te hanteren. Zij ziet liever dat het MER ingaat op de huidige milieueffecten van KCB – deze zijn immers ook in beperkte mate versnipperd bekend. En juist de omgeving van Borssele heeft baat bij deze informatie, blijkt ook uit meerdere zienswijzen. Naast de huidige milieusituatie adviseert de Commissie mer om deze uitkomsten waar mogelijk globaal te extrapoleren na 2033 en verder. Zo wordt inzichtelijk of (milieu-)drempels in beeld komen waarbij cumulatieve effecten niet meer acceptabel zijn en waar mogelijk bij de vergunningsverlenging over enkele jaren meer aandacht aan besteed dient te worden. Dit alles leidt tot een agenda met milieuaandachtspunten waar dat de volgende fase – dus na de wetswijziging bij de vergunningsverlening – als leidraad bij de (milieu)onderzoeken kan gelden.

In dit MER is deze aanbevolen andere aanpak volledig overgenomen. Dit betekent dat het MER niet meer uitgaat van de eerder bedachte drie alternatieven, maar focust op de milieueffecten van de huidige situatie, een doorkijk naar hoe die milieueffecten ontwikkelen over tijd, en welke aandachtspunten dit oplevert voor een toekomstige indiening van een vergunningsaanvraag en voor vergunningverlening.

1.4 Betrokken partijen

Om de milieueffecten van de wetswijziging goed in beeld te krijgen, en gezien de (grensoverschrijdende) inspraakverplichtingen, heeft de regering besloten om bij de voorbereiding van deze wetswijziging een mer-procedure te doorlopen. In deze mer-procedure zijn de Minister EZK en de Staatssecretaris van IenW samen het bevoegd gezag voor de wetswijziging (gezamenlijk aanbieden van het wetsvoorstel aan het parlement). Vanwege een passende



functiescheiding treedt het Ministerie van EZK op als initiatiefnemer en neemt het Ministerie van IenW de bevoegd gezag-rol op zich in onderhavig mer. In Tabel 1-1 is een overzicht opgenomen van de initiatiefnemers en bevoegde gezagen van het MER en de moederprocedure per fase.

Tabel 1-1 Initiatiefnemer en bevoegd gezag MER Fase 1 en 2

Fase 1

	Initiatiefnemer	Bevoegd gezag
Wetswijziging	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW)	Regering en parlement
Project-MER	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Fase 2

	Initiatiefnemer	Bevoegd gezag
Vergunningen	Exploitant KCB	ANVS
Project-MER	Exploitant KCB	ANVS

Voor het wijzigen van artikel 15a Kew moet een wetgevingsprocedure worden doorlopen. De Minister van Klimaat en Energie bereidt samen met de Staatssecretaris IenW een wetsvoorstel voor. Het wetsvoorstel zal voor advies naar de Afdeling advisering van de Raad van State (de Afdeling) gestuurd worden. Het advies van de Afdeling kan aanleiding geven om het wetsvoorstel of de toelichting daarop nog aan te passen. Hierna wordt het wetsvoorstel ingediend bij de Tweede Kamer. De Tweede Kamer kan wijzigingen voorstellen (recht van amendement). Als de Tweede Kamer het wetsvoorstel (en eventuele wijzigingsvoorstellen) aanneemt, gaat het voorstel naar de Eerste Kamer. De Eerste Kamer kan het wetsvoorstel aannemen of verwerpen. Als het wetsvoorstel wordt aangenomen, volgt bekrachtiging en publicatie van het wetsvoorstel in het Staatsblad. Hierna treedt de wet in werking.

De centrale is in eigendom van de N.V. Elektriciteits Productiemaatschappij Zuid-Nederland. EPZ is een gezamenlijke onderneming van ZEH Energy B.V. en Energy Resources Holding BV.

De staatssecretaris van IenW heeft de Commissie mer gevraagd te adviseren over de inhoud van het op te stellen MER Fase 1. De Commissie mer is onafhankelijk, bij wet ingesteld en adviseert over de inhoud en de kwaliteit van het MER. Zij stelt voor ieder project een werkgroep samen van onafhankelijke deskundigen. Het bevoegd gezag besluit over de wetswijziging (de Eerste en Tweede Kamer en de regering) en de vergunning (de ANVS).

In de gemeente Borsele spelen op dit moment zeven Rijkscoördinatie-procedures voor grote energieprojecten. Echter heeft de gemeente Borsele evenals de Provincie Zeeland en Waterschap Scheldestromen geen directe rol in onderhavig MER. Deze partijen kunnen wel zienswijzen indienen.



1.5 Leeswijzer

Voorliggend MER voor de wijziging van de Kernenergiewet bestaat uit een algemeen deel met achtergrondinformatie over de aanleiding van dit MER en een deel met meer specialistische informatie over natuur, water, radiologische effecten, bodem, veiligheid en geluid.

In hoofdstuk 1 wordt de scope van onderhavige MER toegelicht, inclusief de mer-plicht, procedure en participatie.

Hoofdstuk 2 geeft inzicht in de besluitvorming van KCB en kernenergie in de tijd. Daarnaast bevat hoofdstuk 2 een beschrijving van kernenergie in de mix en een planning met informatie over wat in welke volgende en in welk besluit wordt besloten over de elektriciteitsproductie.

In hoofdstuk 3 bevat een algemene beschrijving van KCB, de splijtstofketen en de CO₂-emissies tijdens de levenscyclus van kernenergie.

In hoofdstuk 4 is het wetsvoorstel van de voorgenomen activiteit beschreven.

Hoofdstuk 5 vormt de introductie op overige hoofdstukken in dit MER, waarin de gehanteerde methodologie en de opbouw van onderhavig MER als verkenning nader worden toegelicht.

In hoofdstukken 6 tot en met 12 volgt een verkenning van de milieueffecten per milieuaspect (natuur, stralingsbescherming, nucleaire veiligheid, water, veiligheid & gezondheid, bodem en geluid) met daarin onder meer een compleet en toegankelijk overzicht van de huidige milieueffecten van KCB. Daarna volgt – waar mogelijk – een extrapolatie van de milieueffecten voor de periode na 2033. De milieuhoofdstukken sluiten af met een agenda met milieuaandachtspunten voor een MER Fase 2. Ook de grensoverschrijdende milieueffecten zijn ondergebracht in de relevante themahoofdstukken.

Het MER sluit af met een samenvattend hoofdstuk. Het hoofdstuk geeft een overzicht van de milieueffecten van de huidige situatie en de extrapolatie en vat de te monitoren milieuaandachtspunten van MER Fase 2 samen. Ook mogelijke leemten in kennis op dit moment zijn hier extra onder de aandacht gebracht.



2 Energiemix, procedures en besluiten

Hoofdstuk 2 geeft inzicht in de besluitvorming van KCB en kernenergie in de tijd. Paragraaf 2.1 beschrijft de besluitvorming specifiek voor kerncentrale Borssele en geeft een overzicht van de bedrijfsduur en de bijbehorende vergunningen. Paragraaf 2.2 bevat een beschrijving van de voordelen van kernenergie in de Nederlandse energiemix. In paragraaf 2.3 zijn de producten en besluiten over kernenergie in de tijd uiteengezet en paragraaf 2.4 geeft een toelichting op wetgeving en belangrijke beleidskaders. Ook wordt in deze paragraaf een overzicht gegeven van de Rijkscoördinatie projecten in gemeente Borsele.

2.1 Achtergrond besluitvorming

Op 3 juli 1973 leverde KCB de eerste stroom aan het net, commerciële exploitatie is gestart in oktober 1973. Dit betekent dat de kerncentrale op het moment ruim vijftig jaar in bedrijf is.

Na de kernramp in Tsjernobyl (op 26 april 1986) lichtte een team van het Internationaal Atoomenergie Agentschap (IAEA) de centrale kritisch door en beschrijft een lijst met gebreken. Kort na het ongeluk in Tsjernobyl wordt het Elektriciteitsplan 1987-1996 vastgesteld door de Samenwerkende Elektriciteits-Productiebedrijven (SEP). Daarin werd uitgegaan van een sluiting van KCB per eind 2003. In 1991 krijgt de exploitant van de centrale toestemming van de SEP om te investeren in een aantal wijzigingen. Om de investeringen in de modernisering terug te kunnen verdienen, moet de centrale volgens berekeningen langer openblijven, tot 2007. In 1994 besluit de Tweede Kamer toch om de kerncentrale op 31 december 2003 te sluiten. In 2000 beslist de Raad van State dat de sluiting verkeerd is aangepakt en dat de kerncentrale open mag blijven. Het kabinet Balkenende-1 bepaalt dat Borssele langer open mag blijven. De rechtbank oordeelt later dat de Staat nooit geldige afspraken heeft gemaakt over de sluiting in 2004.

Begin 2004 kondigde de toenmalig staatsecretaris van Milieu aan dat hij een plan voorbereidde om de vergunning van Borssele te wijzigen. Hij noemde, zoals ook in het regeerakkoord (kabinet Balkenende-2, 2003) stond, eind 2013 als einddatum. In februari 2005 stelde de staatssecretaris dat de kerncentrale langer dan tot en met 2013 in bedrijf zou mogen blijven. In 2006 werd het 'Borssele Convenant' afgesloten. De regering stemde in met een bedrijfsduur van de kerncentrale Borssele tot eind 2033, mits de kerncentrale zou behoren tot de 25% meest veilige kerncentrales van een vergelijkbaar type in Europa, de VS en Canada. Om deze einddatum te borgen is toen in artikel 15a van de Kernenergiewet opgenomen dat met ingang van 31 december 2033 de vergunning voor het in werking houden van KCB vervalt, voor zover het betreft het vrijmaken van kernenergie.

In artikel 15a van de wet staat verder dat een vergunningaanvraag voor het vrijmaken van kernenergie in de centrale na 2033 niet in behandeling wordt genomen. Voor een bedrijfsduurverlenging na 31 december 2033 zal de Kernenergiewet aangepast moeten worden. Op 23 juni 2022 liet de Minister van Klimaat en Energie weten: "De kerncentrale van Borssele blijft langer open. Het kabinet ziet nog meer mogelijkheden voor kernenergie in aanvulling op zon, wind en geothermie". Op dit moment worden technische studies uitgevoerd. Met deze studies wordt onderzocht of bedrijfsduurverlenging na 2033 veilig mogelijk is en welke investeringen daarvoor nodig zijn. De eerste barrière die voor bedrijfsduurverlenging weggenomen dient te worden is het wijzigen van de Kernenergiewet.

2.2 Energiemix

In een kamerbrief van 9 december 2022 heeft de minister voor Klimaat & Energie een nadere uitwerking van de afspraken uit het Coalitieakkoord Rutte IV op het gebied van kernenergie gegeven. *"Op weg naar een klimaatneutraal Nederland uiterlijk in 2050 heeft het kabinet de ambitie om de elektriciteitsproductie in ons land uiterlijk in 2040 CO₂-neutraal te maken. Kernenergie kan een belangrijke bijdrage leveren aan die doelstelling."*

Een deel van de argumenten waarom kernenergie een bijdrage kan leveren aan een robuuste energiehuishouding in Nederland staat in de paragrafen hieronder uiteengezet. De vraag 'waarom kernenergie in de energiemix' wordt niet verder binnen deze procedure beantwoord. Er zijn andere procedures die gaan over het Nederlandse energiesysteem in bredere zin. Daar worden meerdere (deel)vragen omtrent de rol van kernenergie (onderdeel van de mix, de omgang met radioactief afval, de relatie met omliggende projecten, eventuele nieuw te bouwen kerncentrales) beantwoord. De vraag of op basis van milieuoverwegingen kernenergie onderdeel van de energiemix zou moeten zijn volgt in een nader vorm te geven procedure die het ministerie van EZK naar verwachting in de loop van 2024 verder zal uitwerken.



2.2.1 Klimaatdoelstelling Nederland

De Nederlandse klimaatdoelstelling voor 2050 is om klimaatneutraal te zijn, voor 2035 is de doelstelling opgenomen dat bij de productie van elektriciteit geen CO₂ meer vrij mag komen. Deze doelstellingen zijn ook verwoord in het coalitieakkoord van kabinet-Rutte IV. Zo is in het coalitieakkoord de afspraak gemaakt dat om uiterlijk in 2050 klimaatneutraal te zijn, het doel is om in 2030 55% CO₂-reductie te bereiken.

Om deze doelstellingen te halen zet de Nederlandse overheid in op een klimaat-neutrale energiemix. De energiemix is de combinatie van verschillende energiebronnen (zoals aardgas, zonne-energie, windenergie, kernenergie) en energiedragers (zoals waterstof). Energie blijft in toenemende mate nodig, maar er wordt overgestapt naar energiebronnen die geen broeikasgassen uitstoten. Om het gebruik van aardgas voor de productie van warmte te verminderen wordt ingezet op elektrificatie (bijvoorbeeld bij huishoudens en in de industrie). Hiermee dringt de overheid het gebruik van fossiele brandstoffen terug en borgt de overheid tegelijkertijd de leveringszekerheid en betaalbaarheid van energie. Omdat er steeds meer vraag is naar elektriciteit door deze elektrificatie, zijn alle duurzame energiebronnen nodig om zowel te voldoen aan de vraag als om de CO₂-doelstellingen te halen. Hiernaast wordt ook ingezet op energiebesparing van bedrijven en huishoudens om de toenemende druk op het elektriciteitsnet op de lange termijn te verlichten en om het eenvoudiger te maken om de energievraag duurzaam in te vullen.

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), vastgesteld in december 2023, gaat nader in op de samenstelling van de energiemix. Het NPE geeft een visie op het energiesysteem voor Nederland dat past bij een klimaat-neutrale samenleving in 2050. Om deze doelstelling te behalen, is het noodzakelijk dat de energiebronnen zon, wind en kernenergie maximaal worden opgeschaald. Opschaling betekent voor kernenergie concreet dat wordt ingezet op de bouw van twee nieuwe kerncentrales en dat de bedrijfsduur van de kerncentrale Borssele zal worden verlengd, mits kan worden aangetoond dat dit *veilig* kan. Daarnaast gaat het aanpalende Programma Energiehoofdstructuur (PEH) nader in op de benodigde infrastructuur voor het energiesysteem van de toekomst. In beide programma's is aandacht besteed aan de verantwoorde omgang met veiligheid en gezondheid in de energietransitie als een randvoorwaarde. Ook hebben deze programma's maatschappelijke organisaties en burgers betrokken voor draagvlak en acceptatie van gemaakte keuzes.

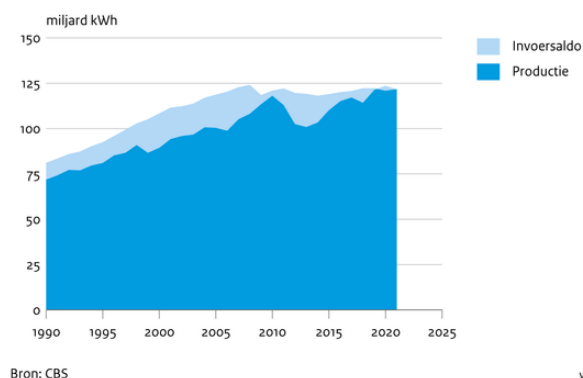
De vraag of op basis van milieuoverweging kernenergie onderdeel van de energiemix zou moeten zijn, wordt niet in deze beide programma's beantwoord. Het antwoord hierop volgt in een nader vorm te geven procedure die het ministerie van EZK naar verwachting in de loop van 2024 verder zal uitwerken.

2.2.2 Toenemende vraag naar elektriciteit

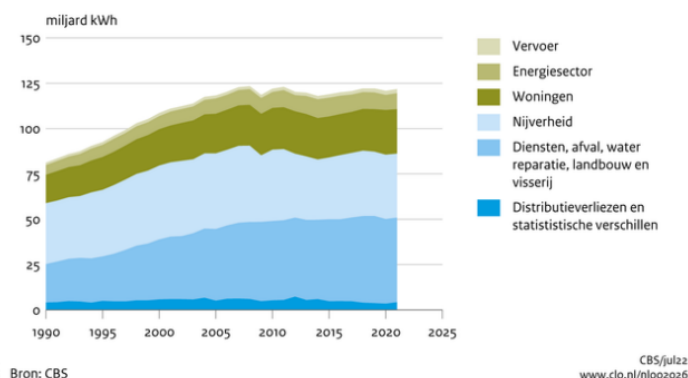
Op basis van voorspellingen van de Nederlandse overheid en de resultaten van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) staat Nederland voor een grote uitdaging: de vraag naar CO₂-neutrale elektriciteit zal in de nabije toekomst in grote mate toenemen. Om de verdere verduurzaming van het elektriciteitsgebruik door te zetten is het belangrijk dat er voldoende aanbod is om tegemoet te komen aan een stijgende vraag naar CO₂-neutrale elektriciteit.

Op dit moment wekt Nederland elektriciteit op met behulp van de volgende bronnen: wind, zon, gas, kolen, biomassa, waterkracht en kernenergie. In 2021 bedroeg het totale aanbod van elektriciteit 122 miljard kWh, 1 miljard kWh hoger dan in 2020. De binnenlandse elektriciteitsproductie nam met 2 miljard kWh af, terwijl de invoer met 3 miljard kWh toenam. De reden van deze afname is dat de elektriciteitsproductie uit fossiele bronnen meer daalde dan de elektriciteitsproductie uit duurzame bronnen toenam. De daling van de elektriciteitsproductie uit fossiele bronnen is met name veroorzaakt door de hoge gasprijzen (daling van 22% naar 55,3 miljard kWh). Bijkomend effect van de hoge gasprijzen was dat fors meer elektriciteit met kolen werd opgewekt (stijging van 72% naar 16,5 miljard kWh). Door onder andere de hoge gasprijzen was er ook een stijging van de elektriciteitsproductie uit duurzame bronnen (stijging van 18% tot 43,3 kWh). De afname van binnenlandse elektriciteit uit fossiele bronnen en toename van elektriciteit invoer, toont het belang aan van een stabiele en voldoende grote elektriciteitsproductie. Bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale draagt bij het aanbod van CO₂-neutrale elektriciteit na 2033.

Aanbod van elektriciteit



Verbruik van elektriciteit



Figuur 2-1 Aanbod (links) en verbruik (rechts) van elektriciteit. Bron: CBS

De toenemende vraag naar elektriciteit wordt onder meer beschouwd in de KEV. Dit is een jaarlijkse publicatie en schetst de ontwikkelingen van de broeikasgasemissies en het energiesysteem in Nederland in het verleden, het heden en de toekomst. Met de KEV worden de voorgenomen ontwikkelingen aan de belangrijke nationale en Europese klimaat- en energiedoelen getoetst.

In het KEV wordt gesteld dat de toenemende elektrificatie van het verbruik in de bedrijvigheid (zoals industriële bedrijven) en de mobiliteit tot een significante stijging leidt in de gevraagde elektriciteitsvoorziening. Hierbij valt ook te denken aan elektrificatie in het algemeen, zoals elektrolyse van water en hybride boilers. Deze ontwikkeling vraagt om voldoende leveringszekerheid van elektriciteit. Parallel hieraan is de verwachting dat in de komende jaren de hoeveelheid elektriciteit die binnen Nederland kan worden opgewekt zal afnemen. Zo is er concreet een verbod op het produceren van elektriciteit met behulp van kolen per 2030.

De elektriciteit die momenteel met kolencentrales geproduceerd wordt zal op een andere wijze ingevuld moeten worden. Dit gelet op de toenemende vraag naar elektriciteit. Om aan de klimaatdoelstelling te voldoen zal dat een CO₂-neutrale bron van elektriciteit moeten zijn. Kernenergie kan hier een substantiële bijdrage aan leveren.

2.2.3 Kernenergie in de energiemix

De uitkomsten van de Klimaat- en Energieverkenning 2022 laten zien dat we alle CO₂-neutrale energiebronnen nodig hebben om de Klimaatdoelstellingen te behalen. Kernenergie in de energiemix betekent concreet dat er wordt ingezet op de bouw van twee nieuwe kerncentrales en dat de bedrijfsduur van KCB zal worden verlengd, mits kan worden aangetoond dat dit veilig kan. Kerncentrale Borssele heeft een netto elektrisch vermogen van 485 megawatt (MW) elektriciteit en wekt jaarlijks ongeveer 3,8 miljard kWh elektriciteit op. In totaal is dit ongeveer 3% van de elektriciteit die Nederland jaarlijks verbruikt. Naast bronnen zoals wind op zee, zon-op-dak, aardwarmte, groen gas, aquathermie en waterstof, kan ook kernenergie een belangrijke bijdrage leveren aan de doelstelling in 2035 uitsluitend CO₂ neutraal elektriciteit te produceren.

Bij de opwekking van elektriciteit in een kerncentrale komt geen CO₂ vrij. Dit gebeurt wel bij de bouw en uiteindelijke ontmanteling van kerncentrales, de winning en het transport van uranium en het verwerken en opslaan van het kernafval. Een internationaal panel van klimaatwetenschappers heeft berekend dat de totale broeikasgas-uitstoot van kernenergie over de gehele levenscyclus ongeveer vergelijkbaar is met de uitstoot van windenergie en zelfs lager dan die bij zonne-energie (zie ook paragraaf 3.3). Het kleinere ruimtegebruik bij kernenergie in relatie tot windenergie en zonne-energie is evident.

Over het algemeen is kernenergie niet duurder dan hernieuwbare bronnen zoals wind en zon. Dit komt met name doordat kosten voor energie-infrastructuur, balanceren van het net, aansluitkosten bij wind en zon significante investeringen vragen die nu door de netbeheerders en consumenten wordt betaald. Als deze kosten worden meegenomen, zijn de kosten voor kernenergie vergelijkbaar met die van wind- en zonne-energie. Bedrijfsduurverlenging van een bestaande kerncentrale, waardoor er geen extra bouw- en ontmantelingsactiviteiten nodig zijn, is – afhankelijk van de te nemen maatregelen – één van de goedkoopste en snelste manieren om CO₂-vrije elektriciteit op te blijven wekken.



2.2.4 Netstabiliteit en leveringszekerheid

Nu de elektriciteitsvoorziening in Nederland zwaarder gaat leunen op hernieuwbare bronnen zoals wind en zon, kan een grote eenheid zoals een kerncentrale bijdragen aan de stabiliteit van het net. Alle elektriciteit die op een willekeurig moment wordt gebruikt, moet op vrijwel datzelfde moment ergens worden opgewekt. Gebeurt dat niet, dan kunnen er stroomstoringen optreden. Bij windmolens en zonnepanelen kunnen we echter niet uitgaan van een constante productie, want de zon schijnt niet 24 uur per dag en soms is het windstil. Met name in de winterperiode (door dagenlange bewolking en/of neerslag) kan dit tot een verminderd aanbod van elektriciteit leiden. Door deze fluctuaties kan je geen opwek- en leveringszekerheid van elektriciteit garanderen.

Grote eenheden zoals kerncentrales zijn ook belangrijk voor het leveren van voldoende kortsluitvermogen om de beveiligingen in het hoofdspanningsnet naar behoren te kunnen laten functioneren.

Kerncentrales zijn een bewezen technologie die 24 uur per dag elektriciteit kunnen leveren, ongeacht het seizoen, weer, dag of nacht en die daardoor een betrouwbare bron van elektriciteit zijn in perioden waarbij hernieuwbare energiebronnen als wind- en zonne-energie niet beschikbaar zijn. In verhouding tot andere energiebronnen hebben kerncentrales weinig ruimte nodig voor het vermogen wat ze kunnen produceren.

2.2.5 Afhankelijkheid buitenland

Nederland is afhankelijk van Rusland voor gas. Door het dichtdraaien van de Russische gaskraan vanwege de oorlog in Oekraïne dreigde in de winter van 2022/2023 een tekort aan energie. Door het gebrekkige aanbod van gas en Europese landen die tegen elkaar op boden bereikte de prijs van gas in de zomer van 2022 een ongekende piek.

Naast gas is Nederland ook afhankelijk van het buitenland voor de import van grondstoffen die nodig zijn voor bijvoorbeeld het maken zonnepanelen en/of windturbines. Ook voor kernenergie is Nederland afhankelijk van het buitenland voor uranium, een grondstof die in Nederland niet beschikbaar is.¹⁹

Nederland is en zal afhankelijk blijven van het buitenland voor haar energievoorziening. Maar door in te zetten op diversificatie van energiebronnen, zoals een combinatie van zon-, wind- en kernenergie, wordt Nederland minder afhankelijk van slechts één bron. Daarnaast wordt Nederland door het gebruik van kernenergie minder afhankelijk van import van elektriciteit uit het buitenland.

2.3 Producten en besluiten over kernenergie in de tijd

Kernenergie in Nederland is pas de afgelopen jaren weer als energie-opwekmethode relevant gevonden. Waar de voorgaande decennia nog werd ingezet op afname van kernenergie in de energiemix (zie ook het wetsartikel 15a in de Kernenergiewet waarin de sluiting van KCB na 31 december 2033 gepland staat), lijkt het nu opnieuw een veelbelovende oplossing te zijn om de energiemix rond te krijgen.

In navolging van het advies van de Commissie mer, gaan we in deze paragraaf in op welke besluiten er allemaal rondom kernenergie plaats gaan vinden of hebben plaatsgevonden. Bedrijfsduurverlenging is namelijk maar één klein onderdeel voor het behalen van de doelstellingen van de rijksoverheid. Het totaal aan (nieuwe) beleidsstukken waar kaders en doelen voor de Nederlandse energiemix worden gesteld, is ook groter dan enkel deze mer-procedure rondom bedrijfsduurverlenging. Zo liggen er enkele politieke besluiten, enkele bestuurlijke afspraken, maar ook concrete plannen om het aandeel kernenergie in de energiemix te vergroten. Tabel 2-1 geeft een overzicht van de context waar bedrijfsduurverlenging een onderdeel van uitmaakt.

¹⁹ Er is op dit moment geen tekort aan uranium. Daarnaast is er ook een diversiteit aan leveranciers. Er is geen land met een monopolie op de grondstof. Ook is het mogelijk om uranium geruime tijd op te slaan zonder grote risico's of verlies van kwaliteit. Daardoor kunnen voorraden voor langere termijn aangelegd worden.



Tabel 2-1 Producten over kernenergie in de tijd: verdeeld in producten op rijksniveau en bedrijfsduurverlenging-onderdelen

Producten op rijksniveau	Jaar	Toelichting	Afhankelijkheden
Coalitieakkoord Rutte IV	2021	In het Coalitieakkoord voor Rutte IV is de doelstelling opgenomen van openhouden KCB en de bouw van twee nieuwe kerncentrales.	Reeds afgerond. Er wordt nu bij Ministerie van EZK gewerkt aan het bewerkstelligen van deze twee doelen.
Kamerbrief kernenergie 9-12-2022	2022	De Kamerbrief van 9-12-2022 stelt andermaal de doelen van het kabinet vast: twee nieuwe kerncentrales en het openhouden van KCB. Het onderschrijft andermaal de noodzaak om KCB open te houden: de centrale staat er al, de levensduur is vermoedelijk nog niet verstreken, en het past goed in een groen energiesysteem.	Reeds afgerond. Er wordt nu bij Ministerie van EZK gewerkt aan het bewerkstelligen van deze twee doelen.
Nationaal plan Energiesysteem (NPE)	2023	Een visiedocument waarin scenario's voor het energiesysteem van Nederland in 2050 wordt vastgelegd. Kernenergie komt hierin conform de doelstelling uit het Coalitieakkoord Rutte IV en Kamerbrief 9 december 2022 terug.	Reeds afgerond en geldt nu als vigerend beleidskader bij energieprojecten in Nederland.
Programma Energie-hoofdstructuur (PEH)	2023	De programmatische uitwerking van het NPE: het laat ruimtelijk zien waar kansen/knelpunten in de energiehoofdstructuur optreden in diverse energiescenario's. Kernenergie is hierin onderdeel van één scenario.	Reeds afgerond.
TenneT Systeemstudie	2024	De TenneT systeemstudie gaat in op de inpasbaarheid van nieuwe energieopwekkers. Uit de studie blijkt dat in de regio Borssele de inpasbaarheid van nieuwe energieopwekkers na 2035 problematisch wordt.	KCB is al onderdeel van het energiesysteem in de regio Borssele. Dit zal niet veranderen. Het langer openhouden van Borssele legt wel een extra druk op het hoogspanningsnet omdat er circa 500 MW extra energie bijkomt na 2033.
Bredere milieuafweging ten aanzien van net en noodzaak kernenergie	2024	Het Ministerie van EZK gaat de bredere afweging van de nut en noodzaak van kernenergie in de energiemix en wat dit betekent voor het milieu nader onderbouwen.	De milieuonderbouwing bij <i>waarom kernenergie in de energiemix</i> is nog niet in beeld gebracht. Het Ministerie van EZK wil dit nu alsnog doen. Dit helpt de nut en noodzaak te staven bij de kernenergieprojecten als bedrijfsduurverlenging, nieuwbouw kerncentrales en het Nationaal Programma Radioactief Afval.
Ontwerp-wetsontwerp Kernenergiewet (Kew)	2024	Hierin wordt de aanpassing aan de Kernenergiewet opgenomen, inclusief uitkomsten van het MER Bedrijfsduurverlenging en de Memorie van Toelichting.	Gereedkomen van de ontwerp-wetswijziging ligt bij de ministeries IenW en EZK. Het MER en de Memorie zijn onderdeel van de wetswijziging. De Ministerraad (bij demissionair kabinet) besluit vervolgens of het ontwerp ter inzage gelegd kan worden.



Producten op rijksniveau	Jaar	Toelichting	Afhankelijkheden
Besluit wetswijzing Kew door de Kamers	2025	Uiteindelijk zullen de Kamers (Tweede en Eerste) besluiten of de wetswijziging doorgang zal vinden. Zodra de wetswijziging een feit is, kan de exploitant van de kerncentrale een (nieuwe) vergunning aanvragen om langer in bedrijf te zijn.	Er volgt na de terinzagelegging van de ontwerp-wetswijziging een werkingsronde van de reacties. Daarna volgt er een toetsing door de Raad van State. Pas daarna besluit de regering tot indiening van het wetsvoorstel en nemen de Kamers een besluit over de wetswijziging.
Voorkeursbeslissing nieuwbouw twee kerncentrales	2025	Parallel wordt gewerkt aan de tweede doelstelling uit het Coalitieakkoord Rutte IV: de realisatie van twee nieuwe kerncentrales. In 2025 wordt verwacht dat de minister een besluit kan nemen over de voorkeurslocatie, inclusief planMER.	De bouw van twee nieuwe kerncentrales volgt uit het Coalitieakkoord Rutte IV en heeft relaties met het NPE en PEH. Daarnaast geldt dat er in de procedure van Nieuwbouw wordt uitgegaan dat KCB in bedrijf blijft na 2033. Ook betekent twee nieuwe kerncentrales een toename het radioactief afval, dat een plek krijgt in het NPRA (hieronder). Daarnaast blijkt uit de TenneT Stroomstudie dat inpassing van twee nieuwe kerncentrales op het hoogspanningsnet nadere aandacht behoeft.
Nationaal Plan Radioactief Afval (NPRA)	2025	Het Ministerie van IenW werkt aan het NPRA dat in werking gaat in 2025. Elke tien jaar stelt zij een plan op hoe om te gaan met ons radioactief afval. In het NPRA wordt ingegaan op de wijze van omgang met het radioactief afval, dus het eind van de splijtstofketen.	Het NPRA heeft een directe relatie met Bedrijfsduurverlenging en Nieuwbouw: er wordt immers meer radioactief afval gegenereerd.

Producten ten behoeve van bedrijfsduurverlenging door de exploitant	Jaar	Toelichting	Afhankelijkheden
10EVA (Tienjaarlijkse veiligheidsevaluatie)	2023	Elke tien jaar dient de exploitant de veiligheid van de kerncentrale aan te tonen middels veiligheidsonderzoeken. De resultaten ervan worden ter beoordeling voorgelegd aan de ANVS.	Eigenstandige procedure om de veiligheid van de kerncentrale te waarborgen.
SALTO-missies (Safety Aspects of Long-Term Operation)	2022-2025	Het Internationaal Atoomagentschap (IAEA) voert missies uit ten behoeve van ouderdomsbeheer van de kerncentrale. Uitkomsten worden meegenomen in het vervolgtraject.	Eigenstandige procedure om de veiligheid van de kerncentrale te waarborgen.
Technische studies	2022-2025	De exploitant van KCB onderzoekt welke fysieke maatregelen noodzakelijk zijn aan de kerncentrale om deze na 31 december 2033 veilig in bedrijf te houden.	De uitvoering van de technische studies is afhankelijk van het besluit van de Kamers op de wetswijziging en de uitkomsten van de veiligheidsevaluaties.



Producten ten behoeve van bedrijfsduurverlenging door de exploitant	Jaar	Toelichting	Afhankelijkheden
Vergunningsaanvraag	2025-2029	Om langer in bedrijf te blijven, dient de exploitant een nieuwe vergunningsaanvraag in te dienen bij de ANVS. Los van een veiligheidsonderbouwing, wordt ook de milieubeoordeling (MER Fase 2) hierin meegenomen, inclusief alle relevante milieukundige onderzoeken zoals de potentiële impact op Natura 2000.	De vergunningsaanvraag is afhankelijk van de wetswijziging en de uitkomsten van de technische studies. Vervolgens dient in MER Fase 2 aangetoond te worden dat er geen belangrijk nadelige milieueffecten optreden, of dat deze in elk geval gemitigeerd worden.
Contracten	2025-2029	De exploitant stelt nieuwe contracten op ten gunste van de bedrijfsduurverlenging. Dit betekent o.a. contracten met leveranciers van brandstoffen, maar ook contracten met COVRA en de wijze van opslag van radioactief afval in de toekomst.	De contracten zijn afhankelijk van het zicht op vergunningverlening door de ANVS en op o.a. de mogelijkheden het radioactief afval goed op te slaan (NPRA).
Overig		Toelichting	Afhankelijkheden
Inzicht in de splijtstofketen en uraniumwinning (zie ook paragraaf 3.2 in dit MER voor nadere toelichting)		Uraniumwinning gebeurt in het buitenland. Kerncentrales kopen dit in vanuit fabrieken die uranium op kunnen werken tot splijtstoffen waar energie uit gewonnen kan worden. Eventuele milieueffecten bij de winning van uranium dienen gemonitord te worden in het land van winning.	Er zal meer uranium noodzakelijk zijn bij het langer in bedrijf houden van KCB, alsmede wanneer er twee nieuwe kerncentrales worden gerealiseerd.

Zoals te zien is in de tabel hierboven bestaat er een onderscheid tussen de vooral strategische keuzes waar de rijksoverheid verantwoordelijk voor is, en de meer *on site*-keuzes en afwegingen waar de exploitant van de kerncentrale voor aan de lat staat. Duidelijk moet zijn dat beide sporen wel met elkaar verweven zijn. De exploitant van de kerncentrale kan effectief pas een aanvraag doen voor een vergunning voor bedrijfsduurverlenging als er op overheidsniveau geen (wettelijke) beperkingen of barrières zijn naar aanleiding van gemaakte strategische keuzes, en de wetswijziging is doorgevoerd.

2.4 Wetgeving en belangrijkste beleidskaders

Deze milieueffectbeoordeling is het eerste onderdeel van de beslissing om de buitengebruikstelling van KCB uit te stellen. De uitgangspunten en randvoorwaarden voor de besluitvorming over KCB vloeien voort uit verdragen, internationale afspraken, wet- en regelgeving en beleid op het gebied van onder meer energie, ruimtelijke ordening, milieu, leefomgeving, natuur en veiligheid.

Kernenergiewet

De kernenergiewet (Kew) is een raamwet die betrekking heeft op activiteiten waarbij met ioniserende straling wordt gewerkt of waarbij deze straling vrijkomt. Het doel van de wet is volgens de Memorie van Toelichting:

- De bevordering van een goede ontwikkeling betreffende het vrijmaken en het gebruik van radioactieve stoffen en van ioniserende straling uitzendende apparatuur.
- Bescherming tegen de gevaren die zijn verbonden aan het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling.

De wet heeft onder mee betrekking op:

- Nucleaire veiligheid.
- De volksgezondheid.
- De bescherming op de arbeidsplaats tegen de gevaren van radioactieve stoffen en ioniserende straling.
- Bescherming tegen nadelige gevolgen voor het milieu.



De Kernenergiewet kent meerdere vergunningstelsels die alle relevant zijn voor KCB. Zij hebben betrekking op het wijzigen van een inrichting (artikel 15, onder b), het voorhanden hebben van splijtstoffen (artikel 15, onder a) en het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen (artikel 29, eerste lid). Een en ander wordt nader uitgewerkt in het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) en het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs).

Omgevingswet

De Omgevingswet is sinds 1 januari 2024 een nieuwe Nederlandse wet. De Omgevingswet brengt veel regels samen die te maken hebben met de leefomgeving van mensen. De Omgevingswet staat voor een goede balans tussen benutten en beschermen van de fysieke leefomgeving. De Waterwet, de Wet natuurbescherming, de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en de Wet milieubeheer zijn grotendeels opgegaan in de Omgevingswet. De Kew gaat niet op in de Omgevingswet. Voor zover de conventionele milieuaspecten van de KCB niet gereguleerd worden door de Kew, is de Omgevingswet sinds 1 januari 2024 het belangrijkste wettelijk kader.

Convenant Kerncentrale Borssele

In juni 2006 is door de minister van EZ, de staatssecretaris van VROM, EPZ en de aandeelhouders ERH (voorheen Essent) en Delta Energy (voormalig nutsbedrijf) een convenant getekend met betrekking tot KCB (Stcrt. 2006-136). Het convenant steunt op drie belangrijke pijlers:

- KCB blijft open tot 2034 met zeer hoge veiligheidsnormen. KCB zal, vrij geformuleerd, tot de 25 procent veiligste kerncentrales van de westerse wereld blijven behoren.
- De eigenaren ERH en Delta investeren gezamenlijk voor 250 miljoen euro in projecten op het terrein van duurzame energie.
- Uiterlijk 31 december 2033 wordt de kerncentrale buiten gebruik gesteld direct gevolgd door ontmanteling.

Het MER gaat niet over het convenant maar over de herziening van de Kew. Een (nieuw) convenant, indien aan de orde, volgt op een later moment.

Nationaal Plan Energiesysteem

Het NPE beschrijft hoe Nederland een energiesysteem ontwikkelt dat past bij een klimaat neutrale samenleving. In het NPE staat een langetermijnvisie op het energiesysteem in 2050, de route hiernaartoe en welke bijdrage(n) de Rijksoverheid en andere overheden (zoals gemeenten) moeten leveren. Elke vijf jaar wordt het NPE waar nodig aangepast en geactualiseerd om goed in te kunnen spelen op innovaties en maatschappelijke ontwikkelingen. Meer informatie over het NPE en hoe u hierover mee kunt denken is te vinden op [Energiesysteem 2050 \(rvo.nl\)](https://www.energiesysteem2050.nl).

Programma Energiehoofdstructuur

Het ontwerp-PEH is september 2023 gepubliceerd. De aanleiding voor de ontwikkeling van het PEH is de opgave van Nederland om een energietransitie te realiseren. Deze doelstelling vereist een goede energie-infrastructuur waarbij nieuwe, schone vormen van energie moeten worden ingepast. Het PEH ambieert om tijdig te zorgen voor voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een (inter)nationale context en waarbij een goede leefomgevingskwaliteit randvoorwaarde heeft. Het PEH hanteert als tijdschijf de periode 2030 tot 2050 en betreft het gehele Nederlandse grondoppervlak (m.u.v. de Noordzee).

Het PEH vervangt en actualiseert onder andere de SEV III, en biedt een perspectief voor het energiesysteem voor 2030-2050 én de wijze waarop dit systeem zich kan ontwikkelen.

Rijkscoördinatieregeling

In de omgeving rondom Borssele – en met name in het havengebied – wordt aan meerdere energieprojecten van de rijksoverheid gewerkt, zogeheten projecten onder de Rijkscoördinatie-regeling²⁰ (RCR-projecten). Het gaat hierbij om aanlandingen van wind-op-zee-projecten, een hoogspanningsstation en diverse infrastructurele projecten. Deze projecten leggen, gezamenlijk, druk op de regio.

²⁰ Projecten tot inwerkingtreding van de Omgevingswet worden uitgevoerd als Rijkscoördinatieregeling project. In de RCR worden de verschillende besluiten (vergunningen en ontheffingen en een inpassingsplan) die nodig zijn tegelijk en in onderling overleg met regionale overheden genomen. Na inwerkingtreding van de Omgevingswet worden dit Projectbesluiten.



Op het moment van schrijven van MER Fase 1 is het Ministerie van EZK ook bezig met het uitbreiden van haar omgevingsmanagers in de regio Borssele. Ook vinden er tussen de projectleiders van de RCR-projecten (projectprocedure onder de Omgevingswet) verkennende gesprekken plaats hoe alle huidige projecten en de toekomstige projecten in samenhang beschouwd kunnen worden. In paragraaf 2.5.2 worden de verschillende projecten in de regio nader toegelicht.

2.5 Referentiesituatie

2.5.1 Referentiesituatie KCB

De referentiesituatie is een toekomstig moment waarin autonome ontwikkelingen zijn meegenomen, maar zonder het voornemen. In dit geval is het voornemen om KCB langer in bedrijf te houden. Dat betekent simpelweg dat de referentiesituatie – dus bij géén doorvoering van het voornemen – bestaat uit een gesloten kerncentrale aangevuld met de juridisch-planologisch vastgestelde ontwikkelingen in de nabijheid van de kerncentrale. Het referentiejaar is dan ook 2034. Vanaf dat jaar (na 31 december 2033) mag de kerncentrale zonder wetswijziging geen energie meer vrijmaken.

Veiligheid en ontmanteling

Wanneer de kerncentrale dicht gaat, betekent het niet dat deze meteen geen milieueffecten of (externe) veiligheidsrisico's kent. Hoewel vlot na het sluiten de nog aanwezige splijtstoffen verwijderd en afgevoerd worden, is het reactorvat nog radioactief. Deze moet voor een periode van 2 à 3 jaar uitstralen en afkoelen. In deze periode is het noodzakelijk dat de noodvoorzieningen van kerncentrale nog werken. Na uitstralen en afkoelen begint de periode van ontmanteling: hiervoor dient voorafgaand aan sluiting een ontmantelingsplan en benodigde vergunningen aangevraagd te worden.

Emissies naar lucht

In de referentiesituatie heeft de kerncentrale in beperkte mate nog emissies naar de lucht. Zoals hierboven is gesteld, zijn de noodvoorzieningen van de kerncentrale in het begin nog van belang en worden deze nog regelmatig getest. Dit betekent dat de noodstroomgeneratoren nog een mate van uitstoot van stikstofdioxide hebben. Ook het vervoer van de medewerkers die nog aan het werk zijn in de dan gesloten kerncentrale, zorgen nog voor enige uitstoot. De ontmanteling van de kerncentrale brengt dan op termijn ook weer emissies teweeg door de machinerie die daarvoor noodzakelijk is. Op termijn, na ontmanteling, zullen er geen emissies naar de lucht meer zijn.

Geen koelwaterlozingen

Direct na sluiting van de kerncentrale is er geen koelwater meer nodig. Dit betekent dan ook dat de pluim warm water in de Westerschelde afneemt. Dit heeft een effect op de habitattypen die floreren in warmer water, maar voor het estuarium van de Westerschelde betekent dit dat de kerncentrale geen vorm van impact meer heeft op het waterlichaam en de aanwezige soorten.

Minder radioactief afval

Behoudens het verwijderen van het restant aan splijtstoffen uit de kerncentrale, zal KCB geen nieuw afval meer produceren. Dit heeft direct een impact op de hoeveelheid radioactief afval dat zowel geproduceerd wordt, gerecycled wordt, als dat wordt opgeslagen bij het naastgelegen COVRA.

Veranderende energiemix

KCB genereert ongeveer 485 MW op jaarbasis. Op dit moment is dat 3% van de energiemix. Zodra de kerncentrale geen energie meer opwekt, is het dus noodzakelijk dat 3% van de Nederlandse energiemix op een andere manier wordt opgewekt. De exacte milieueffecten daarvan kunnen sterk uiteenlopen afhankelijk van het type energiebron dat wordt toegepast om die 3% op te vullen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan horizonvervuiling door nieuwe windturbines, ruimtebeslag door zonnepanelen of externe veiligheidsrisico's bij waterstoftoepassingen.

2.5.2 Referentiesituatie omgeving

Naast KCB zelf, zijn er ook ontwikkelingen rondom de kerncentrale richting referentiejaar 2034. Deze projecten in de omgeving zijn afgebeeld in Figuur 2-2. De huidige stand van zaken (februari 2024) wordt onder de figuur verder toegelicht:



Figuur 2-2 Projecten in het Sloegebied. Bron: Reactienota zienswijzen NRD

Net op Zee: IJmuiden Ver Alpha

TenneT realiseert een ondergrondse hoogspanningsverbinding van het windenergiegebied IJmuiden Ver naar het landelijk hoogspanningsnet bij Borssele. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt 2 gigawatt (GW) aangesloten. De windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver worden direct aangesloten op een platform in het windenergiegebied. Het platform wordt met ondergrondse 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels aangesloten op een converterstation op land. In dit converterstation wordt de gelijkstroom omgezet in wisselstroom. Vervolgens gaat de elektriciteit via wisselstroomkabels van het converterstation naar het hoogspanningsstation Borssele.

Net op Zee: Nederwiek 1

TenneT realiseert een ondergrondse hoogspanningsverbinding van het windenergiegebied Net op zee Nederwiek 1 naar het landelijke hoogspanningsnet bij Borssele. Dit is één van de drie ondergrondse verbindingen waarmee het windenergiegebied Nederwiek aangesloten wordt op het landelijke hoogspanningsnet. Met het project Net op zee Nederwiek 1 wordt 2 gigawatt (GW) aangesloten. De windturbines in het windenergiegebied Nederwiek worden direct aangesloten op een platform in het windenergiegebied. Het platform wordt met ondergrondse 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels aangesloten op een nieuw converterstation in Borssele.

Waterstofnetwerk Zuidwest-Nederland

In het duurzame energiesysteem kan waterstof een grote rol spelen. Waterstof kan in de industrie onder andere worden ingezet als vervanger voor aardgas om de CO₂-uitstoot te verminderen. Om dit mogelijk te maken wordt een landelijk netwerk aangelegd om waterstof te transporteren. Het waterstofnetwerk in Zuidwest-Nederland maakt onderdeel uit van het landelijke waterstofnetwerk dat gerealiseerd wordt door Hynetwork Services (100% dochteronderneming van Gasunie). Het landelijke waterstofnetwerk verbindt 5 industrieclusters in Nederland met elkaar, met locaties voor waterstofopslag en met het buitenland. Het waterstofnetwerk Zuidwest-Nederland loopt vanaf de Belgische grens bij Sas van Gent naar Vlissingen in Zeeland en Moerdijk in Noord-Brabant.



Hoogspanningsstation omgeving Sloegebied

TenneT werkt aan de realisatie van nieuw 380kV-hoogspanningsstation in de omgeving Sloegebied. Het bestaande 380kV-hoogspanningsstation in Borssele heeft na de aansluiting van het project 'Net op zee IJmuiden Ver Alpha' geen mogelijkheid om nieuwe verbindingen aan te sluiten. Nieuwe aansluitcapaciteit is nodig voor toekomstige initiatieven zoals bijvoorbeeld waterstofproductie, maar ook het aansluiten van het project 'Net op zee Nederwiek 1'. Daarom is in/nabij het Sloegebied een nieuw 380 kV hoogspanningsstation noodzakelijk.

Nieuwbouw kerncentrales

Met oog op klimaatdoelstellingen en het streven naar een betaalbaar, betrouwbaar, veilig, duurzaam en rechtvaardig energiesysteem onderneemt het Rijk zelf het initiatief voor de bouw van twee nieuwe kerncentrales. In de Kamerbrief van 9 december 2022 is uiteengezet welke voorbereidingen het Rijk treft en is een aantal initiële keuzes beschreven op basis van eerste verkennende studies. Ook is in deze brief het waarborggebied Borssele aangewezen als voorkeurslocatie. Dit is gedaan om zoveel mogelijk voorbereidende onderzoeken parallel te kunnen uitvoeren.

De eerste stap is om een Voorkeursbeslissing voor te bereiden. Om tot een Voorkeursbeslissing te komen worden meerdere stappen door het Ministerie van EZK doorlopen: er worden meerdere haalbaarheidsonderzoeken uitgevoerd, er wordt een plan-mer doorlopen, er wordt een Integrale Effectenanalyse opgesteld. Het doel is dan dat de rijksoverheid in 2025 een Voorkeursbeslissing kan nemen en hiermee een plot aanwijst waar de twee nieuwe kerncentrales gerealiseerd kunnen worden. Het Rijk kan door middel van een projectbesluit toestemming krijgen voor het uitvoeren en het in werking hebben of in standhouden van een "project".

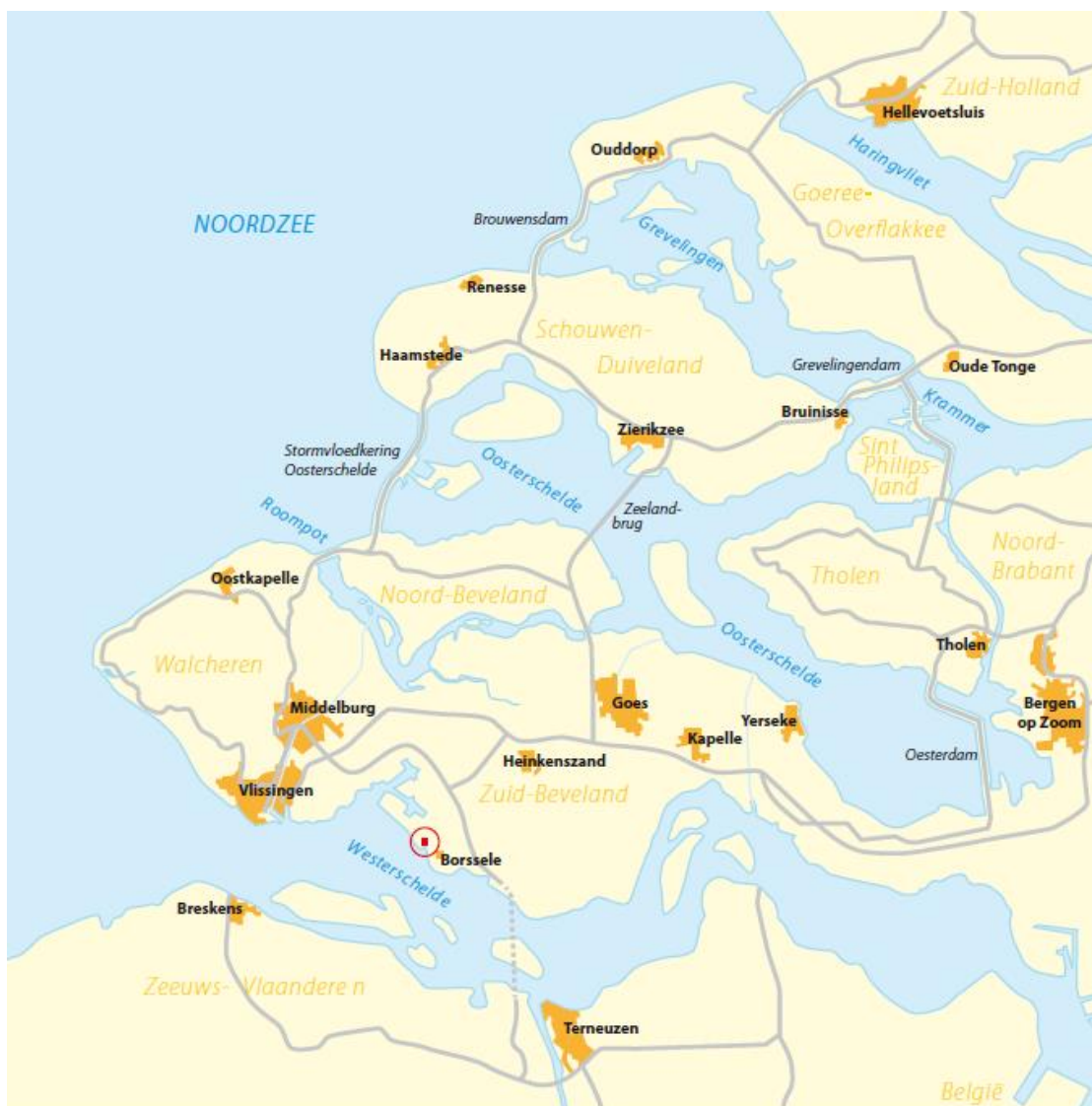
De eerste stap in deze procedure is de start van de mer-procedure. Op 23 februari 2024 tot en met 4 april 2024 is de zogeheten Kennisgeving Voornemen en Voorstel Participatie gepubliceerd en ter inzage gelegd. Hier kon iedereen een reactie op geven, met als doel zoveel mogelijk inwoners, organisaties en andere (internationale) stakeholders te mobiliseren iets te vinden van het voornemen.

3 Achtergrond KCB en kernenergie

Onder andere op verzoek van de Commissie mer bevat hoofdstuk 3 informatie over de algemene werking van KCB (paragraaf 3.1). Daarnaast wordt in paragraaf 3.2 de algemene splijtstofketens zoals die van toepassing is bij KCB beschreven. Tot slot bevat paragraaf 3.3 een levenscyclusanalyse van een kerncentrale en wordt de CO₂ uitstoot bij elektriciteitsopwekking met door middel van kernenergie vergeleken met de CO₂ uitstoot bij elektriciteitsopwekking met andere energiebronnen. Dit hoofdstuk gaat verder dan noodzakelijk is voor de wetswijziging maar is ter volledigheid wel beschreven.

3.1 Algemene beschrijving KCB

De kerncentrale Borssele bevindt zich circa 1,4 kilometer ten noordwesten van het dorp Borssele, in de provincie Zeeland, zie Figuur 3-1. De centrale is direct achter de zeedijk gesitueerd op het terrein van de N.V. Elektriciteits Productiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ). EPZ is een gezamenlijke onderneming van ZEH Energy B.V. en Energy Resources Holding BV, die op haar beurt onderdeel is van het Duitse energiebedrijf RWE. EPZ exploiteert de kerncentrale. De kerncentrale is sinds in 1973 operationeel.



Figuur 3-1 Ligging van kerncentrale Borssele. Bron: EPZ



KCB is een drukwaterreactor met een thermisch vermogen van circa 1366 MW en een netto elektrisch vermogen van 485 MW. De bestaande kerncentrale produceert zo'n 3,8 terrawattuur (TWh) elektriciteit per jaar. Dat is net iets meer dan 3% van de totale elektriciteitsopwekking van Nederland in 2021.²¹

Een zogenaamde drukwaterreactor is het meest gangbare type kernreactor dat nog steeds voor nieuw te bouwen kerncentrales wordt toegepast. Bij een dergelijke reactor wordt water onder hoge druk gebruikt voor het afvoeren van de warmte die bij kernsplijting geproduceerd wordt. Met deze warmte wordt uiteindelijk elektriciteit geproduceerd. Daarnaast wordt dit water gebruikt voor het afremmen van de neutronen. Dit laatste is nodig om het kernsplijtingsproces op gang te houden. De energieproductie in de reactor is het gevolg van splijting van zware atoomkernen, namelijk van uranium en plutonium. Deze stoffen bestaan elk uit een mengsel van isotopen.

De centrale bestaat uit een reactor met een reactorkoelsysteem (het primaire systeem), een conventioneel gedeelte (het secundaire systeem), dat voor de opwekking van de elektriciteit en de afvoer van de warmte zorgt en de benodigde nucleaire hulp- en neveninstallaties. Tabel 3-1 beschrijft enkele karakteristieken van KCB.

Tabel 3-1 Karakteristieke gegevens van KCB²²

Netto elektrisch vermogen	488 MW_e
Bruto thermisch vermogen van de reactor	1366 MW _{th}
Netto rendement	36%
Primair systeem	
Systeemdruk	155 bar
Gemiddelde temperatuur	305 °C
Secundair systeem	
Stoomdruk	57 bar
Stoomtemperatuur	270 °C

Figuur 3-2 geeft het principeschema van de centrale weer. Veilig afgeschermd door staal en beton bevindt zich in het hart van de kerncentrale de kern. In de kern (1) van de reactor, die ondergebracht is in het reactorvat (2), wordt een gecontroleerde kettingreactie in stand gehouden waarbij door splijting van uranium- of plutoniumkernen warmte wordt geproduceerd. Deze warmte wordt overgedragen aan het koelmiddel, dat uit water bestaat waaraan borium is toegevoegd. Dit koelmiddel wordt in een kringloop, de primaire kringloop genoemd, rondgepompt. Het koelmiddel staat daarbij onder een zodanige druk dat het bij het opnemen van de geproduceerde warmte niet gaat koken. Het koelmiddel staat de warmte weer af aan een tweede (secundaire) kringloop. Eventuele radioactiviteit blijft in de primaire kringloop en wordt niet doorgegeven naar de secundaire kringloop.

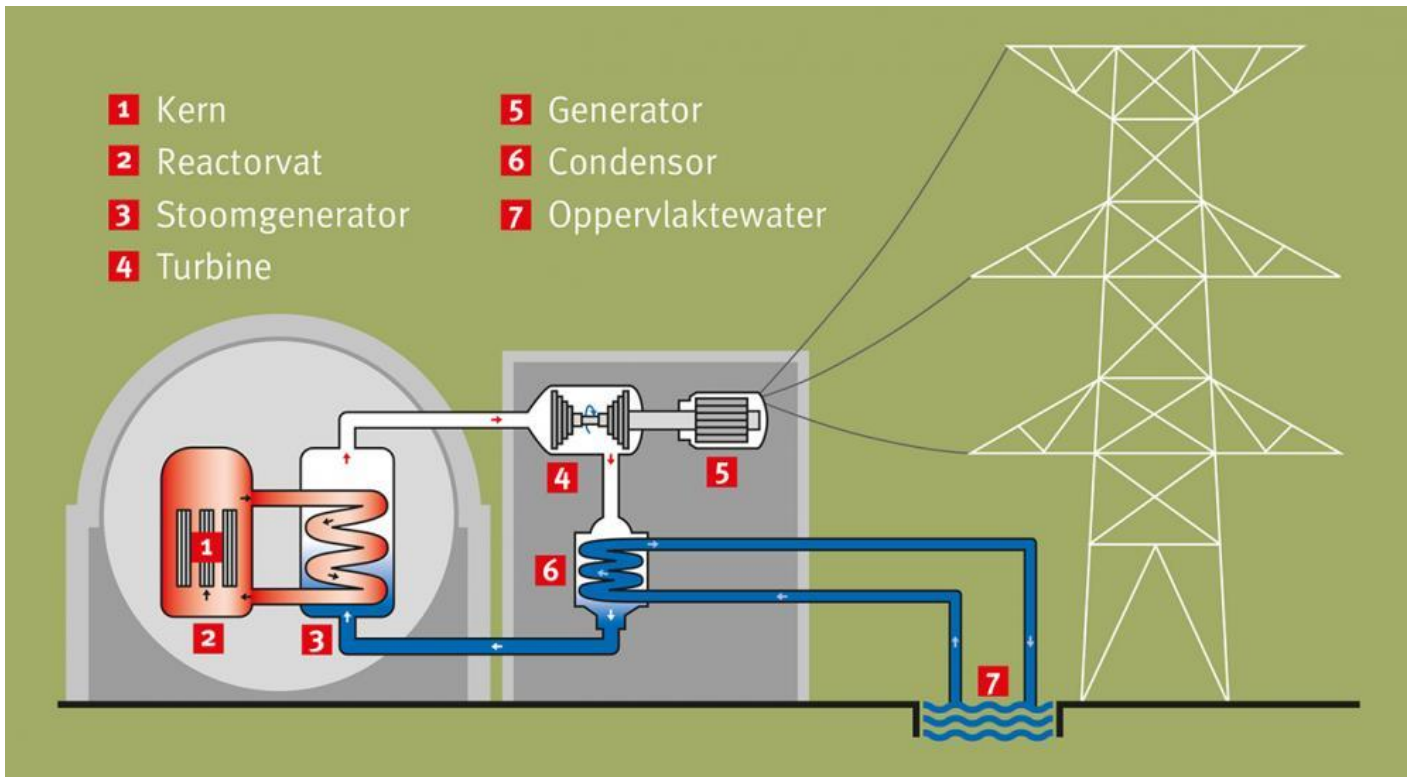
De warmte-overdracht vindt plaats in twee stoomgeneratoren (3), waar het water uit de secundaire kringloop in stoom wordt omgezet. Na afschakeling van de reactor, waarbij het splijtingsproces stopt, blijft de kern door de aanwezigheid van kortlevende radioactieve splijtingsproducten nog enige tijd warmte produceren. Deze warmte (vervalwarmte), die enkele procenten van het vermogen bij volle belasting bedraagt, dient dus na afschakeling van de reactor nog te worden afgevoerd.

De in de stoomgeneratoren geproduceerde stoom drijft een stoomturbine (4) aan, die op haar beurt een elektriciteitsgenerator (dynamo) (5) aandrijft, die de elektriciteit produceert. De uitlaatstoom van de turbine condenseert tot water in drie condensoren (6) die met water uit de Westerschelde (7) worden gekoeld. In de primaire kringloop is een drukhouder opgenomen, waarmee door sproeien of door elektrisch verwarmen de druk in deze kringloop wordt geregeld. De drukhouder is voorzien van veiligheidskleppen, die bij een te hoge druk in de primaire kringloop worden geopend.

²¹ [Meer elektriciteit uit hernieuwbare bronnen, minder uit fossiele bronnen \(cbs.nl\)](#)

²² Conform [Veiligheidsrapport Kernenergiecentrale Borssele | Publicatie | Autoriteit NVS](#), november 2015

Nadat de splijtstofelementen grotendeels zijn verbruikt, worden de elementen na afschakeling van de reactor uit de kern gehaald en in een splijtstofopslagbassin, dat voorzien is van een eigen koelsysteem, geplaatst. Nadat de gebruikte splijtstofelementen enkele jaren in het splijtstofopslagbassin onder water bewaard zijn, waarin een deel van de radioactiviteit is vervallen, is de warmteproductie zodanig afgenomen dat de elementen in een speciale transportcontainer veilig van de kerncentrale naar de opwerkingsfabriek overgebracht kunnen worden.



Figuur 3-2 Schematische weergave kerncentrale. Bron: EPZ

3.1.1 Veiligheidsbarrières

De kerncentrale Borssele heeft een vijftal veiligheidsbarrières die mens en milieu beschermen tegen straling en radioactieve stoffen. In het ontwerp is alles erop gericht om onder alle procesomstandigheden radioactiviteit binnen de veiligheidsbarrières te houden. De verschillende barrières zijn met getallen aangegeven in Figuur 3-3.

Barrière 1: Splijtstoftablet

Het splijtstoftablet, gesinterd als porselein, is de eerste barrière. Ongeveer 90 procent van de radioactiviteit komt van vaste stoffen die opgesloten blijven in het splijtstoftablet. Alleen gasvormige en vluchtige radioactieve stoffen (edelgassen, jodium, cesium) verlaten het splijtstoftablet.

Barrière 2: Splijtstofstaaf

De splijtstoftabletten zitten opgestapeld in een hermetisch gesloten buis van zirkonium: gas- en vloeistofdicht. De splijtstofstaaf houdt de gasvormige en vluchtige radioactieve stoffen binnen. Een bundel van 205 splijtstofstaven vormt samen een splijtstofelement. Hiervan zitten er 121 in de reactor.

Barrière 3: Primaire systeem

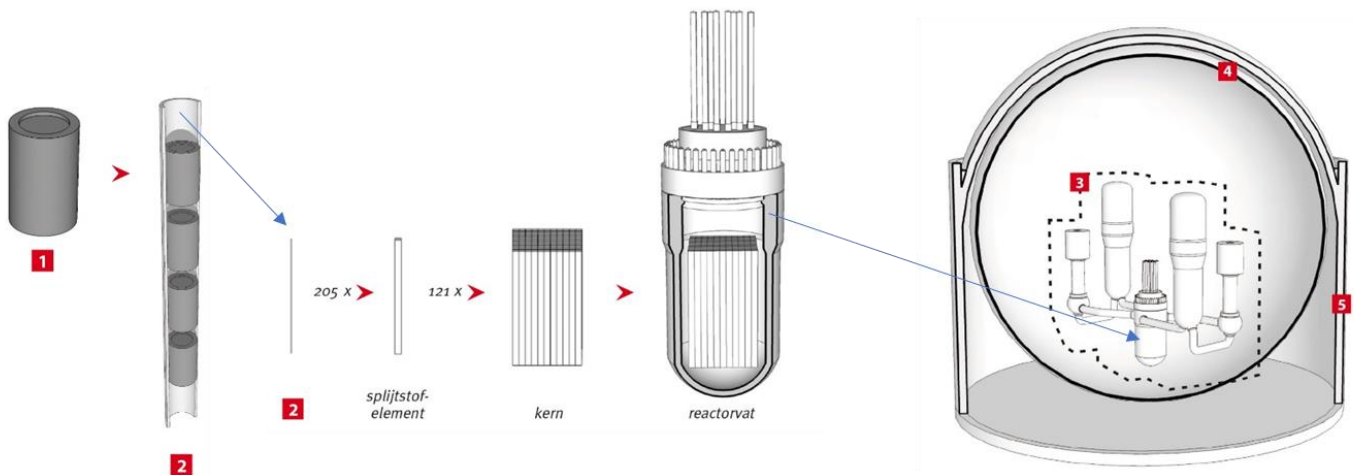
De kern zit opgesloten in het primaire systeem. De primaire kringloop is een gesloten circuit waarin koelmiddel (geconditioneerd water) wordt rondgepompt. Dit water van maximaal circa 320 graden Celsius staat onder een druk van 155 bar zodat het niet gaat koken. Vandaar de naam 'drukwaterreactor'. De primaire kringloop (reactorvat, hoofdkoelmiddelpompen, stroomgeneratoren en leidingen) bestaat uit sterk overgedimensioneerde (centimeters dikke) stalen onderdelen van de hoogste kwaliteit. Radioactieve stoffen kunnen hier niet uit. De primaire kringloop zit in gebunkerde ruimtes. Het beton zorgt voor stralingsbescherming tijdens bedrijf en voor bescherming van de installatie tegen bedreigingen van binnenuit en buitenaf.

Barrière 4: Containment

De primaire kringloop zit opgesloten in een centimeters dikke stalen bol. Die zorgt ervoor dat als de eerdere barrières falen de radioactiviteit niet naar buiten ontsnapt. De bol is een sterke luchtdichte constructie en kan intern gas- en stoomexplosies opvangen. Zo worden bij ongevallen emissies uit de primaire kringloop tegengehouden.

Barrière 5: Reactorgebouw

De nucleaire systemen zitten opgesloten in het reactorgebouw, van buiten herkenbaar aan de kenmerkende betonnen koepel. Het gebouw vormt de laatste fysieke barrière tussen de radioactieve stoffen in de kern en het milieu. Andersom is het betonnen gebouw de eerste barrière voor bedreigingen van buitenaf op weg naar de kern.



Figuur 3-3 Veiligheidsbarrières KCB. Bron: EPZ

Na het ongeval in Tsjernobyl in 1986 kreeg de veiligheidscultuur en de bediening van het proces veel aandacht. Na de aardbeving en tsunami, welke grote gevolgen had voor de kerncentrale van Fukushima in 2011 was er extra aandacht voor situaties van onvoorstelbare catastrofale omvang. Er wordt rekening gehouden met een volledig weggevaagde Nederlandse infrastructuur en een ontwrichte maatschappij zodat hulp van buitenaf extreem moeilijk is. Er zijn een tal van verbeteringen en waarborgen doorgevoerd, bijvoorbeeld:

- Er is een nieuwe, extra 380kV-aansluiting gemaakt op het landelijke elektriciteitsnet.
- Er zijn extra koelmogelijkheden van het splijfstofopslagbassin gemaakt.
- Er is een mogelijkheid voor externe koeling van het reactorvat gerealiseerd. Hiermee kan water in de loze ruimte tussen het reactorvat en de betonnen insluiting worden gebracht. Externe reactorvatkoeling kan in extreme situaties nodig zijn om te zorgen dat een smeltende kern in het reactorvat blijft.
- Er zijn extra hulpmiddelen zoals mobiele pompen en noodstroomdiesels aangeschaft die op verschillende plekken in de kerncentrale kunnen worden aangesloten.
- Door het aanleggen van grotere, verspreide en op verschillende manieren toegankelijke diesel- en watervoorraden, is de tijd dat de kerncentrale het zonder hulp van buitenaf kan stellen, verlengd tot meer dan veertien dagen.

3.1.2 Koeling

Of de Kerncentrale Borssele nu in bedrijf is of stilligt voor onderhoud: de splijfstof in een drukwaterreactor moet altijd onder water staan. Dat is nodig om de (verval-)warmte die de door kernsplijting ontstane radioactieve splijtingsproducten nog lange tijd produceren af te voeren en om hun straling af te schermen. Er zijn meerdere systemen en watervoorraden die los van elkaar en onder alle omstandigheden ervoor zorgen dat de kern bedekt blijft met water. Daarnaast zijn er systemen die zekerstellen dat onder alle omstandigheden de warmte van de kern kan worden afgevoerd. Deze systemen vullen elkaar aan of nemen het van elkaar over.

De kerncentrale heeft twee hoofdkoelmiddelpompen. Deze pompen laten tijdens bedrijf koelmiddel circuleren door het primaire systeem. Als beide pompen uitvallen wordt de reactor automatisch afgeschakeld en komt er een proces van natuurlijke circulatie op gang met voldoende capaciteit om de vervalwarmte van de kern af te voeren.



Als de kerncentrale elektriciteit produceert, wordt de waterstoomcyclus gekoeld met water uit de Westerschelde, opgepompt in het koelwaterinlaatgebouw. Koelen gebeurt in de condensoren waarin het Westerscheldewater ervoor zorgt dat stoom weer condenseert tot water waarna het naar de stoomgeneratoren wordt gevoerd in de waterstoomcyclus. Dit koelcircuit is nodig voor de elektriciteitsproductie, en dus geen veiligheidssysteem.

Als de elektriciteitscentrale stilligt, moet de kern toch worden gekoeld voor de afvoer van restwarmte. De kettingreactie is gestopt, maar door radioactief verval van de splijtingsproducten produceert de kern nog altijd warmte. Het hoofdkoelmiddel voert deze warmte af naar het tussenkoelsysteem dat via een drietal warmtewisselaars wordt gekoeld door water uit de Westerschelde. Deze koelketen is dubbel uitgevoerd en voert de vervalwarmte van de reactor af naar de Westerschelde bij normale en storingssituaties. Deze systemen zorgen er dus voor dat warmte uit de kern kan worden afgevoerd als dat niet meer via de waterstoom kringloop kan. Voor het (onwaarschijnlijke) geval dat Westerscheldewater niet beschikbaar is, is in 1997 een reservesysteem aangebracht dat gebruik maakt van acht putten naar het zoute grondwater. Met behulp van krachtige ondergrondse pompen kan zout grondwater opgepompt worden om de vervalwarmte van de primaire kringloop, via een tussenkoelsysteem, af te voeren.

3.2 Splijfstofketen

Deze paragraaf behandelt de splijfstofketen zoals die van toepassing is bij KCB. Na deze beschrijving is geduid welk onderdeel van de keten in dit MER Fase 1 is beschouwd en welke onderdelen van de splijfstofketen buiten beschouwing worden gelaten.

De splijfstofketen omvat de industriële processen waarmee nieuwe kernsplijstof wordt geproduceerd, het gebruik van splijstof in de kernreactor, de processen waarmee de verbruikte splijstof weer uit de kerncentrale wordt verwijderd, het al dan niet recyclen van het uranium en plutonium en tenslotte het beheer van de radioactieve residuen.

3.2.1 Uraniumvoorraad

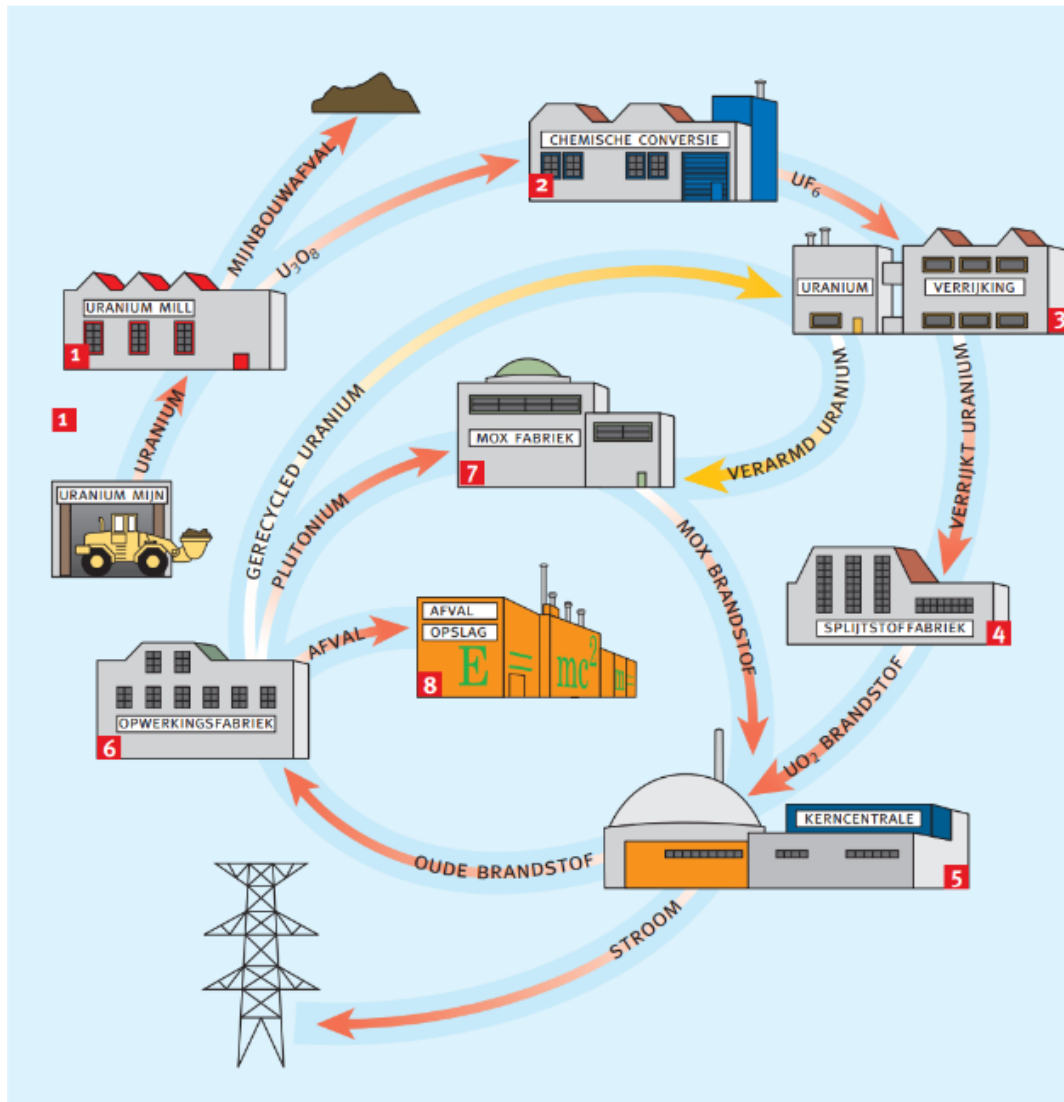
Uranium is de energiebron voor het opwekken van kernenergie. Zuiver uranium is een zilverwit, radioactief metaal dat buigzaam en vervormbaar is en een zeer hoge dichtheid heeft (18,96 kg per liter, dat is 65% dichter dan lood). Zuiver uranium blijft tot een temperatuur van ongeveer 1400 K (1127 °C) in vaste toestand en het kookpunt ligt op ongeveer 4400 K (4127 °C). Isotopen zijn atomen van hetzelfde chemische element, en dus met hetzelfde aantal protonen, waarin het aantal neutronen verschilt. De twee belangrijkste uraniumisotopen die op aarde voorkomen zijn uranium-238 (99,3%) en uranium-235 (0,7%). Voor kernenergie wordt gebruik gemaakt van uranium wat is verrijkt in uranium-235, omdat dit isotoop splijtbaar is door thermische neutronen. De kerncentrale Borssele maakt gebruik van uranium met een verrijking van 4,4 % uranium 235. Ook uranium-238 is in de reactor belangrijk, omdat het door neutronenbestraling kan veranderen in plutonium-239, wat ook kan dienen als splijstof.

Uranium komt niet als zuiver element voor in de natuur, maar alleen chemisch gebonden in uraniumertsen. Het meest gebruikte uraniummineraal voor de winning van uranium is het zogenoemde uraninit, dat voornamelijk uit uraniumdioxide (UO₂) bestaat. Uraniumertsen komen verspreid over de aarde voor, echter met grote verschillen in uraniumgehalte en winbaarheid. Ongeveer de helft van de bewezen mondiale primaire uraniumvoorraad is te vinden in Australië, Kazachstan en Canada. Enkele ertsvoorraden in Canada hebben een zeer hoog percentage U, tot circa 10%. De meeste andere vindplaatsen betreffen echter veel laagwaardiger ertsen.

Naast de uraniumertsvoorraden die in de natuur aanwezig zijn, bestaat de beschikbare uraniumvoorraad voor een aanzienlijk deel (ruim 20%) uit secundair uranium, in de vorm van gebruikte splijstof uit kerncentrales, militaire voorraden en verarmd uranium. Naast de bewezen primaire en secundaire uraniumvoorraden, wordt de nog niet bewezen voorraad uranium in de vorm van winbare ertsen geschat op een totaal van circa 35 miljoen ton uranium.

3.2.2 Gesloten splijtstofcyclus

Voor de Nederlandse kerncentrales (bestaande centrale Borssele en afgeschakelde centrale Dodewaard²³) is in de jaren '70 van de vorige eeuw gekozen voor de gesloten splijtstofcyclus. Dit houdt in dat de materialen uranium en plutonium na gebruik in de kerncentrale opnieuw worden verwerkt tot splijtstof. In Figuur 3-4 is een vereenvoudigde afbeelding van de gesloten splijtstofcyclus weergegeven. Deze cyclus wordt in onderstaande tekst verder uitgewerkt. De nummers van de kopjes verwijzen naar de nummers in Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Vereenvoudigde weergave van de gesloten splijtstofcyclus. Bron: EPZ, MER Brandstofdiversificatie (juli 2010)

²³ De kerncentrale Dodewaard, beheerd door de Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland (GKN), was in 1969 de eerste Nederlandse kernenergiecentrale. In 1997 werd met de elektriciteitsproductie gestopt.



1. Ertswinning

De splijtstofcyclus begint met de winning van uraniumerts en de zuivering ervan tot U_3O_8 , een chemisch product dat wordt verhandeld als 'yellowcake' of 'uranium concentrate'. Dit product is een stabiele, korrelige geelgekleurde stof die gewoonlijk in stalen 200 liter drums wordt verhandeld. Voor ertswinning worden over het algemeen drie mijnbouwmethoden gebruikt: ondergrondse mijnbouw, dagbouw en oplossingsmijnbouw. Kort gezegd wordt ondergrondse mijnbouw voornamelijk toegepast voor dieperliggende, rijkere ertslagen (ertslagen met een hoog gehalte aan uranium van circa 1% of meer), dagbouw voor minder rijke en dichter bij het oppervlak liggende ertslagen en oplossingsmijnbouw bij armere of kleinere dieper gelegen ertslagen in poreus gesteente.

Bij de winning van uranium via dagbouw of ondergrondse mijnbouw wordt erts dat 'rijk' is aan uranium afgegraven en afgescheiden van het moedergesteente. Uraniumhoudend erts wordt ondergronds of bovengronds gewonnen en in zogenaamde 'ore mills' tot poeder vermalen, waarna langs chemische weg het uranium eruit gewonnen wordt. Het achterblijvende verpulverde moedergesteente, de zogenaamde *tailings*, wordt als mijnbouwafval zorgvuldig beheerd omdat dit afval nog natuurlijke radioactieve stoffen bevat.

Bij oplossingsmijnbouw (in het Engels: *in-situ leaching*) wordt een aantal gaten geboord naar de aardlaag waarin zich het uranium bevindt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het feit dat sommige uraniumhoudende aardlagen poreus zijn. Door water waaraan een oplosmiddel is toegevoegd in boorgaten te injecteren kan een uraniumhoudende oplossing naar boven gepompt worden zonder de noodzaak het erts zelf te delven. De *in-situ leaching*, dat bijvoorbeeld in Kazachstan grootschalig wordt toegepast, resulteert in relatief weinig afval en maakt het mogelijk om zelfs arme ertsen met een lage uraniumconcentratie op economisch verantwoorde wijze te ontginnen.

Volgens de World Nuclear Association²⁴ werd er in 2022 wereldwijd ongeveer 49.000 ton primair uranium geproduceerd in de mijnbouw. Kazachstan produceerde dat jaar het grootste aandeel van uranium uit mijnen (43% van de wereldwijde voorraad), gevolgd door Canada (15%) en Namibië (11%). De uranium productie varieert van jaar tot jaar, afhankelijk van factoren zoals marktvraag, prijzen en mijnactiviteit. De primaire productie uit mijnen wordt aangevuld met secundaire voorraden, voorheen voornamelijk van ex-militair materiaal, maar nu ook uit recycling en uit voorraden die zijn opgebouwd in tijden van verminderde vraag.

2. Chemische conversie

Natuurlijk uranium bevat altijd 0,7% uranium-235 (splijtbaar uranium). Voor een efficiënte bedrijfsvoering met de kerncentrale moet dit gehalte verhoogd worden door verrijking. Om uranium te verrijken moet het eerst in gasvormige toestand gebracht worden. Daartoe wordt het U_3O_8 in een aantal chemische processtappen omgezet in uraniumhexafluoride, UF_6 . Uraniumhexafluoride is de enige bekende verbinding van uranium die bij omgevingstemperaturen relatief eenvoudig gasvormig is te maken. Het omzetten gebeurt in zogenaamde conversiefabrieken.

3. Uraniumverrijking

Het verrijken van uranium gebeurt met fysische processen die het minimale massaverschil benutten tussen UF_6 moleculen die het zwaardere uranium-238 bevatten, en die met het lichtere (splijtbare) uranium-235. Oudere verrijkingfabrieken gebruiken het gasdiffusieproces, dat veel energie vraagt. Nieuwere installaties zijn vrijwel alle gebaseerd op de meer efficiënte ultracentrifuge technologie. Het UF_6 -gas wordt in snel ronddraaiende cilinders behandeld, waarbij zwaardere isotopen naar de cilinderwanden worden geduwd. Het verrijkte uraniumhexafluoride wordt vervoerd naar de fabriek voor splijtstoffabricage.

4. Productie van splijtstofelementen

In de fabriek voor splijtstoffabricage wordt het fluor van het uraniumhexafluoride gestript, waarbij het UF_6 wordt omgezet in uraniumoxide, UO_2 . Het uraniumoxide (een grijs poeder) wordt in tabletten geperst en in ovens tot een keramische substantie gebakken ('gesinterd'). Deze keramische tabletten ('pellets') zijn de bouwstenen van het splijtstofelement. De tabletten worden in een meterslange stapel opgesloten in buizen van een speciale metaallegering, Zircaloy²⁵. Deze buizen worden dichtgelast en vormen zo de splijtstofstaaf, waarvan er voor KCB 205 gebundeld worden tot een splijtstofelement.

²⁴ [Uranium Production | Uranium Output - World Nuclear Association \(world-nuclear.org\)](https://www.world-nuclear.org/uranium-production-uranium-output)

²⁵ Legering waarin onder meer het element zirkonium wordt toegepast.



5. Versplijting van uranium in de kerncentrale

Per jaar heeft een kerncentrale een aantal splijtstofelementen nodig om verbruikte elementen, die enkele jaren energie geleverd hebben, te vervangen. Die verbruikte elementen worden meestal 'gebruikte' splijtstofelementen genoemd. Gebruikte splijtstofelementen bevatten nog ongeveer 94% van het oorspronkelijke gewicht aan uranium met een restverrijking van 0,6 à 0,8 gew % uranium-235, vergelijkbaar met natuurlijk uranium. Verder bevatten zij circa 1% aan plutonium en voor het overige radioactieve splijtingsproducten en actiniden (radioactieve zware metalen zoals americium). Een deel van de radioactieve splijtingsproducten heeft een korte halveringstijd, waarbij zij na ontlading uit de reactor nog een aanzienlijke hoeveelheid warmte produceren. Nadat de gebruikte splijtstofelementen minimaal circa twee jaar in het splijststofopslagbassin onder water bewaard zijn, is deze warmteproductie zodanig afgenomen dat de elementen in een speciale transportcontainer veilig van de kerncentrale naar de opwerkinsfabriek overgebracht kunnen worden. In de opwerkinsfabriek worden ze dan gerecycled.

6. Opwerking van de splijtstofelementen

Er zijn in de wereld verschillende installaties voor het opwerken van kernsplijtstoffen, voornamelijk in Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Rusland, India en Japan. EPZ heeft sinds 1976 een commerciële relatie met de installatie van Orano in La Hague (Frankrijk). De splijtstofelementen worden in speciaal ontworpen transportcontainers van Nederland naar Frankrijk vervoerd. In de opwerkinsfabriek worden de splijtstofelementen in stukken geknipt, zodat de tabletten toegankelijk worden om met een zuuroplossing te worden uitgeloozd. In een aantal chemische processtappen worden daarna het uranium en het plutonium afgescheiden.

7. Recycling

RepU²⁶ is de Engelse benaming voor *reprocessed uranium*. Het uranium dat de opwerkinsfabriek van La Hague produceert wordt in een installatie in Pierrelatte (Frankrijk) omgezet in uraniumhexafluoride (UF₆) of uraniumoxide (U₃O₈) afhankelijk van welke wijze van hergebruik gekozen wordt.

In tegenstelling tot RepU wordt het plutonium dat in de opwerkinsfabriek van La Hague teruggewonnen wordt, door Orano niet fysiek aan klanten teruggeleverd. Om reden van beveiliging wordt het plutonium in La Hague veilig opgeslagen in afwachting van het daadwerkelijke hergebruik. Op het moment dat een partij plutonium nodig is voor de productie van mengoxide (MOX) wordt het uit de kluis van La Hague overgebracht naar de MELOX-fabriek in Zuid-Frankrijk. Hiervoor worden speciale, sterk beveiligde transporten over de weg uitgevoerd.

Mengoxide wordt geproduceerd door plutoniumoxide (PuO₂) te vermengen met verarmd uraniumoxide (UO₂). Het mengoxide wordt in tabletten geperst die worden gebakken ('gesinterd') in een proces dat verder geheel analoog is aan de fabricage van splijstof uit verrijkt uranium.

8. Radioactief afval

Bij het recyclen van gebruikte brandstofelementen blijven, naast het bruikbare uranium en plutonium, niet-bruikbare radioactieve reststoffen over. Die vallen uiteen in twee categorieën:

1. Hoogradioactieve kernsplijtingsproducten, die 4 à 5% van het oorspronkelijke gewicht uitmaakten. Deze worden verglaasd, zodat radioactieve stoffen niet kunnen ontsnappen (uitloggen) en in standaard 180 liter canisters verpakt. Als gevolg van de hoge concentratie aan radioactieve stoffen produceren deze canisters aanvankelijk nog warmte, ongeveer 1 kW per stuk. Ze moeten daarom gedurende de eerste jaren gekoeld worden.
2. Afval, bestaande uit de metaaldelen van de splijtstofelementen, met minder dan 0,1% van het totaal aan radioactieve stoffen. Deze stukjes lege splijstofstaaf kop- en voetstukken enz. worden onder hoge druk samengeperst en eveneens in standaard 180 liter canisters verpakt. Deze categorie afval wordt 'compacted residue' genoemd. Deze verpakkingen hebben geen koeling nodig.

Per jaar resulteert het recyclen van de in KCB gebruikte splijtstoffen in circa 8,5 canisters verglaasd kernsplijtingsafval en circa 8 canisters met *compacted residues*, tezamen een totaal afvalvolume van minder dan 3 m³ per jaar.

²⁶ Uit het Engels: Reprocessed Uranium.



Opslag van radioactief afval

COVRA is de organisatie die door de Nederlandse overheid is belast met het beheer van radioactief afval. Het licht- en middenactieve radioactief bedrijfsafval dat bij bedrijfsvoering van de kerncentrale Borssele ontstaat, wordt direct aan COVRA aangeboden. De ontvangst en opslag van de *canisters* met kernsplijtingsafval en *compacted residues*, gebeurt in een speciaal gebouw: het HABOG (Hoogactief Afval Behandeling- en Opslag Gebouw). Het HABOG heeft een gedeelte waarin het warmteproducerende verglaasde afval wordt bewaard, dat door natuurlijke convectie van lucht wordt afgekoeld. In een ander gedeelte van het HABOG worden niet-warmteproducerende *canisters* (*compacted residues*) opgeslagen. Beide soorten *canisters* zijn ontworpen met het oog op langdurige opslag; ze bestaan uit duurzame materialen zoals roestvast staal en glas. De opslag van afval in HABOG kan als inherent veilig worden omschreven, dat wil zeggen: dat geen menselijk ingrijpen nodig is.

COVRA heeft van de Nederlandse overheid de opdracht om het afval tenminste 100 jaar bovengronds op te slaan. In die 100 jaar neemt, door radioactief verval, de activiteit van het afval en daarmee ook de warmteproductie af. Dat vereenvoudigt de toekomstige hantering van het afval, met het oog op eindberging, aanzienlijk. De Nederlandse overheid heeft als beleid dat de eindberging van radioactief afval in de diepe ondergrond terug neembaar dient te worden uitgevoerd. Terugneembaarheid geldt alleen voor de periode waarin de eindberging open is. Voor de realisatie van een eindberging is een voorziening gecreëerd die gevuld is uit bijdragen van de leveranciers van hoogradioactief afval.

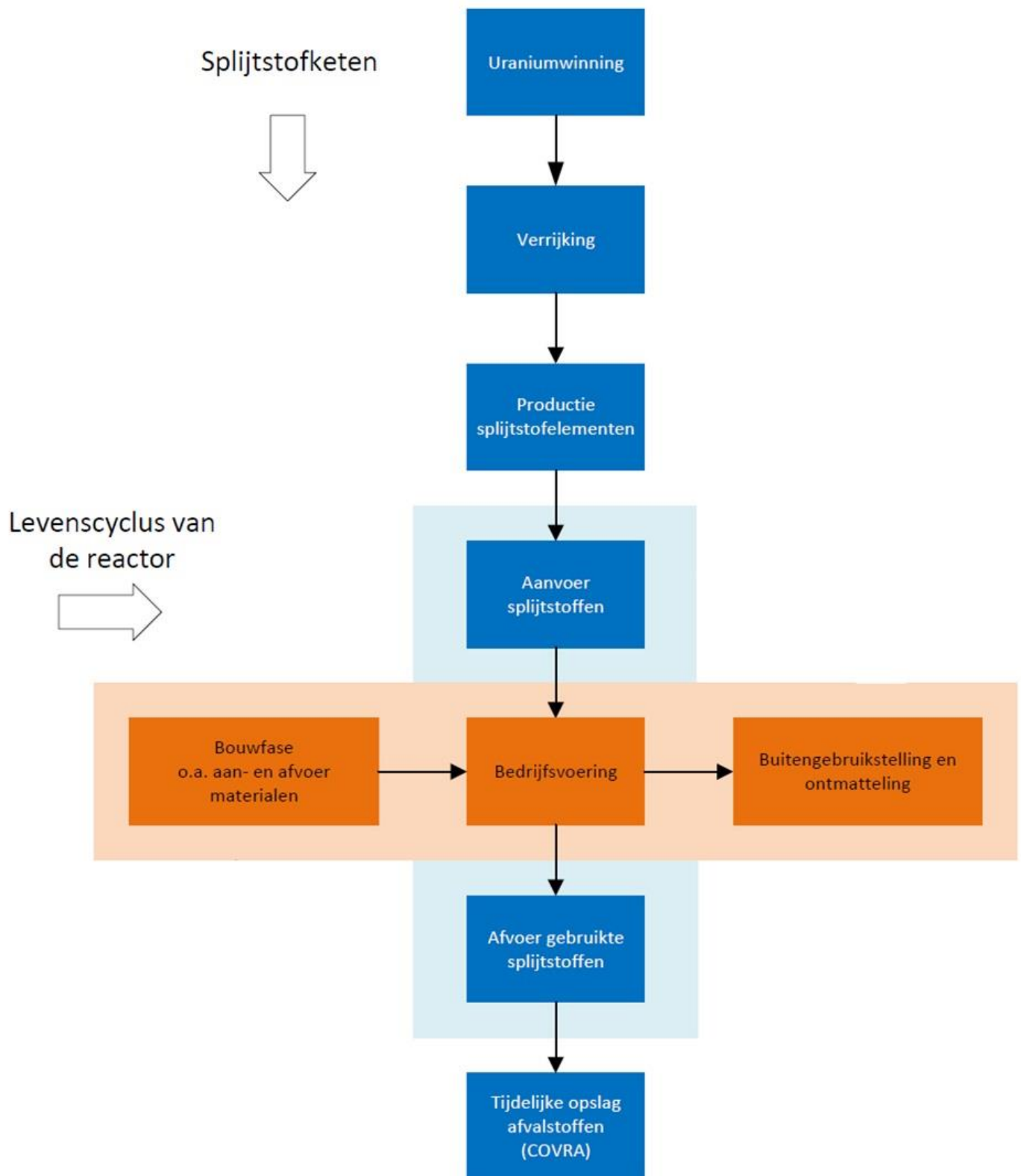
3.3 CO₂-emissies over de keten

3.3.1 Levenscyclus

Een kerncentrale is geen op zichzelf staand systeem. Het is slechts het meest zichtbare onderdeel van de kernenergieketen en is het middelpunt van een reeks industriële processen. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 3-5. De levenscyclus van een kerncentrale is onder te verdelen in drie categorieën.

1. Processen die eenmalig plaatsvinden vóór hedendaagse (ofwel operationele) processen en omvatten de bouw van de faciliteit (KCB in dit geval) en de levering van materialen.
2. Operationele processen die plaatsvinden tijdens de werking van de kerncentrale en resulteren in broeikasgassen die continu worden uitgestoten per eenheid opgewekte elektriciteit. Ze omvatten uraniumwinning, malen, conversie, verrijking, fabricage van brandstofstaven, transport, exploitatie en onderhoud van de faciliteit, en herverwerking. Het herstel van uraniummijnen wordt ook opgenomen als een operationeel faseproces omdat de behoefte aan mijnherstel wordt gereguleerd door de vraag naar uranium voor elektriciteitsopwekking.
3. Toekomstige processen die moeten worden uitgevoerd na het definitieve sluiten van de kerncentrale. Deze processen vinden eenmalig plaats nadat de operationele processen van een faciliteit zijn gestopt en omvatten de ontmanteling van de faciliteit, de verwijdering/recycling van niet-radioactief afval, en de tijdelijke, lange termijn- en permanente opslag van radioactief afval na de elektriciteitsopwekking en de levensduur van de faciliteit.

Bij elk proces in de nucleaire keten worden materialen en energie gebruikt en worden mogelijk CO₂ en andere broeikasgassen uitgestoten. Bij de splijting van uranium in de kernreactor vindt geen CO₂ uitstoot plaats.



Figuur 3-5 Splijfstofketen en levenscyclus kernreactor

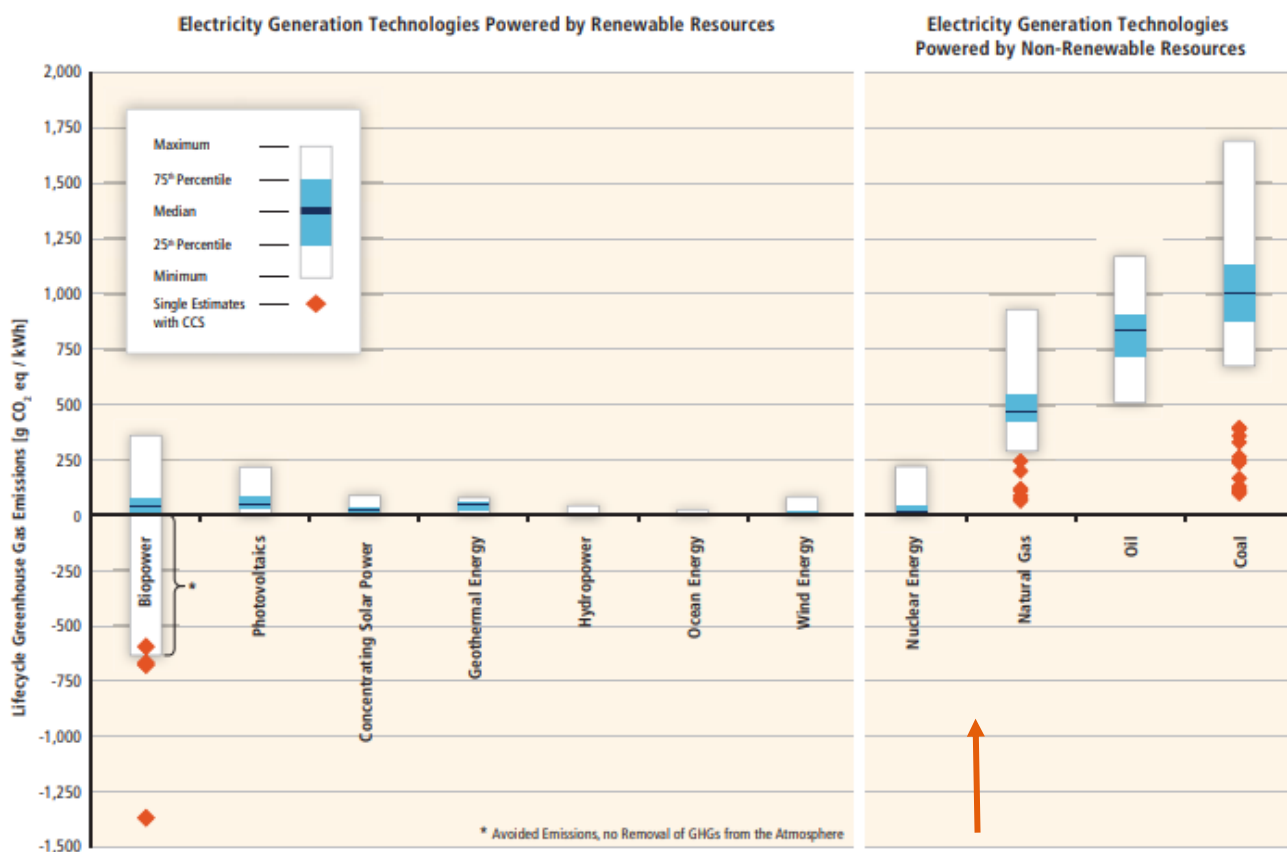
3.3.2 Kernenergie in vergelijking met andere energiebronnen

Het delven en verrijken van uranium is een CO₂-intensief proces, dat herhaaldelijk plaatsvindt. Echter de totale CO₂-uitstoot is (relatief) klein vergeleken met de hoeveelheid elektriciteit die uit het uranium gewonnen kan worden. Dit kan worden vergeleken met de productie van staal die nodig is voor de bouw van windturbines. De productie van staal is ook een CO₂-intensief proces. Toch is de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt bij de productie van het staal voor een windturbine klein in vergelijking met de totale elektriciteitsproductie over de levensduur van de windturbine.

Kernenergie biedt daarnaast nog een aantal voordelen. Ruimtegebruik gedurende de levenscyclus van kernenergie is minimaal. De hoge energiedichtheid van brandstofelementen en de lage bezetting van land door kerncentrales, leidt tot een hoge energieproductie per vierkante meter. Ook is de impact op de menselijke gezondheid en biodiversiteit over het algemeen laag bij drukwaterreactors.²⁷

Anderzijds geldt dat de CO₂-uitstoot van de winning en verrijking van uranium sterk afhankelijk is van de energiebronnen die daarbij gebruikt worden. Zo worden bijvoorbeeld bij de verrijking van uranium flinke hoeveelheden elektriciteit gebruikt. Als de elektriciteitsproductie in het land waar de verrijking plaatsvindt voor een groter deel uit hernieuwbare bronnen en/of kernenergie komt, dan zal de (indirecte) CO₂-uitstoot van de verrijking dalen. Daarnaast zijn bij de reguliere bedrijfsvoering van een kerncentrale (ook in het geval van KCB) grote hoeveelheden water nodig.

Onderstaande grafiek uit Figuur 3-6 is afkomstig uit Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation van het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) uit 2011 en laat de totale broeikasgasemissies van de levenscyclus van verschillende hernieuwbare en niet-hernieuwbare energiebronnen zien. Hierin zijn tientallen studies meegenomen over de uitstoot van broeikasgassen over de hele levenscyclus van elektriciteitsproductie.



Figuur 3-6 Uitstoot van broeikasgassen gedurende de levenscyclus van verschillende elektriciteitsproducenten. Bron: IPCC

²⁷ Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources, UNECE, 2021. [LCA_3_FINAL_March_2022.pdf \(unece.org\)](#)



Bovenstaand overzicht laat zien dat over de hele levenscyclus de uitstoot van broeikasgassen van kernenergie (zie het oranje pijltje) veel lager is dan van elektriciteit uit aardgas, olie of kolen (de staafjes rechts van kernenergie). Uit alle studies die meegenomen zijn in de analyse van IPCC is de mediane waarde voor kernenergie circa 10 gram CO₂-equivalent per kilowattuur (kWh). De uitstoot van kernenergie over de hele levenscyclus is daarmee vele malen lager dan van fossiele bronnen zoals kolen (~1000 gram CO₂/kWh) of aardgas (~450 gram CO₂/kWh). En van dezelfde orde als de uitstoot van windenergie (circa 10 gram CO₂/kWh). Kernenergie is dus niet CO₂-vrij, maar volgens de meeste studies is de CO₂ over de hele levenscyclus net zo laag als van windenergie en veel lager dan van fossiele elektriciteit. De grafiek laat ook zien dat er door IPCC een klein aantal studies is meegenomen waarin de uitstoot voor kernenergie fors hoger ingeschat wordt. In deze studie zijn op verschillende aspecten de meest ongunstige aannames gemaakt. Ook recentere studies (bijvoorbeeld van Pomponi en Hart, 2021²⁸ en UNECE, 2021²⁹) laten zien dat de CO₂-uitstoot van kernenergie tientallen malen lager is dan van fossiele elektriciteit.

3.3.3 KCB in vergelijking met andere kerncentrales

Een nieuw te bouwen kerncentrale is over het algemeen veiliger dan (reeds bestaande) kerncentrales die vroeger gebouwd werden. Door ongevalsscenario's beter te kennen, zijn nieuwe centrales erop gericht grote ongevallen te beheersen. Kerncentrale Borssele is echter aangepast aan de nieuwe inzichten en eisen. Kerncentrale Borssele behoort tot de 25 procent veiligste drukwater-kerncentrales van de westerse wereld.

In 2006 is het Convenant Kerncentrale Borssele afgesloten waarin de eigenaar van KCB zich heeft gecommitteerd om met KCB tot de 25% veiligste, technisch vergelijkbare, vermogensreactoren in de Europese Unie, de Verenigde Staten en Canada; de zogeheten veiligheidsbenchmark. Hiertoe is in 2008 een Commissie van onafhankelijke internationale deskundigen ingesteld, de Commissie Benchmark, die elke vijf jaar de naleving van de veiligheidsbenchmark toetst en daarover rapporteert aan de convenantpartijen. De Veiligheidsbenchmark van de kerncentrale Borssele van 2023 concludeert het volgende: *Door gebruik te maken van de ontwikkelde en uitgebreide methodologie heeft de Commissie de veiligheid van 220 kerncentrales vergeleken. Op basis hiervan heeft de Commissie unaniem geconcludeerd dat KCB behoort tot de groep van 25% veiligste watergekoelde en watergemodereerde reactoren van de EU, VS en Canada*³⁰.

²⁸ Francesco Pomponi, Jim Hart, The greenhouse gas emissions of nuclear energy – Life cycle assessment of a European pressurised reactor, Applied Energy, Volume 290, 2021 [The greenhouse gas emissions of nuclear energy – Life cycle assessment of a European pressurised reactor - ScienceDirect](#)

²⁹ Carbon Neutrality in the UNECE Region: integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources, UNECE, 2021. [LCA_3_FINAL_March_2022.pdf \(unece.org\)](#)

³⁰ <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2024D12173>



4 Voorgenomen activiteit

4.1 Doelstelling

Nederland heeft de ambitie om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Volgens het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) betekent dit dat het Nederlandse elektriciteitssysteem al in 2035 CO₂-neutraal moet zijn. Om deze doelstelling te behalen, is het noodzakelijk dat de energiebronnen zon, wind en kernenergie worden opgeschaald. Opschaling betekent voor kernenergie concreet dat de bedrijfsduur van kerncentrale Borssele zal worden verlengd, mits kan worden aangetoond dat dit veilig kan.

Als eerste stap voor bedrijfsduurverlenging van kerncentrale Borssele is het wijzigen van de Kernenergiewet noodzakelijk. In artikel 15a van de Kernenergiewet is bepaald dat een deel van de Kernenergiewetvergunning voor het in werking hebben van kerncentrale Borssele per 31 december 2033 vervalt, namelijk voor zover het vrijmaken van kernenergie betreft. In het tweede lid is bepaald dat een aanvraag voor een vergunning voor het vrijmaken van kernenergie na 31 december 2033 niet in behandeling zal worden genomen. Daarmee staat artikel 15a van Kernenergiewet in de weg aan bedrijfsduurverlenging van kerncentrale Borssele na 2033.

Met het voorliggende wetsvoorstel wordt artikel 15a van de Kernenergiewet gewijzigd en wordt de weg vrijgemaakt voor een eventuele vergunningsaanvraag voor bedrijfsduurverlenging van kerncentrale Borssele. Na de wetswijziging zal de exploitant van de kerncentrale een vergunning voor bedrijfsduurverlenging kunnen aanvragen bij de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). De beslissing om deze vergunning aan te vragen ligt bij de exploitant en de aandeelhouders van de kerncentrale. Daarmee is bedrijfsduurverlenging – naast deze wetswijziging – afhankelijk van het indienen van een vergunningsaanvraag door de exploitant, de beoordeling van de aanvraag en de vergunningverlening door de ANVS.

Dit MER Fase 1 geeft de milieu-informatie om het milieubelang volwaardig mee te kunnen wegen in de besluitvorming over de wetswijziging. Het MER informeert het bevoegd gezag over de milieusituatie van de huidige bedrijfsvoering. Ook bevat het MER (waar mogelijk) een extrapolatie van milieueffecten na 2033 en een agenda met milieuaspecten relevant in de volgende fase van vergunningverlening.

4.2 Wetsvoorstel

De voorgenomen activiteit is een wetswijziging van de Kernenergiewet die een eventuele vergunningaanvraag voor verdere bedrijfsduurverlenging van KCB mogelijk maakt. Dit betekent dat de belemmering voor een nieuwe vergunningaanvraag die nu in de wet is opgenomen, wordt weggenomen. Het nieuwe artikel 15a Kew en de Memorie van Toelichting zijn opgenomen in Bijlage 1.



5 Verkenning

5.1 Methodologie

De wijziging van de Kernenergiewet maakt een eventuele vergunningaanvraag voor bedrijfsduurverlenging van KCB mogelijk. Onderhavig MER bevat de beschrijving van milieueffecten van de kerncentrale. Milieueffecten kunnen verschillende vormen aannemen, zoals vervuiling van lucht, water en bodem, uitputting van natuurlijke hulpbronnen en verlies aan biodiversiteit en (nucleaire) veiligheid. Door de huidige milieueffecten van KCB in beeld te brengen ontstaat een relevant inzicht in de mogelijke milieueffecten van de wetswijziging. De milieueffecten van KCB en de leemten in kennis vormen samen een agenda met milieuaandachtspunten voor een MER Fase 2.

Het beschrijven van de milieueffecten bestaat per deelaspect uit vier stappen:

- Het identificeren van mogelijke milieueffecten (kan het milieueffect zich voordoen?).
- Waar mogelijk kwantificeren van milieueffecten aan de hand van wettelijke en of vergunde kaders.
- Waar mogelijk extrapoleren van milieueffecten.
- Agenderen van onderzoeken, acties en leemten in kennis voor Fase 2.

Voor het inzichtelijk maken van de huidige milieueffecten van KCB worden onder andere de milieujaarverslagen van EPZ gebruikt. De milieujaarverslagen van KCB zijn publiekstoegankelijk.³¹ De huidige situatie is gedefinieerd als de periode van 2017 tot en met 2022. Deze periode is representatief voor de situatie zoals die zich momenteel bij de KCB voordoet. De huidige ecologische situatie vormt hierop een uitzondering. De 'huidige ecologische toestand' wordt gedefinieerd als de situatie vandaag de dag, dus tot en met het moment van schrijven van dit rapport (begin 2024).

Hierbij worden ook de ontwikkelingen en trends over de laatste tien tot tientallen jaren in beschouwing genomen, afhankelijk van de beschikbare data, zie ook paragraaf 0. De huidige vergunningen van KCB in combinatie met de bestaande rechten beschrijven de maximaal toegestane milieueffecten. Er zijn in het kader van dit MER fase 1 geen berekeningen uitgevoerd maar daar waar mogelijk zijn de milieueffecten aan de hand van bestaande wettelijke en of vergunde kaders beschreven. De enige uitzondering hierop vormt de AERIUS-berekening voor stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden.

5.2 Relevante milieueffecten en beoordelingskader

Het in gebruik hebben van KCB heeft een potentiële impact op diverse milieuaspecten:

- Onttrekken en lozen van koelwater.
- Verstoring op land en op water door productie van geluid, licht en/of bewegingen.
- Vertroebeling en sedimentatie.
- Verontreiniging door het vrijkomen van gebiedsvreemde stoffen.
- Productie van geluid.
- Productie van stikstofoxiden en CO₂.
- Blootstelling aan straling.
- Beïnvloeding van de chemische en thermische kwaliteit van het oppervlaktewater.
- Onttrekking van grondwater.

Voor aspecten natuur, stralingsbescherming, nucleaire veiligheid, water, bodem, geluid, gezondheid en veiligheid zijn verschillende milieueffecten van KCB relevant. In navolgende hoofdstukken zijn de criteria per deelaspect toegelicht. Alle criteria tezamen vormen het beoordelingskader.

³¹ [WOO-besluit verzoek Laka over milieujaarverslagen EPZ | Woo-besluit | Autoriteit NVS](#)



Het in gebruik hebben van KCB heeft geen effecten op cultuurhistorie en archeologie en heeft geen ruimtelijke en of visuele effecten. KCB staat sinds de jaren '70 in het industrieterrein Borssele. De effecten van de realisatie op landschap, cultuurhistorie en archeologie zijn bij de aanleg van KCB opgetreden. In het MER wordt uitgegaan van voortzetten van de bestaande situatie. We gaan er van uit dat er geen ruimtebeslag buiten het bestaande terrein van KCB is en dat er daarom geen nieuwe effecten optreden op onder meer cultuurhistorie, archeologie en recreatie.

5.3 Plan- en studiegebied

Het plangebied betreft de locatie van KCB. De milieueffecten van de kerncentrale kan echter verder reiken. Het studiegebied betreft het gebied waarin de milieueffecten optreden. Dit is het invloedsgebied van de wetswijziging. Het studiegebied verschilt per milieuaspect. De begrenzing hangt af van de aard, omvang en uitstraling van de effecten. In de deelonderzoeken is per thema het studiegebied aangegeven en verantwoord.

5.4 Ontwikkelingen

In de gemeente Borssele spelen op dit moment zeven Rijkscoördinatie-procedures voor grote energieprojecten. In paragraaf 2.3 is een tabel opgenomen met een overzicht van de genomen en de te nemen (regionale) strategische keuzes over Rijksenergieprojecten. KCB kan omgevingseffecten hebben op toekomstige energieplannen en -projecten (zoals de uitwerking van de Energiehub Borssele en de mogelijke aantasting van natuur in Natura 2000-gebieden), maar deze plannen en projecten kunnen ook omgekeerd een effect hebben op KCB. In de deelaspecthoofdstukken worden de autonome ontwikkelingen niet meegenomen in de beschrijving van de huidige situatie. Autonome ontwikkelingen liggen in de toekomst. Daar waar relevant zijn de toekomstige ontwikkelingen meegenomen in de extrapolatie naar de toekomst en doorkijk naar Fase 2.

5.5 Deelaspecthoofdstukken

In de volgende hoofdstukken volgt een verkenning van de milieuaandachtspunten. Na een beschrijving van de huidige milieusituatie volgt – waar mogelijk – een extrapolatie van de periode na 2033. Waar mogelijk omdat we niet precies weten hoe de bedrijfsduurverlenging wordt vormgegeven en we weten niet exact hoe invulling wordt gegeven aan de autonome ontwikkelingen. Bij de extrapolatie is onder andere aandacht besteed aan de gevolgen van klimaatverandering, natuurlijke trends en aan (op termijn) mogelijk andere toekomstige initiatieven in de omgeving van de kerncentrale.

Ook zijn eventuele grensoverschrijdende effecten van de huidige situatie in beeld gebracht. De hoofdstukken sluiten af met een agenda met milieuaandachtspunten voor een MER Fase 2. Voorgenoemde informatie is gericht op het informeren van de regering en de Tweede en Eerste kamer voor politieke besluitvorming.

De volgende uitgangspunten zijn gebruikt bij de verkenning:

- Voor de beschrijving van de huidige situatie is de periode van 2017 tot en met 2022 gebruikt.
- Er is gebruikt gemaakt van milieujaarverslagen EPZ, meet- en monitoringsrapportage van NRG en verder openbaar toegankelijke informatie.



6 Natuur

6.1 Inleiding en leeswijzer

Dit hoofdstuk richt zich op het deelaspect ecologie. Dit hoofdstuk heeft als doel om op hoofdlijnen de mogelijke milieueffecten van de bestaande KCB op de ecologie te schetsen op basis van de bestaande activiteiten van KCB. Het detailniveau van de onderzoeken en beoordeling sluit aan op dit doel. Met de in dit hoofdstuk verkregen inzichten in de mogelijke milieueffecten van KCB wordt sturing gegeven aan de eventueel hiernavolgende MER Fase 2, waarin de effecten in groter detail worden onderzocht en beoordeeld. Een samenvatting van de mogelijke milieueffecten van KCB op ecologie volgt in paragraaf 0.

Om een goed beeld te krijgen van de milieueffecten die KCB uitoefent op de ecologie behandelen we in dit hoofdstuk verschillende ecologische aspecten op systematische wijze. Allereerst bespreken we in paragraaf 6.2 het ecologisch kader aan de hand waarvan we de mogelijke milieueffecten op de ecologie onderzoeken. Dit kader wordt gevormd door natuurwaarden die wettelijk beschermd zijn middels Natura 2000, Kaderrichtlijn Water, Flora en Fauna en Natuurnetwerk Zeeland. In deze kaders zijn de levensgemeenschappen, leefgebieden en soorten omvat die het meest gevoelig en kenmerkend zijn binnen het lokale ecosysteem, heel Nederland of zelfs de EU. Door de beschermde natuurwaarden te beschouwen die relevant zijn rond KCB wordt een representatief beeld verkregen van de meest relevante ecologische aspecten voor dit rapport. Door de milieueffecten van bedrijfsvoering met KCB hieraan te spiegelen worden de milieueffecten op het omliggende ecosysteem op gepaste wijze inzichtelijk. Hierbij zijn landgrenzen niet relevant. Dit aangezien de relevante natuurwaarden zich niet laten beperken door landgrenzen en dus grensoverschrijdend zijn.

In paragraaf 6.3 hebben we de criteria uiteengezet op basis waarvan we de milieueffecten van KCB voor de ecologie in kaart brengen. De criteria zijn gevolgen van de activiteiten van KCB ten tijde van reguliere bedrijfsvoering, bijvoorbeeld het inzuigen en lozen van (verwarmd) koelwater. Dergelijke gevolgen kunnen effect hebben op de ecologie. Ook wordt ingegaan op de invloed die het betreffende criterium in potentie kan hebben op de biotiek. Zo kan bij het inzuigen van water in potentie ook vis worden meegezogen. Hieruit volgen de raakvlakken met het in de eerdere paragraaf geschetste ecologisch kader. Deze raakvlakken tussen levensgemeenschappen en criteria staan vervolgens centraal.

Om te duiden welke onderdelen van het ecologisch kader extra kwetsbaar zijn, of juist relatief robuust, is de huidige toestand van de ecologie in en rond de Westerschelde in beschouwing genomen in paragraaf 0. Dit gebeurt per levensgemeenschap (bijvoorbeeld vissen, vogels, et cetera). Door de huidige toestand inzichtelijk te maken is duidelijk waar de kwetsbare punten liggen in het ecosysteem rond KCB. In paragraaf 6.5 gaan we in op verwachte veranderingen in de toekomstige milieusituatie, en hoe deze autonome factoren de ecologische toestand rond KCB kunnen beïnvloeden. Dit leidt tot een extrapolatie van de huidige toestand van de ecologie.

Tot slot hebben we in paragraaf 0 bovengenoemde informatie samengebracht. Dit leidt tot inzicht in waar de grootste aandachtspunten liggen voor MER Fase 2. We benadrukken dat het gaat om een indicatie. Beoordelingen in groter detail, welke onderdeel zijn van MER fase 2, zijn benodigd om te bepalen of effecten (wel of niet) acceptabel zijn.

Paragraaf 0 'Doorkijk MER Fase 2' bevat uiteindelijk de conclusie van het hoofdstuk ecologie. Hierbij agenderen we de belangrijkste ecologische aandachtspunten voor MER fase 2. Ook kennisleemten zijn geagendeerd, evenals aanvullende relevante zaken in het kader van vergunbaarheid en ecologie. De geagendeerde onderwerpen vormen een basis voor een ecologische beoordeling in MER fase 2.

6.2 Ecologisch kader

In deze paragraaf is het kader voor het hoofdstuk ecologie toegelicht. Aan de hand van dit kader zijn de milieueffecten van KCB op de ecologie inzichtelijk gemaakt.

In Nederland wordt de natuur beschermd middels verschillende kaders. We betrekken de volgende kaders:

- Natura 2000.
- Kaderrichtlijn Water.
- Flora en Fauna (beschermde soorten).
- Natuurnetwerk Zeeland.



Niet alle facetten van de natuur worden beschermd middels bovenstaande kaders. Het gaat veelal om een selectie van kenmerkende en gevoelige levensgemeenschappen, leefgebieden en soorten. Dit heeft als reden dat deze kenmerkende en gevoelige levensgemeenschappen, leefgebieden en soorten specifieke (leef)omstandigheden vereisen. Alleen wanneer deze (leef)omstandigheden op orde zijn en gewaarborgd blijven kunnen de gestelde doelstellingen behaald worden. Hierdoor profiteren minder gevoelige natuurwaarden vaak mee op de beschermde natuurwaarden. De selectie van relevante natuurwaarden is tevens toepasbaar op natuur over de grens. Soorten en leefgebieden houden immers geen rekening met landgrenzen.

We willen benadrukken dat de aangehaalde juridische natuurbeschermingskaders zijn gebruikt om een goede afspiegeling van relevante natuurwaarden rond KCB te verkrijgen en niet als concreet juridisch toetsingskader. Door de gevolgen van bedrijfsvoering met KCB aan dit 'ecologisch kader' te spiegelen wordt een representatief beeld verkregen van de mogelijke milieueffecten op het ecosysteem.

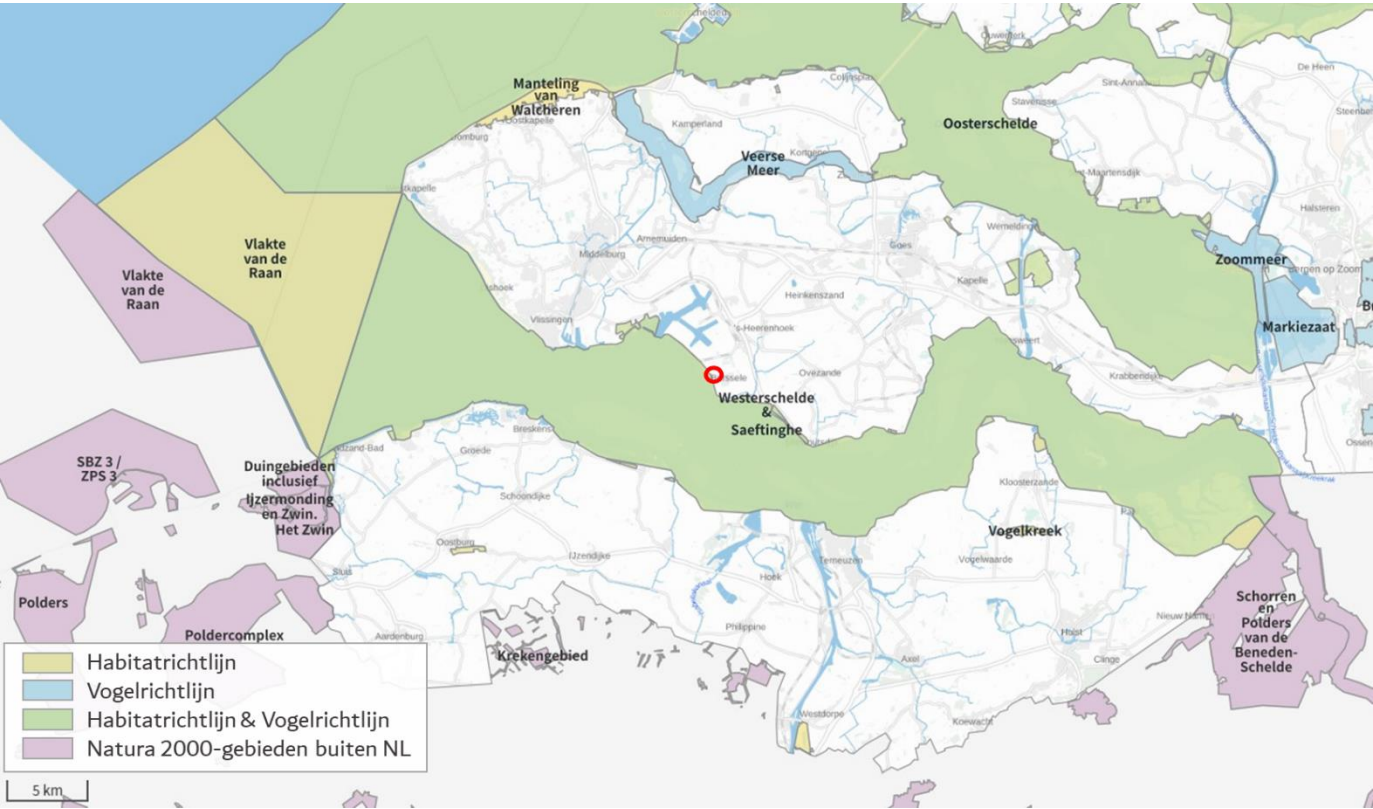
6.2.1 Natura 2000

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wijst Natura 2000-gebieden aan. Alle gebieden zijn geselecteerd op grond van het voorkomen van soorten en habitattypen (leefgebieden van soorten) die vanuit Europees oogpunt bescherming nodig hebben, bijvoorbeeld omdat zij een belangrijke functie vervullen in het ecosysteem. In ieder besluit tot aanwijzing van een Natura 2000-gebied zijn instandhoudingsdoelstellingen voor het betreffende gebied beschreven. Dit kunnen instandhoudingsdoelen zijn ten aanzien van de Vogelrichtlijn (vogels en hun leefgebied) en/of de Habitatrichtlijn (habitats en soorten anders dan vogels en hun leefgebied).

In Figuur 6-1 zijn de Natura 2000-gebieden rond KCB weergegeven. Het figuur laat zien dat er een ruim aantal Natura 2000-gebieden in de relatieve nabijheid van KCB liggen. Om een goed beeld te krijgen van de relevante natuurwaarden rond de KCB worden de natuurwaarden uitgelicht van het de direct aangrenzende Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe en het >20 km richting het westen gelegen Natura 2000-gebied Vlake van de Raan. Dit geeft een goed beeld van de natuurwaarden beschermd onder het kader Natura 2000 in de omgeving van KCB. Overige Natura 2000-gebieden kennen vaak veel overlap in beschermde natuurwaarden en worden niet uitgelicht.

Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe is zowel een habitatrichtlijn- als vogelrichtlijngebied. Hier gelden daarom instandhoudingsdoelen voor een groot aantal estuariene habitattypen, zoals 'Permanent overstroomde zandbanken', 'Slik- en zandplaten' en 'Grijze duinen'. Deze habitattypen zijn van belang voor tal van typerende mariene en estuariene soorten. Een deel van deze soorten zijn ook aangewezen als habitatrichtlijnsoorten, waarvoor doelstellingen gelden. Het gaat hier onder andere om trekvissoorten, zoals de zeeprink en fint, en zeezoogdieren, zoals gewone zeehond en bruinvis. Ook is er een groot aantal vogelrichtlijnsoorten aangewezen met instandhoudingsdoelen voor de Westerschelde. Het gaat om soorten die karakteristiek zijn voor het estuariene systeem van de Westerschelde. Het gaat om broedvogels zoals visdief, dwergstern en kluut, en niet-broedvogels zoals bergeend, steenloper en slechtvalk. Al deze habitattypen en habitatrichtlijn- en vogelrichtlijnsoorten vereisen dus specifieke estuariene (leef)omstandigheden en zijn daarmee kenmerkend voor de Westerschelde als ecosysteem. Deze soorten stellen specifieke eisen aan hun leefgebied, er moet bijvoorbeeld voldoende geschikt en kwalitatief voortplantings-, rust-, en/of foerageergebied beschikbaar zijn.

Natura 2000-gebied Vlake van de Raan is enkel aangewezen als habitatrichtlijngebied. Het habitatype 'Permanent overstroomde zandbanken' heeft instandhoudingsdoelen in dit gebied. Ook gelden er instandhoudingsdoelen voor grotendeels dezelfde estuariene/mariene habitatrichtlijnsoorten als in Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe.



Figuur 6-1 Natura 2000-gebieden rond KCB (rode cirkel). Basiskaart via aerius.calculator.nl

Voor activiteiten met invloed op een Natura 2000 gebied geldt een formeel referentiepunt. Normaliter vormt het moment van verlenen van een (vroegere) vergunning van die activiteit het referentiepunt. KCB beschikt echter niet over een vergunning voor natuur of milieu. Dit omdat de activiteiten van KCB al sinds 1973 op relatief soortgelijke wijze plaatsvinden. Er is hooguit sprake van technische aanpassingen van beperkte omvang. Zo is in 2013 bedrijfsduurverlenging (LTO = life time operation extension) doorgevoerd van de KCB tot en met 2033. In het voorliggende geval, waarbij geen natuurvergunning beschikbaar is, wordt de formele referentiesituatie ontleend aan het moment waarop de Habitatrictlijn en/of Vogelrichtlijn van toepassing werd(en) op de betreffende Natura 2000-gebieden rond KCB. Dit moment verschilt per aanwijzing van de Vogelrichtlijn (VR) en/of Habitatrichtlijn (HR) van ieder Natura 2000-gebied. In onderstaande lijst zijn de voor dit rapport relevante Natura 2000-gebieden genoemd:

• Westerschelde & Saeftinghe		
○ Onderdeel Westerschelde	VR 2000	HR 2004
○ Onderdeel Verdrongen Land van Saeftinghe	VR 1995	-
• Vlakte van de Raan	-	HR 2009
• Oosterschelde	VR 1989	HR 2004
• Yerseke en Kapelse Moer	VR 2000	HR 2004
• Manteling van Walcheren	-	HR 2004
• Voordelta	VR 2000	HR 2004
• Zwin & Kievitpolder	VR 1996	HR 2004
• Vogelkreek	-	HR 2004
• Groote Gat	-	HR 2004
• Canisvliet	-	HR 2004

Uit bovenstaande lijst wordt duidelijk dat de referentiedata verschillen per Natura 2000-gebied. Voor de overzichtelijkheid wordt in voorliggend document aangesloten op één referentiemoment voor de Vogelrichtlijn en één voor de Habitatrictlijn rond KCB. Hierbij is het moment van aanwijzing van het naast KCB gelegen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe gebruikt (VR 1995 en HR 2004). Aangezien dit geen uitschieters zijn ten opzichte van de overige momenten van aanwijzing, zijn deze momenten voldoende representatief.



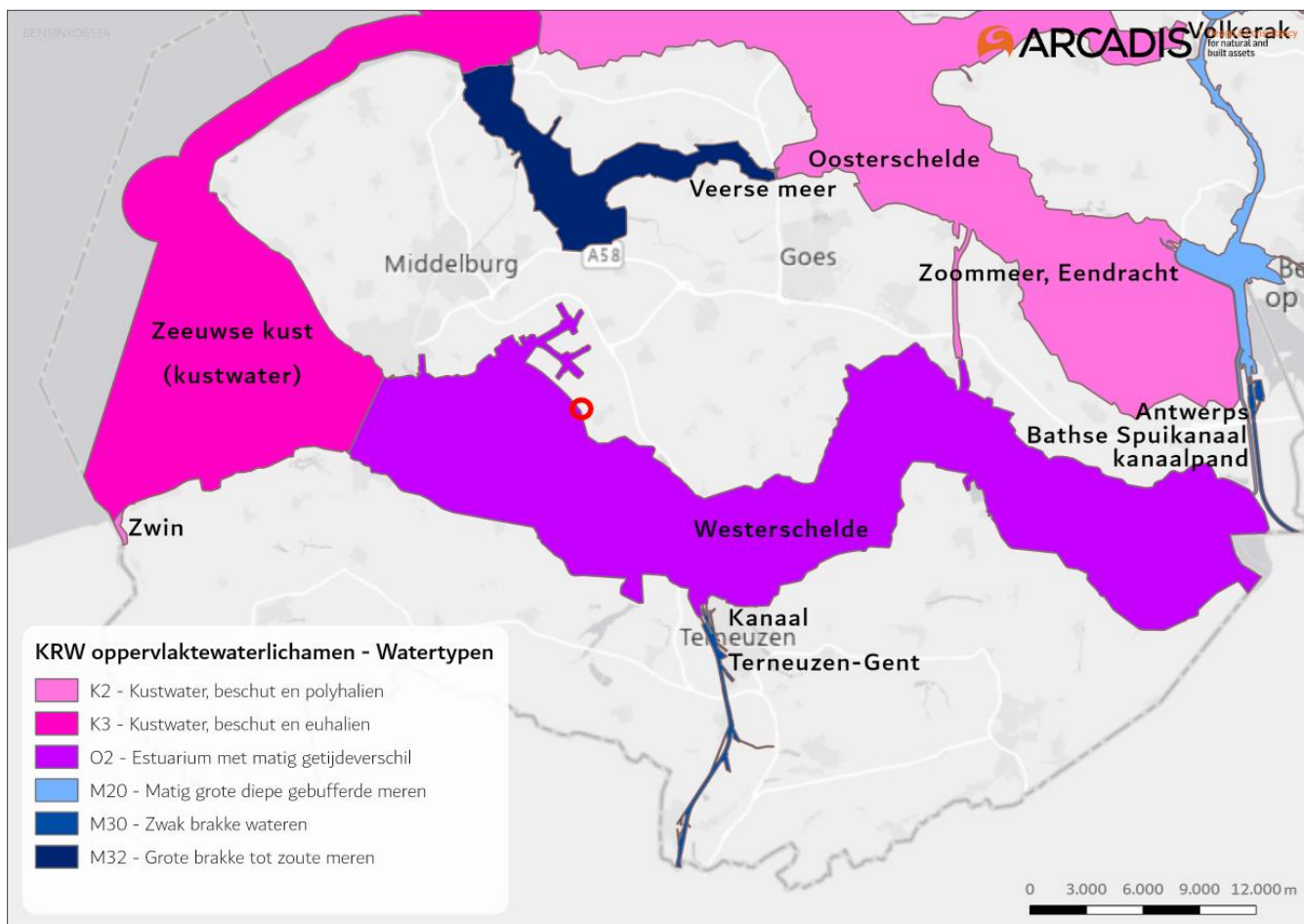
6.2.2 Kaderrichtlijn Water

Het doel van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is om de ecologische en chemische waterkwaliteit van waterlichamen te beschermen en duurzaam gebruik van waterlichamen te bevorderen. Hierbij is het doel dat alle KRW-waterlichamen in goede toestand verkeren. De toestand van KRW-waterlichamen is opgebouwd uit verschillende categorieën binnen zowel het biotische als het abiotische vlak. In voorliggend hoofdstuk ecologie worden enkel de biologische kwaliteitselementen behandeld, dit zijn vis, macrofauna, overige waterflora en fytoplankton.

Bij de toestand van de biologische kwaliteitselementen gaat het veelal om de kwantiteit en/of kwaliteit van de totale levensgemeenschap (bijvoorbeeld macrofauna of vis) in het totale KRW-waterlichaam. De toestand wordt, afhankelijk van het watertype, bepaald op basis van monitoring van o.a. de soortenamenstelling, soortenrijkdom, soortendiversiteit en/of abundantie op representatieve meetpunten door het gehele waterlichaam (STOWA, 2018). Het gaat bij de KRW dus niet zozeer om individuele (zeldzame) soorten, maar om gehele levensgemeenschappen. De toestand wordt omvat in één score: de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR-score). De EKR-score loopt van 0 tot en met 1. Afhankelijk van de EKR-score valt de toestand in de klasse 'goed', 'matig', 'ontoereikend' of 'slecht'. De grenzen voor deze klassen kunnen verschillen per KRW-waterlichaam.

In Figuur 6-2 zijn de KRW-waterlichamen rond KCB weergegeven. KCB grenst aan KRW-waterlichaam Westerschelde. Richting het westen gaat KRW-waterlichaam Westerschelde over in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater). De doelen voor beide waterlichamen worden daarom in beschouwing genomen in voorliggend document.

KRW-waterlichaam Westerschelde behoort tot het watertype O2(a), oftewel '*Estuarium met matig getijverschil (met getijstrooming en/of zonder dominant effect van scheepvaart)*'. KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) behoort tot het watertype K3, oftewel '*Kustwater, open en euhalien*'. Het verschil in type maakt dat er voor beide waterlichamen verschillende doelen gelden, welke tevens op (licht) verschillende wijze opgebouwd zijn. Voor KRW-waterlichaam Westerschelde zijn alle vier de biologische kwaliteitselementen van toepassing: fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis. Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) zijn twee biologische kwaliteitselementen van toepassing: fytoplankton en macrofauna.



Figuur 6-2 KRW-waterlichamen rond KCB (rode cirkel). In Belgische wateren zijn ook KRW-waterlichamen gelegen, deze zijn niet weergegeven op de kaart.

6.2.3 Flora en Fauna

In de Omgevingswet zijn een groot aantal soorten beschermd onder de noemer 'Flora en Fauna'. De beschermde soorten zijn verdeeld over drie beschermingscategorieën, bij iedere categorie zijn enkele voorbeelden gegeven van soort(groep)en:

- **Vogelrichtlijnsoorten** (Europees niveau): Alle van nature in het wild levende vogels. Het gaat dus om alle soorten.
- **Habitatrichtlijnsoorten** (Europees niveau). Een selectie van nature in het wild levende dieren en planten. Het gaat om soorten die op Europees niveau bescherming nodig hebben, bijvoorbeeld omdat het natuurlijk voortbestaan van gezonde populaties bedreigd wordt. Het gaat om een groot aantal soorten binnen soortgroepen zoals (trek)vissen, zeezoogdieren, vleermuizen, planten, insecten, amfibieën en grondgebonden zoogdieren.
- **Andere soorten** (Nationaal beschermde soorten, § 11.2.4 Bal): Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, zijn er ook soorten op nationaal niveau beschermd. Het gaat hierbij om soorten die in Nederland zeldzaam en/of bedreigd zijn, waardoor het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. Het gaat wederom om groot aantal soorten binnen verschillende soortgroepen zoals hierboven ook zijn genoemd.

De beschermde soorten hebben vanuit het kader Flora en Fauna geen specifieke doelstellingen. De beschermde status geeft wel aan dat hun voortbestaan in enige mate onder druk staat, bijvoorbeeld omdat de specifieke leefomstandigheden die zij vereisen niet (meer) voldoende beschikbaar zijn. Daarom is rekening gehouden met de natuurwaarden beschermd onder het kader Flora en Fauna.

6.2.4 Natuurnetwerk Nederland

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN) is het Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het NNN heeft als doel natuurgebieden beter te verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied. Ook is het doel om de natuurwaarden van de NNN-gebieden te handhaven. Binnen provincie Zeeland wordt het NNN ook wel Natuurnetwerk Zeeland (NNZ) genoemd. Het NNZ omvat vier categorieën waarvoor natuurwaarden zijn gespecificeerd in de vorm van wezenlijke kenmerken en waarden:

- Bestaande natuur (inclusief deltawater).
- Agrarisch gebied van ecologische betekenis.
- Nieuwe natuur.
- Natuurprojecten (compensatieprojecten en gebiedsgerichte projecten).

In Figuur 6-3 en Figuur 6-4 is het NNZ rond KCB weergegeven. Het NNZ is onderverdeeld in de eerdergenoemde categorieën en onderverdeeld in beheertypen.

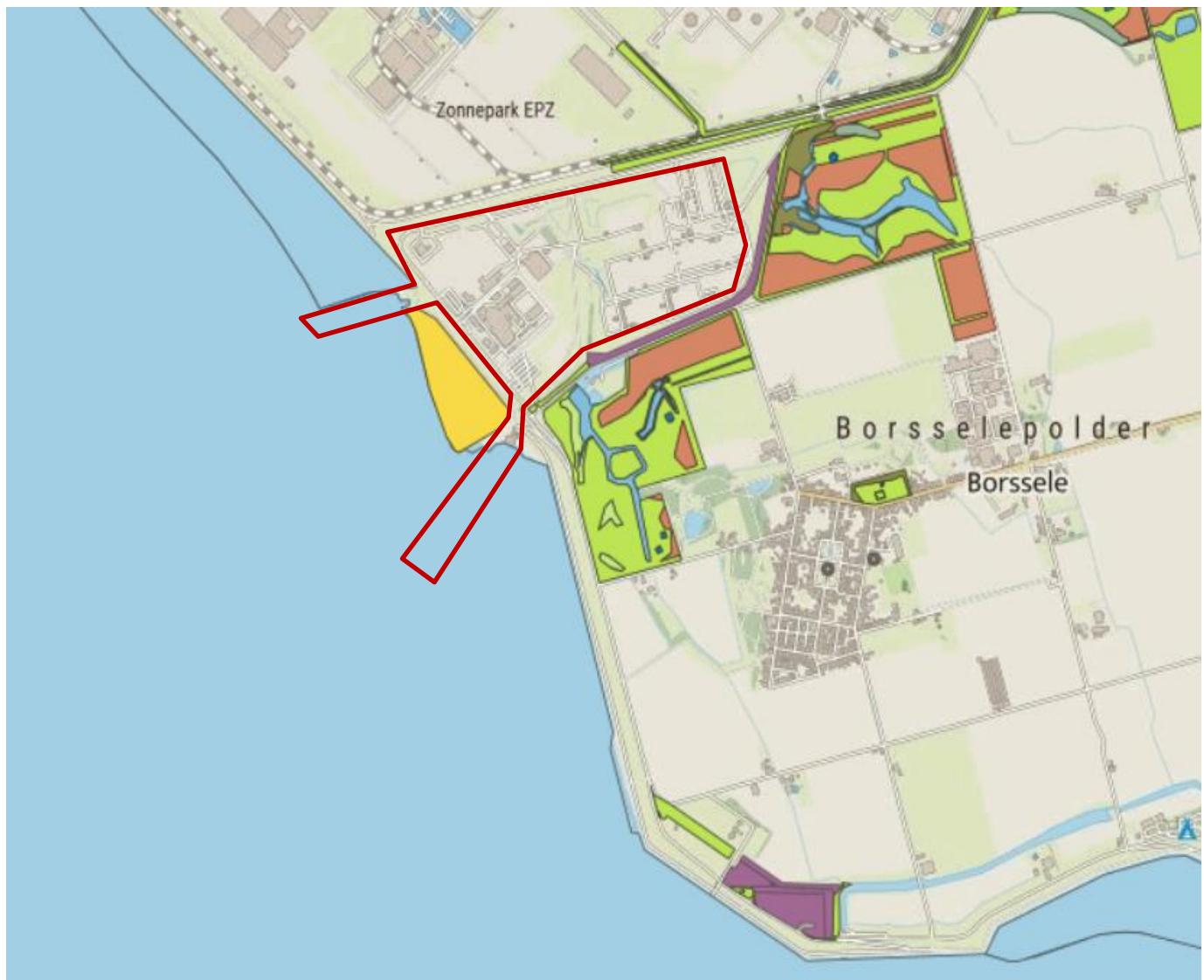
Alle grote wateren, waaronder de Zuidwestelijke Delta, behoren tot de categorie Bestaande natuur deltawateren. In plaats van de provincie is het Rijk systeemverantwoordelijke voor de natuur in de grote wateren³². Het Rijk waarborgt de natuurwaarden in deze grote wateren middels de eerder toegelichte doelen onder de KRW, Natura 2000 en via de bescherming van Flora en Fauna. Als gevolg hiervan is het NNZ als ecologisch kader niet relevant voor de grote wateren.

Voor natuur op land is het NNZ wel van belang als ecologisch kader. Hierbij is het doel dus dat de bestaande natuurwaarden binnen het NNZ behouden blijven. Het gaat dan om de kenmerken en waarden behorend bij de beheertypen op land, zoals afgebeeld in Figuur 6-4. Als voorbeeld belangrijke kenmerken van het beheertype 'N08.01 Strand en embryonaal duin' (Figuur 6-4: geel areaal nabij in- en uitstroom) onder andere het aantal aanwezige kwalificerende (kenmerkende) planten en broedvogels en de mate van belasting door stikstofdepositie.



Figuur 6-3 Natuurnetwerk Zeeland, onderverdeeld in de eerdergenoemde categorieën, rond KCB (globaal omkaderd in rood). Volgens Natuurbeheerplan Zeeland 2024 via <https://kaarten.zeeland.nl/map/atlasvanzeeland>

³² www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/natuurnetwerk-nederland



A01.01: Weidevogelgebied	N04.02: Zoete plas	N12.04: Zilt- en overstromingsgrasland
A02.01: Botanisch waardevol grasland	N04.03: Brak water	N12.05: Kruiden- en faunarijke akker
L01.01: Poel en klein historisch water	N04.04: Afgesloten zeearm	N12.06: Ruigteveld
L01.02: Houtwal en houtsingel	N05.02: Gemaaid rietland	N13.01: Vochtig weidevogelgrasland
L01.03: Elzensingel	N05.04: Dynamisch moeras	N14.01: Rivier- en beekbegeleidend bos
L01.05: Knip- of scheerheg	N06.01: Veenmosrietland en moerasheide	N14.02: Hoog- en laagveenbos
L01.06: Struweelhaag	N06.05: Zwakgebufferd ven	N14.03: Haagbeuken- en essenbos
L01.07: Laan	N08.01: Strand en embryonaal duin	N15.01: Duinbos
L01.08: Knotboom	N08.02: Open duin	N15.02: Dennen-, eiken-, en beukenbos
L01.09: Hoogstamboomgaard	N08.03: Vochtige duinvallei	N16.03: Droog bos met productie
L16.01: Bossingel	N08.04: Duinheide	N16.04: Vochtig bos met productie
L02.01: Fortterrein	N09.01: Schor of kwelder	N17.03: Park- en stinzenbos
L02.02: Historisch bouwwerk en erf	N10.02: Vochtig hooiland	N17.04: Eendenkooi
N01.01: Zee en wad	N11.01: Droog schraalland	N17.06: Vochtig en hellinghakhout
N01.02: Duin- en kwelderlandschap	N12.01: Bloemdijk	
N01.03: Rivier- en moeraslandschap	N12.02: Kruiden- en faunarijke grasland	
	N12.03: Glanshaverhooiland	

Figuur 6-4 Natuurnetwerk Zeeland onderverdeeld in beheertypen rond KCB (globaal omkaderd in rood). Volgens Natuurbeheerplan Zeeland 2024 via <https://kaarten.zeeland.nl/map/atlasvanzeeland>



6.3 Criteria

In dit hoofdstuk zijn de mogelijke milieueffecten van het bedrijven van KCB die relevant zijn in het kader van ecologie beknopt toegelicht. Het gaat om de mogelijke milieueffecten zoals weergegeven in Tabel 6-1. Het doel van deze paragraaf is om van alle gevolgen voldoende informatie te geven, zodat dit in paragraaf 0 gebruikt kan worden om de milieueffecten inzichtelijk te maken. De gevolgen zijn hierna criteria genoemd.

Tabel 6-1 Gevolgen (hierna criteria) die worden behandeld in het kader van ecologie

Gevolg / Criterium Toelichting

Onttrekken en lozen van koelwater	Het onttrekken van koelwater, het mechanisch filteren van koelwater, en het lozen van (opgewarmd) koelwater tijdens de reguliere bedrijfssituatie van KCB
Verstoring en aantasting	Productie van geluid, licht en/of bewegingen boven- en onderwater tijdens reguliere bedrijfsvoering van KCB. Ook fysieke aantasting tijdens beweging of anderszijds gebruik van materieel valt binnen dit criterium. Het gaat daarmee of verstoring en/of aantasting van leef-/groeigebied, dieren en/of planten.
Vertroebeling en sedimentatie	Het in suspensie brengen van sediment (vertroebeling) en het op termijn weer neerslaan van sediment (sedimentatie). Vooral relevant voor KCB als gevolg van bagger- en verspreidingswerkzaamheden.
Verontreiniging	Het vrijkomen van gebiedsvreemde stoffen in het milieu, exclusief radioactieve stoffen, tijdens de reguliere bedrijfssituatie van KCB.
Radiologie	Het vrijkomen van radioactieve stoffen tijdens de reguliere bedrijfssituatie van KCB.
Stikstofdepositie	Het vrijkomen van stikstofhoudende gasen (NO _x en/of NH ₃) bij de inzet van materieel, zoals voertuigen en aggregaten. De stikstof slaat op termijn neer in de omgeving, dit heet stikstofdepositie.

De criteria zijn allen gebaseerd op de reguliere bedrijfssituatie van KCB. Waar mogelijk is verwezen naar de andere hoofdstukken, bijvoorbeeld in het kader van hydrologie. Dit om de informatie uit andere disciplines in dit hoofdstuk zo min mogelijk te herhalen.

De volgende informatie komt aan bod voor ieder criterium:

- **Potentiële invloed op de biotiek:** De invloed die het betreffende criterium in potentie kan hebben op de biotiek en op welke wijze dit gebeurt.
- **Situatie KCB:** De mate waarin het betreffende criterium vrijkomt bij de activiteiten van KCB.
- **Raakvlakken met het ecologisch kader:** De raakvlakken die het criterium heeft met het ecologisch kader (paragraaf 6.2). Wanneer er raakvlakken zijn wordt de milieueffect bepaald daarvoor. Waar geen raakvlakken zijn liggen milieueffecten niet in de lijn der verwachting of zijn deze op voorhand verwaarloosbaar. In dat geval is het criterium niet verder behandeld.

Na behandeling van alle criteria volgt in paragraaf 6.3.7 een samenvattend overzicht van de raakvlakken tussen de criteria en het ecologisch kader.

6.3.1 Onttrekken en lozen van koelwater

6.3.1.1 Potentiële invloed op de biotiek

Inzuigen en mechanisch filteren van koelwater

Het inzuigen en mechanisch filteren van koelwater kan leiden tot het doden van individuen (zoals één of meerdere vissen). Bij grote aantallen kan dit leiden tot beïnvloeding van soorten op populatieniveau en de interacties in het (lokale) ecosysteem.



Bij het inzuigen van koelwater worden ook organismen ingezogen. Afhankelijk van het formaat belanden deze in de aanwezige filters. Het gaat met name om levensgemeenschappen en levensstadia met een hooguit zwakke zwemcapaciteit, zoals fytoplankton, zoöplankton en kleinere vissoorten (Bruijs & Taylor, 2011). De groep zoöplankton omvat ook larven en eieren van tal van aquatische diersoorten binnen de groepen macrofauna, vis, en aquatische ongewervelden. De eieren en larven komen gesuspendeerd voor in de waterkolom, waarbij ze zich laten meevoeren met de stroming. De organismen die in de koelwaterstroom belanden krijgen te maken met turbulentie en relatief snelle temperatuurverhoging van hun omgeving. Hierdoor zal een aandeel van de ingezogen organismen het niet overleven. Wanneer grote hoeveelheden water en de daarin voorkomende flora en fauna wordt ingezogen kan dit een effect hebben op populatieniveau (Bruijs & Taylor, 2011; Vriese et al., 2012), en daarmee op de interacties in de voedselketen binnen het lokale ecosysteem. Dit kan leiden tot zekere milieueffecten.

Lozen van (verwarmd) koelwater

Het lozen van verwarmd koelwater kan leiden tot de beïnvloeding van het lokale ecosysteem.

Het lozen van verwarmd koelwater zorgt lokaal rond het uitlaatpunt voor een verandering in abiotische factoren. De temperatuur van het water is hier hoger. Sommige soorten prefereren dergelijke omstandigheden of zijn hier voldoende tolerant voor, andere soorten zijn hier juist minder op aangepast en vermijden deze omstandigheden. Dit kan lokaal leiden tot verandering in dichtheden, biomassa en soortensamenstelling van bepaalde soort(groep)en of levensgemeenschappen (IAEA, 1980), waardoor sprake kan zijn van milieueffecten.

6.3.1.2 Onttrekken en lozen van koelwater door KCB

De hoeveelheden van het te onttrekken en te lozen koelwater voor KCB is geregeld via de watervergunning (kenmerk: RWS/218-48580).

Vanuit de Westerschelde wordt koelwater ingenomen in het koelwaterinlaatgebouw, waar het koelwatersysteem zich splitst in een hoofdkoelwatersysteem (67.000 m³/h) en een nood- en nevenkoelwatersysteem (4.200 m³/h). Voordat het koelwater de hoofd- en nevenkoelwaterpompen bereikt, wordt het eerst mechanisch gefilterd middels roosters van zeer grof naar zeer fijn. Alles wat in de roosters terecht komt wordt uit het water gefilterd. Er is geen vis-retoursysteem.

Het onttrekken van koelwater voor het hoofdkoelwatersysteem vindt altijd plaats, met uitzondering van de splijststofwisselperiode. Dit proces vindt enkele weken per jaar aaneengesloten voor 3 tot 6 weken plaats. Het onttrekken van koelwater voor het nood- en nevenkoelwatersysteem vindt wel 365 dagen per jaar 24 uur per dag plaats.

Bij het koelwateruitlaatgebouw komen de twee systemen weer samen waarna het opgewarmde koelwater weer op de Westerschelde wordt geloosd middels overstort. In artikel 5 van de watervergunning wordt gesteld dat het te lozen water een maximum debiet heeft van 23,2 m³/s (83.520 m³/h). Als gevolg van de turbulentie tijdens het overstorten is het geloosde water relatief zuurstofrijk.

De watervergunning stelt geen limiet aan de temperatuur van het teruggevoerde koelwater. Er is wel een limiet voor de maximale warmte (de hoeveelheid over te dragen energie): 980 MW_{th}. De maximale temperatuur van het teruggevoerde koelwater is daarmee afhankelijk van de temperatuur van het aangezogen water. Uit het meest recente milieujaarverslag blijkt dat de warmte-emissie naar de Westerschelde in 2022 gemiddeld 807 MJ/s bedroeg. Dit komt overeen met een verhoging van gemiddeld 10,3 °C ten opzichte van de temperatuur van het oppervlaktewater.

6.3.1.3 Raakvlakken met ecologisch kader

Met de hoeveelheden waarmee KCB koelwater inzuigt en (verwarmd) weer loost op de Westerschelde kunnen zich verschillende milieueffecten voordoen. Er bestaat een risico op het beschadigen of doden van individuen door inzuiging. Ook bestaat er een risico op beïnvloeding van soorten op populatieniveau en beïnvloeding van interacties in het (lokale) ecosysteem, met name voor soorten die macrofauna en/of vis als hoofdvoedsel hebben. Dit staat in verband met onderstaande aspecten van het ecologisch kader:

- **Natura 2000**
 - Habitattypen: Kwaliteit van habitattypen in water en intergetijdzone (via beïnvloeding aanwezige karakteristieke soorten en kenmerken van een goede structuur en functie).
 - Habitatrichtlijnsoorten: Trekvis, Zeezoogdieren.
 - Vogelrichtlijnsoorten: Broed- en niet-broedvogels.



- Flora en Fauna
 - Trekvissen (houting en steur).
- KRW
 - Fytoplankton.
 - Macrofauna.
 - Vis.

6.3.2 Verstoring en aantasting

6.3.2.1 Potentiële invloed op de biotiek

Geluid, licht en aanwezigheid van bewegend materieel of personen (visuele verstoring) kan leiden tot verstoring. Verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren leefgebieden voor kortere of langere tijd vermijden. Uiteindelijk kan dit leiden tot het achterblijven van de reproductie of tot een toename van sterfte (Hawkins & Popper, 2017). Soorten kunnen wel gewenning en/of tolerantie gaan vertonen voor verstoring wanneer deze continue of regelmatige aard is (Krijgsveld et al., 2022).

Daarnaast kan het gebruik van materieel, zoals voertuigen, leiden tot aantasting van leefgebied, dieren en/of planten. Hierbij kunnen dieren en planten worden beschadigd of gedood. Ook kan aantasting leiden tot het tijdelijk of permanent ongeschikt raken van leef-/groeigebied.

6.3.2.2 Verstoring door KCB

Bovenwater

Dagelijkse verplaatsingen van personeel, voertuigen en materieel op het terrein van KCB vormen een belangrijke bron van verstoring door geluid, licht en/of bewegingen en aantasting. Ter indicatie is voor het onderdeel stikstofdepositie een AERIUS-berekening uitgevoerd, waarbij als uitgangspunt is gehanteerd dat er per etmaal 250 personenauto's en 29 vrachtauto's het terrein betreden (zie Bijlage 2).

De productie van geluid is gereguleerd via de kernenergiewetvergunning in voorschriften G82 t/m G88. Het belangrijkste voorschrift is G82. Hieruit blijkt dat er maximale waarden gelden tot 62 dB(A). Ook geldt volgens de Handreiking industrielaawaai en vergunningverlening (revisievergunning punt 5.4.8) dat er 'gestreefd moet worden naar' het voorkomen van maximale geluidsniveaus die meer dan 10 dB boven het aanwezige equivalente niveau uitkomen, met een grenswaarde van 70, 65, 60 dB(A) voor respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode. Deze waarden gelden ter plaatse van de gevels van woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen. De dichtstbijzijnde woning is op 250 meter afstand gelegen.

Concrete informatie over verstoring van verlichting tijdens reguliere bedrijfsvoering van KCB is niet beschikbaar. Als uitgangspunt wordt aangehouden dat het terrein buiten de daglichtperiode verlicht wordt.

Concluderend is er over de mate van verstoring en aantasting bovenwater geen volledig dekkende informatie beschikbaar. Als uitgangspunt wordt aangenomen dat verstoring door geluid, licht en/of bewegingen en aantasting in ieder geval dagelijks in enige mate plaatsvindt op en direct rond het terrein van KCB.

Onderwater

Bij het jaarlijks baggeren van het koelwaterinlaatkanaal (verder toegelicht in paragraaf 6.3.3) zal ook onderwaterverstoring optreden, onder andere door de scheepsmotoren en het baggeren zelf. Rond de koelwater in- en uitlaten kan ook sprake zijn van enige onderwaterverstoring door verhoogde geluidsniveaus wegens het turbulente water. De milieueffecten hiervan worden op voorhand verwaarloosbaar geacht. KCB is namelijk gelegen op korte afstand van de vaargeul van de Westerschelde, waar voortdurend grote zeewaardige schepen varen. Ook de Sloehaven ligt op relatief korte afstand. Onderwaterverstoring wordt daarom niet verder in beschouwing genomen.

6.3.2.3 Raakvlakken met ecologisch kader

De verstoring en aantasting die veroorzaakt wordt tijdens reguliere bedrijfsvoering van KCB is in beperkte mate duidelijk. Worst-case zijn er raakvlakken met onderstaande aspecten van het ecologisch kader:

- Natura 2000
 - Habitatrichtlijnsoorten: Gewone en grijze zeehond.
 - Vogelrichtlijnsoorten: Broed- en niet-broedvogels.



- Flora en Fauna
 - Flora (o.a. glad biggenkruid en bergnachtorchis).
 - Vogels (o.a. diverse soorten algemene broedvogels en kustbroedvogels).
 - Vleermuizen (o.a. gewone dwergvleermuis).
 - Grondgebonden zoogdieren (o.a. haas en marterachtigen).
 - Zeezoogdieren (o.a. gewone zeehond).
 - Amfibieën (o.a. rugstreeppad).
- NNN
 - Omliggend NNZ-gebied: Wezenlijke kenmerken en kwaliteiten.

Relevante autonome omstandigheden

De verstoring en aantasting die plaatsvindt bij reguliere bedrijfsvoering van KCB is relatief beperkt is ten opzichte van overige versturende factoren in de omgeving. KCB is gelegen naast het omvangrijke en drukke industriële gebied rond de Sloehaven. De verstoringgevoelige biotiek in de Westerschelde heeft hier in zekere mate mee (moeten) leren leven en zal hier in zekere mate tolerant voor zijn. Hier wordt rekening mee gehouden voor het bepalen van de milieueffecten later in dit hoofdstuk.

6.3.3 Vertroebeling en sedimentatie

6.3.3.1 Potentiële invloed op de biotiek

Vertroebeling

Vertroebeling kan leiden tot minder doorzicht aan het wateroppervlak, een direct gevolg hiervan is dat de primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) wordt geremd. Ook kan hierdoor het foerageersucces van zichtjagende fauna (vogels, vissen) negatief worden beïnvloed. Daarnaast kan vertroebeling er onder andere toe leiden dat filterfeeders (organismen die leven van plankton en ander in het water zwevend organisch materiaal) in hun voedselopname worden geremd (Essink et al., 1990; Kiørboe et al., 1981; Wilber & Clarke, 2001). Ook kunnen trekvisen mogelijk hinder ondervinden van vertroebeling wanneer zij een vertroebeld gebied als een barrière ervaren (Bisson & Bilby, 1982).

Sedimentatie

Sedimentatie kan een direct effect hebben op het aanwezige bodemleven. Bij een te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking hiervan (Bijkerk, 1988; Baan et al., 1998; Rozemeijer & Smith, 2017). Dit kan een effect hebben op de bodemdierensamenstelling (Harvey et al., 1998), wat vervolgens weer kan doorwerken op de voedselvoorraad voor vissen en foeragerende vogels. Sedimentatie kan er ook voor zorgen dat versnelde ophoging plaatsvindt van schorren en slikken in de omgeving, waardoor deze habitattypen met een onnatuurlijke snelheid veranderen.

6.3.3.2 Vertroebeling en sedimentatie door KCB

KCB beschikt over een vergunning Waterwet voor het jaarlijks verspreiden van 90.000 m³ baggerspecie in de daarvoor bestemde stortvakken in de Westerschelde (Wtw14221/RWS -2013/44347). De baggerspecie is afkomstig uit het koelwaterinlaatkanaal. Het baggeren van het koelwaterinlaatkanaal is noodzakelijk omdat zich in deze relatief laagdynamische havenkom voortdurend sediment ophoopt afkomstig uit de Westerschelde. Dit is een natuurlijk proces. Met het baggeren blijft de aanvoercapaciteit van koelwater door het kanaal gegarandeerd. De hoeveelheden die in praktijk worden gebaggerd en verspreid zijn lager dan het maximum en zijn weergegeven in Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Overzicht van de baggerspecie die jaarlijks gebaggerd is uit het koelwaterinlaatkanaal en verspreid is op de Westerschelde, het gaat om de periode 2018 t/m 2022

Jaarlijkse gebaggerde en verspreide baggerspecie (m ³)					
2018	2019	2020	2021	2022	Jaarlijks gemiddelde
51.502	17.391	45.805	52.789	31.948	39.887



De lichtste deeltjes in het sediment (het slib) kunnen lange tijd in suspensie blijven. Vertroebelingspluimen als gevolg van het storten van sediment in de westelijke Westerschelde strekken zich uit tot een tiental kilometers oost- en westwaarts van de verspreidingslocatie (met het op- en afgaand tij mee) (Van Kessel et al., 2013a). Na kort- of langdurend transport door het getij kan het slib door de gehele Westerschelde belanden (Baptist et al., 2006). Het slib bezinkt vooral permanent op de relatief laagdynamische delen binnen de Westerschelde. Dit zijn vooral de havens, in mindere mate bijvoorbeeld ook luwe delen van oevers en platen en slikken (Van Kessel et al., 2013b). Het aandeel zwaardere deeltjes in het sediment (het zand) is zwaarder en bezinkt daarom relatief snel en lokaal. Dit blijkt ook uit de simulaties van Van Kessel et al. (2013a). De verspreiding van zand blijft binnen enkele kilometers van het betreffende verspreidingsvak.

6.3.3.3 Raakvlakken met ecologisch kader

Met de hoeveelheden waarmee sediment wordt gebaggerd en geloosd ten behoeve van KCB-koelwaterinlaat kan sprake zijn van milieueffecten. Er bestaat een risico op het doden van macrofauna, beïnvloeding van soorten op populatieniveau en beïnvloeding van interacties in het (lokale) ecosysteem, met name voor soorten die macrofauna of vis als hoofdvoedsel hebben. Dit staat in verband met onderstaande aspecten van het ecologisch kader:

- Natura 2000
 - Habitattypen: Kwaliteit van habitattypen in water en intergetijdezone (via beïnvloeding aanwezige karakteristieke soorten en kenmerken van een goede structuur en functie).
 - Habitatrichtlijnsoorten: Trekvis, Zeezoogdieren.
 - Vogelrichtlijnsoorten: Broed- en niet-broedvogels (zichtjagende vis- en macrofaunaeters).
- Flora en Fauna
 - Trekvis (houting en steur).
 - Vogels (zichtjagende vis- en macrofaunaeters).
- KRW
 - Fytoplankton.
 - Overige waterflora.
 - Macrofauna.
 - Vis.

Relevante autonome omstandigheden

De vertroebeling en sedimentatie die plaatsvindt bij reguliere bedrijfsvoering van KCB is relatief beperkt ten opzichte van vertroebeling en sedimentatie in de Westerschelde in de autonome situatie. De Westerschelde kent als estuarium een relatief hoge concentratie zwevende stof (vertroebeling) welke tevens onderhevig is aan een grote variatie (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023a). De variatie in troebelheid komt onder andere door de natuurlijke variatie in afvoer van de Schelde en stromachtige omstandigheden. Bovendien worden alle havenbekkens en de vaargeul op regelmatige basis gebaggerd, waardoor jaarlijks meerdere miljoenen m³ baggerspecie wordt verspreid in de Westerschelde (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2023a). De biotiek in de Westerschelde heeft (moeten) leren leven met dergelijke omstandigheden en zal daardoor in zekere mate bestand moeten tegen pieken in vertroebeling en sedimentatie. Hier wordt rekening mee gehouden voor het bepalen van de milieueffecten later in dit hoofdstuk.

6.3.4 Verontreiniging

6.3.4.1 Potentiële invloed op de biotiek

De invloed van verontreinigde stoffen op de biotiek is sterk afhankelijk van de soort verontreinigde stof en concentratie daarvan. De ophoping van verontreinigingen in dierlijk weefsel kan leiden tot o.a. oxidatieve stress, afsterven van cellen (apoptose), verstoring van het hormoonstelsel en het fragieler worden van botten en eierschalen. Dit kan leiden tot negatieve effecten op reproductie, groei, ontwikkeling (larven, organen e.d.) (Newman, 2009). Door biomagnificatie of -accumulatie hopen sommige toxische stoffen zich op in hoger trofische niveaus van de voedselketen. De dieren krijgen via consumptie van diersoorten lager in de voedselketen telkens verontreinigde stoffen binnen, welke zich ophopen in hun lichaam. De hoogste concentratie verontreinigde stof is daarom te verwachten in de toppredatoren, zoals zeezoogdieren of visetende vogel- en vissoorten. Al met al kan verontreiniging leiden tot effecten op populaties van soorten en het ecosysteem.



6.3.4.2 Verontreiniging door KCB

Middels lozing koelwater

Om de processen van KCB op een goede wijze plaats te laten vinden worden verschillende hulpstoffen toegepast. De verbruikte proceshulpstoffen kunnen gedeeltelijk worden teruggewonnen of opgevangen in afvalstromen. Een ander deel kan niet worden afgevangen en wordt via de koelwaterstroom geloosd op het oppervlaktewater van de Westerschelde. Het gaat om de stoffen Nalco TRAC, IJzersulfaat, Chloor(bleekloog), Hydrazine, Ammoniak, Boorzuur, CZV. Dit zijn onder andere hulpstoffen die corrosie van het koelwatersysteem en aangroei van organismen ('biofouling') moeten onderdrukken. De maximale concentraties waarop de stoffen mogen toegepast en de maximale te lozen volumes per jaar zijn geregeld via de watervergunning (kenmerk: RWS/218-48580). Dit wordt samen met de hoeveelheden die in de praktijk worden de stoffen geloosd op de Westerschelde nader behandeld in Hoofdstuk x Water.

Middels baggeren en verspreiden

Het sediment dat jaarlijks uit het koelwaterinlaatkanaal wordt gebaggerd en in een stortvak op de Westerschelde wordt verspreid kan in potentie verontreinigde stoffen bevatten. Door het baggeren en verspreiden wordt het sediment weer (gedeeltelijk) in suspensie gebracht.

Het sediment dat gebaggerd en verspreid wordt is afkomstig uit de Westerschelde en is door sedimentatie beland in het relatief laagdynamische koelwaterinlaatkanaal. Dit is een natuurlijk proces, de Westerschelde is een sedimentdelend watersysteem waarin sediment vrij wordt uitgewisseld tussen locaties door stroming, wind en getij. Bij het baggeren en verspreiden wordt dus slib verplaatst dat sinds de baggerwerkzaamheden van het jaar daarvoor in het koelwaterinlaatkanaal is gesedimenteerd. Het is niet uitgesloten dat dit slib (normoverschrijdende) verontreinigingen bevat. Het is immers bekend dat er diverse normoverschrijdende verontreinigde stoffen aanwezig zijn in de Westerschelde, zoals diverse soorten PFAS en zware metalen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023). Veel van deze stoffen binden zich aan slib. Het opbaggeren en verspreiden van verontreinigingen in historische bodemlagen is wel uitgesloten, dit aangezien enkel de gesedimenteerde sliblaag van het jaar daarvoor wordt opgebaggerd.

6.3.4.3 Raakvlakken met ecologisch kader

De verontreinigde stoffen die vrijkomen bij de activiteiten van KCB kunnen diverse milieueffecten hebben. Verontreinigde stoffen kunnen diverse directe en indirecte effecten veroorzaken voor individuen en populaties, mogelijk leidend tot verminderde reproductie of overlevingskansen. Dit staat in verband met onderstaande aspecten van het ecologisch kader:

- Natura 2000
 - Habitattypen: habitattypen in water en intergetijdezone.
 - Habitatrichtlijnsoorten: Trekvissen, zeezoogdieren.
 - Vogelrichtlijnsoorten: Broed- en niet-broedvogels.
- Flora en Fauna
 - Trekvissen (houting en steur).
 - Zeezoogdieren.
 - Vogels in verbinding met aquatische milieu.
- KRW
 - Fytoplankton.
 - Overige waterflora.
 - Macrofauna.
 - Vis.

6.3.5 Radiologie

6.3.5.1 Potentiële invloed op de biotiek

De invloed van radioactieve stoffen op de biotiek is onder meer afhankelijk van de activiteit van de stof en duur van de blootstelling. Bij een hoge activiteit en/of te lange blootstelling kunnen veranderingen optreden in o.a. de groei, ontwikkeling en voortplantingscapaciteit van biota (Cannon & Kiang, 2020; Geras' kin et al., 2016; Woodwell, 1962). Op deze manier kan de aanwezigheid van radioactieve stoffen in het milieu ook doorwerken op de voedselketen en het ecosysteem.



6.3.5.2 Radiologische emissie en straling door KCB

In hoofdstuk 7 Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering en hoofdstuk 8 Nucleaire Veiligheid is uitvoerig aandacht besteed aan de mate waarin sprake is van radiologische emissie en straling als gevolg van de bedrijfsvoering van KCB. Hier wordt naar terugverwezen. In het hoofdstuk wordt, na overweging van de vrijkomende emissie en straling, geconcludeerd dat niet aannemelijk is dat de bedrijfsvoering van KCB milieueffecten heeft voor biota.

6.3.5.3 Raakvlakken met ecologisch kader

Er zijn geen raakvlakken met het ecologisch kaders aangezien effecten voor op biota van radiologische emissie en directe straling niet in de lijn der verwachting liggen.

6.3.6 Stikstofdepositie

6.3.6.1 Potentiële invloed op de biotiek

Stikstofdepositie leidt tot vermessing van ecosystemen. Dit houdt in dat in ecosystemen steeds voedselrijkere condities ontstaan. Soms leidt dit tot versnelde groei van planten en successie en verruiging van habitats (Wamelink et al., 2021). Dit kan voorkomen wanneer de stikstofdepositie dat een oppervlak ontvangt boven een voor het betreffende habitat kritisch niveau komt: de Kritische Depositie Waarde (KDW) (Wamelink et al., 2023). Boven de KDW is een relatief beperkt aantal snelgroeiende plantensoorten vaak in het voordeel, denk aan braam, brandnetel en diverse grassen. Dit gaat vaak ten koste van (kritischere en zeldzamere) plantensoorten die voedselarmere condities prefereren. Het gevolg is dat de biodiversiteit afneemt.

Habitats die bij uitstek gevoelig zijn voor vermessing zijn vooral habitats met langzaam groeiende open kruidenvegetaties, welke veelal soortenrijk zijn. Dergelijke vegetatiegemeenschappen zijn namelijk aangepast aan groeiomstandigheden van permanent 'voedselgebrek'. De groei wordt hier gelimiteerd door de hoeveelheid beschikbare stikstof. Het gaat bijvoorbeeld om in vegetatiegemeenschappen in duinen en veen.

Stikstofdepositie werkt ook verzurend (Wamelink et al., 2021). De stikstof maakt de bodem en grondwater zuurder. Als gevolg hiervan kunnen vegetatiegemeenschappen die basische, neutrale en/of zwak zure omstandigheden prefereren verdwijnen. Hierdoor kan op termijn een ander habitat tot stand komen, met bijbehorende gevolgen voor de daarvan afhankelijke diersoorten.

In hoeverre en in welke mate stikstofdepositie leidt tot beïnvloeding van de biotiek, is afhankelijk van lokale factoren, zoals hydrologische condities, fosforgehalten, zuurgraad en eventueel beheer.

6.3.6.2 Stikstofdepositie door KCB

Bij reguliere bedrijfsvoering van KCB zijn diverse processen in werking en wordt materieel gebruikt waarbij de stikstofhoudende gassen ammoniak (NH_3) en stikstofoxiden (NO_x) vrijkomen. De voornaamste bronnen hiervan zijn het gebruik van noodstroomaggregaten en verwarmingsketels, het ontgassen van ammoniak en het gebruik van voertuigen voor transport van materieel van en naar de bedrijfslocatie, en persoonsvervoer van het personeel. De mate waarin stikstof uit deze gassen neerslaat in de omgeving van de KCB op stikstofgevoelige natuur binnen Natura 2000-gebieden is berekend met het verspreidingsmodel AERIUS Calculator³³ (versie 2023.1, ten tijde van schrijven meest recente versie). De gehanteerde invoerwaarden en aanvullende informatie behorend bij de AERIUS-berekening zijn beschreven in Bijlage 2. De resultaten van de AERIUS-berekening zijn bijgevoegd in Bijlage 3.

³³ De AERIUS Calculator is een fundamenteel rekeninstrument beheerd door het RIVM in opdracht van het Ministerie van LNV. De AERIUS Calculator is specifiek bedoeld voor het berekenen van de stikstofdepositie van activiteiten op stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden binnen Natura 2000-gebieden. Eventuele stikstofdepositie op natuur buiten Natura 2000-gebieden is hier dus niet in meegenomen. Desalniettemin wordt de stikstofdepositie van KCB aan de hand van de AERIUS Calculator wel op de meest adequate wijze inzichtelijk.



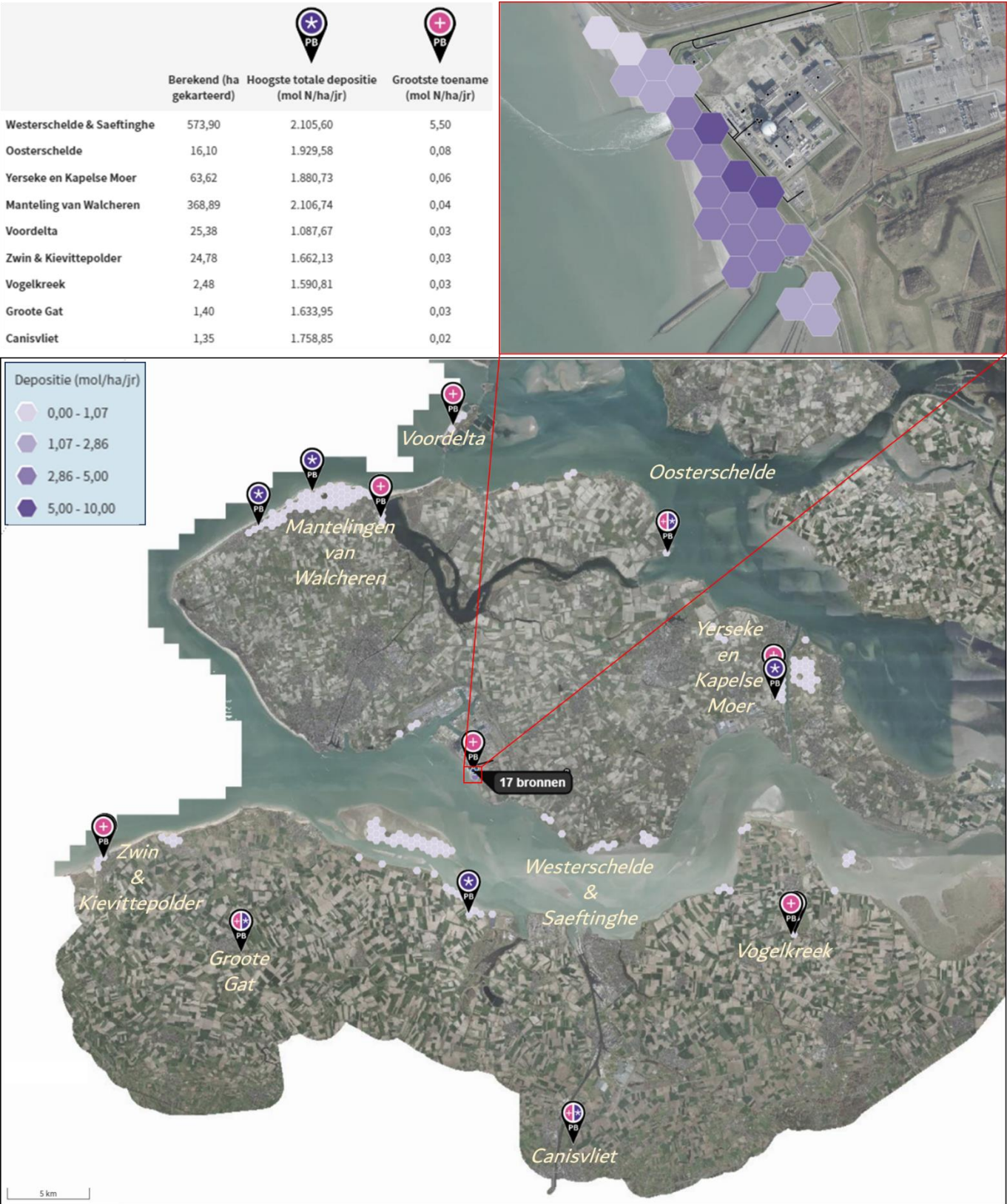
Uit de AERIUS-berekening blijkt dat reguliere bedrijfsvoering van KCB leidt tot stikstofdepositie op negen Natura 2000-gebieden (Figuur 6-5). In Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe ontvangen habitattypen de hoogste stikstofdepositie van KCB: maximaal 5,50 mol N/ha/jr. Voor habitattypen in (naderend) overbelaste situatie is de maximale stikstofdepositie 5,15 mol N/ha/jr.³⁴ De habitattypen die deze maximale depositie ontvangen liggen op 100 tot 250 meter ten westen van KCB (zie uitsnede Figuur 6-5). In Natura 2000-gebieden op grotere afstanden van KCB is de maximale stikstofdepositie op habitattypen aanzienlijk lager, te weten 0,08-0,02 mol N/ha/jr (Figuur 6-5).

In hiernavolgende Tabel 6-3 is de stikstofdepositie in groter detail weergegeven per Natura 2000-gebied en per habitatype. Daarbij is ook aangegeven wat de Kritische Depositie Waarde (KDW) is van de betreffende habitat typen en of deze in de huidige situatie overbelast is. Daarbij is rekening gehouden met de stikstofdepositie in de achtergrondsituatie, oftewel de stikstofdepositie afkomstig van autonome bronnen, zoals verkeer, landbouw en industrie,³⁵ zowel uit het binnen- als buitenland. Hieruit wordt duidelijk dat veel natuur rondom KCB zich momenteel in een met stikstof overbelaste situatie begeeft.

Het is aannemelijk dat de natuur *buiten Natura 2000-gebieden* in een soortgelijk patroon stikstofdepositie ontvangt van KCB zoals weergegeven in Figuur 6-5. Dit wil zeggen dat de stikstofdepositie op natuur direct rond KCB naar verwachting een maximum stikstofdepositie ontvangt van circa 5,5 mol N/ha/jr. Naarmate de afstand tot KCB toeneemt, neemt de depositie geleidelijk af tot 0,00 mol N/ha/jr. Dit is overigens geen lineair verband: omdat ammoniak en stikstofoxiden steeds meer verdunnen in de lucht is de depositie van stikstof dicht bij de bron relatief het hoogst (RIVM, 2021). Op grotere afstanden van de bron slaat dus een relatief lage fractie van de uitgestoten stikstof neer.

³⁴ De resultaten van de AERIUS-berekening kunnen inzichtelijk worden gemaakt op twee manieren: voor de 'relevante hexagonen' en de hexagonen van de 'Wnb registratieset'. De optie 'relevante hexagonen' omvat alle hexagonen waarbinnen stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden gelegen zijn, zowel overbelast als niet overbelast. De (standaard)optie 'Wnb registratieset' omvat enkel de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in (naderend) overbelaste toestand. De optie 'relevante hexagonen' geeft daarmee een vollediger beeld van de volledige stikstofdepositie, waardoor deze optie als basis is gebruikt voor de interpretatie van de milieueffecten. Bijlage 2 geeft de resultaten voor de 'Wnb registratieset', dit betreft namelijk een automatische uitdraai.

³⁵ KCB is al ruim 50 jaar in bedrijf en is daarmee zelf reeds onderdeel van de bestaande achtergrond stikstofdepositie in de AERIUS Calculator. Dit betekent dat in feite tweemaal de stikstofdepositie van KCB is meegenomen in de uitgevoerde AERIUS-berekening: één keer in de achtergrond en één keer in het berekende scenario. Dit vormt geen belemmering voor het inzichtelijk maken van de milieueffecten, er is immers een goed beeld verkregen van de mate van stikstofdepositie door KCB. Het kan echter wel een vraagstuk vormen in MER Fase 2.



Figuur 6-5 Stikstofdepositie als gevolg van reguliere bedrijfsvoering KCB berekend met de AERIUS Calculator (versie 2023.1). Zie Bijlage 2 en 3 voor meer informatie. **Toelichting:** ‘Berekend (ha gekarteerd)’ = Totaal oppervlak van habitattypen binnen dat N2000-gebied waar sprake is van een depositietoename van KCB. ‘Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)’ = Hoogste totale depositie (achtergrond + berekende situatie) op een hexagoon binnen dat N2000-gebied waar depositie is van KCB. ‘Grootste toename (mol N/ha/jr)’ = Hoogste depositietoename als gevolg van KCB op hexagoon binnen dat N2000-gebied



Tabel 6-3 Stikstofdepositie als gevolg van reguliere bedrijfsvoering KCB berekend met de AERIUS Calculator (versie 2023.1_20231207). Zie Bijlage 2 en 3 voor meer informatie. **Toelichting:** 'KDW (mol/ha/jr)' = Kritische Depositie Waarde, oftewel de grens waarboven het habitatype negatieve effecten van kan ondervinden van de stikstoflast. 'Totaal Stik. Dep. (mol N/ha/jr)' = Hoogste totale depositie (achtergrond + berekende situatie) op een hexagoon van het habitatype waar depositie is van KCB. 'Overbelasting (mol/ha/jr + categorie)' = Mate van overbelasting, oftewel de Totaal Stik.Dep minus de KDW. 'Max. Stik. Dep. (mol/ha/jr)' = Hoogste depositie als gevolg van KCB op het relevante hexagoon van het habitatype, zoals toegelicht in voetnoot 34. 'Berekend oppervlak (ha)' = Totaal oppervlak van habitatype of leefgebied waar sprake is van een depositietoename van KCB

Autonome gegevens							KCB	
Natura 2000-gebied	Habitatype		KDW (mol/ha/jr)	Totaal Stik. Dep. (mol/ha/jr)	Overbelasting? (mol/ha/jr + categorie)		Max. Stik. Dep. (mol/ha/jr)*	Berekend oppervlak (ha)*
Westerschelde & Saefinghe	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	1.643	2.098,22	455,22	Matig Overbelast	5,50	301,05
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	1.429	2.105,60	676,60	Matig Overbelast	5,50	158,23
	H2120	Witte duinen	1.429	1.715,33	286,33	Matig Overbelast	5,15	12,69
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	1.071	1.374,22	303,22	Matig Overbelast	5,15	0,87
	H2110	Embryonale duinen	1.429	1.404,26	-24,74	Naderend Overbelast	5,13	1,13
	H1320	Slijkgrasvelden	1.643	2.098,22	455,22	Matig Overbelast	5,00	80,77
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	1.429	2.019,93	590,93	Matig Overbelast	2,75	1,02
	H2160	Duindoornstruwelen	2.000	1.671,54	-328,46	Niet Overbelast	0,95	13,22
	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429	1.623,96	194,96	Matig Overbelast	0,11	4,76
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	1.429	1.071,32	-357,68	Niet Overbelast	0,02	0,15
Oosterschelde	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429	1.929,58	500,58	Matig Overbelast	0,08	5,54
	H1320	Slijkgrasvelden	1.643	1.648,78	5,78	Licht Overbelast	0,07	5,69
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	1.429	1.648,78	219,78	Matig Overbelast	0,07	1,77
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	1.643	1.484,38	-158,62	Niet Overbelast	0,07	1,74
	H7210	Galigaanmoerassen	1.429	1.400,01	-28,99	Naderend Overbelast	0,06	0,13
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	1.071	1.239,78	168,78	Matig Overbelast	0,05	1,17
	H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	500	1.123,03	623,03	Matig Overbelast	0,05	0,06
Yerseke en Kapelse Moer	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429	1.880,73	451,73	Matig Overbelast	0,06	52,02
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	1.643	1.806,49	163,49	Matig Overbelast	0,05	11,6
Mantelingen van Walcheren	H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	929	1.832,22	903,22	Matig Overbelast	0,04	110,66
	H2160	Duindoornstruwelen	2.000	1.924,66	-75,34	Niet Overbelast	0,04	68,41
	H2180A	Duinbossen (droog), berken-eikenbos	1.071	2.106,74	1.035,74	Matig Overbelast	0,04	59,39
	H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	1.786	2.106,74	320,74	Matig Overbelast	0,04	48,12
	H2180B	Duinbossen (vochtig)	2.214	2.106,74	-107,26	Niet Overbelast	0,04	14,42
	H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	1.071	1.819,81	748,81	Matig Overbelast	0,04	2,78
	H2130C	Grijze duinen (heischraal)	786	1.819,81	1.033,81	Matig Overbelast	0,04	0,36



Autonome gegevens							KCB	
Natura 2000-gebied	Habitatype		KDW (mol/ha/jr)	Totaal Stik. Dep. (mol/ha/jr)	Overbelasting? (mol/ha/jr + categorie)		Max. Stik. Dep. (mol/ha/jr)*	Berekend oppervlak (ha)*
	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429	1.400,06	-28,94	Naderend Overbelast	0,04	0,27
	H2120	Witte duinen	1.429	1.348,23	-80,77	Niet Overbelast	0,03	21,54
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	1.071	1.681,40	610,40	Matig Overbelast	0,03	19,07
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	1.429	1.433,06	4,06	Licht Overbelast	0,03	13,18
	H2170	Kruipwilgstruwelen	2.286	1.441,71	-844,29	Niet Overbelast	0,03	10,34
	H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	1.000	1.433,06	433,06	Matig Overbelast	0,03	0,35
Voordelta	H2120	Witte duinen	1.429	990,34	-438,66	Niet Overbelast	0,03	12,91
	ZGH2110	Embryonale duinen	1.429,00	1.087,67	-341,33	Niet Overbelast	0,03	6,24
	ZGH2120	Witte duinen	1.429,00	1.087,67	-341,33	Niet Overbelast	0,03	6,24
Groote Gat	Lg08	Nat, matig voedselrijk grasland	1.571,00	1.633,95	62,95	Licht Overbelast	0,03	1,06
	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429,00	1.605,39	176,39	Matig Overbelast	0,03	0,33
Vogelkreek	Lg08	Nat, matig voedselrijk grasland	1.571,00	1.590,81	19,81	Licht Overbelast	0,03	2,48
Zwin & Kievitpolder	H2160	Duindoornstruwelen	2.000,00	1.662,13	-337,87	Niet Overbelast	0,03	12,94
	H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	1.786,00	1.662,13	-123,87	Niet Overbelast	0,03	2,47
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	1.429,00	1.458,86	29,86	Licht Overbelast	0,02	4,06
	H2120	Witte duinen	1.429,00	1.528,65	99,65	Matig Overbelast	0,02	2,25
	H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.429,00	1.437,37	8,37	Licht Overbelast	0,02	1,92
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	1.429,00	1.266,39	-162,61	Niet Overbelast	0,02	0,57
	H2180B	Duinbossen (vochtig)	2.214,00	1.333,13	-880,87	Niet Overbelast	0,02	0,29
	H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	1.000,00	1.416,39	416,39	Matig Overbelast	0,02	0,2
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	1.643,00	1.431,51	-211,49	Niet Overbelast	0,02	0,05
	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	1.071,00	1.146,00	75,00	Matig Overbelast	0,02	0,02
	H1320	Slijkgrasvelden	1.643,00	1.154,60	-488,40	Niet Overbelast	0,02	0,01
Canisvliet	Lg08	Nat, matig voedselrijk grasland	1.571,00	1.758,85	187,85	Matig Overbelast	0,02	1,35

* De maximale stikstof depositie (Max. Stik. Dep) is niet van toepassing over het gehele berekende (totaal) oppervlak, maar beschrijft enkel de depositie van het relevante hexagoon die de maximale depositie ontvangt van KCB. De gemiddelde depositie over het gehele berekende (totaal) oppervlak is in veel gevallen dus aanzienlijk lager dan de maximum depositie



6.3.6.3 Raakvlakken met ecologisch kader

De stikstofdepositie als gevolg van KCB kan leiden tot milieueffecten voor habitattypen en leefgebieden. Hierdoor kunnen specifieke soorten planten en dieren ook (indirect) worden beïnvloed. Dit valt buiten de scope van MER Fase 1, maar vormt wel een aandachtspunt voor MER Fase 2. In MER Fase 1 behandelen we de milieueffecten op habitats en beheertypen. De milieueffecten als gevolg van stikstofdepositie van KCB staat daarom in verband met onderstaande aspecten van het ecologisch kader:

- Natura 2000
 - Habitattypen: Kwaliteit van stikstofgevoelige habitattypen.
- NNN
 - Stikstofgevoelige beheertypen binnen NNZ-gebied: Wezenlijke kenmerken en kwaliteiten.

6.3.7 Raakvlakken criteria en ecologisch kader

Een overzicht van de raakvlakken tussen de criteria en elementen van het ecologisch kader is gegeven in Tabel 6-4.

Tabel 6-4 De raakvlakken tussen de gevolgen van de voorgenomen activiteit en deelaspecten het ecologische kader. HR = Habitatrichtlijn, VR = Vogelrichtlijn, n.v.t. = criterium heeft geen raakvlak met het betreffende onderdeel van het ecologisch kader

Kader	N2000	NNZ	Flora & Fauna	KRW
Criterium				
Onttrekken & lozen koelwater	Habitattypen (kwaliteit) HR: Trekvissen HR: Zeezoogdieren VR: Diverse soorten vogels	n.v.t.	Trekvissen (houting en steur)	Fytoplankton Macrofauna (als zoöplankton) Vis
Verstoring en aantasting	HR: Gewone & grijze zeehond VR: Diverse soorten vogels	Omliggend NNZ-gebied (wezenlijke kenmerken en waarden)	Flora Vogels Vleermuizen Grondgebonden zoogdieren Zeezoogdieren Amfibieën	n.v.t.
Vertroebeling en sedimentatie	Habitattypen (kwaliteit) HR: Trekvissen HR: Zeezoogdieren VR: Diverse soorten zichtjagende vis en macrofauna etende vogels	n.v.t.	Trekvissen (houting en steur) Diverse soorten zichtjagende vis en macrofauna etende vogels	Fytoplankton Overige waterflora Macrofauna Vis
Verontreiniging	Habitattypen (kwaliteit) HR: Trekvissen HR: Zeezoogdieren VR: Diverse soorten vogels	n.v.t.	Trekvissen (houting en steur) Vogels	Fytoplankton Overige waterflora Macrofauna Vis
Radiologie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Stikstofdepositie	Stikstofgevoelige habitattypen (kwaliteit)	Stikstofgevoelige beheertypen	n.v.t.	n.v.t.

6.4 Beschrijving huidige toestand ecologie

Om een beter oordeel te kunnen geven van de optredende milieueffecten van KCB maken we de huidige toestand van de ecologie rond KCB inzichtelijk op relatief beknopte wijze. De 'huidige toestand' wordt gedefinieerd als de situatie vandaag de dag, dus tot en met het moment van schrijven van dit rapport (begin 2024). Hierbij nemen we ook de ontwikkelingen en trends over de laatste tien tot tientallen jaren in beschouwing, afhankelijk van de beschikbare data.

Na een uitleg van de gehanteerde methodiek in paragraaf 6.4.1 geven we een direct samenvattend overzicht van de bevindingen over de huidige toestanden in paragraaf 6.4.2. In de paragrafen daarna worden de toestanden per levensgemeenschap op uitgebreidere wijze uiteengezet.

6.4.1 Methode

De kerncentrale is gelegen in een groot overgangsgebied tussen zoet en zout en land en water. De natuur rond KCB herbergt daarmee een grote diversiteit aan leefgebieden en levensgemeenschappen. Het beschrijven van de huidige toestand van de natuur in dit gebied is als gevolg hiervan een complexe opgave. Om de samenhang van het estuariene ecosysteem te behouden hebben we ervoor gekozen om de voor het estuarium belangrijkste levensgemeenschappen te bespreken van onder naar boven in de voedselketen. Dit zijn: fytoplankton, zoöplankton, vegetatie, macrofauna, vis, vogels en zeezoogdieren. Deze levensgemeenschappen hebben ook een grootste raakvlakken met de in Paragraaf 6.2 en 6.3 behandelde ecologische kaders en criteria. Voor soortgroepen met beperkte raakvlakken met de activiteiten van KCB, zoals vleermuizen, amfibieën en flora op land, niet uit te lichten (zie ook Tabel 6-4), worden op voorhand minder milieueffecten verwacht. De keuze is daarom gemaakt om de huidige toestand van deze soortgroepen niet uit te lichten.

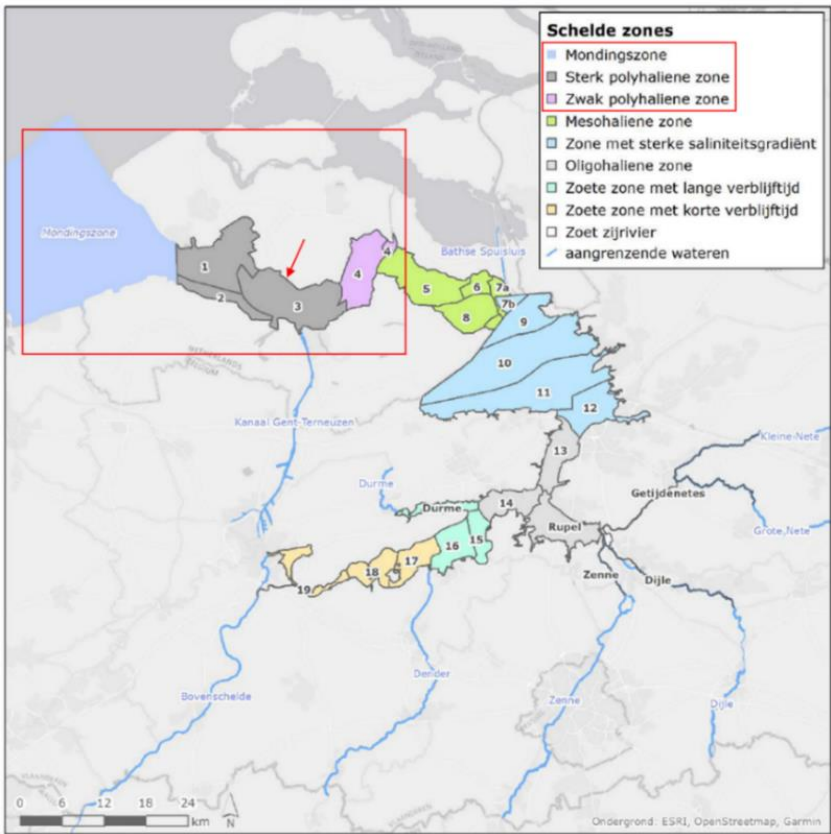
Het detailniveau van de beschrijvingen van de huidige ecologische toestand sluit aan op het doel van dit Hoofdstuk ecologie: inzicht krijgen in de mogelijke milieueffecten van KCB op hoofdlijnen. Voor dit doel volstaat een beschrijving op het niveau van levensgemeenschappen of soortgroepen. De kwaliteit en omvang van habitats en leefgebieden vormen een integraal onderdeel van de kwaliteit en omvang van de estuariene levensgemeenschappen. Door het behandelen van de toestand van de levensgemeenschappen wordt zodoende ook een (indirect) beeld geschetst van de toestand van de habitats en leefgebieden die zij gebruiken. Dit maakt dat we habitats en leefgebieden niet expliciet behandelen. In Tabel 6-3 is wel reeds duidelijk geworden dat veel habitats zich in een door stikstof overbelaste situatie bevinden.

De meest belangrijke informatiebron die gebruikt is om de huidige ecologische toestand te duiden is het in december 2023 beschikbaar gekomen T2021 analyse- en evaluatierapport van het Schelde estuarium (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2023a, 2023b). De rapporten vormen een waardevolle bron aan informatie voor het Schelde estuarium en behandelen zowel de biotiek als de abiotiek in groot detail. Het geeft tevens inzichten in de ontwikkelingen over de afgelopen tien tot tientallen jaren. Dit rapport vormt daarmee het fundament voor de beschouwing van de huidige toestand van de ecologie in voorliggend rapport. Om de informatie in voorliggend rapport behapbaar te houden is een samenvatting op grote lijnen gegeven, voor detailinformatie wordt terugverwezen naar de T2021 rapporten.

In de T2021 rapportage is het Schelde estuarium in meerdere delen opgeknipt (Figuur 6-6), welke de auteurs vaak apart behandelen. In dit MER zijn we ingegaan op de relevante zones rondom KCB, te weten de mondingszone en de sterk en zwak polyhaline zone van de Westerschelde.

Naast de T2021 rapportage is gebruik gemaakt van de meest recente KRW-oordelen van de biologische kwaliteitselementen van de omliggende KRW-rijkswaterlichamen (Westerschelde, Zeeuwse kust) (op basis van openbaar beschikbare data van via <https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/krw-oordelen-rijkswaterstaat/>). Deze KRW-oordelen geven ook een goed inzicht in de toestand van de betreffende levensgemeenschap over de laatste circa tien jaar.

Door het behandelen van bovengenoemde levensgemeenschappen aan de hand van de genoemde informatie zijn de belangrijkste aspecten van het ecosysteem belicht en is de overkoepelende huidige toestand van de ecologie rondom KCB goed in beeld gebracht.



Figuur 6-6 In het T2021 rapport van het Schelde estuarium worden alle zones behandeld zoals uitgelicht in bovenstaande kaart. In voorliggend rapport gaan we vooral in op de zones rondom KCB (locatie KCB aangegeven met de pijl), te weten de mondingszone en de sterk en zwak polyhaliene zone (rood omkaderd). Afbeelding via Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (2023a)

6.4.2 Samenvattend overzicht

In onderstaande Tabel 6-5 vatten we de huidige toestand van de behandelde levensgemeenschappen samen. Bij de toestanden wordt onderscheid gemaakt tussen: overwegend goed, overwegend slecht, wisselend (veel verschil binnen de levensgemeenschap en/of grillig patroon over de recente geschiedenis) of onduidelijk (te weinig data).

Uit Tabel 6-5 volgt een overkoepelend beeld: De huidige toestand van de natuurwaarden rond KCB is hooguit wisselend. Uitgangspunt in MER Fase 1 is daarom dat de toestand van de levensgemeenschappen niet overwegend goed is, en zowel negatieve als positieve aspecten kent. De toestand van leefgebieden en habitattypen waarvan deze levensgemeenschappen gebruik maken wordt daarom ook als wisselend beschouwd.

Tabel 6-5 Samenvatting van de huidige toestand van de behandelde levensgemeenschappen

Levens-gemeenschap	Huidige toestand	Korte toelichting
Fytoplankton	Wisselend	Wisselende toestand doordat sprake is van zowel positieve als negatieve punten. Zo lijkt eutrofiëring en bloei van cyanobacteriën beperkt (positief). Anderzijds komt een ongewenste plaagsoort wel vaak boven de gewenste norm uit en is in het afgelopen decennium meermaals sprake geweest van enige algenbloei (negatief). Daarnaast is niet alle benodigde informatie beschikbaar.
Zoöplankton	Onduidelijk	Van de zoöplanktongemeenschap in de Westerschelde is een zeer beperkte hoeveelheid informatie beschikbaar. De huidige toestand is daardoor niet goed te duiden.
Vegetatie (water- en kust-)	Wisselend	Wisselende toestand doordat sprake is van zowel positieve als negatieve punten. Zo is zeegras niet tot nauwelijks nog aanwezig en laten de vegetatiezones van schorren een onnatuurlijke verhouding zien (negatief). Anderzijds laat het areaal en de kwaliteit de laatste decennia wel een geleidelijke verbetering zien.

Levens-gemeenschap	Huidige toestand	Korte toelichting
Macrofauna	Wisselend	Wisselende toestand doordat sprake is van zowel positieve als negatieve punten. Biomassa, dichtheid, soortenrijkdom en soortendiversiteit is overwegend goed in zowel het litoraal als sublitoraal en laat positieve trend zien. Het aandeel invasieve exoten is echter relatief zeer groot en de sleutelsoort kokkel is in ontoereikende biomassa's aanwezig. Toestand van sleutelsoort mossel is onbekend.
Vis	Wisselend	Wisselende toestand doordat sprake is van zowel positieve als negatieve punten. De trends verschillen per functionele groep van vissoorten en per zone van de Westerschelde. De zwak en sterk polyhaline zone (waar KCB gelegen is) wordt positief beoordeeld op biomassa, maar negatief op diversiteit. Voor alle zones geldt dat de biomassa diadrome soorten (trekvissen) beperkt is. De soorten die symbool staan voor een goede waterkwaliteit, spiering en fint, laten respectievelijk een dalende en stijgende trend zien. Historisch gezien periodiek enorme aantallen haring werden gevangen, deze vangsten zijn in de laatste jaren sterk gedaald. Huidige toestand van Westerschelde als 'kinderkamer' voor jonge vis is onduidelijk.
Vogels	Wisselend	Wisselende toestand doordat sprake is van zowel positieve als negatieve punten. De toestand van meer dan de helft van de aangewezen broedvogelsoorten is negatief. Dit is gedeeltelijk te wijten aan de onnatuurlijke verhouding in vegetatiezones van schorren. Positief punt is wel dat het beschikbare oppervlak geschikt broedhabitat voor broedvogels is toegenomen als gevolg van (lokale) herstel- en beheermaatregelen. Ook de toestand van meer dan de helft van de aangewezen niet-broedvogelsoorten is negatief. Met name het aantal herbivoren en benthivoren loopt terug. Oorzaken die genoemd worden zijn ontoereikende voedselbeschikbaarheid, rust, maar ook externe oorzaken.
Zeezoogdieren	Overwegend goed	De ontwikkelingen in de populaties gewone en grijze zeehond zijn beide positief. Het aantal gewone en grijze zeehonden in de Westerschelde kent sinds het jaar 2000 een zeer sterke groei. Ook het aandeel pups van de gewone zeehond zit ruim boven het kritieke niveau van 9%. Wel is enige zorg omtrent mogelijke effecten van bioaccumulatie van verontreinigde stoffen op de gezondheid van deze toppredatoren.

6.4.3 Fytoplankton

Fytoplankton vormt de basis van een ecosysteem: het zet via fotosynthese organisch materiaal en nutriënten om in biomassa, dat vervolgens gebruikt wordt als energie door de gehele voedselketen. In het Schelde estuarium spelen algen een belangrijke rol in de primaire productie. Hierbij kunnen we onderscheid maken tussen fytoplankton (algen in de waterkolom) en fyto benthos (algen op de bodem). De aanwezigheid van fytoplankton wordt in sterke mate gestuurd door de beschikbaarheid van nutriënten en het heersende lichtklimaat (oftewel troebelheid van het water). Ook andere abiotische en biotische factoren kunnen de fytoplanktongemeenschap sterk beïnvloeden.

De huidige toestand van fytoplankton wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van zowel het T2021 rapport van het Schelde estuarium als de KRW-oordelen. Dit wordt apart besproken, waarna de huidige toestand gezamenlijk wordt samengevat.

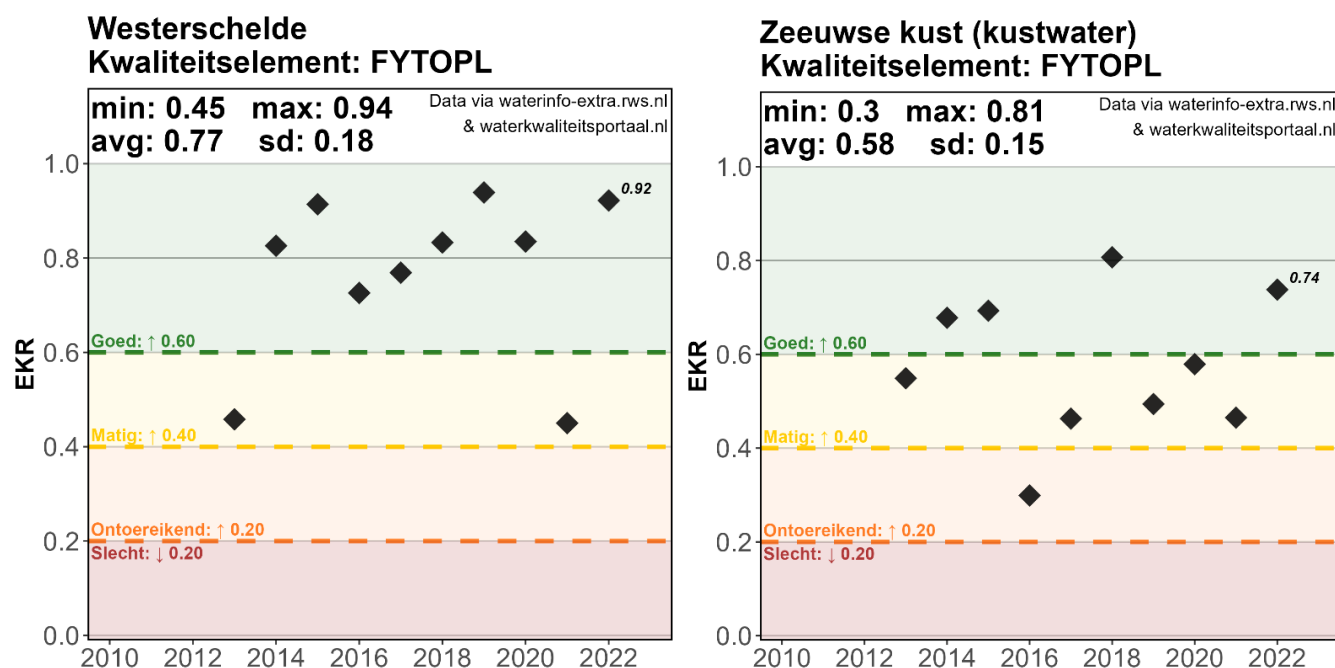
6.4.3.1 T2021 rapport van het Schelde estuarium

Het T2021 rapport bepaalt de toestand van fytoplankton aan de hand van diverse complexe parameters. Het gaat onder meer om parameters die indicierend zijn voor de productiviteit van het aanwezige fytoplankton, concentraties van ongewenste soorten en cyanobacteriën, en parameters die indicierend zijn voor de mate waarin fytoplankton begraasd wordt en de mate van organische verrijking. Door de complexiteit hiervan wordt hier niet expliciet op ingegaan. Hiervoor wordt verwezen naar de T2021 rapporten van het Schelde estuarium. De data die beschikbaar is voor KCB relevante delen van de Westerschelde laten zowel positieve als negatieve signalen zien. Zo ligt de concentratie *Phaeocystis*, een ongewenste soort, vaak boven de norm waarbij nadelige effecten kunnen optreden op het ecosysteem. Cyanobacteriën zijn wel beneden de norm aanwezig. Dit is positief. Ook geven de verschillende fytoplankton-indices een indicatie voor normale waarden van organische stof, en dus afwezigheid van eutrofiëring.

Concluderend kan de toestand van de fytoplanktongemeenschap niet worden omvat in één oordeel. Er is sprake van positieve punten en negatieve punten. Daarbij is niet alle benodigde informatie beschikbaar.

6.4.3.2 KRW oordeel

Fytoplankton vormt ook een biologisch kwaliteitselement binnen de KRW. In Figuur 6-7 is de toestand van kwaliteitselement fytoplankton weergegeven voor KRW-waterlichaam Westerschelde en Zeeuwse kust (kustwater). De KRW-oordelen laten zien dat de algenconcentratie van fytoplankton in de wateren rond KCB over het algemeen op een gezond niveau ligt, maar dat uitschieters naar hogere concentraties fytoplankton (algenbloei, dus slechtere scores) ook meermaals voorkomen. De uitschieters naar hogere fytoplanktonconcentraties kunnen veroorzaakt worden door diverse abiotische factoren. Eén hiervan is eutrofiëring (een te hoge voedselrijkdom), bijvoorbeeld door uitspoeling van meststoffen. Ook kan algenbloei voorkomen wanneer sprake is van een hoog doorzicht van het water en/of ongebruikelijk hoge temperaturen, waar sprake van kan zijn in jaren met lage afvoer vanuit de Schelde.



Figuur 6-7 De toestand (in EKR-score) van kwaliteitselement Fytoplankton over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde (links) en het verder naar het westen gelegen KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) (rechts)

6.4.3.3 Samenvatting huidige toestand

De T2021 rapporten van het Schelde estuarium en het KRW-oordeel laten beiden zien dat de huidige toestand van fytoplankton in de Westerschelde wisselend is. De fytoplanktongemeenschap wordt sterk beïnvloed door diverse abiotische en biotische factoren. Door de complexiteit van de interacties is de toestand (nog) niet altijd volledig te doorgronden.

6.4.4 Zoöplankton

Zoöplankton is een verzamelnaam voor kleine organismen die in de waterkolom zweven en zich voeden met andere kleine organismen (fytoplankton, bacteriën en/of andere zoöplanktonsoorten) of detritus. Het onderscheid zich dus van fytoplankton doordat de organismen consumeren en niet produceren. De zoöplanktongemeenschap omvat soort(groep)en die gedurende hun hele leven van zeer klein formaat zijn, zoals copepoden en rotiferen, maar het omvat ook jonge levensstadia van soort(groep)en die later grotere formaten bereiken, zoals schelpdieren, kreeftachtigen, borstelwormen en vissen.

Zoöplankton wordt niet beschouwd binnen de KRW, de T2021 rapporten van het Schelde estuarium behandelen deze groep wel. In de T2021 rapporten is de meeste data echter aanwezig voor de zoöplanktongemeenschap in de stroomopwaarts gelegen delen van het schelde estuarium. Hieruit volgt dat de huidige toestand van zoöplankton in de Zeeschelde (Belgische deel van het stroomgebied) overwegend slecht is. Voor de Westerschelde en de monding is een zeer beperkte hoeveelheid data beschikbaar. Hierin speelt ook mee dat zoöplankton als groep niet in directe zin beschermd is vanuit wettelijke kaders. Met de beschikbare data kan geen heldere huidige toestand worden geschat. De toestand van zoöplankton blijft daarom onduidelijk en is meegenomen als kennisleemte.



6.4.5 Vegetatie

Met vegetatie worden de macrofyten (hogere planten) bedoeld. Dit zijn onder andere de planten die groeien in de zoute tot brakke intergetijdenzone. Dit worden in de zuidwestelijke Delta schorren genoemd. Ook zeegrassen zijn macrofyten, deze groeien lager in de intergetijdengebied. In het Schelde estuarium vinden we tegenwoordig echter nauwelijks meer zeegrassen, waardoor deze groep buiten beschouwing is gebleven in het T2021 rapport van het Schelde estuarium. Zeegrassen zijn wel onderdeel van het KRW-oordeel.

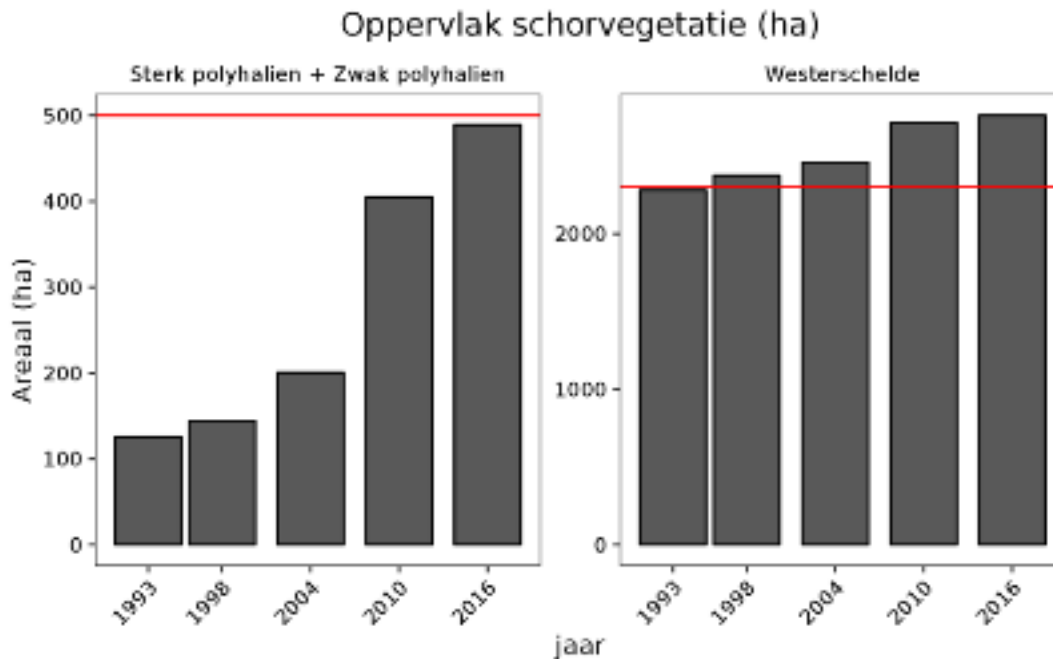
Vegetatie op de schorren levert een belangrijke voedselbron voor herbivore vogels en deels voor omnivore vogels. Andere vogelgroepen gebruiken de lage schorren vooral om te overtuigen met hoogwater. Daarnaast worden schorren gebruikt als broedhabitat door veel soorten (kust)broedvogels. Binnen schorren worden verschillende vegetatiezones onderscheiden die met elkaar in evenwicht dienen te zijn om op goede wijze de ecologische functies te kunnen vervullen. De toestand van de vegetatie is daarmee indicatief voor de toestand van het functioneren van het ecosysteem.

6.4.5.1 T2021 rapport van het Schelde estuarium

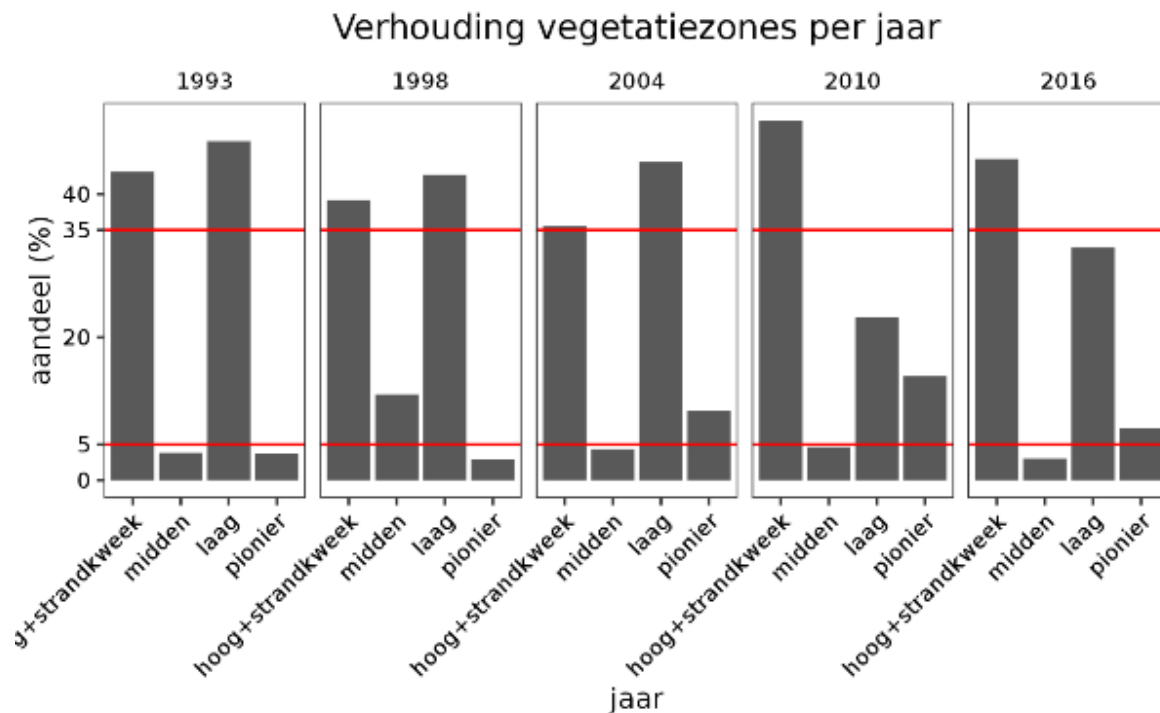
De oppervlakte schor neemt sinds 1993 geleidelijk toe (Figuur 6-8). In de Westerschelde is ruim 2.300 ha schor aanwezig ten oosten van Hansweert. Ten westen van Hansweert (de zijde van Borssele) is iets minder dan 500 ha schor aanwezig. Dit ligt rond tot boven de streefwaarden. De verhouding tussen de vegetatiezones van de schorren in de Westerschelde is wel 'behoorlijk scheef' (Figuur 6-9). De zones 'hoog schor' en 'laag schor' domineren het overgrote deel van het areaal, de zones 'pionier' en 'middelhoog schor' zijn slechts weinig aanwezig. Als gevolg van de ongelijke verdeling in vegetatiezones is de kwaliteit van de schorren beperkt. De kwaliteit neemt sinds 1993 wel geleidelijk toe. Dat wil zeggen dat de verhouding tussen de vegetatiezones over de jaren verbetert.

In de vegetatiegemeenschap van de Westerschelde zijn ook enkele invasieve exoten aanwezig. Het aantal soorten is over de tijd stabiel, maar het oppervlak dat door invasieve exoten is bedekt breidt zich wel uit. Dit wordt gezien als negatief.

Oorzaken die ten grondslag liggen aan deze overwegend matige toestand van schorren zijn volgens de T2021 rapportage met name: verdieping van de hoofdgeulen, afname van de natuurlijke dynamiek in het intergetijdengebied, toegenomen hoogwaterstanden, verzoeting en verruiging. Deze oorzaken zorgen ervoor dat er in het intergetijdengebied minder ruimte voor natuurlijke cyclische processen (zoals erosie en sedimentatie), welke juist essentieel zijn voor dynamisch evenwicht van schorren.



Figuur 6-8 Oppervlakte schorvegetatie in het westelijke deel van de Westerschelde (links) en in de Westerschelde als geheel. De rode lijn geeft de ondergrens voor een positieve evaluatie aan. Afbeelding van Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (2023a)



Figuur 6-9 Verhouding tussen vegetatiezones in de Westerschelde in de vijf karteringsjaren. De rode lijnen geven de grenzen van een positieve evaluatie aan; voor elke zone die tussen de grenzen ligt wordt één punt gescoord qua kwaliteit. Afbeelding van Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (2023a)

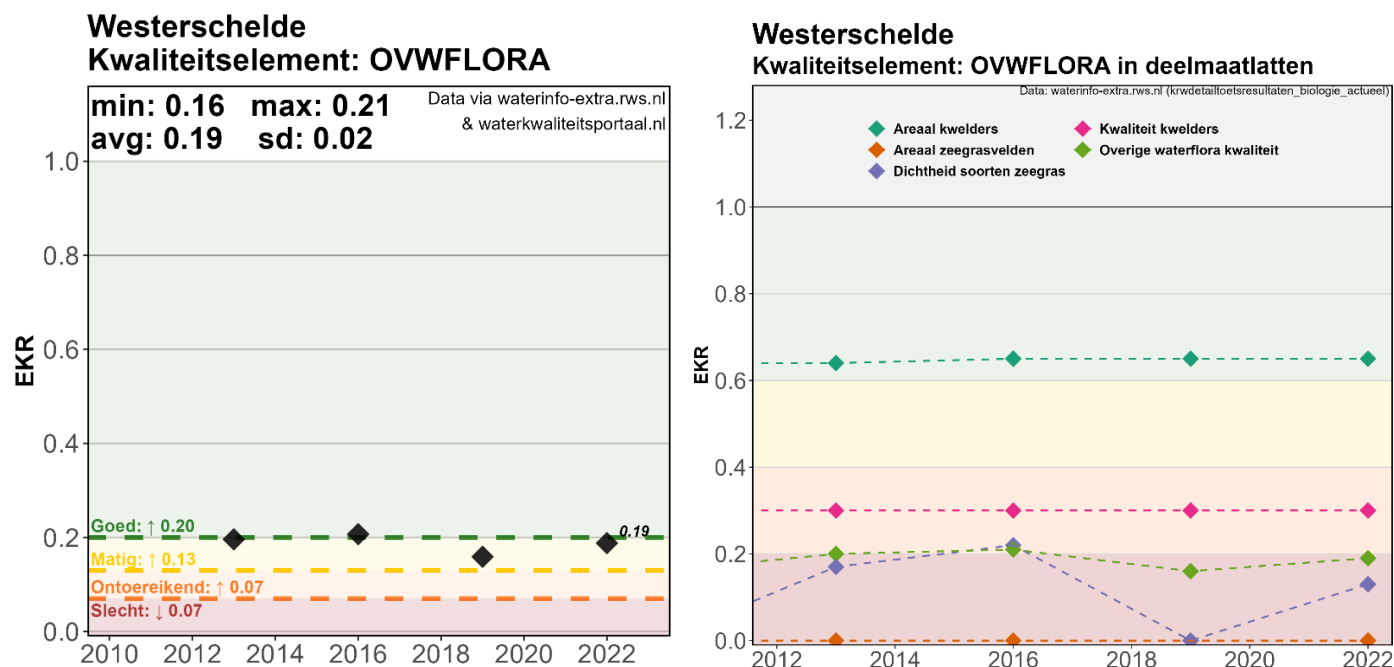
6.4.5.2 KRW-oordeel

Vegetatie vormt in de vorm van 'overige waterflora' (alle planten behalve fytoplankton) ook een biologisch kwaliteitselement binnen de KRW. De groep overige waterflora omvat zowel schorvegetatie als zeegrassen. Figuur 6-10 geeft de toestand van kwaliteitselement overige waterflora weer over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde, inclusief de achterliggende beoordelingen op deelaspectniveau. In het verderop gelegen KRW-waterlichaam Zeeuwse kust is kwaliteitselement overige waterflora niet van toepassing, waardoor daar geen informatie beschikbaar is.

Wat meteen opvalt is dat de ondergrens voor klasse 'goed' op een EKR-score van 0,20 ligt, in plaats van de standaard geldende ondergrens van 0,60. De grens is dus aanzienlijk naar beneden bijgesteld. Dit is alleen toegestaan wanneer de standaard grens van 0,60 niet redelijkerwijs haalbaar wordt geacht in de huidige autonome situatie. Dit is meestal een gevolg van door de mens gecreëerde omstandigheden (verlies van leefgebied, bedijking, indamming, kanalisatie, enzovoort).

De toestand van overige waterflora schommelt rond tot net onder de omlaag bijgestelde ondergrens van 0,20. Uit de scores op deelmaatlatniveau (Figuur 6-10 rechts) blijkt dat de relatief lage EKR-score met name te wijten is aan de slechte toestand van zeegras. Het areaal van zeegras wordt over de jaren stevast beoordeeld met een score van 0, en de kwaliteit van zeegras is ook zeer laag. Het areaal van schorren krijgt wel een 'goed' oordeel maar de schorren zijn aanwezig in 'ontoereikende' kwaliteit.

De beperkte EKR-score voor overige waterflora is ook te wijten aan de oorzaken zoals genoemd bij voorgaande paragraaf over de T2021 analyse.



Figuur 6-10 Links: De toestand (in EKR-score) van kwaliteitselement Overige waterflora over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde. Rechts: de achterliggende detailscores voor kwaliteitselement overige waterflora in deelmaatlaten

6.4.5.3 Samenvatting huidige toestand

Het T2021 rapport van het Schelde estuarium en het KRW-oordeel laten beiden zien dat de huidige toestand van vegetatie in de Westerschelde wisselend is. Er zijn elementen die relatief goed scoren, terwijl de toestand van andere elementen duidelijk ondermaats is. Dit wordt met name gevormd door het gebrek aan noodzakelijke natuurlijke cyclische processen in het intergetijdengebied. Het eindoordeel over de toestand van vegetatie is daarom dat dit wisselend is.



6.4.6 Macrofauna

De groep macrofauna bestaat uit organismen die in of op de waterbodem leven en met het blote oog waarneembaar zijn (groter dan 1 mm), zoals wormen, schelpdieren, slakken en kreeftachtigen. Ze spelen een belangrijke rol in het ecosysteem: ze helpen bij het afbreken van dood organisch materiaal, waardoor dit weer beschikbaar komt in de voedselketen. Dit maakt dat macrofauna een essentiële voedselbron vormt voor hogere trofische niveaus, zoals vissen en vogels. Ten slotte spelen ze een rol in de bodemstructuur, zo dienen schelpdierbanken als leefgebied op zich, en beluchting van de bodem, waardoor nutriënten beter beschikbaar komen voor planten. De toestand van macrofauna is daarmee indicatief voor de toestand van het functioneren van het ecosysteem.

Omdat macrofauna een belangrijke schakel vormt in het aquatische ecosysteem is de groep zowel onderdeel van de T2021 rapporten als de KRW-oordelen.

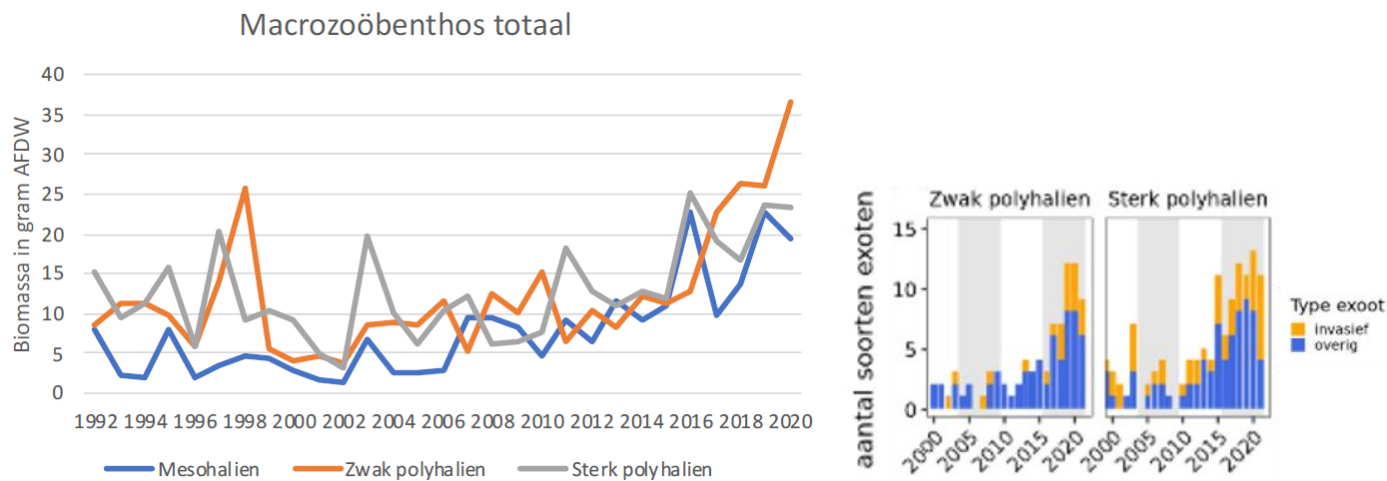
6.4.6.1 T2021 rapport van het Schelde estuarium

De toestand van macrofauna is op veel vlakken positief in de voor KCB relevante sterk en zwak polyhaline zone van de Westerschelde (de monding is niet beoordeeld). Dit is samengevat in Tabel 6-6. Achterliggende informatie van de tabel maakt duidelijk dat er over de tijd positieve trends zichtbaar zijn in de biomassa, dichtheid, soortenrijkdom en soortendiversiteit in zowel het litoraal (intergetijdenzone) en het sublitoraal (permanent overstroomde zone). Daarom wordt dit positief beoordeeld. Zie ook de positieve trend in biomassa, die in relatief korte tijd is verdrievoudigd. (Figuur 6-11 links). De positieve ontwikkelingen in deze parameters worden in het T2021 evaluatierapport onder andere in verband gebracht met de afname van tributyltin-verbindingen (TBT) over de afgelopen decennia, een voor tweekleppigen zeer schadelijk stof. Wat ook meespeelt is de toename van (invasieve) exoten in de Westerschelde over de laatste decennia (Figuur 6-11 rechts). Dit werkt positief voor de biomassa's en dichtheden, maar wordt als negatief beschouwd aangezien zij inheemse soorten macrofauna verdringen.

De kokkel en mossel worden wegens hun sleutelfunctie in het ecosysteem ook apart beschouwd. De soorten zijn essentieel voor zowel lagere als hogere trofische niveaus en vormen daarmee ook een goede indicator voor de draagkracht en het ecologisch functioneren van de Westerschelde. Voor de mossel is te weinig data beschikbaar om uitspraken te doen over de toestand. De toestand van kokkels is negatief. Dit heeft te maken met een te lage biomassa van het bestand. Dit kan te maken hebben met langdurige warme periodes in de zomer waarbij sterfte op grote schaal optreedt. De kokkelbiomassa laat sinds circa 2015 wel een voorzichtig herstel zien.

Tabel 6-6 Overzicht van de eindscores uit het T2021 analyserapport per rekenparameter voor macrozoöbenthos (alle macrofauna m.u.v. mobiele soorten boven de bodem, zoals kreeftachtigen) en hyperbenthos (de mobiele soorten boven de bodem) in de voor KCB relevante sterk en zwak polyhaline zone van de Westerschelde (de monding is niet beoordeeld). 'Shannon' is een maat voor de soortendiversiteit. Groen = positieve beoordeling, rood = negatieve beoordeling, geel = onvoldoende data. L = litoraal en S = sublitoraal. Tabel van Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (2023a).

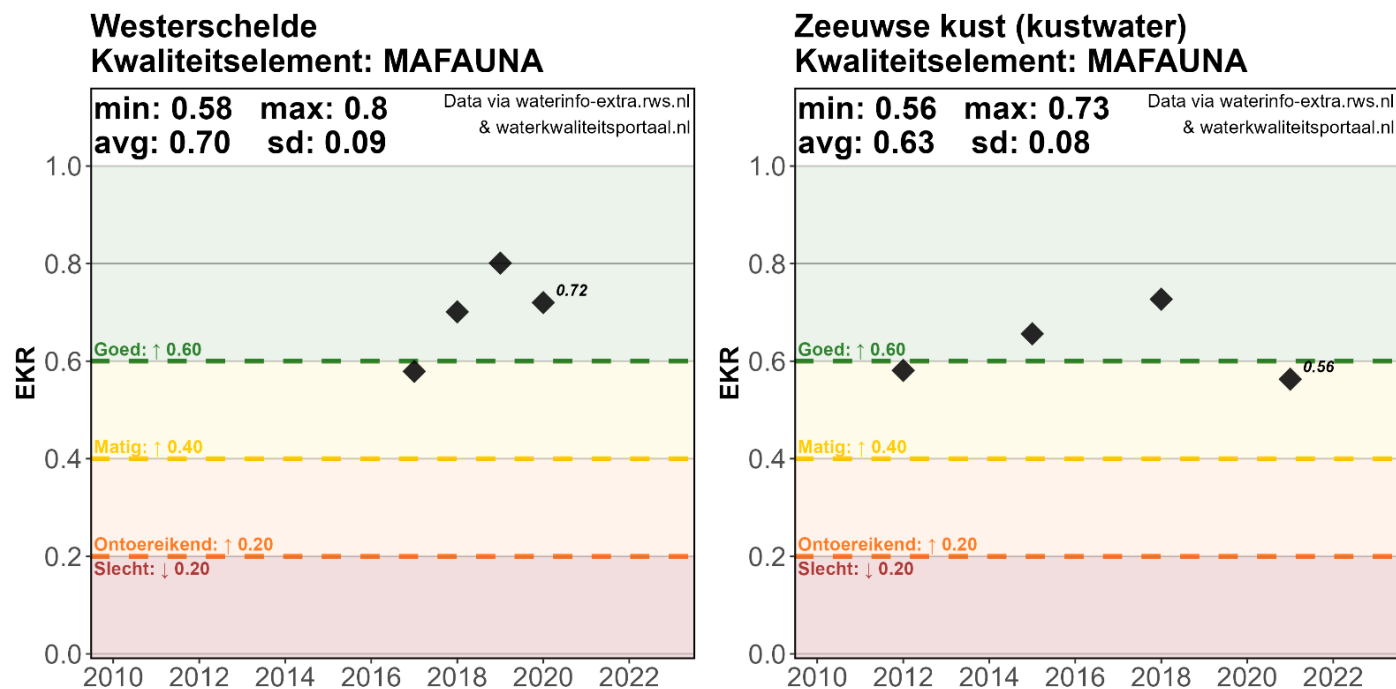
		Zwak poly		Sterk poly	
		L	S	L	S
Macrozoöbenthos	Biomassa				
	Dichtheid				
	Soorten				
	Shannon				
	Kokkel				
	Mossel				
	Totaal biom				
	Aantal inv. Exoten				
	Fractie inv. Exoten				
Hyperbenthos	Garnalen				
	Krabben				
	Aantal inv. Exoten				
	Fractie inv. Exoten				



Figuur 6-11 Links: De biomassa macrozoöbenthos (in gram asvrij drooggewicht/m²) over de tijd in de voor KCB relevante zones van de Westerschelde. Rechts: Het aantal soorten (invasieve) exoten binnen de groep macrofauna over de tijd in de voor KCB relevante zones van de Westerschelde. Afbeeldingen van Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie (2023a)

6.4.6.2 KRW oordeel

Macrofauna vormt als groep ook een biologisch kwaliteitselement binnen de KRW. In Figuur 6-12 is de toestand van kwaliteitselement macrofauna over de jaren weergegeven voor KRW-waterlichaam Westerschelde en Zeeuwse kust (kustwater). De ondergrens voor klasse 'goed' ligt op een standaard geldende EKR-score van 0,60. Dit is een positief signaal, aangezien dit betekent dat de huidige autonome omstandigheden geen reden bieden om deze grens naar beneden bij te stellen. De toestand van beide waterlichamen bevindt zich stevast rond de grenswaarde van een goede toestand. Op een aantal momenten in de tijd is de toestand net 'matig'.



Figuur 6-12 De toestand (in EKR-score) van kwaliteitselement Macrofauna over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde (links) en het verder naar het westen gelegen KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)



6.4.6.3 Samenvatting huidige toestand

Het T2021 rapport van het Schelde estuarium en het KRW-oordeel laten beiden zien dat de toestand van macrofauna positieve elementen kent. Zo zijn er positieve trends zichtbaar in de biomassa, dichtheid, soortenrijkdom en soortendiversiteit. De toestand is op veel vlakken relatief goed. Tegelijkertijd zijn er ook aspecten die niet goed gaan, onder meer met betrekking tot het grote aandeel invasieve exoten. Deze exoten concurreren met inheemse soorten. Het eindoordeel over de toestand van macrofauna is daarom dat dit wisselend is.

6.4.7 Vis

De visgemeenschap speelt een cruciale rol binnen het voedselweb van het Schelde-estuarium. Een natuurlijk estuarium wordt gekenmerkt door een sterke diversiteit door de overgang tussen zoet en zout. Daarnaast vervullen met name de ondiepe, laagdynamische delen van het estuarium een belangrijke functie als kinderkamer en opgroeiplaats voor een groot aantal soorten vissen. Het aanbod aan vis bepaalt mede de draagkracht van het estuarium voor tal van visetende soorten, zoals de zeezoogdieren gewone zeehond en bruinvis, maar ook vogels als grote stern, visdief en fuut. De toestand van vis is daarmee indicatief voor de toestand van het functioneren van het ecosysteem.

Omdat vis een belangrijke schakel vormt in het aquatische ecosysteem is de groep zowel onderdeel van de T2021 rapporten als de KRW-oordelen.

6.4.7.1 T2021

In de Westerschelde (zwak en sterk polyhaliene en mesohaliene zone) zijn de trends in functionele groepen relatief onduidelijk en onsamenhangend. Toch wordt de biomassa en diversiteit als overwegend negatief beoordeeld. Met name de mesohaliene (oostelijke) zone binnen de Westerschelde wordt negatief beoordeeld. De zwak en sterk polyhaliene zones (waar KCB gelegen is) worden positief beoordeeld op biomassa, maar negatief op diversiteit. Voor alle zones geldt dat de biomassa diadrome soorten beperkt is. De groep diadrome soorten omvat ook de trekvissoorten die bescherming genieten op soortniveau vanuit N2000 en FF. Door de verschillende trends voor apart beoordeelde sleutelsoorten (soorten die symbool staan voor het ecologisch functioneren van het systeem) niet eenduidig om de kinderkamerfunctie van de Westerschelde te evalueren. Zo laten de soorten die symbool staan voor een goede waterkwaliteit, spiering en fint, respectievelijk een dalende en stijgende trend zien. Paling neemt af in biomassa. Haring neemt juist weer toe. Noemenswaardig is wel dat er historisch gezien periodiek enorme aantallen haring werden gevangen, deze vangsten zijn in de laatste jaren sterk gedaald.

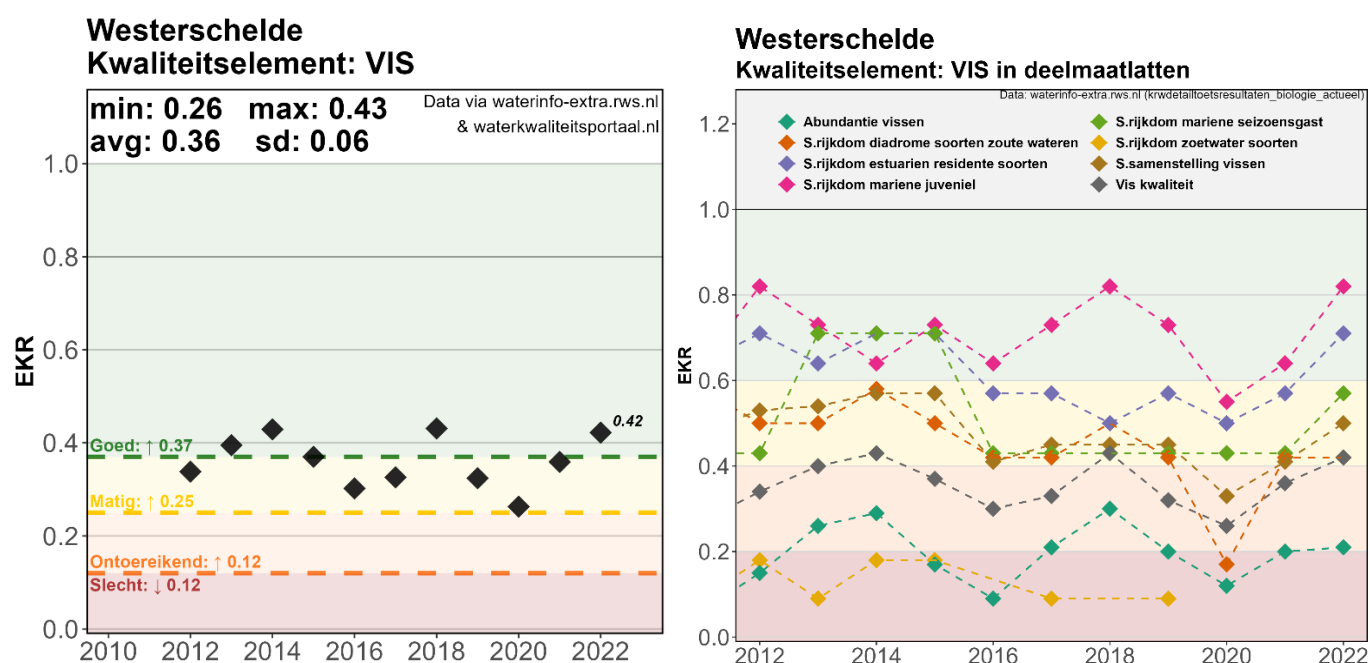
Factoren die ten grondslag kunnen liggen aan de huidige toestand van de visgemeenschap zijn enerzijds positief. Zo blijkt ondanks de algemene stijging van de watertemperatuur de zuurstofhuishouding te verbeteren. Dit is positief aangezien veel estuariene vissoorten gevoelig zijn voor lage concentraties opgeloste zuurstof. De geobserveerde temperatuurstijging is daarom volgens de T2021 rapportage momenteel 'wellicht' geen probleem voor de visgemeenschap. Ook is het laagdynamisch litoraal toegenomen, wat meer en beter opgroeihabitat betekent voor jonge vis. Ten slotte is het doorzicht in de Westerschelde overwegend laag, dit is een vrij constante factor. Voor de kinderkamerfunctie van de Westerschelde zou een gereduceerd doorzicht betere opgroeimogelijkheden bieden, omdat er minder energie besteed moet worden aan het ontwijken van visetende predatoren en meer aan foerageren.

Het T2021 rapport sluit het onderwerp vis af met dat de bevindingen voor vis gepaard gaan met een grote onzekerheid door het complexe geheel van mogelijke interacties.

6.4.7.2 KRW oordeel

Vissen vormen als groep ook een biologisch kwaliteitselement binnen de KRW. Figuur 6-13 geeft de toestand van kwaliteitselement vis weer over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde, inclusief de achterliggende beoordelingen op deelaspectniveau. Wat direct opvalt is dat de ondergrens voor klasse 'goed' op een EKR-score van 0,37 ligt, in plaats van de standaard geldende ondergrens van 0,60 op basis van de natuurlijke referentie. De grens is dus naar beneden is bijgesteld. Dit is alleen toegestaan wanneer de standaard grens van 0,60 niet redelijkerwijs haalbaar wordt geacht in de huidige autonome situatie. Dit is meestal een gevolg van door de mens gecreëerde ontoereikende omstandigheden.

De toestand van kwaliteitselement vis schommelt rond de bijgestelde ondergrens van klasse 'goed', maar zit ook regelmatig in de klasse 'matig'. Uit de scores op deelmaatlatniveau (Figuur 6-13, rechts) blijkt dat de relatief lage EKR-score met name te wijten is aan de ontoereikende tot slechte score op de deelmaatlat abundantie. Dit betekent dat vooral de verdeling in abundantie tussen visgilden (groepen van vissoorten met soortgelijke levenswijze, zoals diadrome soorten, estuarien residente soorten, zie het figuur) niet past bij wat van nature verwacht mag worden in de Westerschelde. De kwaliteit en soortensamenstelling van de visgemeenschap scoort veelal 'matig' tot 'slecht'. Daarbij worden niet alle vissoorten nog waargenomen in de Westerschelde die wel van nature worden verwacht. Zo bedraagt de natuurlijke referentie van de visgilde diadrome soorten (trekvissen) 12 vissoorten. Bij de KRW-bemonsteringen tussen 2017 en 2022 bleef het aantal soorten binnen deze groep steken op 2 tot 5 soorten. Ook van de visgilde mariene seizoensgasten en zoetwatervissen werden in die periode een gering aantal soorten waargenomen ten opzichte van de natuurlijke referentie. De soortenrijkdom van mariene juvenielen en estuarien residente soorten is wel overwegend goed.



Figuur 6-13 Links: De toestand (in EKR-score) van kwaliteitselement Vis over de tijd in KRW-waterlichaam Westerschelde. Rechts: De achterliggende detailscores voor kwaliteitselement vis in deelmaatlaten

6.4.7.3 Samenvatting huidige toestand

Het T2021 rapport van het Schelde estuarium en het KRW-oordeel laten beiden zien dat de toestand van vis wisselend is. Bepaalde soort(groep)en laten positieve ontwikkelingen zien terwijl andere soort(groep)en er minder goed aan toe zijn. Van veel soortgroepen komen minder soorten voor dan verwacht mag worden van een natuurlijk estuarium.

6.4.8 Vogels

Zoals eerder vermeld zijn estuaria van nature divers en voedselrijk. Mede hierdoor vormt de Westerschelde cruciaal leef- en broedgebied voor doortrekkende en overwinterende vogels, waaronder eenden, ganzen, steltlopers en typische kustbroedvogels. Deze soorten zijn aangepast aan het leven in hoogdynamische milieus, waar over het algemeen weinig grondpredatoren aanwezig zijn. Veel soorten zijn een deel van het jaar of zelfs het hele jaar van het Schelde estuarium afhankelijk. Vogels worden gezien als belangrijke indicatoren voor het functioneren van een ecosysteem. Hierbij is het wel belangrijk om verder te kijken dan alleen lokale ontwikkelingen, aangezien veel soorten duizenden kilometers trekken.

Vogels wordt niet beschouwd voor de KRW, de T2021 rapporten van het Schelde estuarium behandelen deze groep wel. De toestand van vogels wordt apart behandeld voor broedvogels en niet-broedvogels (overwinterraars en doortrekkers).



6.4.8.1 Broedvogels

Uit de T2021 rapporten wordt duidelijk dat veel broedvogelsoorten een afname laten, welke daarom negatief beoordeeld worden (Tabel 6-7). Dit komt gedeeltelijk doordat de evaluatie in eerste instantie beperkt blijft tot het niveau van het Schelde estuarium. Door het mobiele karakter van kustbroedvogels kan een beter beeld verkregen worden door de hele zuidwestelijke Delta te beschouwen. Op deze wijze is het beeld positiever, maar de toestand van meer dan de helft van de soorten blijft negatief (Tabel 6-8).

Veel kustbroedvogels zijn gebonden aan de specifieke ontwikkelingsstadia van de schorvegetatie, zoals ook besproken in paragraaf 6.4.5.1. Het gaat overwegend slecht met de soorten die gespecialiseerd zijn in broeden op de vrijwel kale zone met pionierbegroeiingen, zoals dwergstern, visdief en strandplevier. Deze soorten hebben te leiden onder een afname in dynamiek en bijbehorende vegetatiesuccessie (verruiging) en grondpredatie (met name vos), maar ook verandering voedselaanbod. Zoals in Figuur 6-9 van paragraaf 6.4.5.1 getoond maakt de pionierzone een kleine fractie uit van de schorvegetatie

Positief punt is wel dat de laatste decennia het beschikbare oppervlak geschikt broedhabitat voor kustbroedvogels is toegenomen als gevolg van (lokale) herstel- en beheermaatregelen. Voorbeeld hiervan is de realisatie van het gebied 'Waterdunen' nabij Breskens. In de eerste jaren na realisatie heeft de Waterdunen een positief effect op de aantallen kustbroedvogels in en bij de Westerschelde. Daarnaast werpen ook lokale beschermingsmaatregelen van broedvogels hun vruchten af. Voorbeeld hiervan is het plaatsen van rasters en educatie rond nesten van broedende strandplevieren. Dergelijke maatregelen compenseren de negatieve drukfactoren, zoals verstoring door recreatie en een ontoereikend voedselaanbod, echter niet volledig. Behalve lokale knelpunten spelen externe knelpunten ook een belangrijke rol, zoals het veranderen van trekgedrag door klimaatverandering, ziektes (vogelgriep) of ongunstige omstandigheden in buitenlands leefgebied.

Tabel 6-7 Vergelijking van de aantallen aangewezen broedvogelsoorten binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saefinghe met de instandhoudingsdoelstellingen/minimum doelaantallen genoemd in het Beheerplan. Getallen tussen haakjes betreffen onvolledige tellingen. Groen = positieve evaluatie en rood = negatieve evaluatie. Aantallen afkomstig van Sovon, tabel van Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie (2023a)

Soort	ihd	2016	2017	2018	2019	2020	2021	beoordeling
Blauwborst	450	?	[340]	?	?	?	?	
Bontbekplevier	28	14	19	8	9	5	7	
Bruine kiekendief	20	[23]	[28]	[23]	[26]	[26]	[24]	
Dwergstern	226	181	108	0	24	5	75	
Grote stern	3.866	2.472	2.045	2.151	2.650	3.450	110	
Kluut	203	198	200	104	194	92	98	
Strandplevier	23	19	14	9	24	19	12	
Visdief	1.410	854	652	680	408	555	636	
Zwartkopmeeuw	419	516	1.305	902	1.402	647	269	

Tabel 6-8 Vergelijking van de aantallen kustbroedvogelsoorten binnen de gehele zuidwestelijke Delta. Groen = positieve evaluatie en rood = negatieve evaluatie. Aantallen afkomstig van Sovon, tabel van Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie (2023a)

Natura 2000 ruime begrenzing								
Soort	ihd	2016	2017	2018	2019	2020	2021	beoordeling
Bontbekplevier	28	23	28	16	18	17	17	
Dwergstern	226	182	108	48	34	100	216	
Grote stern	3.866	2.472	2.045	2.151	2.650	3.465	4.960	
Kluut	203	272	286	291	300	265	310	
Strandplevier	23	24	24	23	30	29	18	
Visdief	1.410	1.099	1.199	1.382	1.052	1.039	1.239	
Zwartkopmeeuw	419	646	1.758	926	1.565	1.055	3.512	



6.4.8.2 Niet-broedvogels

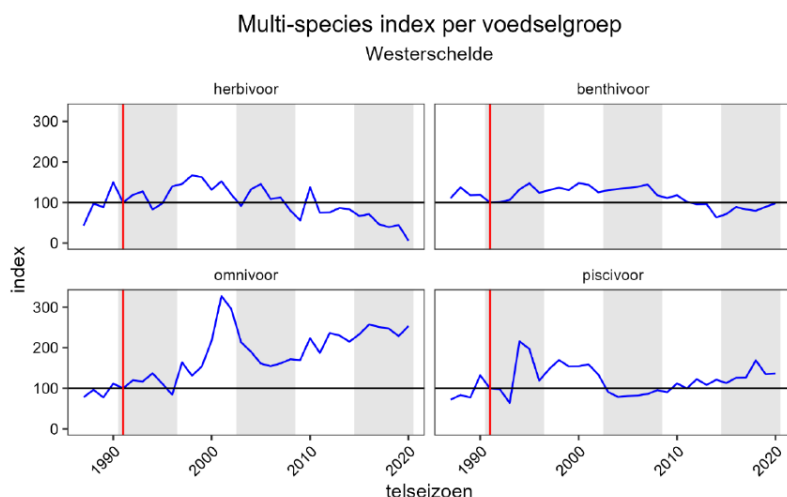
Uit de T2021 rapporten wordt duidelijk dat ruim de helft van de niet-broedvogelsoorten negatief beoordeeld worden (Tabel 6-9). Dit ligt in lijn met het patroon over de laatste decennia, overkoepelend is er geen specifieke trend waarneembaar. Wanneer de niet-broedvogels opgedeeld worden op basis van de wijze van voerageren komen er wel patronen naar voren. Er zijn vier voedselgroepen onderscheiden: herbivoren, benthoseters, omnivoren en viseters. De functionele groepen laten een verschillend patroon zien in hun ontwikkeling over de laatste decennia (Figuur 6-14). Het aantal herbivoren en benthivoren loopt terug, terwijl het aantal omnivoren en piscivoren toeneemt. De groep benthivoren hebben na 2015 wel enig herstel ervaren.

In het T2021 rapport wordt geconcludeerd dat er verschillende oorzaken ten grondslag liggen aan de ontwikkelingen van de verschillende functionele groepen. Overkoepelend beeld is dat veel soorten binnen verschillende functionele groepen de verschuivingen in dichtheden van hun prooi-soortgroepen/vegetatiezonering lijken te volgen. Dit leidt tot significant positieve en negatieve correlaties tussen de dichtheden van diverse vogelsoorten en de bijbehorende prooi-soortgroepen/vegetatiezonering per zone van de Westerschelde. Behalve voedselbeschikbaarheid is rust ook een belangrijke factor voor niet-broedvogels. Wanneer tijdens hoogwater niet gevoerd kan worden maken veel soorten gebruik van hoofwatervluchtplaatsen. Rust op deze plaatsen is niet overal gewaarborgd. Externe knelpunten spelen ook een rol, zoals het veranderen van trekgedrag door klimaatverandering. Dit laatste is naar verwachting in ieder geval een verklarende factor bij optredende verschillen binnen de functionele groepen. Zoals bij de groep viseters. Hier is netto sprake van een (licht) positieve trend, zoals te zien in Figuur 6-14, terwijl de fuut en middelste zaagbek wel een negatieve trend vertonen. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het meer noordelijk overwinteren van de overige soorten viseters.

Het eindoordeel over de toestand van vogels is dat dit wisselend is, er is geen sprake van een eenduidige ontwikkeling voor de gehele levensgemeenschap.

Tabel 6-9 Overzicht van het seizoengemiddelde van de niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel (IHD) in de Westerschelde per periode van zes seizoenen tussen 1985 en 2021. Er is sprake van een positieve beoordeling indien het seizoengemiddelde van een soort in drie van de zes seizoenen boven het IHD zit. Groen = positieve beoordeling, Geel = Waarschijnlijk positief maar missende data, Wit = negatieve beoordeling. Aantallen afkomstig van Sovon

Soort	IHD	1985-1991	1991-1997	1997-2003	2003-2009	2009-2015	2015-2021
Bergeend	4500	2.380	2.680	4.102	5.328	7.297	8.575
Bontbekplevier	430	699	438	494	440	380	337
Bonte strandloper	15100	11.578	11.518	13.638	13.872	11.216	11.494
Drieteenstrandloper	1000	487	391	835	1.228	1.117	1.133
Fuut	100	128	185	114	60	44	54
Goudplevier	1600	1.395	943	1.381	1.240	343	159
Grauwegans	16600	4.327	9.139	17.083	13.011	8.282	6.197
Groenpootruiter	90	39	56	89	72	57	56
Kanoet	600	929	765	660	1.334	1.210	972
Kievit	4100	1.825	1.907	3.441	4.512	2.398	1.512
Kleine zilverreiger	40	0	4	24	74	57	65
Kluut	540	373	456	486	614	449	499
Kolgans	380	1.242	638	542	464	652	211
Krakeend	40	6	13	34	35	58	90
Lepelaar	30	5	10	35	41	134	189
Middelste zaagbek	30	61	66	39	12	10	10
Pijlstaart	1400	608	759	1.599	760	897	892
Rosse grutto	1200	1.255	1.135	1.192	977	826	623
Scholekster	7500	8.054	11.301	9.042	8.395	6.834	7.704
Slechtvalk	8	1	7	8	13	14	14
Slobeend	70	40	31	57	67	81	145
Smient	16600	7.504	12.316	17.117	11.240	7.304	6.146
Steenloper	230	362	275	305	201	156	206
Strandplevier	80	158	83	60	20	10	7
Tureluur	1100	933	842	1.049	918	723	741
Wilde eend	11700	7.304	7.523	10.650	9.011	7.257	5.592
Wintertaling	1100	558	575	939	655	907	1.175
Wulp	2500	2.547	2.335	2.443	3.101	3.466	3.546
Zeearend	2	0	1	1	0	1	2
Zilverplevier	1500	1.805	2.240	1.496	2.090	1.550	1.500
Zwarte ruiter	270	212	263	272	183	87	59
Soorten: n > IHD	10	8-16	8	15	13	12	14



Figuur 6-14 De Multi-species index (MSI) berekend per functionele voedselgroep op basis van de indexwaarde van niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor de Westerschelde. De waarde van 1991 is gelijkgesteld aan 100 (rode lijn)

6.4.9 Zeezoogdieren

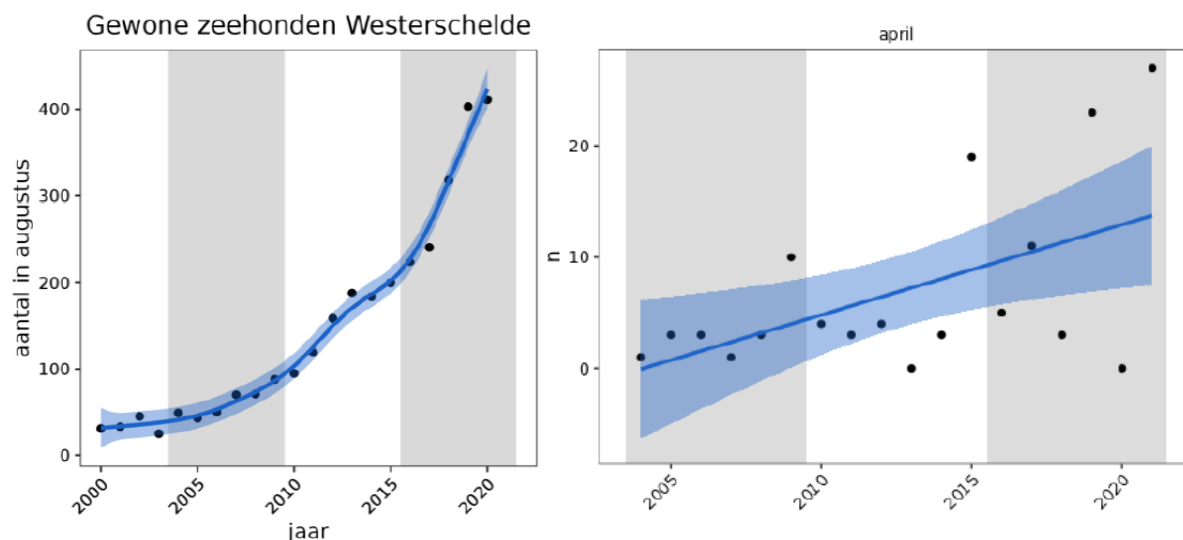
Zeezoogdieren vormen als toppredatoren belangrijke indicatoren voor het functioneren van het onderliggende aquatische ecosysteem. Hun aantalsontwikkeling en reproductie geven inzicht in de gezondheid van de voedselketen. Deze zeezoogdieren voeden zich voornamelijk met vis. In de Westerschelde worden de aantallen van de gewone zeehond en de grijze zeehond goed gemonitord, van bruinvissen of overige soorten is minder data beschikbaar. De gewone zeehond plant zich al jaren voort in dit gebied, terwijl de grijze zeehond zich voornamelijk voortplant in de Voordelta en andere verder gelegen gebieden. Daarom behandelen we de gewone en grijze zeehond, waarbij voor de gewone zeehond ook wordt ingezoomd op de reproductie.

De ontwikkelingen in de populaties gewone en grijze zeehond zijn beide positief. Het aantal gewone zeehonden in de Westerschelde kent sinds het jaar 2000 een zeer sterke groei (Figuur 6-15 links). Dit is een sterkere groei dan de groei die de populatie gewone zeehonden doormaakt in de Waddenzee. Ook de grijze zeehond in de Westerschelde kent een jaargemiddeld groeipercentage van bijna 10% (Figuur 6-15 rechts). Het aandeel pups van gewone zeehonden ligt de laatste jaren tussen de 13 en 25% (Figuur 6-16). Dit is positief. Om de populatie van de gewone zeehond in de Westerschelde duurzaam in stand te houden dient het jaarlijkse aandeel pups namelijk minimaal 9% te zijn (rode lijn Figuur 6-16). Het reproductiepercentage van gewone zeehond in de Westerschelde ligt wel lager dan de percentages in de Waddenzee.

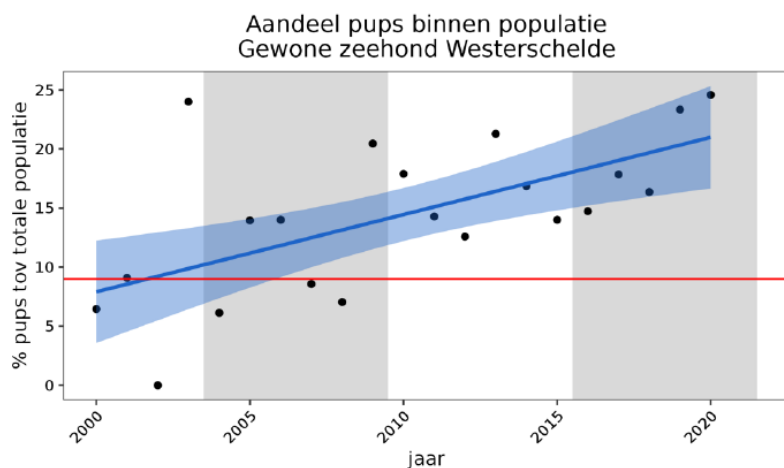
Het relatief lagere reproductiepercentage kan te maken hebben met de instroom van niet geslachtsrijpe dieren in de Westerschelde. Dedert et al., (2015) onderbouwen echter dat dit mogelijk te wijten is aan de gehalten van verontreinigde stoffen in de Westerschelde, met name de concentratie PFAS is hoog in gewone zeehonden in de Westerschelde. PFAS binden zich aan bloedeiwitten en kunnen via de placenta worden doorgegeven aan het ongeboren jong. Bodemvissen als tong en bot -belangrijk voedsel voor de gewone zeehond- bevatten hoge gehalten aan PFAS. Uit bestandinschattingen blijkt echter dat te weinig platvis aanwezig is om alle zeehond te voorzien, waardoor het dieet van de gewone zeehond in de Westerschelde voor een belangrijk deel uit pelagische vis moet bestaan. Pelagische vis is minder zwaar belast met verontreinigingen. Desondanks wordt niet uitgesloten dat de zeehonden hier negatieve effecten van ondervinden.

Overige menselijke drukfactoren bestaan naast de uitstoot van verontreinigde stoffen vooral uit verstoring van rustplaatsen. Daarnaast kan visserijdruk de voedselbeschikbaarheid beïnvloeden.

Het eindoordeel over de toestand van zeezoogdieren is dat dit overwegend goed is, er is sprake van een positieve ontwikkeling voor de gehele levensgemeenschap.



Figuur 6-15 Links: De ontwikkeling van de gewone zeehond in de Westerschelde tijdens de laagwatertelling in de verharingsperiode (augustus). Rechts: De ontwikkeling van de grijze zeehond in de Westerschelde tijdens de laagwatertelling in de verharingsperiode (april)



Figuur 6-16 Aantal pups van de gewone zeehond geteld in de Westerschelde als maximaal aantal alle maanden in het desbetreffende jaar als percentage van het totaal aantal gewone zeehonden tijdens de verharingsperiode in augustus

6.5 Extrapolatie toestand ecologie

Ecosystemen zijn complex. Er vinden constant veranderingen plaats, onder meer als gevolg van variaties op abiotisch vlak en invloeden van de mens. De veranderingen in het ecosysteem werken op hun beurt ook door in nieuwe veranderingen in het ecosysteem, welke weer doorwerken, enzovoort. De dynamiek en de vele interacties die hieraan ten grondslag liggen zijn niet volledig te doorgronden. Door deze complexiteit is het vrijwel onmogelijk om een realistische voorspelling te geven van wat de toestand zal zijn van een ecosysteem in de toekomst. Wat wel duidelijk is, is dat er diverse autonome ontwikkelingen veranderingen teweeg zullen brengen in de toekomstige ecologische toestand rond KCB. Zowel in negatieve zin als positieve zin. De naar onze mening belangrijkste autonome ontwikkelingen zijn weergegeven in Tabel 6-10. Voor de overzichtelijkheid zijn de autonome ontwikkelingen onderverdeeld in overkoepelende thema's.

Duidelijke positieve of negatieve trends voor levensgemeenschappen in de toekomst kunnen dus niet met voldoende zekerheid worden voorspeld. Als uitgangspunt wordt aangehouden dat zowel negatieve als positieve factoren een rol spelen, en dat de toestand van de levensgemeenschappen (samengevat in Tabel 6-5) zich op eenzelfde wijze voortzet. Voor de meeste levensgemeenschappen blijft de toestand dus wisselend. Enkel voor de zeezoogdieren blijft de (geëxtrapoleerde) toestand overwegend positief, waarbij accumulatie van verontreinigde stof wel een aandachtspunt blijft vormen.



Concluderend is het uitgangspunt dat de huidige toestand, zoals beschreven in Tabel 6-5, zich voortzet in de toekomst (ook na 2033). Wegens de complexiteit van ecosystemen kunnen er geen concretere voorspellingen worden gedaan.

Tabel 6-10 De naar mening van de auteurs belangrijkste autonome ontwikkelingen en hun invloed op de toestand ecologie. De autonome ontwikkelingen zijn onderverdeeld in overkoepelende thema's

Thema	Autonome ontwikkeling	Veronderstelde invloed toestand ecologie
Verandering klimaat	Hogere watertemperatuur en lagere zuurstofverzadiging	Relatief snelle abiotische veranderingen en het steeds vaker voorkomen van extremen zullen mogelijk een toenemende negatieve invloed hebben op de populaties van vele soorten in en om de Westerschelde. Juist de gevoelige en kenmerkende soorten die veelal bescherming genieten zijn gevoelig voor dergelijke snelle veranderingen in hun leefomstandigheden. Met name deze soorten kunnen daarom afnemen in populatieomvang en veerkrachtigheid. Tolerante soorten kunnen hier mogelijk van profiteren, en kunnen het ecosysteem steeds meer gaan domineren. Dit kunnen generalisten zijn die momenteel ook in relatief grote aantallen aanwezig zijn, maar ook 'nieuwe' soorten die vanuit het zuiden naar het noorden trekken en/of exoten.
	Langere perioden van droogte met lage rivierafvoer, hoger doorzicht en verzilting van het estuarium	
	Langere perioden van regen met hoge rivierafvoer, lager doorzicht en verzoeting van het estuarium	
Groei bevolking en economie	Door toename bevolking meer recreatie en meer verstoring. Houdt ook verband met langere perioden warme perioden en droogte.	Het is aannemelijk dat de mogelijk minder veerkrachtige populaties van kenmerkende en gevoelige (beschermde) soorten, populaties en levensgemeenschappen gevoeliger zijn voor de drukfactoren van KCB.
	Door toename scheepvaart meer verstoring en vertroebeling / sedimentatie en invloed op hydromorfologie (golfwerking dynamiek oevers, eventueel noodzaak baggeren, diepere vaargeulen)	
	Door ontwikkeling projecten in de regio, waaronder verwachte ontwikkelingen rond Energiehub Borssele, meer verstoring. Afhankelijk van de activiteit mogelijk ook meer stikstofdepositie, verontreiniging, aantasting en vertroebeling.	
Natuurherstel en verduurzaming	Toekomstige natuurherstelmaatregelen liggen in het verschiet, onder andere wegens juridische verplichtingen (EU). Er wordt hierbij nieuw leefgebied gerealiseerd of leefgebied hersteld. Voorbeeld is de Waterdunen nabij Breskens, waar in het bijzonder veel broedgebied voor kustbroedvogels is gerealiseerd.	Natuurherstelprojecten kunnen een positieve impuls geven aan (beschermde) soorten, populaties en levensgemeenschappen en hun veerkracht. Robuuste en veerkrachtige natuurwaarden zijn beter bestand tegen milieueffecten, in dit geval van KCB.
	Wegens geleidelijke verduurzaming, onder andere wegens beleid en juridische verplichting, neemt de stikstoflast op de natuur geleidelijk af. Zie ook AERIUS Monitor (monitor.aerius.nl).	



6.6 Milieueffecten

In de hiernavolgende Tabel 6-11 is een overzicht gegeven van alle effectketens. De effectketens en criteria waarvoor wordt geoordeeld dat die voor mogelijke milieueffecten kunnen zorgen worden geagendeerd als aandachtspunt voor MER Fase 2.

Bepaling milieueffecten (methode)

Zoals toegelicht in paragraaf 5.1 (methodologie) volgt na het identificeren van de mogelijk effecten (beschreven in paragrafen 6.1 t/m 6.5), het waar mogelijk kwantificeren aan de hand van wettelijke of vergunde kaders. Zoals bekend, beschikt KCB niet over een vergunning Wet natuurbescherming (of andere natuurvergunningen, denk aan KRW) en zijn er geen vergunde ecologische kaders. De relevante wettelijke kaders zijn wel in dit hoofdstuk geïdentificeerd, aan de hand waarvan de huidige ecologische toestand is beschreven en het mogelijke effect van KCB hierop.

Voor elk van de beschreven criteria en levensgemeenschappen kan geconcludeerd worden dat negatieve effecten niet op voorhand uitgesloten kunnen worden. Aan de hand van de exacte toekomstige situatie, die bekend is ten tijde van het uitvoeren van MER Fase 2, is het mogelijk om de effecten verder te kwantificeren. Die kennis is nodig om te kunnen bepalen welke natuurgevolgen acceptabel zijn, temeer omdat dit samenhangt met eventuele specifieke mitigerende maatregelen. Op grond van het huidige onderzoek zijn de onderdelen geïdentificeerd die een bijdrage leveren aan de totale milieueffecten van KCB. Voor soortgroepen met beperkte raakvlakken met de activiteiten van KCB, zoals vleermuizen, amfibieën en flora op land, wordt op voorhand een minder milieueffecten verwacht. De keuze is daarom gemaakt om de huidige toestand van deze soortgroepen niet uit te lichten. In paragraaf 6.7 zijn de meest relevante onderdelen benoemd die geagendeerd zijn voor MER Fase 2.

Milieueffecten huidige toestand = Milieueffecten toekomstige toestand

Het uitgangspunt is dat de milieueffecten bij een eventuele bedrijfsduurverlenging na 2033 vergelijkbaar zijn met de beoordeling die in Tabel 6-11 is gegeven. Dit heeft als reden dat extrapolatie van de ecologische toestand geen specifieke (positieve of negatieve) patronen oplevert. Daarom wordt als uitgangspunt aangehouden dat de toestand soortgelijk blijft (toegelicht in paragraaf 6.5). In haar reactie (paragraaf 4.4) geeft de Cie MER aan dat relatief gedetailleerd onderzoek in dit stadium relevant is om zicht te krijgen op welke ruimte beschermde natuur (überhaupt) biedt voor een eventuele bedrijfsduurverlenging van KCB. Het uitgevoerde onderzoek geeft hier geen antwoord op en laat zien dat de ruimte bepaald wordt door een complexe samenhang van onderdelen en een aantal levensgemeenschappen rond de KCB onder druk staan (zie par. 6.5). De weergegeven milieueffecten in Tabel 6-11 is daarom representatief voor zowel de huidige als toekomstige ecologische situatie.

Grensoverschrijdende milieueffecten

Ecosystemen en de interacties hierbinnen houden niet op bij landsgrenzen. De milieueffecten van KCB op de biotiek kunnen daardoor ook grensoverschrijdend zijn. Het eerder toegelichte ecologisch kader houdt ook voldoende rekening met dergelijke eventuele grensoverschrijdende milieueffecten voor het detailniveau van MER Fase 1. In het ecologisch kader zijn namelijk de voor het gebied rond KCB meest kenmerkende en gevoelige levensgemeenschappen, leefgebieden en soorten omvat. Door de criteria hieraan te spiegelen wordt de druk op het omliggende ecosysteem op gepaste wijze inzichtelijk. Dit is ongeacht of het een landsgrens overschrijdt.

Omdat grensoverschrijdende milieueffecten niet zijn uitgesloten zal in MER Fase 2 op basis van het Espoo-verdrag ook rekening gehouden moeten worden met juridische kaders omtrent ecologie buiten Nederland. Dit is geagendeerd in de laatste paragraaf van dit Hoofdstuk 'Doorkijk MER Fase 2'.



Tabel 6-11 Overzicht milieueffecten. **Directe milieueffecten:** Een direct effect op een levensgemeenschap. Zoals het potentieel doden, beschadigen of verstoren van soorten (bijvoorbeeld direct effect van inzuiging vis). **Indirecte milieueffecten:** Een indirect effect op een levensgemeenschap. Zoals een potentiële doorwerkende invloed via de voedselketen (bijvoorbeeld indirect effect op visetende predatoren door inzuiging vis)

Criterium	Potentieel beïnvloedde levensgemeenschap	Directe / indirecte milieueffecten	Huidige toestand én extrapolatie toekomstige toestand (>2033)	Relevante onderdelen ecologisch kader
Onttrekken en lozen koelwater	Habitattypen kwaliteit	Direct	Wisselend	N2000
	Fytoplankton	Direct	Wisselend	KRW, (N2000 indirect)
	Zoöplankton (waaronder macrofauna en vislarven)	Direct	Onduidelijk	N2000, FF, KRW (allen indirect)
	Trekvisen en overige vis	Direct en indirect	Wisselend	N2000, FF, KRW
	Broed- en niet-broedvogels	Indirect	Wisselend	N2000, FF, NNZ
	Zeezoogdieren	Indirect	Overwegend goed	N2000
Verstoring en aantasting	Broed- en niet-broedvogels	Direct	Wisselend	N2000, FF, NNZ
	Zeezoogdieren	Direct	Wisselend	N2000, FF
	Overige soortgroepen (vegetatie op land, vleermuizen, grondgebonden zoogdieren, amfibieën)	Direct	Niet behandeld	FF, NNZ
Vertroebeling en sedimentatie	Habitattypen kwaliteit	Direct	Wisselend	N2000
	Fytoplankton	Direct	Wisselend	KRW, (N2000 indirect)
	Water- en kustflora	Direct	Wisselend	KRW, N2000
	Macrofauna	Direct	Wisselend	KRW
	Trekvisen en overige vis	Direct en indirect	Wisselend	KRW, N2000, FF
	Broed- en niet-broedvogels (zicht-jagende vis- en macrofauna-eters)	Direct en indirect	Wisselend	N2000, FF, NNZ
	Zeezoogdieren	Indirect	Overwegend goed	N2000, FF
Verontreiniging	Habitattypen kwaliteit	Direct	Wisselend	N2000
	Fytoplankton	Direct	Wisselend	KRW, (N2000 indirect)
	Water- en kustflora	Direct	Wisselend	KRW, N2000
	Zoöplankton (waaronder macrofauna en vislarven)	Direct	Wisselend	N2000, FF, KRW (allen indirect)
	Macrofauna	Direct	Wisselend	KRW
	Trekvisen en overige vis	Direct en indirect	Wisselend	KRW, N2000, FF
	Broed- en niet-broedvogels (in verbinding met aquatische milieu)	Direct en indirect	Wisselend	N2000, FF, NNZ
	Zeezoogdieren	Direct en indirect	Overwegend goed	N2000, FF
Stikstofdepositie	Stikstofgevoelige habitattypen (kwaliteit)	Direct	Wisselend	N2000
	Stikstofgevoelige beheertypen	Direct	Wisselend	NNZ



6.7 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele fysieke aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. In deze paragraaf is ingegaan op onderdelen uit dit MER Fase 1 die relevant zijn bij die volgende fase.

Wat behandeld moet worden in een nadere beoordeling in MER Fase 2 kan sterk beïnvloed worden door eventueel 'bestaand recht' van KCB. Wanneer (voor bepaalde aspecten van de activiteit) sprake is van bestaand recht is daarvoor namelijk geen vergunning vereist. Het advies is daarom om voor aanvang van MER Fase 2 juridische duidelijkheid te hebben over wat wel en niet binnen eventueel bestaand recht van KCB valt. Wanneer geen sprake is van bestaand recht zal onderdeel van MER Fase 2 zijn om toetsingen op te stellen voor de relevante wettelijke kaders. Dit omvat in ieder geval een Passende beoordeling in het kader van Natura 2000, een toetsing aan (tijdelijke) achteruitgang van de waterkwaliteit in het kader van de KRW, een toetsing in het kader van beschermde Flora en Fauna en een toetsing in het kader van Natuurnetwerk Zeeland. Aandachtspunten hierbij zijn ook eventuele grensoverschrijdende effecten en bijkomende juridische plichten. Ook redelijkerwijs mogelijke mitigerende maatregelen die eventueel significant negatieve effecten op beschermde natuurwaarden vereffenen of verzachten kunnen hier onderdeel van zijn.

Uit dit MER Fase 1 hoofdstuk ecologie blijkt dat een aantal activiteiten van KCB milieueffecten hebben op het ecosysteem, met name het onttrekken en lozen van koelwater, verontreiniging en stikstofdepositie. Dit benadrukt de noodzaak voor een ecologische beoordeling in nader detail in MER Fase 2. Bij een nadere beoordeling kunnen de effectketens waarvan de milieueffecten beperkt zijn overigens niet zonder meer verwaarloosd worden, deze dienen ook in nader detail beschouwd te worden.

Voor MER Fase 2 is het tevens van belang om de kennisleemte rond de verstoring en aantasting die wordt voortgebracht door KCB inzichtelijk te krijgen. Andere kennisleemten die de beoordelingen in MER Fase 2 in enige mate kunnen bemoeilijken zijn de complexe interacties in het ecosysteem en de onduidelijke toestand van zoöplankton. Het is niet de verwachting dat deze laatste twee kennisleemten binnen afzienbare tijd worden opgehelderd.

Bovenstaande conclusie is hieronder puntsgewijs samengevat in agendapunten voor MER Fase 2.

- Ten aanzien van de geïdentificeerde milieueffecten:
 - **Stikstofdepositie** vormt een nader te onderzoeken milieueffect voor MER Fase 2 onderdeel ecologie. Daarbij zijn ook eventuele doorwerkende effecten op fauna relevant.
 - **Onttrekken en lozen van koelwater** vormt een nader te onderzoeken criterium voor MER Fase 2 onderdeel ecologie.
 - **Verontreiniging** vormt in zijn algemeenheid een aandachtspunt voor MER Fase 2 ten aanzien van ecologie. In het bijzonder voor zeezoogdieren, zij zijn zeer gevoelig voor de accumulatie van verontreinigde stoffen.
- Ten aanzien van de geadviseerde nadere beoordelingen en vergunbaarheid:
 - Afhankelijk van de uitkomsten rondom bestaand recht is een **nadere beoordeling** noodzakelijk in het kader van **Natura 2000, KRW, Flora en Fauna, en NNZ**.
 - In MER Fase 2 kunnen indien nodig **mitigerende maatregelen** onderzocht en aangedragen worden. Dit zijn maatregelen die eventuele significant negatieve effect vereffenen of verzachten.
 - Dat de milieueffecten **landgrenzen overschrijden** is niet uitgesloten. In MER Fase 2 zal dit nader onderzocht moeten worden waarna mogelijk rekening gehouden moet worden met juridische kaders buiten Nederland.
- Ten aanzien van kennisleemten:
 - De **verstoring en aantasting** die wordt veroorzaakt door KCB is relatief onduidelijk. Om de effecten goed te kunnen beoordelen in MER Fase 2 is het van belang dat hier meer details over beschikbaar komen.
 - In algemene zin klevende **kennisleemten** aan de complexe interacties die het ecosysteem beïnvloeden. Ook de toestand van de zoöplanktongemeenschap is relatief onbekend. Dit zal het beoordelen van de effecten van KCB in MER Fase 2 in enige mate kunnen belemmeren. Het is niet de verwachting dat deze kennisleemten in de nabije toekomst volledig worden weggenomen.

7 Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering

7.1 Inleiding

Voor de beoordeling van de Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering van de kerncentrale van EPZ zijn de mogelijke radiologische gevolgen voor diverse groepen beschouwd. Voor de beperking en regulering van deze gevolgen gelden wettelijke criteria die zijn vastgelegd in wet- en regelgeving, zie voor details paragraaf 7.2. In paragraaf 7.3 zijn deze criteria nader en meer kwantitatief omschreven. In paragraaf 7.4 is de huidige situatie bij de kerncentrale van EPZ beschreven alsmede hoe wordt voldaan aan de wettelijke eisen. Hierbij is ook ingegaan op het afvalbeheer. In paragraaf 7.5 tenslotte, is een doorkijk gemaakt naar toekomstige ontwikkelingen en hun invloed op aspecten van stralingsbescherming.

In deze inleiding is hieronder voor een goed begrip, enige basiskennis over stralingshygiëne verstrekt, waar nodig toegespitst op de activiteiten van EPZ.

7.1.1 Ioniserende straling en stralingsbronnen

Ioniserende straling is de benaming voor alle straling van hoge energie, die stoffen kan ioniseren. Hierbij wordt een elektron uit een atoom vrijgemaakt. Dit kan schade veroorzaken in het materiaal waar dit atoom zich in bevindt. Als dit in levend weefsel gebeurt, kan dat leiden tot gezondheidsschade bij mens en dier. Daarom moet de blootstelling aan ioniserende straling beperkt worden tot een niveau dat zo laag is als redelijkerwijs mogelijk.

Ioniserende straling kan uit natuurlijke bronnen komen en uit kunstmatige. Voorbeelden van natuurlijke bronnen zijn o.a.:

- Straling uit de ruimte, de zogenoemde kosmische straling. Deze straling is intenser op grotere hoogte omdat het daar minder wordt afgeschermd door de atmosfeer. In een vliegtuig of op een hoge berg ontvangt men dus meer kosmische straling dan op zeeniveau.
- Straling uit de bodem. Deze wordt uitgezonden door uiteenlopende mineralen in de bodem, die van nature ioniserende straling uitzenden. Ook komt het radioactieve edelgas radon uit de bodem. De hoeveelheid straling uit de bodem is erg afhankelijk van de samenstelling van de ondergrond op een locatie. In Nederland is de bodemstraling laag.

Stoffen die ioniserende straling kunnen uitzenden, worden radioactieve stoffen genoemd.

Ioniserende straling kan ook een kunstmatige oorsprong hebben, zoals:

- Straling uit röntgentoestellen, waarmee röntgenfoto's worden gemaakt.
- Radioactieve stoffen, die gebruikt worden in de medische sector voor diagnose of behandeling van tumoren.
- Radioactieve bronnen die voor metingen worden gebruikt in industrie en onderzoek.
- Radioactieve stoffen die ontstaan in een kerncentrale, tijdens het produceren van elektrische energie.
- Neutronen die ontstaan bij kernsplijting in een kerncentrale.

7.1.2 Bronnen van ioniserende straling in de kerncentrale

In een kerncentrale is de belangrijkste bron van ioniserende straling de reactorkern. Deze zendt voornamelijk snelle (hoog-energetische) neutronen en gammastraling uit. De neutronen komen vrij bij de splijting van uranium- of plutoniumkernen. De gammastraling is afkomstig van de door splijting gevormde zogenoemde 'splijtingsproducten' en ontstaat daarnaast als gevolg van het invangen van neutronen in de reactorkern, het water en de afschermingsmaterialen.

Andere van belang zijnde bronnen van ioniserende straling in de kerncentrale zijn:

- Het beton rond het reactorvat, dat door bestraling met neutronen enigszins radioactief wordt ('geactiveerd'). Bij onderhoudswerkzaamheden aan een afgeschakelde reactor moet hiermee rekening worden gehouden.
- In het hoofdkoelmiddel in het primaire koelcircuit ontstaat het radioisotoop N-16 van stikstof, dat tijdens bedrijf de belangrijkste bijdrage levert aan de uitgezonden straling binnen het reactorgebouw.
- De lucht in het reactorgebouw en reactorhulpgebouw kan wat radioactiviteit bevatten.



- De gebruikte splijtstofelementen die in het splijtstofopslagbassin zijn opgeslagen, vooral de kortgeleden daar geplaatste elementen, zijn ter plekke een stralingsbron.
- Radioactieve stoffen die zijn opgeslagen in het afvalopslaggebouw en andere bergplaatsen binnen het gecontroleerd gebied. In het afvalopslaggebouw staan vaten met radioactief afval die periodiek worden afgevoerd naar COVRA.
- Af en toe zijn er splijtstofcontainers op het terrein, soms met 'verse' of nieuwe splijtstof, soms met gebruikte (en dus radioactieve) splijtstof. De nieuwe splijtstof wordt direct verplaatst naar het reactorgebouw. De containers met gebruikte splijtstof worden gereed gemaakt voor transport voor verwerking in het buitenland.
- Transport van nucleaire en radioactieve materialen.

Een aparte categorie van radioactieve bronnen, vormen de bronnen die gebruikt worden voor metingen (als onderdeel van meetinstrumenten) of kalibratie van meetapparatuur.

7.1.3 Verschillende soorten ioniserende straling en hun eigenschappen

Radioactieve stoffen kunnen verschillende soorten ioniserende straling uitzenden. De bekendste zijn: alfa-, bèta- en gammastraling. Deze straling kan worden tegengehouden door afscherming. De benodigde afscherming, verschilt per type straling.

- Alfastralen hebben een zeer gering doordringend vermogen en kunnen al met een papiertje volledig worden tegengehouden. Voor de gezondheid is vooral inwendige besmetting van belang. Juist vanwege hun geringe doordringend vermogen geven ze al hun energie af in een klein weefselvolume, en kunnen lokaal schade veroorzaken.
- Bètastralen hebben een iets groter doordringend vermogen, maar worden gestopt door bijvoorbeeld een laagje water van 1 cm.
- Gammastralen hebben een groter doordringend vermogen. Als afschermingsmateriaal tegen gammastralen gebruikt men meestal beton, water, ijzer of lood.
- Neutronenstraling is ook ioniserend, en deze ontstaat, zoals hierboven beschreven, in de reactorkern van de kerncentrale bij splijting van atoomkernen. Door de afscherming door water in de reactorkern en de daaromheen aanwezige meerdere vormen van afscherming (RVS, staal en beton), heeft deze straling geen impact op de omgeving van de kerncentrale. Wel kan neutronenstralen rondom de reactorkern activeren, waardoor deze materialen radioactief worden.

7.1.4 Potentiële blootstellingspaden

De manieren waarop mensen en andere organismen blootgesteld kunnen worden aan ioniserende straling, worden door deskundigen op het gebied van stralingsbescherming wel 'blootstellingspaden' genoemd.

Stralingseffecten op de omgeving kunnen ontstaan door:

- Directe straling vanuit de installatie of uit radioactieve stoffen aanwezig in de installatie of aanwezig op het terrein van KCB. De directe alfa en bèta straling vanuit de radioactieve stoffen in de installatie of aanwezig op het terrein van KCB wordt volledig tegengehouden door de wijze van opslag, die voldoende afscherming biedt. Voor directe straling is daarom onder normale bedrijfsomstandigheden alleen gammastraling relevant.
- Door lozingen naar lucht van radioactieve gassen en aerosolen (kleine zwevende deeltjes), of radioactieve stoffen die geloosd worden in afvalwater. Deze stoffen zullen straling uitzenden. Wanneer er sprake is van verspreiding van radioactieve stoffen kunnen deze door inademen of als gevolg van eten en drinken in het lichaam terecht komen. Via deze weg zijn ook de alfa- en bètastraling relevant, omdat er geen of nauwelijks afscherming in het lichaam plaatsvindt.

7.1.5 Maten van radioactiviteit en blootstelling aan straling

De radioactiviteit van een stof wordt ook wel 'activiteit' genoemd en wordt uitgedrukt in de becquerel (Bq). Dit beschrijft het aantal atoomkernen dat radioactief vervalst per seconde. Daarbij is 1 Bq gelijk aan 1 radioactief verval per seconde.

De stralingsdosis die op een bepaalde locatie en gedurende een bepaalde verblijftijd wordt ontvangen, wordt uitgedrukt in Sievert (Sv). Dit is de eenheid die gebruikt wordt om het biologische effect van een ioniserende straling op lichaamsweefsel uit te drukken. Het gebruik van de sievert betreft relatief lage doses, waarbij het belangrijkste gezondheidsrisico voor de mens het ontwikkelen van kanker is. Meestal wordt de dosis uitgedrukt in millisievert (mSv), een duizendste deel van een sievert. Bij een kerncentrale worden mensen blootgesteld aan straling in het



toepassingsgebied van de sievert. Bij hogere doses wordt de eenheid de gray (Gy) gebruikt. Zie paragraaf 7.1.6 voor meer informatie over gezondheidseffecten van ioniserende straling.

Bij wettelijke criteria voor de limitering van de dosisbelasting, worden vaak twee soorten dosis gebruikt. De eerste is de effectieve dosis, die een maat is voor de dosis die een individu (het hele lichaam) ontvangt. De definitie van de effectieve dosis E is beschreven in het Bbs (Nederlandse overheid, 23 oktober 2017) en is de som van de gewogen equivalente doses in alle in tabel 2 van in het Bbs genoemde weefsels en organen ten gevolge van inwendige en uitwendige bestraling: $E = \sum_T w_T H_T$ waarin H_T de equivalente dosis in weefsel of orgaan T is en w_T de weefselweegfactor zoals gegeven in tabel 2 van het Bbs. De eenheid van effectieve dosis is sievert (Sv).

De tweede is de equivalente dosis, die een maat is voor de dosis die een individu in een bepaald weefsel of orgaan ontvangt. De definitie van de equivalente dosis is beschreven in het Bbs (Nederlandse overheid, 23 oktober 2017). De equivalente dosis, H_T , in een weefsel of orgaan T is de som van de producten van de gemiddelde geabsorbeerde dosis $D_{T,R}$, in een weefsel of orgaan T ten gevolge van straling R , en de stralingsweegfactor w_R : $H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$. De eenheid van effectieve dosis is sievert (Sv).

7.1.6 Gezondheidseffecten van ioniserende straling

Blootstelling aan ioniserende straling kan invloed hebben op de gezondheid. Dat komt omdat ioniserende straling schade veroorzaakt in het DNA-materiaal van lichaamscellen. De meeste DNA-beschadigingen worden door een herstelmechanisme gerepareerd, maar in sommige gevallen lukt dat niet. DNA-schade die niet (goed) gerepareerd wordt kan gezondheidseffecten veroorzaken, zoals het optreden van kanker, tientallen jaren na blootstelling. De straling waar we in ons normale leven allemaal mee te maken hebben draagt bij aan het risico op het krijgen van kanker, maar het aantal gevallen van kanker door straling is klein ten opzichte van het aantal gevallen van kanker door andere oorzaken.

Blootstelling aan ioniserende straling betekent niet dat je gegarandeerd kanker krijgt. Sterker nog, de kans dat dat niet gebeurt is veel groter dan de kans dat het je wel overkomt. Wel is het zo dat, naarmate je meer straling ontvangt, de kans op het krijgen van kanker als gevolg van straling toeneemt. Omdat toeval in dit proces zo'n grote rol speelt, spreken we hier van stochastische gezondheidseffecten.

Bij lage stralingsdoses wordt de hoeveelheid straling die je hebt ontvangen uitgedrukt in millisievert (mSv). Uit onderzoek kennen we het verband tussen de hoeveelheid straling die je hebt opgelopen en de extra kans op het optreden van kanker: bij een stralingsdosis van 200 millisievert bedraagt die extra kans ongeveer 1 procent.

Voor stralingsbeschermingsdoeleinden gaat men ervan uit dat er een lineair verband bestaat tussen de stralingsdosis en de kans op het ontstaan van kanker. Dat betekent dat als tienduizend mensen allemaal een stralingsdosis oplopen van 2 millisievert, dit op termijn van jaren statistisch gezien bij één persoon kanker veroorzaakt. Maar ook krijgen ongeveer drieduizend mensen uit deze groep kanker door andere oorzaken. Of er in deze groep bij deze dosis echt één persoon kanker krijgt door straling, kunnen we door onderzoek niet vaststellen: één extra geval op ongeveer 3000 is in de praktijk immers niet aantoonbaar. Ter vergelijking: gemiddeld ontvangen leden van de bevolking in Nederland een stralingsdosis van bijna 3 millisievert per jaar.

Als de DNA-schade in een cel na bestraling zo groot is dat deze niet meer gerepareerd kan worden, dan leidt dat tot celdood. Zolang het een enkele cel betreft is celdood niet erg, we hebben immers lichaamscellen genoeg. Met andere woorden: als het aantal cellen dat door straling doodgaat beperkt blijft, zien we geen schadelijke gezondheidseffecten. Bij extreem hoge blootstellingen treden wel schadelijke gezondheidseffecten op. Men spreekt in dit geval van deterministische effecten.

Situaties waarbij mensen onbedoeld een extreem hoge stralingsdosis ontvangen zijn zeer zeldzaam. In de afgelopen 40 jaar zijn er wereldwijd ongeveer 200 mensen overleden als gevolg van stralingsziekte. Het gaat daarbij om ongelukken in de industrie of om fouten bij medisch handelen. Meest bekend is de kernramp bij Tsjernobyl, waarbij meerdere hulpverleners aan een stralingssyndroom overleden, nadat ze te dicht bij de ontplofte reactor waren ingezet. Bij Fukushima speelde dit niet. In het algemeen geldt dat de hoeveelheid radioactiviteit die na een ongeluk met een kerncentrale in het milieu kan komen te laag is om bij leden van de bevolking stralingsziekte te veroorzaken (RIVM, 2024).



7.1.7 Beschrijving van de staat van stralingsbescherming

Bij de beschrijving van de staat van de stralingsbescherming, wordt de potentiële belasting door ioniserende straling van het personeel, de omwonende bevolking, medewerkers van omliggende bedrijven en het milieu beschouwd en hoe deze belasting voldoet aan de daarvoor geldende criteria.

Met betrekking tot de stralingsbescherming van de kerncentrale te Borssele is gekeken naar de effecten buiten het terrein van de kerncentrale van de mogelijke blootstellingspaden:

- Directe straling.
- Emissies van radioactieve stoffen.

Het studiegebied voor elk van de blootstellingspaden wordt bepaald door de locatie waar de stralingsbelasting het grootst zal zijn. Voor directe straling naar de omgeving zal dit meestal direct aan de inrichtingsgrens zijn. Voor radioactieve emissies naar de omgeving is dit afhankelijk van de optredende verspreiding, bijvoorbeeld afhankelijk van de weersinvloeden. In de modellen waarmee de stralingsbelasting als gevolg van emissies bij regulier bedrijf wordt berekend, wordt normaal uitgegaan van een gebied van 25 km rond de installatie. Emissies naar de bodem worden niet beoordeeld, deze zijn wettelijk verboden en worden voorkomen door technische en organisatorische maatregelen.

7.2 Relevante beleidskaders

Deze paragraaf gaat in op de relevante wet- en regelgeving en het beleidskader voor stralingsbescherming. Het betreft een selectie van de belangrijkste documenten. Het gaat om van kracht zijnde wet- en regelgeving die relevante kaders en/of voorwaarden kunnen stellen.

In onderstaande tabel is het wettelijk kader en beleidskader op (inter)nationaal niveau weergegeven.

Tabel 7-1 Wettelijk kader en beleidskader radiologische effecten

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
Kernenergiewet (Kew) (Nederlandse Overheid, 21 febr. 1963)	In Nederland vallen alle handelingen met ioniserende straling onder het stelsel van de Kew, welke de basis legt voor de bescherming van de bevolking, het milieu, werknemers en patiënten tegen de nadelige gevolgen van ioniserende straling. De Kew doet dit onder meer door een vergunning te verplichten voor de meeste handelingen met bronnen van ioniserende straling. De wet is nader uitgewerkt in het Bkse, het Bbs de bijbehorende regelingen. KCB heeft momenteel een vergunning op grond van de Kew voor het in werking houden van een inrichting waarin kernenergie kan worden vrijgemaakt (artikel 15, onder b), het voorhanden hebben van splijtstoffen (artikel 15, onder a), het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen (artikel 29, eerste lid) en het verrichten van handelingen met toestellen (artikel 34).
Besluit Kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) (Nederlandse Overheid, 4 sept 1969)	Het Bkse bevat onder meer algemene regels met betrekking tot de gegevensverstrekking bij het aanvragen van een Kew-vergunning en criteria op grond waarvan een aanvraag kan worden geweigerd, zoals wanneer de risico's niet voldoen aan de wettelijke limieten.
Besluit basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (Bbs) (Nederlandse overheid, 23 oktober 2017) en de bijbehorende regelingen, waaronder de ANVS verordening basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (Vbs) (Nederlandse Overheid, 9 januari 2018)	Het Bbs stelt regels ter bescherming van de bevolking, het milieu, werknemers en patiënten tegen de schadelijke gevolgen van ioniserende straling en het bevat weigeringsgronden voor een vergunning. Het Bbs is gebaseerd op de Europese richtlijn 2013/59/EURATOM, waarin de aanbevelingen van de Internationale Commissie Radiologische Bescherming (ICRP) zijn doorgevoerd.
Regeling nucleaire veiligheid kerninstallaties (Rnvk) (Nederlandse Overheid, 6 juni 2017)	Het Rnvk is een ministeriële regeling op het gebied van de nucleaire veiligheid van kerninstallaties, en hangt onder de Kew. Het Rnvk is een implementatie van Euratom Richtlijn 2014/87/Euratom van 8 juli 2014.



Beleid, wet- en regelgeving

Inhoud en relevantie

Espoo-verdrag, zoals opgenomen in wet milieubeheer (Espoo, 25 februari 1991)

Het betreft hier het VN-verdrag t.a.v. milieueffectrapportage in grensoverschrijdend verband.

Voor de beoordeling van de radiologische aspecten van het reguliere bedrijf van de kerncentrale, zijn het Bbs en de daarbij horende regelingen en de ANVS-verordening het belangrijkste; zij vormen samen de basis voor de stralingsbescherming. Het besluit beschermt verschillende groepen die te maken hebben met ioniserende straling: werknemers, patiënten, bevolking en het milieu. Er worden daarbij een drietal basisprincipes gehanteerd, te weten het rechtvaardigingsbeginsel, het optimalisatiebeginsel en de dosislimieten:

- Het rechtvaardigingsbeginsel impliceert dat de voor- en nadelen van een handeling met ioniserende straling tegen elkaar moeten worden afgewogen.
- Het optimalisatiebeginsel houdt in dat alle blootstellingen als gevolg van handelingen zo beperkt als redelijkerwijs mogelijk gehouden worden, waarbij sociale en economische factoren evenals de huidige stand van de techniek in aanmerking moeten worden genomen. Dit wordt wel het 'ALARA-beginsel' genoemd, 'As Low As Reasonably Achievable'.
- De dosislimieten leggen de grenzen vast die in geen enkel geval overschreden mogen worden.

Wanneer een handeling is gerechtvaardigd en de dosis als gevolg daarvan is geoptimaliseerd, zijn er voor drie verschillende groepen personen de dosislimieten vastgelegd in het Bbs: beroepshalve blootgestelde medewerkers, niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers en bezoekers en de bevolking buiten het terrein van de kerncentrale. Zie hiervoor de paragraaf 'Criteria'.

7.3 Criteria

In deze paragraaf worden de criteria zoals vastgelegd in de van kracht zijnde wet- en regelgeving weergegeven.

Het studiegebied voor het aspect Stralingsbescherming wordt bepaald door de locaties waar de stralingsbelasting als gevolg van normale bedrijfsvoering het grootst is. Voor directe straling zal dat voor het personeel doorgaans in de installatie zijn, voor het publiek direct aan de inrichtingsgrens. Voor radioactieve lozingen naar lucht en water is dit sterk afhankelijk van de optredende verspreiding, bijvoorbeeld als gevolg van weersinvloeden. In de modellen waarmee de stralingsbelasting als gevolg van lozingen wordt berekend wordt conform het gestelde in de ANVS verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Nederlandse Overheid, 9 januari 2018) uitgegaan van een gebied van 25 km rond een reactor (DOVIS-A (RIVM, 2002)).

7.3.1 Dosislimieten

Dosislimieten zijn vastgesteld voor blootstellingen. In onderstaande tabel zijn de onderscheiden groepen met de voor hen geldende dosislimes gegeven. In de tabel ziet men onderscheid tussen personen, aangeduid met Categorie-A, die werken in zogenoemde 'gecontroleerde zones' van een nucleaire installatie en personen, aangeduid met Categorie-B, die werken in 'bewaakte zones'. In een gecontroleerde zone is kans op een grotere blootstelling dan in een bewaakte zone.



Tabel 7-2 Beoordelingskader voor stralingsbescherming volgens Bbs uitgedrukt in dosislimieten

Beoordelingscriteria	Sub-beoordelingscriteria in Bbs
De beroepshalve blootgestelde medewerkers bij EPZ, Categorie-A (gecontroleerde zone)	Maximale effectieve dosis 20 mSv/jaar Maximale equivalente dosis van 20 mSv/jaar voor de ooglen Maximale equivalente dosis van 500 mSv/jaar op de huid ³⁶ Maximale equivalente dosis van 500 mSv/jaar op extremiteiten ³⁷
De beroepshalve blootgestelde medewerkers bij EPZ, Categorie-B (bewaakte zone)	Maximale effectieve dosis 6 mSv/jaar Maximale equivalente dosis van 15 mSv/jaar voor de ooglen Maximale equivalente dosis van 150 mSv/jaar op de huid Maximale equivalente dosis van 150 mSv/jaar op extremiteiten
De niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers bij EPZ en bezoekers	Maximale effectieve dosis van 1 mSv/jaar Maximale equivalente dosis van 20 mSv/jaar voor de ooglen Maximale equivalente dosis van 50 mSv/jaar op de huid Maximale equivalente dosis van 50 mSv/jaar op de extremiteiten
De bevolking buiten het terrein van EPZ	Maximale effectieve dosis van 0,1 mSv/jaar Maximale equivalente dosis van 50 mSv/jaar voor de huid

Voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers, bezoekers en de bevolking buiten het terrein van de centrale geldt dat deze personen niet in nauw contact komen met bronnen van ioniserende straling van de kerncentrale. Voor beroepshalve blootgestelde medewerkers is nabijheid aan dergelijke bronnen tijdens hun werkzaamheden niet op voorhand uit te sluiten.

Opgemerkt dient te worden dat de effectieve dosis voor de bevolking buiten het terrein van de kerncentrale conform het Bbs lager of gelijk dient te zijn dan 0,1 mSv/jaar en volgens de huidige Kew-vergunning van de centrale lager of gelijk aan 0,010 mSv/jaar.

Een potentiële bron van blootstelling aan ioniserende straling is het transport van radioactieve materialen van en naar de kerncentrale. Alle transporten met radioactieve stoffen moeten voldoen aan het Besluit vervoer splijtstoffen, erts en radioactieve stoffen (Bkse (Nederlandse Overheid, 4 sept 1969)) en de ADR (Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route) (ADR, 2023) regelgeving. Deze laatste betreft de Europese overeenkomst voor het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg.

7.3.2 Lozingslimieten

Emissies van radioactieve stoffen naar lucht of oppervlaktewater kunnen bijdragen aan de effectieve dosis buiten de locatie van de kerncentrale. Het criterium voor lozing naar de bodem is: géén lozing naar de bodem. Dit doel wordt bereikt met het ontwerp en de technische voorzieningen alsmede de procedures van de centrale.

De ANVS heeft voor de kerncentrale te Borssele de volgende lozingslimieten vastgesteld:

Tabel 7-3 Jaarlimieten uit de Kew-vergunning voor lozing op het oppervlaktewater

Beoordelingscriteria	Jaarlimiet
Bèta- en gammastralers (exclusief Tritium)	200 GBq
Tritium	30 TBq
Alfastralers	200 MBq

³⁶ Waarbij de dosis homogeen moet zijn verdeeld over de huid, dus op iedere cm² huid hetzelfde moet zijn.

³⁷ Extremiteiten zijn handen, onderarmen, voeten en enkels.



Tabel 7-4 Jaarlimieten uit de Kew-vergunning voor lozing in de lucht

Beoordelingscriteria	Jaarlimiet
Edelgassen	500 TBq
Halogenen	50 GBq, waarbij ten hoogste 5 GBq Jodium-131
Aerosolen	500 MBq
Tritium	2 TBq
Koolstof-14	300 GBq

7.3.3 Randvoorwaarden radioactief afvalbeheer

Nederlands afvalbeleid

Bij vele industriële activiteiten in Nederland ontstaat radioactief afval. Ook bij de productie van kernenergie ontstaat radioactief afval. Radioactief afval kan lange tijd gevaarlijk blijven. Daarom moet het veilig beheerd worden.

Het Nederlandse afvalbeleid heeft vier uitgangspunten, zoals vastgelegd in het nationale programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016):

- Minimalisatie van het ontstaan van radioactief afval.
- Veilig beheer van radioactief afval.
- Geen onredelijke lasten op de schouders van latere generaties.
- De kosten van het radioactief afval moeten worden gedragen door de afvalproducenten.

In Nederland wordt al het radioactief afval centraal ingezameld door COVRA N.V. en bovengronds opgeslagen voor tenminste 100 jaar. Het deel van het afval dat na die periode nog radioactief is, zal volgens het huidige uitgangspunt in de diepe ondergrond worden opgeslagen, men noemt dit eindberging. Er gelden bepaalde tarieven voor de afvalinzameling die worden betaald door de producenten van het afval, waarmee door COVRA N.V. de kosten van de huidige en toekomstige zorg voor het afval gedragen kunnen worden. Het beprijzen is ook een extra stimulans om zo min mogelijk radioactief afval te produceren. Met de overdracht van het afval aan COVRA, wordt de verantwoordelijkheid daarvoor ook aan COVRA overgedragen. COVRA stelt bepaalde eisen aan het aan te leveren afval en de verpakking waarin het afval moet worden overgedragen met als doel dat COVRA het radioactieve afval kan isoleren, beheren en controleren.

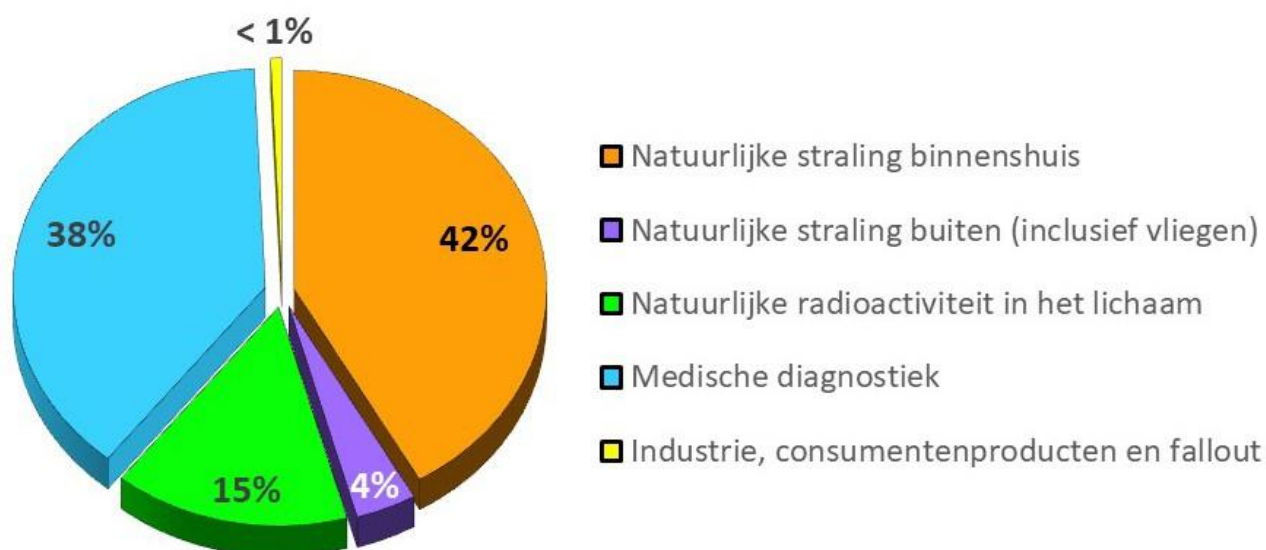
Gebruikte splijtstof kan worden hergebruikt, dit wordt wel opwerking genoemd. In dat proces worden de nog bruikbare stoffen uit de splijtstof gehaald. In het Nederlandse beleid is een ondernemer vrij om te kiezen voor opwerking van splijtstof of daarvan af te zien. Het kabinet heeft in 2022 een voorkeur voor opwerken uitgesproken.

Eisen in de Kew-vergunning van de kerncentrale t.a.v. afvalbeheer

Het is de centrale toegestaan om in een daartoe ingericht gebouw tijdelijk afval op te slaan, dat later aan COVRA N.V. zal worden overgedragen. De centrale dient een goede boekhouding bij te houden van de afvalstoffen.

7.4 Beschrijving huidige situatie

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft geschat dat een inwoner van Nederland een gemiddelde totale effectieve jaardosis van 2,8 mSv oploopt. De grootste bijdrage aan de totale gemiddelde jaardosis in Nederland is afkomstig van straling in het binnenmilieu (radon, thoron, gammastraling uit bouwmaterialen), straling van medische diagnostiek (zoals computertomografie, CT-scan) natuurlijke radioactiviteit in het lichaam en kosmische straling. De bijdrage van de industrie, consumentenproducten en fall-out (van kernwapentests) bedraagt samen minder dan 1% van de totale effectieve jaardosis per lid van de bevolking. De industrie betreft onder andere de procesindustrie waar gewerkt wordt met bulkmaterialen die natuurlijke radioactieve materialen bevatten. Ook de kerncentrale Borssele hoort bij 'industrie', maar levert daarbinnen een zeer beperkte bijdrage aan de stralingsdosis (zie paragraaf 7.4.2.3). Voorbeelden van consumentenproducten die een stralingsdosis kunnen veroorzaken, zijn de niet meer verkochte radioactieve rookmelders voor particulieren en de radioactieve gloeikousjes voor campinggasbranders. Deze verdwijnen geleidelijk uit de Nederlandse huishoudens alsook hun bijdrage van de stralingsdosis.



Figuur 7-1 Jaarlijkse gemiddelde stralingsdosis per persoon in Nederland zoals berekend door het RIVM en op de site van RIVM gepubliceerd

Hieronder wordt in diverse subparagrafen ingegaan op de huidige situatie bij de kerncentrale in relatie tot stralingsbescherming en afvalbeheer.

7.4.1 Straling op en rondom de kerncentrale

7.4.1.1 Beroepshalve blootgestelde medewerkers

Twee categorieën

Dagelijks werken er eigen maar ook vaak externe medewerkers bij de kerncentrale. Gedurende het gehele jaar vinden er werkzaamheden plaats en een deel daarvan vindt plaats in de radiologische zones. De medewerkers met werkzaamheden in de radiologische zones kunnen blootgesteld worden aan een hogere dosis ioniserende straling dan de achtergrondstraling. Deze personen worden beroepshalve blootgestelde medewerkers genoemd. Omdat stralingsblootstelling een gezondheidsrisico kan inhouden, zijn er wettelijke limieten en eisen opgesteld en vastgelegd in het eerdergenoemde Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) en de bijbehorende regelingen.



Bij de kerncentrale zijn er twee categorieën beroepshalve blootgestelde medewerkers; categorie A en categorie B. Voor beroepshalve blootgestelde medewerkers zijn de belangrijke eisen dat deze voldoende kennis van Stralingsbescherming hebben en dat de opgelopen stralingsdosis per individu bijgehouden wordt. Tevens staat elke categorie A beroepshalve blootgestelde medewerker onder medisch toezicht door een erkende stralingsarts.

Stralingshygiënische voorzieningen

In de centrale zijn veel voorzieningen aanwezig en maatregelen van kracht, die de dosis die personeel kan ontvangen zal beperken. Zo is er afdoende afscherming van bronnen van radioactiviteit. Waar nodig wordt beschermende kleding gedragen om radiologische besmettingen te voorkomen. Het ventilatiesysteem voorkomt verspreiding van eventuele radioactiviteit in de lucht, door wegnemen van die activiteit middels filtering. Er is ook instrumentatie ten behoeve van de stralingsbescherming. Hiermee kunnen de stralingsniveaus in gebouwen en systemen continu gemonitord worden.

Er is ook sprake van zonering. Ieder gebied binnen de zogenoemde gecontroleerde zone is voorzien van een bord met relevante informatie zoals:

- Het dosistempo, de dosis die per tijdseenheid kan worden opgelopen.
- Kans op oppervlakte besmetting en luchtbesmetting.
- Het vrij toegankelijk zijn van een ruimte dan wel de noodzaak voor aanvragen van toestemming of noodzaak aan begeleiding of speciale voorzieningen.

De beroepsmatig blootgestelde medewerkers hebben twee dosimeters: een EPD (Electronic Person Dosimeter) en een TLD (Thermoluminescent Dosimeter). Omdat de EPD direct kan worden uitgelezen, geeft deze al tijdens het werk relevante informatie aan de medewerker. De TLD wordt maandelijks uitgelezen door een dosimetrische dienst en geeft in feite een over een maand geïntegreerde dosis.

Deze dosimetrische dienst moet op basis van artikel 7.15 van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) erkend zijn door de ANVS. De dosiswaarden worden verder centraal opgeslagen in het NDRIS, het Nationaal Dosis Registratie- en Informatie Systeem. Het NDRIS bestaat sinds 1998 en het gebruik van het systeem is vastgelegd in artikel 7.17 van het Bbs.

Blootstelling beroepshalve medewerkers voldoet aan gestelde criteria

De centrale slaagt er ieder jaar in om de radiologische blootstelling van de beroepshalve blootgestelde medewerkers onder de hiervoor geldende wettelijke beoordelingscriteria te houden, zoals die zijn vastgelegd in het Bbs en in de Kew-vergunning. Tevens voldoet men ook aan de strengere criteria die KCB intern hanteert.

7.4.1.2 Niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers

Een groot deel van de medewerkers komt niet beroepshalve in aanraking met radioactiviteit en wordt dus niet blootgesteld aan een hogere dosis ioniserende straling dan als gevolg van de achtergrondstraling. Zoals vastgelegd in het Bbs mag de effectieve dosis van deze medewerkers niet groter dan 1 mSv per jaar zijn. De effectieve dosis voor de niet beroepshalve blootgestelde medewerkers bij de kerncentrale voldoet jaar op jaar aan die eis.

7.4.1.3 Bevolking buiten het terrein van de kerncentrale – directe straling

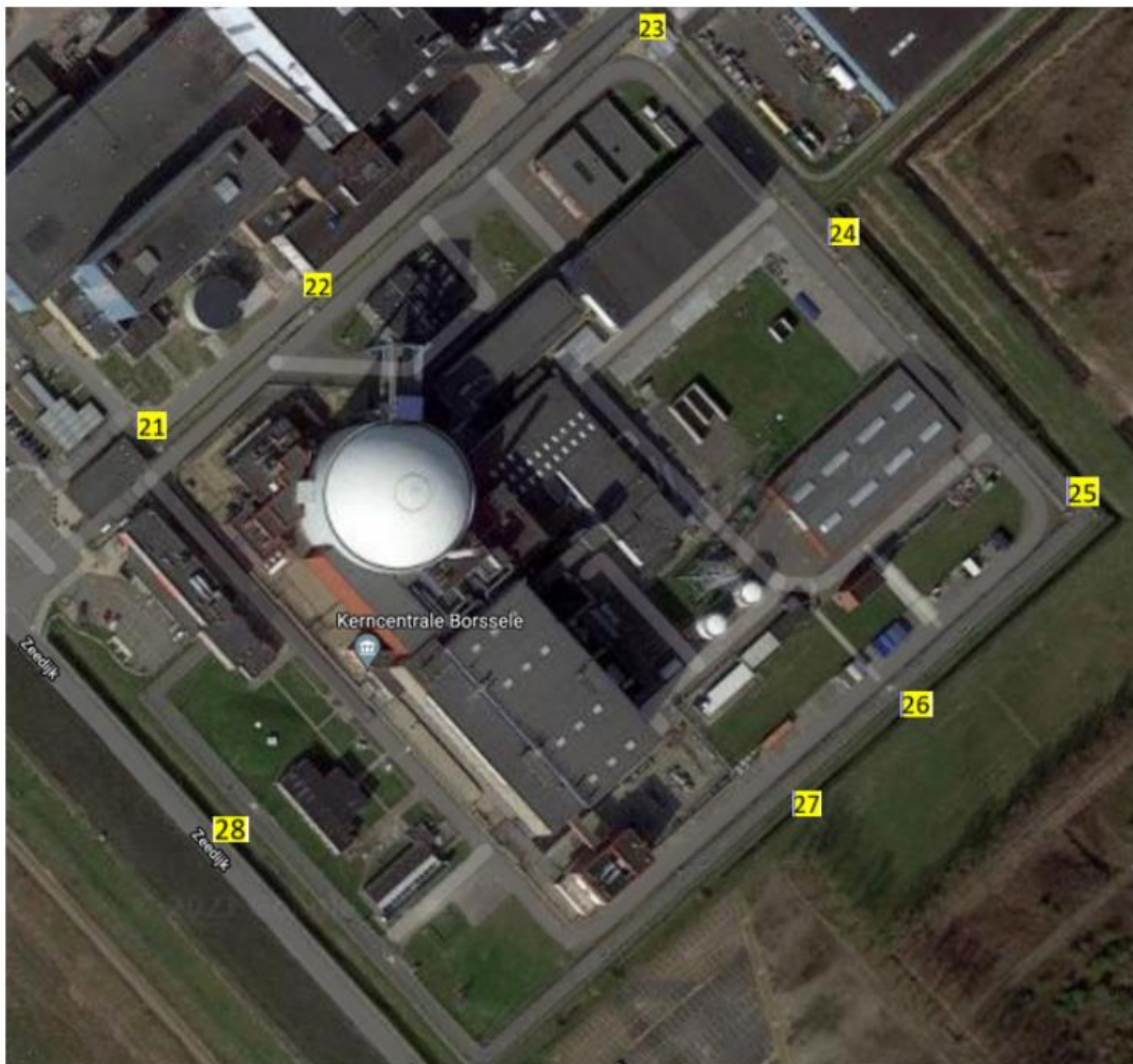
De maximale stralingsbelasting buiten het terrein van de kerncentrale wordt veroorzaakt door de radioactieve stoffen in de diverse gebouwen van de centrale. Deze stralingsbelasting wordt veroorzaakt door straling uit radiologische emissies en directe straling uit gebouwen en objecten op het bedrijfsterrein bij normaal bedrijf. In deze subparagraaf beperken we ons tot directe straling. Zie paragraaf 7.4.2 voor emissies in lucht en water, de controle daarop en de bepaling van dosisconsequenties.

Controle dosistempo rond kerncentrale door stralingsmeetnet van EPZ en het meetnet van RIVM (MONET)



Op acht punten op de terreingrens en op acht punten in de omgeving van de kerncentrale wordt door EPZ continu het dosistempo gemeten met behulp van GM-detectoren. EPZ moet ervoor zorgen dat de blootstelling van personen buiten de terreingrens, gecorrigeerd voor hun beperkte aanwezigheid, maximaal 0,010 mSv/jaar. Deze dosis wordt de 'Actuele Individuele Dosis' (AID) genoemd. In de praktijk blijft de waarde van de AID altijd ver beneden de vergunde limiet, zoals blijkt uit rapportages van EPZ aan de ANVS, maar ook uit de controlemetingen uitgevoerd door het RIVM, in opdracht van de ANVS. De directe straling uit de gebouwen beperkt zich hiermee tot de onmiddellijke omgeving van de centrale en is op de terreingrens altijd laag ten opzichte van de vergunde jaarlimiet.

Voor de onafhankelijke verificatie meet het RIVM op acht posities aan de terreingrens continu het stralingsdosistempo middels het zogenoemde MONET-meetnet, dat door RIVM wordt beheerd. De meetwaarden afkomstig van de metingen door MONET worden rekenkundig gecorrigeerd voor de straling die van nature voorkomt (natuurlijke achtergrondwaarde). De resulterende meetwaarde wordt, net als de metingen van EPZ zelf, vervolgens gecorrigeerd met de zogenoemde 'Actuele Blootstellingen Correctiefactor', de ABC-factor. Die factor is rond de kerncentrale 0,2, de waarde die hoort bij de bestemming 'industrieel gebied'. Het RIVM constateert jaar na jaar een goede overeenkomst tussen de metingen van EPZ en haar metingen. De meest recente rapportage van het RIVM presenteert conclusies over het meetjaar 2022 (RIVM, RIVM-briefrapport 2023-0315, 2023). De hoogste dosis op enig meetpunt was 0,0009 millisievert per jaar. Na correctie met de ABC-factor (0,2) wordt dit 0,0002 millisievert per jaar, wat zeer ruim onder het criterium van 0,010 millisievert per jaar ligt.



Figuur 7-2 Meetpunten (geel) van het MONET meetnetwerk van het RIVM (figuur uit (RIVM, RIVM-briefrapport 2023-0315, 2023))

Stralingseffecten transport

Het meetnet van het RIVM met diens gevoelige detectoren 'ziet' af en toe een kleine verhoging in de metingen. Dit komt in de meeste gevallen door de afvoer van gecementeerd radioactief afval naar COVRA en de afvoer van bestraalde splijstofelementen naar de opwerkingsfabriek van Orano in La Hague (Frankrijk). Deze vormen de belangrijkste oorzaken van de af en toe gemeten korte verhoging van de dosis op de terreingrens (o.a. (RIVM, RIVM-briefrapport 2023-0315, 2023)).



Alle aanvoer van 'verse' splijtstofelementen naar EPZ geschiedt op basis van wegtransport. De afvoer van verbruikte splijtstofelementen gaat per wegtransport naar COVRA, waarna het per trein naar de opwerkingsfabriek bij La Hague in Frankrijk wordt vervoerd. In de opwerkingsfabriek in La Hague worden herbruikbare stoffen uit de verbruikte splijtstof gehaald in een proces dat 'opwerking' wordt genoemd. Na deze recyclingstap resteert afval waarvoor geen toepassing is en dit afval wordt hierna vanuit Frankrijk naar COVRA vervoerd per trein. Zie de paragraaf over opslag en eindberging radioactief afval voor meer toelichting op dit soort afval.

Containers met verse splijtstof bevatten minder activiteit dan die van gebruikte splijtstof, omdat in de laatste door het kernsplijttingsproces sterk radioactieve stoffen zijn ontstaan. Door de daarop berekende afscherming voldoen alle transporten aan de wettelijk toegestane waarden voor dosistempo: op 2 meter van het transportmiddel mag het dosistempo maximaal 0,1 mSv/uur zijn. En het dosistempo direct aan de buitenzijde van het transport-voertuig mag maximaal 2 mSv/uur zijn. EPZ toont dit voor elke transport aan en het bevoegd gezag controleert elk splijtstoftransport.

7.4.1.4 Opslag en eindberging radioactief afval en ontmanteling

Zoals al eerder in dit hoofdstuk beschreven, wordt al het radioactieve afval van de kerncentrale aan COVRA overgedragen, die daarna zorgdraagt voor het veilige beheer daarvan en in de toekomst ook moet zorgen voor een definitieve oplossing in de vorm van een eindberging. Hieronder worden de types radioactief afval beschreven en het beheer daarvan. Tevens wordt iets verteld over de hoeveelheden waar het over gaat.

Soorten afval en hun bovengrondse interim opslag bij COVRA

Tijdens de bedrijfsvoering van kerncentrales wordt laag- en middelradioactief afval geproduceerd. Dit type afval bestaat onder andere uit materialen die in kerncentrales worden gebruikt, zoals bv. bedrijfskleding en gereedschappen. Ook radioactief afval dat wordt geproduceerd als gevolg van de zuivering van het koelwater valt in deze categorie.

Dit type afval wordt verzameld in roestvrijstalen vaten, die vervolgens worden samengeperst en overgebracht in een stalen vat. Ten behoeve van de opslag bij COVRA worden deze opslagvaten tevens nog verpakt in een betonnen omhulling. COVRA heeft diverse gebouwen voor de bovengrondse opslag van dit type afval.

EPZ heeft in het verleden besloten de gebruikte splijtstof van de kerncentrale in Frankrijk te laten verwerken, in een proces dat 'opwerking' genoemd wordt. Tijdens de opwerking van gebruikte splijtstof, volgens het standaard 'Purex' reprocessing proces, wordt het grootste deel van het uranium en plutonium aan de splijtstof onttrokken. Een deel van het overblijvende materiaal bestaat uit splijttingsproducten en actiniden, waaronder ook geringe restanten uranium en plutonium. Dit afval wordt gemengd met gesmolten borosilicaatglas en in stalen containers gegoten, de CSD-V vaten (Colis Standards de Déchets Vitrifiés). Dit afval wordt wel 'verglaasd afval' genoemd en wordt als hoograadioactief geclassificeerd. Het is een zeer stabiele afvalvorm.

Bij COVRA worden de CSD-V vaten opgeslagen in verticale silo's die, vanwege de warmteproductie door het afval, continu (passief) worden gekoeld met langsstromende lucht. Dit gebeurt in een bunkerachtig gebouw, het HABOG. Dit opvallend oranje gekleurde gebouw kan modulair worden uitgebreid, wat recent ook gebeurd is.

Tijdens de opwerking van gebruikte splijtstof komen ook de restanten van de splijtstofstaafhulzen en splijtstofelementen vrij. Dit materiaal, voornamelijk bestaande uit metalen, wordt gecompacteerd en in stalen containers geplaatst, de CSD-C vaten (Colis Standards de Déchets Compactés). Volume, vorm en gewicht van de CSD-C vaten zijn vergelijkbaar met die van de CSD-V vaten. De inhoud is echter zeer verschillend van aard, evenals de wijze van opslag bij COVRA. Vanwege de zeer geringe warmteproductie van de CSD-C vaten mogen ze worden gestapeld en is koeling niet noodzakelijk. De CSD-C vaten worden in een aparte ruimte in het HABOG als hoograadioactief afval bij COVRA opgeslagen.

Als gevolg van bestaande contracten, wordt bij benadering een vergelijkbaar aantal CSD-V en CSD-C vaten aan Nederland terug geleverd na opwerking van gebruikte splijtstof.



Eindberging

Binnen het Nederlandse beleid (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016) zal al het bij COVRA opgeslagen radioactieve afval uiteindelijk in een diepe geologische eindbergingsfaciliteit worden geplaatst. In Nederland wordt sinds de jaren 70 van de vorige eeuw onderzoek gedaan naar de mogelijkheid tot geologische eindberging van radioactief afval in steenzout en in Boomse Klei. Hieraan is binnen vele opeenvolgende onderzoeksprogramma's gewerkt, zoals het OPERA onderzoeksprogramma (COVRA, bezocht maart 2024) en de recente studies van het Rathenau Instituut (Rathenau Instituut, bezocht maart 2024). Een dergelijke eindberging wordt doorgaans op meerdere honderden meters diepte voorzien. Een eindberging heeft meerdere barrières die het afval scheiden van de biosfeer, dus van de leefomgeving van de mens. Vooral de eigenschappen van de geologische formatie waarin men de eindberging situeert en de interactie met het afval, zijn belangrijke onderwerpen van studie. Internationaal wordt diep geologische eindberging gezien als de meest veilige eindbestemming voor radioactief afval.

Hoeveelheden radioactief afval

Recent zijn door het RIVM (RIVM, RIVM-rapport 2022-0073, 2022) de radioactieve rest- en afvalstromen in Nederland in kaart gebracht. COVRA heeft in haar Inventarisrapport 2022 (COVRA, oktober 2022) voor bepaalde scenario's van groei in kernenergievermogen en bouw onderzoeksreactoren geschetst wat dat betekenen kan voor de hoeveelheid afval die uiteindelijk in een eindberging moet worden opgeslagen.

COVRA heeft in haar beleid momenteel er rekening mee gehouden dat EPZ langer in bedrijf blijft dan 2034, daarom is er in principe voldoende ruimte bij COVRA voor de opslag van het afval van de kerncentrale (COVRA, oktober 2022). Tien jaar extra bedrijf van EPZ zou volgens COVRA's inventarisrapport uit 2022 kunnen leiden tot 56 m³ hoogactief- en 700 m³ laag- en middelactief afval. Als er echter nieuwe grote kerncentrales bijgebouwd gaan worden, zal COVRA op een nader te bepalen moment in de toekomst meer grondoppervlak nodig hebben dan waar het momenteel over beschikt.

Iedere installatie zal ooit eens ontmanteld gaan worden, zo ook de kerncentrale Borssele. Van het radioactieve afval uit ontmanteling van de kerncentrale zal volgens COVRA (COVRA, oktober 2022) het grootste deel behoren tot het laag- en middelactieve afval. COVRA schat in dat het bij de kerncentrale Borssele om ongeveer 1900 m³ gaat.

7.4.2 Radiologische emissies naar lucht en water

7.4.2.1 Beschrijving blootstellingswegen en betekenis

Een bijdrage aan de stralingsbelasting bij normaal bedrijf is de dosis ten gevolge van radiologische emissies bij normaal bedrijf via de lucht en via het oppervlaktewater.

Radioactieve emissies naar de lucht

Bij emissies naar de lucht gaat het niet enkel om emissies van radioactieve stoffen naar de atmosfeer, maar ook om de indirect op de bodem gedeponeerde radioactiviteit. Bij berekening van de dosiseffecten voor de bevolking van deze emissies wordt uitgegaan van een continue emissie gedurende 25 jaar en een dosisbijdrage via de verschillende blootstellingspaden (RIVM, 2002), (Nederlandse overheid, 2023). Deze zijn:

- Inhalatie van gassen en aerosolen.
- Inhalatie van besmette voedingsmiddelen (melk, vlees en plantaardig voedsel).
- Externe straling door radioactiviteit in een passerende wolk.
- Externe straling door op de bodem gedeponeerde radioactiviteit.
- Ingestie ten gevolge van consumptie van zelf geteelde en in het omliggende gebied geproduceerde groenten, melk- en vleesproducten.

Op het industrieterrein rond de kerncentrale vindt geen bewoning plaats en worden ook geen ter plaatse geteelde producten geconsumeerd. Buiten het industriegebied is wel bewoning en kunnen ook groenten, melk en vleesproducten worden geproduceerd.



Radioactieve emissies naar het oppervlaktewater

Daarnaast zijn de radiologische gevolgen van radiologische emissies naar het oppervlaktewater bepaald met behulp van een compartimentenmodel, conform de ANVS verordening basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (Nederlandse Overheid, 9 januari 2018). Er is hierin aangenomen dat na 25 jaar lozen de concentratie in zeeorganismen in evenwicht is met de concentratie in het water. De bevolking wordt door lozing op oppervlaktewater, blootgesteld via de volgende belastingspaden (RIVM, 2002), (Nederlandse overheid, 2023):

- Ingestie van zeevoedsel (zeevis, mosselen en garnalen).
- Inhalatie van seaspray.
- Inhalatie van end sediment.

In het algemeen geeft de consumptie van zeevoedsel (zeevis, mosselen, garnalen) van deze drie belastingspaden de grootste dosisbijdrage voor de Nederlandse bevolking.

Monitoring lozingen

De vergunninghouder van de kerncentrale monitort alle lozingen en rapporteert daarover aan de ANVS. Ook worden periodiek monsters worden op vaste plaatsen in de directe nabijheid en op verder afgelegen punten van de centrale. Tevens voert het RIVM namens de ANVS op al deze metingen controlemetingen uit. In het vervolg van deze paragraaf wordt daar uitgebreid op in gegaan.

7.4.2.2 Emissie data EPZ (Bq) vergeleken met lozingslimieten

Jaar op jaar blijft de kerncentrale voldoen aan de eisen wat betreft lozingen naar lucht en oppervlaktewater. Dit wordt geïllustreerd in onderstaande twee tabellen, waarbij naast de jaarlimiet steeds voor een vijftal opeenvolgende jaren (2018-2022) getoond wordt hoeveel procent de actuele lozing was van de geldende Jaarlimiet. Data zijn afkomstig uit de Milieujaarverslagen van de kerncentrale Borssele, die aan de ANVS zijn verstrekt.

Tabel 7-5 Lozing naar lucht, lozingslimieten en percentage van de jaarlimiet dat geloosd is in een vijftal opeenvolgende jaren (EPZ, PO-N08-31, maart 2019) (EPZ, PO-N08-31, maart 2020) (EPZ, PO-N08-31, maart 2021) (EPZ, PO-N08-31, maart 2022) (EPZ, PO-N08-31, maart 2023)

Beoordelingscriteria	Jaarlimiet	% in 2018	% in 2019	% in 2020	% in 2021	% in 2022
Edelgassen	500 TBq	0,060	0,13	0,11	0,081	0,14
Halogenen	50 GBq	0,22	0,003	0,002	0,006	0,005
Aerosolen	500 MBq	< det*	< det*	< det*	< det*	< det*
Tritium	2 TBq	10	10	11	15	15
Koolstof-14	300 GBq	46	42	46	41	41

(*) lager dan de detectiegrens

De lozing van de radionucliden Tritium en Koolstof-14 via de ventilatieschacht is afhankelijk van de energieproductie in de reactor en de lozing daarvan kan niet worden beïnvloed.

Tabel 7-6 Lozing naar oppervlaktewater, lozingslimieten en percentage van de lozingslimiet dat geloosd is in een vijftal opeenvolgende jaren (EPZ, PO-N08-31, maart 2019) (EPZ, PO-N08-31, maart 2020) (EPZ, PO-N08-31, maart 2021) (EPZ, PO-N08-31, maart 2022) (EPZ, PO-N08-31, maart 2023)

Beoordelingscriteria	Jaarlimiet	% in 2018	% in 2019	% in 2020	% in 2021	% in 2022
Bèta- en gammastralers (exclusief Tritium)	200 GBq	0,020	0,020	0,007	0,019	0,015
Tritium	30 TBq	17	20	22	15	18
Alfastralers	200 MBq	< det*	< det*	< det*	< det*	< det*

(*) lager dan de detectiegrens



In opdracht van de ANVS, controleert het RIVM acht keer per jaar de metingen die de kerncentrale doet betreffende de radioactiviteit in afvalwater en ventilatielucht. Het RIVM constateert dat de meeste metingen die de centrale heeft gedaan, overeenkomen met haar eigen resultaten. Zie bijvoorbeeld de rapportages van het RIVM over het jaar 2022 (RIVM, RIVM-briefrapport 2023-0385, 2023), periode 2020-2021 (RIVM, RIVM-briefrapport 2021-0158, 2021) en 2019 (RIVM, RIVM-briefrapport 2020-0021, 2020).

7.4.2.3 Dosisconsequenties

Voor het Veiligheidsrapport van de kerncentrale Borssele (EPZ, versie 1, november 2015) zijn de doses ten gevolge van lozingen berekend (de dosisconsequenties). Het veiligheidsrapport is een belangrijk document dat hoort tot het vergunde van de Kew-vergunning van de centrale. Ten aanzien van de doses als gevolg van de lozing van radioactieve stoffen zijn berekeningen uitgevoerd op basis van lozingen met de omvang van de vergunningslimieten en van de werkelijke lozingen gemiddeld over de periode 2003-2012. Omdat de lozingen sindsdien niet zijn toegenomen, is dit nog steeds een representatieve berekening.

De beschouwde blootstellingswegen omvatten uitwendige bestraling door radioactieve stoffen in de lucht en op de bodem, inademing (inhalatie) van radioactieve stoffen en de opname via de slokdarm (ingestie) door consumptie van landbouw- en visserijproducten en van drinkwater. Maximale individuele doses zijn berekend voor een referentiepersoon, dit is een volwassen persoon uit de bevolking die de hoogste individuele dosis ontvangt.

Zou er geloosd worden op het niveau van de vergunningslimieten, dan zou een referentiepersoon ten gevolge van de lozingen een dosis ontvangen van 0,0025 millisievert per jaar. Dit is minder dan een duizendste van wat men in Nederland gemiddeld aan stralingsdosis uit alle stralingsbronnen tezamen ontvangt. Echter bij de werkelijke gemiddelde lozing in de beschouwde periode is ten gevolge van de lozingen maximaal ongeveer 0,0002 millisievert ontvangen, wat minder dan een honderdduizendste van de normale jaardosis uit alle bronnen is.

7.4.2.4 Radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de kerncentrale

Metingen en contraexpertise

De kerncentrale Borssele laat NRG maandelijks monsters nemen van gras, water, luchtstof, sediment en zeewier. Bovendien worden jaarlijks grondmonsters geanalyseerd. NRG bepaalt vervolgens de stralingsactiviteit in deze monsters. Er wordt geanalyseerd op gammastralers, totaal-alfa en totaal-bèta activiteit.

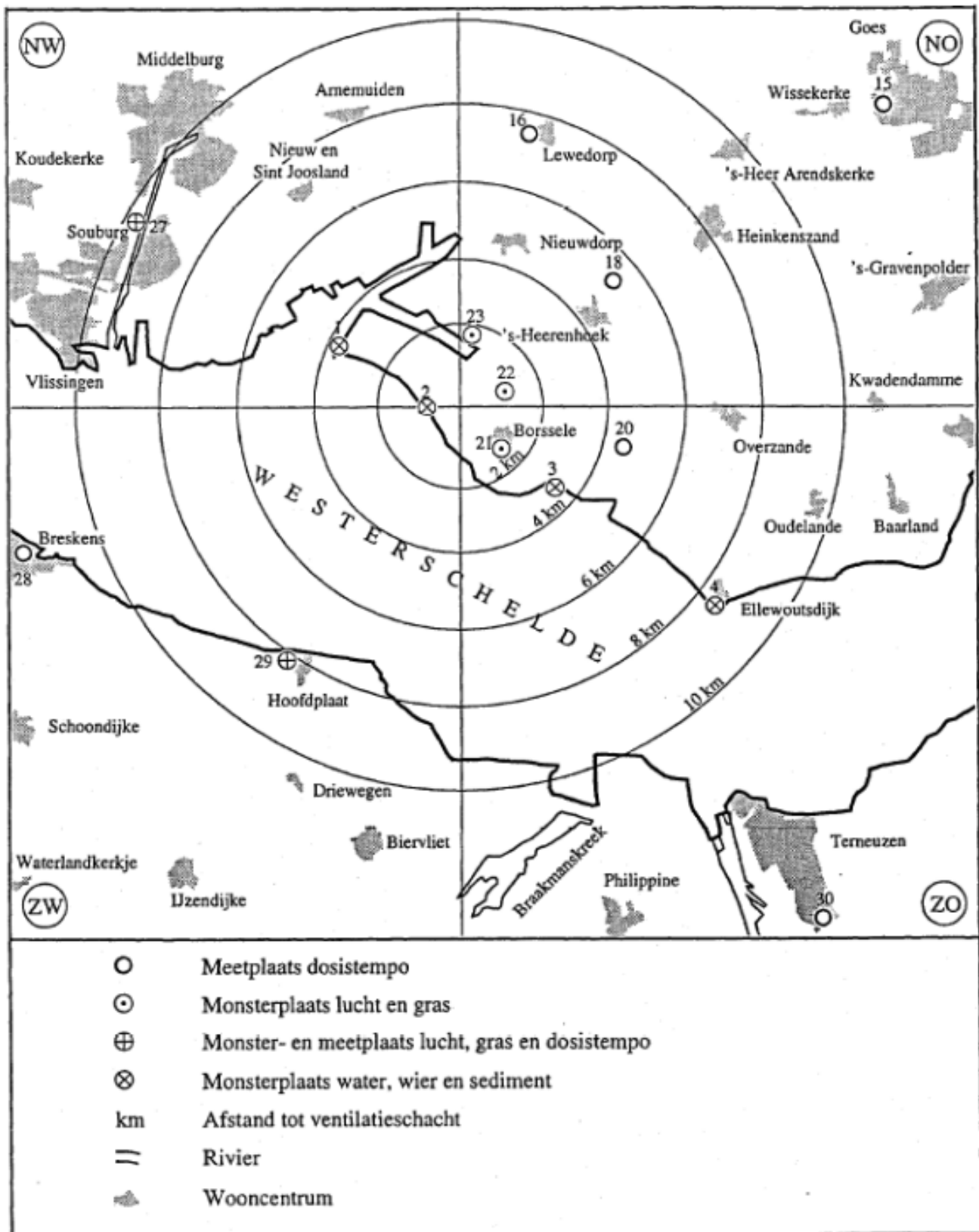
RIVM doet namens de ANVS de contra-expertise op de metingen van NRG, middels eigen metingen en vergelijking daarvan met de resultaten van NRG. In het algemeen komen de data van het RIVM en NRG met elkaar overeen. Alleen in het zand bij de koelwateruitlaat wordt een licht verhoogde waarde van radioactiviteit gemeten. Verder rapporteren zowel NRG als het RIVM metingen die onder of op de detectiegrens liggen, een lage hoeveelheid van natuurlijke radioactiviteit, of sporen van Cesium-137. Dit laatste is een bekende oppervlaktebesmetting in heel Nederland en deze is het gevolg van het ongeval in 1986 met de kerncentrale in Chernobyl (Oekraïne).

Een recente (Engelstalige) rapportage van het RIVM in het kader van de contra-expertise, betreft de periode 2019-2020 (RIVM, RIVM letter report 2021-0078, 2021). Hierin wordt een goede overeenkomst tussen NRG en RIVM data gerapporteerd. Tevens wordt gesteld dat er geen radiologische besmetting gevonden kon worden, die te herleiden is tot de kerncentrale. In 2019 werd wel stroomafwaarts van de centrale een beetje tritium in het water aangetroffen, maar de oorsprong daarvan is lastig vast te stellen vanwege de stroomopwaarts gelegen kerncentrale te Doel (in België). In 2020 werd er geen tritium aangetroffen.

Gezien de resultaten van de metingen, is het niet aannemelijk dat de bedrijfsvoering van de kerncentrale consequenties heeft voor biota in de omgeving van de kerncentrale.

Zie Figuur 7-3 voor een kaart met daarop de meetpunten in de omgeving van de kerncentrale Borssele.

Meetpunten omgeving kernenergiecentrale Borssele



Figuur 7-3 Overzicht van de meeste monsternamenpunten rond de kerncentrale Borssele. Figuur uit Milieujaarverslag 2022 van de kerncentrale Borssele



7.4.3 Grensoverschrijdende effecten

Er moet vastgesteld worden of er sprake is van mogelijke belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu in een ander land als gevolg van een voorgenomen activiteit. Als dit het geval is, moeten de voorschriften van de Omgevingswet (art. 16.42b) en het Omgevingsbesluit (art. 11.22-11.26) worden ingevuld. Voor de voorgenomen activiteit is daarom beoordeeld in hoeverre de effecten die optreden voor het aspect stralingsbescherming buiten de landgrenzen van Nederland optreden. De dichtstbijzijnde landen betreffen België, Engeland en Duitsland met respectievelijk een minimale afstand van circa 16, 157 en 156 km van de kerncentrale Borssele tot de landsgrens. Per aspect zijn deze effecten beoordeeld.

Beroepshalve en niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers

Voor alle medewerkers, onafhankelijk waar deze woonachtig zijn, geldt de Nederlandse wetgeving. Hiermee zijn grensoverschrijdende effecten niet van toepassing.

Bevolking

De meest dichtstbijzijnde landgrens van België ligt op ongeveer 16 km afstand. Hieronder wordt beschreven wat het effect is van de radioactieve emissies (lucht en water) en directe straling afkomstig van de kerncentrale.

Bij normaal bedrijf kunnen gasvormige emissies in de atmosfeer plaatsvinden, die door de wind meegevoerd en verdund worden. De mate waarin en de richting is afhankelijk van de windsterkte en -richting. Zoals in dit hoofdstuk eerder beschreven, voldoen de emissies aan de geldende lozingslimieten en voldoet de maximum stralingsbelasting van de bevolking ruim aan de wettelijke criteria. Naarmate de afstand groter wordt, zal de stralingsbelasting verder afnemen. Hierdoor zal het grensoverschrijdende effect significant lager worden en daarmee verder onder de wettelijke criteria blijven. Er is dus geen significant effect op Belgisch grondgebied en daarmee ook niet op verder weg liggende aan Nederland grenzende landen. Hierdoor zijn grensoverschrijdende effecten als gevolg van emissies naar lucht uit te sluiten.

Daarnaast zijn er emissies naar de Westerschelde. Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven, voldoen deze emissies aan de geldende lozingslimieten en voldoet de maximum stralingsbelasting van de bevolking zeer ruim aan de wettelijke criteria. Via de Zeeuws-Vlaamse kust kunnen deze emissies bij de dichtstbijzijnde landgrens komen. De transportroute van radionucliden in de Westerschelde en Noordzee is complex en de verspreiding van de vloeibare emissies in water is meer plaatselijk en onderhevig aan lokale omstandigheden. Gezien de afstand van de kerncentrale tot de Belgische Noordzeekust zal de doses in België als gevolg van vloeibare emissies lager zijn dan berekend voor de referentiepersoon in Nederland. Het grensoverschrijdende effect is daarmee verwaarloosbaar.

Voor directe straling geldt dat het dosistempo afneemt bij het vergroten van de afstand. Uitgaande van een puntbron, neemt het dosistempo kwadratisch af met de afstand. Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven, is de maximaal toegestane effectieve dosis voor personen buiten de kerncentrale bij de terreingrens 0,010 millisievert per jaar, maar ligt de in de praktijk bepaalde dosis doorgaans rond de 0,001 millisievert per jaar. Op een afstand van meer dan 16 kilometer zal deze effectieve dosis niet meer te detecteren zijn ten opzichte van de van nature voorkomende achtergrondstraling. Het grensoverschrijdende effect is daarmee verwaarloosbaar.



7.5 Extrapolatie milieusituatie

Bij de extrapolatie van de milieusituatie wordt vastgesteld waar mogelijke toekomstige (na 2033) knelpunten aanwezig kunnen zijn, en waar dus leemten in kennis kunnen bestaan die in Fase 2 nader onderzocht dienen te worden. In dit hoofdstuk wordt alleen gekeken naar zaken die relevant zijn voor het aspect stralingsbescherming.

Met betrekking tot de stralingsbescherming zoals besproken in paragraaf 7.4, is alleen de bouw van nieuwe kerncentrales een relevante ontwikkeling die van invloed kan zijn op de toekomstige milieusituatie na 2033. Bij plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales, is het aan de initiatiefnemers daarvoor om aan te tonen dat hun invloed op de omgeving ten aanzien van stralingsbescherming voldoende laag zal zijn en zal voldoen aan de betreffende regelgeving.

Als de bedrijfsvoering van de kerncentrale Borssele na 2033 wordt voortgezet, is te verwachten dat, op een vergelijkbare wijze als nu, voldaan zal blijven worden aan alle wettelijke eisen ten aanzien van stralingsbescherming, inclusief de eisen betreffende emissies naar lucht en water.

7.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele fysieke aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. Er zijn geen knelpunten en/of kennisleemtes geïdentificeerd als milieuaandachtspunten voor MER Fase 2.



8 Nucleaire Veiligheid

8.1 Inleiding

Elke nucleaire inrichting heeft als fundamenteel veiligheidsdoel om mensen (zowel eigen als extern personeel, de omwonende bevolking als de medewerkers van omliggende bedrijven) en milieu te beschermen tegen schadelijke effecten van ioniserende straling.

Het veiligheidsniveau van een nucleaire installatie wordt bepaald door de veiligheidstechnische eisen die aan het ontwerp, en aan latere ontwerpverbeteringen, ten grondslag hebben gelegen, de zogenaamde ontwerpbasis, en de wijze van bedrijfsvoering. Vanwege het specifieke karakter van een nucleaire installatie zoals KCB ligt aan het ontwerp de algemene eis ten grondslag dat de veiligheid voor de omgeving onder alle redelijkerwijs denkbare omstandigheden gewaarborgd moet zijn. In de praktijk betekent dit dat met deterministische en probabilistische analyses wordt aangetoond dat met het ontwerp van de installatie de nucleaire veiligheidsfuncties worden gewaarborgd en dat met radiologische analyses wordt aangetoond dat de gevolgen van mogelijke ongevalsscenario's voor de omgeving worden beheerst. Omdat iedere installatie aan veroudering onderhevig is, en dit invloed kan hebben op de nucleaire veiligheid, is in dit MER de wijze waarop KCB omgaat met verouderingsbeheer daaraan toegevoegd.

Voor de gevolgen van de genoemde mogelijke ongevalsscenario's gelden wettelijke criteria die zijn vastgelegd in wet- en regelgeving (paragraaf 8.2), en die in paragraaf 8.3 nader zijn omschreven. In paragraaf 8.4 is de huidige situatie van het waarborgen van de veiligheid voor de omgeving onder alle redelijkerwijs denkbare ongevalsomstandigheden beschreven, evenals het huidige verouderingsbeheer. Van deze onderwerpen is in paragraaf 8.5 de extrapolatie van de milieusituatie na 2033 beschreven. De milieuaandachtspunten hiervan die mogelijk in de volgende fase (MER fase 2) behandeld dienen te worden zijn beschreven in paragraaf 8.6.

8.2 Relevante beleidskaders

Deze paragraaf gaat in op de wet- en regelgeving en het beleidskader voor nucleaire veiligheid (Tabel 8-2). Om het beleidskader inzichtelijk te maken is er een toelichtende inleiding gegeven aan de hand van het veiligheidsdoel, de veiligheidsfuncties en het gelaagde veiligheidsconcept.

8.2.1 Veiligheidsdoel en veiligheidsfuncties

Een kerncentrale moet veilig worden bedreven. Dit wil zeggen dat het beschermen van mens en milieu tegen de schadelijke invloed van ioniserende straling gedurende de gehele levensduur van een kernreactor voldoende gewaarborgd is. De levensduur³⁸ omvat het ontwerp, de bouw, de inbedrijfstelling, de bedrijfsvoering en tenslotte de buitengebruikstelling en ontmanteling. Om aan het doel te kunnen voldoen dient een kernreactor in essentie aan de drie volgende veiligheidsfuncties te voldoen:

1. Het beheersen van de reactiviteit.
2. Het afvoeren van warmte van de reactor en de splijtstofopslag.
3. Het insluiten van de radioactieve stoffen.

Deze drie veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levensduur van een kernreactor en hebben hun basis in het gelaagde veiligheidsconcept. Om de veiligheidsfuncties te garanderen dient een kernreactor maatregelen te nemen:

- Ter beheersing van de blootstelling van mensen aan ioniserende straling en het vrijkomen van radioactieve stoffen of (bestraalde) splijtstoffen in het milieu.
- Ter beperking van de waarschijnlijkheid van begingebourtenissen die kunnen leiden tot het verlies van controle op de kern in de kernreactor, op de nucleaire kettingreactie, op radioactieve bronnen of andere bronnen van ioniserende straling.
- Ter mitigatie van de gevolgen van dergelijke begingebourtenissen indien deze zich voordoen.

³⁸ De levensduur omvat het ontwerp, de bouw, de inbedrijfstelling, de bedrijfsvoering, de buitengebruikstelling en ontmanteling. Daarentegen bedrijfsduur omvat de bedrijfsvoeringperiode.



Een begingebuurtenis is daarbij gedefinieerd als een redelijkerwijs mogelijk te achten voorval die bij juist functioneren van de daartoe speciaal ontworpen veiligheidssystemen tot voorzienbare bedrijfsgevolgen of ongevalsomstandigheden leiden die een besmetting of een blootstelling van de omgeving kunnen veroorzaken (Nederlandse Overheid, 4 sept 1969).

8.2.2 Het gelaagde veiligheidsconcept

De nucleaire veiligheid van kernreactoren is gebaseerd op het concept van gelaagde veiligheid, waarmee ongevallen worden voorkomen dan wel de gevolgen daarvan worden beperkt. Dit concept is een samenspel van bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Met een aantal niveaus van beschermende maatregelen wordt de veiligheid van de reactor onder abnormale omstandigheden en ongevalscondities gewaarborgd. Elk veiligheidsniveau heeft als doelstelling om met de beschikbare middelen alle mogelijke vormen van zowel menselijk falen als het falen van apparatuur te voorkomen (preventie) of de radiologische gevolgen van dat falen zoveel mogelijk te beperken (beheersing, mitigatie). Voor de opeenvolgende veiligheidsniveaus met bijbehorende bedrijfstoestanden wordt verwezen naar Tabel 8-1.

Bij normaal bedrijf bevindt de installatie zich op veiligheidsniveau 1. Op dit niveau staat het voorkomen van storingen in de dagelijkse bedrijfsvoering centraal. Bij de volgende niveaus worden voorziene bedrijfsvoorvallen of ook wel afwijkend bedrijf (veiligheidsniveau 2), ongevallen zonder kernsmelt (veiligheidsniveau 3) en ongevallen met kernsmelt (veiligheidsniveau 4) beheerst. Mocht er desondanks sprake zijn van significante lozingen van radioactieve stoffen naar het milieu, dan worden maatregelen genomen gericht op het beperken van de gevolgen voor mensen, dieren, planten en goederen (veiligheidsniveau 5).

Voor gebeurtenissen in de verschillende veiligheidsniveaus zijn dosis limieten vastgesteld (zie paragraaf 8.3).

Tabel 8-1 Het gelaagde veiligheidsconcept

Niveau van de gelaagde veiligheid	Bijbehorende bedrijfstoestanden	Doelstelling	Essentiële middelen	Radiologische gevolgen
Veiligheidsniveau 1	Normaal bedrijf	Afwenden van afwijkend bedrijf en falen	Conservatief ontwerp en bouw en bedrijfsvoering van hoge kwaliteit, regeling van voornaamste parameters van de installatie binnen gedefinieerde grenzen	Binnen de vergunde bedrijfslimieten voor lozing
Veiligheidsniveau 2	Voorzienbare bedrijfsvoorvallen	Beheersing van afwijkend bedrijf en falen	Beheersings- en limiterende systemen en voorzieningen voor monitoring	
Veiligheidsniveau 3	Niveau 3a gepostuleerde gebeurtenissen met enkelvoudig falen	Beheersing van ongevalstoestand ter beperking van het vrijkomen van radioactiviteit en het verhinderen van escalatie naar omstandigheden die tot kernsmelt kunnen leiden	Veiligheidssystemen, ongevalsprocedures	Geen radiologische gevolgen buiten de terreingrenzen of slechts kleine radiologische gevolgen



Niveau van de gelaagde veiligheid	Bijbehorende bedrijfstoestanden	Doelstelling	Essentiële middelen	Radiologische gevolgen
	Niveau 3b gepostuleerde gebeurtenissen met meervoudig falen		Additionele structuren, systemen en componenten en ongevalsprocedures	
Veiligheidsniveau 4	Gepostuleerde kernsmeltongevallen	Beheersing van ongevallen met kernsmelt om het vrijkomen van radioactiviteit buiten de terreingrenzen te beperken	Complementaire structuren, systemen en componenten en ongevalsprocedures	Beperkte beschermende maatregelen nodig (gebied en tijd)
Veiligheidsniveau 5	Vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen	Beperking van radiologische gevolgen	Noodmaatregelen buiten de terreingrenzen Interventieniveaus	Radiologische gevolgen buiten de terreingrenzen waardoor beschermende maatregelen nodig zijn

8.2.3 Barrière-concept

Het barrière-concept maakt onderdeel uit van het concept van gelaagde veiligheid. Het doel van het barrière-concept is het insluiten van radioactieve stoffen en (bestraalde) splijtstoffen in de installatie. Dit concept is gebaseerd op de aanwezigheid van meerdere achtereenvolgende fysieke barrières en retentiefuncties. Bij functieverlies van één barrière zorgt de volgende barrière alsnog voor de insluiting.

Het aantal barrières en de vorm ervan worden bepaald door onder andere het type kernreactor, de configuratie en haar vermogen. Onder barrières wordt onder andere de bekleding van de splijtstofstaven verstaan. Retentiefuncties zijn maatregelen of voorzieningen die getroffen worden om radioactieve stoffen vast te houden. Dit kan bijvoorbeeld door het filteren van lucht, bedekken van radioactief materiaal met water, gerichte (lucht)stroom door het behouden van een onderdruk, gebouwafdichtingen, containers, etc (zie paragraaf 3.1.1 voor de beschrijving bij KCB).

Voor de veiligheid is het van belang dat de barrières onafhankelijk van elkaar functioneren. Dit betekent dat in geval van een gevaar of een ongeval een barrière niet mag falen alleen vanwege het feit dat een andere barrière faalt. Mochten er alsnog één of meer barrières falen waardoor radioactieve stoffen vrijkomen, dan zorgen de retentiefuncties voor het ophouden of tijdelijk vasthouden van die stoffen.

8.2.4 Wettelijk kader en beleidskader

In onderstaande tabel is het wettelijke kader en beleidskader op (inter)nationaal niveau weergegeven.



Tabel 8-2 Wettelijk kader en beleidskader nucleaire veiligheid

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
Kernenergiewet (Kew) (Nederlandse Overheid, 21 febr. 1963)	In Nederland vallen alle handelingen met ioniserende straling onder het stelsel van de Kew [2], welke de basis legt voor de bescherming van de bevolking, het milieu, werknemers en patiënten tegen de nadelige gevolgen van ioniserende straling. De Kew doet dit onder meer door een vergunning te verplichten en voor de meeste handelingen met bronnen van ioniserende straling. De wet is nader uitgewerkt in het Bkse, het Bbs en de bijbehorende regelingen. KCB heeft momenteel een vergunning op grond van de Kew voor het in werking houden van een inrichting waarin kernenergie kan worden vrijgemaakt (artikel 15, onder b), het voorhanden hebben van splijtstoffen (artikel 15, onder a), het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen (artikel 29, eerste lid) en het verrichten van handelingen met toestellen (artikel 34).
Besluit Kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) (Nederlandse Overheid, 4 sept 1969)	Het Bkse bevat onder meer algemene regels met betrekking tot de gegevensverstrekking bij het aanvragen van een Kew-vergunning en criteria op grond waarvan een aanvraag kan worden geweigerd, zoals wanneer de stralingsbelasting niet voldoet aan de wettelijke limieten.
Besluit basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (Bbs) (Nederlandse overheid, 23 oktober 2017) en de bijbehorende regelingen, waaronder de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (Nederlandse Overheid, 9 januari 2018)	Het Bbs stelt regels ter bescherming van de bevolking, het milieu, werknemers en patiënten tegen de schadelijke gevolgen van ioniserende straling. Het Bbs is gebaseerd op de Europese richtlijn 2013/59/EURATOM, waarin de aanbevelingen van de Internationale Commissie Radiologische Bescherming (ICRP) zijn doorgevoerd. Hierdoor voldoet de regelgeving aan de laatste wetenschappelijke inzichten.
Regeling nucleaire veiligheid kerninstallaties (Rnkv) (Nederlandse Overheid, 6 juni 2017)	Het Rnkv is een ministeriële regeling op het gebied van de nucleaire veiligheid van kerninstallaties, en hangt onder de Kew. Het Rnkv is een implementatie van Euratom Richtlijn 2014/87/Euratom van 8 juli 2014.
IAFA richtlijnen	Het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA) geeft documenten uit ten aanzien van nucleaire veiligheid die veelal als richtlijnen worden gebruikt.
Espoo-verdrag, zoals opgenomen in de wet milieubeheer (Nederlandse Overheid, 23-10-2017)	Het betreft hier het VN-verdrag t.a.v. milieueffectrapportage in grensoverschrijdend verband.

8.3 Criteria

In deze paragraaf zijn de criteria gebaseerd op van kracht zijnde wet- en regelgeving weergegeven.

Het studiegebied voor het aspect nucleaire veiligheid wordt bepaald door de locaties waar de stralingsbelasting als gevolg van ongevallen het grootst is. Voor directe straling is dit direct aan de terreingrens van KCB. Voor radioactieve lozingen naar lucht en water is dit sterk afhankelijk van de optredende verspreiding, bijvoorbeeld als gevolg van weersinvloeden.

8.3.1 Radiologische eisen bij veronderstelde ontwerpongevallen

Artikel 18 van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) bevat een aantal verplichte en mogelijke gronden voor het weigeren van een aanvraag om een vergunning krachtens artikel 15 onder b, van de Kernenergiewet (Kew). De weigeringsgrond in artikel 18, tweede lid, onder a, van het Bkse heeft betrekking op de limietwaarden voor veronderstelde inleidende gebeurtenissen. Dit betreft gebeurtenissen die leiden tot ongevallen waarmee in het ontwerp van de installatie rekening is gehouden.



Voor deze veronderstelde gebeurtenissen is een dosislimiet geformuleerd die afhankelijk is van de kans van optreden van de gebeurtenis. Hierbij gaat het om lozingen tijdens normaal bedrijf, voorzienbare storingen en ongevallen.

Veiligheidsniveau 1 en 2 dosislimieten

In het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming is het uitgangspunt dat de blootstelling aan straling ten gevolge van handelingen zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden moet worden³⁹. De limiet voor de effectieve dosis voor de bevolking is 1 mSv per kalenderjaar (zie Hoofdstuk 7 Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering). Dezelfde limiet geldt voor personeel dat voor hun werk normaal niet wordt blootgesteld aan straling. Voor personeel waarvoor dat wel het geval is gelden speciale eisen en een limiet van 20 mSv per kalenderjaar.

Veiligheidsniveau 3 dosislimieten

Ongevallen zonder kernsmelt mogen geen of slechts beperkte radiologische gevolgen voor de omgeving hebben. Daartoe zijn dosislimieten gekoppeld aan de frequentie waarmee ongevallen zonder kernsmelt kunnen plaatsvinden. Hoe groter de kans op een ongeval, hoe lager de door het ongeval veroorzaakte dosis mag zijn. In Tabel 8-3 zijn de wettelijke dosislimieten voor gebeurtenissen gegeven zoals opgenomen in het Bkse (art. 18, lid 2) (Nederlandse Overheid, 4 sept 1969). Daarnaast geeft het Bkse (art. 18, lid 2) een criterium voor de maximale schildklierdosis van 500 mSv.

Tabel 8-3 Gebeurtenisfrequenties en dosislimieten voor veronderstelde ongevallen

Gebeurtenisfrequentie F per jaar	Maximaal toegestane effectieve dosis per persoon	
	Personen vanaf 16 jaar	Personen tot 16 jaar
$F \geq 10^{-1}$	0,1 mSv ⁴⁰	0,04 mSv
$10^{-1} > F \geq 10^{-2}$	1 mSv	0,4 mSv
$10^{-2} > F \geq 10^{-4}$	10 mSv	4 mSv
$F < 10^{-4}$	100 mSv	40 mSv
Schildklierdosis ≤ 500 mSv		

8.3.2 Toelaatbaar risico als gevolg van veronderstelde buitenontwerpongevallen

Veiligheidsniveau 4

De randvoorwaarden voor veiligheidsniveau 4 vereisen dat kernsmeltongevallen die tot vroegtijdige en/of grootschalige lozingen kunnen leiden praktisch uitgesloten zijn. Het doel hierachter is dat indien een kernsmeltongeval optreedt, alleen beschermingsmaatregelen hoeven te worden getroffen die beperkt zijn in tijd en in omvang en dat voldoende tijd aanwezig is om deze te implementeren. Alle redelijkerwijs mogelijke oplossingen die de potentiële blootstellingen van werknemers, burgers en milieu kunnen verminderen moeten geïmplementeerd worden. Bij een kernsmeltongeval is het containment (het omhullende, dichte gebouw) de belangrijkste barrière voor het beschermen van de omgeving tegen radioactief materiaal. Om deze reden is het essentieel om het containment intact te houden. In verband daarmee moet de installatie zodanig zijn ontworpen dat eventuele lozingen tijdens een kernsmeltverloop zo klein als redelijkerwijs mogelijk zijn. Hierbij moet aan de criteria zoals samengevat in Tabel 8-4, worden voldaan. In het Bkse (art. 18, lid 3) is opgenomen dat de risicoanalyse voor het individueel (plaatsgebonden) risico moet laten zien dat de kans dat een persoon, die zich permanent en onbeschermd buiten de desbetreffende inrichting zou bevinden, overlijdt als gevolg van een ongeval kleiner is dan 10^{-6} per jaar (zie Tabel 8-4). Voor het groepsrisico geldt dat deze risicoanalyse moet laten zien dat de kans dat buiten de desbetreffende inrichting een groep van tenminste 10 personen direct dodelijk slachtoffer is van een ongeval, kleiner is dan 10^{-5} per jaar (of voor n maal meer direct dodelijke slachtoffers een kans die n^2 maal kleiner is).

³⁹ Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming art. 9.1, lid 2 onder a.

⁴⁰ De sievert (symbool Sv) is de eenheid voor de equivalente dosis ioniserende straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld en is gelijk aan 1 J/kg. De sievert is afhankelijk van de biologische effecten van straling. De millisievert (mSv) is een duizendste deel van een sievert.



Tabel 8-4 Toelaatbaar risico voor de omwonenden als gevolg van buitenontwerpongevallen

Type risico	Toelaatbaar risico
Individueel (plaatsgebonden) risico	$\leq 10^{-6}$ per jaar
10 slachtoffers	$\leq 10^{-5}$ per jaar
Groepsrisico	$\leq 10^{-7}$ per jaar
100 slachtoffers	$\leq 10^{-7}$ per jaar
1000 slachtoffers	$\leq 10^{-9}$ per jaar

Veiligheidsniveau 5

Voor het laatste (zeer onwaarschijnlijke) veiligheidsniveau geldt dat radiologische gevolgen buiten de terreingrens kunnen optreden waarvoor beschermende maatregelen nodig zijn. Dergelijke maatregelen kunnen jodiumprofylaxe en het schuilen of evacueren van omwonenden binnen een bepaalde zone rond de centrale inhouden. Dergelijke maatregelen worden uitgevoerd onder leiding van de externe alarmresponsorganisatie, bestaande uit onder andere de ANVS en de Veiligheidsregio. De beheersing van stralingsongevallen wordt op nationaal en regionaal niveau georganiseerd conform het Landelijk Crisisplan Straling (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, april 2021). Dit plan beschrijft de crisisaanpak en de samenwerking en aansluiting met betrokken publieke en private partners, de kennis en adviesstructuur en de internationale organisaties. Het plan is een kaderstellend en overkoepelend plan voor de individuele, meer operationeel uitgewerkte plannen en draaiboeken van de betrokken organisaties, zoals EPZ. Omdat stralingsongevallen grensoverschrijdend kunnen zijn hebben de landen van de Europese Unie afgesproken dat betrokken landen elkaar dan zo snel mogelijk alarmeren en informeren.

8.4 Beschrijving huidige situatie

Deze paragraaf beschrijft de huidige situatie met betrekking tot het waarborgen van de veiligheid voor de omgeving van KCB onder alle redelijkerwijs denkbare ongevalsomstandigheden (paragraaf 8.4.1) en de huidige wijze van invulling die EPZ geeft aan haar verouderingsbeheer (paragraaf 8.4.2).

8.4.1 Calamiteiten en ongevalsscenario's

Als onderdeel van de beschrijving van de huidige situatie van KCB ten aanzien van calamiteiten en ongevalsscenario's worden hieronder de volgend onderdelen behandeld:

- Beheersing van ontwerpongevallen (conform Bkse, art. 18, lid 2).
- Beheersing van buitenontwerpongevallen (conform Bkse, art. 18, lid 3).
- Grensoverschrijdende effecten.

8.4.1.1 Beheersing van ontwerpongevallen

De potentiële gevaarstelling van een kerncentrale betreft met name de zich in de installatie bevindende hoeveelheid radioactief materiaal. De grootste hoeveelheid in de installatie aanwezige radioactiviteit bevindt zich in de reactorkern. De verse splijtstof bevat slechts een geringe hoeveelheid radioactiviteit, maar tijdens het bedienen van de reactor wordt in de splijtstof een grote hoeveelheid radioactiviteit gevormd. Deze radioactiviteit blijft in principe binnen de splijtstofelementen opgesloten. Daarnaast ontstaan radioactieve stoffen door activering van de constructiematerialen en van het hoofdkoelmiddel.

Voor een kerncentrale dient aangetoond te worden dat alle mogelijke ongevallen die redelijkerwijs zouden kunnen gebeuren worden beheerst en dat de gevolgen, zoals een eventueel optredende lozing van radioactieve stoffen, binnen de wettelijke criteria blijven. Deze ongevallen kunnen zowel het gevolg zijn van interne gebeurtenissen, zoals verlies van interne elektriciteitsvoorziening of brand, als van ongeval met een externe oorzaak, zoals overstroming of aardbeving. Om dit aan te tonen ligt er aan het ontwerp van een kerncentrale een groot aantal analyses ten grondslag. Dit betreft onder meer sterkte-technische berekeningen en beschouwingen van het neutronenfysische gedrag van de reactorkern. Met behulp van ongevalsanalyses wordt aangetoond dat de mogelijke gevolgen van veronderstelde begingeburtenissen (ontwerpongevallen) adequaat door het ontwerp worden beheerst. Deze ongevalsanalyses worden veelal onderscheiden in thermohydraulische analyses (gedrag van de installatie) en radiologische analyses (gevolgen voor de omgeving).



Thermohydraulische analyses

Bij een thermohydraulische analyse wordt de reactorinstallatie in een computermodel 'vertaald'. Vervolgens wordt berekend hoe de respons van de installatie op de veronderstelde begingebourtenissen zal zijn. Het doel van dergelijke analyses is aan te tonen dat de gevolgen van veronderstelde begingebourtenissen worden beheerst.

Bij de keuze van de te analyseren representatieve begingebourtenissen is uitgegaan van een basislijst die is gebaseerd op de internationale IAEA-richtlijnen en waaraan installatie specifieke kenmerken zijn toegevoegd. Niet al deze begingebourtenissen zijn in detail geanalyseerd, maar alleen de representatieve (afdekkende) begingebourtenissen waarbij de strengste beschermingsdoelstelling van de afgedekte begingebourtenissen wordt gehanteerd. Dit gebeurt volgens de geldende voorschriften en met behulp van moderne, voor dat doel geschikte rekenprogramma's. Conservatieve aannames en uitgangspunten alsmede modellering van de installatie en processen vormen hierbij de basis. Conservatieve aannames en uitgangspunten zijn bijvoorbeeld:

- Bedrijf met verhoogd vermogen.
- Negeren van het eerste afschakelsignaal van de reactor.
- Meest effectieve regelement bevindt zich niet in de kern.
- Verhoogd of verlaagd vervalvermogen.
- Falen van het systeem dat de meest gunstige invloed op het ongevalsverloop heeft.
- Additioneel enkelvoudig falen van een component, die een functie vervult bij het beheersen van het ongeval.
- Niet beschikbaar zijn van bedrijfssystemen.
- Uitval van de normale stroomvoorziening (noodstroomsituatie).

Waar relevant zijn behalve voor vermogensbedrijf ook ongevalssituaties beschouwd voor niet-vermogensbedrijf.

Met de thermohydraulische analyses is aangetoond dat de installatie na alle veronderstelde begingebourtenissen in een veilige toestand kan worden gebracht en gehouden en dat de betreffende veiligheidsdoelstellingen worden gewaarborgd. Deze analyses en hun resultaten zijn opgenomen in het Veiligheidsrapport (EPZ, 2015) zoals dat is gebruikt voor het verkrijgen van de Kernenergiewet vergunning voor KCB.

Radiologische analyses

In het algemeen leiden ontwerpongevallen niet tot lozingen van radioactiviteit naar de omgeving. Het ontwerp is immers gebaseerd op het beheersen van ontwerpongevallen en dus het insluiten van de radioactiviteit. Bij enkele ontwerpongevallen is het echter mogelijk dat zij een lozing tot gevolg hebben, die uitgaat boven de emissies als gevolg van de normale bedrijfsvoering. Met behulp van een radiologische analyse moet worden aangetoond dat de gevolgen van een dergelijke lozing beneden aanvaardbare grenzen blijven.

In een radiologische analyse worden de consequenties van een lozing voor de omgeving van KCB berekend, alsmede de dosis die het gevolg is van externe bestraling door radioactiviteit die zich in het reactorgebouw bevindt. Er wordt bepaald hoeveel radioactiviteit wordt geloosd en met behulp van een verspreidingsmodel wordt berekend hoe deze activiteit zich in de omgeving verspreidt. Afhankelijk van de verspreiding van de radioactiviteit worden de gevolgen voor de mensen in de omgeving berekend. Deze gevolgen worden uitgedrukt in twee waarden. Ten eerste de effectieve dosis (E), zijnde de maat voor het effect van de totale hoeveelheid straling die het menselijk lichaam over een bepaalde periode ontvangt. En ten tweede de schildklierdosis (H_{th}), die specifiek betrekking heeft op de hoeveelheid straling die de schildklier ontvangt (dit is voornamelijk het gevolg van de opname van radioactief jodium).

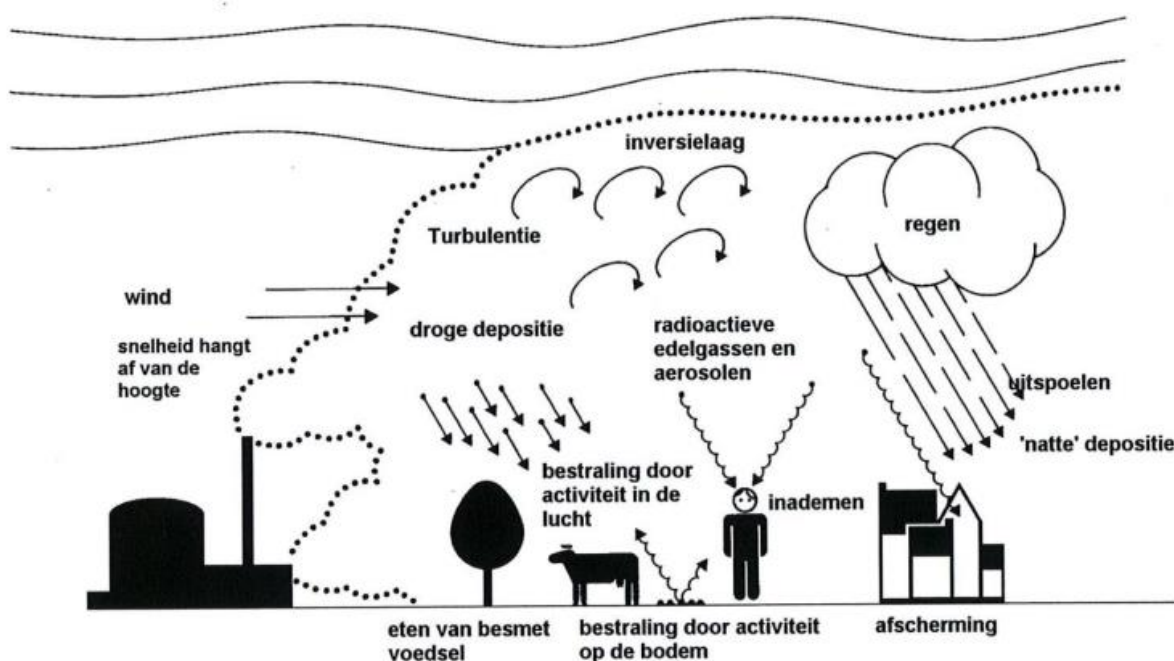
De radiologische analyses zijn uitgevoerd conform de Nederlandse richtlijn niveau-3 PSA (ANVS, Maart 2020)⁴¹. In Figuur 8-1 zijn schematisch de blootstellingspaden voor radiologische lozingen naar lucht weergegeven, namelijk:

- Inhalatie.
- Externe straling door radioactiviteit in de passerende wolk.
- Externe straling door op de bodem gedeponeerde radioactiviteit.
- Ingestie ten gevolge van consumptie van zelf geteelde en in de omgeving van KCB geproduceerde groenten, melk- en vleesproducten.

Ongevalslozingen op het oppervlaktewater of het riool (besmet bluswater) zijn alleen beschouwd indien zij relevant kunnen bijdragen aan het risico. De reden hiervoor is dat bij een ongevalslozing op het oppervlaktewater de directe levenssfeer van individuen niet bedreigd wordt, terwijl dat bij lozing in de lucht wel het geval is (bijvoorbeeld door inademing van radioactieve stoffen in het woongebied). Indirecte blootstelling is in principe wel mogelijk, bijvoorbeeld door besmetting van drinkwater en voedsel (zoals vis), maar deze blootstelling kan met maatregelen relatief eenvoudig effectief beperkt worden, zoals door het uit de handel nemen van vis. Wanneer ook ongevalslozingen naar de lucht optreden, zullen deze in de meeste gevallen het risico domineren.

Een belangrijk deel van de parameters rond de blootstelling zijn beleidsmatig vastgelegd (ANVS, Maart 2020). Het betreft bijvoorbeeld de in de analyse te toe te passen standaard keuze van het voedselpakket, het ademhalings tempo, drinkwaterconsumptie, de regio waaruit voedingsproducten verkregen worden en de te gebruiken dosiscoëfficiënten.

Voor de volgdosis wordt een periode van 70 jaar aangehouden voor kinderen en een periode van 50 jaar voor volwassenen.



Figuur 8-1 Schematische weergave van de blootstellingspaden naar mens en milieu van radiologische lozingen naar lucht

⁴¹ Gerefereerd is aan de huidige Handreiking PSA richtlijn van 2020, echter de bestaande radiologische analyses zijn nog gebaseerd op een voorgaande versie van deze handreiking (PSA: Probabilistic Safety Assessment). EPZ is, mede in het kader van de recente 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie, bezig de analyses aan te passen aan de nieuwste versie.



De resultaten van de thermohydraulische en radiologische analyses zijn gerapporteerd in het Veiligheidsrapport (EPZ, 2015), zoals dat is gebruikt voor het verkrijgen van de Kernenergiewet vergunning voor KCB. Met deze resultaten is in het Veiligheidsrapport aangetoond dat voor de te beschouwen ontwerpgevallen wordt voldaan aan de betreffende wettelijke criteria (zie Tabel 8-3). Daarbij is aangetoond dat de effectieve dosis en de schildklierdosis in alle gevallen ruimschoots onder de criteria liggen waarbij het maximum direct aan de terreingrens van EPZ optreedt. Bij grotere afstanden neemt de marge ten opzichte van de criteria steeds verder toe.

8.4.1.2 Beheersing van buitenontwerpgevallen

Een kerncentrale dient verder aan te tonen dat het toelaatbaar risico voor de omwonenden als gevolg van buitenontwerpgevallen voldoet aan de geldende criteria. Om dit aan te tonen is het internationaal gebruikelijk om een probabilistische veiligheidsanalyse (PSA; Probabilistic Safety Assessment) uit te voeren. Ook EPZ beschikt over een dergelijke PSA.

Een PSA van een kerncentrale is een systematisch onderzoek naar de kans op optreden van ongevallen die leiden tot kernbeschadiging en naar de gevolgen hiervan voor de omgeving. In een dergelijk onderzoek worden de ongevallen behandeld die kunnen leiden tot beschadiging (waaronder smelten) van de reactorkern alsmede tot lekkage of falen van de veiligheidsomhulling. Tot de scope behoren gebeurtenissen die als gevolg van een interne oorzaak (zoals falen van componenten of menselijk falen) of externe invloeden (zoals een aardbeving of overstroming) kunnen leiden tot kernsmelt. Voor dergelijke ongevallen worden de consequenties van de radioactieve lozingen, die bij deze ongevallen kunnen optreden, berekend.

De PSA begint met inventariseren van de mogelijke procesverstoringen. Net als bij de eerder beschreven ongevalsanalyses van de ontwerpgevallen gebeurt dit door begingebourtenissen te veronderstellen. Uit alle begingebourtenissen worden alleen die begingebourtenissen gekozen die kunnen leiden tot kernschade. Van deze begingebourtenissen worden alle mogelijke ongevalsverlopen bepaald die tot lozing van radioactieve stoffen kunnen leiden. Hiertoe is de PSA onderverdeeld in drie niveaus:

- Niveau 1: Bepaling van de totale kans op ernstige beschadiging of smelten van de reactorkern.
- Niveau 2: Bepaling van de belasting op de veiligheidsomhulling en het mogelijke verlies van de functie ervan. Hierbij worden de specifieke kenmerken van de resulterende ongevalslozingen nauwkeurig bepaald.
- Niveau 3: Uitgaande van de in de niveau 2 analyse bepaalde ongevalslozingen worden de radiologische gevolgen voor mens en milieu bepaald aan de hand van de verspreiding en depositie van radioactieve stoffen in de omgeving, conform de Nederlandse richtlijn niveau-3 PSA (ANVS, Maart 2020). Bij de mens worden de gevolgen onderscheiden in acute en late gezondheidseffecten. Samen met de kans van optreden resulteert dit in het risico.

In het Nederlandse risicobeleid zijn criteria voor het plaatsgebonden en het groepsrisico vastgelegd. Het criterium voor het (plaatsgebonden) individuele risico bestaat uit het beschermen van individuele leden van de bevolking tot een aanvaardbaar niveau tegen het risico van fatale gezondheidseffecten als gevolg van straling. Ten behoeve van de bepaling van het individueel risico wordt, in overeenstemming met het Nederlandse risicobeleid, de meest kwetsbare groep beschouwd, namelijk de groep 1-jarige kinderen.

Tevens dient de bevolking als geheel te worden beschermd tot een aanvaardbaar niveau tegen het risico van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van een ongeval (criterium voor het groepsrisico).

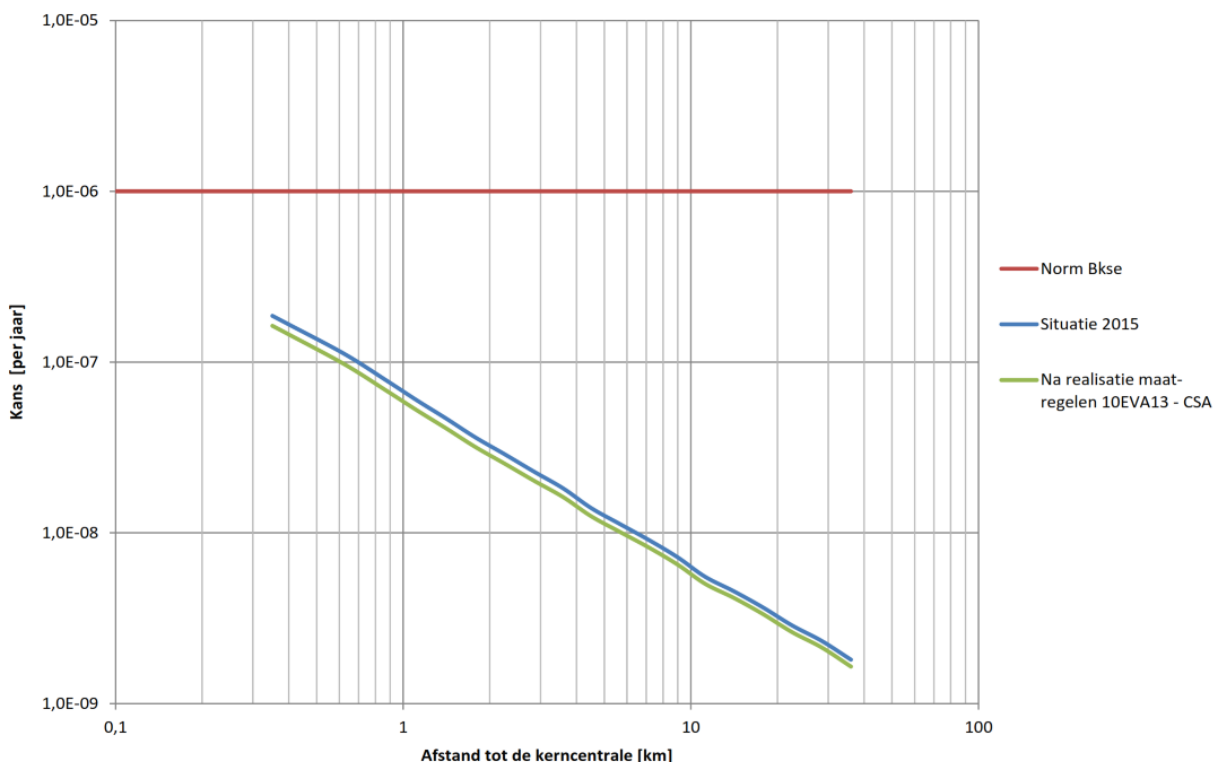
Individueel risico

Het individueel risico wordt berekend door het overlijdensrisico ten gevolge van korte en lange termijn effecten bij elkaar op te tellen. Het individueel risico is voor de kritieke groep (1-jarige kinderen) bepaald als functie van de afstand tot KCB. Daarbij is aangenomen dat alleen het gebied buiten de terreingrens (welke op minimaal 350 meter van het lozingspunt van de centrale ligt) bewoond is. Verder zijn voor het berekenen van het individueel risico de uitvoering van de wettelijk verplichte voedselmaatregelen verondersteld. Deze maatregelen houden in dat landbouwproducten die meer jodium, strontium, cesium en α -stralers bevatten dan de vastgestelde grenswaarden, uit de handel worden genomen. Andere mogelijke beschermingsmaatregelen zijn niet beschouwd.

De resultaten van de PSA zijn gerapporteerd in het Veiligheidsrapport (EPZ, 2015), zoals dat is gebruikt voor het verkrijgen van de Kernenergiewet vergunning van EPZ. Conform deze resultaten is het totale maximale individueel risico per jaar (voor 1-jarige kinderen) van alle brontermen tezamen hieronder in Figuur 8-2 gepresenteerd als functie van de afstand tot de centrale. In de figuur is te zien dat het individueel risico afneemt naarmate de afstand tot KCB groter wordt.

Uit Figuur 8-2 blijkt dat de waarden voor het individueel risico voor alle afstanden tot de kerncentrale ruim onder het wettelijke Bkse-criterium van 10^{-6} per jaar blijven (zie Tabel 8-4). Door naast voedselmaatregelen ook de tegenmaatregelen 'evacuatie' en 'jodium-verstrekking' toe te passen kan het individueel risico nog verder gereduceerd worden.

In Figuur 8-2 zijn de resultaten weergegeven voor de situatie in 2015 en in de situatie daarna, na de realisatie van de veiligheid verhogende maatregelen op grond van de 10-jaarlijkse evaluatie over de periode 2003-2012 (10EVA13) en de stresstest (CSA; Complementary Safety margin Assessment). Beide situaties zijn voldoende representatief voor de huidige situatie omdat de resultaten van beide situatie maar beperkt verschillen, en er na die tijd geen aanpassingen zijn geweest die een significante verslechtering zouden kunnen opleveren.

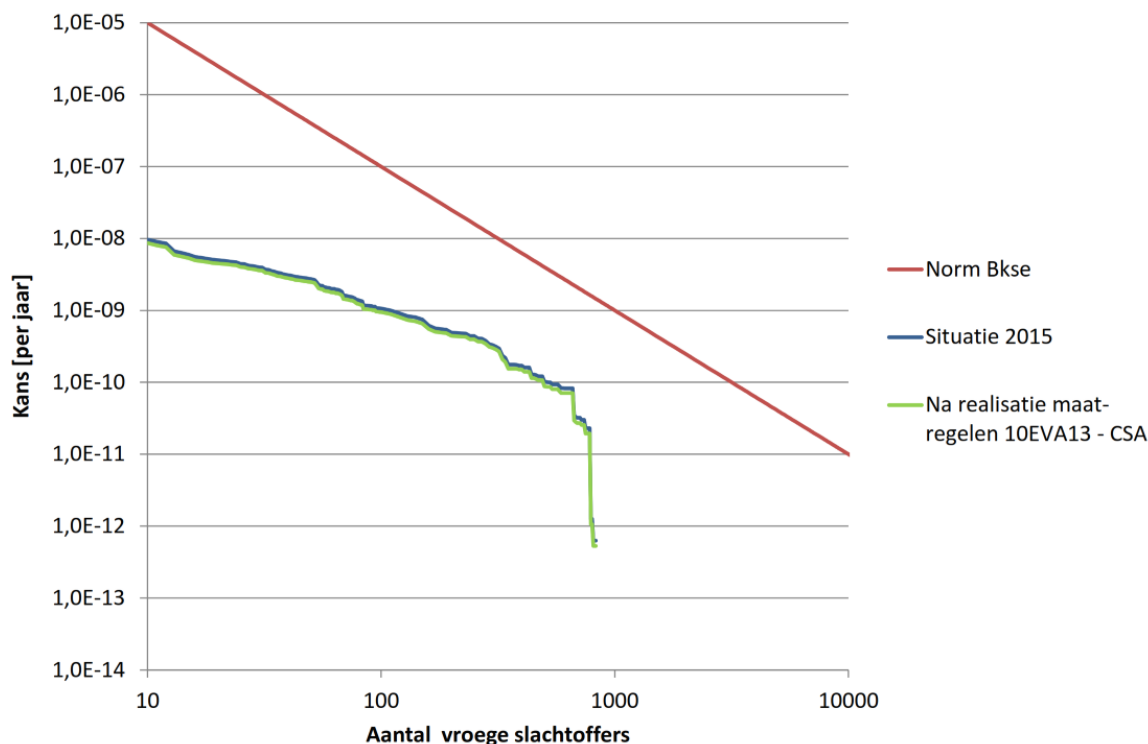


Figuur 8-2 Individueel risico voor de kritieke groep kinderen als gevolg van KCB (EPZ, 2015)

Groepsrisico

De resultaten van de berekeningen van het groepsrisico worden gepresenteerd als een 'complementaire cumulatieve frequentieverdeling' (CCFD; Complementary Cumulative Frequency Distribution). In een dergelijke grafiek kan de kans worden afgelezen dat het daarbij behorende effect wordt overschreden. In Figuur 8-3 wordt het groepsrisico zoals berekend voor KCB in de niveau 3 analyse weergegeven. De figuur geeft weer hoe groot de kans (per jaar) is dat een bepaald aantal personen van de bevolking als gevolg van de mogelijke beschouwde ongevalsverlopen slachtoffer wordt. Ook is het criterium voor het maximaal toelaatbare groepsrisico in de vorm van een schuine lijn in de figuur aangegeven. Bij de berekening van het groepsrisico is verondersteld dat directe maatregelen (zoals evacuatie en schuilen) niet binnen 24 uur worden uitgevoerd en dat 24 uur na de blootstelling personen in besmette gebieden worden verplaatst. Verder zijn voor de berekening van het groepsrisico de uitvoering van de wettelijk verplichte voedselmaatregelen verondersteld.

Figuur 8-3 toont aan dat het groepsrisico bij geen enkel aantal slachtoffers het wettelijke Bkse-criterium voor het toelaatbare groepsrisico overschrijdt maar daar met minimaal een factor 10 onder blijft (Tabel 8-4).



Figuur 8-3 Groepsrisico als gevolg van KCB (EPZ, 2015)

Ook in Figuur 8-3 zijn de resultaten voor de situatie in 2015 en in de situatie daarna, na de realisatie van de veiligheid verhogende maatregelen op grond van de 10-jaarlijkse evaluatie over de periode 2003-2012 (10EVA13) en de stresstest (CSA). Zoals hiervoor gesteld zijn beide situaties voldoende representatief voor de huidige situatie.

Voor meer detail wordt verwezen naar het Veiligheidsrapport (EPZ, 2015), behorend bij de huidige Kew-vergunning van KCB, waarin de veronderstelde gebeurtenissen en de reactie van de installatie (met andere woorden het ongevalsverloop) worden beschreven en waarin wordt aangetoond dat de veiligheid gewaarborgd is binnen de wettelijke criteria. Het Veiligheidsrapport is de aangewezen plaats voor het beschrijven van de veronderstelde begingeburtenissen met de bijbehorende uitgangspunten en randvoorwaarden, de reactie van de installatie (met andere woorden het ongevalsverloop) en de bewijsvoering dat de veiligheid is gewaarborgd.

8.4.1.3 Grensoverschrijdende effecten

Vastgesteld dient te worden of er sprake is van mogelijke belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu in een ander land als gevolg van een voorgenomen activiteit. Indien dit het geval is dienen de voorschriften van de Omgevingswet (art. 16.42b) en het Omgevingsbesluit (art. 11.22-11.26) te worden ingevuld. Voor de voorgenomen activiteit is daarom beoordeeld in hoeverre de effecten die optreden voor het aspect nucleaire veiligheid buiten de landgrenzen van Nederland optreden. De dichtstbijzijnde landen betreffen België, Engeland en Duitsland met respectievelijk een minimale afstand van circa 16, 157 en 156 km van KCB tot de landsgrens. Per aspect zijn deze effecten beoordeeld.

Toetsing aan de radiologische eisen bij veronderstelde ontwerpgevallen

Zoals geconcludeerd in paragraaf 8.4.1.1 voldoet de maximum stralingsbelasting ten gevolge van veronderstelde gebeurtenissen ruimschoots aan de daarvoor geldende beoordelingscriteria (Tabel 8-3). Daarbij bevindt het maximum zich in de directe nabijheid van KCB. Naarmate de afstand groter wordt, zal de stralingsbelasting verder afnemen. Hierdoor heeft KCB geen significante impact in relatie tot de Nederlandse beoordelingscriteria op Belgisch grondgebied en daarmee ook niet op verder weg liggende aan Nederland grenzende landen. Met een zeer kleine kans is er wel een ongeval mogelijk die een effect op Belgisch grondgebied kan hebben.



Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen

In de effectbeoordeling van toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen voor omwonenden is geconcludeerd dat zowel het individueel risico als het groepsrisico ruimschoots voldoet aan de daarvoor geldende beoordelingscriteria (Tabel 8-4). Ook hiervoor is van toepassing dat het maximum zich in de directe nabijheid van KCB bevindt en dat naarmate de afstand groter wordt, het plaatsgebonden risico verder zal afnemen. Het risico is vanwege de afstand tot de Belgische grens daarom zeer laag in relatie tot de Nederlandse beoordelingscriteria en daarmee ook voor verder weg liggende aan Nederland grenzende landen.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van mogelijke belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu in een ander land en dat voor het aspect nucleaire veiligheid de kans op grensoverschrijdende effecten zeer laag is in relatie tot de Nederlandse beoordelingscriteria.

8.4.2 Verouderingsbeheer

Elke installatie is onderhevig aan veroudering. Om de nucleaire veiligheid zeker te stellen moeten de effecten van veroudering van systemen, componenten en structuren met een nucleaire veiligheidsfunctie gedurende alle fases van de levensduur beheerst te worden. In deze paragraaf is beschreven op welke wijze EPZ invulling geeft aan verouderingsbeheer.

Binnen verouderingsbeheer zijn er drie verschillende verouderingsvormen te onderscheiden, namelijk conceptuele, technologische en fysische veroudering. Deze verschillende vormen worden beschreven samen met op welke wijze EPZ er invulling aangeeft. In de huidige vergunning zijn meerdere vergunningsvoorschriften in het kader van verouderingsbeheer zijn opgenomen (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254).

8.4.2.1 Conceptuele veroudering

Conceptuele veroudering vindt plaats wanneer bijvoorbeeld de veiligheidsfilosofie rondom kernenergie verandert of wanneer de “state-of-the-art” op een hoger peil wordt gebracht. Het streven naar doorlopende verbetering op het gebied van veiligheid vereist een regelmatige evaluatie van nieuwe ontwikkelingen op dit gebied en de toepasbaarheid daarvan in de installatie. Het beheren van deze vorm van veroudering is bij KCB belegd in de 10-jaarlijkse veiligheidsevaluaties (10EVA). In het vergunningsvoorschrift C.19 is vastgelegd dat EPZ een 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie over de periode 2013-2022 uitvoert. Hiertoe is door EPZ vooraf een definitief plan van aanpak en toetsingskader ter goedkeuring aan ANVS voorgelegd. Hiermee is geborgd dat ANVS vooraf kan toetsen of de 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie conform de daarvoor geldende wet- en regelgeving wordt uitgevoerd (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254).

Een 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie (10EVA) is ondermeer een toetsing aan de huidige Nederlandse regelgeving en een ‘Stand der Techniek’-evaluatie om de nucleaire veiligheid verder te verhogen. In de Regeling nucleaire veiligheid kerninstallatie (Rnvk) is vastgelegd dat ten minste eens in de tien jaar een veiligheidsevaluatie moet plaatsvinden, waarbij beoordeeld wordt of aan de ontwerpbasisvereisten wordt voldaan en nieuwe veiligheidsverbeteringen kunnen worden geïdentificeerd. Een van de onderdelen van deze veiligheidsevaluatie is veroudering van de kerninstallatie (artikel 11.4.b van Rnvk (Nederlandse Overheid, 6 juni 2017)). De internationale ontwikkelingen op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming worden bij deze veiligheidsevaluatie meegenomen. De 10EVA-methodiek, conform de IAEA richtlijn SSG-25 *Safety Review of Nuclear Power Plants* (IAEA, 2013) en de ANVS handreiking 10-jaarlijkse evaluatie nucleaire installaties (ANVS, 2021), bestaat uit de volgende stappen:

- 10EVA evaluatiefase
 - Het basisdocument met daarin voor alle 15 aandachtspunten, Safety Factors, beschreven op welke wijze deze geëvalueerd zullen gaan worden. Dit document wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de ANVS. Hierbij is verouderingsbeheer één van de aandachtspunten.
 - In de evaluatie van deze Safety Factors zijn verbeterpunten vastgesteld waarop potentieel verbetering van de nucleaire veiligheid en/of stralingsbescherming mogelijk is. Deze verbeterpunten worden gerapporteerd in vijftien SF-evaluatierapporten die ter goedkeuring worden voorgelegd aan de ANVS.
 - De verbeterpunten van alle Safety Factoren worden geclusterd en gerangschikt op basis van het veiligheidsbelang.
 - Verbetermaatregelen worden gedefinieerd zodat de bevindingen uit de evaluatie ingevuld worden.



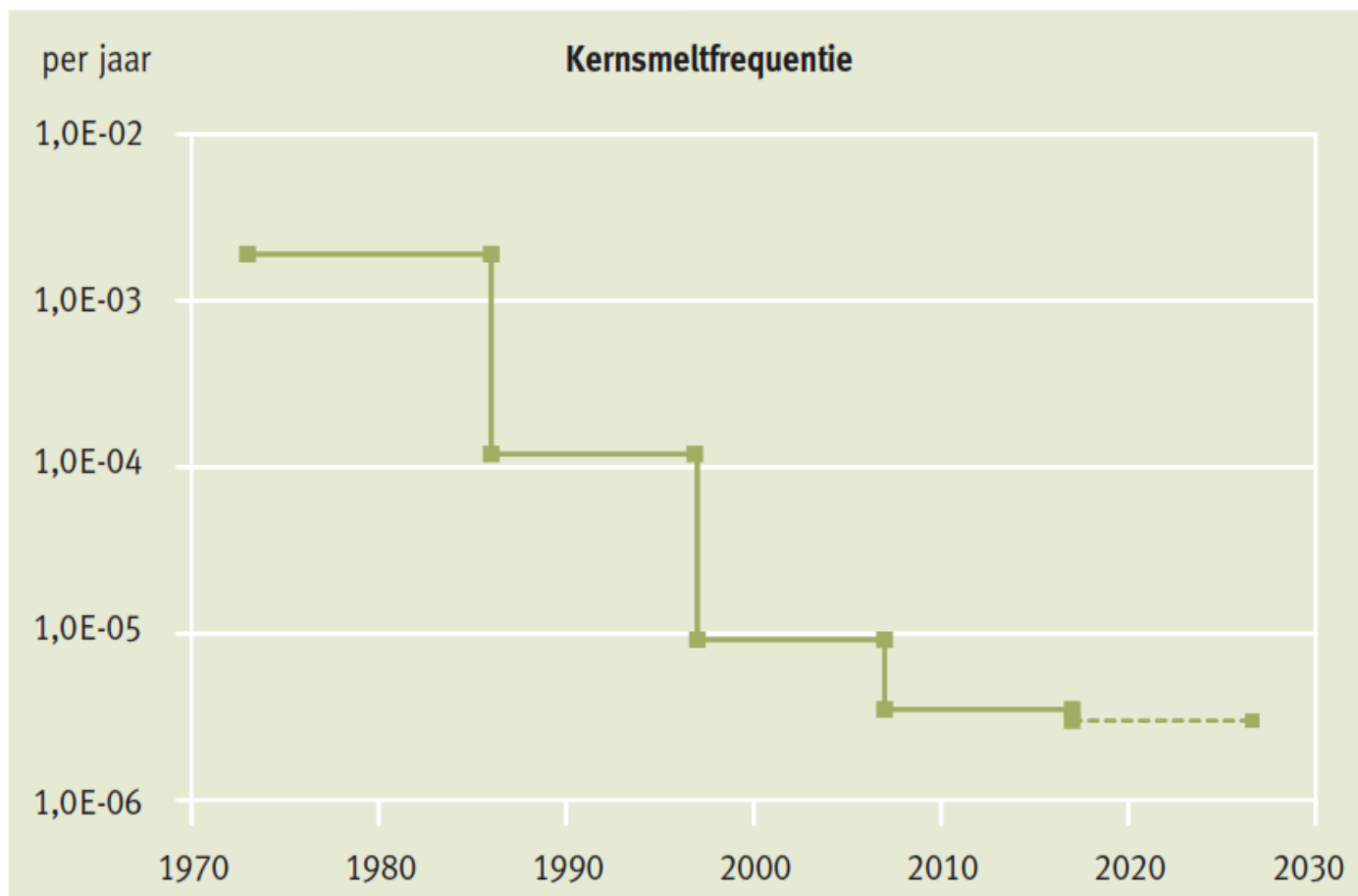
- 10EVA implementatiefase
 - Conceptueel verbeterplan opstellen.
 - Na akkoord van het Bevoegd Gezag, de verbetermaatregelen implementeren conform het conceptueel verbeterplan.

De laatste volledig (inclusief verbetermaatregelen) afgeronde 10-jarlijkse veiligheidsevaluatie is de 10EVA13. Naast verbetermaatregelen uit het reguliere 10EVA-proces zijn ook de verbetermaatregelen vastgesteld op basis van studies die binnen het 10EVA13 project zijn uitgevoerd naar aanleiding van de Complementary Safety Analyses ("stresstest"), die is uitgevoerd naar aanleiding van het ongeval in Fukushima. Deze verbetermaatregelen zijn inmiddels uitgevoerd. Van de 10-jarlijkse veiligheidsevaluatie (periode 2013-2022) is de evaluatiefase, conform vergunningsvoorschrift C.19, afgerond in 2023. De maatregelen moeten eind 2027 zijn geïmplementeerd.

De modificaties die de afgelopen decennia, op grond van deze periodieke veiligheidsevaluaties, zijn aangebracht aan KCB en de organisatie zijn te verdelen naar verschillende hoofdthema's. Leidend zijn uitbreiding van noodstroomvoorzieningen, aanpassingen in het systeem en uitbreiding van de koelmogelijkheden van de kern. Ook de organisatie is robuuster gemaakt door haar omvang, kennis en vaardigheden te vergroten. Hieronder zijn voorbeelden gegeven van modificaties die in de afgelopen decennia zijn doorgevoerd (EPZ, 20-07-2015):

- Verbetering van de stroomvoorziening:
 - Extra noodstroomdieselaggregaten.
 - Extra aansluiting op het externe elektriciteitsnet voor eigen stroomvoorziening.
- Uitbreiding van veiligheidssystemen:
 - Gebunkerde extra waterinjectiesystemen voor koeling van de reactor.
 - Additionele ongevalsinstrumentatie voor procesinformatie tijdens ongevallen.
 - Noodkoelwatersysteem met grondwaterputten.
 - Ruimtelijke scheiding van veiligheidssystemen ter verhoging van de onafhankelijkheid.
 - Verhoging van de autarkietijd door automatisch werkende veiligheidssystemen en voldoende diesel- en watervoorraden.
 - Verhogen van de bestendigheid tegen externe gebeurtenissen zoals overstroming, aardbeving, kerosinebrand en een explosieve gaswolk vanaf de Westerschelde.
 - Gefilterde overdrukbeveiliging van het containment tijdens ongevallen.
 - Passieve waterstofrecombinatoren ter voorkoming van explosies tijdens ongevallen.
- Verbetering van de organisatie en menselijke factor:
 - Uitbreiding van de noodprocedures.
 - Verplichte opleiding op de simulator.
 - Gebruik van probabilistische analyses.

Door alle fysieke en organisatorische maatregelen is de kans op een nucleaire gebeurtenis met effecten op mens en milieu de afgelopen veertig jaar zo'n 1000 keer kleiner geworden, zoals is aangegeven in onderstaande figuur waarin de verandering van de kans op een kernsmeltongeval in de tijd is weergegeven, de zogenoemde kernsmeltfrequentie. De kernsmeltfrequentie is een veel gebruikte indicator om aan te tonen dat voldaan wordt aan de nucleaire veiligheidsdoelen (IAEA, 2010). De kernsmeltfrequentie is een maat voor de kans dat de splijtstof in de reactor na optreden van een begingeburtenis wordt beschadigd (NRC, 2023).



Figuur 8-4 Ontwikkeling van de kernsmeltfrequentie⁴² (EPZ, 20-07-2015)

8.4.2.2 Technologische veroudering

De tweede vorm van veroudering is technologische veroudering. De Engelse term hiervoor is “obsolescence”. Kennis en kunde in de organisatie of daarbuiten is niet meer voldoende om de betreffende (deel)systeem te kunnen onderhouden of onderdelen kunnen niet meer geleverd worden zijn voorbeelden van technologisch veroudering. In andere woorden, componenten zijn niet beschikbaar, omdat deze niet meer geproduceerd of ondersteund worden door de fabrikant. Analoge besturingssystemen zijn hier een concreet voorbeeld van.

Binnen EPZ wordt deze laatste vorm van veroudering belegd bij het bedrijfsproces onderhoud met o.a. het reservedelenbeheer. Vanaf 1973 worden voor kritische installatiedelen reserve-onderdelen op voorraad gehouden. Cruciale onderdelen van veiligheidsvoorzieningen, pompen, bedieningsinstallaties worden gecontroleerd beheerd. Hierdoor is zowel bekend wat aanwezig is als wat de conditie van het reserve-onderdeel is. Wanneer een bepaald onderdeel niet mee te verkrijgen is bij de leverancier, wordt gezocht naar alternatieve leveranciers. Bij niet-identieke vervangingen wordt de wijzigingsprocedure, die opgenomen is het vergunningsvoorschrift A.1, doorlopen (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254). Met deze wijzigingsprocedure wordt elke wijziging met mogelijke impact op de nucleaire veiligheid beoordeeld door de betreffende specialist en de interne en externe reactorveiligheidscommissie.

Om de kennis en kunde in de organisatie te behouden en te versterken wordt elke medewerker opgeleid conform de kwalificatie-eisen horende bij zijn/haar functie en dit wordt periodiek herhaald. Deze kwalificatie-eisen zijn afhankelijk van de functie en de daarbij behorende competenties. Een belangrijk onderdeel is de periodieke training van de regelzaalmedewerkers is de zogenoemde simulatortraining. De training wordt gegeven met een regelzaalsimulator. De regelzaalmedewerkers worden in een nauwkeurig nagebootste hoofd- en reserveregelzaal met behulp van een computermodel geconfronteerd met mogelijke storingen en ongevallen. Aldus wordt getraind op het juiste handelen in

⁴² Met frequentie = 1/kans. Een frequentie van $1 \cdot 10^{-5}$ per jaar is hetzelfde als een kans van eens op de honderdduizend jaar ($1 \cdot 10^5$).



het geval dat een dergelijke situatie in werkelijkheid zou optreden. De regelzaalsimulator wordt momenteel verplaatst van de oorspronkelijke locatie in Duitsland naar het EPZ-terrein, en zal daar in de toekomst beschikbaar blijven. Deze trainingen zijn niet vrijblijvend, bij onvoldoende prestatie kan een regelzaalmedewerker zijn kwalificatie voor zijn functie verliezen. Dit sluit aan bij het vergunningsvoorschrift B.6, waarin dat EPZ de nucleaire veiligheidsrichtlijn 3.2.1 *voorschriften opleiding van bedieningspersoneel van kernenergiecentrales* volgt (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254).

Voor het trainen van onderhoudswerkzaamheden heeft EPZ de beschikking over een werkpraktijksimulator. In de werkpraktijksimulator kan de hele werkpraktijk van werkvoorbereiding tot en met de uitvoering en nabespreking worden getraind. Hiermee wordt de kennis en kunde die nodig is voor onderhoudswerkzaamheden versterkt.

Daarnaast nemen diverse medewerkers deel aan nationale en internationale opleidingen, congressen en werkgroepen. Hiermee wordt de beschikbare kennis binnen EPZ uitgebreid met state-of-the-art kennis.

8.4.2.3 Fysische veroudering

Materialen degraderen onder invloed van tijd en/of gebruik. Dit wordt fysische veroudering genoemd, en vindt plaats in alle componenten, zowel de zogenoemde actieve als passieve componenten. Actieve componenten zijn componenten die actief bewegen om hun functie uit te oefenen, zoals pompen en kleppen. Voorbeelden van passieve componenten zijn de behuizing van kleppen en leidingen. Fysische veroudering van passieve componenten betreft bijvoorbeeld verbrossing van het materiaal onder invloed van bestraling, corrosie of vermoeiing door bijvoorbeeld thermische transiënten waardoor de integriteit aangetast kan worden en lekkage kan optreden. De fysische veroudering van actieve componenten uit zich bijvoorbeeld in het niet meer helemaal lekdicht afsluiten van een klep of een verminderde opbrengst van een pomp (EPZ, 2015).

Fysische veroudering wordt beheerst met activiteiten om de instandhouding van de installatie conform het ontwerp en de van toepassing zijnde regelgeving te waarborgen. Dit geldt voor zowel passieve als voor actieve componenten. Binnen KCB wordt dit vormgegeven in de instandhoudingsprogramma's EPZ conform de NVR NS-G-2.6 *Onderhoud, toezicht en in-service inspecties in kernenergiecentrales* (vergunningvoorschrift B.6 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)). De omvang en frequentie van deze programma's is bepaald afhankelijk van het belang voor de nucleaire veiligheid, de inherente betrouwbaarheid, mogelijke degradatiemechanismen (gebaseerd op bedrijfservaringen, onderzoek en leveranciersaanbevelingen), bedrijfservaringen en de conditiebewakingsresultaten (vergunningvoorschrift C.4 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)). De instandhoudingsprogramma's zijn:

- **Onderhoud**
Het onderhoudsprogramma omvat onder meer de veiligheidsrelevante onderdelen, waarvoor preventief en/of toestandsafhankelijke onderhoud wordt gepleegd. Op basis van nucleaire regels, leveranciersvoorschriften, bedrijfservaring, veiligheidsbelang, mogelijke faalvormen, kans op falen en toestand van een onderdeel wordt de diepgang, omvang en frequentie van het onderhoud van het betreffende onderdeel bepaald. Voor de bepaling maakt EPZ gebruik van een algemeen erkende gestructureerde analysemethode Failure Mode & Effect Analysis (FMEA). Ter aanvulling wordt actief gebruik gemaakt de techniek van de Probabilistische Safety Analysis (PSA). Met de PSA wordt het effect bepaald van de onderhoudsactiviteiten op de kernsmeltfrequentie (NRC, 2023). EPZ hanteert bij het plannen van preventief onderhoud een strenge bedrijfslimiet voor de toename van deze frequentie zodat de veiligheidsconsequentie geminimaliseerd worden (EPZ, sd).
- **Surveillance (functioneel beproeven)**
EPZ voert periodieke functionele beproevingen van veiligheidsrelevante SSC's uit conform draaiboeken en procedures. Dit gebeurt dagelijks, wekelijks, jaarlijks of meerjarig. Hiermee wordt gecontroleerd of de betreffende SSC haar veiligheidsfunctie doorlopend kan blijven vervullen op basis van het specifieke acceptatiecriteria (vergunningvoorschrift C.6 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)). Bij afwijkingen, wordt het betreffende systeem gekalibreerd, gerepareerd of vervangen. Voorbeelden van beproevingen zijn inspecties van temperatuurmeters, debietcontrole van pompen en het periodiek starten van noodstroomdieselaggregaten.



- In-Service Inspectie (ISI)

EPZ heeft een ISI-programma waarin periodiek niet-destructief onderzoek aan het reactorvat en andere primaire systeeminstallaties is vastgelegd. Dit onderzoek heeft tot doel om aan te tonen dat de vereiste toestand van de systemen gehandhaafd blijft. Het warenwetbesluit drukapparatuur (Nederlandse Overheid, 2020), regeling nucleaire drukapparatuur (Nederlandse Overheid, 2018) en ASME OM Code (American Society of Mechanical Engineers Code for Operations and Maintenance of nuclear power plants) zijn gebruikt als aanvullende richtlijnen bij het opstellen van het ISI-programma. Niet-destructief onderzoek vindt plaats aan het reactorvat, lasnaden, materiaalovergangen en aansluitingen van het primaire systeem. Met ultrasoon- en röntgentechnieken wordt nauwkeurig onderzocht op onvolkomenheden als indicatie voor beginnend scheurtje of wanddikteafname. De inspectie-intervallen variëren afhankelijk van stralingsbelasting, mechanische en thermische belasting, maar elke tien jaar is het volledige systeem ten minste één keer geïnspecteerd. Het ISI-programma wordt periodiek geëvalueerd door EPZ en beoordeeld door de ANVS aangewezen keuringsinstelling met als toezichhouder ANVS (vergunningsvoorschrift C.7 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)).

EPZ beschikt over een specifiek verouderingsbeheersingsproces (vergunningsvoorschrift C.8 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)) conform zowel de in de vergunning vastgelegde NVR NS-G-2.12 (vergunningsvoorschrift B.6 (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254)) als de huidige IAEA richtlijn SSG-48 *Ageing management and development of a programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants* (IAEA, 2018). Het is een integrale activiteit waarbij fysische veroudering beoordeeld en vastgelegd wordt, en waarvoor beoordeeld wordt of het bestaande verouderingsbeheer adequaat is of aangepast moet worden. Deze integrale activiteit behelst twee delen. Het eerste deel omvat de uitvoerende instandhoudingstaken voor alle instandhoudingsprogramma's. Binnen het tweede deel wordt interne informatie vanuit de bedrijfsvoering en het onderhoud toegepast en externe informatie, afkomstig van onderzoeksresultaten, deelname aan organisaties zoals de World Association of Nuclear Operators (WANO), International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) en specifieke bijeenkomsten en conferenties van bijvoorbeeld het IAEA.

De taken zijn hierbij vastgelegd in procedures, waarbij gewerkt wordt met de plan-do-check-act cyclus (Deming's cirkel) zoals beschreven in de SSG-48 (IAEA, 2018). Dit draagt bij aan het in stand houden van kennis en kunde in het kader van verouderingsbeheer.

Er zijn diverse verouderingsfenomenen, waaronder diverse vormen van corrosie, slijtage of thermische veroudering. Een aantal specifieke verouderingsfenomenen zijn in de vergunning van EPZ (ANVS, 4 dec 2018; ANVS-2018/20254) opgenomen. Die zijn hieronder opgesomd en daarbij is aangegeven op welke wijze deze beheerst worden:

- Reactorvatverbrossing

Het reactorvat van KCB is een dikwandig stalen vat. In het reactorvat bevindt zich de reactorkern. In de reactorkern vinden kernsplijtingsreacties plaats waarbij energie en hoogenergetische neutronen vrijkomen. De neutronen worden grotendeels vertraagd in het hoofdkoelmiddel (water) en geabsorbeerd door de splijtstof en het koelmiddel in de reactor. Echter, een klein gedeelte van de hoogenergetische neutronen wordt niet vertraagd en/of geabsorbeerd en komt op de binnenwand van het reactorvat. Deze hoogenergetische neutronen kunnen microscopische veranderingen in de materiaalstructuur van de reactorwand veroorzaken, waardoor de materiaaleigenschappen veranderen. Deze wordt harder en brosser wat betekent dat de wand gevoeliger wordt voor scheurvorming. Dit effect is beperkt tot de reactorvatwand ter hoogte van de kern en de interne delen. Het fenomeen wordt aangeduid met reactorvatverbrossing.

Vanaf de bouw van de reactor loopt er een uitgebreid beproevingsprogramma om het gedrag ten aanzien reactorvatverbrossing op de lange termijn te voorspellen. Daarbij wordt enerzijds de grootte van de neutronenbestraling vastgesteld op basis waarvan een prognose van het materiaalgedrag is gemaakt. Anderzijds wordt het daadwerkelijke materiaalgedrag geverifieerd door het beproeven van proefstukken (van gelijk materiaal als de reactorwand) die aan neutronenstraling in de reactor zijn blootgesteld. De resultaten hiervan zijn meegenomen in de hernieuwde analyses die in het kader van de bedrijfsduurverlenging in 2014, het LTO B project, zijn uitgevoerd. Deze laten zien dat het reactorvat ruime veiligheidsmarges ten aanzien van brosse breuk heeft, ook na verlenging van de ontwerpbedrijfsduur voor KCB van veertig jaar naar zestig jaar.

De belasting door neutronenbestraling wordt periodiek geëvalueerd ten opzichte van de in de analyse gebruikte uitgangspunten (vergunningsvoorschrift C.46).



- Vermoeiing in systeemmaterialen

Het primaire systeem is samengesteld uit verschillende stalen componenten, zoals het reactorvat en de leidingen. Er treden spanningen op in het materiaal als gevolg van mechanische en thermische belastingen. Deze belastingen komen voort uit variaties in druk en temperatuur, het eigen gewicht van de componenten, etc.). In het ontwerp zijn de componenten zo gedimensioneerd dat de optredende spanningen ruimschoots onder de toelaatbare normspanning van het materiaal blijven zodat de optredende spanningen nooit tot het bezwijken van deze componenten zullen leiden.

Staal is in het algemeen goed bestand tegen grote statische belastingen. Om een stalen component te laten bezwijken zijn hoge spanningen in het materiaal nodig. In het geval van het langdurig optreden van wisselende belastingen kan na verloop van tijd toch bezwijken plaatsvinden bij lagere spanningen. Afhankelijk van de hoogte van de wisselende belasting kan lokaal microschade in het materiaal ontstaan. Na een aantal belastingswisselingen (bijvoorbeeld als gevolg van het opstarten en afschakelen van de reactor) kan de microschade zich uitbreiden tot een (zichtbare) scheur in het materiaal. Bij verdere belastingswisselingen kan de scheur groeien tot een grootte waarbij de betreffende component bezwijkt. Dit fenomeen waarbij schade in een materiaal optreedt als gevolg van wisselende belastingen wordt aangeduid met 'vermoeiing'. De mate waarin een materiaal onderhevig is aan vermoeiing, is afhankelijk van de materiaalsoort en van de grootte en het aantal van de belastingswisselingen. Vermoeiing is overigens een langzaam verlopend proces.

Er zijn in het kader van LTO B project hernieuwde sterkte-technische berekeningen uitgevoerd gebruikmakend van KTA (KernTechnischer Ausschuss) en ASME voorschriften. Het aspect vermoeiing is daarbij beoordeeld aan de hand van een verscheidenheid aan gepostuleerde belastingswisselingen gedurende zowel regulier bedrijf als door mogelijke storings- en/of ongevalssituaties.

In 2010 is er een vermoeiingsmonitoringsysteem FAMOS (FAtigue MOnitoring System) geïnstalleerd om de werkelijke belastingswisselingen te volgen. Op die manier kunnen de uitgangspunten en daarmee de geldigheid van de vermoeiingsanalyses worden bewaakt. Door het monitoren van de werkelijke belastingswisselingen geeft FAMOS beter inzicht in hoe de werkelijke belastingswisselingen zich verhouden tot de ontwerpbelastingswisselingen in vermoeiingsanalyses. Jaarlijks wordt de opgetreden belastingswisselingen geëvalueerd en gedeeld met de toezichthouder ANVS (vergunningsvoorschrift C.48).

- Kwalificatie van ongevalsbestendige elektrotechnische apparatuur

KCB beschikt over elektrotechnische apparatuur voor de aansturing en de bewaking van het proces. Voor een gedeelte van deze apparatuur gelden speciale ontwerp-eisen, omdat deze tijdens en na een ontwerp-ongeval correct moet blijven functioneren onder de dan heersende omgevingscondities, zoals een verhoogde temperatuur, druk, relatieve luchtvochtigheid en verhoogd stralingsniveau. Alleen op die manier heeft en behoudt men een goed en betrouwbaar inzicht in de toestand van het proces c.q. de installatie, en kan men de effectiviteit van de genomen beheersmaatregelen beoordelen. Deze apparatuur wordt ongevalsbestendige apparatuur genoemd en is gekwalificeerd voor de speciale ontwerp-eisen. Hiervoor is een beperkte technische levensduur toegestaan, mits deze tijdig vervangen wordt. Deze kunnen ook relatief eenvoudig worden vervangen.

Om de gekwalificeerde restlevensduur te bewaken is er meetapparatuur aangebracht voor het monitoren van optredende omgevingscondities. Met deze informatie wordt periodiek (iedere splijtstofcyclus) vanuit een 'restlevensduur-database' de restlevensduur van de ongevalsbestendige elektrotechnische componenten bepaald. De componenten waarvoor geen gekwalificeerde restlevensduur van tenminste vijf jaar kan worden aangetoond vergen correctieve maatregelen in de vorm van nakwalificatie of vervanging door gekwalificeerde componenten (vergunningsvoorschrift C.49).



8.5 Extrapolatie milieusituatie

Bij de extrapolatie van de milieusituatie wordt vastgesteld waar mogelijke toekomstige (na 2033) knelpunten aanwezig kunnen zijn, en waar dus leemten in kennis kunnen bestaan die in Fase 2 nader onderzocht dienen te worden.

8.5.1 Calamiteiten en ongevalsscenario's

Zoals beschreven in paragraaf 8.4.1, voldoet KCB in de huidige situatie aan de wettelijke criteria ten aanzien van de beheersing van ontwerpgegevens en de eventuele radiologische gevolgen daarvan, en ten aanzien van de risicocriteria voor het individueel en groepsrisico voor de buitenontwerpgegevens. De hieraan ten grondslag liggende veiligheidsanalyses zullen voor de bedrijfsvoering na 2033 vernieuwd dienen te worden op basis van de dan geldende regelgeving en richtlijnen. Daarbij zullen de grensoverschrijdende effecten opnieuw beschouwd dienen te worden.

Met betrekking tot de calamiteiten en ongevalsscenario's zoals besproken in paragraaf 8.4.1 kunnen de volgende onderdelen van invloed zijn op de toekomstige milieusituatie na 2033:

- Klimaatverandering.
- Bouw van nieuwe kerncentrales.
- Energiehub Borssele.

8.5.2 Klimaatverandering

Met betrekking tot klimaatverandering zijn er een aantal gevolgen die van belang kunnen zijn voor de nucleaire veiligheid van KCB, namelijk:

- Stijging van de maximale zeewatertemperatuur, in verband met de koeling van de reactor.
- Stijging van de maximale luchttemperatuur, in verband met de koeling van veiligheidsrelevante ruimtes en systemen.
- Zeespiegelstijging, in verband met het risico op externe overstroming.
- Toename van extreme weersituaties, zoals zwaardere stormen als externe bedreiging.

Zeewater- en luchttemperatuur

De stijging van de gemiddelde temperatuur als gevolg van klimaatverandering heeft ook een stijging van de maximale temperatuur van het water in de Westerschelde tot gevolg. Voor de huidige situatie is aangetoond dat de koelsystemen, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke watertemperatuur voldoende kunnen koelen. Voor een langere bedrijfsduur na 2033 zal dit voor de dan mogelijk optredende maximale watertemperatuur moeten worden aangetoond als onderdeel van de veiligheidsanalyses waarvan de resultaten onderdeel zullen zijn van MER Fase 2. Een vergelijkbare situatie geldt voor de luchttemperatuur en de invloed daarvan op de koeling van de lucht in veiligheidsrelevante gebouwen.

Zeespiegelstijging

KCB wordt tegen het zeewater beschermd tegen overstroming vanuit de Westerschelde met dijken. Daarnaast heeft de installatie zelf een bestendigheid tegen externe overstroming voor de situatie dat deze dijken mochten falen. In het kader van de 10-jaarlijkse veiligheidsevaluaties en de stress-test na het ongeval in Fukushima zijn de marges van de bescherming van de installatie tegen overstroming verder verhoogd, waarbij de invloed van de zeespiegelstijging is meegenomen. Voor de huidige situatie is daarmee aangetoond dat voldoende bescherming aanwezig is. Voor een langere bedrijfsduur na 2033 zal dit echter voor de dan te veronderstellen maximale zeewaterniveaus moeten worden aangetoond. De resultaten hiervan kunnen onderdeel zijn van MER Fase 2. Hierbij kan worden opgemerkt dat op basis van de KNMI'23 scenario's voor 2050 de verwachte zeespiegelstijging voor de Noordzeekust 16-38 cm ten opzichte van 2020. In de Westerschelde is een waterstand stijging van 20 tot 30 cm verwacht in de periode tot 2050 voor het scenario Hoog (Klimaat-effectatlas, 2023). Het toegestane overstromingspeil van de voor de nucleaire veiligheid vitale onderdelen van KCB is 9,80 meter boven NAP (EPZ, sd). In vergelijking hiermee betrof de overstroming van 1953 een waterpeil van 4,55 meter boven NAP. Gezien de ruime marge hiertussen ligt het daarom niet in de verwachting dat de zeespiegelstijging een probleem voor de nucleaire veiligheid zal vormen.



Extreme weersituaties

In het kader van het eventuele optreden van meer extreme weersituaties als gevolg van klimaatverandering is met name de mogelijke toename van de maximale windbelasting relevant, inclusief het eventuele voorkomen van orkanen. De veiligheidsrelevante gebouwen van KCB zijn ontworpen tegen zware windbelastingen tot een maximale windsnelheid van 125 m/s. Hiermee is een ruime marge aanwezig tegen de mogelijk optredende stormen op de locatie inclusief de gevolgen van klimaatverandering. Voor de huidige situatie is daarmee aangetoond dat voldoende bescherming aanwezig is. Voor een langere bedrijfsduur na 2033 zal dit echter voor de dan te veronderstellen maximale windsnelheden moeten worden aangetoond. De resultaten hiervan kunnen onderdeel zijn van MER Fase 2.

8.5.3 Bouw van nieuwe kerncentrales

Bij plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales, is het aan de initiatiefnemers daarvoor om aan te tonen dat hun invloed op de nucleaire veiligheid van KCB voldoende laag zal zijn. Op het gebied van nucleaire veiligheid worden hier geen knelpunten verwacht.

8.5.4 Energiehub Borssele

In het kader van de Energiehub Borssele zijn er diverse ontwikkelingen voorzien in de nabijheid van KCB (zie paragraaf 2.4). Dit betreft onder meer de uitbreiding van het hoogspanningsstation in de omgeving Sloegebied en de aansluiting van enkele windenergieprojecten op de Noordzee.

In principe zouden deze projecten invloed kunnen hebben op eventuele ongevallen bij KCB en de beheersing daarvan. Het is echter aan deze ontwikkelingen om in het kader van hun vergunningsprocedures aan te tonen dat hun invloed op de omgeving ten aanzien van externe veiligheid voldoende laag is en voldoet aan de betreffende regelgeving. Daarmee zou er dus geen directe invloed op de nucleaire veiligheidssituatie mogen zijn.

8.5.5 Verouderingsbeheer

Verouderingsbeheer zoals besproken in paragraaf 8.4.2 is erop gericht dat KCB tot 2034 veilig bedreven kan worden. Momenteel wordt onderzocht of de kerncentrale veilig in bedrijf gehouden kan worden na 2033. De technische bedrijfsduur wordt met name bepaald door de verwachting hoe onvervangbare componenten, zoals het reactorvat, veilig in bedrijf kunnen blijven. Op basis van eerdere studies vertonen deze componenten geen belemmerende degradatie en zijn daarom geen belemmering voor een veilige bedrijfsduurverlenging. Er zal voor de wel vervangbare componenten moeten worden vastgesteld of noodzakelijk c.q. wenselijk is dat deze vervangen worden. Voordat EPZ een besluit gaat nemen om de kerncentrale na 2033 te bedienen, gaat EPZ uitgebreid technisch onderzoeken of dit veilig kan (EPZ, 23 juli 2020).

Voordat KCB na 2033 in bedrijf kan blijven zal voor alle systemen, structuren en componenten met een nucleaire veiligheidsfunctie aangetoond moeten worden dat deze beschikbaar en betrouwbaar zijn voor de voorziene bedrijfsvoeringperiode. Dit wordt gedaan aan de hand van technische onderzoeken, veiligheidsstudies conform de dan vigerende wet, regelgeving en richtlijnen onder toezicht van ANVS als toezichthouder. Concreet betekent dit dat de Long Term Operation (LTO) uitgevoerd gaat worden voor de voorziene bedrijfsvoeringperiode, aansluitend op de ontwikkeling van LTO programma's voor kerncentrales zoals beschreven in de betreffende IAEA-richtlijnen. Dit betreft naast de technische aspecten van veroudering ook de organisatorische, procedurele en administratieve aspecten.



8.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zijn de technische studie afgerond waarmee dient te worden aangetoond dat:

- De veiligheidsrelevante koelsystemen, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke watertemperatuur van het Westerschelde water voldoende kunnen koelen om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- De koeling van de lucht in de veiligheidsrelevante gebouwen, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke luchttemperatuur voldoende kan koelen om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Voldoende bescherming van KCB aanwezig is tegen de te veronderstellen maximale zeewaterniveaus om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Voldoende bescherming van KCB aanwezig is tegen de te veronderstellen maximale windsnelheden om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- De effecten van veroudering van systemen, componenten en structuren met een nucleaire veiligheidsfunctie beheerst worden voor de beoogde bedrijfsduurverlenging.
- Naast de technische aspecten van veroudering ook de organisatorische, procedurele en administratieve aspecten voldoende zijn behandeld in het LTO programma.

Op basis van deze studies zal duidelijk zijn of er eventuele fysieke aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. Dit leidt tot de volgen mogelijke milieuaandachtspunten voor MER Fase 2:

- Up-to-date maken van de veiligheidsanalyses ten behoeve van de toetsing van de beheersing van ontwerpgegevens en de eventuele radiologische gevolgen daarvan, en van de risicocriteria voor het individueel en groepsrisico voor de buitenontwerpingevallen.
- Up-to-date maken van de toetsing van de eventuele de grensoverschrijdende effecten van ongevallen.



9 Water

9.1 Inleiding

Slechts een deel van de warmte die in de kernreactor wordt vrijgemaakt wordt omgezet in elektrische energie. De overvloedige warmte uit de kerncentrale dient te worden afgevoerd. Bij KCB wordt deze restwarmte via een warmtewisselaar afgegeven aan water dat aan de Westerschelde onttrokken wordt. Het water uit de Westerschelde wordt vervolgens met enige opwarming geloosd op de Westerschelde.

Ook wanneer de kerncentrale uit bedrijf is dient de splijtstof gekoeld te blijven en dient warmte te worden afgegeven aan de Westerschelde. Hiervoor is een tweede koelwatersysteem aanwezig, het nood- en nevenkoelsysteem. In noodgevallen kan met grondwater gekoeld worden; ook dat water stroomt dan af naar de Westerschelde. In het proces van waterkoeling verandert de kwaliteit van het ingenomen water: er worden middelen toegevoegd aan het nood-en nevenkoelsysteem, om aangroei in leidingen, filters en pompen te bestrijden. Bij normaal bedrijf van de kerncentrale komen zeer geringe hoeveelheden radioactieve stoffen via het water tot afstroming. De lozing van conventionele stoffen en warmte (Waterwetvergunning, 2018) en van radioactieve stoffen (Revisievergunning EPZ, 2016) is via vergunningen geregeld. Het onttrekken van bodemwater is via een vergunning geregeld.

In dit deelaspect beschrijven we de wettelijke kaders en de criteria die gelden voor de beoordeling van effecten op het aspect water. Daarbij maken we onderscheid tussen de effecten op oppervlaktewater en op grondwater. Het hoofdstuk geeft een overzicht van:

- De relevante beleidskaders voor het milieuaspect Water.
- De huidige bedrijfsvoering en de impact op de milieusituatie. Deze wordt vergeleken met de normen en drempelwaarden aangeven in de water vergunning en met de beleidskaders.
- De grensoverschrijdende effecten van huidige milieusituatie van de kerncentrale voor het milieuaspect Water.
- Externe factoren die het huidige functioneren van KCB kunnen beïnvloeden, zoals klimaatverandering en lokale veranderingen in de directe omgeving en verdere omgeving van de kerncentrale.
- Kennisleemtes en milieuaandachtspunten voor fase 2.

9.2 Relevante beleidskaders

In deze paragraaf zijn de relevante beleidskaders voor het milieuaspect Water beschreven. Ze zijn opgedeeld in internationaal beleid, nationaal beleid en waterschapsbeleid. Tabel 9-1 geeft een overzicht van de belangrijke wettelijk- en beleidskaders.

Tabel 9-1 Wettelijk kader en beleidskader Water

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
OSPAR Verdrag	Het OSPAR-verdrag is bedoeld voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Het verdrag is van belang voor de internationale coördinatie van het Noordzeebeleid. Het is een platform waarop de Noordzeelanden hun inhoudelijke beoordeling van het mariene milieu en de conclusies die ze daaruit trekken voor het gebruik van de Noordzee op elkaar afstemmen. Dit voorkomt uiteenlopende of zelfs tegenstrijdige strategieën voor de zee (Rijksoverheid, 2024).
Kaderrichtlijn Water (KRW) (Europees beleid)	De Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft tot doel om de aquatische ecosystemen en waterafhankelijke terrestrische natuur voor achteruitgang te behoeden, te beschermen en te verbeteren. Daartoe dienen de lidstaten maatregelenprogramma's op te stellen zodat alle oppervlaktewateren en grondwaterlichamen een zogeheten goede toestand bereiken. Verder geldt dat voor de KRW beschermde gebieden zijn aangewezen. In deze gebieden gelden aanvullende kwaliteitseisen. Beschermde gebieden zijn Natura 2000-gebieden, zwemlocaties, schelpdierwateren en waterlichamen waaruit onttrekking voor menselijke consumptie plaatsvindt. In Nederland is de KRW uitgewerkt in de Omgevingswet en in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).



Beleid, wet- en regelgeving

Inhoud en relevantie

Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2022 (Nationaal beleid)	De KRW schrijft voor dat stroomgebiedbeheerplannen worden opgesteld met de beschrijving van de watersystemen, doelen, monitoring en toestand, maatregelen en de economische impact van de maatregelen. De stroomgebiedbeheerplannen worden iedere 6 jaar opgesteld voor het Nederlandse deel van de vier stroomgebieden: Rijn, Maas, Schelde en Eems. De stroomgebiedbeheerplannen moeten aan Europese eisen voldoen. Deze plannen zijn voor nationaal gebruik. Zoals bij de KRW, zijn de doelen voor het oppervlaktewater goede chemische en ecologische toestand. Deze worden uitsluitend bepaald door Europees vastgestelde milieukwaliteitseisen die zijn vastgelegd in de Richtlijn prioritair stoffen en biologische soortgroepen.
Waterwet (Nationaal beleid) → vervangen door Omgevingswet	De Waterwet van 2009 regelt in hoofdzaak het beheer van watersystemen, waaronder waterkeringen, oppervlaktewater- en grondwaterlichamen. De wet is gericht op het voorkomen dan wel beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, de bescherming en verbetering van kwaliteit van watersystemen en de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen. De Waterwet gaat uit van integraal beheer van het hele watersysteem, inclusief integrale watervergunningverlening voor activiteiten in, op, over of onder watersystemen.
Omgevingswet → Besluit activiteiten leefomgeving (Nationaal beleid)	In het stelsel van de Omgevingswet komen de milieuregels voor bedrijven terecht in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). In het Bal staan de rijkregels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving (bv. over natuur, culturele erfgoed en luchthavens). De Bal is de opvolger van het Activiteitenbesluit. In de Omgevingswet staat wat een milieubelastende activiteit is en het Bal wijst aan voor welke milieubelastende activiteiten de rijkregels gelden. Daarnaast meldt het Bal of voor die milieubelastende activiteiten een melding of omgevingsvergunning nodig is, en wie toezicht houdt.
Nationaal waterprogramma (NWP) (Nationaal beleid)	Nederland is een land met grote wateropgaven en deze opgaven worden alleen maar groter in de toekomst vanwege uitdagingen zoals klimaatverandering, bodemdaling, ruimte te kort en milieuverontreinigingen. Het Nationaal Water Programma 2022-2027 (NWP) beschrijft de hoofdlijnen, ambities en uitvoering van het nationale waterbeleid en het beheer van de rijkswateren (en rijkswaarwegen): waterveiligheid, waterkwaliteit en klimaatadaptatie. Belangrijke thema's van het NWP zijn de aanpassing aan de gevolgen van klimaatverandering, de bescherming tegen overstroming, en het behoud van zoetwatervoorzieningen. Dit is relevant voor de beïnvloeding van grond- en oppervlaktewater (kwaliteit en kwantiteit). Belangrijke onderdelen van het NWP zijn de stroomgebiedbeheerplannen, het overstromingsrisicobeheerplan en het Programma Noordzee. Op grond van de KRW worden elke 6 jaar stroomgebiedbeheerplannen (SGBP's) opgesteld voor de Nederlandse delen van de stroomgebiedsdistricten Rijn, Maas, Schelde en Eems. Binnen elk stroomgebiedsdistrict werken provincies, gemeenten, waterschappen en Rijkswaterstaat samen aan chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. Voor het waterbeleid is het NWP een uitwerking van de NOVI (Nationale omgevingsvisie).
Programma Noordzee 2022 – 2027 (Nationaal beleid)	Diverse ontwikkelingen op en rond de Noordzee laten een trend zien naar toenemende intensivering van het gebruik. Tegelijkertijd zijn nationaal en internationaal duidelijke randvoorwaarden gesteld om het ecosysteem van de Noordzee te kunnen herstellen en beschermen. Dit maakt ook integraliteit in het (water)beheer van het Noordzeebeleid in de komende decennia noodzakelijk. De opgave voor de komende jaren is het vinden van de juiste maatschappelijke balans om te kunnen komen tot een efficiënte en veilige ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee die past binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem. Met het Programma Noordzee 2022-2027 stelt het Rijk de kaders voor ruimtelijk gebruik van de Noordzee in relatie tot de toestand van het mariene ecosysteem en voor het beleid gericht op het verbeteren van de milieutoestand. Het Programma Noordzee integraal onderdeel van het Nationaal Water Programma (NWP) 2022-2027. De samenhang in het waterbeleid waarop het NWP inzet geldt ook voor het beheer en



Beleid, wet- en regelgeving

Inhoud en relevantie

	gebruik van de Noordzee. De concrete uitwerking van deze opgave gebeurt op basis van de voortzetting van bestaand beleid, aangepast en nieuw beleid, onderzoek en monitoring en governance.
Keur en algemene regels Waterschap Scheldestromen (Waterschaps- en Rijkswaterstaatsbeleid)	De keur is de beheerverordening van een waterschap. Met de keur legt het waterschap vast wat de regels zijn voor het beschermen en in stand houden van waterlopen en waterkeringen. Ook bevat De keur watersystemen van waterschap Scheldestromen heeft specifieke regels voor grondwateronttrekkingen.
Legger Rijkswaterstaat (Waterschaps- en Rijkswaterstaatsbeleid)	Een legger is een (digitale) kaart voor het beheer van wateren en waterkeringen. De Waterwet regelt de leggerplicht voor alle waterstaatswerken. In 2009 zijn de Leggers van de primaire – grotere – waterkeringen vastgesteld (geactualiseerd in 2014). De Legger rijkswaterstaatswerken Rivieren bestaat uit overzichtskaarten die de ligging, vorm, afmeting en constructie van de rijkswaterstaatwerken beschrijven.

9.3 Criteria

Voor het milieuaspect Water zijn de abiotische effecten onderzocht op oppervlaktewater en grondwater. Abiotische effecten zijn effecten die niet met de biologie (dus met levende organismen te maken hebben). Het beoordelingscriteria voor deze deelaspecten is weergegeven in Tabel 9-2.

Tabel 9-2 Beoordelingscriteria

Deelaspecten

Beoordelingscriteria

Waterkwaliteit	Beïnvloeding van de chemische en thermische kwaliteit van het oppervlaktewater.
Grondwater	Het effect van de onttrekking van grondwater op het grondwaterlichaam en de medegebruikers van grondwater, zie ook 2014 vergunning RWS.
Waterkwantiteit	Het effect van de onttrekking op het oppervlaktewater.

In deze fase van de MER wordt onderzocht of de milieueffecten bij de huidige bedrijfsvoering gelijk blijven, dan wel of er een toe- of afname is ten opzichte van de huidige vergunde ruimte en relevant beleidskaders⁴³. De milieueffecten veranderen als:

- De bedrijfsvoering leidt tot een andere emissiehoeveelheid of belasting op het ontvangende water(deel-) systeem.
- De kenmerkende toestand van het ontvangende (deel-)systeem wijzigt (de buffercapaciteit of achtergrondbelasting van het systeem verandert).
- Normen en beleidsdoelen veranderen (introduktie van nieuwe stoffen, aanpassing van toetsingswaarden, aanpassing van toetsingsmethoden).

⁴³ In het geval dat de milieueffecten veranderen, wordt in deze MER aangegeven of de huidige vergunning moet worden herzien.



9.3.1 Waterkwaliteit

Voor de waterkwaliteit zijn twee deelaspecten beschouwd: de niet-nucleaire chemische waterkwaliteit en de thermische kwaliteit van het watersysteem. Radiologisch waterkwaliteit is ook voor dit MER beschouwd in Hoofdstuk Nucleaire Veiligheid.

Voor beide waterkwaliteitsaspecten is een goed functionerend watersysteem nodig. De criteria voor een goed functionerend watersysteem zijn dat water vastgehouden kan worden op locaties waar dat gewenst is en dat bij watertekort en wateroverschot er voldoende aanvoer- en afvoercapaciteit beschikbaar is. Voor een estuarium als de Westerschelde geldt hiervoor specifiek dat in het beheer een balans gezocht wordt tussen de natuurlijke variatie van de geulen en de eisen vanuit bevaarbaarheid. In watersystemen waar het waterpeil beheerd wordt met stuwen en gemalen geldt dat het functioneren van het watersysteem door het waterschap getoetst wordt.

9.3.1.1 Niet-radioactieve chemische waterkwaliteit

De kaders voor chemische waterkwaliteit in Nederland zijn overgenomen uit de Kaderrichtlijn Water. De normen maken onderscheid in:

- Prioritaire stoffen (Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009) (Rijksoverheid, 2009).
- Specifiek verontreinigende stoffen (Regeling monitoring kaderrichtlijn water) (Rijksoverheid, 2009).
- Normen voor beoordeling van emissies op oppervlaktewater: De immissietoets legt een relatie tussen een lozing en de waterkwaliteit in de directe nabijheid (mengzone) van de lozing.
- De Europese Zwemwaterrichtlijn bevat normen voor zwemwater voor de locaties die hiervoor als zwemwater zijn aangewezen.

9.3.1.2 Thermisch waterkwaliteit

Warmtelozingen worden volgens de CIW-beoordelingssystematiek (Commissie Integraal Waterbeheer) warmtelozingen (Rijkswaterstaat, 2004) beoordeeld aan de hand van drie criteria: onttrekking, mengzone en opwarming. Tabel 9-3 geeft aan welke criteria er gelden voor verschillende deelsystemen. Voor rivieren, de Noordzee en voor estuaria gelden verschillende eisen. De mengzone is bij rivieren een zone waarin een hogere temperatuur geldt als de begrenzing dan bij estuaria en bij de Noordzee.

Tabel 9-3 Criteria voor de beoordeling van waarmtelozingen (Rijkswaterstaat, 2004)

Deelsysteem	Parameter	Eis
Immissie-eisen	(generiek)	
	Opwarming	< 3°C ten opzichte van achtergrondtemperatuur tot een maximum van 28°C
Rivieren		
	Onttrekking	Geen significante effecten in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis, goed visafvoersysteem, debiet aantoonbaar minimaliseren (optimaliseren op debiet)
	Mengzone (T>30°C)	<25% dwarsdoorsnede
Noordzee		
	Onttrekking	Streven naar een zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis of trekroute, goed visafvoersysteem
	Mengzone (T>25°C)	Mengzone mag bodem niet raken
Estuaria		
	Onttrekking	Streven naar een zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis of trekroute, goed visafvoersysteem
	Mengzone (T>25°C)	<25% dwarsdoorsnede



De opwarming is gerelateerd aan de achtergrondtemperatuur op de rand van (delen van) het watersysteem. De waarde van 25 °C is van toepassing op water voor karperachtigen en schelpdierwater.

De kerncentrale onttrekt koelwater uit de Westerschelde en loost opgewarmd water in oppervlaktewater na gebruik door een installatie. Dit heeft invloed op de watertemperatuur in de zogenaamde mengzone. De mengzone is het gebied waarin het relatief warme water uit een lozingsbron mengt met water uit de omgeving. De ligging van de mengzone is relevant voor de effectbeoordeling, omdat de normen ten aanzien van de temperatuur van water worden afgewogen op basis van de omvang van de mengzone en de temperaturen op de buitengrens van deze mengzone.

Voor het controleren van de invloed van de thermische onttrekking en lozing van water op de omvang van de mengzone, wordt als achtergrondwaarde de watertemperatuur van de Westerschelde genomen. De watertemperatuur van de Westerschelde varieert per seizoen. De watertemperatuur vertoont een stijgende trend. In de vergunning zijn voorwaarden opgenomen voor de beperking van de warmtelozing bij overschrijding van een ondergrens van watertemperatuur in de Westerschelde. Een aantal dagen of uren per jaar wordt deze ondergrens overschreden, wat gevolgen heeft voor de bedrijfsvoering. Bij de beschrijving van de huidige situatie en de toekomstige situatie wordt de impact op het thermische milieu en de gevolgen voor de mengzone onderzocht.

Met de lozing van koelwater worden milieuvreemde stoffen geloosd. Deze stoffen zijn nodig voor de bedrijfsvoering: om verstopping aan het leidingsysteem en de filters tegen te gaan. De omvang van de lozing van milieuvreemde stoffen op de Westerschelde is in dit hoofdstuk beschreven. Hiervoor is gekeken naar de geloosde stoffen en of de lozing tot verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit leidt.

De waterkwaliteit wordt vergeleken met de doelstelling en de huidige toestand van de wateren. Relevant voor de lozing is of er verslechtering plaatsvindt ten opzichte van de doelen en of de lozing een gevaar kan vormen voor de gebruiksfuncties van mens en dier van het oppervlaktewater (denk hierbij aan zwemwater, schelpdieren). De biotische effecten van water, met name waterkwaliteit is beschouwd bij het milieuaspect (Hoofdstuk Ecologie).

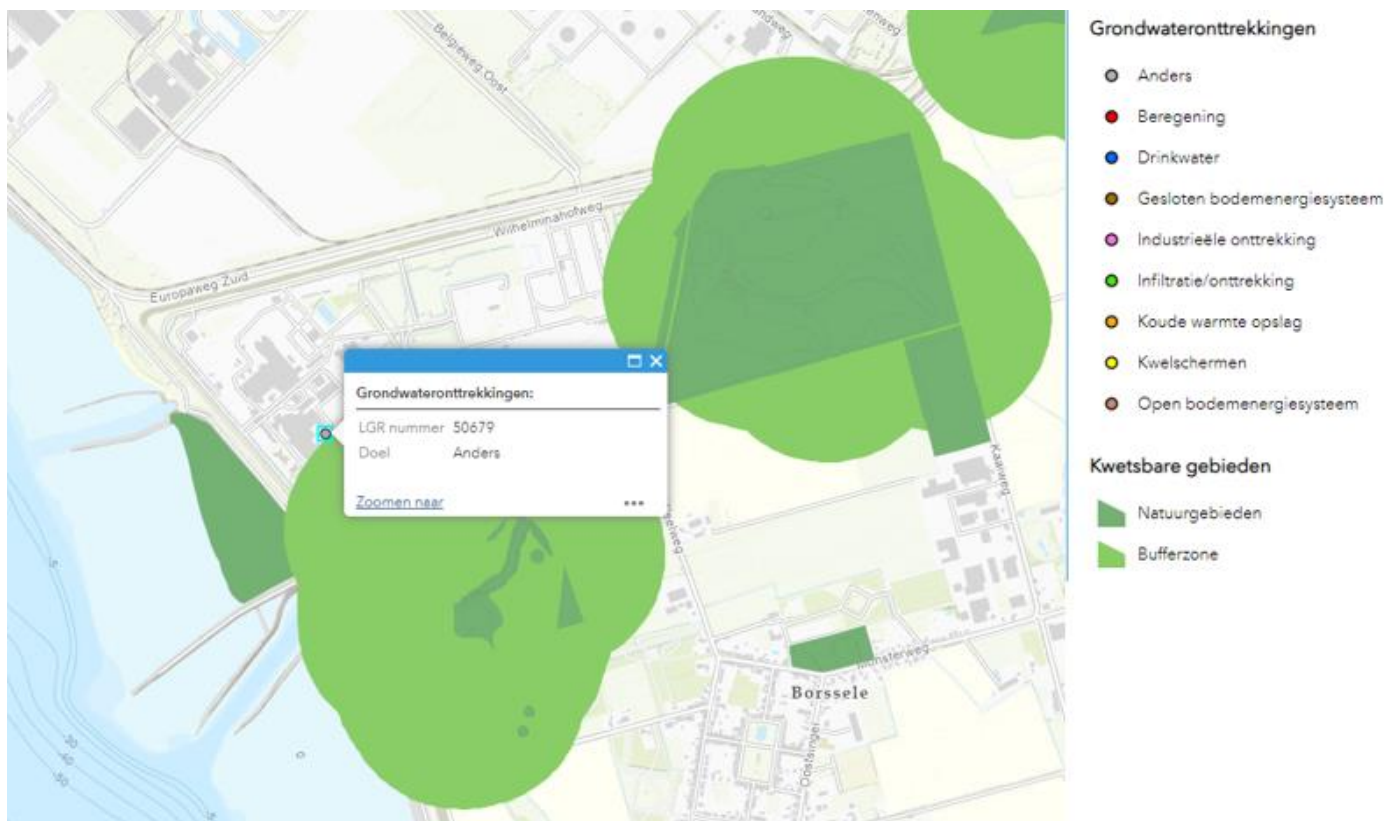
9.3.2 Grondwater

De kerncentrale gebruikt grondwater enkel als noodvoorziening om te kunnen koelen als het nood-en nevenkoelsysteem niet beschikbaar is. Maandelijks wordt de installatie getest waarvoor een hoeveelheid zout grondwater vanaf 40 m diep opgepompt wordt.

De onttrekking van grondwater is beoordeeld aan de hand van de huidige situatie, de trends en het actuele gebruik van het grondwaterlichaam. Er is getoetst of onttrekking gevolgen kan hebben voor overige gebruikers en voor de conservering van de goede toestand van het grondwaterlichaam.

De Omgevingswet regelt het beheer van grondwater via een vergunningenstelsel. De omvang van de onttrekking bepaalt of het waterschap of de provincie bevoegd gezag is voor de vergunning. Bij grote industriële onttrekkingen (meer dan 150.000 m³ per jaar) is de provincie Zeeland bevoegd gezag. De huidige onttrekking is circa 15% van deze grens. Om die reden is het Waterschap Scheldestromen verantwoordelijk voor de vergunningverlening voor de grondwateronttrekking. Het waterschap heeft in de Nota Grondwater uit 2019 toegelicht welk beleid voor de toetsing van grondwateronttrekkingen relevant is. Op de interactieve kaart grondwater van het waterschap is te zien dat de onttrekking⁴⁴ van KCB in de omgeving ligt van drie relevante beschermingsgebieden. Bij de beschrijving van de huidige situatie voor grondwater wordt hier verder op ingegaan.

⁴⁴ Geregistreerd in het Landelijk Grondwateronttrekkingen Register onder nr 50679



Figuur 9-1 Grondwaterbeheerkaart Scheldestromen: kwetsbare gebieden

9.3.3 Waterkwantiteit

De hoeveelheid oppervlaktewater en de optredende stroming is van belang bij de beoordeling voor het watergebruik van de kerncentrale en voor de lozing van koelwater. Daarnaast is er een relatie met de ligging van de locatie binnen een polder. Het criterium voor de oppervlaktewaterkwantiteit is het effect dat de onttrekking heeft op het oppervlaktewater.

Bij de beschrijving wordt rekening gehouden met de kenmerken van het watersysteem van de Westerschelde. Bij het criterium waterkwaliteit is beschreven dat voor de toetsing de kenmerken van het estuarium van belang zijn. In de beschrijving van het watersysteem worden de kenmerken van de Westerschelde beschreven. De kenmerken van de mengzone worden bepaald door een combinatie van eigenschappen van de waterhoeveelheden (ontvangende water en lozingsdebiet) en de verhoudingen tussen de te lozen hoeveelheden (warmte en stoffen) in verhouding tot de concentraties in het ontvangende water.



9.4 Beschrijving huidige situatie

In deze paragraaf wordt het watersysteem en de huidige situatie per criteria beschreven. De huidige situatie wordt gedefinieerd als de situatie in de periode 2017-2022.

9.4.1 Watersysteem

De kerncentrale Borssele ligt binnen een polder die onderdeel is van een lokaal watersysteem: het terrein watert af op een watergang vanwaar het water via stuwen en een gemaal geloosd wordt op de Westerschelde. Voor de onttrekking en voor de lozing van koelwater is het watersysteem van de Westerschelde belangrijk.

Polder Borssele

De kerncentrale Borssele ligt achter de zeedijk binnen een polder die onderdeel is van het watersysteem van Walcheren en Zuid-Beveland. Het perceel van de kerncentrale ligt binnen een peilvak met een waterpeil van circa NAP +0,15 m. Binnen hetzelfde peilvak ligt ook een transformatorstation. Water afkomstig van kwel en hemelwater dat via de verharding afstroomt wordt afgevoerd naar het zuiden. Via een stuw en een duiker onder de Weelhoekweg stroomt het oppervlaktewater af naar Poldergemaal Borssele, dat tegen de dijk aan ligt ten zuiden van het dorp Borssele. Het overtollige water in de polder wordt uitgemalen op de Westerschelde.

Het terrein van de kerncentrale en de centrale zelf lost verschillende soorten water op de omgeving. De watervergunning (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2014) van de centrale geeft een opsomming van het type waterstromen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen water afkomstig van de kerncentrale (KCB) en de conventionele energiecentrale (CCB) die in 2015 uit bedrijf is genomen:

	Afkomstig van	Loost op
Koelwater	KCB	Westerschelde
Bedrijfsafvalwater	KCB	Westerschelde
Effluent	Neutralisatiebassin KCB en ABI	Koelwaterkanaal
Grondwater	Noodkoelsysteem KCB	Westerschelde
Koelwater (uit bedrijf sinds 2015)	CCB	Westerschelde
Bedrijfsafvalwater (uit bedrijf sinds 2015)	CCB	Westerschelde



Figuur 9-2 Afwatering van het peilgebied van de kerncentrale Borssele naar oppervlaktewatergemaal Borssele (Waterschap Scheldestromen, 2024)



Figuur 9-3 Relevante locaties van het watersysteem Westerschelde, Vlissingen, Sloegebied en Borsssele

De Westerschelde

De Kerncentrale Borsssele wordt gekoeld met koelwater dat afkomstig is uit de Westerschelde. De inlaat van het koelwater is verbonden met een kort kanaal dat regelmatig op diepte gehouden wordt om dichtslibben van de toevoer te voorkomen. De uitlaat van het opgewarmde koelwater naar de Westerschelde ligt op 650 m ten noorden van de inlaat. Tussen de inlaat en de uitlaat ligt een buitendijks natuurgebied dat vanuit de grondwaterbescherming als kwetsbaar gebied is aangeduid ('natuurgebieden 2018' zegt de interactieve kaart grondwater van Waterschap Scheldestromen). Ten noorden van de uitlaat ligt het zwemstrand 'Borsssele Badstrand'. Verder ten westen, naast de ingang van de haven van het Sloegebied, ligt het badstrand Rithem Rammekens. De waterkwaliteit van de Westerschelde wordt mede beïnvloed door de lozingen van het naastgelegen poldergemaal Borsssele, de twee poldergemalen die in het Sloegebied op de havens lozen en door de gecombineerde uitlaat van de rioolwaterzuivering en het poldergemaal Zuidwatering.

De Schelde is een grensoverschrijdend rivier gedeeld door Frankrijk, België en Nederland. Het Nederlandse deel van het Schelde stroomgebied bestaat voor ruim een derde uit water en omvat de provincie Zeeland en kleine delen van de provincies Noord-Brabant en Zuid-Holland. Tot het stroomgebied behoren ondermeer de Rijkswateren Oosterschelde en Westerschelde en het kustwater van de Noordzee (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

De Westerschelde is een zeetak in de Zuidwesterlijke Delta en het enige open estuarium met een getijverschil. Het getijdevolume van de Westerschelde is de hoeveelheid water die per getijdeslag (ca. 6 uur) uitgewisseld wordt. Bij springtij is het getijdevolume met een getijdeslag van ca. 4 m bij Borsssele veel groter dan bij doodtij (ca. 2 m getijdeslag). Geschat wordt dat het getijdevolume gemiddeld tussen 1 en 2,2 miljard m³ per slag is [2005 potentiële koelcapaciteit Rijkswateren]. Het getijdedebiet tijdens doodtij is vermoedelijk ca. 0,3 miljard m³. Het laagste debiet levert de grootste mengzone op (weinig stroomsnelheid). De periode van het laagste laagwater bij springtij levert in een periode van ca. 1 uur ook een grote mengzone met een relatief diep bereik op in de getijdegeul.



Het getijdedebiet wordt geschat op gemiddeld circa 50.000 m³/s. Bij doortij zal het getijdedebiet in de orde van 15.000 m³/s zijn [schattingen door Arcadis, expert judgement].

Het watergebruik van de centrale is beperkt: de maximaal vergunde lozing is 23,2 m³/s voor koelwater en 15,1 m³/s voor bedrijfswater. De totale vergunde lozing is 38,3 m³/s. Dat is 0,28% van het geschatte minimum getijde-debiet bij doortij.

De omvang van de mengzone en de kenmerken van het getijdegebied worden meer exact in beeld gebracht bij een modelberekening van het getijdesysteem en de lozing. Voor zover bekend is deze modelberekening nog niet gedaan. Het is aan te raden om de berekening uit te voeren zodat er duidelijkheid komt over de omvang van de mengzone en de dynamiek van de zone bij verschillende fasen in het getijde.

De vaarweg van de Westerschelde heeft een hoge economische waarde vanwege de Zeeuwse, Gentse en Antwerpse havens. De havens spelen een belangrijke rol in het vormgeven van de Schelde. Er zijn hydrologische ingrepen uitgevoerd in de Westerschelde bijvoorbeeld in de vaargeulverdiepingen van de Westerschelde worden de drempels weggehaald, zodat schepen met een grotere diepgang de haven van Antwerpen kunnen bereiken. Andere hydrologische ingrepen zijn baggerwerkzaamheden, oeververdediging, bedijking en wateraanvoer. Deze hydrologische ingrepen hebben een effect op het ecologisch functioneren. Het waterlichaam Westerschelde [NL89_WESTSDE_OWL] wordt aangemerkt als 'sterk veranderd' (Rijkswaterstaat, 2009). Bij sterk veranderde wateren kan door een andere inrichting van het watersysteem deze natuurlijke referentie niet haalbaar zijn. De status van de algemeen fysische chemie is matig tot goed (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023). Het gehalte opgelost anorganisch stikstof (DIN) in de wintermaanden ligt hoger dan de norm. De overige indicatoren (de maximale waarde van de watertemperatuur en de zomergemiddelde zuurstofverzadigingsgraad) zijn goed.

Tabel 9-4 Status algemeen fysische chemie van de Westerschelde (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023)

Indicator	Toestand 2023
Fosfor totaal (zgm) (mg P/l)	NVT
Stikstof totaal (zgm) (mg N/l)	NVT
DIN (winterperiode) mg N/l, ≤ 1,25	matig
Zoutgehalte (zgm) (mg Cl/l)	NVT
Temperatuur (max. waarde) (≤ 25gr.C)	Goed
Zuurgraad (zgm) (-)	NVT
Zuurstofverzadigingsgraad(zgm) (%)	Goed
Doorzicht (zgm) (m)	NVT

Daarnaast wordt de chemische waterkwaliteit van de Westerschelde gemeten en getoetst door de waterbeheerder (Rijkswaterstaat). De chemische toestand van het oppervlaktewater **voldoet niet** in 2023. Dit geldt voor de ubiquitaire stoffen en specifieke verontreinigende stoffen. Stoffen die niet meer toegestaan zijn maar vroeger veel toegepast zijn en nauwelijks worden afgebroken (hoge persistentie) zijn ubiquitaire stoffen. Deze komen nog vaak voor in het watermilieu. Specifieke verontreinigende stoffen, ubiquitaire stoffen en niet- ubiquitaire stoffen die de norm overschrijden zijn weergegeven in Tabel 9-5. Voor ammonium is er achtergrondbelasting omdat deze voortkomt uit de kwel in het gebied (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023).

Tabel 9-5 Specifieke verontreinigende stoffen, ubiquitaire stoffen en niet- ubiquitaire stoffen die de norm overschrijden (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023; Overheid.nl, 2024)

Stof
Specifieke verontreinigende stoffen
arseen
benzo(a)antraceen
chryseen



Stof

imidachloprid

kobalt

zink

Niet-ubiquitaire stoffen

Geen

Ubiquitaire stoffen

benzo(a)pyreen

benzo(b)fluorantheen

benzo(ghi)peryleen

benzo(k)fluorantheen

kwik

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)

som PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154

tributyltin (kation)

De stoffen die in de lozingsvergunning van de kerncentrale zijn opgenomen [Tabel 9-8] staan niet vermeld in de KRW-factsheet voor de Westerschelde, met als enige uitzondering de warmtelozing (temperatuur).

Aan en afvoer naar de kerncentrale

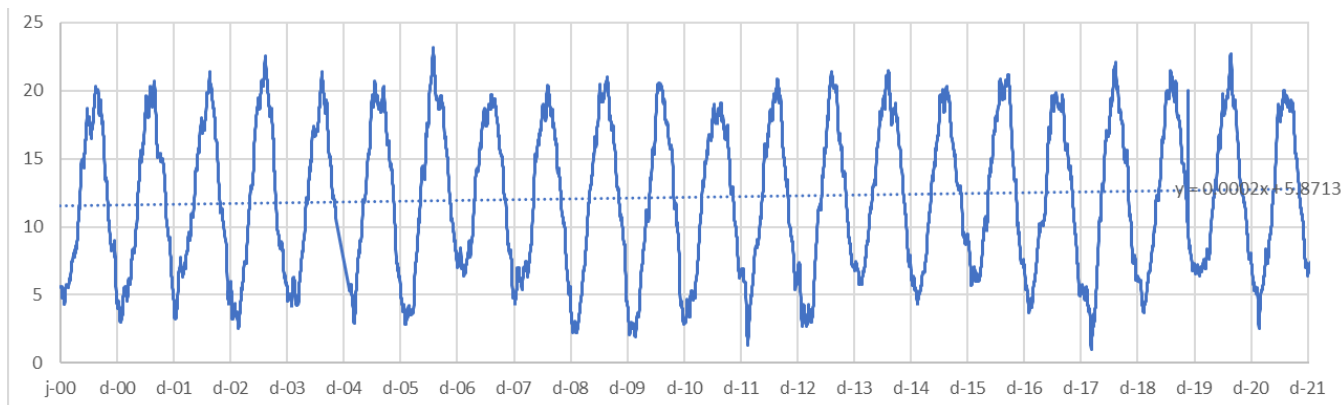
Als onderdeel van het beheer van de inlaat- en uitlaatkanalen van de kerncentrale worden reiniging- en baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Baggerspecie wordt verwijderd uit het koelwaterinlaatkanaal van de kerncentrale, en conform de Watervergunning, gestort/verspreid in de daarvoor aangewezen vakken in de Westerschelde. De kerncentrale heeft een vergunning voor het jaarlijks storten van 90.000 m³ baggerspecie. Voor meer informatie zie Hoofdstuk Ecologie.

9.4.2 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van de Westerschelde wordt beïnvloed doordat de kerncentrale via het water warmte loost. Daarnaast worden stoffen geloosd. In dit hoofdstuk wordt niet-radioactieve stoffen behandeld. Zie Hoofdstuk 7 en 8 voor meer informatie over radioactieve stoffen. De waterkwaliteitsbeoordeling van de Westerschelde laat zien dat temperatuur en de warmtelozing de meest relevante parameter is om op in te gaan. Voor de overige stoffen geldt generiek waterkwaliteitsbeleid.

Thermische waterkwaliteit

De watertemperatuur op de Westerschelde wordt systematisch gemeten bij de meetpunten Vlissingen, Terneuzen en nog vier locaties verder stroomopwaarts. De watertemperatuur in Vlissingen fluctueert ieder jaar tussen circa 4 °C en 22,5 °C. De metingen vertonen op jaarbasis een trend (toename) van 0,06 °C per jaar.



Figuur 9-4 Watertemperatuur van de Westerschelde bij Vlissingen (2000 tot 2022) (Rijkswaterstaat, 2024)

Onderstaande Tabel 9-6 laat zien dat in Westerschelde gemiddeld iets warmer is dan de Noordzee bij Lichteiland Goeree. Stroomopwaarts (bij Bath) is de Westerschelde circa 0,5 °C warmer dan bij Vlissingen o.b.v. de trend over 10 jaar. Alle wateren vertonen een stijging van de watertemperatuur die in de orde van 0,05 °C per jaar bedraagt over de afgelopen 23 jaar. De watertemperatuur op de Westerschelde voldoet nog aan de Nederlandse en KRW-doelstelling voor het oppervlaktewatertemperatuur doelstelling (<25 °C).

Tabel 9-6 Watertemperatuur [°C] in de Westerschelde en op de Noordzee (Lichteiland Goeree): gemeten waarden en verwachting volgens de berekende trend

Locatie	Begin	Eind	T-gemid	T2023	Trend (C/10 j)	T2030	T2050
Lichteiland Goeree	1-1-1990	31-12-2022	12.0	12.8	0.5	13.2	14.4
Vlissingen	1-1-2000	31-12-2022	12.2	12.9	0.6	13.3	14.4
Bath	12-4-2000	12-4-2000	13.3	13.4	0.1	13.5	13.6

In de beoordelingssystematiek voor warmtelozingen (Rijkswaterstaat, 2004), wordt rekening gehouden met drie criteria: de onttrekking, de mengzone en de opwarming.

- **Onttrekking:** Zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis of trekroute, goed afvoersysteem.
- **Mengzone:** De mengzone van de warmtelozing is het gebied waarin de temperatuur kleiner is dan 25 °C. Voor estuaria zoals de Westerschelde geldt dat het criterium hiervoor is dat de omvang van de mengzone kleiner moet zijn dan 25% van de dwarsdoorsnede.
- **Opwarming:** Voor de opwarming geldt de generieke immissie-eis dat deze kleiner dan 3 °C moet blijven ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, tot een maximum van 25 °C (de grens voor schelpdierwateren). Tabel 9-4 van de Westerschelde laat zien dat in incidentele gevallen de temperatuur boven de 22 °C komt.

Bij zeewatertemperaturen boven de 22 °C wordt in de productie van KCB rekening gehouden met de maximumtemperatuur: door tijdelijk minder energie te produceren wordt voldaan aan de immissie eis om de opwarming onder 25 graden te houden.

In het primair systeem van de kerncentrale wordt geconditioneerd water in een gesloten circuit rondgepompt (EPZ, 2021). Daarnaast wordt water uit de Westerschelde gebruikt als koelwater. Dit water is geen onderdeel van het primaire systeem. Het gebruikte koelwater wordt terug naar de Westerschelde geloosd. De lozing vindt plaats via van een koelwateruitlaat ongeveer 600 m noordwestwaarts van de Noordnol (Gedeputeerde Staten van Zeeland, 1984). Een overzicht van de warmte-emissie naar de Westerschelde is aangegeven in Tabel 9-7. De warmte van het geloosde water mag maximaal 980 MW (1 MW = 1 MJ/s) zijn en het debiet mag maximaal 23,2 m³/s zijn. De maximale warmte geloosd via water is in de periode 2017-2022 niet overschreden (EPZ, 2017-2022). De warmte-emissie in 2022 was ca 82% van de vergunde hoeveelheid, in de andere jaren was de emissie lager.



Tabel 9-7 Warmte-emissie van de kerncentrale Borssele naar de Westerschelde (EPZ, 2017-2022)

Jaar	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Gemiddelde	Max	Max/verg	Vergund
Warmtelozing (MJ/s)	658	681	760	798	744	807	741	807	82%	980

Chemische waterkwaliteit: Niet-radioactieve lozing

Lozing proceshulpstoffen: Conventionele stoffen die als proceshulpstoffen in de Westerschelde geloosd worden vanuit de kerncentrale Borssele zijn weergegeven in Tabel 9-8. De vergunde normen/drempelwaardes zijn niet overschreden in de periode 2017-2022.

Tabel 9-8 Lozing proceshulpstoffen (EPZ, 2017-2022)

Stof	Lozing (kg/jaar)						Norm/ Drempelwaarde	Lozingsmethode en hoeveelheid
	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Natronloog	21.254	20.158	25.061	19.711	3.228	3.343		Opgelost in het water - Geneutraliseerd
Zoutzuur	23.839	22.084	20.983	22.638	2.199	2.144		Opgelost in het water - Geneutraliseerd
IJzersulfaat	16.000	15.000	14.000	14.000	15.000	13.000	46.000 kg/jaar	Volledig gebruikte ijzersulfaat naar de Westerschelde
Totaal chloor	3.562	3.695	4.730	4.730	3.672	3.679	0,5 g/l (bij 4200 m³/h)	Gedeeltelijk naar de Westerschelde geloosd door afbraak van het natriumhypochloriet
Nalco TRAC 110	144	206	147	184	105	37	Artikel 16, revisie vergunning 2014	50% uit water
Hydrazine	1,5	1	0,8	0,49	1	0,75	Artikel 16, revisie vergunning 2014	Gedeeltelijk naar de Westerschelde geloosd omdat de rest als gevaarlijk afval wordt verwerkt
Ammoniak	738	556	765	811	715	741	Artikel 16, revisie vergunning 2014	
Boorzuur	44,1 (conc.: <50mg/l)	31 (conc.: <50mg/l)	24 (conc.: <50mg/l)	18,3 (conc.: <50mg/l)	31 (conc.: <50mg/l)	29 (conc.: <50mg/l)	250 (concentratie eis: 50mg/l in een maximaal debiet van 40m³/uur)	

Vermestende en zuurstofverbruikende stoffen: De vervuiling door zuurstofverbruikende stoffen wordt uitgedrukt als VeO (VeO – vervuilingseenheid aan zuurstofbindende stoffen). Rijkswaterstaat heeft een grens hiervoor vastgesteld, namelijk respectievelijk 65 VeO en 10 VeO (totaal 75 VeO). Gedurende het gehele jaar wordt via het gebouwtwateringssysteem vervuilingseenheden met betrekking tot het zuurstofverbruik (VeO) afgevoerd. Tabel 9-9 geeft een overzicht van de afgevoerde VeO per jaar in de periode 2017-2021. In 2021 is de VeO boven de vastgestelde norm van 65 VeO maar onder de totaal VeO van 75 VeO. In de andere jaren in deze periode is de maximaal VeO niet overschreden (EPZ, 2017-2022).



Tabel 9-9 Vermestende en zuurstofverbruikende stoffen (EPZ, 2017-2022)

Jaar	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Gemiddeld	Maximum
Vervuilingseenheden (VeO)	50.4	40.1	59.3	54.1	70	52	54.3	70

Verspreiding van baggerspecie: Ook voor baggerspecie geldt een afgesproken maximale hoeveelheid: 90.000 m³ per jaar. Baggerspecie komt vrij bij het baggeren van het koelwaterinlaatkanaal van de kerncentrale. Tabel 9-10 geeft een overzicht van de baggerspecie verspreid per jaar in deze periode (EPZ, 2017-2022). Het gemiddelde en de maximale jaarhoeveelheid liggen onder de afgesproken maximale hoeveelheid.

Tabel 9-10 Verspreiding van baggerspecie per jaar (EPZ, 2017-2022)

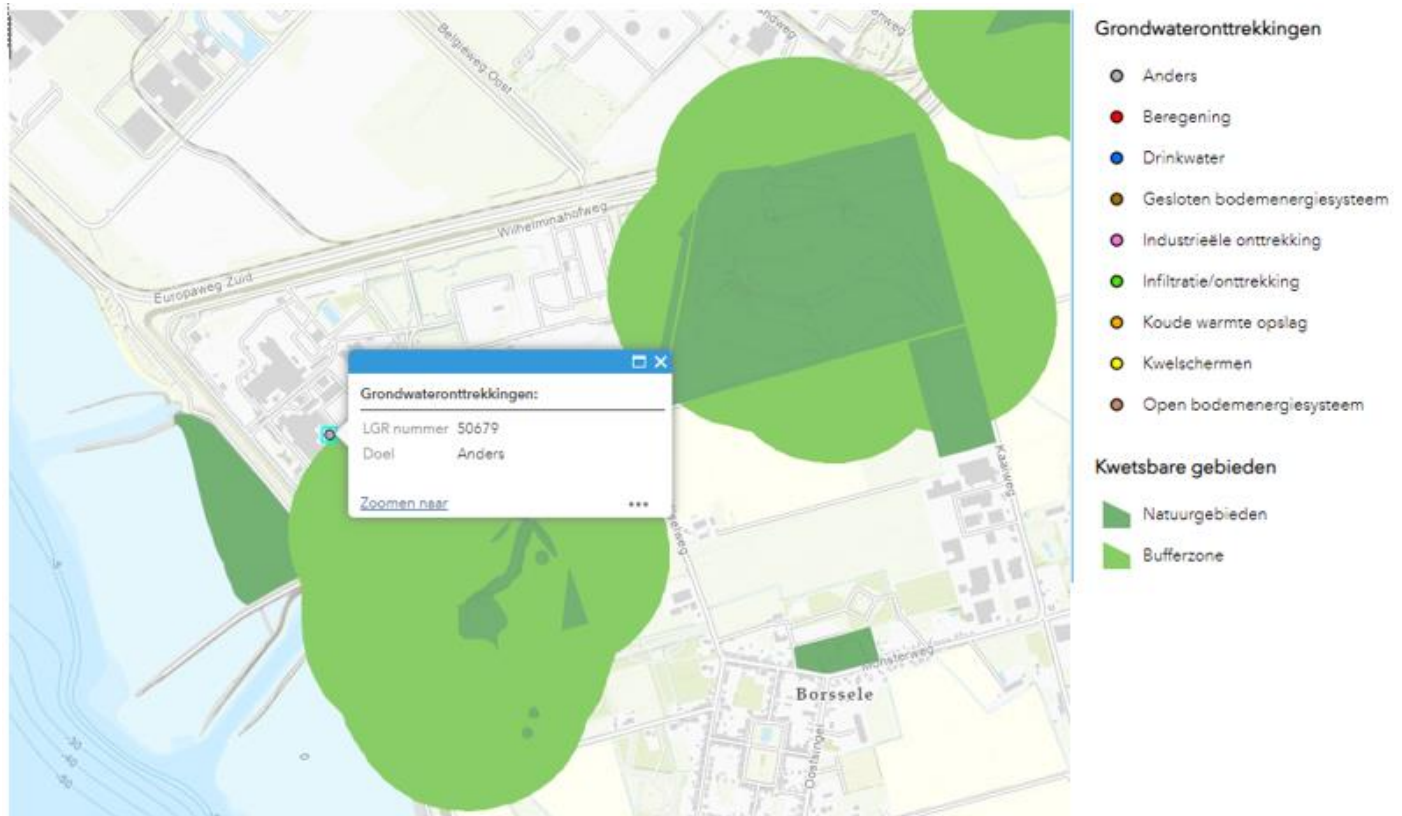
Jaar	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Gemiddeld	Maximum
Baggerspecie (m ³)	24000	52000	17000	46000	53000	32000	37000	53000

Met het baggeren worden stoffen verplaatst in de Westerschelde die eerder zijn bezonken. Voor een deel zijn dit de historische verontreinigingen die onder de ubiquitaire stoffen vallen die een normoverschrijding opleveren voor de Westerschelde. Zie paragraaf 6.3.3.2 voor meer informatie over baggeren.

9.4.3 Grondwater

Regelgeving: de huidige onttrekking van grondwater staat geregistreerd in het landelijk register voor grondwateronttrekkingen en -infiltraties onder nummer 50679. De interactieve kaart grondwater van Waterschap Scheldestromen laat zien dat de onttrekking in de buurt ligt van drie gebieden die een beschermde status hebben, de beschermde gebieden zijn onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland (NNN).

- Het buitendijkse natuurgebied tussen de inlaat en de uitlaat.
- De bufferzone van het natuurgebied en het NNN-gebied direct ten zuiden van KCB.
- De bufferzone van het natuurgebied en het NNN-gebied ten oosten van het converterstation.



Figuur 9-5 Ligging van de grondwateronttrekking van KCB ten opzichte van beschermde gebieden (kaart Grondwater, (Waterschap Scheldestromen, 2024)

Opgepompt zout grondwater: Voor het geval dat Westerscheldewater niet beschikbaar is, is een noodkoelwaterreservesysteem bij de kerncentrale aangebracht waarbij wordt gebruik gemaakt van 8 putten naar het (zout) grondwater. Elke beschikbare put kan een debiet leveren van circa 39,6 m³/h gedurende onbepaalde tijd. De vergunningslimiet is 18.000 m³ per jaar. Het grondwater wordt afgevoerd naar de Westerschelde na gebruik. De hoeveelheid zout grondwater die in de periode 2017-2022 is opgepompt, heeft de vergunde hoeveelheid niet overschreden (EPZ, 2017-2022).

Tabel 9-11 Opgepompt zout grondwater ten behoeve van de instandhouding van het reservenoodkoelwatersysteem (EPZ, 2017-2022)

Jaar	Opgepompt zout grondwater (m ³)	% t.o.v. vergunningslimiet	Chlorideconcentratie (mg/l)
2017	3.273	18	16.600 - 18.620
2018	1.287	7	18.880
2019	1.565	5,2	18.170
2020	1.258	4,2	16.581
2021	2.373	13,2	18.880
2022	1.179	6,6	19.070



De opgepompte hoeveelheden zout water worden geloosd op de Westerschelde. Het maximaal toegestane debiet (18.000 m³ per jaar) komt overeen met 0,6 liter per seconde. Dat debiet is verwaarloosbaar ten opzichte van het gemiddelde getijde-debiet.

Grondwaterverontreiniging: Het grondwater is tweemaal verontreinigd geraakt vanwege bedrijfsincidenten met een middel dat corrosie (roest-aantasting) moet tegengaan. De verontreinigingen zijn onderzocht en via een sanering opgeruimd. Elk jaar worden een aantal peilbuizen bemonsterd om te controleren of er verontreinigingen voorkomen en of er nadere actie nodig is.

Tritiummetingen: In het grondwater onder de kerncentrale Borssele wordt op verschillende plaatsen metingen uitgevoerd voor de detectie van de radioactieve stof tritium (3H). In de periode 2017-2022 is er geen tritium aangetoond boven de detectiegrens (EPZ, 2017-2022). De eis voor de detectiegrens bij vloeibare lozingen van Tritium is 1^E+05 Bq/m³ [lijst A.2 uit de ANVW-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming].

9.4.4 Grensoverschrijdende effecten

Voor de koelwaterlozing van de kerncentrale wordt geconcludeerd dat er voor het thema Water sprake kan zijn van (beperkte) grensoverschrijdende effecten tijdens reguliere bedrijfsvoering. De temperatuurstijging van deze centrale kan bij de Nederlandse grens, op circa 3,4 km afstand van het lozingspunt met minder dan 1 °C toenemen. Voor de locatie Borssele geldt dat de grens met België op circa 47 km stroomopwaarts ligt langs de Westerschelde. Richting de Noordzee is de kortste afstand naar het Belgische deel van de Noordzee circa 25 km.

De lozingspluim en de warmtepluim kunnen tot bepaalde afstand van de kerncentrale invloed hebben. Het bereik van de pluimen is beperkt. De omvang van de warmtepluim en de lozingspluim zijn niet bepaald of nog niet inzichtelijk gemaakt. De reden hiervoor is dat er geen modelstudies zijn uitgevoerd. De verwachting is dat de pluim een orde kleiner is (0,25 tot 5 km) dan de afstanden tot aan de grenzen met het buurland België (25 – 50 km).

Voor het milieuaspect Water zijn er dus geen grensoverschrijdende effecten te verwachten.

9.5 Extrapolatie milieusituatie

Voor het milieuaspect Water zijn in dit deelhoofdstuk de toekomstige ontwikkelingen en de effecten daarvan op de huidige milieusituatie en de bedrijfsvoering van de kerncentrale beschreven.

9.5.1 Te verwachten ontwikkelingen

9.5.1.1 Klimaatverandering

Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en is de neerslag minder voorspelbaar, met drogere zomers en nattere winters (extreme weersomstandigheden). Deze veranderingen kunnen van invloed zijn op het functioneren van de kerncentrale Borssele. Veranderingen in watertemperatuur heeft gevolgen voor de periode (het aantal uren of dagen per jaar) waarin beperkingen gelden voor de lozing van koelwater. We gaan kort in op de gevolgen vanwege toekomstige ontwikkelingen voor de deelaspecten temperatuur, verzilting, droogte en overstromingen.

Temperatuur

Als de uitstoot van broeikasgassen in hetzelfde tempo doorgaat, wordt de aarde (ook de oceanen en rivieren) steeds warmer met grote gevolgen voor mens, natuur en milieu. De opwarming van water, met name van de oceanen, is langzamer dan van het land. De watertemperatuur in de Schelde in de buurt van Vlissingen fluctueert ieder jaar tussen circa 4 °C en 22,5 °C (zie paragraaf 9.4.2). De metingen vertonen op jaarbasis een gemiddelde trend (toename) van 0,06 °C per jaar. De gemiddelde watertemperatuur in 2030 zal hoger zijn dan de gemiddelde temperatuur in 2023.

Hogere temperaturen die ook langere tijd aanhouden kan leiden tot schade aan natuur. De maximale dagtemperatuur waarbij er geen tot beperkte schade is, is circa 28°C. De temperatuur van het water in de Noordzee stijgt momenteel met een snelheid tussen 0,023 °C per jaar in het noordelijke deel en 0,053 °C per jaar in het centrale en zuidelijke deel (Klimaat.be, 2024). De stijgende watertemperatuur heeft invloed op zowel natuur als de werking van de kerncentrale. Door de stijging van de watertemperatuur kan het moeilijker worden om zeewater voor koeling te gebruiken. Dit kan ertoe leiden dat er beperkt water mag worden onttrokken. Dit heeft gevolgen voor het functioneren van de kerncentrale (Strackx, 2018; Linnerud, 2011). Daarnaast kan het lozen van water uit het koelwatersysteem ook een probleem



worden, omdat het leidt tot het lozen van meer warmte in al warme rivierwater. Dit kan gevolgen hebben voor de natuur, met name in de mengzone (zie Hoofdstuk 6). Verder zijn er grenzen voor achtergrond watertemperatuur opgenomen in de vergunning, zie paragraaf 9.3.1 Waterkwaliteit en de vergunning (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2014) voor meer informatie.

Verzilting

Door klimaatverandering neemt de concentratie zout in zowel oppervlaktewater (externe verzilting) als grondwater (interne verzilting) en de bodem toe vanwege zeespiegelstijging, dalende bodem en vakere, langere warme en droge perioden. De toename van verzilting (of: de zoutvracht) in dit gebied is in te zien via de klimaateffectatlas. Als het zoutgehalte van het water hoog blijft, heeft het negatieve effecten op waterkwaliteit en daardoor de natuur en het gebruik van water voor activiteiten zoals drinkwater en landbouw (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2024). Verzilting heeft geen directe impact op de bedrijfsvoering van de kerncentrale Borsele. Indirect zal een iets hoger zoutgehalte in het grondwater gevolgen hebben voor de zout-belasting van het nood-koelsysteem. De metingen laten zien dat een eventuele toename van zout via de noodsystemen ver onder de vergunde hoeveelheid chloride zal blijven. Door gebruik van de noodkoeling via grondwater draagt de kerncentrale niet bij aan verzilting.

Droogte

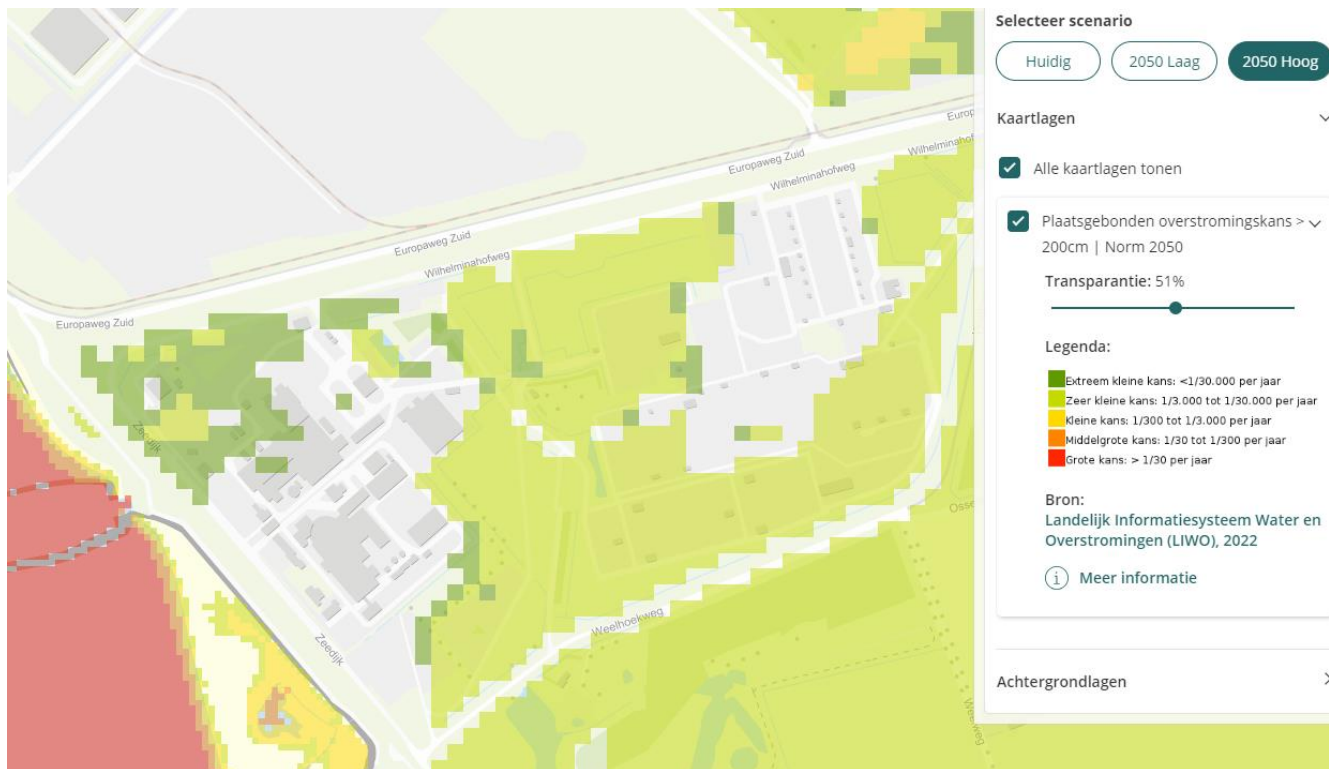
Vanwege klimaatverandering hebben we vaker te maken met warmere, drogere zomers. Dit leidt tot droogte en een afname in de beschikbaarheid van grond- en oppervlaktewater. Dit heeft een negatieve invloed op zowel de waterkwaliteit als de waterkwantiteit. Langdurige droogte en watertekort leiden tot de inzet van de verdringingsreeks (KNMI, 2024). In de verdringingsreeks zijn kerncentrales en kernreactoren op categorie 3 (na waterveiligheid in het voorkomen van onomkeerbare schade en nutsvoorzieningen) (Rijkswaterstaat, 2024). Het inzetten van de verdringingsreeks kan leiden tot een beperking of verbod op onttrekking van grond- en oppervlaktewater. Eventuele toekomstige beperkingen ten aanzien van de onttrekking van (zout) grondwater kunnen gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van het nood-koelwatersysteem van de kerncentrale (ANVS, 2023).

Voor het watersysteem van de Westerschelde en de kerncentrale geldt verder dat aanvoer van rivierwater niet van invloed is op het getijde-debiet ter hoogte van de in- en uitlaat. Daarmee is een tekort aan rivierwater (bij droogte) niet van invloed op het functioneren van de inlaat van het reguliere koelwater.

Overstroming

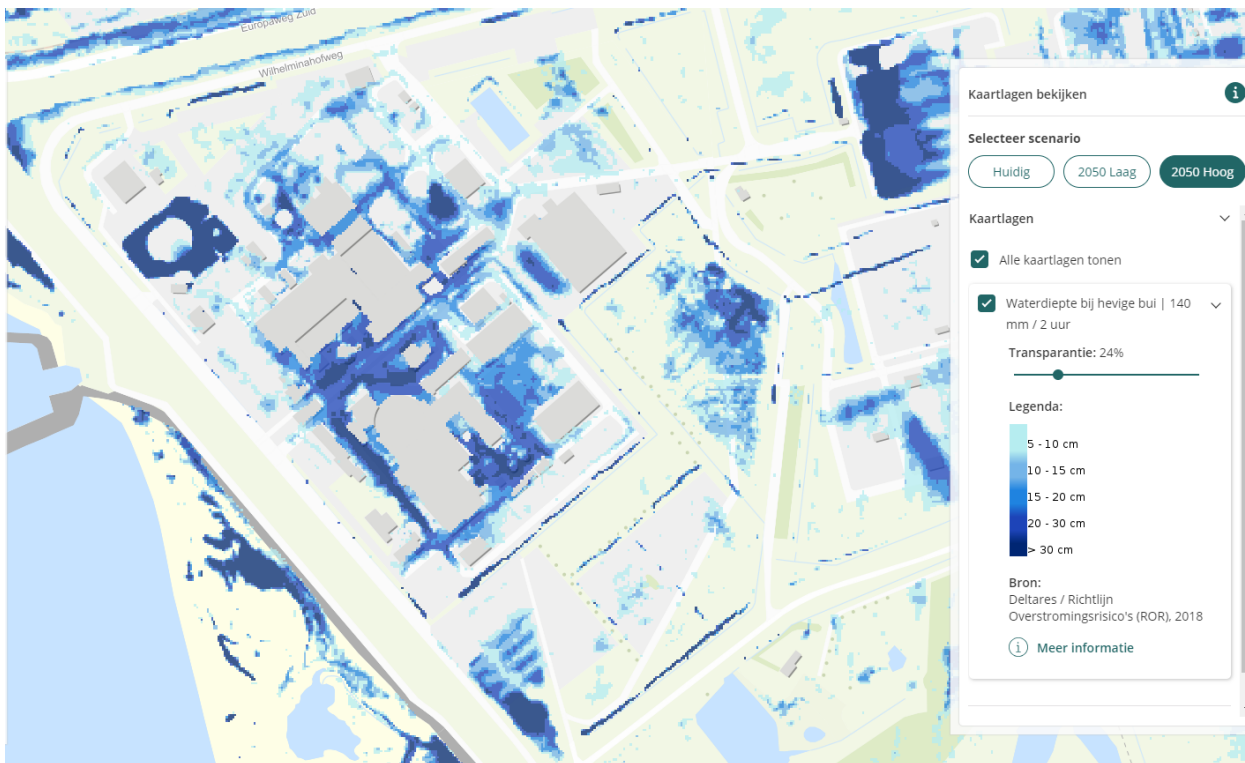
In het Nederlandse waterveiligheidsbeleid is rekening gehouden met klimaatverandering door de belasting op de dijk voor hoge waterstanden elke 6 tot 12 jaar te beoordelen. Waterkeringen worden sinds 2017 beoordeeld op basis van normen (overstromingskansen). De snelheid van de zeespiegelstijging is onzeker. Op basis van de KNMI'23 scenario's voor 2050 is de verwachte zeespiegelstijging voor de Noordzeekust 16-38 cm ten opzichte van 2020. In de Westerschelde is een waterstand stijging van 20 tot 30 cm verwacht in de periode tot 2050, scenario Hoog (Klimaateffectatlas, 2023). De Westerschelde is volledig bedijkt zonder stormvloedkeringen vanwege de havens en de toenemende scheepvaart. De combinatie van dijken, schorren en slikken/kwelders beschermt de Zeeuwse eilanden (ENW-Advies, 2019) (ENW-Advies, 2019). Waterveiligheid in verband met de bescherming van kerncentrale Borssele is verder behandeld in Hoofdstuk 8 Nucleaire Veiligheid.

De klimaateffectatlas bevat kaarten die de overstromingskansen weergeven. Bij de centrale moet rekening gehouden worden met een extreem kleine kans ($< 1/30.000$ per jaar) dat er een waterlaag van circa 2 meter komt te staan in delen van het terrein.



Figuur 9-6 Plaatsgebonden overstromingskans > 200 cm, norm 2050 (bron: Landelijk informatiesysteem Water en Overstromingen, LIWO, 2022 en klimaateffectatlas)

Extreem hevige buien komen met de opwarming van de atmosfeer vaker voor. De terrenaafwatering heeft doorgaans onvoldoende capaciteit om kortdurende, hevige buien onmiddellijk af te voeren. De klimaateffectatlas laat zien op welke delen van het terrein tijdelijk een waterlaag van 20 cm of meer zullen hebben. Voor de bedrijfsvoering is het aan te raden te onderzoeken of de gebouwen voldoende hoge drempels hebben om plaatselijke inundatie te voorkomen.



Figuur 9-7 Waterdiepte bij een hevige bui (140 mm in 2 uur). Bron: Deltares, Richtlijn overstromingsrisico's, 2018 en klimateffectatlas)

9.5.1.2 Recreatief gebruik Westerschelde

Klimaatverandering heeft ook een mogelijk negatief effect op recreatie, vooral vanwege de invloed op water kwaliteit. Een zwemwaterlocatie, de Kaloot, ligt direct ten westen van de kerncentrale Borssele en ten zuiden van de Sloehaven. De zwemwaterlocatie is afgebakend met stortstenen van de naastgelegen koelwateruitlaat van kerncentrale Borssele (Tauw / RPS, 202). Een hogere temperatuur als gevolg van klimaatverandering leidt ook tot een stijging van de temperatuur van oppervlaktewater. Koelwaterlozing van de kerncentrale voegt hieraan toe. Daarnaast nemen de concentraties van (chemische) stoffen in het water toe, vooral tijdens droogte en periode van lage afvoer (verdundingseffect). Dit heeft op termijn mogelijk negatieve gevolgen voor de zwemwaterkwaliteit (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2024).

9.5.1.3 Verder ontwikkeling van kernenergie langs de Westerschelde

Het kabinet is voornemens om twee nieuwe kerncentrales te bouwen in Borssele. Het is waarschijnlijk dat toekomstige centrales ook gebruik zullen maken van de Westerschelde voor de warmtelozing. De cumulatieve effecten van deze warmtelozing zullen bij de verdere voorbereiding van de centrales nader onderzocht worden. In de lozingsvergunning staat dat in perioden van hoge watertemperatuur er milieubeperkingen gelden voor de hoeveelheid warmte die geloosd mag worden. Het lozingsdebiet en de warmtelozing wordt in perioden van hoge watertemperatuur gereduceerd door de elektriciteitsproductie te reduceren. Vanwege de opwarming van de aarde zal de duur en de frequentie van periodes met beperkingen toenemen. Dit kan gevolgen hebben voor bedrijfsvoering van de kerncentrale. Zie paragraaf 9.3.1 Waterkwaliteit en de vergunning (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2014) voor meer informatie over beperkingen met betrekking tot water temperatuur. De toekomstige centrales en de huidige centrale gebruiken hetzelfde water. Het is aannemelijk dat bij een periode van beperkingen alle centrales langs de Westerschelde tegelijkertijd met minder vermogen of geheel niet kunnen produceren. De beperkingen zullen gelden voor de huidige centrale in Borssele, de centrale in Doel (België) en de toekomstige centrales



9.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele technische aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. In dit deelhoofdstuk zijn de kennisleemtes in kaart gebracht en de vervolgonderzoeken en milieuaandachtspunten voor het vervolg (fase 2) geagendeerd.

9.6.1 Voornaamste milieuaandachtspunten

Waterkwaliteit is het voornaamste milieuaandachtspunt voor het milieuaspect Water. Een wateremissietoets bij een eventuele toekomstige vergunningverlening geeft gedetailleerd inzicht in de effecten van de koelwaterlozing op de waterkwaliteit van de Westerschelde. Daarnaast is het modelleren van de warmtepluim en lozingspluim nodig om het bereik van de effecten van de koelwaterlozing beter te begrijpen.

Bij de randvoorwaarden van de modelberekening van de warmtepluim is het van belang de huidige opwarming van de Westerschelde en de toekomstige opwarming mee te nemen.

De begrenzing van grondwater, van het binnendijkse watersystemen en van de Rijkswateren is lastig aan te geven. In veel onderzoeken is de beïnvloeding van het watermilieu begrensd tot de randen waar eventuele effecten logischerwijs of als minimaal percentage afwezig zijn. Een conceptueel model van de onttrekking en van de lozing van waterhoeveelheden door KCB in relatie tot het watermilieu helpt om te verkennen tot welke grenzen effecten kunnen voorkomen.

De effecten van het baggeren van slib bij de intake en het verplaatsen van mogelijk verontreinigde bagger binnen het estuarium van de Westerschelde kan in fase 2 onderzocht en getoetst worden aan de hand van de actuele beoordelingskaders voor waterbodems.



10 Veiligheid en gezondheid

10.1 Inleiding

Het onderwerp veiligheid met betrekking tot een kerncentrale kent verschillende aspecten. Meest bekend zijn de aspecten rond stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering en nucleaire veiligheid. Dit wordt separaat in Hoofdstuk 7 en Hoofdstuk 8 besproken.

Buiten het primaire proces, de opwekking van energie uit kernenergie, zijn bij de kerncentrale Borssele (verder KCB) diverse processen aanwezig (zoals koeling, noodstroomvoorziening, verwarming en waterbehandeling) die ondersteunend hieraan zijn. Deze processen zijn in dit deel als conventionele processen aangegeven en van deze processen zijn ook conventionele (dus niet nucleair) milieuaspecten te verwachten. Onder normaal bedrijf van de KCB komen deze conventionele emissies slechts beperkt in het milieu waar zij eventueel een risico zouden kunnen vormen voor mens en dier. Het betreft in dit deel dan veiligheid- of gezondheidsrisico's. De beheersing en regulering van deze conventionele stoffen en die van radioactieve stoffen is via een vergunning vastgelegd (Revisievergunning EPZ, 2016). De verantwoording over de conventionele milieuaspecten doet EPZ elk jaar in hun milieujaarverslagen.

In dit deelaspect beschrijven we de wettelijke kaders en de criteria die gelden voor de beoordeling van effecten op conventionele milieuaspecten en (niet-radiologische) gezondheidsaspecten zoals die hieronder zijn aangegeven. Het hoofdstuk geeft een overzicht van:

- De relevante beleidskaders voor de milieuaspecten.
- De huidige bedrijfsvoering en de impact op de milieusituatie. Deze wordt vergeleken met de normen en drempelwaarden aangegeven in de vergunning en met de eventuele beleidskaders.
- De grensoverschrijdende effecten van huidige milieusituatie van de kerncentrale voor het milieuaspect Veiligheid en gezondheid.
- Externe factoren die het huidige functioneren van de KCB kunnen beïnvloeden, zoals klimaatverandering en lokale veranderingen in de directe omgeving en verdere omgeving van de KCB.
- Kennisleemtes en milieuaandachtspunten voor fase 2.

Soorten veiligheid

Over het algemeen is het beeld dat een kerncentrale een grote invloed heeft op externe veiligheid. Dit is vaak gekoppeld aan de perceptie van de mogelijkheid van een ramp of een grote calamiteit. Hierbij gaat het bij kerncentrales om de impact van een nucleair incident. Individueel risico en groepsrisico in relatie tot de kerncentrale zijn ook veiligheidsaspecten. Bij de KCB zijn deze aspecten gekoppeld aan de nucleaire veiligheid (Hoofdstuk 8). Deze zijn dan ook in dat deel verder behandeld. Daar is ook de koppeling met het Landelijk Crisisplan Straling opgenomen.

De overige bedrijfsvoering is vanuit het perspectief van externe veiligheid zeer beperkt van omvang te noemen. De gevaar aspecten van de conventionele bedrijfsvoering zijn vergelijkbaar met bedrijven met een licht veiligheidsprofiel. De hoeveelheid gevaarlijke stoffen in het niet nucleaire deel van de KCB is van dien aard dat regelgeving zoals Besluit risico zware ongevallen daar niet op van toepassing is.



10.2 Relevante beleidskaders

De onderstaande wet- en regelgevingskaders zijn van belang voor de omgeving van KCB.

Tabel 10-1 Wettelijk kader en beleidskader veiligheid en gezondheid

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
Wet milieubeheer	Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingswet op 1 januari 2024 zijn verschillende regels uit de Wet Milieubeheer gewijzigd en vervallen. Een belangrijke wijziging is het vervallen van het begrip <i>inrichting</i>. Ook zijn hoofdstukken 3 tm 7 (internationale zaken, plannen, milieukwaliteitseisen, milieuzonering, milieueffectrapportage) vervallen. De bestaande rechten en verplichtingen ten aanzien (externe) veiligheid van de KCB vinden hun origine in de voorschriften gebaseerd op de Wet milieubeheer.
Besluit activiteiten leefomgeving	In het stelsel van de Omgevingswet komen de milieuregels voor bedrijven terecht in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). In het Bal staan de rijksregels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving (bv. over natuur, culturele erfgoed en luchthavens). De Bal is de opvolger van het Activiteitenbesluit. In de Omgevingswet staat wat een milieubelastende activiteit is en het Bal wijst aan voor welke milieubelastende activiteiten de rijksregels gelden. Daarnaast meldt het Bal of voor die milieubelastende activiteiten een melding of omgevingsvergunning nodig is, en wie toezicht houdt.
Omgevingswet	In de context van externe veiligheid legt de Omgevingswet de nadruk op het beheersen van risico's die kunnen voortvloeien uit activiteiten met gevaarlijke stoffen, zoals industrie of transport. De wet stelt eisen aan ruimtelijke ordening om de risico's voor omwonenden te minimaliseren en voorziet in regels voor het vaststellen van veiligheidsafstanden tussen risicovolle activiteiten en kwetsbare objecten, zoals woningen en scholen. Het doel is om de externe veiligheid te waarborgen door risicobeheersing te integreren in de planning en ontwikkeling van de leefomgeving.
-	In het kader van de wetswijziging zijn er geen algemene belangrijke beleidskaders met betrekking tot gezondheid in relatie tot niet-radiologische aspecten



10.3 Criteria

In dit hoofdstuk zijn milieuaspecten onderzocht die betrekking hebben op veiligheid en gezondheid. Dit betreft voor de conventionele (externe) veiligheid en gezondheid de onderstaande punten weergegeven in Tabel 10-2.

Tabel 10-2 Te beoordelen criteria

Te beoordelen criterium	Toelichting
Gevaarlijke stoffen	De stoffen die in de PGS 15 opslag zijn ondergebracht, koelmiddelen en diverse industriële gassen
Falen van conventionele systemen, waaronder stoom en generatoren	De impact die het falen van de generatoren heeft op de conventionele bedrijfsvoering.
Potentiële risico's blusgas	De beheersing van brand en de effecten van brand op de conventionele bedrijfsvoering
Calamiteiten en calamiteiten beheersing	De preparatie en respons op calamiteiten gericht op de conventionele bedrijfsvoering
Veiligheidsbeleving en gezondheid	De impact van de aanwezigheid van de KCB op de leefomgeving en gezondheid.

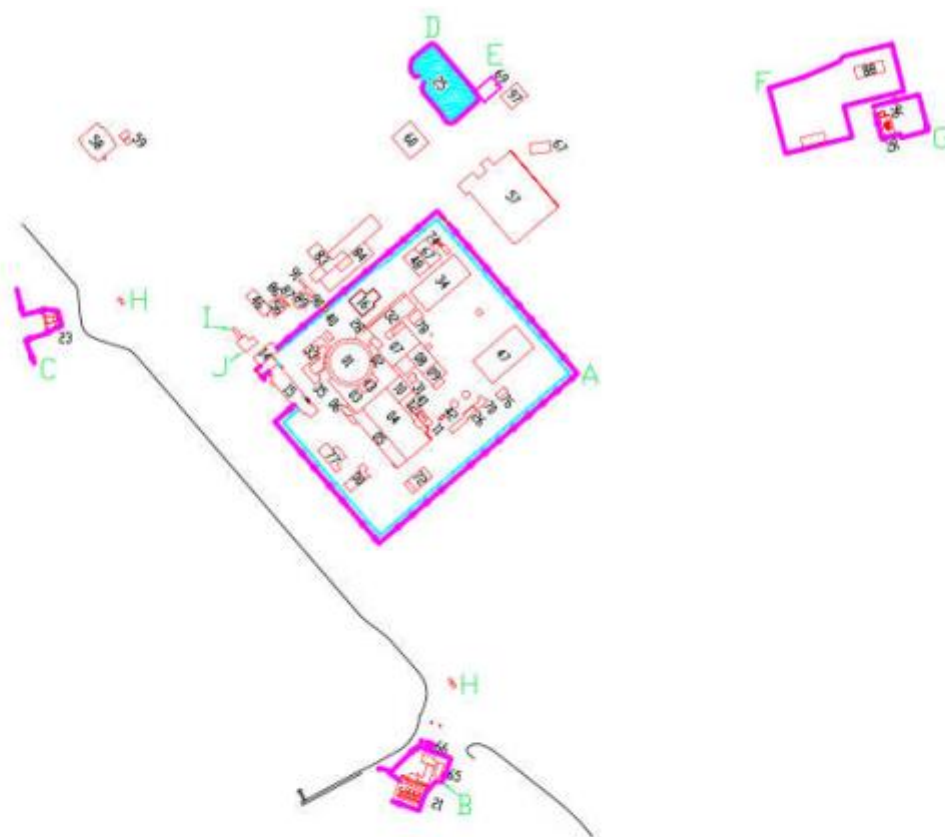
10.4 Beschrijving huidige situatie

In het Veiligheidsrapport van 2015 is aangegeven dat voor alle relevante conventionele milieuaspecten ingevolge het Integraal Milieu Systeem (het IMS) analyses zijn uitgevoerd. Deze analyses richten zich op de milieueffecten en de milieurisico's waarvan een Overzicht Milieuaspecten beschikbaar is.

In dit Overzicht Milieuaspecten zijn ook gerelateerde beheers methodes beschreven. Deze helpen zekerstellen dat de betreffende milieueffecten worden voorkomen of zo laag als redelijkerwijs mogelijk worden gehouden. Het Overzicht Milieuaspecten en de adequaatheid van beheersing wordt periodiek gecontroleerd. In de documenten die deze milieuaspecten en beheer methodes beschrijven, is een nadere onderbouwing gegeven van de risicoanalyse en de gekozen beheers methode. In principe wordt de volgorde: *bronaanpak - minimaliseren - gevolgbestrijding*, aangehouden.

10.4.1 Gevaarlijke stoffen

In het Veiligheidsrapport is een overzicht met alle aanwezige chemicaliën in KCB opgenomen. Tevens is in het Veiligheidsrapport aangegeven dat op twee locaties in het koelwaterinlaatgebouw (gebouw 21), bij de verschillende laboratoria (gebouw 3 gebouw 8 en gebouw 15), in de timmerwerkplaats (gebouw 16), in de metaalwerkplaats (gebouw 8) en in het gecontroleerd gebied (gebouw 2 en 3) opslagvoorzieningen voor deze stoffen aanwezig zijn. Hierbij zijn ook de eventuele gevaren bij vrijkomen van deze stoffen, zowel bij reguliere bedrijfsvoering als bij calamiteiten, aangegeven. Zie Figuur 10-1 voor de indeling van de gebouwen op het terrein van KCB.



Installaties en voorzieningen op 'KCB-terrein'	Installaties en voorzieningen op 'KCB-terrein'	Installaties en voorzieningen buiten 'KCB-terrein'	Installaties en voorzieningen buiten 'KCB-terrein'
01 Veiligheidsomhulling	30 Hondenkennel	14 Bewakingsloge	86 Voedingstrafo's
02 Reactorgebouw ringruimte	31 Liftgebouw	15 Kantine/aanmeldbureau	87 Voedingstrafo's
03 Reactorhulpgebouw	32 Kantoorgebouw	21 Koelwaterinlaatgebouw	88 Opslaggebouw mobiele alarmresponsmiddelen
04 Machinegebouw	33 Reservesuppletiegebouw	23 Koelwateruitlaatgebouw	89, 90, 91 Lage druk brandblussysteem en waterplan
05 Schakelgebouw	34 Afvalopslaggebouw	46 Hulpstoomketels	97 Twee Romney loodsen
06 Dienstgebouw	35 Reservegelaaigebouw	56 BF-rail en drinkwatervoorziening	
07 Werkplaats EMRA/mechanisch	40 10 kV station	57 Magazijn	
08 Archief/Tekenkamer/conv lab	41 Starttransformator	58 Kantoor en SODAR apparatuur	Overige installaties en bedrijfsterreinen
09 Deminwateraanmaakgebouw	42 Hydrazine-voorraadtank	59 Was- en kleedruimte	A buitenhek 'beveiligd gebied KCB'
10 Noodstroomdieselgebouw I	47 Opslagloods	60 Opslag (gevaarlijke) (afval) stoffen	B terrein koelwaterinlaat
11 Machinetransformator	648 Brandweerkazerne	65 Kantoorgebouw KWI	C terrein koelwateruitlaat
12 Starttransformator	67 Was- en kleedruimte	66 Opslagloods KWI	D blusvijver (25)
13 Ventilatieschacht	70 Olieopslaggebouw	67 Nissenhut	E oefenplaats voor de brandweer met opslag (69)
14 Bewakingsloge	72 Noodstroomdieselgebouw II	83 WPS, evt regelzaalsimulator	F vliegsterrein met ontwateringsbak mosselen
15 Kantoorgebouw	74 Noodstroomdieselgebouw EYD60	84 Kantoren, 'hoge werkplaats'	G terrein met 380 kV transformator (95, 96)
16 Werkplaats civiel	76 AT-trafo opslaggebouw		H dijkhuisjes (4 stuks)/koelwaterleidingen
26 Gasflessenopslag	77 Kantoorgebouw		I aardgasontvangststation
28 Cementsilo	78 Kantoorgebouw		J fietsen- en motorenstalling

Figuur 10-1 Gebouwen KCB (indicatief)

De chemicaliën betreffen soorten koudemiddel R22 (circa 12 kg), R134A (circa 1220 kg) en R410A (circa 43 kg) in de installatie gebonden koelmachines (UV) en R22 (circa 15 kg), R407c (circa 110 kg) en R410A (circa 52 kg) in de overige niet installatie gebonden koelmachines. Daarnaast zijn chemicaliën in bulk zoals zoutzuur, zwavelzuur, natronloog, hydrazine en chloorbleekloog, dieselolie en smeerolie aanwezig. Als derde groep zijn er industriële gassen in cilinders (in gebouw 26) zoals Acetyleen, Argon, Helium, Methaan, Protegon, Stikstof, Waterstof en Zuurstof aanwezig.

In het milieujarverslag wordt verantwoording gegeven van de jaarlijkse prestatie. Op basis van de informatie uit de jaarverslagen volgt dat KCB ten aanzien van deze conventionele aspecten binnen de grenzen van haar vergunning opereert. Emissies van verschillende stoffen blijven binnen de vergunningsvoorschriften. Hieruit volgt dat er geen gevaren of risico's zijn ten aanzien van de aspecten gevaarlijke stoffen.



10.4.2 Falen van conventionele systeem: Generatoren

Het functioneren van de noodstroomaggregaten (NSA) is opgenomen in het conventionele deel van de kerncentrale. Echter heeft het niet optimaal functioneren of falen van deze NSA's alleen impact op het nucleaire deel van de kerncentrale. Bij uitval van de NSA's zijn er geen gevaren of risico's op het conventionele systemen. De beschrijving van de impact van de NSA's op de conventionele veiligheid van de kerncentrale kan daarmee achterwege blijven.

10.4.3 Brand

In diverse ruimten in de gebouwen 03, 05 10 en 21 zijn cilinders met het blusgas inergen opgeslagen. De karakteristieke voorraad inergen is 13040 liter (verdeeld over cilinders met maximale inhoud van 80 liter). In gebouw 04 is additioneel nog circa 120 kg CO₂ ten behoeve van het CO₂-blussysteem in gasflessen opgeslagen.

De brandweerkazerne (gebouw 48) dient als stalling voor verschillende brandweervoertuigen. Op het KCB-terrein bevinden zich verschillende voorraden (onder andere in stalen vaten van 60 liter) schuimvormend middel. Het betreft een totale hoeveelheid van circa 1000 liter.

Tevens is voor de calamiteiten het Alarmplan KCB beschikbaar met een aanvalsplan voor de hulpdiensten. Hieruit volgt dat er geen gevaren of risico's zijn ten aanzien van de aspecten gevaarlijke stoffen, brand en calamiteiten (dit is overeenkomstig de beheers methoden en het Aanvalsplan).

10.4.4 Calamiteiten en calamiteitenbeheersing

De KCB beschikt over een alarmplanorganisatie. Dit is een organisatie, gevormd door lijnfunctionarissen, die tijdens normale bedrijfsomstandigheden, verantwoordelijk is voor het realiseren, in stand houden, opleiden en oefenen van de alarmresponsorganisatie. Met als doel voorbereid zijn op en juist kunnen handelen in geval van een calamiteit. De alarmplan- en de alarmresponsorganisatie worden jaarlijks geëvalueerd. Input voor deze jaarevaluatie zijn de bevindingen uit de afzonderlijke evaluatierapporten van alle in dat jaar gehouden oefeningen

10.4.5 Veiligheidsbeleving en gezondheid

De huidige bedrijfsvoering heeft, op basis van de informatie uit de jaarverslagen, voor de conventionele milieuaspecten geen impact op de (externe) veiligheid en gezondheid in de omgeving van de KCB. De effecten op de gezondheid voor wat betreft het nucleaire deel zijn beschreven in Hoofdstuk 7 Stralingsbescherming en Hoofdstuk 8 Nucleaire veiligheid. Deze paragraaf gaat met name over de veiligheidsbeleving van de kerncentrale.

Uit de milieuverslagen van EPZ over de periode 2018 tot 2022 is één klacht uit de omgeving geweest. Dit betreft de aanwezigheid van taproggeballen op het strand waarvan de herkomst nog niet is bepaald. KCB onderzoekt of deze mogelijk vanuit het proces afkomstig zouden kunnen zijn. Dit beeld van het uitblijven van klachten is een indicatie dat ten aanzien van de beleving de aanwezigheid van de KCB geen negatieve impact heeft op de omgeving.

Het CBS meldt op basis van het onderzoek Belevingen 2023⁴⁵ dat 36 procent van de volwassenen vindt dat Nederland meer kernenergie zou moeten gebruiken. In 2020 was dit nog 25 procent. Vooral mannen, ouderen en hoogopgeleiden zijn voorstander van meer kernenergie. Ook regionaal zijn er verschillen. Inwoners van Zeeland, waar momenteel de enige kerncentrale van Nederland staat, zijn het meest positief over kernenergie.

In 2020 vond 25 procent van de Nederlanders van 18 jaar of ouder dat er meer kernenergie gebruikt moest worden, 18 procent vond juist dat het gebruik moest verminderen, en 25 procent was helemaal tegen het gebruik van kernenergie. In 2023 steeg de steun voor meer kernenergie naar 36 procent, terwijl 12 procent vindt dat het gebruik verminderd moet worden en 15 procent wil dat het helemaal stopt. De Nederlandse bevolking is in de afgelopen drie jaar dus positiever gaan denken over het gebruik van kernenergie.

⁴⁵ Het onderzoek Belevingen 2023 werd uitgevoerd van 7 februari tot en met 21 april. Het onderzocht de opvattingen van Nederlanders over klimaatverandering en energietransitie. Ook gerelateerde kwesties zoals duurzaam wonen, duurzame mobiliteit, duurzame voeding en klimaatbewuste leefstijl komen aan bod. Meer dan 18 duizend volwassenen namen deel aan het onderzoek. [Meer Nederlanders voorstander van kernenergie | CBS](#)



Geluidhinder en luchtverontreiniging

Zoals in Hoofdstuk 12 Geluid wordt beschreven bevat het terrein van KCB verschillende geluidsbronnen. Elke vijf jaar worden op verschillende meetpunten geluidmetingen verricht om te controleren of aan de gestelde geluideisen wordt voldaan. KCB voldoet ruimschoots aan haar vigerende geluidvoorschriften, waardoor KCB geen bijkomende geluidshinder (voor de omgeving) met zich meebrengt.

De impact van KCB op luchtkwaliteit kan veroorzaakt worden door het in werking hebben van noodvoorzieningen, verbrandingsinstallaties en verkeer van en naar de centrale. Gezien de zeer beperkte emissies (NO₂ en PM₁₀) van KCB wordt geen relevante impact op de lokale luchtkwaliteit verwacht. Zeker in verhouding met de uitstoot van andere bronnen in de omgeving

10.4.6 Grensoverschrijdende effecten

Er zijn voor de conventionele aspecten van externe veiligheid en gezondheid geen lokale, dus ook geen grensoverschrijdende effecten te verwachten.

10.5 Extrapolatie milieusituatie

10.5.1 Te verwachten ontwikkelingen en extrapolatie

Voor de conventionele veiligheidsaspecten en gezondheid zijn in dit deelhoofdstuk de te verwachten ontwikkelingen en de effecten daarvan op de huidige milieusituatie en de bedrijfsvoering beschreven van de KCB.

Klimaat

De te verwachten ontwikkelingen en effecten van klimaatverandering op de conventionele veiligheidsaspecten en gezondheid zijn niet anders dan beschreven in hoofdstuk 7 Stralingsbescherming, hoofdstuk 8 Nucleaire veiligheid en hoofdstuk 9 Water.

Energiehub Borssele

In de directe omgeving zijn verschillende ontwikkelingen gaande als direct gevolg van de energietransitie, zoals beschreven in paragraaf 2.4. Hierdoor is de locatie rond de KCB ook bekend als de EnergieHub Borssele. EnergieHub Borssele heeft geen impact op de conventionele milieuaspecten van KCB.

10.5.2 Extrapolatie

Er zijn op dit moment geen ontwikkelingen die aanleiding geven tot een te verwachten verandering in beleid ten aanzien van de conventionele aspecten die in dit deel zijn behandeld. Ook zal bij voortzetting van de bedrijfsvoering op de huidige wijze, er geen verandering in de effecten van de conventionele aspecten te verwachten zijn.

10.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele fysieke aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. Er zijn geen knelpunten en/of kennisleemtes geïdentificeerd als milieuaandachtspunten voor MER Fase 2.



11 Bodem

11.1 Inleiding

Voor het MER Fase 1 is voor het aspect Bodem beschreven wat de huidige situatie is aan de hand van historische en actuele bodembedreigende activiteiten. Dit hoofdstuk richt zich op de milieuhygiënische bodemkwaliteit. Ook de verontreinigingssituatie op het terrein van KCB is in beeld gebracht (paragraaf 11.4). Eerst is toegelicht wat de relevante beleidskaders omvatten (paragraaf 11.2). Vervolgens is beschreven hoe het eventueel langer in bedrijf houden van KCB de huidige (verontreinigings)situatie mogelijk beïnvloedt (paragraaf 11.5). Hierbij is ook aandacht besteed aan grensoverschrijdende effecten (paragraaf 11.4.3). Ten slotte is in paragraaf 11.6 gekeken hoe het aspect Bodem in Fase 2 behandeld moet worden, wat de belangrijkste aandachtspunten daarbij zijn en of er knelpunten kunnen optreden.

11.2 Relevante beleidskaders

In Tabel 11-1 hieronder is het wettelijk- en beleidskader voor het aspect Bodem samengevat. Met de inwerkingtreding van de Omgevingswet op 1 januari 2024 zijn relevante wetwijzigingen ingevoerd.

Tabel 11-1 Wettelijk kader en beleidskader Bodem

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
Nationale wet- en regelgeving	
Omgevingswet (Ow)	De Omgevingswet voegt wetten over de fysieke leefomgeving samen en is bepalend voor benodigde vervolgacties met betrekking tot eventuele aanwezige bodemverontreinigingen. • Iedereen moet met de algemene zorgplicht voldoende zorg dragen voor de fysieke leefomgeving. • Het aanvullingsspoor bodem voegt het thema bodem en ondergrond toe aan de Omgevingswet. Bodemkwaliteit wordt meegewogen in de afweging van de kwaliteit van de leefomgeving. • Voor milieubelastende activiteiten waarbij bodemverontreiniging kan ontstaan (het ontgraven en toepassen van grond en baggerspecie), staan in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) maatregelen die de bodem beschermen.
Wet bodembescherming (Wbb) (3 juli 1987)	De Wetbodembescherming is opgegaan in de Omgevingswet. Het oude recht (1987-2023) valt onder het overgangsrecht. Er zijn verschillende situaties waarbij het overgangsrecht van toepassing kan zijn: wel of niet beschikt ernst en spoed, of ernst niet spoed, wel of geen saneringsplan ingediend, wel of geen BUS-melding etc.
Kernenergiewet	In de Kernenergiewet staan voorschriften ter bescherming van de bodem in het kader van radioactiviteit.
Nationaal beleid	
Kaderrichtlijn Water (KRW) (2000) en Grondwaterrichtlijn (2006)	De Kaderrichtlijn Water is een Europese richtlijn die op 22 december 2000 van kracht is geworden. Doelstelling is het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. De Grondwaterrichtlijn is een Europese richtlijn die op 12 december 2006 van kracht is geworden, voor de bescherming van grondwater tegen verontreiniging en achteruitgang. In de richtlijn worden de chemische aspecten voor grondwater verder gespecificeerd.



Beleid, wet- en regelgeving

Inhoud en relevantie

Lokaal beleid

Bodemkwaliteitskaart gemeente Borsele, 6 oktober 2009	In de bodemkwaliteitskaart wordt een bodembeheergebied ingedeeld in één of meer zones met een vergelijkbare milieuhygiënische bodemkwaliteit. Het gaat hierbij om de 'gemiddelde' kwaliteit van deze gebieden, afgezien van lokale verontreinigingen veroorzaakt door puntbronnen.
Nota bodembeheer gemeente Borsele, 4 september 2014	De Nota bodembeheer is een beleidsdocument voor grondverzet en hergebruik van grond en baggerspecie dat in dit geval door gemeente Borsele is vastgesteld. In de nota is beschreven in welke delen van het bodembeheergebied het generieke kader uit het Besluit bodemkwaliteit wordt aangehouden en voor welke gebieden een gebiedspecifieke invulling van het lokale bodembeleid wordt gekozen.
Bodemkwaliteitskaart PFAS Bevelanden en Tholen, 24 november 2020	Aanvulling op de bodemkwaliteitskaart voor de stofgroep PFAS.

11.3 Criteria

Voor het aspect Bodem is de huidige situatie beschreven. Vervolgens is onderzocht wat het effect van de voortzetting van de kerncentrale op de situatie in de toekomst kan zijn. De huidige situatie bestaat uit twee onderdelen: bodembedreigende activiteiten en de verontreinigingssituatie.

11.3.1 Bodembedreigende activiteiten

Op het terrein van KCB zijn historische en actuele bodembedreigende activiteiten bekend. De huidige milieuvergunning, de kernenergiewetvergunning en het bodemrisicodocument beschrijven de actuele bodembedreigende activiteiten. Het bodemrisicodocument is opgesteld conform de eisen uit de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) 2012.

11.3.2 Verontreinigingssituatie

Sinds de bouw van de kerncentrale begin jaren '70 zijn regelmatig bodemonderzoeken uitgevoerd. Er zijn geen gegevens over de bodemkwaliteit bekend van vóór de bouw van de kerncentrale. De bodemonderzoeken, de uitgevoerde bodemsaneringen (saneringsevaluaties en zorgmaatregelen) en de beschikkingen die over bodemkwaliteit gaan, vormen samen het bodemdossier. Het bodemdossier is gebruikt om de huidige verontreinigingssituatie beschrijven.

11.4 Beschrijving huidige situatie

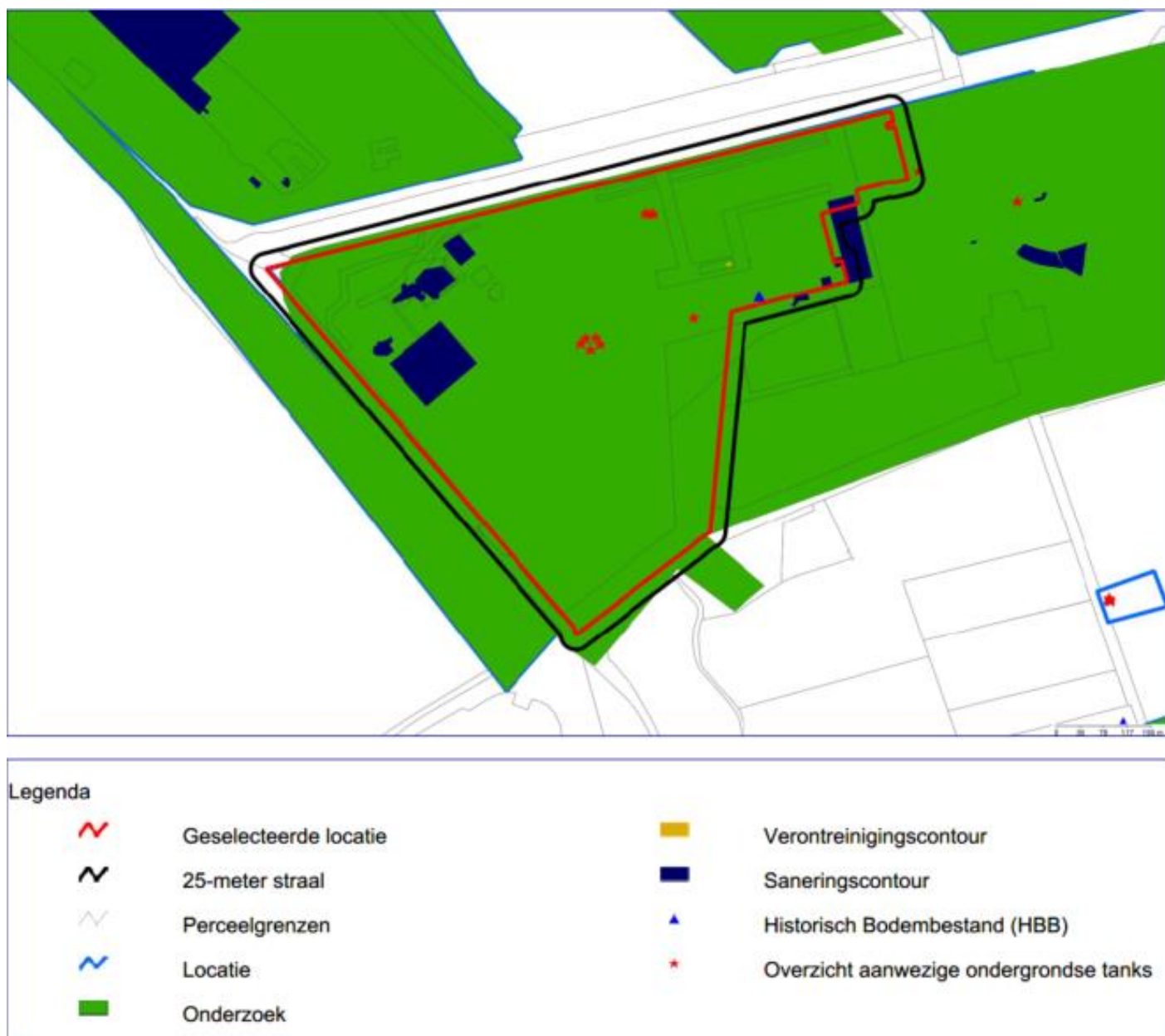
De huidige situatie wordt beschreven voor het kadastrale perceel waar de kerncentrale op staat, namelijk perceel "Gemeente Borsele, sectie A, nummer 1670". Op het perceel bevindt zich de kerncentrale, maar ook het omliggende terrein valt binnen hetzelfde perceel. Er is onderscheid gemaakt tussen de kerncentrale zelf en het overige terrein binnen het kadastrale perceel (de directe omgeving). In de directe omgeving van de kerncentrale hebben verschillende activiteiten plaatsgevonden: een kolencentrale ten noordwesten van de kerncentrale en een vliegasberging ten oosten van de kerncentrale.

Het gezamenlijke bodeminformatiesysteem (BIS - [link](#)) van de provincie Zeeland, de Regionale Uitvoeringsdienst Zeeland en de aangesloten Zeeuwse gemeenten is als bron gebruikt voor het bodemdossier. Hiervan is een bodemrapportage uitgedraaid (bijlage 4). In het BIS wordt informatie gegeven over:

- (Bodem)locaties.
- Bodemonderzoeken.
- Verontreinigingscontouren.
- Saneringscontouren.
- Besluiten.
- Historische bodembedreigende activiteiten.

- (Ondergrondse) tanks.

Een samenvatting van het bodemdossier is weergegeven in Figuur 11-1 en opgenomen in bijlage 5.



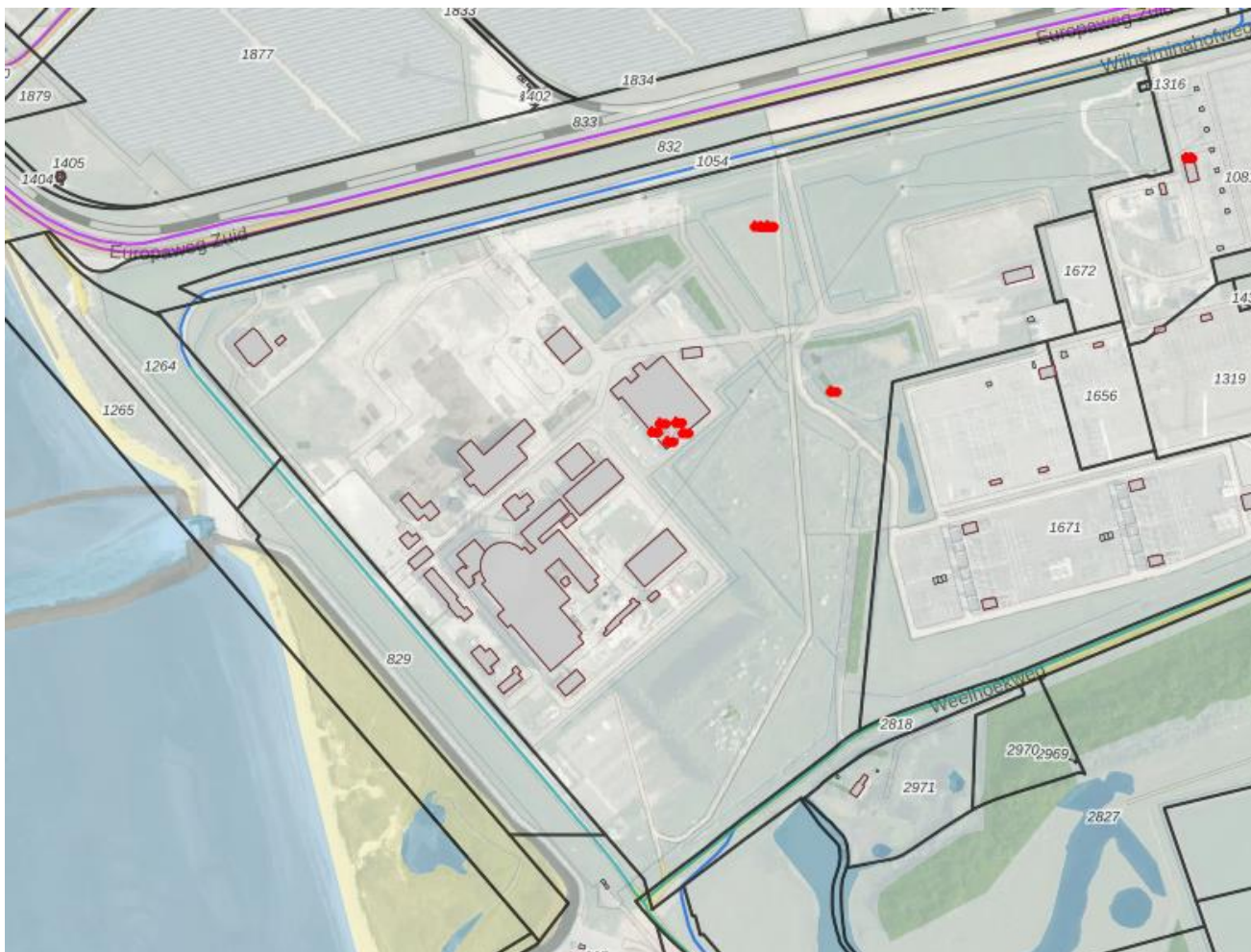
Figuur 11-1 Samenvatting bodeminformatie volgens Bodemrapportage Zeeland

11.4.1 Bodembedreigende activiteiten

In het goedgekeurde bodemrisicodocument⁴⁶ worden de bodembedreigende activiteiten binnen de kerncentrale benoemd en geëvalueerd. In het document worden ook te nemen maatregelen en aanwezige voorzieningen omschreven als er uit de bestaande maatregelen en voorzieningen geen verwaarloosbaar bodemrisico aanwezig is. EPZ heeft te kennen gegeven dat de aanbevelingen geïmplementeerd zijn. Op basis van het bodemrisicodocument geldt er voor alle bodembedreigende activiteiten van de kerncentrale een verwaarloosbaar bodemrisico.

In het bodemdossier zijn meerdere (ondergrondse) opslagtanks in de directe omgeving benoemd (zie figuur 11-2). Alle tanks zijn gesaneerd en de certificaten zijn in het bodemrapport opgenomen. Verder wordt als specifieke activiteit de olietransportleiding benoemd. Waar deze ligt is niet uit het bodemdossier op te maken. Daarnaast zijn er geen specifieke bodembedreigende activiteiten benoemd, maar wordt de activiteit benoemd als “elektriciteitsproductie- en elektriciteitsdistributiebedrijf”.

Alle digitaal beschikbare bodemrapporten gaan over bodemonderzoek ter plaatse van de voormalige kolencentrale in de directe omgeving van de kerncentrale. De bodembedreigende activiteiten die hierin benoemd worden zijn niet langer aanwezig, aangezien de gehele kolencentrale sinds 2019 is ontmanteld. Er zijn derhalve geen historische bedrijfsactiviteiten bekend buiten de activiteiten die in het bodemrisicodocument benoemd worden.



Figuur 11-2 Locaties (ondergrondse) tanks (rood) volgens Bodemrapportage Zeeland

⁴⁶ Bodemrisico-inventarisatie, door BMD Advies Zuid-Nederland, d.d. 7 maart 2017, rapportnummer: LS/17.036/20051/DD



11.4.2 Verontreinigingssituatie

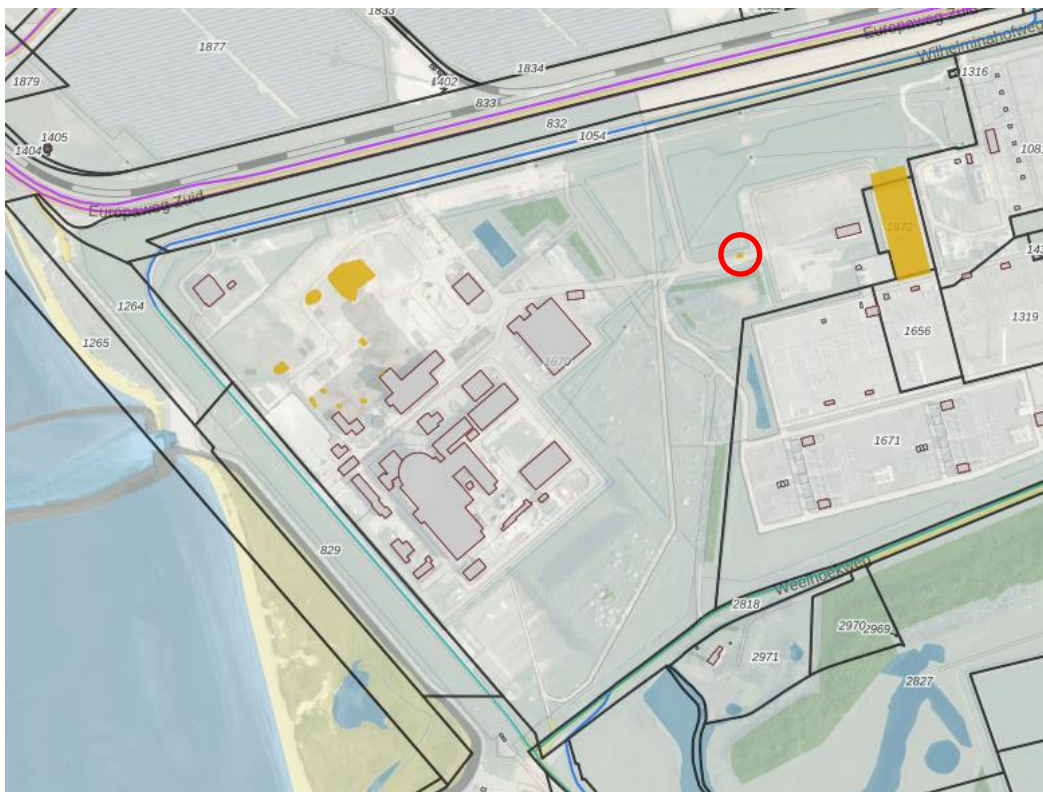
In het bodemdossier zijn meerdere bodemlocaties bekend. In het overzicht in bijlage 4 is aangegeven wat de status van de bodemlocatie is. De meeste bodemlocaties zijn voldoende onderzocht en vragen geen vervolgactie.

Deze paragraaf gaat verder in op de bodemlocaties waar wel een vervolgactie nodig is. Daarnaast is onderzocht welke verontreinigingen boven interventiewaarde er bekend zijn (Figuur 11-3), waar de saneringscontouren liggen (Figuur 11-4) en of met de uitgevoerde saneringen de verontreinigingen zijn verwijderd.

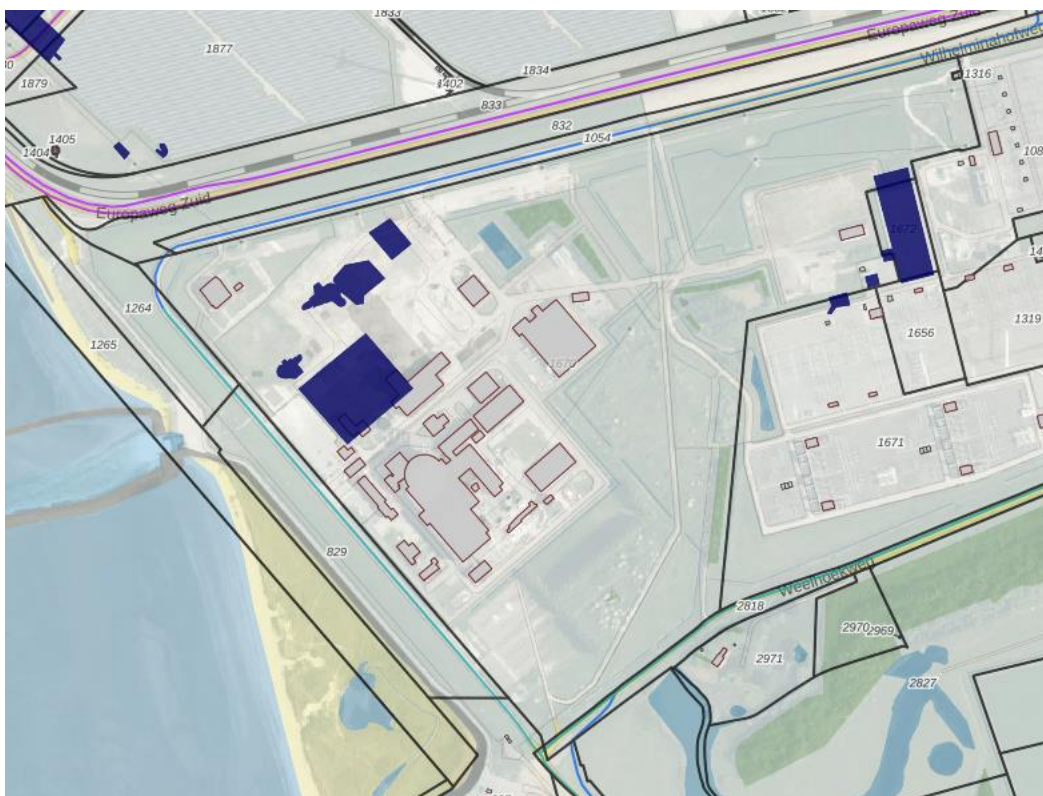
- Bodemlocaties “Zeedijk 32 (EPZ)”: Voor deze bodemlocatie zijn een verkennend bodemonderzoek, saneringsplan en monitoringsrapportage bekend. Onder een bodemlocatie met dezelfde naam, maar met status ‘Monitoring’ zijn een oriënterend onderzoek, saneringsevaluatie en drie monitoringsrapportages bekend. De onderzoeken en monitoring zijn uitgevoerd in de periode 1996 – 2003. Naast de bodemonderzoeken zijn er twee besluiten bekend van 22 april 1997 waarin ingestemd wordt met de uitgevoerde sanering en de monitoring van het grondwater. Gezien de besluiten en de periode vormt deze locatie geen aandachtspunt in de context van de MER.
- Bodemlocaties “Kolencentrale Borssele”: Binnen deze bodemlocatie (in de directe omgeving van de kerncentrale) zijn de meeste bodemonderzoeken ondergebracht. Van één bodemonderzoek uit 2015⁴⁷ zijn de deellocaties als separate bodemlocaties opgenomen. Onder deze gezamenlijke bodemlocaties vallen 11 sterke bodemverontreinigingen en één grondwaterverontreiniging. Er zijn ook meerdere saneringen uitgevoerd na 2015. Daarmee heeft de hoofd-bodemlocatie de status ‘voldoende gesaneerd’ en enkele deellocaties hebben de status ‘uitvoeren nader onderzoek’. Ook de meerdere besluiten voor ‘instemmen uitgevoerde sanering’ wijzen erop dat de sterke verontreinigingen zijn gesaneerd.
- Alle verontreinigings- en saneringscontouren liggen buiten de kerncentrale en bevinden zich in de direct omgeving elders op het kadastrale perceel. Uit een vergelijking van de verontreinigingscontouren (Figuur 11-3) en de saneringscontouren (Figuur 11-4) blijkt dat er ter plaatse van één verontreinigingscontour geen saneringscontour bekend is. Deze verontreiniging is rood omcirkeld in Figuur 11-3. Het betreft een verontreiniging met PAK ter plaatse van de voormalige wasplaats van de vliegashoofding (deellocatie 3). Met het nader bodemonderzoek uit 2015⁴⁸ is de sterke verontreiniging met PAK in de ondergrond voldoende afgeperkt (< 25 m³). Omdat deze verontreiniging op ruime afstand van de huidige kerncentrale ligt, is de verontreiniging niet relevant voor de bedrijfsvoering van KCB.

⁴⁷ Verkennend bodemonderzoek Wilhelminahofweg ong. (Kolencentrale) te Borssele, door Antea Group BV, d.d. 30 juni 2015, rapportnummer: 401493.

⁴⁸ Nader bodemonderzoek amovering koleneenheid BS 12 N.V. EPZ te Borssele, door Antea Group BV, d.d. 9 juli 2015, rapportnummer: 401493.02.



Figuur 11-3 Verontreinigingscontouren (geel) volgens Bodemrapportage Zeeland



Figuur 11-4 Saneringscontouren (blauw) volgens Bodemrapportage Zeeland



11.4.3 Grensoverschrijdende effecten

Voor het aspect Bodem speelt alleen de verspreiding van grondwaterverontreiniging door grondwaterstroming een mogelijke rol als het gaat om grensoverschrijdende effecten. Uit het bodemdossier zijn twee grondwaterverontreinigingen in de directe omgeving van de kerncentrale bekend. Ten eerste een verontreiniging met minerale olie ter plaatse van de voormalige kolencentrale. Deze is voldoende gesaneerd in de zomer van 2021.⁴⁹ Ten tweede een verontreiniging met arseen, aangetoond in een onderzoek uit 2003 en met de grondwatermonitoring tussen 1987 en 2014. In het monitoringsrapport van 2014 worden de fluctuerende concentraties arseen toegeschreven aan geochemische processen in de bodem, die vaker in Zeeland voorkomen.

In het milieujaarverslag van 2022⁵⁰ wordt ook ingegaan op de grondwaterkwaliteit. Op het terrein vindt monitoring van de tritiumconcentratie in het grondwater plaats. In 2022 zijn daarbij geen concentraties boven de detectielimiet aangetoond. Na sanering van het grondwater bij de spill van corrosie-inhibitor (2010) ter plaatse van de kerncentrale wordt het grondwater gemonitord. In 2022 zijn daarbij geen bijzonderheden vastgesteld.

Gezien de bekende grondwaterverontreinigingen spelen grensoverschrijdende effecten voor het aspect Bodem geen rol van betekenis.

11.5 Extrapolatie milieusituatie

11.5.1 Te verwachten ontwikkelingen

Voor het aspect Bodem worden geen relevante ontwikkelingen verwacht. De bescherming van de bodemkwaliteit is vastgelegd in vigerende wet- en regelgeving. In het milieujaarverslag 2022⁵ is vastgesteld dat EPZ conform voorschrift G.2 van de Kernenergievergunning de genomen maatregelen en aanwezige voorzieningen moet uitvoeren respectievelijk in stand houden. Deze maatregelen en voorzieningen worden benoemd in het goedgekeurde bodemrisicodocument.

Zodoende hebben de bodembedreigende activiteiten geen gevolgen. Een verslechtering van de bodemkwaliteit is dan ook niet te verwachten in de toekomst als gevolg van een langere bedrijfsduur van KCB.

11.5.2 Extrapolatie

Gezien de huidige wet- en regelgeving zal de bodemkwaliteit niet verslechteren. Mocht bij incidenten of de bodembedreigende activiteiten aantoonbaar een bodemverontreiniging ontstaan, dan is zorgplicht van toepassing. Bodemverontreinigingen ontstaan na 2023 moeten gesaneerd worden.

11.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele fysieke aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. Met het huidige bodemrisicodocument zijn alle risico's op het door KCB veroorzaken van bodemverontreiniging in beeld gebracht en beoordeeld. Ook zijn alle maatregelen en voorzieningen getroffen om het risico op bodemverontreiniging te beperken. Daarmee bestaan er enkel verwaarloosbare bodemrisico's. Het langer in bedrijf houden van KCB zal in het licht van de huidige situatie en de wet- en regelgeving rond bodembescherming niet leiden tot een verslechtering van de bodemkwaliteit.

11.6.1 Voornaamste milieuaandachtspunten

De kennis over PFAS, zeer zorgwekkende stoffen en gezondheid is en blijft in ontwikkeling. Verder kijkend dan bodemkwaliteit, kunnen er ook eisen gesteld worden op het gebied van vitale bodem (bodemleven), bodemdaling, verdichting en/of verzilting.

⁴⁹ Saneringsverslag bodemsanering deellocatie 30 & 41 EPZ te Borssele, door Antea Group BV, d.d. 25 november 2021, projectnummer: 0442128.100.

⁵⁰ Milieujaarverslag 202 kernenergie-eenheid BS30, door EPZ, d.d. 28 maart 2023, referentie: PO-N08-31.



12 Geluid

12.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn voor het milieuaspect geluid de relevante beleidskaders en de gehanteerde criteria voor de beoordeling beschreven. Ook is de huidige situatie van Kerncentrale Centrale Borssele voor het milieuaspect geluid beschreven. Hierbij is ingegaan op de maatgevende geluidbronnen, de vigerende geluidvoorschriften en de optredende geluidniveaus. Er is benoemd dat er geen grensoverschrijdende effecten zijn te verwachten. Vervolgens is de extrapolatie van de milieusituatie beschreven waarin is ingegaan op te verwachten ontwikkelingen en de toekomstige situatie van de kerncentrale. Tenslotte is een doorkijk gemaakt naar de mee te nemen milieuaandachtspunten voor MER Fase 2.

12.2 Relevante beleidskaders

In Tabel 12-1 zijn de voor het milieuaspect geluid relevante beleidskaders weergegeven.

Tabel 12-1 Wettelijk kader en beleidskader geluid

Beleid, wet- en regelgeving	Inhoud en relevantie
Besluit kwaliteit leefomgeving	In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) staan regels over omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring. Het Bkl geldt voor het Rijk en decentrale overheden. In het Bkl zijn omgevingswaarden voor geluid vastgelegd. Deze komen nu nog overeen met de waarden die zijn vastgelegd in de vroegere Wet geluidhinder. Kerncentrale Borssele is gevestigd op het gezoneerde industrieterrein Vlissingen-Oost in gemeente Borsele. De gezamenlijke geluidbelasting van alle inrichtingen op het gezoneerd industrieterrein moet op de buitengrens van de vastgestelde geluidzone voldoen aan een grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde. In de geluidzone van het industrieterrein bevindt zich een groot aantal woningen. Bij de woningen in de zone mag de gezamenlijke geluidsbelasting vanwege alle bedrijfsmatige activiteiten op het gezoneerde industrieterrein niet hoger zijn dan de vastgestelde maximaal toelaatbare geluidbelasting (MTG) c.q. de vastgestelde hogere grenswaarde (HGW). Deze waarde verschilt per woning.
Beleidsregel zonebeheersysteem Industrieterrein Vlissingen-Oost 2008 Provincie Zeeland	In de Beleidsregel is het beheer van de beschikbare geluidruimte op het industrieterrein Vlissingen-Oost 2008 geregeld. Als onderdeel van de beleidsregel hebben Gedeputeerde Staten van Zeeland op 9 december 2014 het 'Akoestisch inrichtingsplan Industrieterrein Vlissingen-Oost 2014' vastgesteld. Dit inrichtingsplan regelt de feitelijke verdeling van de geluidruimte op het industrieterrein. Hiertoe is het industrieterrein opgedeeld in een aantal gebieden. Voor ieder gebied is een bepaalde hoeveelheid geluidruimte beschikbaar, de zogenaamde gebiedswaarde. Voor het gebied waar Kerncentrale Borssele is gevestigd is een gebiedswaarde vastgesteld van 64,5 dB(A)/m² in de dag- en avondperiode en 62,5 dB(A)/m² in de nachtperiode.
Besluit bouwwerken leefomgeving	Het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) bevat, samen met het Besluit activiteiten leefomgeving, de algemene regels waaraan burgers en bedrijven zich moeten houden als ze bepaalde activiteiten uitvoeren in de fysieke leefomgeving. Dit besluit bevat regels over geluid, veiligheid, gezondheid, duurzaamheid en bruikbaarheid bij het (ver)bouwen van een bouwwerk, de staat van het bouwwerk, het gebruik van het bouwwerk en het uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden.

12.3 Criteria

In dit hoofdstuk zijn de aspecten beschreven die onderzocht moeten worden. Voor de verlenging van de bedrijfsduur van Kerncentrale Borssele is vooral het geluid in de exploitatiefase van belang. Het gaat hier om het geluid op geluidgevoelige gebouwen en de inpassing in de geluidzone. De beoordelingscriteria voor deze deelaspecten zijn weergegeven in Tabel 12-2.

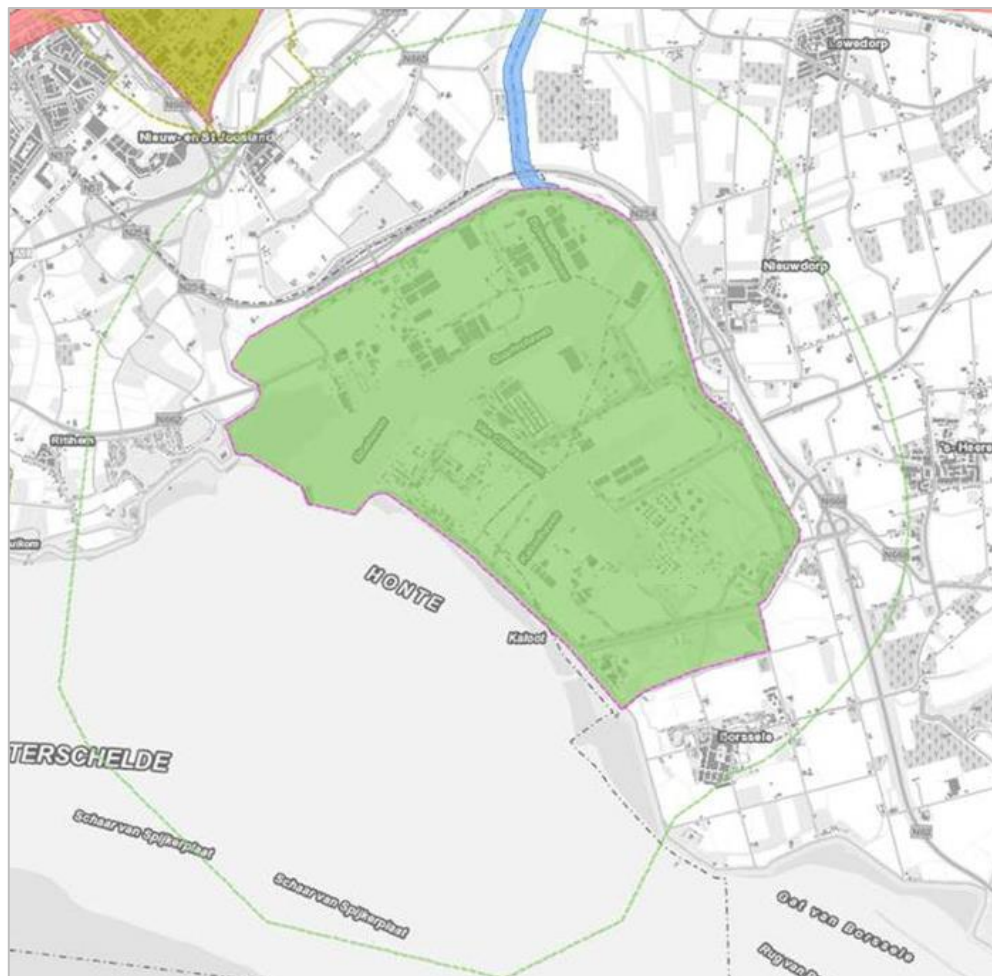
Tabel 12-2 Beoordelingscriteria Geluid

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Geluid op geluidgevoelige gebouwen	De geluidbelasting op geluidgevoelige gebouwen in de omgeving van Kerncentrale Borssele.
Inpassing in geluidzone	De inpassing in de vigerende geluidzone en grenswaarden bij woningen en andere geluidgevoelige gebouwen in de geluidzone, rekening houdend met het gezamenlijke geluid van de overige bedrijfsmatige activiteiten op het gezoneerde industrieterrein.

12.4 Beschrijving huidige situatie

12.4.1 Maatgevende geluidbronnen Kerncentrale Borssele

De Kerncentrale Borssele (KCB) is gevestigd op het gezoneerde industrieterrein Vlissingen-Oost te Borssele. De ligging van het industrieterrein en de vigerende zonegrens zijn weergegeven in Figuur 12-1.



Figuur 12-1 Zonegrens (groene lijn) van industrieterrein Vlissingen-Oost



De kerncentrale is in principe 24 uur per dag in bedrijf. Behoudens eventuele storingen wordt hier alleen van afgeweken voor de jaarlijkse splijststofwissel.

De geluidemissie van de kerncentrale wordt met name bepaald door de geluiduitstraling van de machinehal via ventilatieroosters en glasgevels, ventilatoren en uitlaten op het dak van de machinehal, stoomleidingen, de AT-transformator, het koelwaterpompegebouw en de koelmachine op het dak van het kantoorgebouw. Het aantal transportbewegingen op het terrein van de kerncentrale is zeer beperkt. Op werkdagen tussen 07.00 en 19.00 uur betreft dit gemiddeld negen voertuigen. Voornamelijk bestelbusjes en een enkele keer een vrachtwagen. Buiten deze tijden betreft het gemiddeld twee voertuigen per maand.

De noodstroomaggregaten op het terrein worden iedere vier of acht weken gedurende 1 à 2 uur getest. Dit gebeurt in principe overdag op reguliere werkdagen. Er worden uitgezonderd de hieronder genoemde incidentele bedrijfssituatie nooit meerdere noodstroomaggregaten op één werkdag getest.

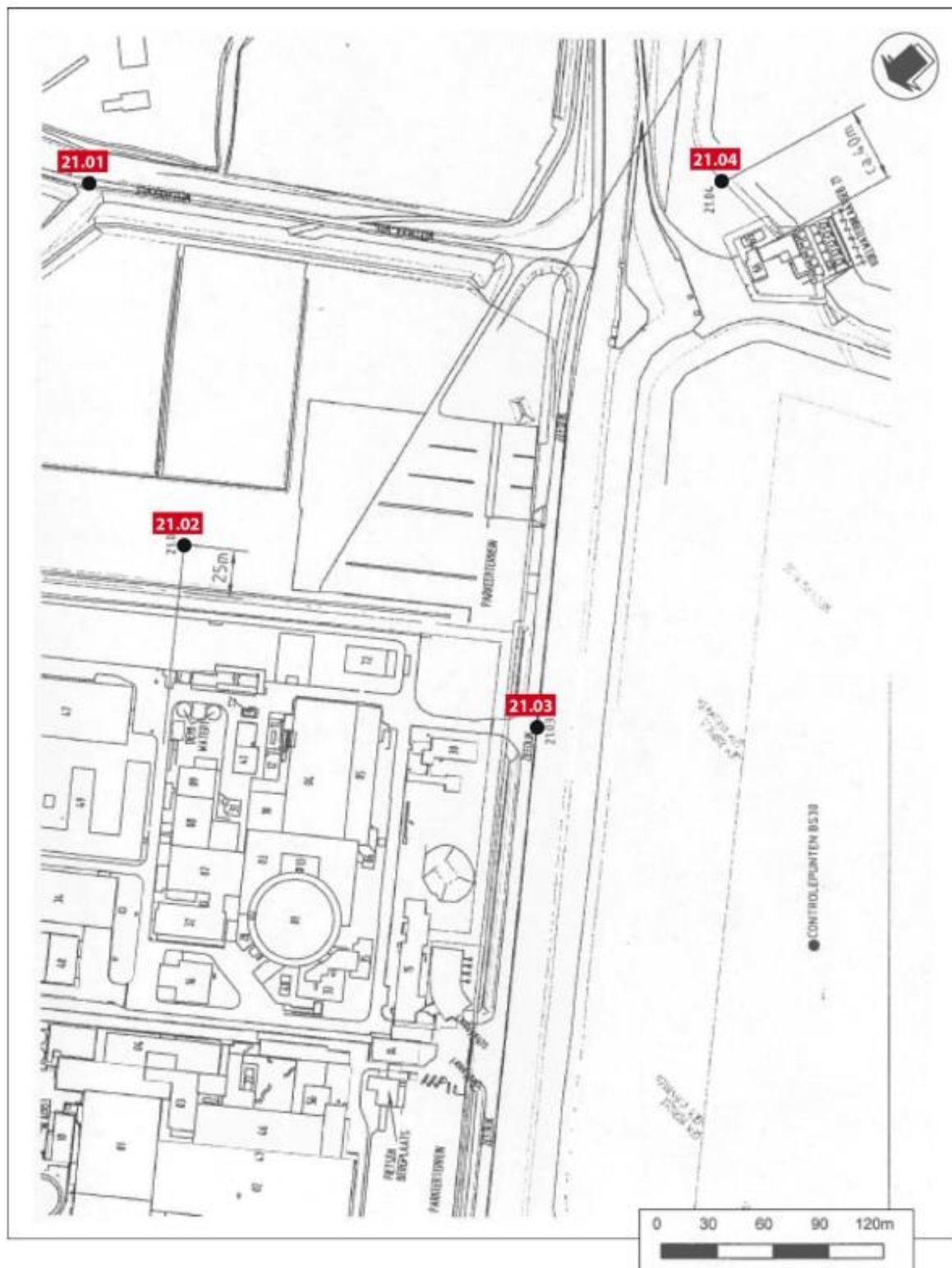
Tijdens de jaarlijkse splijststofwisselperiode is de kerncentrale buiten gebruik voor het wisselen van de splijststofelementen en voor onderhoud. De meeste van voornoemde geluidbronnen zijn dan tijdelijk of geheel uitgeschakeld. Het in- en uitbedrijfstellen van de centrale kan tot een afwijkende geluidemissie leiden. De hoogste geluidemissie treedt op bij het tegelijkertijd testen van het bijschakelen van drie noodstroomaggregaten. Dit betreft een incidentele bedrijfssituatie die in principe één keer per jaar optreedt.

12.4.2 Geluidvoorschriften vigerende vergunning Kernenergiewet

De vigerende vergunning op grond van de Kernenergiewet is de revisievergunning van 12 juli 2016, laatstelijk gewijzigd op 12 december 2022. Bij de vergunningverlening is getoetst of de kerncentrale, rekening houdend met de optelling met het geluid van de op het industrieterrein gevestigde inrichtingen en de voor nog in te vullen kavels vastgestelde gebiedswaarden, inpasbaar is in de zone en de geldende grenswaarden bij woningen in de zone. Bij de vergunningverlening zijn dus de grenswaarden voor de gezamenlijke geluidbelasting in acht genomen. De geluidemissie in dB(A) per vierkante meter voor de kerncentrale is in de considerans van de vergunning niet vermeld. Gezien de door de zonebeheerder uitgevoerde toets aan de geluidzone mag echter worden aangenomen dat de kerncentrale voldoet aan de gebiedswaarde van 64,5 dB(A)/m² in de dag- en avondperiode en 62,5 dB(A)/m² in de nachtperiode zoals vastgelegd in het 'Akoestisch inrichtingsplan Industrieterrein Vlissingen-Oost 2014', behorende bij 'Beleidsregel zonebeheersysteem Industrieterrein Vlissingen-Oost 2008 Provincie Zeeland'.

De geluidvoorschriften in de revisievergunning van 2016 zijn in deze paragraaf samengevat.

Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau ($L_{A,T}$) vanwege Kerncentrale Borssele mag op de in Figuur 12-2 weergegeven punten niet hoger zijn dan de in Tabel 12-3 vermelde waarden.



Figuur 12-2 Meetpunten geluid conform revisievergunning van 12 juli 2016

Tabel 12-3 Geluidvoorschrift langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$

Meetpunt	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ in dB(A)		
	Dagperiode 07.00-19.00 uur	Avondperiode 19.00-23.00 uur	Nachtperiode 23.00-07.00 uur
Meetpunt 21.01	44	44	44
Meetpunt 21.02	56	56	56
Meetpunt 21.03	62	62	62
Meetpunt 21.04	60	60	60

Voor de regelmatig optredende afwijkende bedrijfsomstandigheden van het in- en uitbedrijfstellen van de kerncentrale en het proefdraaien van de noodstroomdiesels mag het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau (zonder bedrijfsduurcorrectie) niet meer bedragen dan voornoemde niveaus verhoogd met 8 dB(A).

Het maximale geluidniveau L_{Amax} vanwege optredende piekgeluiden mag op de meetpunten niet meer dan 10 dB(A) hoger zijn dan de in Tabel 12-3 vermelde waarden voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau. Dit geldt niet voor laad- en losactiviteiten inclusief aan- en afvoerbewegingen en onderhoud aan gebouwen en infrastructuur voor zover dit plaatsvindt tussen 07.00 en 19.00 uur.

Elke vijf jaar dienen er op de in Figuur 12-2 weergegeven meetpunten geluidmetingen te worden verricht om te controleren of aan voornoemde geluideisen wordt voldaan.

12.4.3 Optredende geluidniveaus Kerncentrale Borssele

Elke vijf jaar wordt door geluidmetingen op voornoemde meetpunten gecontroleerd of de kerncentrale voldoet aan de vergunde geluidniveaus. In de laatste tien jaar zijn er metingen verricht in 2015, 2016 en 2021. Tussentijds zijn in 2017 ook geluidberekeningen verricht op basis van een geactualiseerd rekenmodel voor de kerncentrale en het industrieterrein. De uitgangspunten en resultaten van deze metingen en berekeningen zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

- Geluidmetingen september 2015:
'Nalevingscontrole vergunningvoorschriften met betrekking tot geluid Kernenergiecentrale Borssele (BS-30)', rapportnummer FJ 1883-1-RA van Peutz d.d. 28 september 2015.
- Geluidmetingen oktober 2016:
'N.V. EPZ Kernenergiecentrale Borssele (BS-30). Nalevingscontrole geluidvoorschriften in Kew-vergunning; Status-quo: oktober 2016', rapportnummer FK 1883-1-RA-001 van Peutz d.d. 8 december 2016.
- Geluidberekeningen januari 2017:
'N.V. EPZ Kernenergiecentrale Borssele (BS30). Akoestisch onderzoek', rapportnummer FK 1883-2-RA van Peutz d.d. 7 februari 2017.
- Geluidmetingen september 2021:
'Nalevingscontrole van geluidvoorschriften in Kew-vergunning, Kernenergiecentrale Borssele (BS30)', rapportnummer FP 1883-2-RA van Peutz d.d. 8 november 2021.

De resultaten van voornoemde metingen en berekeningen zijn samengevat in Tabel 12-4. Op basis hiervan lijkt het geluidniveau op meerdere meetpunten sinds 2015 in meer of mindere mate te zijn toegenomen. Hier moet echter de kanttekening bij worden geplaatst dat in het rapport van 2021 is vermeld dat de resultaten van de metingen zijn beïnvloed door een zeer sterke, aanhoudende wind. Het gemeten geluidniveau werd hierdoor niet alleen bepaald door de kerncentrale, maar ook door windgeruis in bomen en windgeruis op de microfoon. Uit de rapportage blijkt dat met name op de meetpunten 21.01 en 21.02 het gemeten geluidniveau hoofdzakelijk werd bepaald door windgeruis van de daar aanwezige bomen. Op meetpunt 21.01 werd het gemeten geluidniveau tevens bepaald door het 380 kV hoogspanningsstation van TenneT. Op basis van eerder gemeten relaties tussen het geluidniveau op de meetpunten 21.01 en 21.02 wordt in de rapportage van 2021 geconcludeerd dat er mag worden aangenomen dat het geluidniveau vanwege alleen de kerncentrale op meetpunt 21.01 ruimschoots lager is dan 43 dB(A). De in 2017 voor de kerncentrale berekende geluidniveaus lijken gezien het aanwezige stoorgeluid in goede overeenstemming met de in 2021 gemeten geluidniveaus.



Rekening houdend met voornoemde kanttekeningen wordt op basis van voornoemde onderzoeken geconcludeerd dat Kerncentrale Borssele ruimschoots aan de vigerende geluidvoorschriften voldoet.

Meetpunt 21.01 bevindt zich aan de Weelhoekweg op circa 40 meter afstand van de dichtst bij de kerncentrale gelegen woning. Dit betekent dat het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau vanwege de kerncentrale ter plaatse van de dichtstbijzijnde woning niet meer dan 44 dB(A) in de dag-, avond- en nachtperiode bedraagt. Deze woning ligt in de geluidzone van het industrieterrein Vlissingen-Oost.

Tabel 12-4 Gemeten, berekend en vergund langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{A,r,LT}$ vanwege Kerncentrale Borssele

Meetpunt **Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{A,r,LT}$ [dB(A)] in de dag-, avond- en nachtperiode**

	Geluidmetingen september 2015	Geluidmetingen oktober 2016	Berekend januari 2017	Geluidmetingen september 2021	Vergund
Meetpunt 21.01	44 à 45	42	44,0	51 à 52 (< 43)*	44
Meetpunt 21.02	50	49	52,5	55**	56
Meetpunt 21.03	50	48	54,8	54	62
Meetpunt 21.04	52	52	54,5	56	60

* Op meetpunt 21.01 werd het gemeten geluidniveau hoofdzakelijk bepaald door windgeruis van de daar aanwezige bomen en door het 380 kV hoogspanningsstation van TenneT. Op basis van eerder gemeten relaties tussen het geluidniveau op de meetpunten 21.01 en 21.02 wordt in de rapportage van 2021 geconcludeerd dat er mag worden aangenomen dat het geluidniveau vanwege alleen de kerncentrale op meetpunt 21.01 ruimschoots lager is dan 43 dB(A).

** Op meetpunt 21.02 werd het gemeten geluidniveau hoofdzakelijk bepaald door windgeruis van de daar aanwezige bomen.

12.4.4 Grensoverschrijdende effecten

Er zijn voor het geluid van Kerncentrale Borssele geen grensoverschrijdende effecten te verwachten. Het geluid voldoet lokaal aan de gestelde grenswaarden en de reikwijdte van het geluid is beperkt, waarbij het dus onwaarschijnlijk is dat er voorbij de landsgrens geluideffecten optreden.

12.5 Extrapolatie milieusituatie

12.5.1 Te verwachten ontwikkelingen

In de directe omgeving van Kerncentrale Borssele zijn diverse andere energieprojecten in ontwikkeling. Dit betreft het converterstation voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha, het converterstation voor het Net op zee Nederwiek 1 en het 380 kV hoogspanningsstation omgeving Sloegebied.

Rondom het industrieterrein Vlissingen-Oost is een geluidzone vastgesteld waarmee een grens is gesteld aan de gezamenlijke geluidbelasting van alle op het industrieterrein gevestigde en te vestigen inrichtingen. Om te waarborgen dat alle kavels op het industrieterrein met activiteiten uit de bestemde milieucategorieën kunnen worden ingevuld is voor het beheer van de beschikbare geluidruimte op het industrieterrein een beleidsregel vastgesteld. Dit is de 'Beleidsregel zonebeheersysteem Industrieterrein Vlissingen-Oost 2008 Provincie Zeeland'. Als onderdeel van de beleidsregel hebben Gedeputeerde Staten van Zeeland op 9 december 2014 het 'Akoestisch inrichtingsplan Industrieterrein Vlissingen-Oost 2014' vastgesteld. Dit inrichtingsplan regelt de feitelijke verdeling van de geluidruimte op het industrieterrein. Hiertoe is het industrieterrein opgedeeld in een aantal gebieden. Voor ieder gebied is een bepaalde hoeveelheid geluidruimte beschikbaar, de zogenaamde gebiedswaarde. Hiermee wordt geregeld dat het gehele industrieterrein Vlissingen-Oost kan worden ingevuld, waarbij tevens een geluidbelasting van gezamenlijk ten hoogste 50 dB(A) etmaalwaarde op de zonegrens wordt gerespecteerd. Doordat voor iedere kavel op het industrieterrein een geluidbudget – de gebiedswaarde – is vastgesteld en alle ontwikkelingen op het industrieterrein de gebiedswaarden moeten respecteren zullen deze elkaars ontwikkeling niet (relevant) beïnvloeden en zal de gezamenlijke geluidbelasting de vastgestelde geluidzone en grenswaarden bij woningen in de zone respecteren.



12.5.2 Extrapolatie

Exploitatie van de Kerncentrale Borssele na 2023 heeft naar verwachting geen of beperkte gevolgen voor het milieuaspect geluid. Het is niet duidelijk of door de bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale bestaande geluidbronnen wijzigen of nieuwe geluidproducerende installaties worden geïntroduceerd. Als dit echter het geval zou zijn zal de kerncentrale de voor de betreffende kavel vastgestelde gebiedswaarde moeten respecteren. Ook zal het gezamenlijke geluid van de kerncentrale met de rest van het industrieterrein de vastgestelde geluidzone en grenswaarden bij woningen in de zone moeten respecteren.

Bij eventuele aanpassingen aan de centrale voor verlenging van de exploitatietermijn kan ook de geluidbelasting op geluidgevoelige gebouwen in de bouwfase van belang zijn. Hier is op dit moment nog niets over bekend. Het lijkt echter aannemelijk dat voor eventuele bouwwerkzaamheden kan worden voldaan aan de geluidnormen van het Besluit bouwwerken leefomgeving. Dit zal in de toekomst echter nader moeten worden onderzocht.

12.6 Doorkijk MER Fase 2

Ten tijde van MER Fase 2 zal duidelijk zijn of er eventuele technische aanpassingen aan de kerncentrale noodzakelijk zijn. Er dient dan te worden beoordeeld of dit relevante gevolgen heeft voor de geluidbelasting op de omgeving en op de geluidzone.

Dit dient zich op zowel de exploitatiefase als op eventuele bouwwerkzaamheden te richten. Eventuele knelpunten en of kennisleemtes worden in kaart gebracht en een agenda met milieuaandachtspunten voor het vervolg wordt opgesteld.

Daarnaast moet rekening gehouden worden met eventueel veranderende grenswaarden voor geluid. Op dit moment gelden de waarden zoals deze zijn vastgelegd in de vroegere Wet geluidhinder nog, maar door de Omgevingswet en het tot stand komen van een ingevuld Omgevingsplan kan dit toetsingskader in de toekomst wijzigen.

12.6.1 Voornaamste milieuaandachtspunten

Voor de kavel waarop de kerncentrale is gevestigd is in het 'Akoestisch inrichtingsplan Industrieterrein Vlissingen-Oost 2014' is een gebiedswaarde vastgelegd van 64,5 dB(A)/m² in de dag- en avondperiode en 62,5 dB(A)/m² in de nachtperiode. Met het akoestisch inrichtingsplan is geregeld dat het gehele industrieterrein Vlissingen-Oost kan worden ingevuld, waarbij tevens een geluidbelasting van gezamenlijk ten hoogste 50 dB(A) etmaalwaarde op de zonegrens wordt gerespecteerd. De toetsing aan de gebiedswaarde en de inpassing in de geluidzone is voor de exploitatiefase het belangrijkste milieuaandachtspunt.



13 Milieuaandachtspunten

Het laatste hoofdstuk van dit mer bevat een overzicht van de verkenning welke in de voorgaande hoofdstukken vorm heeft gekregen. In de volgende paragrafen worden de volgende punten per deelaspect inzichtelijk gemaakt:

- Een extrapolatie op hoofdlijnen voor de periode na 2033.
- Een agenda met milieuaandachtspunten (niet limitatief) voor een vervolg.

13.1 Algemeen

In onderhavig MER is de huidige situatie rondom KCB beschreven. Activiteiten zoals het inzuigen en lozen van koelwater, verontreiniging en stikstofdepositie kunnen in potentie effect hebben op het milieu. Op basis van de resultaten van MER Fase 1 kan geconcludeerd worden dat er op voorhand geen directe belemmeringen zijn voor de beoogde wetswijziging. In MER Fase 2 dienen alle milieueffecten opnieuw beschouwd en beoordeeld te worden, ten behoeve van de vergunningsaanvraag van de beoogde bedrijfsduurverlenging zelf.

Zoals beschreven in paragraaf 1.2.2 bevat dit MER Fase 1 geen uitgebreide analyse van de bestaande rechten van KCB. Het is echter wel belangrijk om voor MER Fase 2 te bepalen in hoeverre er nog bestaande rechten zijn na 2033 en na aanpassing van art. 15a Kew. Op basis van de uitkomst van de lopende technische haalbaarheidsstudies en de manier waarop de exploitatie van KCB wordt voortgezet dienen bestaande rechten in kaart gebracht te worden.

In de omgeving van KCB wordt aan meerdere energieprojecten van de rijksoverheid gewerkt. Dit MER bevat een beschrijving van de cumulatieve effecten van KCB en haar omgeving. De mogelijke bedrijfsduurverlenging van KCB kan worden ingepast met de industriële ontwikkelingen, mits maatregelen worden genomen om lokale knelpunten in het hoogspanningsnet op te lossen.⁵¹ Op het moment van schrijven van MER Fase 1 is het Ministerie van EZK bezig met het uitbreiden van haar omgevingsmanagers in de regio Borssele, en vinden er verkennende gesprekken plaats hoe alle huidige projecten en de toekomstige projecten in samenhang beschouwd kunnen worden. Deze samenhang zal o.a. in MER Fase 2 moeten worden beschouwd.

In Tabel 13-1 zijn op hoofdlijnen de aandachtspunten voor Fase 2 per deelaspect benoemd.

Tabel 13-1 Aandachtspunten voor Fase 2 per deelaspect

Deelaspect	Behoeft aandacht
Natuur	Behoeft significant aandacht, specifiek soort- en gebiedsbescherming.
Stralingsbescherming	Behoeft aandacht, dient in alle gevallen conform wet- en regelgeving te zijn.
Nucleaire veiligheid	Behoeft aandacht, dient in alle gevallen conform wet- en regelgeving te zijn.
Water	Behoeft aandacht, specifiek waterkwaliteit (ook in relatie tot deelaspect Natuur).
Veiligheid en gezondheid	Behoeft aandacht, dient in alle gevallen conform wet- en regelgeving te zijn.
Bodem	Behoeft geen extra aandacht, dient in alle gevallen conform wet- en regelgeving te zijn.
Geluid	Behoeft geen extra aandacht, dient in alle gevallen conform wet- en regelgeving te zijn.

⁵¹ [Netinpassing nieuwe kerncentrales Borssele en Maasvlakte onderzocht \(tennet.eu\)](https://tennet.nl/netinpassing-nieuwe-kerncentrales-borssele-en-maasvlakte-onderzocht)



13.2 Natuur

Ecosystemen zijn complex. Er vinden constant veranderingen plaats, onder meer als gevolg van variaties op abiotisch vlak en invloeden van de mens. Diverse factoren zullen veranderingen teweegbrengen in de toekomstige ecologische toestand rond KCB. Duidelijke positieve of negatieve trends voor levensgemeenschappen in de toekomst kunnen daarom niet met voldoende zekerheid worden voorspeld. Als uitgangspunt wordt aangehouden dat zowel negatieve als positieve factoren een rol spelen, en dat de toestand van de levensgemeenschappen zich op eenzelfde wijze voortzet. Voor de meeste levensgemeenschappen blijft de toestand dus wisselend. Enkel voor de zeezoog dieren blijft de (geëxtrapoleerde) toestand overwegend positief, waarbij accumulatie van verontreinigde stof wel een aandachtspunt blijft vormen.

Een aantal activiteiten van KCB, met name het onttrekken en lozen van koelwater, verontreiniging en stikstofdepositie, oefenen in potentie een relatief hoge druk uit op het ecosysteem. Dit benadrukt de noodzaak voor een ecologische beoordeling in groter detail in MER Fase 2. **Stikstofdepositie** vormt een nader te onderzoeken criterium voor MER Fase 2 onderdeel ecologie. Daarbij zijn ook eventuele doorwerkende effecten op dieren relevant. **Onttrekken en lozen van koelwater** vormt een belangrijk nader te onderzoeken criterium voor MER Fase 2 onderdeel ecologie. **Verontreiniging** vormt in zijn algemeenheid een aandachtspunt voor MER Fase 2 ten aanzien van ecologie. In het bijzonder voor zeezoogdieren, zij zijn zeer gevoelig voor de accumulatie van verontreinigde stoffen.

Een nadere beoordeling is noodzakelijk in het kader van Natura 2000, KRW, Flora en Fauna en NNZ. Dit zal onderdeel vormen van MER Fase 2. Belangrijk (juridisch) aspect hierbij is eventueel bestaand recht van KCB. Het kan van grote invloed zijn op de vereiste inhoud van de ecologische beoordelingen in MER Fase 2. In MER Fase 2 kunnen indien nodig mitigerende maatregelen onderzocht en aangedragen worden. Dit zijn maatregelen die eventuele significant negatieve effect vereffenen of verzachten.

13.3 Stralingsbescherming tijdens reguliere bedrijfsvoering

Als de bedrijfsvoering van de kerncentrale Borssele na 2033 wordt voortgezet, is te verwachten dat, op een vergelijkbare wijze als nu, voldaan zal blijven worden aan alle wettelijke eisen ten aanzien van stralingsbescherming, inclusief de eisen betreffende emissies naar lucht en water.

Bij plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales, is het aan de initiatiefnemers daarvoor om aan te tonen dat hun invloed op de omgeving ten aanzien van stralingsbescherming voldoende laag zal zijn en zal voldoen aan de betreffende regelgeving.

Er zijn geen knelpunten en/of kennisleemtes geïdentificeerd als milieuaandachtspunten voor MER Fase 2 ten aanzien van de bedrijfsperiode na 2033 voor het deelaspect Stralingsbescherming.

13.4 Nucleaire veiligheid

KCB voldoet in de huidige situatie aan de wettelijke criteria ten aanzien van de beheersing van ontwerpgevallen en de eventuele radiologische gevolgen daarvan, en ten aanzien van de risicocriteria voor het individueel en groepsrisico voor de buitenontwerpgevallen. De hieraan ten grondslag liggende veiligheidsanalyses zullen voor de bedrijfsvoering na 2033 vernieuwd dienen te worden op basis van de dan geldende regelgeving en richtlijnen.

Klimaatverandering heeft impact op de zeewater- en luchttemperatuur, de stijging van de zeespiegel, en extreme weersituaties. Voor de huidige situatie is aangetoond dat de koelsystemen van KCB, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke watertemperatuur voldoende kunnen koelen. Ook is voor de huidige situatie is aangetoond dat KCB voldoende beschermd is tegen zeewater en overstroming. Voor een langere bedrijfsduur na 2033 zullen deze aspecten voor de dan te veronderstellen maximaal mogelijke watertemperatuur en de maximale zeewaterniveaus moeten worden aangetoond.

Bij plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales, is het aan de initiatiefnemers daarvoor om aan te tonen dat hun invloed op de nucleaire veiligheid van KCB voldoende laag zal zijn



Voordat KCB na 2033 in bedrijf kan blijven zal voor alle systemen, structuren en componenten met een nucleaire veiligheidsfunctie aangetoond moeten worden dat deze beschikbaar en betrouwbaar zijn voor de voorziene bedrijfsvoeringperiode. Dit wordt gedaan aan de hand van technische onderzoeken, veiligheidsstudies conform de dan vigerende wet, regelgeving en richtlijnen onder toezicht van ANVS als toezichthouder.

Bovenstaande extrapolatie leidt tot de volgende milieuaandachtspunten voor MER Fase 2 ten aanzien van de bedrijfsperiode na 2033:

- Up-to-date maken van de veiligheidsanalyses ten behoeve van de toetsing van de beheersing van ontwerp-ongevallen en de eventuele radiologische gevolgen daarvan, en van de risicocriteria voor het individueel en groepsrisico voor de buitenontwerp-ongevallen.
- Up-to-date maken van de toetsing van de eventuele de grensoverschrijdende effecten van ongevallen.
- Aantonen dat de veiligheidsrelevante koelsystemen, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke watertemperatuur van het Westerschelde water voldoende kunnen koelen om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Aantonen dat de koeling van de lucht in de veiligheidsrelevante gebouwen, ook in ongevalssituaties, bij de maximaal mogelijke luchttemperatuur voldoende kan koelen om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Aantonen dat voldoende bescherming van KCB aanwezig is tegen de te veronderstellen maximale zeewaterniveaus om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Aantonen dat voldoende bescherming van KCB aanwezig is tegen de te veronderstellen maximale windsnelheden om de nucleaire veiligheid te waarborgen.
- Aantonen dat de effecten van veroudering van systemen, componenten en structuren met een nucleaire veiligheidsfunctie beheerst worden voor de beoogde bedrijfsduurverlenging.
- Aantonen dat naast de technische aspecten van veroudering ook de organisatorische, procedurele en administratieve aspecten voldoende zijn behandeld in het LTO programma.

13.5 Water

Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en is neerslag minder voorspelbaar, met drogere zomers en nattere winters (extreme weersomstandigheden). Deze veranderingen kunnen van invloed zijn op het functioneren van de kerncentrale Borssele. Door de stijging van de watertemperatuur kan het moeilijker worden om water uit de Westerschelde te gebruiken voor koeling. Dit kan ertoe leiden dat er beperkt water mag worden onttrokken. Daarnaast kan het lozen van water uit het koelwatersysteem ook een probleem worden, omdat het leidt tot het lozen van meer warmte in al warme water.

Vanwege klimaatverandering hebben we vaker te maken met warmere, drogere zomers. Dit leidt tot droogte en een afname in de beschikbaarheid van grond- en oppervlaktewater. Dit heeft een negatieve invloed op zowel de waterkwaliteit als de waterkwantiteit. Eventuele toekomstige beperkingen ten aanzien van de onttrekking van (zout) grondwater kunnen gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van het nood-koelwatersysteem van de kerncentrale. Klimaatverandering heeft mogelijk ook een negatief effect op recreatie, vooral vanwege de invloed op waterkwaliteit. Tijdens droogte en periode van lage afvoer nemen de concentraties van (chemische) stoffen in het water toe. Dit heeft invloed op de zwemwaterkwaliteit van de zwemlocatie, de Kaloot, direct ten westen van KCB.

Waterkwaliteit is het voornaamste milieuaandachtspunt voor het milieuaspect Water. Een wateremissietoets bij een eventuele toekomstige vergunningverlening geeft gedetailleerd inzicht in de effecten van de koelwaterlozing op de waterkwaliteit van de Westerschelde. Daarnaast is het modelleren van de warmtepluim en lozingspluim nodig om het bereik van de effecten van de koelwaterlozing beter te begrijpen.

13.6 Veiligheid en gezondheid

Bij voortzetting van de bedrijfsvoering op de huidige wijze, zijn er geen veranderingen in de effecten van de conventionele aspecten te verwachten. Er zijn geen milieuaandachtspunten voor MER Fase 2.



13.7 Bodem

De bescherming van de bodemkwaliteit is vastgelegd in vigerende wet- en regelgeving. EPZ houdt zich aan de maatregelen en voorzieningen uit de afgegeven vergunningen, zodoende hebben bodembedreigende activiteiten geen gevolgen. Een verslechtering van de bodemkwaliteit is in de toekomst niet te verwachten. Mocht bij incidenten of de bodembedreigende activiteiten aantoonbaar een bodemverontreiniging ontstaan, dan is zorgplicht van toepassing. Bodemverontreinigingen ontstaan na 2023 moeten gesaneerd worden. Er zijn geen milieuaandachtspunten voor MER Fase 2.

13.8 Geluid

Exploitatie van de Kerncentrale Borssele na 2023 heeft naar verwachting geen of beperkte gevolgen voor het milieuaspect geluid. Het is niet duidelijk of door de bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale bestaande geluidbronnen wijzigen of nieuwe geluidproducerende installaties worden geïntroduceerd. Als dit het geval zou zijn zal de kerncentrale de voor de betreffende kavel vastgestelde gebiedswaarde moeten respecteren. Ook zal het gezamenlijke geluid van de kerncentrale met de rest van het industrieterrein de vastgestelde geluidzone en grenswaarden bij woningen in de zone moeten respecteren. De toetsing aan de gebiedswaarde en de inpassing in de geluidzone is voor de exploitatiefase het belangrijkste milieuaandachtspunt.



14 Bibliografie

- ADR. (2023). *Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*.
- ANVS. (2021). *Handreiking tienjaarlijkse evaluatie nucleaire installaties*.
- ANVS. (2023). *KERNENERGIEWETVERGUNNING VERLEEND AAN STICHTING VOORBEREIDING PALLAS-REACTOR (VERDER: PALLAS) IN VERBAND MET DE OPRICHTING VAN DE PALLAS-REACTOR - 2023*.
- ANVS. (4 dec 2018; ANVS-2018/20254). *Ambsthalve wijzigingsvergunning o.g.v. de kernenergiewet verleend aan N.V. EPZ t.b.v de kernenergiecentrale Borssele i.v.m. WENRA reference levels en daarbij horende voorgaande documenten*. Den Haag: ANVS.
- ANVS. (8-03-2013). *Beschikking ten behoeve van verlenging van de ontwerpbedrijfsduur Kerncentrale Borssele (Long Term Operation)*. DETM-PDNIV/13018780.
- ANVS. (Maart 2020). *ANVS Handreiking Niveau-3 PSA*.
- COVRA. (bezocht maart 2024). <https://www.covra.nl/nl/downloads/opera/>.
- COVRA. (oktober 2022). *Nationale Radioactief Afval Inventarisatie*.
- (2002). *Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningsverlening Ioniserende straling, A. Lozingen in lucht en water (DOVIS-A)*. RIVM.
- ENW-Advies. (2019). *Houdbaarheid Nederlandse waterveiligheidsstrategieën bij versnelde zeespiegelstijging*.
- EPZ. (sd). Opgeroepen op 12 1, 2023, van <https://www.blikindebol.nl/>
- EPZ. (20-07-2015). *Voortdurend verbeteren - Modificaties Kerncentrale Borssele sinds 1973*.
- EPZ. (2015). *Veiligheidsrapport*.
- EPZ. (2017-2022). *Milieujaarverslagen Kerncentrale Borssele 2017-2022*.
- EPZ. (2021). *Milieujaarverslag Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (23 juli 2020). *brief levensduurverlening kerncentrale aan minister van economische zaken en klimaat, DIR/CWO/ROO/B2000031*.
- EPZ. (PO-N08-31, maart 2019). *Milieujaarverslag 2018 Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (PO-N08-31, maart 2020). *Milieujaarverslag 2019 Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (PO-N08-31, maart 2021). *Milieujaarverslag 2020 Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (PO-N08-31, maart 2022). *Milieujaarverslag 2021 Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (PO-N08-31, maart 2023). *Milieujaarverslag 2022 Kerncentrale Borssele*.
- EPZ. (versie 1, november 2015). *Veiligheidsrapport Kernenergiecentrale Borssele (VR15)*.
- Espoo. (25 februari 1991). *Verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband*.
- European Union. (19 juli 2011). *Europese richtlijn (2011/70/Euratom) tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval*. EU.
- European Union. (2014). *Richtlijn 2014/87/EURATOM van de raad van 8 juli 2014 houdende wijziging van Richtlijn 2009/71/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties*. EU.
- Gedeputeerde Staten van Zeeland. (1984). *Vergunning op grond van Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) voor het lozen van afvalwater op de Westerschelde*.
- IAEA. (2010). *IAEA Specific Safety Guide SSG-3 Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants*. Wenen: IAEA.
- IAEA. (2013). *IAEA Specific Safety Guide SSG-25 Periodic Safety Review for nuclear power plants*.
- IAEA. (2018). *IAEA Specific Safety Guide SSG-48 Ageing mangement and development of a programme for Long Term Operation of Nucleair Power Plants*.



- IAEA. (SSG-48, 2018). *Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants*.
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2024). *Abiotische factoren - Hoe kan klimaatverandering het water zelf veranderen?* Opgehaald van Kennisportaal Klimaatadaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/stedelijke-waterkwaliteit/invloed-klimaatverandering-ecologische-kwaliteit/abiotische-factoren/>
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2024). *Recreatie en toerisme*. Opgehaald van Kennisportaal Klimaatadaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/recreatie-toerisme/>
- Klimaat.be. (2024). *Impact op oceanen*. Opgehaald van Klimaat.be: <https://klimaat.be/klimaatverandering/waargenomen-veranderingen/oceanen>
- Klimaat-effectatlas. (2023). *Kaartviewer*. Opgehaald van Klimaat-effectatlas: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>
- KNMI. (2024). *Uitleg voor droogte*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/droogte>
- Linnerud, K. M. (2011). The Impact of Climate Change on Nuclear Power Supply. *The Energy Journal*, 149-168.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016). *Nederlandse nationale programma radioactief afval (NPRA)*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Stroomgebiedbeheerplannen Rijn, Maas, Schelde en Eems 2022 – 2027*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). *KRW-factsheet*. Opgehaald van Waterkwaliteitsportaal: https://waterkwaliteitsportaal.overheidsbestanden.nl/factsheets/Factsheets%202023/Oppervlaktewater/factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Waterstaat_Rijkswaterstaat_2023-09-20.pdf
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (april 2021). *Landelijk Crisisplan Straling*.
- Nederlandse Overheid. (2018). *Regeling nucleaire drukapparatuur*.
- Nederlandse Overheid. (2020). *Warenwetbesluit drukapparatuur 2016*.
- Nederlandse overheid. (2023). *ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*.
- Nederlandse Overheid. (21 febr. 1963). *Kernenergiewet*. minister van Economische zaken, onderwijs, kunst en wetenschappen, sociale zaken en volksgezondheid en justitie.
- Nederlandse overheid. (23 oktober 2017). *Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*. minister van infrastructuur en milieu, sociale zaken en werkgelegenheid en volksgezondheid, welzijn en sport.
- Nederlandse Overheid. (23-10-2017). *Verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband, Espoo, 25-02-1991*.
- Nederlandse Overheid. (4 sept 1969). *Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bske)*. Den Haag: Ministers van Economische Zaken en van Sociale Zaken en Volksgezondheid.
- Nederlandse Overheid. (6 juni 2017). *Regeling nucleaire veiligheid kerninstallaties*. Minister van Infrastructuur en Milieu en Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- Nederlandse Overheid. (9 januari 2018). *ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*. ANVS.
- NRC. (2023, 11). Opgehaald van <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/core-damage-frequency.html>
- Overheid.nl. (2024, februari). *Fiche 2: Herziening Kaderrichtlijn Water, Grondwaterrichtlijn en richtlijn Prioritaire Stoffen*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://open.overheid.nl/documenten/rnl-f03c56993790d0e509232fce3f012fd3dcc7f826/pdf>
- Rathenau Instituut. (bezocht maart 2024). <https://www.rathenau.nl/nl/klimaat/regels-voor-berging-van-radioactief-afval-kunnen-beter#:~:text=Begin%202023%20bracht%20het%20Rathenau,dat%20korte%20tijd%20daarna%20verscheen>
- Rijksoverheid. (2009). *Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw)*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/2022-12-21>
- Rijksoverheid. (2024, maart). *OSPAR-verdrag*. Opgehaald van Noordzeeloket: <https://www.noordzeeloket.nl/beleid/mariene-strategie-krm/ospar-verdrag/>
- Rijkswaterstaat. (2004). *CIW beoordelingssystematiek warmtelozing*. Rijkswaterstaat.



- Rijkswaterstaat. (2009). *Brondocument Waterlichaam Westerschelde: Doelen en maatregelen rijkswateren*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Rijkswaterstaat. (2024). *Verdringingsreeks bij watertekort*. Opgehaald van InfoMil:
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/watertekort/verdringingsreeks/>
- Rijkswaterstaat. (2024). *Waterinfo*. Opgehaald van <https://waterinfo.rws.nl>
- Rijkswaterstaat Zee en Delta. (2014). *Wijzigingvergunning Waterwet van de beschikking van N.V. ElektriciteitsProductiemaatschappij Zuid-Nederland (hierna te noemen EPZ) van 21 maart 1984, kenmerk RRW 12507, laatstelijk gewijzigd op 24 februari 2014, kenmerk RWS-2014/8683*. Rijkswaterstaat Zee en Delta.
- RIVM. (2002). *Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningsverlening Ioniserende straling, A. Lozingen in lucht en water (DOVIS-A)*.
- RIVM. (2024). *Gezondheidseffecten van ioniserende straling*. Opgehaald van <https://www.rivm.nl/straling-en-radioactiviteit/blootstelling-en-gezondheidsrisico/gezondheidseffecten-van-ioniserende-straling>
- RIVM. (RIVM letter report 2021-0078, 2021). *Environmental monitoring in the vicinity of the Borssele nuclear power plant - Results 2019 and 2020*.
- RIVM. (RIVM-briefrapport 2020-0021, 2020). *Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit in afvalwater en ventilatielucht van de kernenergie- centrale Borssele – Periode 2019*.
- RIVM. (RIVM-briefrapport 2021-0158, 2021). *Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit in afvalwater en ventilatielucht van de kernenergie- centrale Borssele – Periode 2020-2021*.
- RIVM. (RIVM-briefrapport 2023-0315, 2023). *Stralingsniveaumetingen aan de terreingrens van de EPZ kerncentrale Borssele in 2022*.
- RIVM. (RIVM-briefrapport 2023-0385, 2023). *Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit in afvalwater en ventilatielucht van de kernenergie- centrale Borssele – Periode 2022*.
- RIVM. (RIVM-rapport 2022-0073, 2022). *Radioactieve rest- en afvalstromen in Nederland – een inventarisatie*.
- Strackx, S. (2018, augustus 9). *Ook kerncentrales kreunen onder de hitte*. Opgehaald van EOS Wetenschap:
<https://www.eoswetenschap.eu/technologie/ook-kerncentrales-kreunen-onder-de-hitte>
- Tauw / RPS. (202). *Zwemwaterprofiel Borssele Badstrand*. Rijkswaterstaat Zee en Delta.
- Waterschap Scheldestromen. (2024). *Interactieve kaarten*. Opgehaald van Waterschap Scheldestromen:
<https://scheldestromen.nl/loket/interactieve-kaarten>
- Woodwell, G. M. (1962). *The ecological effects of radiation*.



Bijlage 1 Memorie van Toelichting



Bijlage 2 Uitgangspunten Aeries-berekening KCB



Bijlage 3 Aerijs-berekening KCB



Bijlage 4 Bodemrapportage



Bijlage 5 Samenvatting Bodemdossier



Colofon

MILIEUEFFECTRAPPORT
WIJZIGING VAN DE KERNENERGIEWET

KLANT
Ministerie van Economische Zaken & Klimaat

AUTEUR
Arcadis

PROJECTNUMMER
30154738

ONZE REFERENTIE
VTZFPU2736AS-729723447-928:1.0

DATUM
14 juni 2024

STATUS
Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T [+31 \(0\)88 4261 261](tel:+3120884261261)