

ACHTERGRONDRAPPORT OPPERVLAKTEWATER

Project-MER PALLAS

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor

28 FEBRUARI 2022 - AS3-PUBLIC



Contactpersoon

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Functie van dit achtergrondrapport	5
1.2	Voorgenomen activiteit	5
1.3	Leeswijzer	5
2	ONDERZOEKSMETHODIEK	6
2.1	Onderzoeksopzet	6
2.1.1	Koelwateronttrekking	6
2.1.2	Koelwaterlozing - warmte	6
2.1.3	Koelwaterlozing - waterkwaliteit	6
2.2	Uitgangspunten	7
2.2.1	Koelwateronttrekking	7
2.2.2	Koelwaterlozing – warmte	7
2.2.3	Koelwaterlozing - waterkwaliteit	8
3	BEOORDELINGSKADER	9
3.1	Wettelijk- en beleidskader	9
3.1.1	Koelwateronttrekking en -lozing	9
3.1.2	Waterkwaliteit	9
3.2	Beoordelingskader	12
4	HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	16
4.1	Huidige situatie	16
4.1.1	Koelwateronttrekking	16
4.1.2	Koelwaterlozing – warmte	16
4.1.3	Koelwaterlozing – waterkwaliteit	16
4.2	Autonome ontwikkeling	18
4.2.1	Koelwateronttrekking	18
4.2.2	Koelwaterlozing – warmte	18
4.2.3	Koelwaterlozing - waterkwaliteit	18
5	MILIEUEFFECTEN	19
5.1	Effectbeschrijving	19
5.1.1	Koelwateronttrekking	19
5.1.2	Koelwaterlozing - warmte	20
5.1.3	Koelwaterlozing - waterkwaliteit	20

5.2	Effectbeoordeling	26
6	MITIGERENDE MAATREGELEN	27
6.1	Koelwateronttrekking	27
6.2	Koelwaterlozing - warmte	27
6.3	Koelwaterlozing - waterkwaliteit	27
7	LEEMTEN IN KENNIS	28
7.1	Koelwateronttrekking	28
7.2	Koelwaterlozing – warmte	28
7.3	Koelwaterlozing – waterkwaliteit	28
8	LITERATUURLIJST	29
	BIJLAGE 1 EMISSIE-IMMISSIETOETS	30
	BIJLAGE 2 KOELWATERLOZINGSSTUDIE	37
	COLOFON	39

1 INLEIDING

1.1 Functie van dit achtergrondrapport

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor, verder PALLAS genoemd, heeft het voornemen om een multifunctionele nucleaire reactor te bouwen, die geschikt is voor het produceren van medische isotopen, industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Bij het bestemmingsplan PALLAS-plot is een plan-MER (milieueffectrapport) gevoegd ter onderbouwing.

Als belangrijke volgende stap in de procedures worden de vergunningen georganiseerd onder de Kernenergiewet en de Waterwet. Dit achtergrondrapport is opgesteld ten behoeve van het project-MER dat deze vergunningen moet onderbouwen. In het project-MER zelf is op hoofdlijnen de informatie uit dit achtergrondrapport overgenomen. Dit achtergrondrapport is gebaseerd op het Ontwerpkader, dat ook deel uitmaakt van het project-MER.

1.2 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit voor dit achtergrondrapport is de aanleg en het exploiteren van de PALLAS-reactor. De informatie die nodig is op project-MER niveau is te vinden in het rapport Ontwerpkader, welke als bijlage is toegevoegd aan het project-MER. De hoofdpunten uit het Ontwerpkader zijn:

1. Het PALLAS-project kent een bouwfase, een overgangsfase en een exploitatiefase.
2. De bouwfase is opgedeeld in vijf clusters van bouwactiviteiten, te weten (a) Inrichting Lay Down Area (LDA) en toegangsweg, (b) Constructie secundaire koeling, (c) Bouwkuip, fundering en constructie reactorgebouw, (d) Constructie gebouwen, installatie en infrastructuur en (e) Afronding LDA en inrichting terrein. De bouwfase duurt in totaal ongeveer zes jaar.
3. In de overgangsfase zijn er twee reactoren in bedrijf op de Energy & Health Campus (EHC): de nieuwe PALLAS-reactor en de bestaande Hoge Flux Reactor (HFR).
4. In de exploitatiefase is de PALLAS-reactor in bedrijf en is de HFR buiten bedrijf gesteld.

1.3 Leeswijzer

Na dit eerste hoofdstuk:

- Beschrijft hoofdstuk 2 de gehanteerde onderzoeksmethodiek.
- Geeft hoofdstuk 3 het beoordelingskader.
- Zet hoofdstuk 4 de referentiesituatie uiteen, die bestaat uit de huidige situatie en relevante autonome ontwikkelingen.
- Staan in hoofdstuk 5 de milieueffecten beschreven.
- Somt hoofdstuk 6 op welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn om negatieve milieueffecten te verminderen of op te heffen.
- Presenteert hoofdstuk 7 de geconstateerde leemten in kennis.
- Geeft hoofdstuk 8 inzicht in de bronnen voor dit achtergrondrapport.

2 ONDERZOEKSMETHODIEK

2.1 Onderzoeksopzet

2.1.1 Koelwateronttrekking

Voor de koeling van de HFR wordt gebruik gemaakt van koelwater. Dit geldt ook voor de nieuwe PALLAS-reactor. De hoeveelheid koelwater die nodig is voor de PALLAS-reactor wordt vergeleken met de huidige vergunde situatie en met de capaciteit die voorhanden is. Dezelfde vergelijking wordt gemaakt voor de overgangsfase, waarin de HFR en PALLAS-reactor allebei in werking zijn.¹

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) formuleert de voorwaarden voor de inname van de hoeveelheid zoetwater uit het watersysteem dat in beheer is bij het HHNK, in dit geval het Noordhollandsch Kanaal. Binnen deze randvoorwaarden bepaalt PALLAS of er voldoende capaciteit is en voor welk doel.

2.1.2 Koelwaterlozing - warmte

Voor de beoordeling van de koelwaterlozing is gebruik gemaakt van verschillende numerieke modellen. De ruimtelijke en temporele schalen waarnaar gekeken dient te worden bij de beoordeling van de effecten van de koelwaterlozing op zee verschillen sterk. Enerzijds is er de lokale menging rondom de uitlaat en anderzijds de opwarming over langere tijd langs de Nederlandse kust. Beide combineren in één model leidt tot ofwel zeer lange rekentijden ofwel zeer onnauwkeurige oplossingen. Vandaar dat er in deze studie gebruik is gemaakt van twee numerieke modellen:

- FLOW-3D:
geschikt voor tijdsafhankelijke (vaak ook quasi-stationaire) stroming op kleinere ruimtelijke en temporele schalen.
- Delft3D:
geschikt voor de tijdsafhankelijke stroming op grotere ruimtelijke en temporele schalen.

De volgende vier stappen zijn uitgevoerd voor de koelwaterstudie:

1. Het bestaande, grootschalige Delft3D-model van de Nederlandse kust (Kuststrook) wordt gevalideerd om te kijken of het in staat is om de watertemperatuur van de Noordzee correct te modelleren.
2. Dit model wordt ook gebruikt om de omgevingscondities af te leiden ter plaatse van de koelwater-uitlaat (stroomsnelheden, saliniteit). Omdat de resolutie van het oorspronkelijke model relatief grof is, is er een lokale verfijning toegepast rondom de uitlaat.
3. Middels een CFD-studie (Computational Fluid Dynamics) met FLOW-3D wordt de lokale menging van de koelwaterlozing nabij de uitlaat geanalyseerd op korte tijdschalen. Dit is gedaan voor vier maatgevende condities: winterkentering, zomerkentering, winter maximale getijstroming en zomer maximale getijstroming.
4. Met het grootschalige model onder 2 wordt gekeken hoe de koelwaterlozing(en) zich grootschalig en over langere tijdschalen verspreidt. Dit is gedaan voor twee situaties en elk voor twee relevante condities: overgangsfase winter en zomer en exploitatiefase winter en zomer.

Door voor de laatste twee stappen te kijken naar de vier meest extreme combinaties van condities, wordt inzicht verkregen in de bovengrens van de effecten die kunnen optreden. Hierbij is gekeken naar een wintersituatie, waarbij de temperatuurverschillen tussen koelwater en omgeving maximaal zijn en dus het opdrijvende vermogen het grootst, en een zomersituatie, wanneer de omgevingstemperatuur het warmst is en dus eerder de kritische grens van 25 °C kan worden overschreden, maar tegelijkertijd het temperatuurverschil het kleinst is.

¹ Tijdens de bouwphase is er voor de aanmaak van bentoniet ook water nodig, in totaal circa 10.000 m³. Dit water zal worden gepompt uit de koelwaterkelder van de HFR en is dus extra water afkomstig uit het Noordhollandsch Kanaal. Ten opzichte van de hoeveelheid koelwater voor de HFR is dit dusdanig weinig water, dat hier geen verdere aandacht aan is gegeven.

2.1.3 Koelwaterlozing - waterkwaliteit

Het te lozen koelwater bevat sporen van milieuverontreinigende stoffen, als gevolg van een koelwateradditief. In het secundaire koelwatersysteem wordt door middel van een zoutelectrolyse vrij chloor gedoseerd als aangroeiwerend middel.

Het te lozen koelwater bevat hierdoor resten vrij beschikbaar chloor en schadelijke omzettingsproducten hiervan (vooral chloroform en, onder invloed van geringe achtergrondconcentraties van bromide in het koelwater, bromoform).

Dit kan in potentie gevolgen hebben voor de chemische en/of de ecologische waterkwaliteit. Hiervoor zijn doelstellingen vastgesteld in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (zie paragraaf 3.1.2).

De effecten van de lozing van deze stoffen op de Noordzee worden beoordeeld op basis van het 'Toetsingskader waterkwaliteit', dat onderdeel uitmaakt van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 [1]. Dit generieke toetsingskader wordt onder meer gehanteerd bij de verlening en wijziging van watervergunningen. Het is gericht op het beoordelen van mogelijke verslechtingen als gevolg van fysieke ingrepen of emissies van stoffen. Het toetsingskader bestaat uit twee delen: een deel voor het beoordelen van emissies van stoffen en een deel voor het beoordelen van fysieke ingrepen. De beoordeling van de emissies van stoffen is vastgelegd in het Handboek Immissietoets [2], dat onderdeel uitmaakt van het toetsingskader.

Het lozen van stoffen wordt beoordeeld met de emissie-immissietoets, conform het Handboek Immissietoets. Het aanbrengen van de lozingsconstructie kan worden aangemerkt als fysieke ingreep, met potentiële effecten op aquatische flora en fauna (biologische waterkwaliteit). Hier wordt aan de hand van het toetsingskader waterkwaliteit op ingegaan.

2.2 Uitgangspunten

2.2.1 Koelwateronttrekking

Koelwater ten behoeve van de secundaire koeling van de PALLAS-reactor wordt onttrokken uit het Noordhollandsch Kanaal, met een maximaal debiet van 3.300 m³/uur en 75.000 m³/dag. Het ontwerp maakt een visretourleiding overbodig, maar er wordt wel ruimte voor vrijgehouden.

2.2.2 Koelwaterlozing – warmte

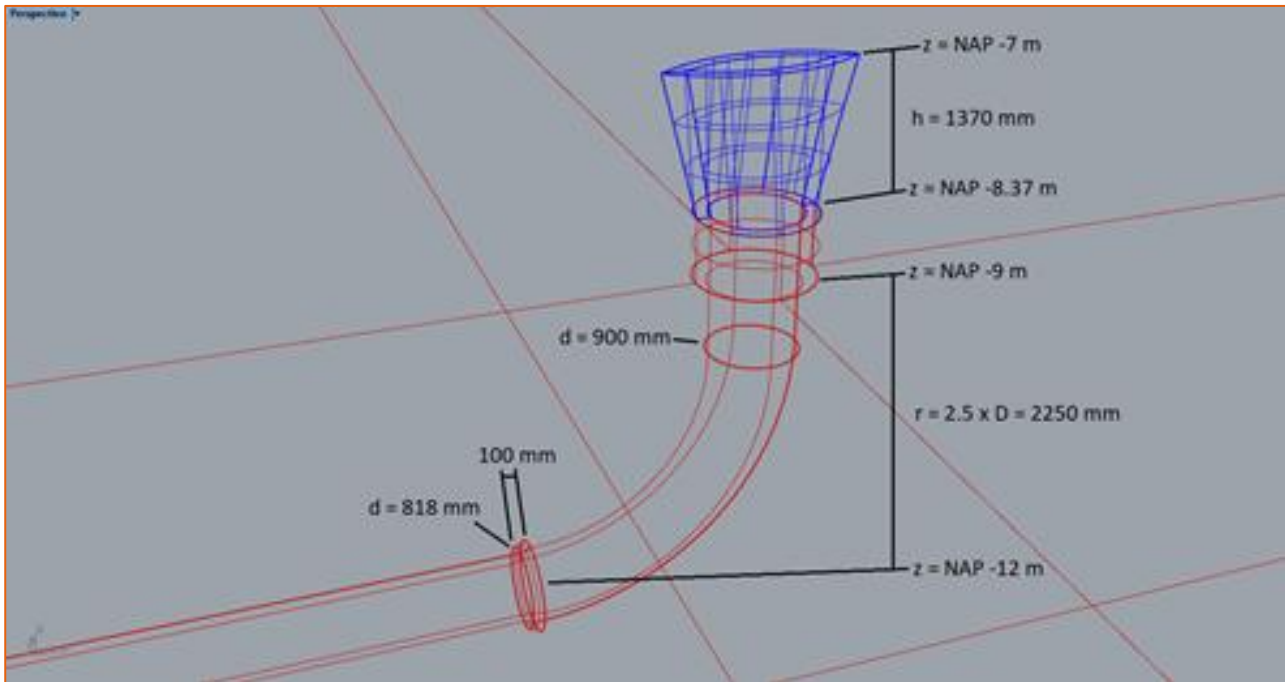
De uitgangspunten voor het aspect Koelwateronttrekking en -lozing zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 *Uitgangspunten koelwaterlozing*

Aspect	Uitgangspunt
Vermogen PALLAS-reactor	25MW _{th}
Lozingsdebiet	Maximaal 3.300 m ³ /uur water (0,92 m ³ /s)
Lozingstemperatuur	Maximaal 35 °C, incidenteel 45 °C
Afstand lozing uit de kust	Ca. 650 m uit de Rijkstrandpalenlijn (RSP)
Waterdiepte	-7 m NAP = 2 m boven bodem van -9 m NAP
Stroomsnelheid zeewater bij de lozing	Tussen 0 m/s (kentering) en 0,85 m/s (maximale vloedstroom)

In overleg met PALLAS is voor de lozingstemperatuur een conservatieve waarde van 45°C aangehouden. De modellering van incidenteel een lozingstemperatuur van 45°C betreft een extreme worst case situatie.

Een dergelijke situatie zal hooguit zeer kortdurend plaatsvinden, omdat met zo een temperatuur de reactor zal worden uitgeschakeld. Het ontwerp van de uitlaat is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 3D CAD model van de uitlaat

Vanaf de kust af gezien, bestaat het ontwerp uit een:

1. Aanvoerleiding met een binnendiameter van 818 mm, met de hartlijn op NAP -12,0 m.
2. Overgangsstuk van binnendiameter 818 mm naar binnendiameter 900 mm, lengte 100 mm.
3. Bochtstuk met een binnendiameter van 900 mm en een bochtstraal van $2,5 \cdot D = 2250$ mm.
4. Recht stuk met een binnendiameter van 900 mm van NAP -9,75 m naar NAP -8,37 m.
5. Duckbill valve, type ProFlex 710 van PROCO om retourstroming de uitlaat in te voorkomen.

2.2.3 Koelwaterlozing - waterkwaliteit

Significante effecten op de waterkwaliteit in het Noordhollandsch Kanaal en de duinwateren in en rond het plangebied zijn niet te verwachten en worden daarom in dit rapport niet beoordeeld. Dit is nader toegelicht in paragraaf 3.1.2.

Het koelwater in het secundaire koelwatersysteem komt niet in contact met radioactieve stoffen. Koelwater wordt voorafgaand aan de lozing gecontroleerd op radioactiviteit. Een verhoogde radioactiviteit is denkbaar als gevolg van een lekkage in een warmtewisselaar tussen het primaire en het secundaire koelwatersysteem. In dat geval kan op basis van de grenswaarden in de Veiligheids-technische Specificaties (VTS) besloten worden tot het afschakelen van de reactor en vervolgens van het koelwatersysteem. De kortdurende lozing van radioactief besmet koelwater die zich in deze calamiteitensituatie voordoet wordt niet voorzien en daarom niet in deze rapportage beoordeeld.

De stromingscondities ter plaatse van het lozingspunt zijn van invloed op de verspreiding van stoffen die in het te lozen water aanwezig zijn. Voor de stromingscondities is gebruik gemaakt van het toetsinstrument van Rijkswaterstaat, behorend bij de Emissie-immissietoets. Door het invullen van de locatie in deze toets wordt de stroomsnelheid uit de onderliggende database gehaald en weergegeven.

De verdere uitgangspunten ten behoeve van waterkwaliteit zijn beschreven in het verslag van de Emissie-immissietoets dat integraal in bijlage 1 is opgenomen.

3 BEOORDELINGSKADER

3.1 Wettelijk- en beleidskader

3.1.1 Koelwateronttrekking en -lozing

Waterwet

Onttrekken en lozen van koelwater heeft een vergunningplicht op grond van de Waterwet. Als warm water geloosd wordt in oppervlaktewater, dan worden in de watervergunning eisen gesteld aan deze lozing om de kwaliteit van het oppervlaktewater te beschermen. Er worden onder meer eisen opgenomen over de maximale warmtevracht van het te lozen water en de hoeveelheid water dat geloosd mag worden. Tevens worden eisen gesteld aan de maximale onttrekking die er plaats mag vinden.

De koelwaterlozing in het kader van de Waterwet is vergunbaar wanneer voor het kustwater het volgende geldt [3]:

- De opwarming blijft beperkt tot 2°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, tot een maximum van 25°C.
- De mengzone, het gebied waarin de temperatuur boven de 25°C uitstijgt, raakt de bodem niet. Als de achtergrondtemperatuur boven de 22°C ligt, geldt dit niet, omdat er dan wordt aangenomen dat de temperatuurgevoelige vissen naar kouder water zijn gemigreerd.

3.1.2 Waterkwaliteit

Europese Kaderrichtlijn Water

Het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie hebben op 23 oktober 2000 de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW) [4] vastgesteld. Het doel van de KRW is om aquatische ecosystemen te beschermen en duurzaam gebruik van water te bevorderen. Verder beoogt de KRW grondwaterverontreiniging te verminderen en de gevolgen van zowel perioden van overstroming als perioden van droogte te verminderen. Een belangrijk uitgangspunt van de KRW is het 'stand still beginsel'. Dat wil zeggen dat na het jaar 2000 geen achteruitgang van de chemische en ecologische toestand van het water mag plaatsvinden.

De KRW schrijft voor dat al het oppervlaktewater uiterlijk in 2027 in een goede chemische en ecologische toestand moet verkeren. Het watersysteem is hiervoor opgedeeld in 'waterlichamen'. Dit zijn hydrologische eenheden met een bepaalde minimum omvang. Het begrenzen van waterlichamen, de typologie en de status aanwijzing (natuurlijke, sterk veranderde of kunstmatige wateren) vormen de basis voor de uitwerking van ecologische doelstellingen. Een waterlichaam met een natuurlijke status heeft een hogere doelstelling dan een kunstmatig of sterk veranderd waterlichaam.

Op Europees niveau zijn normen voor de chemische toestand van water voor een groep prioritaire stoffen vastgelegd. Deze normen gelden uniform voor alle oppervlaktewateren en zijn in Nederland verankerd in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw 2009).

Voor de ecologische toestand van het water moeten normen geformuleerd worden voor biologische kwaliteitselementen, hydromorfologische kenmerken, biologie-ondersteunende fysisch-chemische parameters en voor overige specifieke verontreinigende stoffen. Hiervoor zijn door de lidstaten van de EU zelf normen en doelstellingen opgesteld. De normen voor de overige chemische stoffen gelden voor alle wateren. Deze normen zijn vastgelegd in de Ministeriële regeling monitoring KRW (2010). De overige doelstellingen zijn per waterlichaam afgeleid op basis van landelijke referenties en maatlatten.

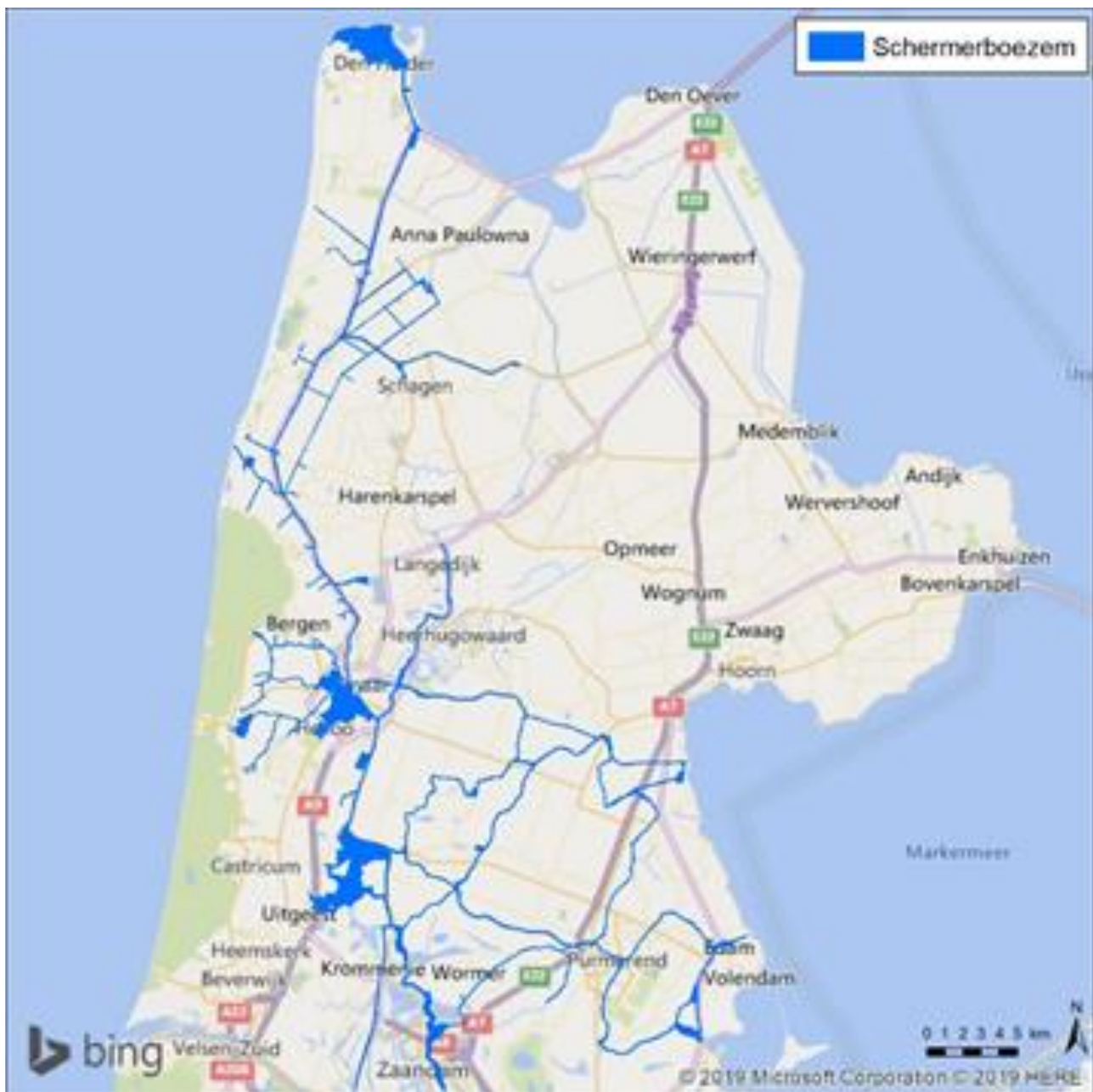
Een drietal oppervlaktewaterlichamen is gelegen binnen het plangebied of wordt potentieel beïnvloed door de voorgenomen activiteiten:

- Waterdelen Schermerboezem-Noord: uit het Noordhollandsch Kanaal, dat onderdeel uitmaakt van dit waterlichaam, wordt koelwater voor de HFR en voor de PALLAS-reactor onttrokken.

- Waterdelen duingebied Noord NHN7: duinwateren binnen het plangebied en in de omgeving daarvan kunnen, afhankelijk van de uitvoeringswijze, potentieel beïnvloed worden door grondwateronttrekkingen of lozingen tijdens de bouwfase.
- Hollandse kust: het opgewarmde koelwater van zowel de HFR als de PALLAS-reactor wordt op dit waterlichaam geloosd.

Waterlichaam Waterdelen Schermerboezem-Noord

Het waterlichaam Schermerboezem-Noord loopt van het Markermeer (Schardam) naar Den Helder en kenmerkt zich als een stelsel van vaarten en kanalen, met een belangrijke scheepvaart- en boezemfunctie. Het waterlichaam wordt gevoed vanuit het Markermeer, aangevuld met regenwater en water uit de polders. Het wordt gekarakteriseerd als 'grote diepe kanalen met scheepvaart' (type M7b) met een 'kunstmatige' status.



Figuur 2 Noordhollandsch Kanaal en gerelateerde wateren binnen waterlichaam Schermerboezem

Het Noordhollandsch Kanaal maakt onderdeel uit van dit waterlichaam. Uit dit kanaal wordt in de huidige situatie koelwater onttrokken ten behoeve van de HFR. Ook het koelwater voor de PALLAS-reactor zal uit dit kanaal worden onttrokken. Een retourstroom vindt niet plaats op het Noordhollandsch Kanaal. Er is wel ruimte vrijgelaten voor een eventueel visretoursysteem.²

Effecten op de waterkwaliteit in het Noordhollandsch Kanaal en de rest van het waterlichaam zijn niet te verwachten. Dit waterlichaam wordt daarom verder niet beschouwd.

Waterlichaam Waterdelen duingebied Noord NHN

Dit waterlichaam in de duinen tussen Petten en Den Helder bestaat uit geïsoleerde duinwateren die deels van natuurlijke oorsprong zijn en deels zijn gegraven of vergraven. Het betreft wateren binnen het beschermde Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen.

Deze worden gevoed met regenwater en (jong) grondwater; in droge perioden vallen sommige duinwateren droog. Het waterlichaam wordt gekarakteriseerd als 'ondiepe (matig grote) gebufferde plassen' (type M14) met een 'sterk veranderde' status.

Voor de bouw van de PALLAS-reactor vindt geen bemaling plaats en treedt geen verlaging van de stijghoogte van het grondwater op³. Ook voor de aanleg van een deel van de koelwaterleiding in een open sleuf, alleen tussen het filtergebouw en het uittredepunt van de koelwaterleidingen 300 m van het filtergebouw, wordt ervan uitgegaan dat geen spanningsbemaling noodzakelijk is. In beide gevallen is mogelijk alleen een kleine open bemaling nodig om neerslag en geringe hoeveelheden lekkagewater af te voeren (zie Achtergrondrapportage Grondwater, paragraaf 5.1). Naast het minimaliseren van de hoeveelheid te lozen water wordt hiervoor, afhankelijk van de hoeveelheid en de kwaliteit van het water, een passende oplossing gezocht. Daarbij valt te denken aan het infiltreren van schoon water, lozing op zee door middel van een flexibele leiding of afvoeren per as. Dit is in alle varianten oplosbaar tijdens de uitvoering. Lozing op duinwateren is hierdoor niet nodig.

In de aanlegfase worden voor de afvoer van hemelwater vanaf de LDA (lay-down area) enkele infiltratiegreppels aangelegd. Hemelwater vanaf de hier aanwezige rijweg, bouwketen, opslagterrein (voorzien van halfverharding) en parkeerplaats wordt naar deze greppels afgevoerd en kan hier in de bodem infiltreren. De greppels zijn gedimensioneerd op een maatgevende bui met een herhalingstijd van 25 jaar ($T=25$). In extreme neerslagsituaties kan overtollig water overstorten naar de vijver ten zuidwesten van de LDA. Op deze vijver, die onderdeel uitmaakt van het waterlichaam Waterdelen duingebied Noord NHN, wordt ook in de huidige situatie al overtollig hemelwater van het terrein afgevoerd. De aard en intensiteit van het gebruik van de LDA leidt niet tot specifieke risico's op verontreiniging van hemelwater. Er worden op de LDA ook geen chemische onkruidbestrijdingsmiddelen toegepast. Daarom worden geen negatieve effecten van de mogelijke incidentele lozing van hemelwater op de vijver verwacht.

Samenvattend zijn significante effecten op het waterlichaam Waterdelen duingebied Noord NHN niet te verwachten. Dit waterlichaam wordt daarom verder niet beschouwd.

Waterlichaam Hollandse kust

Het opgewarmde koelwater wordt geloosd op het waterlichaam Hollandse kust (zie Figuur 3), dat gedefinieerd is als een strook van 1 zeemijl (1,8 km) breed vanuit de kust. Het waterlichaam wordt gekarakteriseerd als 'polyhalien kustwater' (type K1) met een 'natuurlijke' status.

De doelstellingen voor de Rijkswateren, waaronder het waterlichaam Hollandse kust, zijn vastgelegd in het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 [1].

² Deze retourstroom dient om vissen die met het koelwater zijn ingezogen terug naar het kanaal te voeren. Mocht dit worden ingezet, dan zal dit puur bestaan uit kanaalwater, waaraan geen stoffen of warmte zijn toegevoegd. Chlorering van het aan het Noordhollandsch Kanaal onttrokken water zal plaatsvinden in het filterstation, ná het visretoursysteem.

³ Wel wordt grond- en hemelwater uit de volgelopen bouwputten voor het reactorgebouw en de pompput en een open ontgraving bij het filtergebouw afgevoerd. Dit water wordt, na waterkwaliteitsanalyse, door middel van infiltratie in de bodem teruggebracht.

De in deze rapportage opgenomen beschrijving van de (potentiële) effecten van de koelwaterlozing op de waterkwaliteit richt zich op het waterlichaam Hollandse kust.

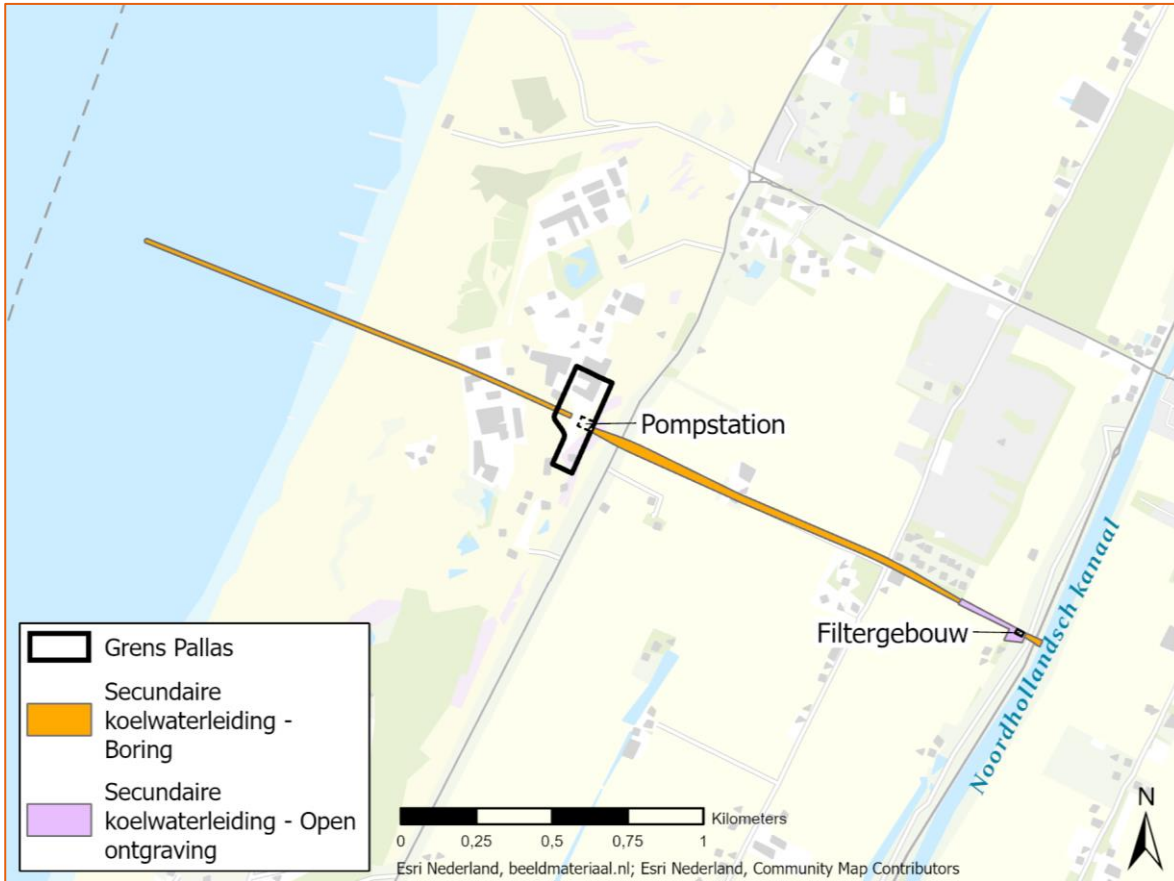


Figuur 3 Waterlichaam Hollandse kust [5]

3.2 Beoordelingskader

Studiegebied

Het studiegebied betreft het oppervlaktewater ter plaatse van het onttrekkingspunt in het Noordhollandsch Kanaal en ter plaatse van het lozingspunt in de Noordzee. De ligging van deze punten is geïllustreerd in Figuur 4. Potentiële effecten worden beoordeeld op het niveau van de betreffende watersystemen (waterlichamen Schermerboezem-Noord en Hollandse kust).



Figuur 4 Tracé van de koelwaterleiding ten behoeve van de PALLAS-reactor. Aan het oostelijke uiteinde bevindt zich het onttrekkingspunt in het Noordhollandsch Kanaal, aan het westelijke uiteinde (ca. 650 m uit de Rijksstrandpalenlijn) het lozingspunt in de Noord

Beoordelingskader

Tabel 2 vat de verschillende beoordelingscriteria per deelaspect van het thema oppervlaktewater samen. Deze worden na de tabel verder toegelicht.

Tabel 2 Beoordelingskader Oppervlaktewater

Deelaspect	Beoordelingscriteria
Koelwateronttrekking	Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal Langetermijnegevolgen klimaatverandering
Koelwaterlozing - warmte	Mengzone Watertemperatuur
Koelwaterlozing - waterkwaliteit	(Fysisch-) chemische waterkwaliteit Biologische waterkwaliteit

Koelwateronttrekking

Beoordelingscriterium 1: Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal

Aan de hand van dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre het Noordhollandsch Kanaal over voldoende water beschikt om de Pallas-reactor van water te voorzien om de isotopenproductie op maximale capaciteit te laten draaien. Daarnaast wordt beoordeeld in hoeverre het Noordhollandsch Kanaal voldoende debiet heeft om in de overgangsfase de koelreactor van Pallas en de HFR van koelwater te voorzien.

Beoordelingscriterium 2: Langetermijngevolgen klimaatverandering

Door klimaatverandering is er in de toekomst meer kans op droogte, met een verminderde zoetwaterbeschikbaarheid en een verhoogde kans op verzilting tot gevolg. De waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal is afhankelijk van die in het Markermeer, dat het kanaal voedt. Het Markermeer wordt via de IJssel gevoed door de Rijn, waardoor de zoetwaterbeschikbaarheid in het Markermeer direct afhankelijk is van de Rijnafvoer. Door klimaatverandering wordt neerslag in het stroomgebied van de Rijn steeds bepalender voor de zoetwaterbeschikbaarheid in het beheergebied van het HHNK. Ten gevolge hiervan zal een droge situatie met hoge temperaturen de vraag naar zoetwater doen toenemen en de waterbeschikbaarheid afnemen.

Aan de hand van dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre de koelwateronttrekking nadelige gevolgen heeft voor de omgeving in geval van droogte en in hoeverre er sprake is van een watertekort in droge jaren, rekening houdend met de gevolgen van klimaatverandering.

Koelwaterlozing – warmte

Beoordelingscriterium 1: mengzone

De mengzone (zeewatertemperatuur hoger dan 25 °C) mag de bodem niet raken. Dit geldt voor een omgevings-zeewatertemperatuur tot 22 °C, daarboven wordt verondersteld dat de temperatuurgevoelige vissen weg migreren naar koelere plaatsen.

Beoordelingscriterium 2: watertemperatuur

De watertemperatuur mag niet meer toenemen dan met 2 °C, met een absoluut maximum van 25 °C.

Koelwaterlozing – waterkwaliteit

Beoordelingscriterium 1: (fysisch-) chemische waterkwaliteit

Aan de hand van dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre de doelstellingen voor de (fysisch-) chemische waterkwaliteit volgens de KRW worden beïnvloed. Hieronder worden de volgende kwaliteitselementen verstaan:

- De prioritaire stoffen.
- De algemeen fysisch-chemische parameters.
- De overige specifieke verontreinigende stoffen.

De normen en doelstellingen voor deze kwaliteitselementen in het waterlichaam Hollandse kust vormt het uitgangspunt. Beoordeeld wordt of de koelwaterlozing leidt tot overschrijding van de normen en doelstellingen voor de betreffende stoffen en parameters.

Beoordelingscriterium 2: biologische waterkwaliteit

Aan de hand van dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre de KRW-doelstellingen voor de relevante biologische kwaliteitselementen worden beïnvloed. In het waterlichaam Hollandse kust betreft dit fytoplankton en macrofauna. Beoordeeld wordt of de koelwaterlozing leidt tot effecten op de doelstellingen voor deze kwaliteitselementen voor het waterlichaam Hollandse kust.

Relevante fasen

De beoordeling van de effecten van koelwateronttrekking en -lozing, zoals beschreven in dit achtergrondrapport, heeft grotendeels betrekking op de overgangsfase en de exploitatiefase. Alleen de fysieke realisatie van de lozingsconstructie (leiding en lozingspunt) in de Noordzee kan al in de bouwfase tot effecten leiden, vanwege een mogelijk (gering) habitatverlies of verstoring.

Beoordelingsschaal

Tabel 3 geeft per (deel)aspect weer hoe de scores bij de effectbeoordeling zijn toegekend.

Tabel 3 Scoretoekenning beoordeling per (deel)aspect

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	<ul style="list-style-type: none"> Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal: niet van toepassing Langetermijnevolgen klimaatverandering: niet van toepassing Mengzone koelwaterlozing: niet van toepassing Warmtetemperatuur koelwaterlozing: niet van toepassing Chemische waterkwaliteit: niet van toepassing Biologische waterkwaliteit: niet van toepassing
+	Positief effect	<ul style="list-style-type: none"> Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal: niet van toepassing Langetermijnevolgen klimaatverandering: niet van toepassing De mengzone koelwaterlozing: niet van toepassing Warmtetemperatuur koelwaterlozing: niet van toepassing Chemische waterkwaliteit: niet van toepassing Biologische waterkwaliteit: niet van toepassing
0	Geen effect	<ul style="list-style-type: none"> De koelwateronttrekking heeft geen effect op de waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal en bedraagt niet meer dan 15% van de gemiddelde dagafvoer. Rekening houdend met de langetermijnevolgen van klimaatverandering heeft de koelwateronttrekking geen effect op de waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal voor overige functies met een (zoet)waterbehoefte in de omgeving. De mengzone, het gebied waarin de temperatuur boven de 25°C uitstijgt, raakt de bodem niet. Dit geldt voor een omgevings-zeewatertemperatuur tot 22 °C. De opwarming blijft beperkt tot 2°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, tot een maximum van 25°C. Geen significante effecten op de chemische waterkwaliteit. De lozing van stoffen via het koelwater voldoet aan de immisietoets, de lozingsvrachten zijn vergelijkbaar met de huidige situatie. Geen significante effecten op de biologische waterkwaliteit
-	Negatief effect	<ul style="list-style-type: none"> De koelwateronttrekking heeft een negatief effect op de waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal en bedraagt meer dan 15% van de gemiddelde dagafvoer. Rekening houdend met de langetermijnevolgen van klimaatverandering heeft de koelwateronttrekking een negatief effect op de waterbeschikbaarheid voor overige functies met een (zoet)waterbehoefte. Om het effect te verminderen moet de onttrekking aangepast worden. De mengzone, het gebied waarin de temperatuur boven de 25°C uitstijgt, raakt de bodem. Dit geldt voor een omgevings-zeewatertemperatuur tot 22 °C. De opwarming overschrijdt de 2°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, tot een maximum van 25°C. Matig negatieve effecten op de chemische waterkwaliteit. De lozing van stoffen via het koelwater voldoet aan de immisietoets, de lozingsvrachten zijn echter beduidend hoger dan in de huidige situatie. Matig negatieve effecten op biologische waterkwaliteit, leidt niet tot lagere toestandklasse(n) bij KRW-beoordeling
--	Zeer negatief effect	<ul style="list-style-type: none"> De koelwateronttrekking heeft een zeer negatief effect op de waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal en bedraagt meer dan 20% van de gemiddelde dagafvoer. Rekening houdend met de langetermijnevolgen van klimaatverandering heeft de koelwateronttrekking een negatief effect op de waterbeschikbaarheid voor overige functies met een (zoet)waterbehoefte. Om het effect te verminderen moet de onttrekking gestopt worden. De mengzone, het gebied waarin de temperatuur boven de 25°C uitstijgt, raakt de bodem. Dit geldt voor een omgevings-zeewatertemperatuur tot 22 °C. De opwarming overschrijdt de 2°C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur, en overschrijft het maximum van 25°C. Sterk negatieve effecten op de chemische waterkwaliteit. De lozing van stoffen via het koelwater voldoet niet aan de immisietoets. Sterk negatieve effecten op biologische waterkwaliteit, leidt tot lagere toestandklasse(n) bij KRW-beoordeling

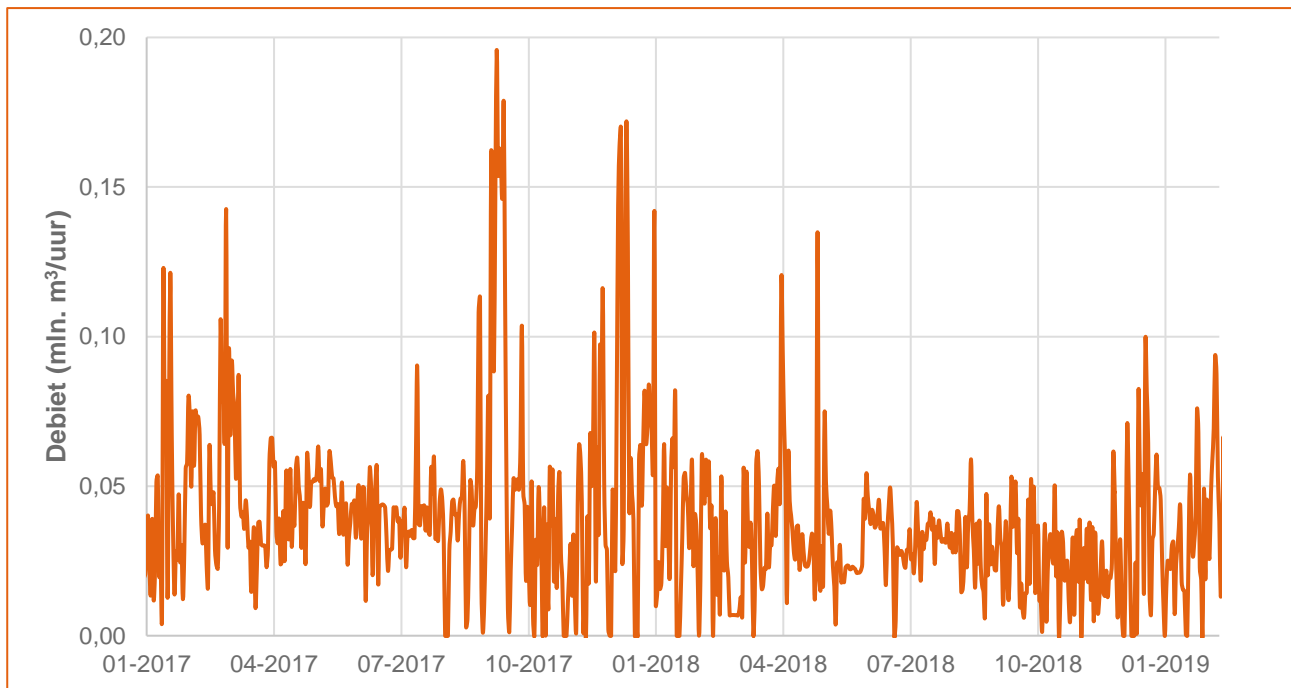
4 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

4.1 Huidige situatie

4.1.1 Koelwateronttrekking

Het koelwater van de HFR wordt onttrokken uit het Noordhollandsch Kanaal. Dit kanaal wordt beheerd door het HHNK en maakt onderdeel uit van de Schermerboezem. Een belangrijk deel van de afvoer vanuit de Schermerboezem vindt plaats via Gemaal De Helsdeur bij Den Helder. Dit gemaal is uitgerust met spui kleppen. In geval van laagwater wordt door de spui kleppen te openen water uit het Noordhollandsch Kanaal gespuid naar de buitenhaven in de Den Helder. De gemiddelde afvoer bij Helsdeur bedraagt ongeveer 40.000 m³/uur en is over het jaar relatief constant (Figuur 5). In de winter wordt het spuien ingezet voor de peilhandhaving. In de zomer is er minder water in het gebied beschikbaar en wordt er water ingelaten vanuit het Markermeer. Dit water kan gebruikt worden voor de koeling van de reactor maar wordt ook gebruikt om de boezem door te spoelen, om verzilting tegen te gaan.

De HFR heeft een vergunning voor de onttrekking van 3.300 m³/uur, tot een maximum van 75.000 m³/dag, uit het Noordhollandsch Kanaal. De maximale onttrekking van de HFR bedraagt ca. 14% van het debiet dat gemiddeld door Noordhollandsch Kanaal stroomt. Tot op heden heeft de HFR niet te maken gehad met een watertekort.



Figuur 5 Daggemiddelde afvoer (in m³/uur) van het Noordhollandsch Kanaal ter hoogte van gemaal Helsdeur, Den Helder

4.1.2 Koelwaterlozing – warmte

De huidige HFR heeft een vergunbaar debiet van 3.300 m³/uur (maximaal 75.000 m³/dag) en loost momenteel 3.125 m³/uur op de Noordzee met een temperatuur van 40 °C. Deze uitlaat ligt circa 250 m ten zuidwesten van de nieuwe uitlaat van PALLAS.

4.1.3 Koelwaterlozing – waterkwaliteit

De kwaliteitstoestand van de KRW-waterlichamen is vastgelegd in KRW-factsheets, die jaarlijks worden geactualiseerd. De actuele beoordeling (beoordelingsjaar 2019) van de waterkwaliteit van het waterlichaam Hollandse Kust is samengevat in Tabel 4 [5].

Tabel 4 Huidige beoordeling waterkwaliteit waterlichaam Hollandse kust [6]

Kwaliteitselement	Doel	Oordeel 2019	Toelichting
Ubiquitaire prioritaire stoffen ⁴	Normen Bkwm 2009	Voldoet niet	Normoverschrijding benzo(ghi)peryleen en kwik
Niet-ubiquitaire prioritaire stoffen	Normen Bkwm 2009	Voldoet niet	Normoverschrijding 4-tertiair-octylfenol
Specifieke verontreinigende stoffen	Normen Regeling monitoring KRW	Voldoet niet	Normoverschrijding arseen, dichloorvos, koper en zink
Algemeen fysisch-chemische parameters		Matig	DIN ⁵ (opgelost anorganisch stikstof) matig, temperatuur en zuurstof goed
<ul style="list-style-type: none"> • Winter DIN • Temperatuur (max) • Zuurstofverzadiging 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 0,46 mg N/l ≤ 25 °C ≥ 60% 		
Fytoplankton	EKR ⁶ ≥ 0,60	Goed	
Macrofauna	EKR ≥ 0,60	Goed	

Zoals Tabel 4 laat zien voldoen de meeste van de kwaliteitselementen in de huidige situatie nog niet aan de daarvoor geldende normen en doelstellingen. Uitzonderingen daarop zijn fytoplankton en macrofauna. Voor de overige kwaliteitselementen die behoren tot het criterium (fysisch-chemische) waterkwaliteit verhinderen de concentraties van een aantal stoffen het voldoen aan de normen en doelstellingen. Voor de biologische kwaliteitselementen overige waterflora en vis gelden binnen de KRW-systematiek geen doelstellingen voor kustwateren.

Voor de toetsing van de lozing van stoffen via het koelwater zijn de huidige concentraties van actief chloor (vrij beschikbaar chloor/FO) en de belangrijkste omzettingsproducten (chloroform en bromoform) relevant. Deze zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Achtergrondconcentraties actief chloor, chloroform en bromoform in waterlichaam Hollandse kust

Stof	Achtergrondconcentratie Noordzee	Bron
Vrij beschikbaar chloor (FO)	0,0 µg/l	N.v.t. (het hoogreactieve FO wordt direct omgezet in andere verbindingen)
Trichloormethaan (chloroform)	0,011 µg/l	Meetgegevens Rijkswaterstaat ⁷
Tribroommethaan (bromoform)	0,011 µg/l	Meetgegevens Rijkswaterstaat ⁷

⁴ 'Alomtegenwoordige' PBT- stoffen: persistente, bioaccumulerende en toxische stoffen (PBT's) die als gevolg van deze eigenschappen langdurig en op het niveau van de Europese Unie wijdverspreid voorkomen in concentraties die een significant risico vormen, hoewel lozingen, emissies en verliezen van de stof al zijn beperkt of beëindigd.

⁵ DIN: Dissolved Inorganic Nitrogen.

⁶ Ecologisch kwaliteitsratio: maat voor de biologische kwaliteit tussen 1 (maximaal) en 0 (minimaal).

⁷ De achtergrondconcentratie van chloroform en bromoform in de Noordzee is afgeleid van meetgegevens van Rijkswaterstaat. Voor chloroform zijn deze gedownload van <https://waterinfo.rws.nl> [14]. Voor beide stoffen is het gemiddelde berekend van de gemeten concentraties op de meetlocatie 'Noordwijk 2 km uit de kust'. Voor chloroform zijn hiervoor de beschikbare meetwaarden over de periode 2015 t/m 2017 gebruikt. Voor bromoform zijn afzonderlijk door RWS verstrekte gegevens over de periode januari 2014 t/m juni 2016 gebruikt. Waarden lager dan de detectielimiet zijn meegerekend als 'halve waarde van de detectielimiet' (< 0,01 µg/l = 0,005 µg/l).

4.2 Autonome ontwikkeling

4.2.1 Koelwateronttrekking

De HFR kan tot 3.300 m³/uur aan het Noordhollandsch Kanaal onttrekken, met een maximum van 75.000 m³/dag. De HFR loopt tegen het einde van zijn economische levensduur, daarom wordt de PALLAS-reactor gebouwd. Gedurende de overgangsfase zal de koelwateronttrekking van de HFR afnemen terwijl de onttrekking van de PALLAS-reactor toeneemt. Er is nog geen einddatum bekend wanneer de ontmanteling zal plaatsvinden.

4.2.2 Koelwaterlozing – warmte

Gedurende de overgangsfase zal de waterlozing op de Noordzee van de HFR afnemen terwijl de waterlozing van de PALLAS-reactor toeneemt.

4.2.3 Koelwaterlozing - waterkwaliteit

In de actuele KRW-factsheet voor het waterlichaam Hollandse kust [5] is een prognose gegeven voor de verwachte waterkwaliteit in het waterlichaam aan het einde van de planperioden 2016-2021 en 2022-2027. Deze prognose is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Prognose waterkwaliteit waterlichaam Hollandse kust in 2021 en 2027 [6]

Kwaliteitselement	Doel	Prognose 2021	Prognose 2027
Ubiquitaire prioritaire stoffen	Normen Bkmw 2009	Voldoet niet	Voldoet niet
Niet-ubiquitaire prioritaire stoffen	Normen Bkmw 2009	Voldoet	Voldoet
Specifieke verontreinigende stoffen	Normen Regeling monitoring KRW	Voldoet	Voldoet
Algemeen fysisch-chemische parameters			
• Winter DIN	≤ 0,46 mg N/l	Matig	Goed
• Temperatuur (max)	≤ 25 °C		
• Zuurstofverzadiging	≥ 60%		
Fytoplankton	EKR ≥ 0,60	Goed	Goed
Macrofauna	EKR ≥ 0,60	Matig	Goed

Rijkswaterstaat verwacht dat in 2027 (bijna) alle kwaliteitselementen aan de daarvoor geldende normen en doelstellingen zullen voldoen, met uitzondering van de ubiquitaire prioritaire stoffen. De verwachting is dat de concentratie van benzo(ghi)peryleen nog altijd niet aan de norm zal voldoen. Dergelijke normoverschrijdende ubiquitaire stoffen zullen nog tientallen jaren terug te vinden zijn in het aquatische milieu in concentraties die een significant risico vormen, zelfs als er reeds uitvoerige maatregelen zijn getroffen om de emissies te beperken of te beëindigen. Door het persistente karakter van deze stoffen blijven ze nog lang in het milieu aanwezig.

Er zijn geen relevante autonome ontwikkelingen bekend ten aanzien van de concentraties van vrij beschikbaar chloor, chloroform en bromoform.

Voor macrofauna is de verwachting dat de toestand in 2021 als matig wordt beoordeeld, terwijl deze in 2019 als goed is beoordeeld. De prognose voor 2027 is wel 'goed'. In de factsheet is hiervoor geen argumentatie gegeven. Een mogelijke reden is dat de actuele toestand verbeterd is (van matig in 2015 naar goed in 2019), maar de prognose voor 2021 nog niet is bijgesteld. Een andere mogelijkheid is dat verwacht wordt dat de toestand in 2021 als gevolg van natuurlijke jaar-tot-jaar-fluctuaties nog niet stabiel 'goed' is.

5 MILIEUEFFECTEN

5.1 Effectbeschrijving

5.1.1 Koelwateronttrekking

Ten behoeve van de koeling van de PALLAS-reactor gaat er water onttrokken worden uit het Noordhollandsch Kanaal. Het maximale debiet bedraagt 3.300 m³/uur, tot een maximum van 75.000 m³/dag. Dit komt overeen met het maximaal vergunde debiet van de HFR, wat circa 14% bedraagt van het gemiddelde debiet van het Noordhollandsch Kanaal ter plaatse van het toekomstig nucleaire eiland⁸. Tijdens de overgangsfase kunnen beide reactoren gelijktijdig actief zijn, met ieder hun eigen maximale vergunde onttrekking. Hierdoor kan er in de overgangsfase meer water onttrokken worden. Hierbij kan de waterbehoefte oplopen tot maximaal 6.600 m³/uur; het dubbele van de waterbehoefte in de huidige situatie (HFR) en in de exploitatiefase (PALLAS).

Beoordelingscriterium 1: Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal

Voor de PALLAS-reactor wordt een vergunningsdebiet aangehouden van 3.300 m³/uur en 75.000 m³/dag. Dit komt overeen met de koelwateronttrekking van de HFR. In de afgelopen droge jaren zijn er geen problemen geweest met de beschikbaarheid van water voor de HFR. Er worden dan ook geen problemen verwacht voor de PALLAS-reactor.

In de overgangsfase zijn de PALLAS-reactor en de HFR beide in bedrijf. In deze periode is er sprake van een onttrekking van maximaal 6.600 m³/uur (tot 150.000 m³/dag). Gemiddeld zal deze onttrekking lager zijn. Op basis van de gemeten afvoeren van 2017 en 2018 (relatief droge jaren) beschikt het Noordhollandsch Kanaal gemiddeld genomen over genoeg capaciteit om beide reactoren van koelwater te voorzien.

Wanneer er toch onvoldoende water beschikbaar is om de reactor te koelen, heeft dit geen impact op de veiligheid. De productiecapaciteit kan eenvoudig verlaagd worden op basis van het beschikbare koelwater. Dit heeft wel gevolgen voor de productiecapaciteit en op de beschikbaarheid van isotopen.

Het is mogelijk om het koelwaterverbruik van PALLAS en de HFR in enkele seconden te verlagen naar 330 m³/uur (10% van de maximale onttrekking). Hierna kan het waterverbruik geleidelijk nog verder afgeschaald worden. Met het afschakelen van PALLAS en de HFR is de veiligheid ook tijdens de overgangsfase geborgd.

Beoordelingscriterium 2: Langetermijneffecten klimaatverandering

De beschikbaarheid van water vanuit het Noordhollandsch Kanaal gaat mogelijk veranderen door klimaatverandering. Dit kan invloed hebben op de hoeveelheid koelwater die beschikbaar is voor PALLAS. Er is een extra zoetwaterbuffer in het IJsselmeer, maar deze is niet standaard beschikbaar en de klimaateffecten zullen dan ook niet altijd voldoende gecompenseerd kunnen worden. Dit betekent echter niet dat er structureel extra water beschikbaar is voor PALLAS, aangezien dit afhangt van de zoetwaterbeschikbaarheid ten tijde van droogte.

Naar aanleiding van de extreme droogte in 2003 is er een verdringingsreeks opgesteld. Deze reeks bepaald de prioritering van de waterverbruikers. De PALLAS-reactor is, net zoals de HFR, ingedeeld in categorie 3. Het gebruik van zoetwater voor het tegengaan van onherstelbare schade aan natuur en het voorkomen van zetting en verzilting (categorie 1) en de drinkwatervoorziening (categorie 2) hebben daardoor voorrang tijdens een periode van watertekort. Het is onbekend hoe vaak dit zal voorkomen, in het verleden is dit nog niet voorgekomen in deze regio.

De indeling in categorie 3 van de verdringingsreeks betekent voor de overgangsfase, waarin de PALLAS-reactor en de HFR beide een zoetwaterbehoefte hebben, niet dat er méér aanspraak op zoetwater kan worden gedaan ten koste van belangen in categorie 4.

⁸ Gebaseerd op daggemiddelden van 2017 en 2018 (respectievelijk ca. 13% en 16% van de gemiddelde dagafvoer)

5.1.2 Koelwaterlozing - warmte

In bijlage B is het memo van de koelwaterlozingsstudie in zijn geheel opgenomen. In de volgende paragrafen worden de conclusies samengevat.

Beoordelingscriterium 1: Mengzone

- Bij kentering stroomt het koelwater recht uit de uitlaat omhoog en verspreidt zich horizontaal langs het wateroppervlak zijwaarts.
- Bij vloed buigt de straal met de vloedstroom mee opzij, waarbij het koelwater zich goed mengt met het omgevingswater.
- Bij kentering bedraagt de temperatuurstijging aan het oppervlak maximaal 14,57 °C (winter), terwijl dat in de zomer maximaal 7,60 °C is, waarmee in het laatste geval de temperatuur aan het oppervlak maximaal 29,60 °C bedraagt.
- Bij vloed liggen de oppervlaktetemperaturen in de winter en de zomer op respectievelijk 1,00 °C (+0,00 °C ten opzichte van de achtergrondtemperatuur) en 22,68 °C (+0,68 °C).
- Ter hoogte van de uitlaat is alleen bij vloed een temperatuurverhoging benedenstrooms van de uitlaat zichtbaar. In de winter is de maximale stijging 4,90 °C, terwijl dat in de zomer 4,78 °C is. Dit is zeer lokaal en reikt niet verder dan 5 m van de uitlaatopening. De gemiddelde stijging over een groter gebied (modeldomein) is echter verwaarloosbaar.
- In geen enkel scenario is er een stijging van de temperatuur aan de bodem zichtbaar.
- Tenslotte zijn de minimale, gemiddelde en maximale waarden over de verticaal gemiddeld om de gemiddelde temperatuurstijging in het gehele modeldomein te bepalen. Deze is in alle gevallen minder dan 0,5 °C, tussen de 0,43 °C (kentering, winter) en 0,09 °C (vloed, zomer).

Algehele conclusie in relatie tot de criteria voor koelwaterlozingen

- Het koelwater van de voorziene PALLAS-reactor voldoet aan de koelwatertemperatuurnormen.
- De mengzone (zeewatertemperatuur hoger dan 25 °C) raakt in geen enkel scenario de bodem.

Beoordelingscriterium 2: Watertemperatuur

- De lokale menging rondom het lozingspunt wordt in het Delft3D model overschat.
- Doordat het totale lozingsdebiet en -temperatuur wel correct zijn, is het model wel goed in staat om te beschrijven hoe de koelwaterlozing zich verspreidt langs de kust.
- De maximale temperatuurstijging ten opzichte van een situatie zonder koelwaterlozingen is marginaal. In de winter is die het grootst, maar met orde 0,20 °C in de overgangsfase en 0,13 °C in de exploitatiefase ver onder de norm. In de zomer zijn die met respectievelijk 0,10 °C en 0,07 °C nog minder.

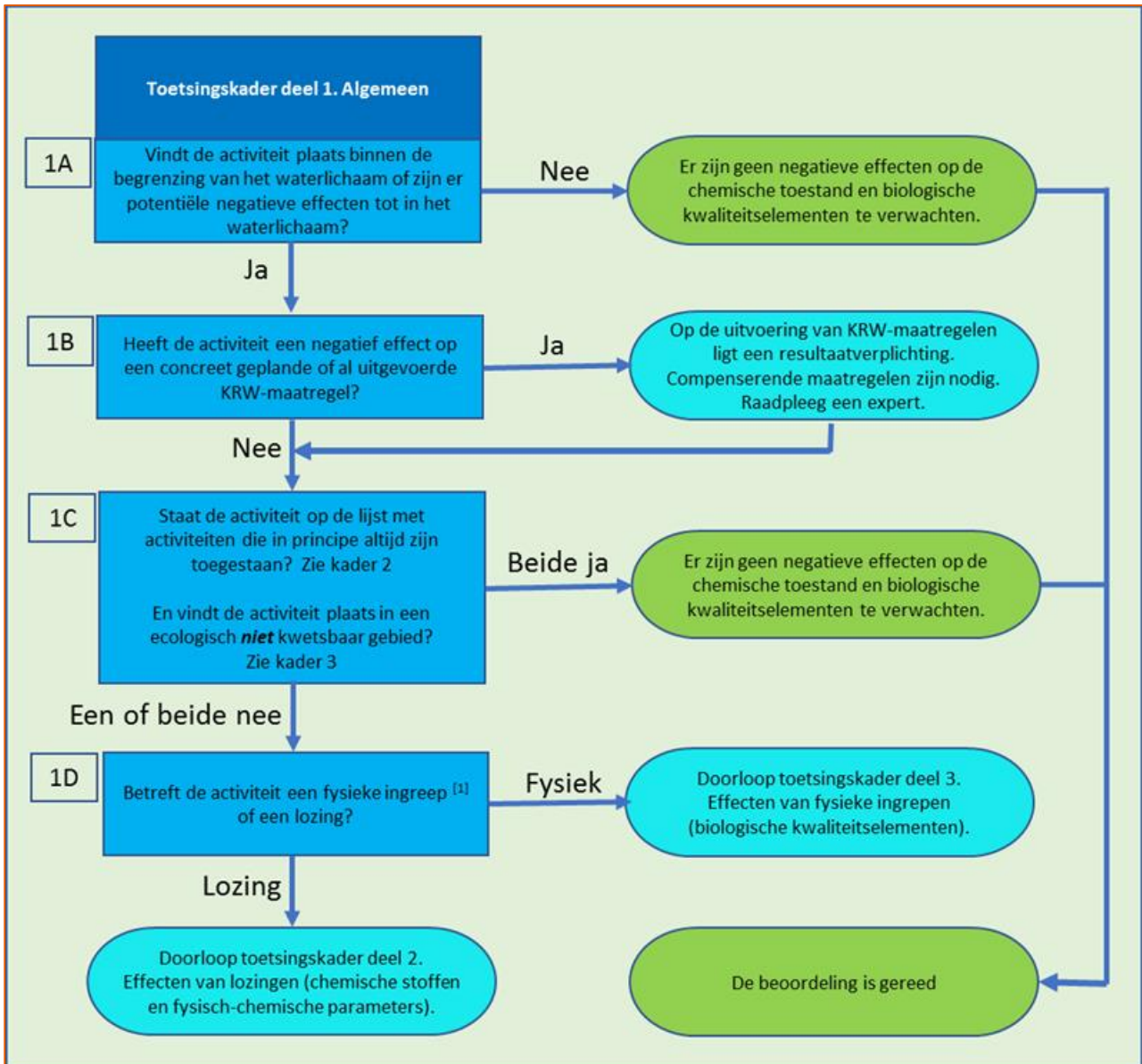
Algehele conclusie in relatie tot de criteria voor koelwaterlozingen

- De watertemperatuuroename blijft onder de norm van 2 °C, daarnaast blijft de temperatuur onder het absoluut maximum van 25 °C. Weliswaar neemt zeer lokaal nabij de uitlaat de watertemperatuur significant toe, maar dit is beperkt tot een relatief klein gebied en bij lage stroomsnelheden rond kentering. Over een groter gebied en langere tijdschalen is de temperatuurstijging minder dan 0,20 °C, ruim minder dan de 2 °C volgens de norm.

5.1.3 Koelwaterlozing - waterkwaliteit

Voor de beoordeling van effecten op de (fysisch-) chemische- en biologische waterkwaliteit wordt aangesloten bij de systematiek van het 'Toetsingskader waterkwaliteit' (bijlage 5 van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021; [1]⁹). Dit is het door Rijkswaterstaat gehanteerde kader voor de beoordeling van effecten van lozingen op en fysieke ingrepen in het watersysteem. Het toetsingskader kent een algemeen deel en vervolgens twee specifieke delen, voor effecten van lozingen en van fysieke ingrepen. Afhankelijk van het resultaat van het algemene deel (Figuur 6) moet(en) ook één van beide, of beide specifieke delen worden doorlopen.

⁹ De ten tijde van het opstellen van dit rapport online beschikbare versie van het Toetsingskader waterkwaliteit in bijlage 5 van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021 bleek niet meer actueel. De actuele, niet publiek beschikbare versie is ten behoeve van het opstellen van deze rapportage verstrekt via de Helpdesk Water van Rijkswaterstaat.



Figuur 6 Stroomschema deel 1: 'Algemeen' uit het Toetsingskader waterkwaliteit [1] (bijlage 5)

Het doorlopen van het stroomschema in Figuur 6 leidt tot de volgende bevindingen:

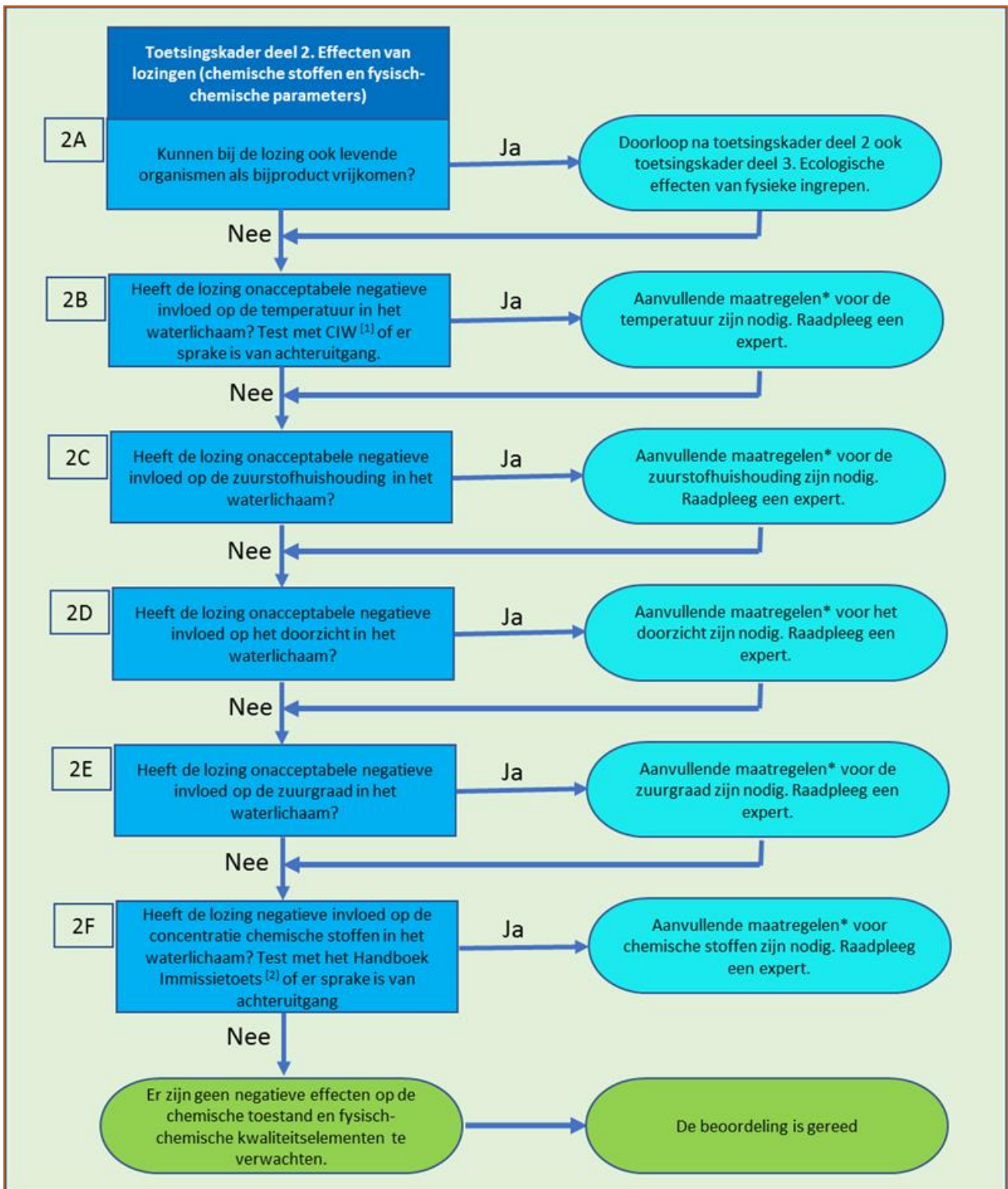
- 1A: De activiteit vindt plaats binnen de begrenzing van het waterlichaam Hollandse kust.
- 1B: De activiteit heeft geen negatief effect op een geplande of uitgevoerde KRW-maatregel.
- 1C: De activiteit staat niet op de lijst met vergunningsvrije activiteiten van ondergeschikt belang en vindt niet plaats in een ecologisch *niet* kwetsbaar gebied (concreet: binnen de vaargeulen).
- 1D: De activiteit betreft zowel een lozing als een fysieke ingreep (aanleg van de lozingsconstructie).

Op grond van het resultaat van stap 1D moeten zowel deel 2 als deel 3 van het toetsingskader worden doorlopen. Deel 2 betreft de beoordeling van de effecten van de lozing op de (fysisch-) chemische waterkwaliteit (beoordelingscriterium 1). Deze effecten kunnen zich voordoen in de overgangsfase en de exploitatiefase. Daarvóór vinden geen koelwaterlozingen vanuit de PALLAS-reactor plaats en derhalve geen te beoordelen effecten door koelwaterlozingen.

Deel 3 van het toetsingskader betreft de beoordeling van de potentiële effecten van (de aanleg van) de lozingsconstructie op de biologische waterkwaliteit (beoordelingscriterium 2). Dergelijke effecten kunnen al vanaf de bouwfase plaatsvinden, als de lozingsconstructie wordt gerealiseerd.

Beoordelingscriterium 1: (fysisch-) chemische waterkwaliteit

In Figuur 7 is het stroomschema voor het beoordelen van de effecten van lozingen op de (fysisch-) chemische waterkwaliteit weergegeven.



Figuur 7 Stroomschema deel 2: 'Effecten van lozingen' uit het Toetsingskader waterkwaliteit [1] (bijlage 5)

Het doorlopen van het stroomschema in Figuur 7 leidt tot de volgende bevindingen:

- 2A: Bij de lozing komen geen levende organismen vrij (aangroei van bacteriën en schelpdieren in het koelwatersysteem wordt voorkomen door middel van chlorering).

- 2B: De thermische effecten van de lozing worden afzonderlijk beoordeeld middels het beoordelingsaspect 'koelwaterlozing - warmte'.
- 2C: Er worden geen zuurstofbindende stoffen aan het koelwater toegevoegd. De warmtelozing leidt slechts lokaal tot een verhoogde watertemperatuur en een verminderde oplosbaarheid van zuurstof. De effecten op de zuurstofhuishouding zijn minimaal en niet betekenend voor het waterlichaam.
- 2D: De lozing leidt niet tot een verminderd doorzicht als gevolg van lozing van vertroebelende stoffen, opwerveling van sediment (het lozingspunt wordt zodanig geconstrueerd dat de mengzone de bodem niet raakt) of een toename van de ontwikkeling van algen (er worden geen vermestende stoffen geloosd).
- 2E: Er is ook geen sprake van betekenende effecten op de zuurgraad in het waterlichaam.
- 2F: De lozing van stoffen als gevolg van de chlorering van het koelwater kan *in potentie* tot negatieve effecten leiden. De effecten dienen nader te worden onderzocht conform het Handboek Immissietoets [2].

De beoordeling van effecten van de koelwaterlozing op de (fysisch-) chemische waterkwaliteit focust zich dus op de potentiële gevolgen van de chlorering van het koelwater.

De beoordeling wordt gebaseerd op de lozing van vrij beschikbaar chloor en de omzettingsproducten bromoform (onder invloed van geringe achtergrondconcentraties van bromide in het koelwater) en chloroform. Hiervoor is gebruik gemaakt van de emissie-immissietoets [2]. Dit instrument wordt gebruikt voor het beoordelen van de effecten van een specifieke restlozing (na toepassing van best beschikbare technieken) op de waterkwaliteit en de vergunbaarheid van de lozing, conform de systematiek uit het Handboek Immissietoets [2]. De methodiek en de gehanteerde uitgangspunten zijn nader beschreven in bijlage 1. Daar zijn ook de resultaten van de toetsing (output van de toetsmodule) weergegeven.

Resultaten emissie-immissietoets

Voor vrij beschikbaar chloor (FO) wordt niet voldaan aan de emissie-immissietoets [2]. Dit geldt zowel voor de overgangsfase (HFR + PALLAS-reactor) als voor de exploitatiefase (alleen PALLAS-reactor). De berekende concentratietoename op de rand van de mengzone, op basis waarvan het toetsresultaat negatief is, is hoger in de overgangsfase dan in de exploitatiefase. Dit is het gevolg van het uitgangspunt dat beide reactoren gelijktijdig met maximale capaciteit in bedrijf zijn en de lozingsvracht daarom hoger is dan wanneer maar één reactor in bedrijf is. De berekende concentratietoename in de overgangsfase is echter een overschatting, omdat beide lozingen samen in het toetsinstrument als één totaalozing zijn ingevoerd, maar in werkelijkheid op verschillende locaties plaatsvinden en ieder een eigen lozingspluim hebben. Bovendien is de overgangsfase een tijdelijke situatie (ordegrootte enkele maanden), waarin gelijktijdige maximale koeling van beide reactoren naar verwachting niet vaak of lang zal voorkomen.

Bij het negatieve toetsresultaat moet daarnaast bedacht worden dat in beide gevallen gerekend is met een conservatieve daggemiddelde lozingsconcentratie van 0,2 mg/l. Dit is de vergunde concentratie voor de HFR, direct achter de condensor/warmtewisselaar. In de praktijk zal het zeer reactieve vrij beschikbaar chloor in het koelwatersysteem vrijwel direct reageren met andere verbindingen waarmee het in aanraking komt en hierdoor grotendeels uit het te lozen koelwater verdwenen is. De werkelijke gemiddelde lozingsconcentratie is daardoor naar verwachting lager dan de gehanteerde (thans vergunde) waarde. Daarnaast zal het resterende vrij beschikbaar chloor na lozing in zee zeer snel uiteenvallen en niet meer detecteerbaar zijn. De toetsmodule houdt hier geen rekening mee, deze gaat uit van conservatieve (niet reagerende) stoffen. De voor de toetsing relevante concentratieverandering op de rand van de mengzone en de concentratie volledige menging zijn daarom in de praktijk hooguit een fractie van de met het toetsinstrument berekende waarden en zeker kleiner dan de hiervoor geldende criteria (zie bijlage 1). Om die redenen wordt er voor de beoordeling van de lozing van de restfractie van vrij beschikbaar chloor van uit gegaan dat deze voldoet aan de immissietoets.

Voor bromoform en chloroform wordt in alle projectfasen voldaan aan de effluenttoets. Dat wil zeggen dat de concentratie van de stof in het te lozen koelwater lager is dan de waterkwaliteitsnorm. Verdere toetsing is in dat geval niet nodig.

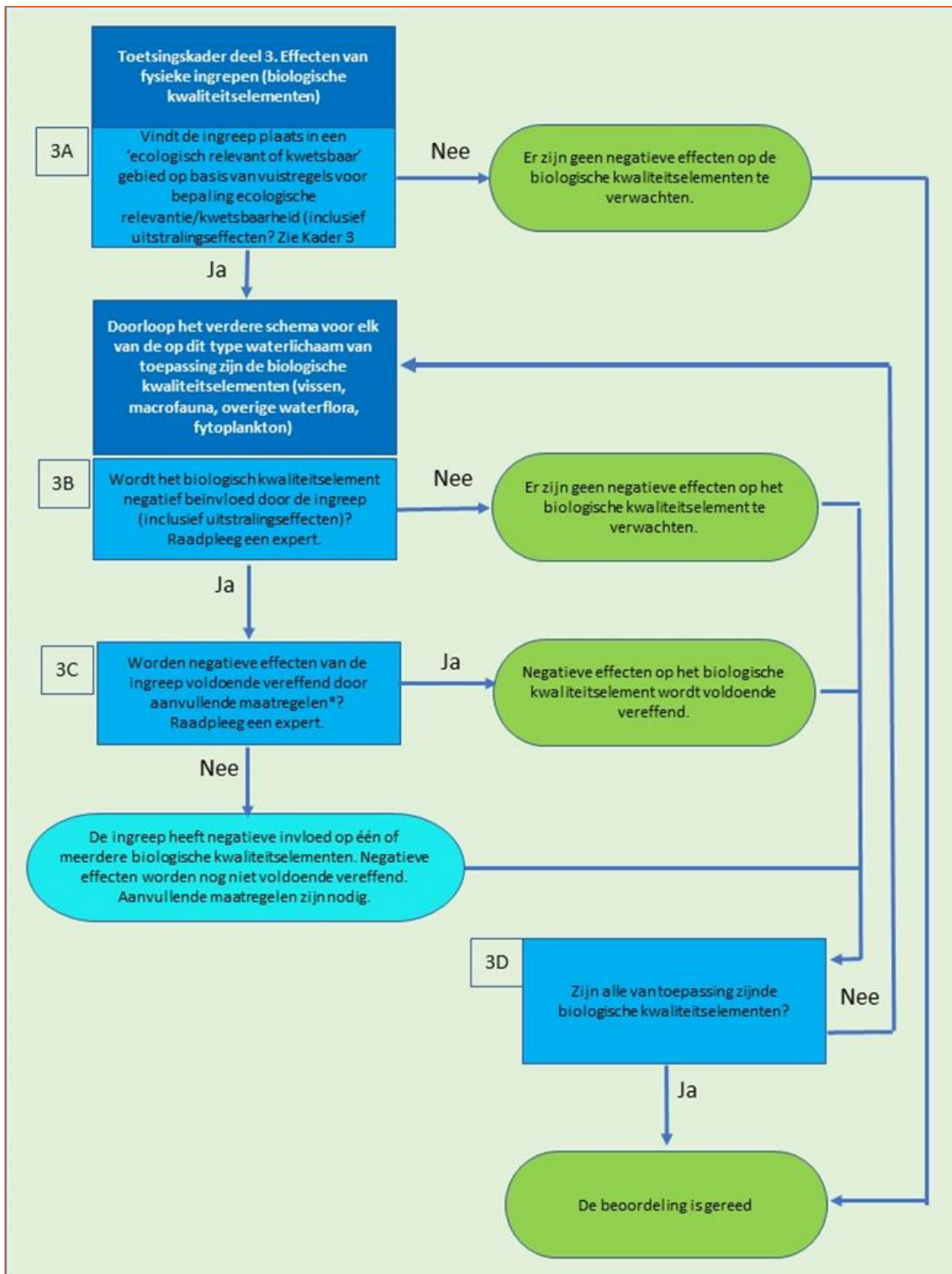
Zowel voor vrij beschikbaar chloor (FO) als voor bromoform geldt dat de gehanteerde normen geen wettelijke status hebben en dus uitsluitend indicatief zijn (zie bijlage 1).

Geconcludeerd wordt dat de lozing van stoffen via het koelwater zowel in de overgangsfase als in de exploitatiefase voldoet aan de immissietoets. Bij het gelijktijdige benutten van de maximale koelcapaciteit van beide reactoren is de lozingsvracht van vrij beschikbaar chloor (FO), bromoform en chloroform echter wel beduidend hoger dan wanneer alleen de HFR of de PALLAS-reactor in bedrijf is. Daarom worden de

effecten op de chemische waterkwaliteit in de overgangsfase negatief beoordeeld. De vrachten voor de HFR en de Pallas-reactor zijn van dezelfde orde grootte. Daarom worden de effecten in de exploitatiefase neutraal beoordeeld.

Beoordelingscriterium 2: biologische waterkwaliteit

In Figuur 8 is het stroomschema voor het beoordelen van de effecten van fysieke ingrepen op de biologische waterkwaliteit weergegeven.



Figuur 8 Stroomschema deel 3: 'Effecten van fysieke ingrepen' uit het Toetsingskader waterkwaliteit [1] (bijlage 5)

Het doorlopen van het stroomschema in Figuur 8 leidt tot de volgende bevindingen:

- 3A: De ingreep vindt plaats buiten de vaargeulen en dus in een ecologisch relevant of kwetsbaar gebied. Het betreft bovendien het Natura 2000-gebied 'Noordzeekustzone' [6].
- De overige stappen dienen te worden doorlopen voor de biologische kwaliteitselementen *fytoplankton* en *macrofauna*. Voor andere biologische kwaliteitselementen gelden geen KRW-doelstellingen voor kustwateren (zie paragraaf 4.1.3). Andere potentiële effecten op flora en fauna ten gevolge van de lozing, waaronder de effecten van onderwatergeluid, worden beoordeeld binnen het achtergrondrapport Natuur en in de Passende Beoordeling [6].
- 3B/3C/3D: De beoordeling van effecten op fytoplankton en macrofauna wordt hierna beschreven.

Groei van fytoplankton (primaire productie) kan in de hele waterkolom plaatsvinden, zolang er voldoende licht en voedingsstoffen beschikbaar zijn. Fysieke ingrepen kunnen vooral relevant zijn als deze tot sterke vertroebeling en daarmee tot een verminderde lichtdoordringing kunnen leiden. Eventuele effecten op het doorzicht in het waterlichaam Hollandse kust door aanleg van de afvoerleiding (middels een gestuurde boring) en de lozingsconstructie treden slechts lokaal en kortdurend op tijdens de aanleg.

Effecten op de primaire productie van fytoplankton zijn hierdoor naar verwachting verwaarloosbaar. Er is dan ook geen aanleiding om negatieve effecten op het fytoplankton te verwachten.

Binnen de groep van macrofauna in open en polyhalien kustwater (KRW-type K1) zijn tweekleppigen (schelpdieren), borstelwormen, stekelhuidigen en kreeftachtigen de belangrijkste soortgroepen [7]. Potentiële effecten op deze soortgroepen kunnen plaatsvinden door oppervlakteverlies door en verstoring bij de aanleg van de lozingsconstructie. Voor de verankering van de koelwateruitlaat wordt over een oppervlakte van ca. 50 m² stortsteen aangebracht. Het zandige karakter van de zeebodem verandert hierdoor over een kleine oppervlakte. De habitat komt daardoor niet meer overeen met het habitatype H1110B 'Permanent overstromde zandbanken'. De stortsteen die hiervoor in de plaats komt kan overigens wel habitat vormen voor benthische soorten die gebonden zijn aan hard substraat en daarmee een (weliswaar zeer klein) leefgebied vormen voor soorten die nu niet in het gebied voorkomen [6].

De locatie voor de koelwateruitlaat ligt op enkele honderden meters van de laagwaterlijn. In dit relatief ondiepe gebied is de dynamiek als gevolg van branding en intensief zandtransport relatief hoog. Schelpdierbanken liggen over het algemeen wat verder van de kust, waar het milieu iets minder dynamisch is. De kans dat de aanleg van de lozingsconstructie leidt tot bedekking van schelpdierbanken is daarom minimaal. Een afname van 50 m² schelpdierbank (als worst-case scenario) is, vergeleken met de uitgestrektheid van de voorkomens van schelpdierbanken in de Nederlandse kust, bovendien nauwelijks van ecologische betekenis [6].

De totale oppervlakte van het habitatype H1110B binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is 140.000 ha. Een afname van het leefgebied voor borstelwormen, stekelhuidigen en kreeftachtigen als gevolg van oppervlakteverlies of (tijdelijke) verstoring is zeer beperkt (< 0,000004% van het totale oppervlak van het habitatype binnen het Natura 2000-gebied) en heeft geen effect op de aanwezige typische soorten. De locatie en omgeving van de lozingsconstructie hebben geen specifieke functie voor typische soorten van het habitatype, waardoor negatieve effecten zijn uitgesloten [6]. Dit geldt zodoende ook voor het waterlichaam Hollandse kust.

Samenvattend is er géén sprake van significante negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna in het waterlichaam Hollandse kust.

5.2 Effectbeoordeling

Tabel 7, Tabel 8 en Tabel 9 geven de effectbeoordelingen voor de bouwfase, overgangsfase en exploitatiefase voor het aspect Oppervlaktewater.

Tabel 7 Effectbeoordeling aspect Oppervlaktewater tijdens de bouwfase

Deelaspect	Beoordelingscriteria	Score
Koelwateronttrekking	Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal	n.v.t.
	Langetermijngevolgen klimaatverandering	n.v.t.
Koelwaterlozing – warmte	Mengzone	n.v.t.
	Watertemperatuur	n.v.t.
Koelwaterlozing – waterkwaliteit	(Fysisch-) chemische waterkwaliteit	n.v.t.
	Biologische waterkwaliteit	0

In de bouwfase, weergegeven in Tabel 7, is er geen sprake van significant negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna in het waterlichaam Hollandse kust. Derhalve kent dit beoordelingscriterium een neutrale score (0). De overige beoordelingscriteria zijn in de bouwfase niet van toepassing en kennen daarom geen effectbeoordeling.

Tabel 8 Effectbeoordeling aspect Oppervlaktewater tijdens de overgangsfase

Deelaspect	Beoordelingscriteria	Score
Koelwateronttrekking	Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal	-
	Langetermijngevolgen klimaatverandering	n.v.t.
Koelwaterlozing – warmte	Mengzone	0
	Watertemperatuur	0
Koelwaterlozing – waterkwaliteit	(Fysisch-) chemische waterkwaliteit	-
	Biologische waterkwaliteit	0

Ten tijde van de overgangsfase is er sprake van een negatief effect (-) ten aanzien van de waterbeschikbaarheid van het Noordhollandsch Kanaal. Het tegelijk draaien van de PALLAS-reactor en de HFR heeft een tijdelijke toename van onttrekking van (koel)water tot gevolg. Wanneer er onvoldoende water beschikbaar is kunnen beide reactoren zo nodig afschakelen, al heeft dit consequenties voor de isotopenproductie. Duidelijke effecten van klimaatverandering op de zoetwaterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal spelen pas op de langere termijn. Dit beoordelingscriterium is daarom voor de overgangsfase niet van toepassing.

Er worden geen effecten (0) verwacht ten aanzien van de beoordelingscriteria mengzone en watertemperatuur (als onderdeel van criterium koelwaterlozing – warmte). De mengzone raakt in geen enkel scenario de bodem. Het koelwater van de PALLAS-reactor voldoet aan de koelwatertemperatuurnormen. De maximale temperatuurstijging ten opzichte van een situatie zonder koelwaterlozingen is daarnaast marginaal. In de winter is die het grootst, maar met orde 0,20 °C in de overgangsfase.

Er is sprake van een negatief effect (-) ten aanzien van de (fysisch-) chemische waterkwaliteit. De lozing van stoffen via het koelwater in de overgangsfase voldoet aan de immisietoets. Bij het gelijktijdige benutten van de maximale koelcapaciteit van beide reactoren is de lozingsvracht van vrij beschikbaar chloor (FO), bromoform en chloroform echter aanmerkelijk hoger dan wanneer alleen de HFR of de PALLAS-reactor in bedrijf is. Daarnaast is er echter ten aanzien van de biologische waterkwaliteit geen sprake van significante

negatieve effecten (0) op fytoplankton en macrofauna in het waterlichaam Hollandse kust in de overgangsfase.

Tabel 9 Effectbeoordeling aspect Oppervlaktewater tijdens de exploitatiefase

Deelaspect	Beoordelingscriteria	Score
Koelwateronttrekking	Waterbeschikbaarheid Noordhollandsch Kanaal	0
	Langetermijnevolgen klimaatverandering	0
Koelwaterlozing – warmte	Mengzone	0
	Watertemperatuur	0
Koelwaterlozing – waterkwaliteit	(Fysisch-) chemische waterkwaliteit	0
	Biologische waterkwaliteit	0

Voor de PALLAS-reactor wordt een vergunningsdebiet aangehouden van 3.300 m³/uur en 75.000 m³/dag, wat overeenkomt met de koelwateronttrekking van de HFR. De waterbeschikbaarheid van het Noordhollandsch Kanaal in de exploitatiefase kent daarom een neutrale effectbeoordeling (0). De beschikbaarheid van water vanuit het Noordhollandsch Kanaal verandert mogelijk door klimaatverandering. Dit kan invloed hebben op de hoeveelheid koelwater die beschikbaar is voor PALLAS. Om voldoende water beschikbaar te houden heeft RWS een flexibel peil ingesteld voor het IJsselmeer. Dit zorgt ervoor dat er in de zomer maximaal 400 miljoen m³ extra zoetwater beschikbaar is. Door deze buffer is het mogelijk om de effecten van klimaatverandering te compenseren. Voorgaande resulteert in een neutrale effectscore (0) voor aanpassingsvermogen klimaatverandering.

Voor het beoordelingscriterium koelwaterlozing – warmte is beoordeeld op de beoordelingscriteria mengzone en watertemperatuur. Ten aanzien van het criterium mengzone geldt dat het koelwater van de voorziene PALLAS-reactor voldoet aan de koelwatertemperatuurnormen. De mengzone (zeewatertemperatuur hoger dan 25 °C) raakt in geen enkel scenario de bodem (0). Ten aanzien van de watertemperatuur geldt dat de watertemperatuuroename onder de norm van 2 °C blijft, daarnaast blijft de temperatuur onder het absoluut maximum van 25 °C. Over een groter gebied en langere tijdschalen is de temperatuurstijging minder dan 0,20 °C. Dit resulteert in een neutrale effectscore (0).

(Fysisch-) chemische waterkwaliteit en biologische waterkwaliteit zijn de beoordelingscriteria van het beoordelingscriterium koelwaterlozing – waterkwaliteit. Beide beoordelingscriteria kennen een neutrale effectscore (0). De lozing van stoffen via het koelwater voldoet aan de immisietoets. De vrachten voor de HFR en de PALLAS-reactor zijn van dezelfde orde grootte. Daarom worden de effecten in de exploitatiefase neutraal beoordeeld. Er zijn geen effecten ten aanzien van de biologische waterkwaliteit aangezien er geen sprake is van significante negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna in het waterlichaam Hollandse kust in de exploitatiefase.

6 MITIGERENDE MAATREGELEN

6.1 Koelwateronttrekking

Tijdens de overgangsfase kan er sprake zijn van waterinname door de PALLAS-reactor en de HFR. Er is zorg dat in de periode dat er minder water beschikbaar is in het Noordhollandsch kanaal de extra waterinname tot problemen kan leiden, dit is negatief beoordeeld. Er is een reëel risico dat één of beide reactoren terug moeten in capaciteit of zelfs moeten uitschakelen. Als mitigerende maatregel is de inzet om regulier onderhoud aan de HFR te plannen in de periode waarin water het meest schaars is, dus in de zomermaanden (juli-augustus). Het risico op gedwongen afschakelen wordt zo verkleind. Dit vergt internationale afstemming met andere reactoren, om de isotopenlevering te garanderen.

6.2 Koelwaterlozing - warmte

Gezien de minimale effecten van de koelwaterlozing, zowel in de overgangsfase als de exploitatiefase, zijn er geen mitigerende maatregelen nodig.

6.3 Koelwaterlozing - waterkwaliteit

Uit de neutrale beoordeling van de effecten van de koelwaterlozing op de chemische waterkwaliteit blijkt dat de resultaten voor de PALLAS-reactor vergelijkbaar zijn met de huidige situatie, waarin alleen de HFR in bedrijf is. Voor de exploitatiefase zijn daarom geen mitigerende maatregelen nodig. In de overgangsfase is in potentie wel sprake van (tijdelijke, kortdurende) negatieve effecten, door een hogere lozingsvracht van verontreinigende stoffen via het koelwater. Deze effecten kunnen zoveel mogelijk worden gemitigeerd door de totale lozing zoveel als mogelijk te minimaliseren. Dit kan door de PALLAS-reactor zoveel mogelijk te testen in periodes waarin de koelbehoefte van de HFR relatief laag is (in koudere seizoenen en/of bij lage productie) en door niet langer dan noodzakelijk op maximale capaciteit te testen.

Er zijn geen significante negatieve effecten op de biologische waterkwaliteit te verwachten. Derhalve zijn hiervoor geen mitigerende maatregelen nodig.

7 LEEMTEN IN KENNIS

7.1 Koelwateronttrekking

Het is onduidelijk hoe de waterbeschikbaarheid in het Noordhollandsch Kanaal zich zal ontwikkelen op langere termijn (>20 jaar) en of de hoeveelheid water benodigd voor de productie van isotopen ten allen tijden gegarandeerd kan worden. Vooral de mate van voorkomen van (langdurige) perioden van droogte en het gevolg voor de (zoet)waterbeschikbaarheid zijn in dit verband relevant. Dit levert geen veiligheidsrisico op, maar kan potentieel wel zorgen voor een lagere productiecapaciteit.

Door HHNK, ANVS en Veiligheidsregio NHN is aandacht gevraagd voor klimaatontwikkeling, wat effect heeft op de zoetwatervoorziening in de toekomst. Momenteel staat de zoetwatervoorziening van de HFR op plaats 3 in de waterverdringingsreeks, ná de drinkwatervoorziening en peilhandhaving.

De koelwaterinname van de PALLAS-reactor zal middels een flowmeter real time bij de waterbeheerder (HHNK) worden gevolgd.

7.2 Koelwaterlozing – warmte

Er bestaat onduidelijkheid over de stijging van de watertemperatuur op zee onder invloed van klimaatverandering. De verwachting op de termijn van enkele tientallen jaren is echter niet dat dit invloed heeft op de conclusies van de uitgevoerde koelwaterstudie.

7.3 Koelwaterlozing – waterkwaliteit

De effectbeoordeling is uitgevoerd met berekende lozingsconcentraties van de belangrijkste omzettingproducten van vrij beschikbaar chloor. Deze berekeningen zijn gebaseerd op gangbare vuistregels uit de literatuur, aangevuld met enkele conservatieve (worst case) aannames. Zo is niet exact bekend wat het gemiddelde bromidegehalte in het water uit het Noordhollandsch Kanaal is en in welke verhouding bromoform en chloroform hierbij worden gevormd. De hiervoor in bijlage 1 beschreven aannames per stof zijn naar verwachting beide een overschatting en kunnen in ieder geval niet beide exact kloppen. De berekende lozingsconcentraties (voor PALLAS-reactor én HFR) zijn daardoor een hoge schatting. Omdat met de huidige uitgangspunten wel voldaan wordt aan de immissietoets zal bijstelling (naar bededen) van de berekende lozingsconcentraties echter niet tot een ander beoordelingsresultaat leiden.

8 LITERATUURLIJST

- [1] Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021,” 2015.
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Handboek Immissietoets,” 2016.
- [3] Inspectie Verkeer en Waterstaat , „Koelwater, Handreiking en inspectiekader voor Wvo- en Wwb-vergunningverlening,” 2005.
- [4] Europese Commissie,, „Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.,” 2000.
- [5] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Factsheet; Hollandse kust (kustwater),” Rijkswaterstaat, 2020.
- [6] Arcadis, „Passende beoordeling PALLAS-reactor ten behoeve van vergunning Wnb. Kenmerk: D10007918:26. Status: concept.,” 2020.
- [7] STOWA, „Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. STOWA-rapport 2018-49.,” 2018.
- [8] Europese Commissie, „Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems.,” 2001.
- [9] RIZA, „Hoe omgaan met actief chloor in koelwater,” RIZA-rapport 97.077, 1997.
- [10] KEMA, „Milieu-effectrapportage RWE-centrale Eemshaven,” Kenmerk 30630205-Consulting 06-0630, 2006.
- [11] RWS Waterdienst, „Brondocument waterlichaam Hollandse Kust. Doelen en maatregelen rijkswateren,” Rijkswaterstaat, 2012.
- [12] Rijkswaterstaat, „KRW-factsheet Hollandse kust in RWS,” 2015.
- [13] RIZA, „Het gebruik van biociden in recirculatiekoelsystemen,” RIZA-rapport 96.036, 1996.
- [14] Rijkswaterstaat, „Waterkwaliteitsgegevens,” 2020. [Online]. Available: <https://waterinfo.rws.nl/>.

BIJLAGE 1 EMISSIE-IMMISSIETOETS

Inleiding

Deze bijlage beschrijft de resultaten van de emissie-immissietoets voor de PALLAS-reactor te Petten. Vanuit het secundaire koelwatersysteem zal gechloreerd koelwater op de Noordzee worden geloosd.

Hieronder wordt eerst kort ingegaan op de belangrijkste uitgangspunten voor de toetsing en de eigenschappen van het ontvangende water. Vervolgens wordt de toets op de chlorering kort toegelicht. De toetsing is op 21 en 28 oktober 2020 uitgevoerd met behulp van de online module 'Emissie-Immissietoets' (www.immissietoets.nl). Dit instrument wordt gebruikt voor het beoordelen van de effecten van een specifieke restlozing (na toepassing van best beschikbare technieken) op de waterkwaliteit en de vergunbaarheid van de lozing, conform de systematiek uit het Handboek immissietoets [2]. Het is toegepast op de belangrijkste stoffen in het lozingswater, waaronder de omzettingsproducten van de chlorering.

De immissietoets voor nieuwe lozingen gaat uit van het 'stand-still' beginsel. Dat wil zeggen dat het effect van de lozing op het ontvangende water verwaarloosbaar moet zijn. De toets bestaat uit meerdere stappen, die achtereenvolgens worden doorlopen:

1. Effluenttoets: beoordeeld of de lozingsconcentraties hoger zijn dan de norm voor oppervlaktewater. Als dat niet het geval is hoeft niet verder te worden getoetst (de lozing kan dan niet tot een normoverschrijding leiden).
2. Triviaaltoets: beoordeeld of de toename van de concentratie van de stof in het oppervlaktewater ten gevolge van de lozing na volledige menging toelaatbaar is (maximaal 1% van de normwaarde).
3. Significantietoets: toetst of de concentratietoename op de rand van de mengzone toelaatbaar is (maximaal 10% van de normwaarde).
4. Normtoets: toetst of de concentratie van de stof in het oppervlaktewater na menging (concentratieverhoging + achtergrondconcentratie) de norm overschrijdt.
5. KRW-toets: beoordeelt of de concentratietoename na volledige menging groter is dan de meetnauwkeurigheid voor de betreffende stof. Zo niet, dan is de lozing toelaatbaar.
6. Plantoets: beoordeelt of verwachte waterkwaliteitsverbeteringen in reeds vastgestelde waterplannen ruimte bieden voor het vergunnen van de lozing¹⁰.

Bij toetsing in het kader van vergunningverlening geldt dat als bij stap 1 of 2 wordt geconcludeerd dat de lozing voldoet aan het toetsingscriterium de lozing toelaatbaar is en niet verder hoeft te worden getoetst. Als dit niet het geval is dan dienen stap 3 en 4 allebei te worden doorlopen. Als het resultaat van beide stappen positief is dan is de lozing vergunbaar. Als het resultaat van stap 3 negatief is dan is de lozing niet vergunbaar en als het resultaat van stap 4 negatief is, moet stap 5 worden doorlopen. Bij een positief oordeel voor stap 5 is de lozing alsnog vergunbaar, bij een negatief oordeel is stap 6 optioneel (deze stap is niet opgenomen in de online toetsmodule).

Uitgangspunten toetsing

Methodiek

Zowel in de bestaande HFR als in de te realiseren PALLAS-reactor wordt het koelwater gechloreerd om aangroei van organismen in het secundaire koelwatersysteem te voorkomen. De toetsing wordt uitgevoerd voor de lozing van de werkzame stof (vrij beschikbaar chloor) en omzettingsproducten daarvan. Er is geen eenduidige methodiek beschikbaar ten aanzien van de toetsing van chlorering in koelwater. Een eerste reden hiervoor is de spraakverwarring in de literatuur, daar waar het gaat om termen als 'vrij chloor', 'actief chloor' enz. De tweede reden is de complexiteit van de optredende chemische reacties. Afhankelijk van de stoffen die in het ingenomen koelwater zitten, zal de hoeveelheid vrij beschikbaar chloor (free oxidant, FO) sterk afnemen door oxidatie, vorming en afbraak van gehalogeneerde stikstofverbindingen en de vorming van microverontreinigingen, waarvan chloroform en bromoform de belangrijkste zijn.

¹⁰ Dit is voor de beschouwde stoffen niet aan de orde. Deze stap wordt daarom verder niet behandeld.

De hoeveelheden schadelijke bijproducten die gevormd worden zijn sterk afhankelijk van het actuele gehalte actief chloor in het koelwater. Of deze vorming uiteindelijk een probleem is voor de lozing hangt af van de toestand van het ontvangende water.

Voor een goede beoordeling zou idealiter online monitoring in de installatie moeten plaatsvinden voor de bepaling het FO-gehalte. Ook het ontvangende water zou nauwkeurig geanalyseerd moeten worden op bijvoorbeeld sporen van broom. In dit geval is een praktische methode voor de berekening van concentraties in het lozingswater uitgevoerd, waarbij een beroep wordt gedaan op vuistregels voor de chemische omzettingen zoals gebruikt in voorbeelduitwerkingen van Rijkswaterstaat. Deze methode levert een worst-case scenario.

Scenario's

Ten behoeve van de effectbeoordeling zijn de volgende scenario's beschouwd:

1. Overgangsfase: HFR in bedrijf en gelijktijdig testen van de PALLAS-reactor.
2. Exploitatiefase: alleen PALLAS-reactor in bedrijf.

Lozingspunten en -debieten

De uitgangspunten ten aanzien van de lozingspunten en de lozingsdebieten zijn weergegeven in Tabel 10. Het bestaande lozingspunt van de HFR bestaat uit een aantal roosters met gaten daarin. Het nieuwe lozingspunt van de PALLAS-reactor heeft een flexibele, langwerpige uitstroomopening. Ten behoeve van de toets is voor beide lozingspunten een fictieve diameter berekend. Voor het scenario waarbij beide reactoren tegelijk in bedrijf zijn (scenario 1: overgangsfase) is ook een diameter voor één fictief lozingspunt berekend. Dit punt is voor de toetsing gesitueerd ter plaatse van het nieuwe lozingspunt voor de PALLAS-reactor. Toetsing van twee verschillende lozingspunten op verschillende locaties is niet mogelijk. Hiermee wordt voor dit uitgangspunt tevens een worst-case situatie gehanteerd.

Tabel 10 Uitgangspunten lozingspunten en -debieten

	HFR	PALLAS-reactor	HFR + PALLAS-reactor
Scenario	Referentiesituatie (niet beoordeeld)	2. Exploitatiefase	1. Overgangsfase (HFR in bedrijf + testen PALLAS-reactor)
Ligging lozingspunt (RD-coördinaten)		X: 105.786 Y: 533.891	Als PALLAS-reactor
Dimensies lozingspunt	Roosters met in totaal 64 gaten Ø 100 mm	'Duckbill valve' met geschatte uitstroomopening van 0,35 m ² ¹¹	
Fictieve diameter lozingspunt	80,0 cm	66,9 cm	104,3 cm
Lozingsdebiet (vergund) ¹²	3.300 m ³ /uur (79.200 m ³ /dag)	Max. 3.300 m ³ /uur (79.200 m ³ /dag)	Max. 6.600 m ³ /uur (158.400 m ³ /dag)

In de toetsmodule zijn beide lozingspunten horizontaal 'in het midden' en verticaal 'in het midden' gesitueerd. De uitstroomopeningen bevinden zich 2 m boven de zeebodem en zijn naar boven gericht, waardoor ook de pluim in eerste instantie omhoog gericht is.

¹¹ Gebaseerd op een debiet van 3.300 m³/uur en een hierbij door de fabrikant opgegeven uitstroomsnelheid van 2,61 m/s (PROCO, type ProFlex 710, zware uitvoering).

¹² Worst case aanname voor het maximale dagdebiet: maximaal uurdebiet * 24 uur/dag.

Berekening lozingsconcentraties

Omdat in de overgangsfase de HFR en de PALLAS-reactor gelijktijdig in bedrijf kunnen zijn wordt voor beide reactoren de berekening van de lozingsconcentraties vanuit het secundaire koelwatersysteem beschreven.

Voor de chlorering van het koelwater voor de HFR wordt natriumhypochloriet, ook wel chloorbleekloog genoemd, gedoseerd. Dit betreft een oplossing met een actief chloorconcentratie van 150 g/l. Voor de toetsing van de lozing van de werkzame stof vrij beschikbaar chloor (FO) vanuit de HFR wordt uitgegaan van de hiervoor vergunde lozingsconcentraties:

- Bij een continue chloordosering van het secundaire koelwater mag de vrij beschikbare chloorconcentratie in het te lozen water achter de condensor/warmtewisselaar niet meer zijn dan 0,2 mg/l.
- Bij een discontinue chloordosering van het secundaire koelwater mag de vrij beschikbare chloorconcentratie in het te lozen water achter de condensor/warmtewisselaar niet meer zijn dan 0,5 mg/l.

Bij discontinue dosering kunnen theoretisch dus tijdelijk piekconcentraties optreden tot 0,5 mg/l FO. Conform de BREF Koeling [8] wordt ook voor deze situatie uitgegaan van een maximale daggemiddelde lozingsconcentratie van 0,2 mg/l FO.

Voor de PALLAS-reactor wordt vrij chloor gedoseerd door middel van een zoutelectrolyse. Deze methode is bij de toetsing vergelijkbaar met dosering van natriumhypochloriet. Vooral nog wordt uitgegaan van continue dosering, met een maximale concentratie vrij beschikbaar chloor van 0,2 mg/l in het te lozen water.

De vorming van de belangrijkste omzettingproducten, chloroform en bromoform, hangt vooral af van de beschikbaarheid van bromide in het koelwater. In zeewater is van nature veel meer bromide aanwezig dan in zoet water. Bij koeling met zeewater zal dus vooral bromoform worden gevormd, bij koeling met zoet water (uit het Noordhollandsch Kanaal) meer chloroform.

De lozingsconcentraties van chloroform en bromoform zijn berekend op basis van het vergunde koelwaterdebiet en het verbruik van chloorbleekloog. Voor de HFR is uitgegaan van het geregistreerde verbruik van 2015, van 112,95 m³ (bron: NRG). Voor de PALLAS-reactor bedraagt het verwachte verbruik (uitgedrukt in chloorbleekloog met een actief chloorconcentratie van 150 g/l) 154 m³/jaar, uitgaande van een koelwaterdebiet van 3.300 m³/uur, een vrij chloordosering van 1 mg/l en een effectieve bedrijfstijd van 80% per jaar. Het praktijkverbruik kan lager zijn, als gevolg van een geringere koelwaterbehoefte (en dus een lagere dosering) in koudere seizoenen.

De lozingsconcentraties van chloroform en bromoform zijn als volgt berekend:

- Het gedoseerde chloorbleekloog bevat 150 gram actief chloor (FO) per liter. De concentratie van actief chloor wordt uitgedrukt in mg Cl₂/l, wat voor de helft uit het actieve Cl⁺ en voor de helft uit het in een zout milieu onschadelijke chloride (Cl⁻) bestaat.
- Bij gebruik van chloorbleekloog wordt circa 1% van de Cl⁺-atomen omgezet in organohalogenen, waarvan chloroform en bromoform de belangrijkste zijn [9].
- In zoute condities (zeewater) is veel bromide beschikbaar en bestaat op molbasis circa 99% van de omzetproducten uit bromoform [10]. In zoete condities (inname van kanaalwater) is veel minder bromide aanwezig. RIZA [9] beschrijft dat bij een bromideconcentratie van 75 µg/l vrijwel evenveel bromoform als chloroform wordt gevormd en dat de bromideconcentratie in Rijnwater gemiddeld circa 180 µg/l bedraagt. In welke verhouding chloroform en bromoform hierbij gevormd worden is niet bekend. Ook de bromideconcentratie in het ingenomen water uit het Noordhollandsch Kanaal is niet bekend. Bij de toetsing is daarom voor beide stoffen een worst-case uitgangspunt gehanteerd. Voor bromoform is ervan uitgegaan dat 80% (hoge schatting) van de omzetproducten uit bromoform bestaat. Voor chloroform is ervan uitgegaan dat 50% van de omzetproducten uit chloroform bestaat. Uiteraard kan dit in de praktijk niet beide voorkomen.

De berekening van de lozingsconcentraties is weergegeven in Tabel 11 (HFR) en Tabel 12 (PALLAS-reactor). Bij de berekening van de lozingsconcentraties is ook rekening gehouden met de achtergrondconcentraties die reeds in het ingenomen water aanwezig zijn. Het gevormde bromoform, dan wel chloroform, is hierbij opgeteld.

De concentraties in het ingenomen kanaalwater zijn gebaseerd op metingen door het HHNK in het Noordhollandsch Kanaal, ter hoogte van Schoorldam¹³.

Tabel 11 Berekening lozingsconcentraties bromoform en chloroform voor de HFR (uitgaande van het geregistreerde verbruik van chloorbleekloog van 2015)

	Bromoform	Chloroform
Dosering chloorbleekloog		112,95 m ³ /jaar 309,5 l/dag
Vorming Cl ⁺ (helpt van 150 g/l Cl ₂ , zie tekst)		23,2 kg/dag
Molmassa Cl ⁺		35,5 g/mol
Hoeveelheid Cl ⁺ dat wordt omgezet in organohalogenen (1%, zie tekst)		232,1 g/dag 6,5 mol/dag
Omzetting naar bromoform/chloroform o.b.v. inname van zoet water (worst-case per stof)	80%	50%
Molmassa bromoform/chloroform	252,7	119,5
Aantal Cl ⁺ -atomen verbruikt per gevormd molecuul	3	3
Vorming bromoform/chloroform	1,74 mol/dag 440,6 g/dag	1,09 mol/dag 130,2 g/dag
Concentratie gevormd bromoform/chloroform o.b.v. koelwaterlozing 79.200 m ³ /dag	5,56 µg/l	1,644 µg/l
Achtergrondconcentratie in ingenomen water ¹³	0,05 µg/l	0,051 µg/l
Totale lozingsconcentratie	5,61 µg/l	1,695 µg/l

Tabel 12 Berekening lozingsconcentraties bromoform en chloroform voor de PALLAS-reactor (uitgaande van het verwachte jaarverbruik van chloorbleekloog, bij een effectieve bedrijfstijd van 80%)

	Bromoform	Chloroform
Dosering chloorbleekloog		154,0 m ³ /jaar 421,9 l/dag
Vorming Cl ⁺ (helpt van 150 g/l Cl ₂ , zie tekst)		31,6 kg/dag
Molmassa Cl ⁺		35,5 g/mol
Hoeveelheid Cl ⁺ dat wordt omgezet in organohalogenen (1%, zie tekst)		316,4 g/dag 8,9 mol/dag
Omzetting naar bromoform/chloroform o.b.v. inname van zoet water (worst-case per stof)	80%	50%
Molmassa bromoform/chloroform	252,7	119,5
Aantal Cl ⁺ -atomen verbruikt per gevormd molecuul	3	3

¹³ Gemiddelde van meetresultaten 2013 t/m 2015, afkomstig van het Waterkwaliteitsportaal (recentere gegevens zijn niet beschikbaar). Op één meting van chloroform in 2014 na waren alle maandelijkse meetwaarden lager dan de detectielimiet. Deze waarden zijn meegerekend als 'halve waarde van de detectielimiet' (< 0,1 µg/l = 0,05 µg/l).

	Bromoform	Chloroform
Vorming bromoform/chloroform	2,38 mol/dag 600,7 g/dag	1,49 mol/dag 177,5 g/dag
Concentratie gevormd bromoform/chloroform o.b.v. koelwaterlozing 79.200 m ³ /dag	7,58 µg/l	2,242 µg/l
Achtergrondconcentratie in ingenomen water ¹³	0,05 µg/l	0,051 µg/l
Totale lozingsconcentratie	7,63 µg/l	2,293 µg/l

Tabel 13 toont de berekening van de gemiddelde lozingsconcentraties in de overgangsfase, wanneer de maximale koelcapaciteit voor beide reactoren wordt ingezet.

Tabel 13 Berekening gemiddelde lozingsconcentraties bromoform en chloroform tijdens de overgangsfase (op basis van de in Tabel 11 en Tabel 12 berekende concentraties van gevormd bromoform en chloroform)

	Bromoform	Chloroform
Concentratie gevormd bromoform/chloroform o.b.v. koelwaterlozing HFR 79.200 m ³ /dag	5,56 µg/l	1,644 µg/l
Concentratie gevormd bromoform/chloroform o.b.v. koelwaterlozing PALLAS-reactor 79.200 m ³ /dag	7,58 µg/l	2,242 µg/l
Gemiddelde concentratie gevormd bromoform/chloroform in overgangsfase o.b.v. maximale koelwaterlozing 158.400 m ³ /dag	6,57 µg/l	1,943 µg/l
Achtergrondconcentratie in ingenomen water ¹³	0,05 µg/l	0,051 µg/l
Totale lozingsconcentratie	6,62 µg/l	1,994 µg/l

Kenmerken ontvangend watersysteem

Het gebruikte koelwater wordt geloosd op de Noordzee, in het waterlichaam Hollandse Kust (NL95_3A). Voor de toetsing is een aantal kenmerken van het ontvangende oppervlaktewater ingevoerd. Deze zijn samengevat in Tabel 14.

Tabel 14 Gehanteerde kenmerken ontvangend watersysteem

Kenmerk	Waarde	Herkomst
Type ontvangend water	Aan de kust van de open zee	Default o.b.v. waterlichaam
Achtergrondconcentraties	Zie paragraaf 4.1.3	Zie paragraaf 4.1.3
Debiet (netto)	60 m ³ /s	Schatting Rijkswaterstaat voor het betreffende segment (3677)
Spronglaag	Niet van toepassing	
Saliniteit (bij bodem en oppervlak)	30 PSU	Gemiddelde waarde zeewater
Watertemperatuur (bij bodem en oppervlak)	12 °C	Gemiddelde waarde zeewater

Normen

De waterkwaliteitsnormen voor de te toetsen stoffen zijn weergegeven in Tabel 15. De normen voor FO en bromoform hebben geen formele wettelijke status. Voor deze stoffen kan daarom alleen indicatief worden getoetst.

Tabel 15 Waterkwaliteitsnormen

Stof	Normwaarde	Type/status norm
Vrij beschikbaar chloor (FO)	0,3 µg/l	indicatieve MTR ¹⁴
Tribroommethaan (bromoform)	11,3 µg/l	indicatieve MTR zoete wateren ¹⁵
Trichloormethaan (chloroform)	2,5 µg/l	MKN jaargemiddeld zoute wateren

Toetsresultaten

De resultaten van de toetsing voor vrij beschikbaar chloor (FO), bromoform en chloroform zijn weergegeven in de navolgende tabellen en figuren. Daarbij wordt opgemerkt dat het toetsinstrument geen verdere stappen toetst zodra het eindoordeel vaststaat. Bijvoorbeeld: omdat het resultaat van de significantietoets in Tabel 16 negatief is, is een positief eindoordeel niet meer mogelijk. De toetsing stopt dan.

Tabel 16 Resultaten emissie-immissietoets vrij beschikbaar chloor (FO) (het voor de einduitslag bepalende resultaat is groen of rood weergegeven)

Scenario	Effluenttoets	Triviaaltoets	Significantie-toets	Normtoets	KRW-toets
2. Overgangsfase	Voldoet niet		Voldoet niet		
3. Exploitatiefase	Voldoet niet		Voldoet niet		

Tabel 17 Resultaten emissie-immissietoets bromoform (het voor de einduitslag bepalende resultaat is groen of rood weergegeven)

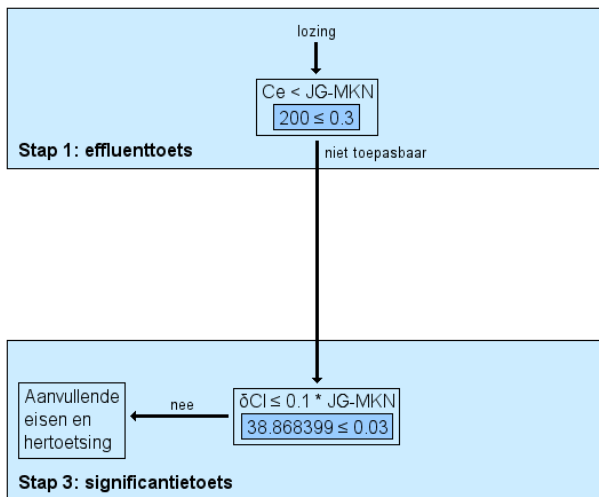
Scenario	Effluenttoets	Triviaaltoets	Significantie-toets	Normtoets	KRW-toets
2. Overgangsfase	Voldoet				
3. Exploitatiefase	Voldoet				

Tabel 18 Resultaten emissie-immissietoets chloroform (het voor de einduitslag bepalende resultaat is groen of rood weergegeven)

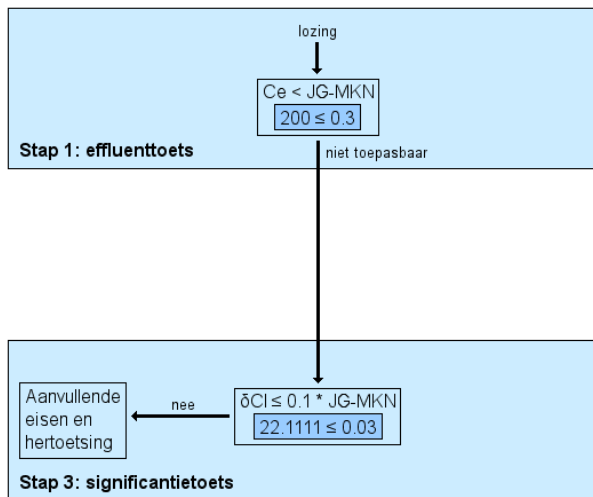
Scenario	Effluenttoets	Triviaaltoets	Significantie-toets	Normtoets	KRW-toets
1. Overgangsfase	Voldoet				
2. Exploitatiefase	Voldoet				

¹⁴ Bron: [13]

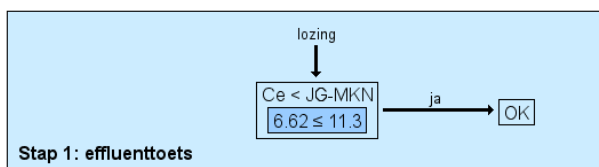
¹⁵ Voor bromoform in zoute wateren is geen norm beschikbaar, daarom is ter indicatie de norm voor zoete wateren gebruikt. Hoewel bromoform in zeewater van nature wordt geproduceerd, zijn ook hier toxische effecten mogelijk.



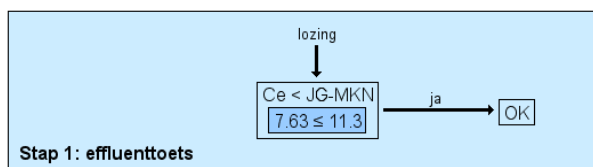
Vrij beschikbaar chloor (FO), scenario 1



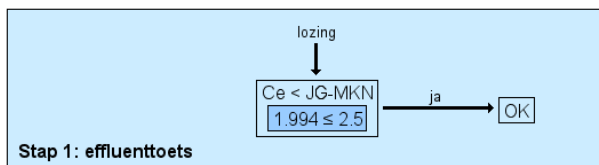
Vrij beschikbaar chloor (FO), scenario 2



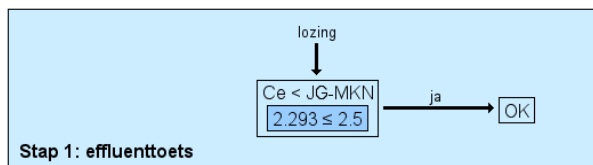
Bromoform, scenario 1



Bromoform, scenario 2



Chloroform, scenario 1



Chloroform, scenario 2

BIJLAGE 2 KOELWATERLOZINGSSTUDIE

COLOFON

ACHTERGRONDRAPPORT OPPERVLAKTEWATER
PLAN-MER PALLAS

KLANT

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor

AUTEUR

PROJECTNUMMER

C05011.000642

ONZE REFERENTIE

D10008766:227

DATUM

16 april 2021

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com